

TECHNOLOGIA BUDOWY UJĘĆ WÓD INFILTRACYJNYCH W WARUNKACH HYDROGEOLOGICZNYCH PRADOLINY RZeki KACZAWY

Znaczenie województwa legnickiego dla gospodarki narodowej, w aktualnej sytuacji gospodarczej jest powszechnie znane. Wysoka dynamika procesów urbanizacji i uprzemysłowienia, w tym regionie kraju w latach siedemdziesiątych spowodowała konieczność wybudowania od podstaw systemu wodociągowego, bazującego na zasobach wód powierzchniowych zlewni rzeki Kaczawy i Bobru, wyrównanych retencją wielozadaniowych zbiorników Słup, Rzymówka i Nowogród Bobrzański. Przyjęto trzy zasadnicze etapy budowy systemu wodociągowego:

Etap I do 100.000 m³/dn

- Zbiornik „Słup” na rzece Nysie Szalonej (prawy dopływ rzeki Kaczawy powyżej m. Legnicy)
- Zakład produkcji wody — Przybków (oparty o sztuczne wzbogacanie wód podziemnych pradoliny rzeki Kaczawy powyżej m. Legnicy)
- Przesył wody czystej do m. Legnicy
- Przesył wody czystej do m. Lubina.

Etap II do 200.000 m³/dn.

- Zbiornik „Rzymówka” na rzece Kaczawie powyżej ujścia rz. Nysy Szalonej
- Zakład Produkcji Wody — Przybków (rozbudowa oparta o wyrównane przepływy wód powierzchniowych)
- Przesył wody do m. Polkowic i pozostałych głównych ośrodków miejskich na terenie województwa legnickiego oraz wszystkich zakładów Kombinatu Górniczo-Hutniczego Miedzi.

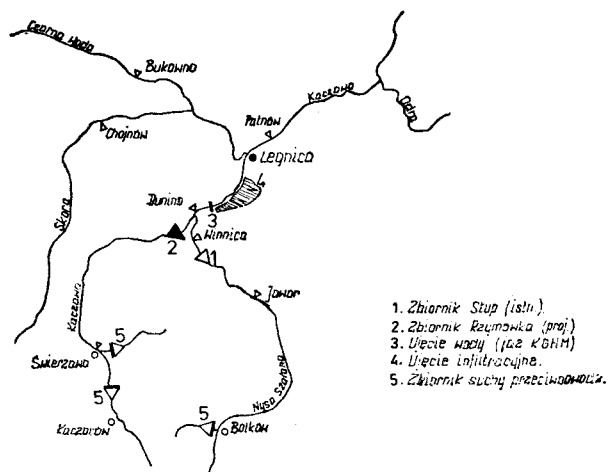
Etap III do 300.000 m³/dn (z możliwością do 400.000 m³/dn).

- Przerzut wody z rzeki Bóbr do rzeki Kaczawy
- Przesył wody do Polkowic, Głogowa i dalszych zakładów KGHM alternatywnie:
- Zbiornik „Nowogród Bobrzański” na rzece Bóbr
- Przesył wody do Polkowic, Głogowa i dalszych zakładów KGHM.

Podstawowym warunkiem przyjęcia przedstawionej kolejności realizacji poszczególnych etapów budowy systemu wodociągowego była możliwość poprawy stanu jakościowego wód wymienionych rzek. Mimo że, w momencie rozpoczęcia tej wielkiej inwestycji wodociągowej z 1975 r. wody w rzekach nie odpowiadały wy-

maganej klasie czystości dla celów komunalnych, to w wyniku przeprowadzonych studiów i analiz stwierdzono, że istnieją potencjalne możliwości poprawy jakości wód powierzchniowych, poprzez równoległą realizację przygotowanych programów, w zakresie uporządkowania gospodarki ściekowej. W efekcie zakłada się uzyskanie na terenie tych zlewni wymaganej I klasy czystości wód, w przekrojach projektowanych ujęć komunalnych.

Skala problemów techniczno-organizacyjnych, związanych z przedmiotową inwestycją obejmuje praktycznie wszystkie dziedziny, charakteryzujące współczesną technikę wodociagową, w tym również całokształt problematyki, dotyczącej budowy ujęć wód infiltracyjnych, opartej o sztuczne wzbogacanie wód podziemnych pradoliny rzeki Kaczawy (rys. 1).



Rys. 1 Schematyczny plan ujęć infiltracyjnych

Założenia technologiczne budowy ujęcia wód infiltracyjnych

Kierując się wysoką efektywnością procesu sztucznego wzbogacania wód podziemnych, udokumentowaną na etapie projektowania, wydajność przedmiotowego ujęcia wód infiltracyjnych została określona na 100.000 m³/dn, przy założeniu możliwości zwiększenia produkcji wody w jego podstawowych elementach do 150.000 m³/dn. Do realizacji został przyjęty układ technologiczny obejmujący następujące obiekty:

- jaz stały z dwoma przepustami o średnicy 1,5 m i komorą tłoczącą

- mikrosita o przepływie 3,0 m³/sek.
- pompownia I^o z 4 agregatami pionowymi o wydajności 4000 m³/h
- dwa osadniki poziome radialne o średnicy 50 m o pojemności 23.600 m³, przy czasie zatrzymania 2 h
- dwa stawy biologiczne o powierzchni 2 ha
- doprowadzalnik otwarty, o przekroju trapezowym długości 1,5 km, dla zasilania 10 stawów infiltracyjnych
- 10 stawów infiltracyjnych o ogólnej powierzchni 26 ha
- 120 studni szybowych żelbetowych o wydajności do 12 l/sek i ciągów drenażowych poziomych ϕ 300 mm, o długości 600 m
- rurociągi lewarowe typu Steinwerdera o średnicach ϕ 300 do ϕ 800 mm o długości 12,1 km
- dwie studnie zbiorcze z pompami próżniowymi oraz pompami II^o, o wydajności od 1000 do 1400 m³/h
- dwa rurociągi tłoczne ϕ 1000 mm, o łącznej długości 2,5 km
- urządzenia ssąco-regulujące do hydraulicznego usuwania osadów z poszczególnych stawów infiltracyjnych wraz z obiektami towarzyszącymi.
- składowisko osadu o pojemności 0,5 mln. m³.

