

Ireneusz CHOMICKI, Agnieszka BARTOSIK

AQUANET S.A.
Poznań

100 LAT EKSPLOATACJI INFILTRACYJNEGO UJĘCIA WODY DĘBINA W POZNANIU – CZAS NA ZMIANY

100 YEARS OF POZNAŃ DĘBINA INFILTRATION WATER INTAKE EXPLOITATION – IT'S TIME FOR CHANGES

Dębina infiltration water intake is the oldest water intake of Poznań Water System (PSW). Its history begins in 1902 when first 20 bored wells were drilled. In the years 1906-1911 part of current 1st syphon along left Warta river bank was built to benefit from bank infiltration. The intake in its present form was designed and built in the years 1921-1964. Another important event in the history of the intake was conducting A2 motorway through the intake in the years 1999-2002, what significantly affected its functioning. In addition, on the intake, after over a century of exploitation, there can be observed a significant degree of degradation of one of the major elements determining its proper functioning, i.e. infiltration ponds. Other important problems accompanying the exploitation of Dębina water intake are exploitative passivity of the end - southern part of the intake and impact of pollution. Modernization is primarily aimed at maintaining the existing intake capacity with its slight increase up to about 80.000 m³/day and ensuring effective protection and good quality of taken water. Intake left without a thorough modernization will gradually lose its efficiency which will endanger the stability of water supply from the PSW.

1. Wprowadzenie

Infiltracyjne ujęcie wody Dębina jest najstarszym ujęciem wody Poznańskiego Systemu Wodociągowego (PSW). Historia ujęcia rozpoczyna się w 1902 r., kiedy wykonano pierwszych 20 studni wierconych, prostopadłych do biegu Warty. W latach 1906 – 1911 wybudowano część obecnego I lewara wzdłuż lewego brzegu rzeki Warty, by korzystać z infiltracji brzegowej. Ujęcie w obecnym kształcie zaprojektowano i wykonano w latach 1921 – 1964. Kolejnym ważnym wydarzeniem w historii ujęcia był fakt przeprowadzenia przez ujęcie w latach 1999-2002 autostrady A2, która znacznie wpłynęła na jego funkcjonowanie. W wyniku przejścia autostrady A2 estakadą otwartą z terenu ujęcia wycięto pas o szerokości 530 m, w którym trwale zlikwidowano stawy infiltracyjne o powierzchni 60200 m² (27,1%) i 67 studni (17,7%) oraz wybudowano 6 stawów osłonowych o powierzchni 44660 m².

Obecnie na ujęciu po ponad stuletniej eksploatacji obserwuje się znaczny stopień degradacji jednego z podstawowych elementów warunkujących jego prawidłowe funkcjonowanie, tj. stawów infiltracyjnych, których stan aktualnego zużycia ostatecznie zdecydował o podjęciu decyzji o przeprowadzeniu gruntownej modernizacji całego ujęcia wody Dębina w Poznaniu.

Nabyte doświadczenia w trakcie tak długiego okresu eksploatacji uwiarydlały, że ujęcie Dębina jest obiektem o stosunkowo dużym stopniu złożoności z uwarunkowaniami przyrodniczymi i technicznymi, które decydują o jego wydajności i znacząco wpływają na jakość wody. Zostały one również w znacznym stopniu wykorzystane przy projektowaniu jego modernizacji.

2. Charakterystyka ujęcia wody Dębina

Ujęcie wody Dębina, rozwinięte na długości 3,2 km, pod względem hydrogeologicznym zlokalizowane jest w obrębie odkrytego czwartorzędowego zbiornika wód podziemnych doliny Warty, na tarasie zalewowym o szerokości około 1,1 km. Podłoże zbiornika stanowią ilły serii poznańskiej górnego miocenu. Osady wodonośne są reprezentowane przez serie piasków i żwirów o miąższości nie przekraczającej 20 m.

