

KONCEPCJE KONSTRUKCJI I TECHNOLOGII BUDOWY UJĘĆ INFILTRACYJNYCH WODY M. WROCŁAWIA

Wzbogacanie zasobów wód podziemnych, w oparciu o sztuczną infiltrację wód powierzchniowych, ze źródeł pierwotnych znajduje coraz szersze zastosowanie tak w kraju jak i za granicą. Metoda sztucznej infiltracji staje się niezbędna w celu sprostania stale rosnącemu zapotrzebowaniu na wodę wodociagową miast, przy wyczerpaniu się naturalnych zasobów wód podziemnych oraz wzrastającym zanieczyszczeniu wód powierzchniowych.

Sztuczna infiltracja ma więc na celu: wzbogacanie zasobów dynamicznych wód podziemnych, retencjonowanie wody w porach gruntu, a także poprawę jakości wody powierzchniowej, dzięki przefiltrowaniu jej przez naturalne złoża gruntowe.

Sztuczna infiltracja stosowana jest w warunkach, gdy konieczne jest odsunięcie ujęcia infiltracyjnego od źródła pierwotnego wody powierzchniowej ze względu na zbyt wielkie jego zanieczyszczenie lub utrudnioną więź hydrauliczną wody powierzchniowej z podziemną, albo zbyt małą szerokość koryta rzecznego, nie gwarantującego wystarczającego natężenia infiltracji, liczonego na 1 mb linii brzegowej. Woda wprowadzana jest do gruntu najczęściej powierzchniowo przez dno i brzegi basenów infiltracyjnych, rzadziej kanałów i rowów.

Studnie chłonne i drenaż chłonny stosowane są dość wyjątkowo. Podstawową zaletą powierzchniowego wprowadzania wody do gruntu jest łatwość stabilizacji wydajności ujęcia infiltracyjnego, nawet w czasie kilkudniowego wstrzymania dopływu wody powierzchniowej, które jest wówczas zasilane wodą zgromadzoną w basenach.

W czasie przepływu wody przez basen, a następnie przez grunt, do urządzeń ujmujących mieszaninę wody infiltracyjnej i podziemnej następuje proces jej uzdatniania. W procesie tym istotną rolę odgrywają: tzw. błona biologiczna — warstwa osadów odłożonych na dnie basenów oraz w porach przydennej warstwy gruntu, a także strefa aeracji, występująca przy oderwaniu się swobodnego zwierciadła wody podziemnej od dna basenów. Zachodzą tutaj procesy jednostkowe: adsorpcji, wymiany jonowej i po części biodegradacji [7, 10, 11, 12]. Niekorzystnym zjawiskiem towarzyszącym powstaniu błony biologicznej i warstwy osadów jest spadek wydajności ujęcia. Z tego względu nie należy dopuszczać do gromadzenia się tych osadów, tym bardziej, iż długo zalegające osady mogą być powodem pogorszenia się jakości wo-

dy bezpośrednio pod dnem basenu, w porównaniu z wodą w basenie (powierzchniową). Konieczne jest zatem stosunkowo częste usuwanie osadów i dekolmatacja dna basenów.

Przydatność terenów do budowy ujęć infiltracyjnych jest oceniana na podstawie kryteriów geologicznych, hydrogeologicznych, geochemicznych i techniczno-ekonomicznych [8, 9, 11, 12]. Tereny przydatne do tych celów winny mieć określoną miąższość ($\geq 6,0$ m), przy odpowiedniej głębokości zalegania warstwy wodonośnej ($\leq 5,0$ m) i jej wodoprzepuszczalności ($k_f \geq 2 \cdot 10^{-4}$ m/s), a także odpowiedni skład geochemiczny (limitowana jest zawartość substancji organicznych, siarczków żelaza, węglanów żelaza itp.).

Grunty, w których występują w dużych ilościach substancje organiczne (namuły, torfy...) nie nadają się do budowy ujęć infiltracyjnych. W przypadku, gdy woda powierzchniowa jest pierwszej klasy czystości wskazane jest, aby grunt charakteryzował się małą zawartością związków żelaza i manganu. Natomiast w przypadku wykorzystania do infiltracji wody znacznie zanieczyszczonej, korzystna jest podwyższona zawartość tych związków w gruncie. Woda powierzchniowa podczas filtracji wymywa je z gruntu, a wytrącone w wodzie wodorotlenki żelaza i manganu stanowią z kolei naturalny koagulant, wspomagający proces ostatecznego oczyszczania wody z domieszek zawartych w wodzie powierzchniowej.

Sztuczna infiltracja jest efektywnym procesem naturalnego uzdatniania wód powierzchniowych, nie wymagającym stosowania drogich reagentów chemicznych. Infiltracja zawsze polepsza fizyczne właściwości wody: zmniejszeniu ulega roczna amplituda wahań temperatury wody, następuje zmniejszenie ilości zawiesiny, mętności a także obniżenie barwy wody itp. Infiltracja zapewnia więc bardziej stabilny skład wody, niż to wykazują wody powierzchniowe, co nie jest bez znaczenia w procesie jej ostatecznego uzdatniania. W porównaniu z jakością wód powierzchniowych wody po infiltracji wykazują niższą utlenialność, zawartość substancji smakowych i zapachowych, azotu amonowego, azotynów i azotanów oraz tlenu. Wzrasta natomiast zawartość dwutlenku węgla i twardość wody. W zależności od składu wód podziemnych i budowy geochemicznej gruntu może nastąpić wzrost lub spadek zawartości żelaza i manganu w wodzie. Sztucznej infiltracji zawsze towarzyszy polepszenie składu bakteriolo-

gicznego wody, częściowe usunięcie wirusów oraz związków fosforowych. Znaczemu obniżeniu ulega stężenie metali ciężkich (bez uwzględnienia Fe i Mn), zawartość związków organicznych, nie podlegających biodegradacji itd.