Charakterystyka terenów wodonośnych pradoliny rzeki Kaczawy

Obszar doliny rzeki Kaczawy, wytypowany pod budowę ujęcia wód infiltracyjnych zajmuje powierzchnię około 110 ha i stanowi rynną erozyjną, wypełnioną czwartorzędowymi osadami zwirowo-piaszczystymi. Kompleks zwirowo-piaszczysty przykryty jest warstwą glin i mąd, na ogół piaszczystych o grubości do 2,5 m. Pod względem litologicznym, osady dna doliny wykształcone są w 90% w postaci żwirów z otoczkami i piasków różnoziarnistych o średnim współczynniku filtracji 80 m/dn. Szerokość doliny wynosi w tym miejscu od 1600 do 1100 m. Głębokość występowania osadów czwartorzędowych waha się od 9,0 do 15,0 m., po obydwu zboczach doliny od 4,0 do 7,0 m. Rozpoznanie warstwy wodonośnej uzyskano przez wykonanie 88 otworów poszukiwawczych o rozstawie 300/300 m. Na podstawie tych otworów sporządzone zostały mapy stropu trzeciorzędu, występującego pod utworami czwartorzędu w postaci ilów pylastych, miąższości warstwy wodonośnej zwirowo-piaszczystej i nadkładu oraz wodoprzewodności. Na podstawie badań hydrogeologicznych, na omawianym terenie stwierdzono, że czwartorzędowy poziom wodonośny jest poziomem o swobodnym zwierciadle. Statyczne zwierciadło wody występuje od 1,0 do 2,5 m poniżej powierzchni terenu i pozostaje pod bezpośrednim wpływem rzeki Kaczawy.

Wybrany teren wodonośny ograniczony jest prawobrzeżnym wałem przeciwpowodziowym rz. Kaczawy i linią rozgraniczania autostrady Wrocław — Zgorzelec.

Prace naukowo-badawcze

Budowa ujęcia wód infiltracyjnych wymagała podjęcia specjalnych badań o charakterze naukowym i rozpoznawczym. Dla określenia ogólnej wydajności ujęcia i poszczególnych jego elementów były przeprowadzone badania modelowe oparte na analogii elektrohydrodynamicznej. Brzeg modelu konstruowano w kształcie geometrycznym, podobnym do kształtu przyjętych granic filtracji w skali 1:2000, na podstawie mapy geologicznej i miąższości warstwy wodonośnej. Wodoprzewodność warstwy wodonośnej zastąpiono na modelu przez przewodność elektryczną elektrolitu. Wyniki z przeprowadzonych badań modelowych jako źródłowe uwzględnione zostały przy wymiarowaniu poszczególnych składowych elementów ujęcia, w szczególności dla określenia ostatecznej powierzchni i głębokości stawów infiltracyjnych, ilości i wydajności studni, przepustowości rurociągów lewarowych, przy optymalnej depresji zwierciadła wody gruntowej w warunkach pradoliny rzeki Kaczawy.

Dalsze badania przeprowadzono w zakresie ochronnego zagospodarowania terenów wodonośnych z uwzględnieniem wpływu pyłów i gazów emitowanych przez Legnicką Hutę Miedzi i autostradę Wrocław — Zgorzelec, przydatności osadów ze stawów infiltracyjnych dla celów agrotechnicznych oraz zmian jakościowych wody, podczas infiltracji, wpływu osadu dennego i kolmatacji przypowierzchniowej warstwy gruntu na natężenia infiltracji w stawach infiltracyjnych. Ponadto przeprowadzone były badania ekologiczne, które miały uzasadnić celowość budowy stawów biologicznych w uwarunkowaniach tego ujęcia. Stwierdzono, że rośliny z grupy heliofitów i pleustonów, pływające, niezakorzenione, w stawach już eksploatowanych wykazują zawartość ołowiu od stu do tysiąckrotnie do wartości przeciętnej tego pierwiastka w roślinach, to samo odnosi się do zawartości cynku, niklu, kobaltu i miedzi.

Zakłada się, że efekty wykonania filtrów roślinnych sprowadzać się będą do dodatkowej adsorpcji najdrobniejszych cząsteczek zawiesiny, obniżenia zawartości metali ciężkich w wodzie, przez ich akumulację w roślinach i kumulacji soli przez rośliny (azotany i fosforany) zważywszy, że obszar zlewni rzeki Kaczawy ulega postępującej chemizacji, pod wpływem upraw rolnych.

