

dr inż. Halina Hotłoś  
mgr inż. Piotr Kozakowski  
prof. dr hab. inż. Edward Wł. Mielcarzewicz

Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska  
Politechniki Wrocławskiej

## O SPOSOBACH INTENSYFIKACJI INFILTRACYJNYCH UJĘĆ WODY NA PRZYKŁADZIE UJĘĆ INFILTRACYJNYCH M. WROCŁAWIA

Wzbogacanie zasobów wód gruntowych w oparciu o sztuczną infiltrację wód powierzchniowych, znajduje coraz szersze zastosowanie tak w kraju jak i za granicą. Związane jest to ze wzrostem zapotrzebowania na wodę, przy ograniczonych naturalnych zasobach wód podziemnych oraz pogarszającej się jakości wód powierzchniowych. Sztuczna infiltracja stanowi pierwszy etap mechaniczno-biologicznego oczyszczania wody powierzchniowej, w warunkach naturalnych, przez wykorzystanie filtrującego działania gruntu. W procesie tym następuje poprawa właściwości fizyko-chemicznych i bakteriologicznych wody powierzchniowej.

Efekty te uzyskuje się kosztem kolmatacji przydennej warstwy gruntu i odkładania się osadu na dnie źródła infiltracji, co z kolei ma zasadniczy wpływ na wydajność infiltracyjnych ujęć wody [1, 4, 5, 6].

Na podstawie wyników wieloletnich badań, prowadzonych na terenach ujęć wód infiltracyjnych m. Wrocławia oraz studiów literaturowych, można dokonać próby wyjaśnienia przyczyn obserwowanego spadku wydajności infiltracyjnych ujęć wody i przedstawić propozycje, zmierzające do przywrócenia im dawnej wydajności, a nawet jej zwiększenia.

Podstawowym czynnikiem decydującym o wydajności ujęć jest prędkość infiltracji wody w głąb warstwy wodonośnej poprzez dno i brzoگی basenów, a także oporność hydrauliczna filtrów studzien ujęciowych oraz przewodów zbiorczych (lewarów, przewodów ssawnych lub tłocznych).

Według danych literaturowych, prędkości infiltracji uzyskiwane w czynnych ujęciach przekraczają zazwyczaj 0,3 m/d, osiągając najczęściej 0,5 m/d, a niekiedy nawet 1,0 m/d. We Wrocławiu wg pomiarów z 1977 r. prędkość ta wynosiła średnio 0,09 m/d [2].

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 osadu gromadzącego się w basenach. Nie bez znaczenia jest również mała, w wielu przypadkach, głębokość napełnienia wodą basenów infiltracyjnych.

Skład fizyko-chemiczny ujmowanej wody sprzyja kolmatacji chemicznej filtrów żwirowych, szczególnie gdy występują duże prę-

kości napływu wody do filtrów, wykonanych ze żwiru o bardzo grubym uziarnieniu.

Korozyjność wody i podwyższona zawartość w niej związków żelaza powoduje intensywną inkrustację ścian przewodów żeliwnych, odprowadzających wodę z ujęć. Zjawisko to pociąga za sobą zmniejszanie się z biegiem czasu czynnego przekroju przewodów, a także wzrost chropowatości ich ścian. W rezultacie występuje dość szybki wzrost oporności hydraulicznej. Ma to bardzo istotny wpływ na wydajność ujęć lewarowych i ssawnych, gdzie zwiększonej oporności przewodów nie można zrównoważyć przez instalację pomp o większej wysokości podnoszenia.

Reasumując, działania mające na celu zwiększenie wydajności istniejących infiltracyjnych ujęć wody winny obejmować:

- zwiększenie ilości wody wprowadzanej do warstw wodonośnych,
- zwiększenie wodochłonności urządzeń do czerpania wody infiltracyjnej z gruntu, przy jednoczesnym zmniejszeniu prędkości napływu wody do filtrów, szczególnie w początkowym okresie eksploatacji,
- zwiększenie przepływności istniejących układów przewodów odprowadzających wodę z ujęć i doprowadzających ją do Z.U.W.

Pominięcie któregoś z tych kierunków działania spowoduje, że oczekiwany wzrost wydajności ujęcia nie zostanie w pełni osiągnięty, a wycinkowe działania okażą się nieskuteczne i w rezultacie zbędne.