Efektywność uzdatniania wody w procesie infiltracji zależy w dużej mierze od jakości wody powierzchniowej. W przypadku wykorzystania do infiltracji wody powierzchniowej o małym stopniu zanieczyszczenia (I klasa czystości), infiltracja uzupełniona dezynfekcją może okazać się wystarczającym procesem dla uzyskania potrzebnej jakości wody. Przypadek ten ze względu na złą jakość wód powierzchniowych jest w Polsce dość rzadki. Najczęściej woda przed infiltracją powinna być wstępnie uzdatniana. Ma to na celu ograniczenie intensywności kolmatacji basenów infiltracyjnych. W tym przypadku będzie to usuwanie z wody zawieszin, domieszek koloidalnych, planktonu i bakterii. W odniesieniu do wód mętnych stosuje się przed infiltracją sedimentację lub prefiltrację, a gdy w wodzie występują zakwit — mikrofiltrację.

O układzie technologicznym ostatecznego uzdatniania wody po infiltracji, decyduje przede wszystkim skład naturalnych wód podziemnych, a ściślej stosunek ilości wód infiltrujących do gruntu, do zasobów dynamicznych wód podziemnych oraz właściwości geochemiczne warstwy wodonośnej. Gdy udział naturalnych wód podziemnych jest duży w wodzie po infiltracji, to ujmowana woda może mieć skład zbliżony do naturalnych wód podziemnych. W zależności od składu wód podziemnych może zachodzić potrzeba odżelaziania lub odmanganiania wody po infiltracji. W przypadku silnie zanieczyszczonych wód powierzchniowych, obok wymienionych procesów może zachodzić konieczność stosowania również sorpcji i silnych utleniaczy [11, 12].

Przedstawione pokrótce cechy procesu infiltracji upoważniają do stwierdzenia, że proces naturalnego uzdatniania wody powierzchniowej na drodze sztucznej infiltracji jest wysoce efektywny — trudny do przecenienia pod względem jakości uzyskiwanej wody. Atrakcyjność tego procesu powoduje, że na całym świecie sztuczna infiltracja jest coraz szerzej stosowana.

Wybór sposobu ujmowania wody powierzchniowej ze sztucznej infiltracji

Ograniczoność terenów przydatnych do budowy ujęć infiltracyjnych i będących do dyspozycji MPWiK we Wrocławiu, przy rosnącym zapotrzebowaniu na wodę zmusza do jak najbardziej efektywnego ich wykorzystania.

Wodę podziemną uzyskaną ze sztucznej infiltracji można ujmować za pomocą [1, 11, 12]:

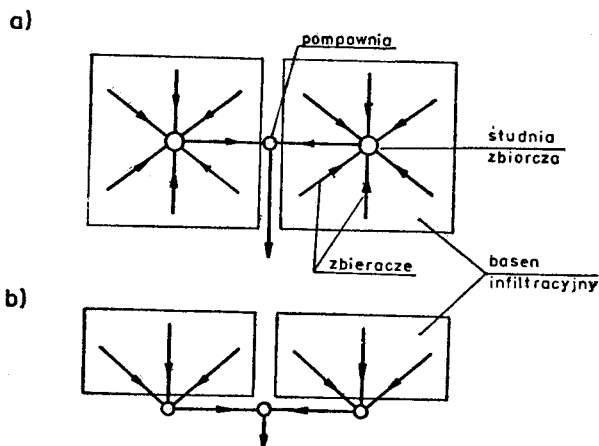
- nadbrzeżnych szeregów studzien wierconych (jak to ma miejsce obecnie we Wrocławiu)
- nadbrzeżnych ujęć promienistych lub drenażowych

— poddennych ujęć promienistych lub drenażowych

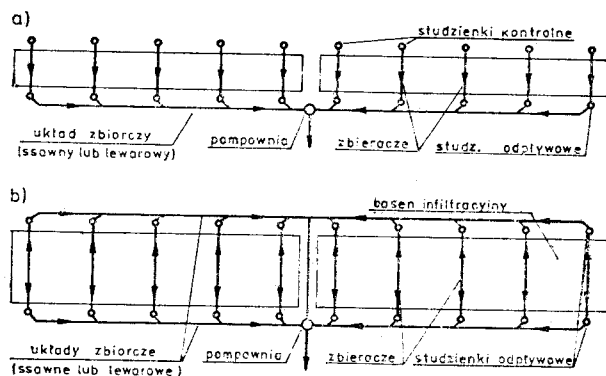
— układów kombinowanych łączących studnie i drenaże nadbrzeżne lub poddenne.

Nadbrzeżne ujęcia, zarówno studzienne, promieniste jak i drenażowe, charakteryzują się stosunkowo niskim wskaźnikiem wykorzystania powierzchni terenów przydatnych do infiltracji (do 0,5), to znaczy, że co najwyżej połowa powierzchni terenu spełniającego kryteria przydatności do sztucznej infiltracji jest do tego celu wykorzystywana. Ujęcia nadbrzeżne są zatem, z tego punktu widzenia mało efektywne.