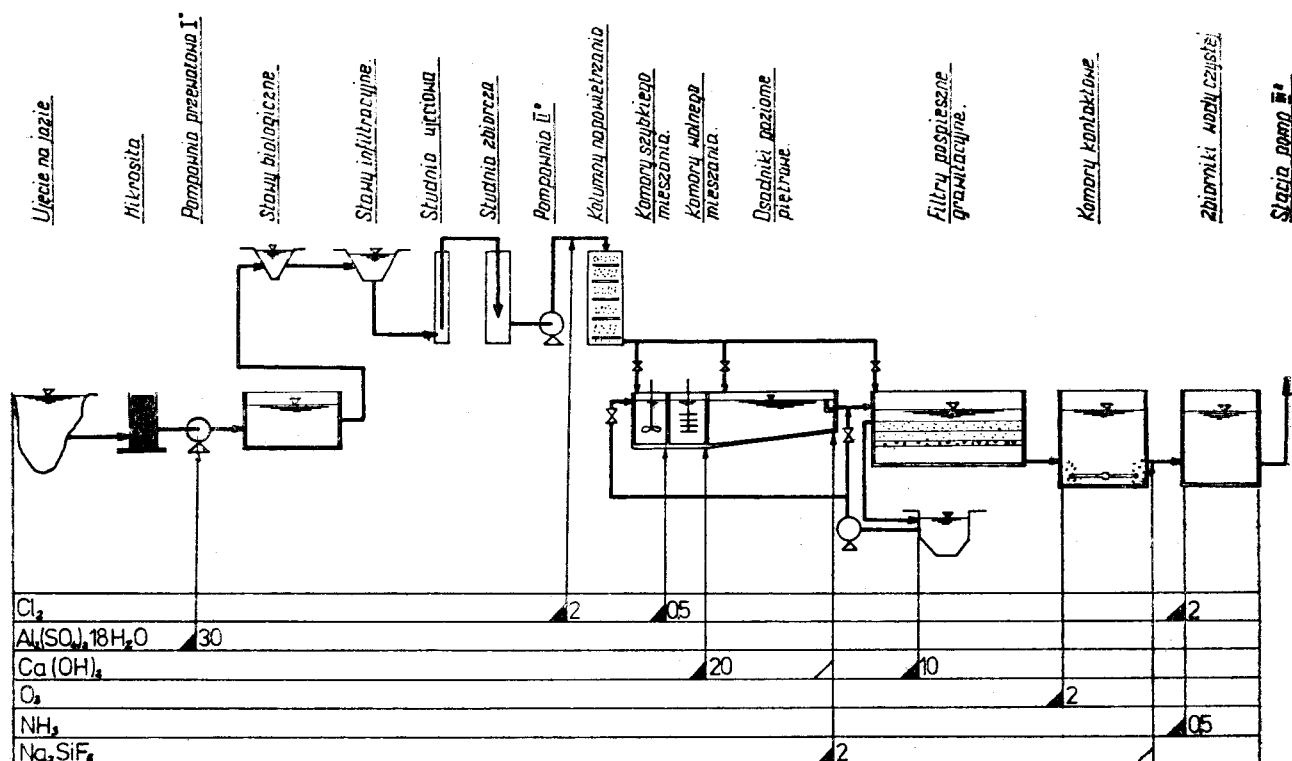
Układ technologiczny

W oparciu o przedstawione główne przesłanki techniczne buduje się, w określonych warunkach terenowych i gruntowo-wodnych kompleks obiektów wodociagowych o różnej skali trudności wykonania. Obiekty objęte układem technologicznym sztucznej infiltracji powiązane są funkcjonalnie z jazem na rzece Kaczawie oraz pompownią I^o i osadnikami wstępnymi, przystosowanymi do okresowego prowadzenia procesu koagulacji siarczanem glinu całej ilości wody powierzchniowej, przeznaczonej dla potrzeb infiltracji. Minimalne podnoszenia wody

Pomiędzy stawami, w odległości 50,0 m znajdują się studnie żelbetowe ujęciowe o średnicy 3,0 m., zapuszczane do głębokości 2,5 m., powyżej spagu warstwy nieprzepuszczalnej. Odległość pomiędzy studniami wynosi 50,0 m. Studnie pracują w układzie lewarowym ze studnią zbiorczą, skąd woda infiltracyjna za pomocą pomp II^o tłoczona jest rurociągami $\varnothing$ 1000 mm, do napowietrzalni, wyposażonej w wieże kontaktowe w zakładzie uzdatniania wody (rys. 2).

Zagadnienia sztucznego wzbogacania wód podziemnych zaliczyć należy do trudnych i złożonych. Ostateczne rozwiązania techniczne ujęcia infiltracyjnego, z jednej strony są rezultatem długotrwałych różnorodnych prac naukowo-badawczych, z drugiej zaś wnikliwego przemyślenia, na etapie projektowania sposobu jego rozwiązania, wykonania i eksploatacji. Szczególnej uwagi wymagają:

- ocena zagrożenia powodziowego i jakości wód powierzchniowych
- ocena rozpoznania geologicznego i hydrogeologicznego
- ustalenie ujemnego wpływu pyłów i gazów emitowanych przez przemysł na tereny wodonośne
- optymalne zagłębienie dna stawów infiltracyjnych, przy uwzględnianiu najkorzystniejszych współczynników filtracji obszarów dna stawów
- wpływ wyporu hydraulicznego na stateczność konstrukcji żelbetowych i obwałowań stawów infiltracyjnych
- wymiana gruntów spoistych, zwłaszcza zawierających domieszki substancji organicznych pod obwałowaniami
- zabezpieczenia czołowych obwałowań na działanie falowania
- odwodnienie obszarów dna stawów w końcowej fazie ich wyprofilowania
- doprowadzenie, regulacja i pomiar wody powierzchniowej, zasilającej stawy infiltracyjne



37

— możliwość całkowitego opróżniania pojedynczych stawów z wody, w czasie eksploatacji pozostałych

— dobór właściwych typów konstrukcji pionowych i poziomych dla poboru wody infiltracyjnej, przy maksymalnym wykorzystaniu miąższości warstwy wodonośnej

— mechanizacja robót i ruch mas ziemnych w różnych porach roku i warunkach atmosferycznych

— dojazdy i możliwości wykorzystania energii elektrycznej w czasie budowy i późniejszej eksploatacji

— gospodarka osadowa związana z usuwaniem i składowaniem osadów, zatrzymanych na dnie stawów infiltracyjnych

— dokonanie ciągłych pomiarów stanu wody w stawach, studniach i warstwie wodonośnej oraz zdalne sterowanie zasuw zbiorczych ciągów lewarowych

— możliwość występowania awarii zamknięć wodnych, rurociągów lewarowych i próżniowych oraz ich usunięcia bez ograniczenia produkcji wody infiltracyjnej

— przystosowanie obiektów otwartych do eksploatacji w warunkach zimowych.