W dalszym ciągu przedstawione zostaną koncepcje działań, które mogą doprowadzić do wydatnego wzrostu wydajności istniejących infiltracyjnych ujęć wody.

### Sposoby zwiększenia zasobów dynamicznych sztucznych wód gruntowych

W początkowym okresie infiltracji wód powierzchniowych w głąb gruntu następuje przemieszczanie się drobnych frakcji gruntu oraz zanieczyszczeń niesionych wraz z wodą do wnętrza gruntu. Jest to proces kolmatacji mechanicznej, którego intensywność oraz czas trwania zależy przede wszystkim od jakości wody wprowadzanej do gruntu oraz składu granulometrycznego gruntu.

Z prowadzonych w ostatnim okresie przez Instytut Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej badań laboratoryjnych procesu infiltracji wynika, że w gruncie o  $d_{10}=0,20$  mm,  $d_{60}=0,52$  mm oraz  $U=2,67$  kolmatacja sięga do ok. 0,10—0,20 m, a czas jej trwania wynosi od 10 godz. do 4 dni, w zależności od głębokości wody w źródle infiltracji. W przypadku gruntu o uziarnieniu  $d_{10}=0,65$  mm,  $d_{60}=0,98$  mm,  $U=1,51$  głębokość kolmatacji wynosi ok. 0,30 m, a czas trwania od kilku dni do 2 tygodni.

Do badań wykorzystana została woda powierzchniowa z rzeki Oławy poddana procesowi sedymentacji. Jej odczyn pH w trakcie prowadzenia badań wynosił 7,8—8,1 mętność 5—35 mg  $\text{SiO}_2/\text{dm}^3$  (średnio 20), barwa 15—60 stopni w skali platynowo-kobaltowej (średnio 25—35). Woda charakteryzowała się ponadto dużą zmiennością: utleniałości (4—12 mg  $\text{O}_2/\text{dm}^3$ ), zawartości amoniaku (0,05—0,20 mg  $\text{NH}_3/\text{dm}^3$ ), azotynów (0,003—1,100 mg  $\text{NO}_2/\text{dm}^3$ ) oraz azotanów (4,0 do śladowych ilości mg  $\text{NO}_3/\text{dm}^3$ ).

Po okresie wglębnej kolmatacji złoża wytwarzała się błona biologiczna i rozpoczynał się proces odkładania osadu na powierzchni gruntu odwzorowującej dno źródła infiltracji. Jak wykazały badania laboratoryjne zakolmatowana warstwa gruntu wraz z wytworzoną błoną mechaniczno-biologiczną stawiają przepływającej wodzie znaczny opór, ograniczając w dużym stopniu prędkość infiltracji wody do gruntu.

Współczynnik filtracji warstwy zakolmatowanej wraz z warstwą osadu wahał się od 0,01—0,0002 m/d. W tych warunkach istotne zwiększenie zasobów dynamicznych wód infiltracyjnych można uzyskać przez:

- wstępne oczyszczenie wody powierzchniowej — co najmniej z zawiesiny, w osadnikach o czasie przepływu nie mniejszym niż 6—12 godzin,
- pogłębienie basenów do głębokości nie mniejszej niż 3,0 m,
- usunięcie z dna basenów warstwy zakolmatowanego gruntu o grubości 0,20—0,50 m (należy to ustalić dla każdego basenu oddzielnie),
- systematyczne (co najmniej 2 razy do roku) prawidłowe usuwanie osadu z dna basenów i dekolmatacja dna na głębokości ok. 0,5 m (co najmniej 1 raz w roku),
- zwiększenie powierzchni dna basenów infiltracyjnych.

Zastosowanie wszystkich proponowanych zabiegów spowoduje w warunkach Wrocławia:

- zwiększenie prędkości infiltracji do 0,2—0,3 m/d,
- zwiększenie wodochłonności basenów, a tym samym zwiększenie zasobów dynamicznych wód infiltracyjnych,
- polepszenie jakości czerpanej wody (cieńsza warstwa osadu o niedługim okresie zalegania, adsorbująca zawarte w wodzie zanieczyszczenia chemiczne i organiczne),
- zahamowanie procesu kolmatacji podłoża gruntowego basenów.