Jest to ujęcie sztucznej infiltracji, którego głównymi składnikami są: pompownia wody rzecznej, stawy infiltracyjne (naturalne, podstawowe, osłonowe i boczne), studnie ujmujące i studnie zbiorcze (2 szt.).

Pompownia wody rzecznej, zlokalizowana poniżej mostu autostradowego, posiada maksymalną wydajności 5420 m³/h.

Stawy naturalne (4 szt.) o powierzchni 85600 m², połączone między sobą systemem przepustów, zasilane są z pompowni wody rzecznej.

Podstawowe stawy infiltracyjne (27 szt. o powierzchni 162064 m²) w poszczególnych rzędach usytuowane są parami z podłużnymi wewnętrznymi groblami ziemnymi, dzielącymi je na oddzielne bliźniacze baseny o kształcie wydłużonych prostokątów, każdy o szerokości dna 20 m i długości od 150 do 450 m. Skarpy grobli o nachyleniu 1:2 w stanie naturalnym, bez umocnień inżynierskich. Wysokość napęnlania eksploatacyjnego stawów wynosi 1,80 m. Woda z rzeki Warty bez wstępnego podczyszczania podawana jest w sposób ciągły za pomocą pompowni i systemu rurociągów na stawy infiltracyjne, których podstawową funkcją jest podczyszczanie wody rzecznej i zasilanie gruntowej warstwy wodonośnej. Okresowe czyszczenie stawów do 2005 r. odbywało się ręcznie z częstotliwością 2 razy w roku, natomiast obecnie odbywa się systemem mechanicznym z częstotliwością 1 raz w roku.

Stawy boczne (13 szt.) o łącznej powierzchni 62705 m² zostały wyłączone z eksploatacji w 2006 r. i przeznaczone do likwidacji w ramach modernizacji ujęcia.

Stawy osłonowe (6 szt.) zabezpieczają ujęcie przed napływem zanieczyszczeń drogowych. Infiltracja wody z tych stawów powoduje powstanie po obu stronach autostrady dwóch barier hydrodynamicznych, pomiędzy którymi zanieczyszczenia drogowe przedostające się do wód gruntowych odprowadzane są do rzeki Warty.

Warstwa wodonośna ujęta jest studniami wierconymi (305 szt.), rozmieszczonymi w rozstawie co 20 m wzdłuż trzech kolektorów lewarowych, przebiegających równolegle w odległości 60 - 80 m od Warty i poszczególnych rzędów stawów. W otworach studziennych odwierconych udarowo w rurach Ø 800 mm do głębokości 10 - 20 m zabudowane są filtry PCV Ø 300 mm o długości 2 - 8 m z dwuwarstwową obsypką. Do lewara nr I podłączonych jest 117 studni, a do lewarów nr II i nr III po 94 studnie.

Przepływ wody ze studni do kolektorów lewarowych – wznoszących (połączonych w komorze rozdzielczo-spadowej) i dalej do dwóch studni zbiorczych (o wydajności: studnia nr 1 - 72000 m³/d, studnia nr 2 – 96000 m³/d) z pompami diagonalnymi na terenie SUW Wiśniowa wymuszony jest pracą pomp próżniowych.

Stan aktualny ujęcia w części centralnej i południowej z dobrze widocznymi zarysami bliźniaczych stawów podstawowych z groblami rozdzielającymi i stawów bocznych oraz przebiegającą autostradą A2 pomiędzy stawami osłonowymi przedstawia zdjęcie lotnicze (rys. 1).



Rys.1. Fragment ujęcia wody Dębina w Poznaniu przeciętego autostradą A2

Fig. 1. Part of Dębina water intake in Poznań, intersected by A2 motorway.