Szczegółowe badania geologiczne i hydrogeologiczne

Dla wszystkich obiektów technologicznych, objętych budową ujęcia zostały przeprowadzone szczegółowe badania geologiczne i hydrogeologiczne. Ogółem wykonano 3200 mb wierceń geotechnicznych

w tym:

— pod obwałowania doprowadzalnika otwartego 500 mb

— pod obwałowania stawów infiltracyjnych 1020 mb

— w miejscu zapuszczania studni szybowych i drenażu poziomego 1680 mb.

Ustalono, że spąg warstwy wodonośnej tworzą nieprzepuszczalne osady iłów, nad którymi zalega ok. 10 do 12 m warstwa gruntów zwirowych, przechodzących ku powierzchni w pospółki z dość znaczną zawartością frakcji pyłowej (ok. 5%). Przypowierzchniowe pospółki zaglinione charakteryzują się współczynnikiem filtracji $k=2,3$ m³/dn.

Przepuszczalność zwiększa się z głębokością, osiągając na głębokości 0,5 m wartości $k=20$ m/dn. W dnie stawów żwiry posiadają przepuszczalność do rzędu $k=40$ do 50 m/dn. Nad gruntami zwirowymi zalegają lokalne mady rzeczne, tworzące dwie warstwy geotechniczne:

— Mady gliniaste w postaci glin pylastych, grunty te zawierają 2,0 — 5,0% części organicznych. Miąższość ich nie przekracza 1,5 — 2,0 m. Znajdują się w stanie twaroplastycznym, na granicy plastycznego, o średnim stopniu plastyczności $I_p=0,22$.

— Pyły i pyły piaszczyste, lokalnie przewarstwione piaskiem drobnym. Zawartość części organicznych wynosi do 2% miąższość 0,5 - 1,5 m. Woda gruntowa na rozpatrywanym terenie tworzy swobodne lub nieznacznie napięte zwierciadło

wody, stabilizujące się na głębokości od 1,0 m do 2,50 m. Stwierdzony poziom wody gruntowej na przebadanym terenie może ulec określonym wahaniom, na skutek naturalnych przepływów wody, szczególnie podczas powodzi w rzece Kaczawie, co najmniej 1,0 m. Woda gruntowa wykazuje cechy słabej agresywności kwasowej, siarczanowej i węglanowej.

Z uwagi na rozpiętość czasu od wykonania wierceń do momentu rozpoczęcia budowy wszystkie otwory geotechniczne zostały zlokalizowane współzrędnymi siatki reperów, wcześniej założonej na całym obszarze ujęcia.

Roboty ziemne

Jednym z trudniejszych zagadnień wykonawstwa, występujących przy budowie ujęcia wód infiltracyjnych jest stosunkowo duży zakres robót ziemnych. Udział tego rodzaju robót wymaga zaangażowania dużych jednostek samojezdnych, ładowarek hydraulicznych, koparek hydraulicznych gąsienicowych, spycharek gąsienicowych, walców wibracyjnych do zagęszczania gruntów i samochodów ciężarowych samowyładowczych o nośności od 15 do 20 T.

Wykorzystanie takiego zmechanizowanego sprzętu warunkuje dobra organizacja samej budowy i forma współpracy przedsiębiorstw uczestniczących w danym procesie inwestycyjnym. Wiąże się to również z należyтым przygotowaniem sieci tymczasowych dróg dojazdowych i terenów na składowanie humusu, mas ziemnych, nie nadających się do wykonania ogroblowania i nadwyżek, powstających w trakcie realizacji.

Globalny ruch mas ziemnych dla przedmiotowej inwestycji charakteryzują następujące ilości:

Ziemia roślinna

Przewidziane do zajęcia	145.800 m ³
Potrzebne do zagospodarowania	70.000 m ³
Nadmiar do odwiezienia	75.800 m ³

Ziemia ze stawów

Z wykopów	482.529 m ³
Potrzebna do nasypów	448.966 m ³
Nadmiar do wykorzystania na inne cele	33.563 m ³

Wykazany nadmiar ziemi wykorzystuje się na powiększenie wału przeciwpowodziowego rzeki Kaczawy i podniesienie terenu pod projektowane stałe drogi dojazdowe na terenie ujęć.

Obiekty technologiczne związane z infiltracją

Z zasadniczych obiektów ujęcia infiltracyjnego wymienić należy mikrosita, osadniki wstępne, stawy biologiczne, doprowadzalnik rozprowadzający wodę na poszczególne stawy infiltracyjne, studnie ujęciowe i ciągi drenażowe, rurociągi lewarowe i stacji pomp II° wody infiltracyjnej z rurociągami tłocznymi oraz urządzenia i składowiska gospodarki osadowej.

Osadniki wstępne

Podstawowym czynnikiem, decydującym o efektywności pracy stawów infiltracyjnych jest okresowo prowadzona koagulacja wody powierzchniowej na osadnikach wstępnych dla usuwania mętności.

W omawianym przypadku osadniki znajdują się w pobliżu pompowni I°. Jako koagulant zastosowano siarczan glinowy, rozpuszczony do stężenia 20% w budynku chemicznym na zakładzie uzdatniania wody i dowożony do pompowni I° autocysternami. Ze zbiorników stacjonarnych roztwór koagulantu dozowany jest pompami dozującymi pod ssawne króćce pomp pionowych, tłoczących wodę surową na osadniki (do 30 g/m³). Osadniki zostały posadowione na żwirach gliniastych 1,2 m poniżej poziomu wody gruntowej. Dno osadnika stanowi płyta żelbetowa zbrojona podwójnie górą i dołem, w której znajdują się korki bezpieczeństwa o średnicy ϕ 300 mm.