## Sposoby zwiększenia wodochłonności istniejących ujęć wody

Zwiększenie zasobów dyspozycyjnych wód infiltracyjnych wymaga znacznego wzrostu wydajności ujęć, w przeciwnym razie zasoby te zostaną nie wykorzystane.

Wzrost wydajności ujęć można uzyskać poprzez renowację, racjonalną eksploatację oraz modernizację rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń ujmujących wodę.

Obserwowany spadek wydajności studni w czasie trwania eksploatacji związany jest z kształtowaniem się wokół filtrów studni strefy złoża o zmniejszonej przepuszczalności, zwanej strefą cementacji. Cementacja ta wywołana jest procesem kolmatacji chemicznej, bakteriologicznej, a często również mechanicznej.

Kolmatacja chemiczna gruntu i obsypki filtracyjnej, w przypadku filtrów nie podlegających korozji wywołana jest m.in. zaburzeniami równowagi składu fizyczno-chemicznego wody, na skutek obniżenia ciśnienia, panującego w warstwie wodonośnej, spowodowanego powstaniem leja depresyjnego i stratą hydrauliczną na przepływie wody przez filtr. Na skutek tego ulega naruszeniu równowaga gazowa. Dochodzi do wydzielania się z wody rozpuszczonego w niej dwutlenku węgla, tlenu, siarkowodoru i innych gazów, co z kolei powoduje wytrącanie się rozpuszczonych w wodzie soli. Jest to szczególnie niebezpieczne w wodach zawierających duże ilości tlenu żelazowego, węglanów i in. Proces ten ulega intensyfikacji, gdy dochodzi do turbulentnego ruchu wody, co może mieć miejsce w bezpośrednim otoczeniu filtra, szczególnie gdy obsypka wykonana jest ze żwiru o bardzo grubym uziarnieniu.

Sole żelaza zawarte w wodzie stanowią pożywkę dla wielu rodzajów bakterii (głównie żelazistych), które przetwarzają je w swoim organizmie na wodorotlenek żelazowy, formujący się w postaci włóknistej. Na rozwój bakterii wpływa temperatura, zawartość tlenu i żelaza, a także pH wody. Najlepiej rozwijają się w wodzie o  $\text{pH}<7$  i zawartości żelaza większej od 0,1 mg/dm<sup>3</sup>, powodując kolmatację rurociągów, armatury, a także otworów przelotowych w filtrach z rur stalowych.

Autentyczna renowacja studzien wierconych stosowana jest w Polsce tylko sporadycznie. Brak jest wyspecjalizowanych wykonawców tego typu prac. W miejsce renowacji najczęściej wykonuje się w odległości kilku do kilkunastu metrów od studni zakolmatowanej studnię nową — zastępczą, lub rzadziej wymienia się filtr wraz z obsypką.

W warunkach wrocławskich proces kolmatacji obsypki żwirowych i otoczenia studzien o średnicy odwiertu 1600 mm z filtrem kamionkowym-szparkowym, powoduje po kilkunastoletniej eksploatacji spadek wydajności studzien do ok. 3 m<sup>3</sup>/h (wydajność jednostkowa wynosi poniżej 1 m<sup>3</sup>/h i 1 m depresji). Wydajność nowych studzien wynosi na ogół od 10 do 70 m<sup>3</sup>/h (wydajność jednostkowa wynosi 9 do

35 m<sup>3</sup>/h i 1 m depresji). Taki jednak sposób renowacji ujęć jest niezmiernie kosztowny, materiał i pracochłonny i powinien być stosowany tylko w ostateczności. Coraz szerzej stosowane są na świecie, znacznie ekonomiczniejsze i również skuteczne metody renowacji chemicznej i mechanicznej, a mianowicie:

- metoda chemiczna przy użyciu: roztworów kwasów, roztworów soli, lub przy użyciu CO<sub>2</sub> w postaci stałej — suchego lodu,
- metoda mechaniczna przy użyciu torpedy lontowej,
- metoda kombinowana mechaniczno-chemiczna.

Konieczne jest podjęcie obszernych badań i prób nad przydatnością wspomnianych metod renowacji studzien w warunkach polskich, w tym również we wrocławskich warunkach hydrogeologicznych celem wyboru i rozpowszechnienia najskuteczniejszej. Poligonem doświadczalnym dla Wrocławia może stać się przebudowywana obecnie (zgodnie z koncepcją opracowaną w Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej) jedna z grup studzien.