Poddenne ujęcia promieniste i drenażowe (rys. 1 i 2) charakteryzuje natomiast stosunkowo wysoki wskaźnik wykorzystania terenów przydatnych do sztucznej infiltracji (ca $0,75 \div 0,8$), co wynika ze zwartości ich konstrukcji.



Rys. 1. Poddenne ujęcie promieniste: a) symetryczny układ zbieraczy, b) niesymetryczny układ zbieraczy



Rys. 2. Drenaż poddenny: a) jednostronny odbiór wody, b) dwustronny odbiór wody

Doświadczenia krajowe jak i zagraniczne wskazują na to, że infiltracyjne ujęcia poddenne są szczególnie korzystne w warunkach małej miąższości i wodoprzepuszczalności warstwy wodonośnej [1, 3, 5, 10].

Z tych też względów w warunkach wrocławskich terenów wodonośnych, gdzie miąższość warstw wodoprzepuszczalnych wynosi od 8 do 15 m, poddenne ujęcia promieniste i drenażowe będą znacznie efektywniejsze od nadbrzeżnych, a szczególnie studziennych.

Długość filtrów studziennych wynosi tu 2÷4 m, co stanowi ca $1/5 \div 1/4$ głębokości studni, pod-

czas gdy przy ujęciach promienistych czy drenażowych długość części filtrowej wynosi ok. $4/5 \div 9/10$ długości poziomych zbieraczy. Jeden zbieracz o długości np. 100 m zastąpić może w tych warunkach ca 6 studzien szerokodymensyjnych (Φ 1500 mm) lub $12 \div 15$ o średnicy odwiertu Φ 800÷600 mm. Ponadto ułożenie zbieraczy (drenów) pod dnem basenu infiltracyjnego ułatwia wytworzenie pod nim strefy aeracji, bez nadmiernie niskich depresji w studniach zbiorczych. Ma to istotne znaczenie dla procesu naturalnego uzdatniania wody powierzchniowej, wprowadzanej poprzez baseny do gruntu.

Omówione pokrótce zalety poddennych ujęć infiltracyjnych, spotęgowane wrocławskimi warunkami geologicznymi, skłoniły autorów do zaproponowania przejścia z dotychczas stosowanych ujęć za pomocą szeregów studzien wierconych, umieszczonych wzdłuż basenów infiltracyjnych na poddenne ujęcia drenażowe lub promieniste. O wyborze ostatecznego wariantu zadecyduje analiza techniczno-ekonomiczna proponowanych rozwiązań i efekty działania ujęć pilotowych.

Ujęcia kombinowane, łączące studnie i drenaże nadbrzeżne, bądź poddenne mogą znaleźć zastosowanie przy modernizacji istniejących ujęć, szczególnie gdy jest możliwe poszerzenie basenów i znaczne zwiększenie tą drogą powierzchni infiltracji [3, 10].

Poddenne ujęcia promieniste (rys. 1) wymagają basenów infiltracyjnych o kształcie zwartym — zbliżonym do koła lub kwadratu, ujęcia drenażowe natomiast o kształcie wydłużonych prostokątów (rys. 2). Najistotniejszym elementem konstrukcyjnym ujęć poddennych są perforowane zbieracze, przejmujące wodę z gruntu i odprowadzające ją do studni zbiorczej — w przypadku ujęć promienistych lub szybików zbiorczych — w przypadku ujęć drenażowych. Zbieracze układa się na głębokości kilku metrów ($4 \div 5$ m) pod dnem basenu infiltracyjnego — promieniście względem studni zbiorczej (rys. 1) lub równolegle względem siebie (rys. 2). Wymiary basenów infiltracyjnych zależą od:

- miarodajnej (średniej) prędkości infiltracji wody powierzchniowej do gruntu,
- konstrukcji i sposobu rozmieszczenia elementów ujmujących wodę (zbieraczy),
- założonej wydajności znamionowej ujęcia (średniej z całego cyklu eksploatacyjnego).

Określenie miarodajnego natężenia infiltracji wody powierzchniowej do gruntu

Jak zaznaczono na wstępie, infiltracji wody powierzchniowej do gruntu towarzyszy zawsze proces kolmatacji wgłębnej (w przydennej warstwie gruntu), jak i powierzchniowej tj. odkładania się osadów na dnie źródła infiltracji. Prowadzi to do spadku wydajności ujęcia w miarę upływu czasu jego eksploatacji. Kolmatacja wgłębna może być mechaniczna, biologiczna lub chemiczna w zależności od ro-

dzaju cząstek, zatrzymywanych w porach gruntu.

Szybkość uszczelnienia złoża zależy głównie od jakości wody i składu granulometrycznego gruntu: w przypadku piasków jest większa niż w przypadku żwirów, natomiast głębokość przenikania zanieczyszczeń jest większa w gruncie gruboziarnistym.

Stąd celowe jest pokrywanie gruboziarnistych utworów, zalegających pod dnem basenów infiltracyjnych warstwą piasku średnio i drobnoziarnistych. Po zakończeniu wgłębnej kolmatacji o przepuszczalności złoża decyduje wytworzona błona mechaniczno-biologiczna. Po jej uformowaniu prędkość infiltracji wody nie zależy już od uziarnienia złoża, lecz od jakości wody (temperatura, mętność) oraz grubości i właściwości błony [11].