Ścianę zbiornika wykonano jako oporową płytową. Ściana oraz dno osadnika są odpowiednio zdylatowane.

Stawy biologiczne

Obudowa roślinna, dotychczas obserwowana na ujęciach infiltracyjnych, ukształtowana jest w sposób samorzutny.

Zbiorowiska roślin na nierównomiernej repartycji i o bardzo zmiennej strukturze są na ogół fragmentaryczne i nie są reprezentowane przez pełny właściwy im skład roślinny. Uzyskane wyniki z przeprowadzonych badań ekologicznych, na pierwszych wykonanych w latach siedemdziesiątych stawach upoważniały do wybudowania dwustopniowego filtra roślinnego. Na pierwszym stopniu przewiduje się wysadzenie roślin wodnych, zakorzenionych i wyrastających ponad powierzchnię wody (oczeret jeziorny, trzcina pospolita, pałka szerokolistna i wąskolistna). Wysadzenie roślin wymienionych wyżej gatunków umożliwia wolny przepływ między nimi, podobnie jak to ma miejsce w naturalnych meandrujących ciekach wodnych. W stawie drugiego stopnia zakłada się wysadzenie rzadszych pasów obsadzeń roślin, występujących na pierwszym stopniu i wprowadzenie, po wypełnieniu stawów, do wody sadzonek roślin podwodnych, wolnopływających, niezakorzenionych (rogatek, moczarka kanadyjska). Zagospodarowanie biotechniczne omawianych zbiorników stanowić będzie poligon przez 6 lat od chwili ich uruchomienia.

Doprowadzalnik otwarty

Efektywna eksploatacja ujęcia infiltracyjnego zależy również od sposobu zasilania poszczególnych stawów infiltracyjnych. Ważny element takiego ujęcia stanowi doprowadzalnik otwarty lub zamknięty, który na przestrzeni całego roku winien pozwolić na następujące operacje:

— doprowadzenie odpowiednich ilości wody, stosownie do aktualnego natężenia infiltracji w danym stawie (bardzo istotne podczas trwa-

nia silnych mrozów)

— regulację poziomu wody na wszystkich stawach (ważne w okresie zimowym)

— dokonanie pomiaru dopływających ilości wody na przestrzeni całego roku do poszczególnych stawów

— całkowite zamknięcie dopływu wody na dowolnie wybrany staw, celem przeprowadzania remontu lub innych czynności, związanych z jego eksploatacją oraz posiadanie warunków do całego jego opróżniania, dokonania przeglądu i bieżących remontów oraz wybierania ew. osadów.

W omawianym przypadku przyjęto wykonanie doprowadzalnika otwartego z uwagi na jego wykorzystanie dla przemieszczenia drogą wodną pogłębiarki ssąco-refulującej, do oczyszczania stawów z osadów dennych.

Doprowadzalnik otwarty posiada przekrój trapezowy, na odcinkach między stawami dno z płyt żelbetowych wielootworowych, wzdłuż stawów, celem przeciwdziałania przesiąkom do stawu szkodliwym dla stateczności skarp stawów z płyt szczelnych. Nachylenie skarp umocnionych przyjęto 1 : 1,75, nieumocnionych 1 : 2. Połączenie stawów infiltracyjnych z doprowadzalnikiem wykonano w postaci budowli jazowej, z zamknięciem klapowym o wysokości 1,80 m i szerokości 3,0 m. W ich przekrojach na poziomie dna doprowadzalnika wyprowadzone zostało połączenie dodatkowe o ϕ 800 mm z zasuwą odcinającą, umożliwiające doprowadzenie wody do stawu w razie jego zamarznięcia podczas długotrwałych silnych mrozów. Przechodzenie nad budową jazową rozwiązano klatką obrotową usytuowaną na wysokości korony ogroblowania doprowadzalnika.

Przekrój doprowadzalnika pozostawiono do samorzutnego zasiedlenia roślin, które nastąpi w ciągu 3 okresów wegetacyjnych, przewiduje się również obustronne obsadzenie wierzbą — wikliną. Utworzy ona naturopodobne krzewiaste żywopłoty ochronne i poza spełnieniem roli również filtracyjnej po 4 latach od okresu wysadzenia może być użytkowana w trybie kontraktacji. Wycinki wikliny można dokonać przed zrzuceniem listowia.

Stawy infiltracyjne

Podstawową rolę w procesie infiltracji pełnią same stawy infiltracyjne i im należy poświęcać najwięcej uwagi na etapie prac naukowo-badawczych, projektowaniu i wykonawstwa.

Przemyślana i sumienna realizacja wszystkich kolejnych podetapów ma kluczowe znaczenie dla uzyskania złożonych finalnych efektów użytkowych całego przedsięwzięcia. Budowa stawów pozornie tylko łatwa, należy do bardziej złożonych i pracochłonnych budownictwa hydrotechnicznego. Rozwiązania techniczne ujęcia w zasadniczym stopniu podyktowane są, poza uwarunkowaniami topograficznymi, geologicznymi i hydrologicznymi, przyjęciem ostatecznego sposobu usuwania z dna stawów osadów dennych.

Odrębnym problemem jest przygotowanie tere-

nu pod budowę ujęcia. Dla dużych obszarów wodonośnych problem ten sprawdza się nie tylko do zdjęcia humusu, w naszym przypadku należało przełożyć kilka liniowych obiektów średniego i wysokiego napięcia, gazociągi średniego ciśnienia oraz oczyścić teren z krzaków i drzew samorzutnie rosnących. Stawy infiltracyjne założone zostały na głębokości 2,0–3,0 m w stosunku do powierzchni terenu. Obwałowanie wykonano z materiału uzyskanego z wykopów, które stale piętrzyć będą wodę ok. 1,0 do 1,80 m nad powierzchnię. Przy budowie korpusu ogroblowania zachowano następujące warunki:

- wykonanie drenażu żwirowego z odprowadzeniem wody przesiąkowej do studni chłonnej w podstawie skarpy odpowietrznej.