Renowacja ujęć przez odwiercenie nowych otworów powinna być stosowana tylko wtedy, gdy żadną inną metodą nie można uzyskać istotnego wzrostu wydajności studzien. Renowacji chemicznej, mechanicznej lub kombinowanej powinna być poddana większość studzien wierconych ujęcia wrocławskiego.

### Sposoby zwiększenia przepływności przewodów zbiorczych

Z poszczególnych studzien woda odprowadzana jest układami przewodów zbiorczych do studni zbiorczych (układy lewarowe), do pompowni (układy ssawne), lub do zakładów uzdatniania wody (układy tłoczne przy ujęciach pompowych). Przewody te w miarę upływu czasu eksploatacji zmniejszają swoją przepływność na skutek inkrustacji od wewnątrz, wytrącającymi się z wody związkami żelaza, wapnia, magnezu i in. Intensywność tego procesu zależy od składu fizyczno-chemicznego wody i materiału rurociągu.

Inkrustacja powoduje zmniejszenie powierzchni czynnej przekroju poprzecznego rurociągów i wzrost chropowatości powierzchni ścian. W sumie prowadzi to do wzrostu oporności hydraulicznej rurociągów, co przy ograniczonej możliwości obniżenia ciśnienia w przewodach lewarowych i ssawnych stanowi bezpośrednią przyczynę zmniejszania się wydajności ujęć tego typu. Jedynym sposobem zwiększenia przepływności takich układów zbiorczych jest mechaniczne ich oczyszczenie z inkrustacji i poddanie renowacji np. poprzez wykonanie wewnętrznej wykładziny cementowej lub bitumicznej. W razie braku takich możliwości, jedynym sposobem jest budowa równoległe ułożonych rurociągów odciażających.

We Wrocławiu, woda z poszczególnych grup studzien z ujęć infiltracyjnych odprowadzana jest wielokilometrowymi lewarami do studzien zbiorczych, a stąd przepompowywana jest do Zakładu Uzdatniania Wody. Większość lewarów wybudowana została w latach 1903—1935, jeden w latach 1959—1965. Przewody te nie były poddane dotychczas czyszczeniu, głównie z braku rezerw ujęciowych.

Z badań czynnych sieci wodociągowych [3] wynika, że oporność hydrauliczna przewodów eksploatowanych przez ok. 70 lat jest średnio trzy razy wyższa niż rurociągów nowych, a sprawność ich nie przekracza 0,51 do 0,64 sprawności początkowej. Badania, o których mowa dotyczyły przewodów, którymi płynie woda uzdatniona. W lewarach wrocławskich natomiast płynie woda surowa o podwyższonej korozyjności i zawartości związków żelaza. Może to być przyczyną innego przebiegu procesu inkrustacji. W celu utrzymania przepływności lewarów na odpowiednim poziomie, należałoby je czyścić mechanicznie co 10—15 lat, a jeszcze lepiej poddawać renowacji. Dokładniejsza ocena stanu rurociągów wymaga podjęcia odpowiednich pomiarów oporności czynnych rurociągów lewarowych, co jest dość trudne do praktycznej realizacji. Modernizacji oraz rozbudowie należy poddać również istniejące przepompownie (eksploatowane od kilkudziesięciu lat) ujmowanej wody.

### Sposoby zwiększenia wodochłonności przez modernizację rozwiązań konstrukcyjnych infiltracyjnych ujęć wody

Modernizacja istniejących infiltracyjnych ujęć wody, składających się z szeregu grup studzien wierconych, rozmieszczonych wzdłuż basenów infiltracyjnych, mająca na celu zwiększenie ich wodochłonności, powinna uwzględniać zwiększenie powierzchni czynnej filtrów i ograniczenie wielkości depresji.

Można rozważyć następujące warianty rozwiązań:

- zwiększenie liczby studzien w poszczególnych grupach, przez wykonanie dodatkowych, w przestrzeniach między istniejącymi,
- uzupełnienie istniejących grup studzien, wierconych drenażem nadbrzeżnym,
- budowy w mniejsze studzien wierconych, szeregu studzien kopanych, o dopływie wody przez dno i płaszcz studni, uzupełnionych ewentualnie drenażem nadbrzeżnym,
- budowy w miejsce istniejących grup studzien wierconych, drenaży poddennych pod zmodernizowanymi basenami infiltracyjnymi.