Aktualnie wydajność nominalna ujęcia Dębina szacowana jest w przedziale 72900 – 78800 m³/dobę. Uproszczony bilans głównych składników zasilania oraz wielkości poboru i strat wody z ujęcia Dębina wg stanu eksploatacji z czerwca 2005 r. przedstawia się następująco [2]:

Składniki zasilania ujęcia							Pobór wody z ujęcia			Straty
Dopływ gruntowy	Infiltracja efektywna	Infiltracja brzegowa z Warty	Stawy infiltracyjne				Lewar	Lewar	Lewar	Drenaż Warty
			Natur.	Podst.	Bocz.	Oslon.	I	II	III	
[m ³ /d]										
4493	246	18413	2340	42422	4372	5574	35692	23530	14494	4144
			54708				73716			
77860							77860			

Jakość wód na ujęciu Dębina kształtuje się głównie pod wpływem jakości wód rzeki Warty. Stosowany tu system infiltracji generalnie poprawia jakość wód powierzchniowych nadając im cechy wód podziemnych o znacznie wyższych walorach smakowych. W wyniku infiltracji następuje znacząca redukcja zawiesiny ogólnej (96%), barwy (38%) i mętności (68%), zanieczyszczeń mikrobiologicznych (99-100%), utlenialności (53%), OWO (43%), detergentów (65%), a także trudno usuwalnych w standardowych procesach uzdatniania zanieczyszczeń azotowych (46-72%). Tylko stężenia dobrze migrujących chlorków i siarczanów są praktycznie takie same jak w wodzie rzecznej.

3. Główne problemy ujęcia wody Dębina

Aktualnie na ujęciu Dębina stawy infiltracyjne budowane w różnych okresach wykazują znaczny stopień zniszczenia skarp i grobli rozdzielających, a także duży stopień nierównomierności dna wynikający ze stosowanej do 2005 r. ręcznej metody usuwania osadów. Wskutek corocznego czyszczenia stawów przez dziesiątki lat nastąpił zbyt duży ubytek złoża filtracyjnego i przegłębienie dna stawów (nawet do 1 m), co spowodowało umniejszenie strefy aeracji i negatywnie wpływa na procesy technologiczne związane z podczyszczaniem wody. Powoduje to również problemy z czyszczeniem stawów, które często są podtapiane w warunkach nawet niewielkich wiosennych wzebrań rzeki Warty i uniemożliwiają wejście na stawy sprzętu czyszczącego. W wyniku infiltracji wody rzecznej w dnach stawów gromadzą się znaczne ilości osadów mineralnych i organicznych, które powodują zmniejszenie wydajności stawów, skracają cykle filtracyjne i zwiększają częstotliwość i koszty czyszczenia stawów. W podłożu wielu stawów stwierdzono wyraźne strefy kolmatacji wewnętrznej złoża wodonośnego oraz występowanie słaboprzepuszczalnych gruntów organicznych i zastoiskowych, a nawet gleb, co znacząco ogranicza sprawność hydrauliczną stawów infiltracyjnych i powoduje spadek wydajności ujęcia. Wykonane w latach 70-tych systemem gospodarczym stawy boczne usytuowane w bezpośrednim sąsiedztwie studni nie zapewniają odpowiednich warunków do samooczyszczania wód rzecznych, szczególnie w zakresie przetrwalników bakterii *Clostridium*. Brak skutecznej metody usuwania tej bakterii z wody surowej na SUW Wiśniowa może skutkować znacznym ograniczeniem poboru wody z ujęcia.

Pozostałe istotne problemy towarzyszące eksploatacji ujęcia Dębina to:

- utrzymanie odpowiedniego reżimu pracy ujęcia w warunkach zróżnicowanego poboru wody i występujących po sobie niżówek i wyżówek hydrologicznych, co ma wydatny wpływ na zachowanie stabilnej jakości wody,
- pasywność eksploatacyjna końcowej – południowej części ujęcia w warunkach małych i średnich poborów wody, pogłębiona wyłączeniem 67 studni w pasie auto-

strady, co powoduje wytwarzanie się w tej części ujęcia stożka represji i częściowy odpływ (stratę) wody infiltrującej do rzeki Warty,

- negatywne oddziaływanie ognisk zanieczyszczeń: autostrada A2, węzeł drogowy Dębina, Droga Dębińska, trasa Dolna Wilda, rejon zabudowy Dębca, Lubonia i Staroleki.