W okresie eksploatacji basenów infiltracyjnych wydajność ich ulega zmianom. W okresie zalewania basenu następuje stopniowy wzrost średniej prędkości infiltracji w odniesieniu do całej powierzchni basenu. Z chwilą zalania całego dna wodą rozpoczyna się napełnianie basenu: wówczas prędkość infiltracji osiąga wartość maksymalną, która utrzymuje się do chwili całkowitego napełnienia basenu wodą. W tym czasie wzrost oporów spowodowany przez kolmatację dna i błonę mechaniczno-biologiczną kompensowany jest wzrostem wysokości napełnienia basenu. Po jego napełnieniu następuje spadek prędkości infiltracji początkowo dość szybki, a następnie wolniejszy, wywołany gromadzeniem się osadów na dnie basenu. Ten okres pracy basenu (ze stałą wysokością napełnienia) jest najdłuższym okresem w cyklu pracy basenu i ma duży wpływ na ilość wody wprowadzonej do gruntu. Gdy prędkość spadnie do przyjętej wartości minimalnej, basen wyłącza się z eksploatacji — usuwa nagromadzone osady i regeneruje złoże infiltracyjne, po czym następuje ponowne zalanie basenu wodą.

Według danych literaturowych średnie prędkości infiltracji, z pełnego cyklu pracy basenu przekraczają zazwyczaj 0,3 m/d, osiągając najczęściej 0,5 m/d. We Wrocławiu, wg pomiarów z 1977 r. prędkość ta wynosiła średnio 0,09 m/d [8]. Przyczyn tego stanu rzeczy należy szukać w złej jakości wody surowej, wprowadzanej do basenów infiltracyjnych, niedostosowanego do niej sposobu ich eksploatacji, a także wadliwej metodzie usuwania osadów gromadzących się na dnie basenów.

Surowiec, jakim jest woda z rzeki Oławy i Nysy Kłodzkiej wymaga przed infiltracją wstępnego oczyszczenia a przede wszystkim usunięcia z wody zawiesin, domieszek koloidalnych, planktonu i bakterii. Spowoduje to zmniejszenie intensywności kolmatacji basenów infiltracyjnych, a tym samym przyczyni się do wzrostu średniej prędkości infiltracji.

Obecnie stosowana metoda czyszczenia basenów za pomocą ciężkiego sprzętu budowlanego jest niewłaściwa, bowiem w czasie czyszczenia część osadów jest wgniataną w dno i powoduje jego wtórne uszczelnienie. Zagęszczeniu ulega przy tym odsłonięta warstwa filtracyjna dna base-

nów. Opanowanie metody efektywnego czyszczenia basenów, polegającej na usuwaniu osadów dennych z $2\div 5$ cm warstwą piasku, w połączeniu ze spółchnianiem przydennej warstwy gruntu (na głębokość $20\div 30$ cm) jest kluczem do zwiększenia wydajności obecnie eksploatowanych ujęć infiltracyjnych, jak i dalszej ich rozbudowy.

Obecnie stosowany cykl eksploatacyjny basenów jest nadmiernie długi (kilka lat), co jest jedną z przyczyn bardzo małej średniej ich wodochłonności, a zatem i wydajności ujęć.

Na podstawie dotychczasowych badań szacuje się, że cykl ten, w przypadku wstępnej sedymentacji zawieszin powinien w warunkach Wrocławia wynosić $3\div 6$ miesięcy. Spowoduje to co najmniej podwojenie, a nawet potrojenie wodochłonności basenów, w stosunku do uzyskiwanej obecnie. Ostatecznie zagadnienie to zostanie wyjaśnione w trakcie eksploatacji nowych ujęć pilotowych.

Reasumując, w warunkach wrocławskich celowe i możliwe jest osiągnięcie średniej prędkości infiltracji w wysokości $0,2\div 0,3$ m/d. Wymaga to wstępnego uzdatniania wody powierzchniowej przed podaniem jej na baseny, jak również częstego ($2\div 4$ razy do roku) i właściwie wykonywanego usuwania osadów i dekolmatacji dna basenów infiltracyjnych [10].

Przyjmując modułową wydajność ujęć infiltracyjnych w wysokości $10\ 000$ m³/d i średnią prędkość infiltracji $0,25$ m/d założono kwadratowy kształt basenu infiltracyjnego o wymiarach 200×200 m (licząc w dnie) — dla poddennych ujęć promienistych i prostokątny kształt basenu o wymiarach 100×400 m — dla poddennych ujęć drenażowych. Taki kształt basenów jest najkorzystniejszy ze względu na efektywne wykorzystanie powierzchni terenów wodonośnych, zabudowywanych w miarę potrzeb nowymi ujęciami wody.

Koncepcje rozwiązań konstrukcyjnych poddennych ujęć wody

Ujęcie promieniste

Punktowy pobór wody z ujęcia promienistego ze zbieraczami, umieszczonymi symetrycznie pod dnem basenu infiltracyjnego wymaga centralnego lokalizowania szybu studni zbiorczej (rys. 1a). Wzajemne rozmieszczenie basenów, w tym przypadku może być dowolne — rzędy pojedyncze, podwójne itp. Zależy to przede wszystkim od kształtu i wymiarów obszaru przydatnego do infiltracji.

Na rysunku 3 przedstawiono koncepcję rozmieszczenia basenów ujęcia, składającego się z czterech modułów.