Pod względem technicznym, wszystkie przedstawione rozwiązania są realne i możliwe do wykonania. O ostatecznym wyborze winny zdecydować:

— koszty budowy i eksploatacji (wskaźnik efektywności ekonomicznej inwestycji),

— możliwości realizacyjne tj. pokrycie materiałowe i przedsiębiorstwo wykonawcze.

Poniżej omówione zostaną proponowane modyfikacje konstrukcji ujęć.

### Zwiększenie liczby studzien wierconych

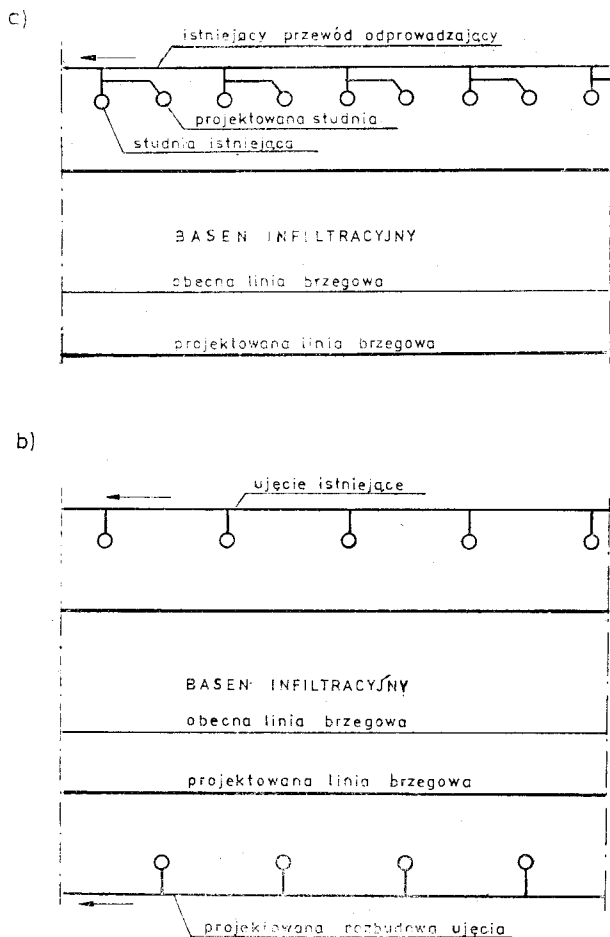
W przypadku utrzymania dotychczasowej konstrukcji ujęć, tzn. szeregów studzien łączonych lewarami, bądź przewodami ssawnymi w grupy, jedynym sposobem zwiększenia wodochłonności jest zwiększenie liczby studzien. Można to osiągnąć przez ich zagęszczenie np. zmniejszenie o połowę rozstawu (rys. 1a) lub wykonanie drugiego szeregu studzien po przeciwnej stronie (na przeciwległym brzegu) poszerzonych basenów infiltracyjnych (rys. 1b). To drugie rozwiązanie byłoby wygodne wówczas, gdyby zachodziła konieczność budowy odciążających przewodów lewarowych, czy ssawnych dla wody, która istniejącym układem nie mogłaby w zwiększonej ilości odpłynąć.

w wyniku których określona zostanie optymalna odległość szeregów studzien od linii brzegowej źródła infiltracji oraz jej wpływ na wymienione powyżej parametry.

Zagęszczenie studzien, a także budowa ich na przeciwległym brzegu basenów ma znaczne walory hydrauliczne. Zwiększa się równomierność infiltracji wody do gruntu, przy jakby punktowym jej czerpaniu, a budowa nowego układu, wraz z nowym przewodem odciążającym umożliwia przeprowadzenie czyszczenia i renowacji czynnych przewodów odprowadzających bez istotnego zmniejszenia wydajności ujęcia.