Wobec powyższego modernizacja ujęcia ma na celu polepszenie warunków infiltracji, m.in. poprzez wprowadzenie podczyszczania wody przed procesem infiltracji, a w konsekwencji poprawienie jakości ujmowanych wód, dostosowanie stawów infiltracyjnych do mechanicznego czyszczenia, a także wprowadzenie zdalnego sterowania ujęciem. W tym miejscu należy podkreślić, że dotychczasowa konstrukcja studni eksploataowanych lewarowo i sposób ich podłączenia ulegną zmianie.

Przewiduje się, że ujęcie pozostawione bez gruntownej modernizacji będzie stopniowo tracić swoją wydajność w wyniku postępującej kolmatacji stawów infiltracyjnych i złoza wodonośnego oraz znacznie pogorszy się jakość wody, szczególnie w zakresie OWO i bakteriologii, co w konsekwencji zagrozi stabilności dostaw wody dla PSW.

4. Badania pilotowe podczyszczania wody rzecznej

Znaczącym zagadnieniem, rzutującym na zakres modernizacji ujęcia i wariantowanie rozwiązań, jest wprowadzenie podczyszczania wody rzecznej przed jej rozprowadzaniem na stawy infiltracyjne lub utrzymanie dotychczasowego stanu w tym zakresie. Na etapie opracowywania koncepcji rozważano następujące warianty rozwiązań:

- wariant I – modernizacja ujęcia wody bez wstępnego podczyszczania wody rzecznej przed jej przesyłaniem na stawy infiltracyjne,
- wariant IIA - modernizacja ujęcia ze wstępnym podczyszczaniem wody za pomocą koagulacji,
- wariant IIB – modernizacja ujęcia wody ze wstępnym podczyszczaniem (klarowaniem) wody w osadnikach ziemnych.

W celu potwierdzenia zasadności stosowania wstępnego podczyszczania wody rzecznej przed rozprowadzeniem jej na stawy infiltracyjne i podjęcia właściwej decyzji o wyborze wariantu wstępnego podczyszczania przeprowadzono badania pilotowe z zastosowaniem koagulacji oraz osadnika ziemnego. Celem badań była również ocena w poszczególnych wariantach stopnia oczyszczenia wody z zawiesiny mineralnej i organicznej, a tym samym możliwości zmniejszenia częstotliwości czyszczenia stawów infiltracyjnych.

4.1. Koagulacja wody rzecznej

Wnioski z badań dotyczących prób podczyszczenia wody z rzeki Warty w procesie koagulacji, przeprowadzonych w postaci testów laboratoryjnych w okresie od sierpnia 2008 r. do lipca 2009 r. są następujące [3]:

- Warta szczególnie w okresach letnich niesie duże ilości zawiesin. Są to głównie zawiesiny pochodzenia organicznego, charakteryzujące się dość dużymi rozmiarami i gęstością, tylko nieznacznie większą od gęstości wody. Jest to przyczyną małej podatności tych zawiesin na sedimentację.
- Proces koagulacji połączony z sedimentacją daje umiarkowane efekty, ze względu na niekorzystną strukturę osadu. Skoagulowany osad w wyniku flokulacji tworzy

kłaczkii mało zwarte o strukturze pierzastej i gęstości nieznacznie wyższej od gęstości wody. Dodatkowym czynnikiem utrudniającym sedymentację zawieszin jest proces wydzielania się pęcherzyków gazu w wyniku ogrzewania się wody w trakcie trwania procesu sedymentacji.