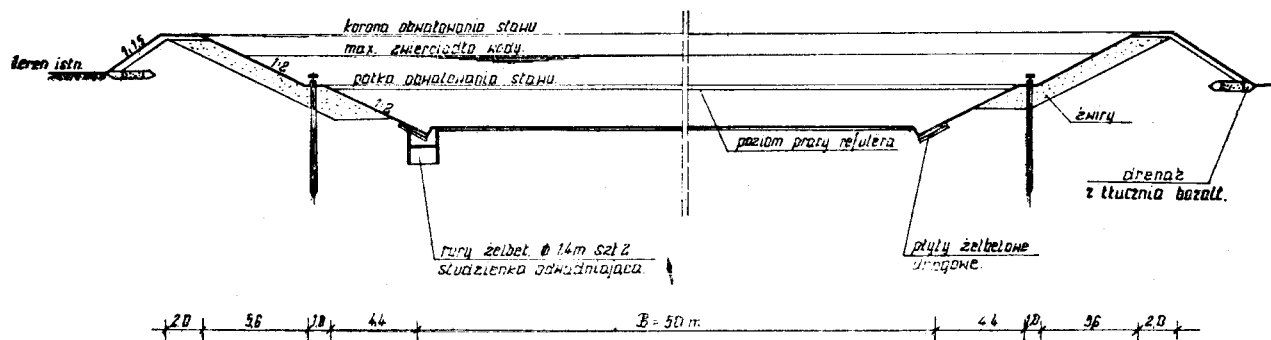
- wykorzystanie mad z głębinienia stawów w sposób dowolny, przyjmując za zasadę wykonanie grobli od strony odwodnej na szerokość 2,50 m z gruntu żwirowego

- zagęszczanie żwirów wbudowanych w korpus grobli do stopnia zagęszczenia I_D 0,70 gruntów spoistych, wbudowanych w nasyp ze wskaźnikiem zagęszczenia J_s 0,95

Skarpy czołowe narażone na działanie falowania zabezpieczono na całej wysokości płytami wielootworowymi. Skarpy od strony wewnętrznej stawu wykonano o nachyleniu 1:2, zewnętrznej 1:1,5 z koroną o szerokości 2,0 i półki w środku skarpy odwodnej szerokości

1,0 m. U podnóża skarp, wzdłuż dłuższych boków stawu przewidziano wodocięki o głęb. 40 cm dla odwodnienia stawu przy opróżnianiu z wody.

Manewrowanie refulera przy oczyszczaniu utworów wymagało wykonanie w skarpach podłużnych określonej ilości pali cumujących, przenoszących siłę poziomą 800 kG. W zakresie ochronnego zagospodarowania terenów ujęć przyjęto wysadzenie roślin wodnych zakorzenionych i wrastających ponad zwierciadło wody w podłożu skarp, spełniających rolę filtrów biologicznych (oczeret jeziorny, pałkę szerokolistną, trzcinę pospolitą). Rośliny te będą wysadzone w pasie środkowym skarp, odpowiadającemu poziomowi od 1 do 2 m tuż przed wypełnieniem wodą stawów infiltracyjnych. Górną część skarpy, powyżej nasadzenia wymienionych wyżej roślin aż do powierzchni grobli przewiduje się wysiać mieszkanką traw I gatunku z domieszką 10% wiechliny łąkowej i 15% mozgi trzcinowatej. Rośliny te już po jednym okresie wegetacyjnym utworzą zwartą murawę. Na poziomie wody rośliny murowe stanowią okresowo filtr roślinny, któremu przepisuje się poważną rolę przy oczyszczaniu wody, głównie w warstwie powierzchniowej, przy okresowym zalaniu murawy. Przy wysadzeniu planowanych roślin, układ taki może w pełni biologicznie funkcjonować po trzech okresach wegetacyjnych (rys. 3).



Rys. 3 Przekrój przez staw infiltracyjny

Studnie ujęciowe

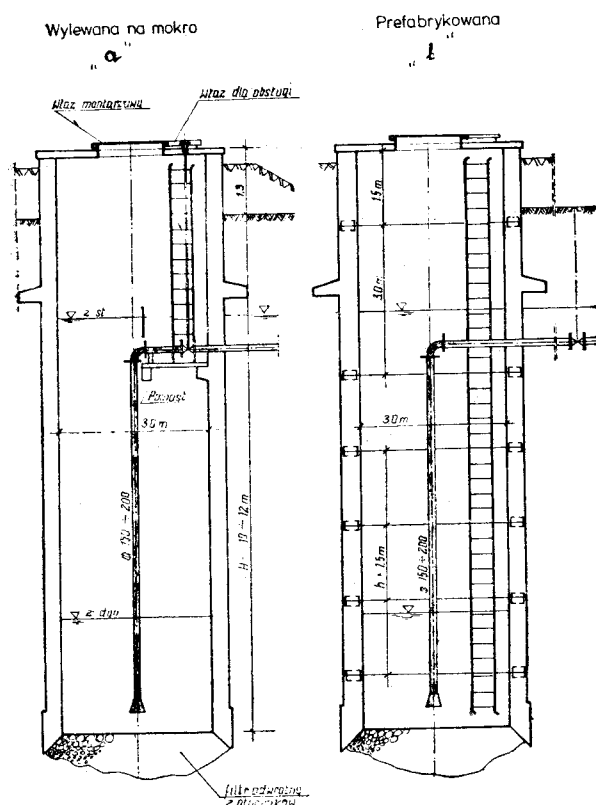
Przy budowie ujęcia infiltracyjnego, niezwykle ważny jest właściwy, do warunków hydrogeologicznych wybór typu konstrukcji studni. Na ogół zastosowanie mają studnie wiercone o różnych średnicach i konstrukcji filtrów, rzadziej natomiast studnie zapuszczane. Praktyczne znaczenie w każdym przypadku ma wielkość prędkości wejściowej dla wymiarowania studni, gdyż wyznacza ona jej zdolność produkcyjną. Żywotność studni wierconych jest zazwyczaj ograniczona ponieważ ulegają szybko inkrustacji, zwłaszcza w utworach wodonośnych, charakteryzujących się dużą zawartością żelaza, manganu i agresywnego CO_2 . Wykonanie studni zastępczych powoduje zawsze nie małe zamieszanie w ich rozmieszczeniu, przebudowy połączeń ze zbiorczymi ciągami lewarowymi oraz wybudowania nowych komór na powierzchni terenu. Na omawianym terenie ujęć decydowa-