Rozwiązanie powyższe cechuje wysoki wskaźnik wykorzystania powierzchni terenu do celów infiltracji, wynoszący $0,8$. Groble ziemne między basenami wykorzystane są pod uzbrojenie, zasilające w wodę baseny, odbierające wodę z ujęć i jako przestrzenie komunikacyjne (ewakuacja osadów). Zwierciadło wody w basenach projektuje się na głębokości $0,5$ m poniżej po-

wierzchni terenu. Głębokość wody w basenach wynosi $2,5$ m.

Liczba i długość zbieraczy, jako parametry konstrukcyjne ujęcia promienistego, mają decydujący wpływ na jego wydajność.

Z przeprowadzonych badań modelowych [4, 6, 10] tego typu ujęć wynika, że w warunkach wrocławskich optymalna liczba zbieraczy wynosi 5 do 8 , a ich długość 95 do 60 m, w zależności od średnicy zbieraczy i żądanej wydajności ujęcia. Dla założonej wydajności modułowej $Q_u = 10\ 000$ m³/d przyjęto 5 zbieraczy o długościach 80 m i średnicy $0,25$ m.

Zbieracze (z plastycznych tworzyw sztucznych) należy rozmieścić symetrycznie wokół szybu studni zbiorczej (rys. 3), na głębokości ca. $5,0$ m pod dnem basenu.

Średnica studni zbiorczej uzależniona jest od sposobu czerpania wody z ujęcia: w układzie lewarowym bądź ssawnym powinna wynosić ok. $3,0$ m, natomiast w układzie pompowym ca. $4,0$ m. W układzie tłocznym przewiduje się lokalizację pompowni bezpośrednio na studni zbiorczej. W układzie ssawnym w każdej studni będzie umieszczony przewód podłączony do systemu rurociągów ssawnych przepompowni tłoczących wodę do ZUW. Lewarowy układ odbioru wody jest analogiczny, z tym że przed pompownią konieczna jest studnia zbiorcza dla umieszczenia głowic lewarów, doprowadzających wodę z poszczególnych ujęć.

O wyborze sposobu czerpania wody z ujęć decyduje analiza techniczno-ekonomiczna.

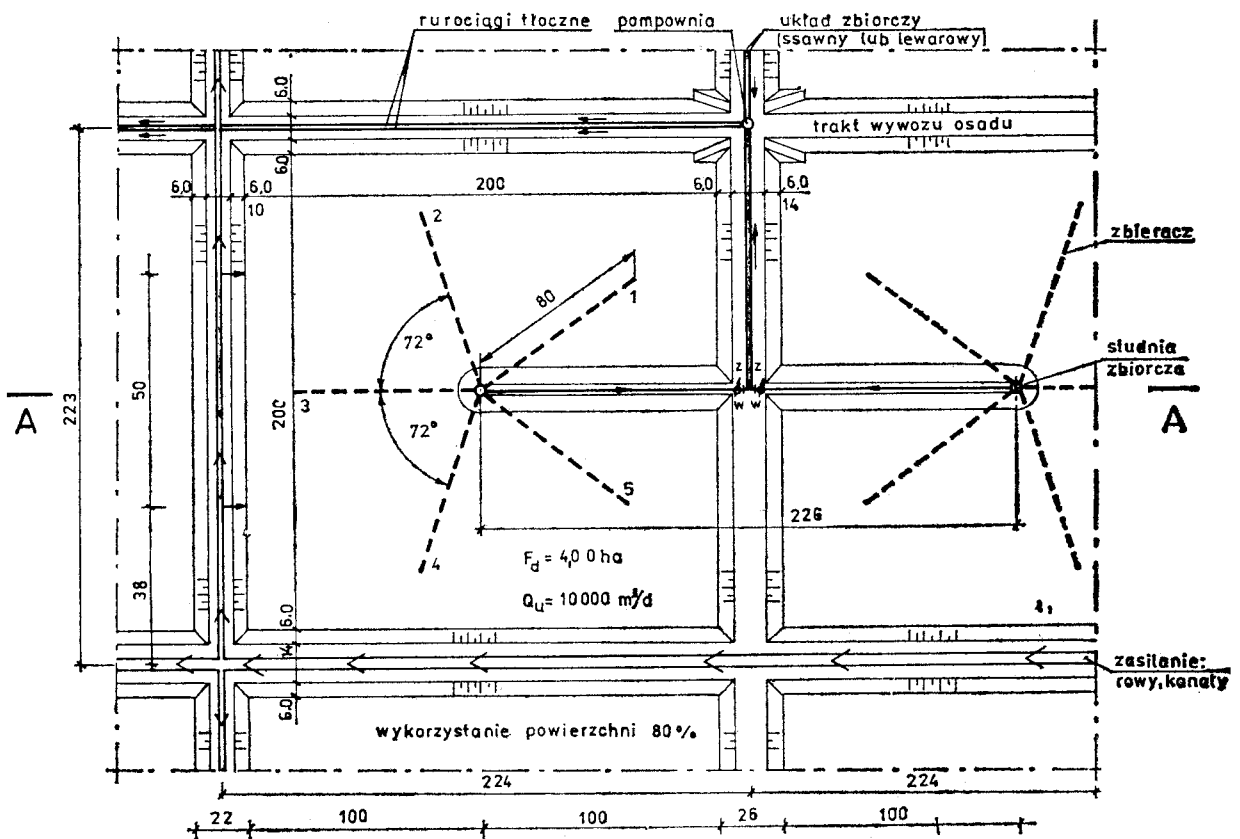
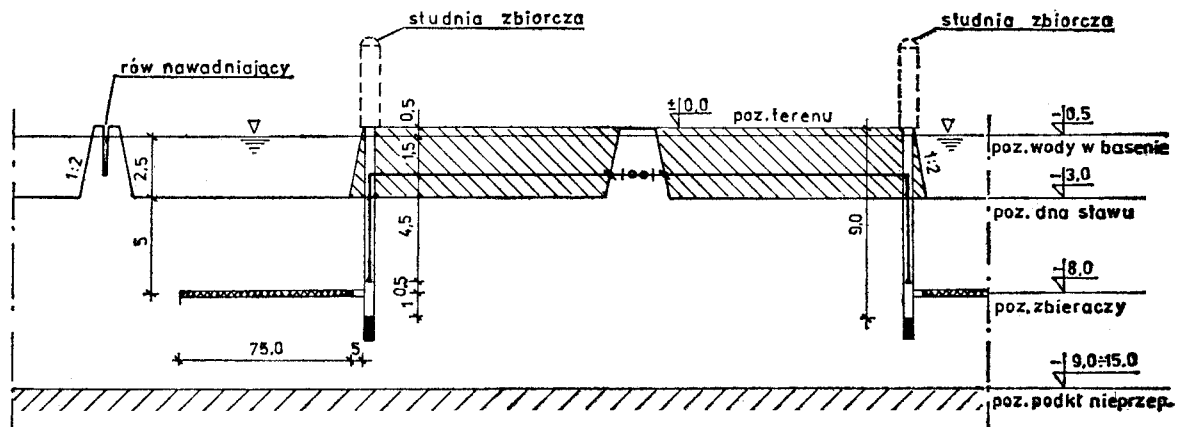
Drenażowe ujęcie wody