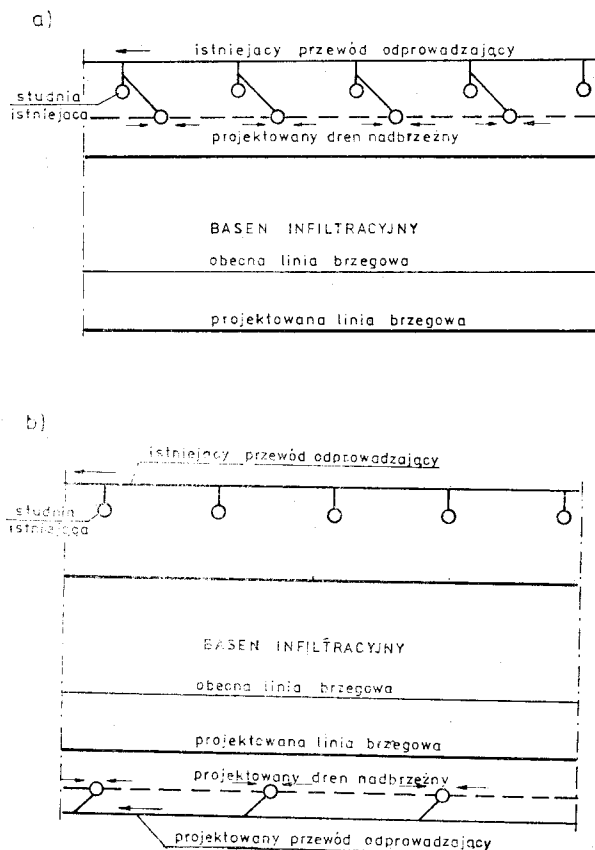
### Ujęcie kombinowane — pionowo-poziome

Istotne zwiększenie wodochłonności ujęć można uzyskać przez uzupełnienie istniejących rzędów studzien drenażem nadbrzeżnym, przyłączonym do wspólnego ze studniami układu przewodów odprowadzających (rys. 2a). Powierzchnia dopływu wody do drenu jest znacznie większa niż do studni, dzięki temu wodochłonność takiego układu byłaby kilkakrotnie większa od obecnego. Np. przy długości filtra 3,0 m i zewnętrznej jego średnicy 1,5 m oraz odstępie studzien 33 m, powierzchnia chłonna, liczona na 100 mb ujęcia wynosi ok. 45 m<sup>2</sup>. Natomiast w przypadku uzupełnienia tego ujęcia drenażem nadbrzeżnym, o średnicy zewnętrznej (obsypki) 1,0 m i dł. 100 mb. powierzchnia chłonna ujęcia wyniesie ok. 300 m<sup>2</sup> + 45 m<sup>2</sup> ≈ 350 m<sup>2</sup>, a zatem około siedem razy więcej.



Rys. 1. Koncepcja modernizacji infiltracyjnych ujęć wody za pomocą studni wierconych

Nie bez znaczenia jest odległość szeregów studzien od linii brzegowej basenu infiltracyjnego. Ma ona bezpośredni wpływ na wydajność ujęcia, równomierność infiltracji wody z powierzchni basenów do gruntu oraz na jakość wody. Celowe zatem jest prowadzenie badań,



Rys. 2. Koncepcja modernizacji infiltracyjnych ujęć wody przez uzupełnienie ich drenażem nadbrzeżnym

W celu wykorzystania tak dużej wodochłonności drenażu nadbrzeżnego należy ograniczyć do minimum wpływ strat energetycznych, spowodowanych przepływem wody w drenie. Można to uzyskać przez wielopunktowe odprowadzanie wody z drenu (rys. 2), co spowoduje bardziej równomierne jego obciążenie.

Drenaż taki mógłby być budowany między linią studzien a linią brzegową basenów (rys. 2a), lub na przeciwległym brzegu basenu (rys. 2b). Drenaż powinien być zagłębiony co najmniej 3,0—4,0 m pod dnem basenów.

### Ujęcia za pomocą szeregów studzien kopanych

Wydatne zwiększenie wodochłonności ujęć jest możliwe przez zastąpienie studzien wierconych studniami kopanymi z dopływem bocznym i dennym. Przyjmując średnicę zewnętrzną studni 3,0 m i wysokością czynną płaszcza studni również 3,0 m, powierzchnia czynna jednej studni wynosi 35 m<sup>2</sup>, tj. 2,5 razy więcej niż stosowane obecnie studnie wiercone wielkośrednicowe  $\phi$  dz=1,6 m. Gdyby układy takich studni uzupełnić drenami nadbrzeżnymi, to powierzchnia chłonna liczona na 100 mb ujęcia wyniosłaby ok. 400 m<sup>2</sup>, tj. około 8 razy więcej niż obecnie.