no się na budowę studni zapuszczanych żelbetowych o średnicy 3,0 m i głębokości zapuszczenia 2,0 do 2,5 powyżej spągu warstwy wodonośnej. Zasilanie studni odbywać się będzie przez dno wyłożone warstwą żwirów i otoczków o grubości 30–35 cm o rosnącym uziarnieniu idąc od dołu ku górze. Górną krawędź studzien usytuowano ok. 1,30 m nad powierzchnią terenu. Przykrycie studni stanowi płyta żelbetowa szczelna, zaopatrzona w dwa otwory — montażowy i rewizyjny. Pobór wody ze studni odbywa się rurociągiem o Φ 200 mm. Pierwsze studnie wykonane były jako monolityczne rys. 4a, dalsze studnie z prefabrykowanych elementów (wg propozycji wykonawcy Energopol 7 — w Poznaniu) rys. 4b.

Żywotność studni jest prawie nieograniczona (do 100 lat), pierwsze próbne, jakie zostały wykonane, eksploatuje się już od 1961 r. dalsze 35 od 1974 r. Wszystkie studnie pracują bez zarzutu a ich stan techniczny określa się jako ideal-

ny. Przy ich budowie sprawą bardzo istotną jest usunięcie w promieniu 6,0 m względem osi studni warstwy gruntów spoistych, występujących zazwyczaj powyżej warstw żwirowych. Podczas zapuszczania wytwarzający się lej teoretycznie powodować może przemieszczenie tych gruntów w głąb warstwy wodonośnej aż do głębokości dna studni.

STUDNIA SZYBOWA



Rys. 4 Studnia szybowa „a” i studnia „b”

Rurociągi lewarowe

Jak dotąd, rurociągi lewarowe zwykle wykonywane są z rur żeliwnych kielichowych, uszczelnionych na sznur i ołów. Krajowa produkcja ogranicza się do Φ 600 mm. Większe Φ 800 i Φ 1000, pochodzą z importu przeważnie z Czechosłowacji. Wykonawcy niechętnie je przyjmują do realizacji z uwagi na brak odpowiednio wykwalifikowanych specjalistów i ze względu na wysoki koszt robocizny ich montażu. Drugim mankamentem to brak zasuw o szczelnej konstrukcji na podciśnienie, nie mówiąc o trudnościach w uzyskaniu typowych czyszczaków, kształtek redukcyjnych, trójników i łuków dla chodliwych średnic rur żeliwnych. Rozważana jest możliwość zastosowania rur stalowych spawanych, zabezpieczonych powłokami antykorozyjnymi, o wysokiej odporności chemicznej i bardzo dobrych własnościach mechanicznych. Ciągi lewarowe na terenie ujęć wykonywane są w układzie klasycznym i typu Steiwendera. Ich zagłębienia nie przekraczają 3,0 m poniżej istniejącego terenu.

Pompownia II° wody infiltracyjnej

Pompownia tego typu należy do bardziej skomplikowanych obiektów pod względem rozwiązań technologicznych i konstrukcyjnych. Właściwe jej usytuowanie ma zasadnicze znaczenie dla układu prac stawów infiltracyjnych studni ujęciowych i rurociągów lewarowych. Tylko dobrze przemyślana funkcja takiego obiektu i solidne wykonawstwo gwarantuje uzyskanie założonych efektów użytkowych i jej niezawodną eksploatację. W omawianym przypadku wszystkie elementy technologiczne wkomponowano do jednej budowli, w której wyodrębniono następujące poziomy:

- hali silników elektrycznych
- galerii rurociągów tłocznych i pomp próżniowych
- komory głowic samoodpowietrzających lewary
- studni zbiorczej.

Studnię zbiorczą wykonano jako żelbetową, zapuszczaną do głębokości 16,5 m pod terenem o średnicy 9,0 m.

Zapuszczanie studni zbiorczej przebiegało bez specjalnych trudności, podkreślenia wymaga usuwanie się gruntów żwirowych w trakcie opuszczania konstrukcji w promieniu 16,0 m względem osi studni zbiorczej (rys. 5).