Analogicznie jak poprzednio przyjęto modułową wodochłonność basenu w wysokości $10\ 000$ m³/d, co wymaga powierzchni $4,0$ ha, przy założeniu średniej prędkości infiltracji $0,25$ m/d. Przyjęto zatem prostokątny kształt basenu o wymiarach w dnie 100×400 m.

Wzajemne rozmieszczenie basenów dostosowane będzie do warunków miejscowych. Jeden z możliwych układów przedstawiono na rys. 4. Zaproponowane rozwiązania charakteryzują się wskaźnikiem wykorzystania powierzchni terenów do celów bezpośredniej infiltracji — rzędu $0,8$.

Biorąc pod uwagę, że ujęcie przez większą część cyklu eksploatacyjnego pracuje przy zakolmatowanym dnie, przyjęto na podstawie wyników badań [6, 10], że 1 mb zbieracza może w tych warunkach skutecznie ujmować wodę z ca. 60 do 80 m² powierzchni basenu, a odstęp drenów rozmieszczonych równolegle pod dnem basenu może sięgać $60\div 80$ m. Na tej podstawie proponuje się układanie pod dnem jednego basenu 5 zbieraczy, o długościach ca. 100 m, rozmieszczonych w odstępach ca. 80 m.

Proponuje się dwustronny odbiór wody ze zbieraczy (rys. 2b), który w świetle przeprowadzonych badań modelowych [10] uznano za najodpowiedniejszy. Zbieracze należy umieścić na głębokości ca. $5,0$ m pod dnem basenu. Głębokość ta umożliwi oderwanie się dynamicznego zwierciadła wody od dna basenu i powstanie



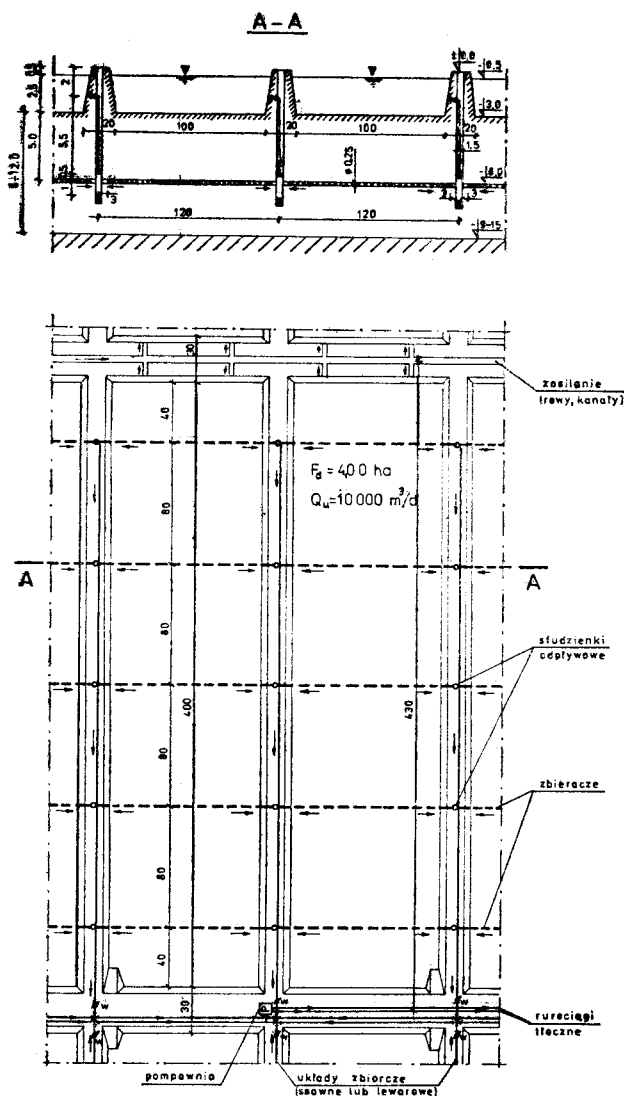
Rys. 3. Koncepcja ujmowania wody infiltracyjnej za pomocą ujęć promienistych

pod całą jego powierzchnią strefy aeracji. Zbieracze proponuje się wykonać z plastycznych tworzyw sztucznych o średnicy ca 250 mm.