### Drenaże poddenne

Innym konstrukcyjnie rozwiązaniem jest zastąpienie istniejących studzien wierconych — w miarę ich dekapitalizacji, drenażem poddennym, wykonanym z rur odpowiednio perforowanych-kamionkowych lub z tworzyw sztucznych, z obsypką żwirową, układanych w otwartym wykopie, na głębokości 3,0—4,0 m pod dnem basenu. Rozwiązanie to charakteryzuje się największą wodochłonnością w porównaniu z rozwiązaniami opisanymi powyżej i wynosić może od kilkunastu do kilkudziesięciu razy więcej niż wodochłonność istniejących studzien wierconych. Zależy to od liczby oraz długości drenów. W celu optymalnego wykorzystania własności ujęcia drenażowego poddennego proponuje się następujące rozwiązania:

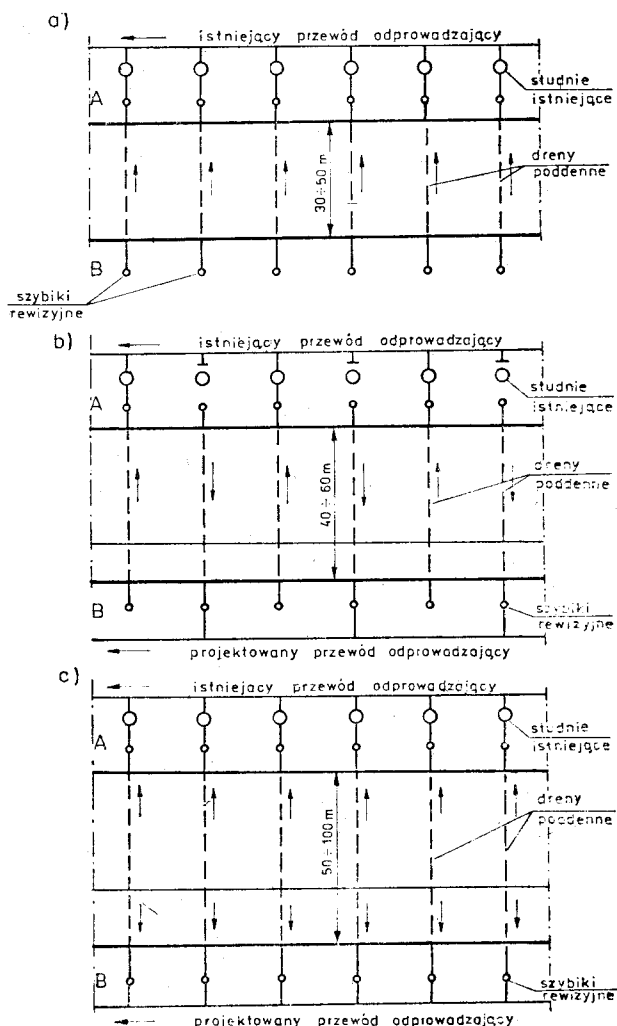
- jednostronne odprowadzanie ujmowanej wody (rys. 3a),
- przemienne odprowadzanie ujmowanej wody (rys. 3b),
- dwustronne odprowadzanie ujmowanej wody (rys. 3c).

Przedstawione rozwiązania mają zapewnić:

- równomierną infiltrację wody do gruntu, a zarazem równomierną kolmatację dna źródła infiltracji,
- ograniczenie ujemnego wpływu na wydajność ujęcia strat energetycznych (hydraulicznych), wywołanych przepływem wody wewnątrz drenu,
- ograniczenie ujemnego wpływu na wydajność ujęcia, nierównomierności napływu wody do drenu, którego wartość rośnie wzdłuż drenu w kierunku przepływu wody.

Powyższe zjawiska są ściśle ze sobą związane i wzajemnie na siebie oddziałują. W Instytucie Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej prowadzone są badania modelowe infiltracyjnego ujęcia drenażowego, mające na celu ustalenie zależności między opisanymi czynnikami oraz wpływu wybranych parametrów konstrukcyjnych na jego wydajność. Badania wstępne wykazały, że rozwiązanie z jednostronnym odprowadzeniem ujmowanej wody, przy zachowaniu opisanych powyżej warunków, możliwe jest dla krótkich drenów (wąskich basenów infiltracyjnych) — 30—50 m. Długość drenu zależy od konstrukcji filtra (jego wodoprzepuszczalności) oraz od współczynnika filtracji złoża. Im mniejszy współczynnik filtracji, tym może być większa długość drenu. Rozwiązanie z przemianowym odprowadzeniem ujmowanej wody umożliwia w przypadku zbyt małej przepływności istniejącego układu przewodów odprowadzających, ułożenie przewodu odciażającego na przeciwległym brzegu w stosunku do istniejącego (rys. 3b).