Podsumowanie

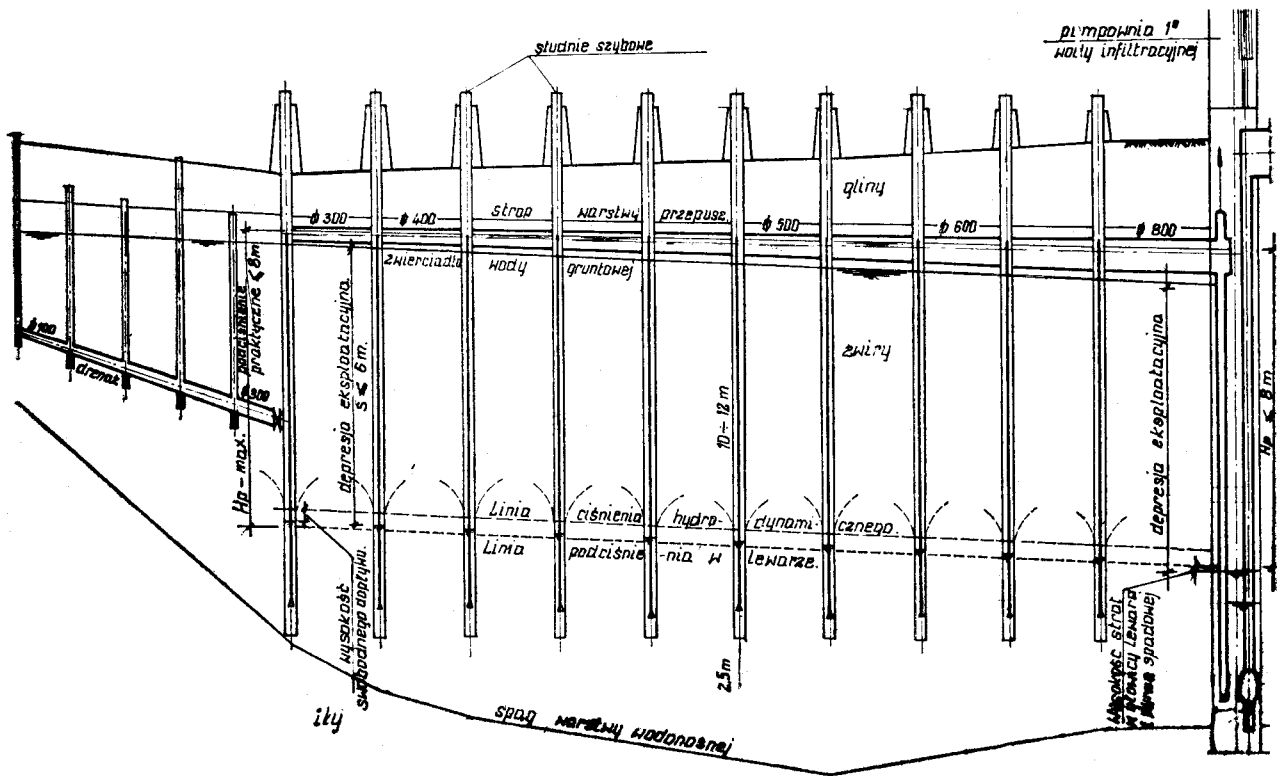
— Zaprojektowanie ujęcia infiltracyjnego wymaga dokładnej znajomości zjawisk zachodzących w procesie infiltracji, właściwą interpretację wyników prowadzonych badań rozpoznawczych i szczegółowych oraz wybór ostatecznie najkorzystniejszych rozwiązań technicznych, dostosowanych do konkretnych warunków budowy.

— Korzystne zmiany składu wody powierzchniowej, zachodzące podczas infiltracji wpływają w sposób zasadniczy na zmniejszenie zużycia reagentów chemicznych, stosowanych w procesie uzdatniania, a stabilność składu wody infiltracyjnej ułatwia prowadzenie procesów technologicznych, związanych z uzyskaniem wymaganej jakości wody na cele komunalne.

— Jak wykazują doświadczenia, budowa ujęcia infiltracyjnego wymaga stosunkowo dużych nakładów inwestycyjnych na etapie realizacji. W głównej mierze kosztowne są ruchy mas ziemnych i roboty odwodnieniowe, związane z budową stawów infiltracyjnych i rurociągów lewarowych.

— Budowę ujęcia infiltracyjnego zaliczyć można do inwestycji niewymagających zastosowania drogich i deficytowych materiałów budowlanych i reagentów chemicznych, stosowanych przy zakładach wodociągowych o odmiennej technologii.

— Ostatecznego wyjaśnienia wymaga wpływ strefy aeracji, powstającej w określonych warunkach pracy całego ujęcia pod dnem stawów infiltracyjnych na natężenie infiltracji.



Rys. 5 Profil hydrauliczny lewara

LITERATURA

1. A. L. KOWAL, J. ŁOMOTOWSKI: Charakterystyka stawów infiltracyjnych i skład wody. Materiały na sympozjum: Metody ujmowania wód podziemnych. Częstochowa 1979 r.
2. J. ŁOMOTOWSKI, A. L. KOWAL: Analiza porównawcza zmian jakości wody uzyskiwanych w procesie infiltracji z układem uzdatniania wód powierzchniowych, opartych o koagulację i sorpcję. Materiały na sympozjum: Eksploatacja ujęć wód podziemnych oraz ochrona ich zasobów i jakości w świetle doświadczeń użytkowników i projektantów — Częstochowa 1981 r.
3. RADA WDROŻENIOWA CENTRUM TECHNIKI KOMUNALNEJ: Materiały III Sympozjum zespołu do spraw wykorzystania i ochrony wód podziemnych w gospodarce komunalnej Warszawa 1981 r.
4. E. LISZEWSKI, ST. WILCZYŃSKI: Zagadnienia badawczo-projektowe ujęć wód infiltracyjnych dużych wydajności, na przykładzie wodociągu LGOM. Materiały na sympozjum: Metody ujmowania wód podziemnych — Częstochowa 1979 r.
5. E. LISZEWSKI, R. NIEDZIELA, ST. WILCZYŃSKI: Hydrauliczne usuwanie osadu ze stawów infiltracyjnych ujęcia wodociągu LGOM. Materiały na sympozjum: Eksploatacja ujęć wód podziemnych oraz ochrona ich zasobów i jakości w świetle doświadczeń użytkowników i projektantów — Częstochowa 1981 r.
6. J. SAROSIAK: Studium programowe w zakresie ochrony zagospodarowania terenów ujęć wodnych w Przybarkowie k. Legnicy. Wrocław 1974 r.