W proponowanym układzie dwustronnego odbioru wody ze zbieraczy, na obydwu jego końcach znajdują się szybiki zbiorcze. W przypadku, gdy baseny sąsiadują ze sobą dłuższymi bokami (rys. 4), do szybików umieszczonych w grobli rozdzielającej wchodzi dwa zbieracze, — z dwóch sąsiednich basenów. Szybik zbiorczy

powinien mieć średnicę wewnętrzną 1,5÷2,0 m. Szybiki mogą być prefabrykowane w całości lub w części i umieszczane w uprzednio wykonanym wykopie. W szybikach umieszczone zostaną zasuwy, odcinające zbieracze oraz przewód ssawny, łączący szybik z układem lewarowym lub ssawnym. Rurociągi lewarowe, bądź ssawne ułożone są w groblach wzdłuż dłuższych boków basenów i podłączone do grupowych studni zbiorczych i przepompowni tłó-

czących wodę do ZUW. Przyjęto, że jedna przepompownia może współpracować maksymalnie z ośmioma basenami infiltracyjnymi — 80 000 m³/d. Związane to jest z dążeniem do ograniczenia długości ciągów lewarowych bądź ssawnych, do 500 m, a wyjątkowo do 1000 m, ze względów technicznych budowy i niezawodności eksploatacyjnej układu (renowacja zbieraczy, czyszczenie przewodów odbierających wodę itp.) a także zminimalizowania różnic depresji w skrajnych szybkach zbiorczych.



Rys. 4. Koncepcja ujmowania wody infiltracyjnej za pomocą drenażu poddennych

Proponowana technologia budowy poddennych ujęć infiltracyjnych

Najistotniejszym zagadnieniem przy budowie ujęć promienistych i drenażowych jest sposób wykonania zbieraczy i to zarówno pod względem kosztów jak i możliwości technicznych wykonania. Dotychczas stosowane metody wprowadzania zbieraczy w warstwę gruntu, polegające na wciskaniu ich w grunt ze studni zbiorczej

wymagają stosowania kesonu, pras hydraulicznych, spawarek oraz innych urządzeń. Wydłuża to w istotny sposób czas budowy ujęcia i podnosi jego koszty inwestycyjne. W warunkach Wrocławia, gdzie wody podziemne są korozyjne, konieczne byłoby stosowanie rur ze stali nierdzewnej, co w obecnych warunkach jest nie-realne, bo bardzo kosztowne.

Opracowana w 1978 r. w MPWiK w Warszawie nowa technologia układania zbieraczy, w warunkach infiltracji naturalnej opisana szczegółowo we wniosku wynalazczym „Odkrywkowa metoda budowy ujęć poddennych z drenami poziomymi w piaskach aluwialnych rzeki”, pozwala zmniejszyć koszty budowy tego typu ujęć oraz uniknąć szeregu trudności technologicznych. W technologii tej wykopy pod zbieracze wykonuje się za pomocą koparki pływającej, z powierzchni lustra wody w rzece, a zbieracze wykonuje się z perforowanych rur stalowych, montowanych i opuszczanych przy pomocy konstrukcji pływających. Łączenie zbieraczy z szybem zbiorczym (wykonywanym na „mokro” w odwodnionym wykopie) wykonuje nurek. Zastosowanie tej technologii do budowy ujęć infiltracyjnych na wrocławskich terenach wodonośnych jest praktycznie niemożliwe ze względu m. in. na stosowany w niej sprzęt pływający i materiał do wykonania zbieraczy. Proponuje się w związku z tym następującą technologię budowy ujęć poddennych, przy kolejności prac:

- 1) wykonanie basenu infiltracyjnego
- 2) wykonanie wykopów pod studnie zbiorcze lub szybiki zbiorcze, za pomocą koparki z poziomu dna basenu (bez umacniania i odwadniania wykopów)
- 3) ustawienie prefabrykowanych w całości lub w częściach szybów zbiorczych, z wyprowadzonymi elastycznymi króćcami do podłączenia zbieraczy
- 4) wykonanie wykopów pod zbieracze (bez umacniania i odwadniania wykopów), a następnie wykonanie podsypki filtracyjnej na dnie wykopów
- 5) montaż zbieraczy z plastycznych tworzyw sztucznych z króćcami, wyprowadzonymi ponad powierzchnię wody w wykopie i opuszczanie zbieraczy na podsypkę filtracyjną
- 6) wykonanie obsypki filtracyjnej rur filtrowych
- 7) zasypanie wykopów piaskiem uprzednio wydobytym.

Proponowana technologia budowy poddennych ujęć promienistych i drenażowych, w warunkach sztucznej infiltracji została zgłoszona do opatentowania przez Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej i Biuro Projektów Budownictwa Komunalnego we Wrocławiu w dniu 10 maja 1983 r., w Zespole Zgłoszeń i Ochrony Wynalazków Urzędu Patentowego PRL w Warszawie, za nr P - 241929.