Rozwiązanie to może być stosowane dla drenów średniej długości 40—60 m. Dodatkową zaletą tego rozwiązania jest ograniczenie wpływu wzajemnego oddziaływania drenów na wydajność ujęcia, która dla danego rozstawu



Rys. 3 Drenażowe ujęcie poddennne

drenów jest większa w układzie przemiennym niż jednostronnym.

Rozwiązanie z dwustronnym odprowadzeniem ujmowanej wody zaleca się w przypadku szerokich basenów infiltracyjnych, tzn. dla drenów o długości — 50—100 m. Wydłużenie drenów ponad górną granicę nie spowoduje istotnego zwiększenia wydajności, a jedynie nierównomierne obciążenie dna źródła infiltracji. Układ dwustronny charakteryzuje się blisko 100% większą wydajnością w stosunku do układu jednostronnego, przy jednakowej długości drenów, co wynika z rozkładu strat energetycznych wewnątrz drenu.

Aby usprawnić eksploatację ujęcia proponuje się budowę na każdym końcu drenu szybków kontrolnych, a także zasuw (lub zastawek), odcinających poszczególne dreny, co ułatwi płukanie, a także mechaniczne czyszczenie rur filtrowych oraz zabiegi dekolmatacyjne obsypki żwirowej czy też otaczającej warstwy gruntu. Szybiki mogłyby być budowane w otworach wierconych średnicami 1500 mm z materiałów odpornych na korozję, bądź montowane w wykopie.

Przedstawione rozwiązania mogą być stosowane również w nowo budowanych ujęciach infiltracyjnych.

### Wniosek końcowy

Intensyfikacja czynnych ujęć sztucznej wody gruntowej może być skuteczna tylko wtedy, gdy ma charakter kompleksowy tj. obejmuje jednocześnie wszystkie elementy układu, a mianowicie:

- źródła infiltracji (baseny, kanały, itp.),
- urządzenia do ujmowania wody z gruntu,
- układy zbiorcze rurociągów odprowadzających wodę, a także pompownie wody surowej i dotyczy nie tylko modernizacji tych elementów, ale co jest równie ważne, prawidłową ich eksploatacją.

Pod względem wydajności najlepsze okazują się rozwiązania z drenażem poddennym. Po opanowaniu technologii budowy takich drenaży w wykopach otwartych mogą okazać się zdecydowanie tańsze w przeliczeniu na 1 m<sup>3</sup> uzyskiwanej wody, od studzien wierconych.

### LITERATURA

1. H. HUGELMAN: Die Erneuerung einer Uferfiltrationsanlage für Trinkwasser. Wasser und Boden, 1974/9.
2. E. WŁ. MIELCARZEWICZ i inni: Opracowanie podstaw metodycznych do projektowania modernizacji, rozbudowy i budowy infiltracyjnych ujęć wody miasta Wrocławia. Raport Instytutu Inżynierii Ochrony Środowiska Politechniki Wrocławskiej Serii SPR Nr 5/81.
3. H. PEŁKA: Wzrost oporności hydraulicznej przewodów wodociagowych. Praca doktorska, Wrocław 1977.
4. A. B. PORIADIN: Kolejne stadia pracy ujęć infiltracyjnych i ich związek z kolmatacją filtrujących gruntów. Budownictwo i Architektura, 1971/2.
5. A. B. PORIADIN. O zabezpieczeniu ciągłości eksploatacyjnej infiltracyjnych ujęć wody, Budownictwo i Architektura, 1971/6.
6. V. E. SERGUTIN, B. F. TURUTIN: Jestestvennoe zailene rečnych rusel i jego vlijane na debity infiltracionnych vodozaborov. Meteorologia i Hydrologia, 1971/4.
7. A. WIECZYSTY: Hydrologia inżynierska. PWN, Warszawa, 1982.