Podsumowanie i wnioski końcowe

Na podstawie obszernych studiów literaturo-
wych, dotyczących infiltracji, jako procesu tech-
nologicznego uzdatniania wody powierzchniowej
w warunkach naturalnych, a także badań mode-
lowych pracy infiltracyjnych poddennych ujęć
wody, przeprowadzonych w latach 1976 - 1983,
na zlecenie MPWiK we Wrocławiu, Instytut In-
żynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wro-
cławskiej zaproponował koncepcje nowych roz-
wiązań konstrukcyjnych i technologicznych
oraz budowy i eksploatacji infiltracyjnych ujęć
wody w zakresie:

- wstępnego przygotowania wody powier-
chniowej do infiltracji
- wyboru racjonalnych parametrów kon-
strukcyjnych, poddennych ujęć promie-
nistych i drenażowych
- sposobu budowy poddennych ujęć
- sposobu racjonalnej eksploatacji basenów
infiltracyjnych.

Praca pozwala na wyciągnięcie następujących
wniosków końcowych:

1. Wysoka sprawność procesu uzdatniania wody
powierzchniowej, towarzyszącego sztucznej in-
filtracji, przy stale pogarszającej się jakości wo-
dy ze źródeł pierwotnych wskazuje na koniecz-
ność wykorzystania tego procesu do uzdatniania
wody na potrzeby bytowo-gospodarcze ludności.
2. Ograniczoność terenów wodonośnych m.
Wrocławia, przydatnych do sztucznej infiltracji
zmusza do racjonalnego ich wykorzystania. Ja-
ko kryterium wyboru typu ujęcia, przyjęto
maksymalną wartość wskaźnika wykorzystania
terenów do bezpośredniej infiltracji wody. Pod-
denne ujęcia promieniste, bądź drenażowe speł-
niają to kryterium.
3. Zaproponowane dwa typy poddennych ujęć
są pod względem hydraulicznym, technicznym
i technologii budowy rozwiązaniami równorzęd-
nymi, a o ostatecznym wyborze wariantu budo-
wy zadecyduje analiza techniczno-ekonomiczna,
proponowanych rozwiązań i wyniki badań prze-
prowadzone na obiektach pilotowych.

LITERATURA

1. P. A. ANATOLIEVSKIJ, G. A. RAZUMOV: Go-
rizontalnyje vodozabornyje skvazyny. Izd. Nedra,
Moskva 1970.
2. H. HOTŁOŚ, A. KOTOWSKI, J. CIEŻAK: Bada-
nia parametrów pracy stawów infiltracyjnych
ujęcia wrocławskiego. Mat. SNT PZITS, Często-
chowa 1979.
3. H. HOTŁOŚ, P. KOZAKOWSKI, E. Wł. MIEL-
CARZEWICZ: O sposobach intensyfikacji infiltra-
cyjnych ujęć wody na przykładzie ujęć infiltra-
cyjnych m. Wrocławia. Mat. SNT PZITS, Często-
chowa 1981.
4. A. KOTOWSKI: Badania modelowe wpływu wy-
branych parametrów konstrukcyjnych infiltracyj-
nych ujęć promienistych wody na ich wydajność.
Praca doktorska, Wrocław 1980.
5. A. KOTOWSKI, E. Wł. MIELCARZEWICZ: Ana-
liza fizykalna wpływu niektórych parametrów
konstrukcyjnych i eksploatacyjnych na wydajność
infiltracyjnych ujęć promienistych. Mat. KNT
PZITS, Poznań, 1978.
6. A. KOTOWSKI, E. Wł. MIELCARZEWICZ:
Wstępne wyniki badań na modelu fizycznym
wpływu uszczelniania dna basenów infiltracyj-
nych na działaniu ujęć promienistych. Mat. KNT
PZITS Częstochowa, 1981.
7. J. ŁOMOTOWSKI: Zmiany jakościowe wody pod-
czas infiltracji. Praca doktorska, Wrocław, 1980.
8. E. Wł. MIELCARZEWICZ, A. KOTOWSKI: O kry-
teriach przydatności terenów do budowy ujęć
sztucznej wody gruntowej przyjętych dla aglome-
racji wrocławskiej. Mat. SNT PZITS, Częstocho-
wa, 1979.
9. E. Wł. MIELCARZEWICZ i inni: Opracowanie
podstaw metodycznych do projektowania moder-
nizacji, rozbudowy i budowy infiltracyjnych ujęć
wody miasta Wrocławia. Etap I, Raport Inst. Inż.
Ochr. Środowiska PWr, Wrocław 1981.
10. E. Wł. MIELCARZEWICZ i inni: Opracowanie
podstaw metodycznych do projektowania moder-
nizacji, rozbudowy i budowy infiltracyjnych ujęć
wody miasta Wrocławia. Etap II. Raport Inst. Inż.
Ochr. Środow. PWr, Wrocław 1982 r.
11. E. Wł. MIELCARZEWICZ, A. KOTOWSKI, H.
HOTŁOŚ, J. ŁOMOTOWSKI: Podstawy stosowa-
nia sztucznej infiltracji wody powierzchniowej do
gruntu w celu poprawy jej jakości i zwiększenia
wydajności ujęć wody podziemnej. Raport Inst.
Inż. Ochr. Środow. PWr, Wrocław 1982.
12. E. Wł. MIELCARZEWICZ, H. HOTŁOŚ, A. KO-
TOWSKI, J. ŁOMOTOWSKI: Zasady projektowa-
nia obiektów sztucznej infiltracji wody. Konfe-
rencja projektantów wodociągów. Kraków 1982 r.