- Sedymentacja z prędkością 0,2 mm/s pozwalała na usunięcie tylko ok. 50% zawieszin tworzących się podczas koagulacji.
- Ważnym efektem działania koagulantu żelazowego jest obniżenie zawartości fosforu w wodzie dzięki reakcji jonów żelaza z ortofosforanami (V). W wyniku tej reakcji zostało usunięte ok. 50% tego biogenu przy zastosowaniu dawki koagulantu znacznie niższej od optymalnej, lecz zapewniającej dawkę jonów żelaza nie przekraczającą dawki wynikającej z obliczeń stechiometrycznych. W przypadku zastosowania dawki optymalnej (oznaczonej dla procesu koagulacji) usunięcie fosforu wynosiło ok. 85%, ale zawartość jonów żelaza w wodzie w okresach chłodniejszych wzrastała kilkukrotnie, nawet do wartości 2,0 - 2,5 mg/l.
- Stosowanie procesu koagulacji i sedymentacji jest celowe w okresach, gdy woda wykazuje temperaturę pozwalającą na tworzenie się osadu pokoagulacyjnego podatnego na sedymentację. Nie ma wyraźnej granicy temperaturowej, przy której proces koagulacji nie może być stosowany. Można jedynie stwierdzić, że koagulacji nie ma sensu stosować w okresach zimowych, gdy temperatura tylko nieznacznie przekracza 0 °C. Stąd można wnioskować, że celowe jest stosowanie procesu koagulacji nie dłużej niż 5 - 6 miesięcy w ciągu roku.
- Czynnikiem istotnie wpływającym na ewentualne wyłączenie procesu koagulacji jest jakość wody w rzece. Wraz z obniżaniem się temperatury wody w rzece obniża się ilość mikroorganizmów, zanikają procesy natury biologicznej i tym samym zmniejsza się znacząco stężenie zawieszin w wodzie. Jakość wody pod tym względem poprawia się, a z kolei w tym samym czasie efektywność procesowa koagulacji obniża się z powodu braku typowych ośrodków koncentracji.

4.2. Ziarny osadnik wstępnego klarowania wody rzecznej

Badania prowadzono w skali pilotowej [3], w okresie od sierpnia 2008 do lipca 2009 roku na stawach infiltracyjnych nr 3, 3a, 4 i 4a. Funkcję osadnika ziemnego, do którego wprowadzana była woda ujmowana z rzeki Warty, pełnił staw nr 4. Wykonane w nim przeróbki, polegające na wyniesieniu połączeń z sąsiednimi stawami (nr 4a i 3), pozwoliły wydzielić w nim część osadczą o głębokości ok. 1m. Woda w osadniku ziemnym była zatrzymywana przez 16-24 godz., a prędkość infiltracji wynosiła do 0,18 m³/d/m².

W okresie badań osadnik ziemny cechował się: dobrym natlenieniem wód (podobnym do rzeki Warty); mniejszymi wartościami sestonu w odniesieniu do Warty, a wyższą roczną zawartością w stosunku do stawów infiltracyjnych; wyraźną tendencją do odkładania się wytrąconych związków żelaza i manganu i zmniejszania zawartości fosforanów; obniżeniem się ilości materii organicznej (ChZT) w odniesieniu do Warty; pozytywną rolę podczyszczania wody Warty w stosunku do związków mineralnych oraz pod względem gromadzenia się i rozkładu materii organicznej; nieco wyższymi wartościami ogólnego węgla organicznego (OWO); mniejszą ilością mikrocytyn niż w Warcie; obniżeniem o połowę średniej liczebności fitoplanktonu w stosunku do wód Warty; średnią koncentracją chlorofilu od 7,0-15,0 µg/l; znaczną redukcją bakterii mezofilnych, *Clostridium*, grupy coli, *E. coli*; umiarkowanym potencjałem ekologicznym z uwagi na azot i fosfor, które przekroczyły wartości graniczne dla dobrego stanu wód.

Istotnym czynnikiem procesu podczyszczania wody rzecznej była tu niewątpliwie zmiana charakteru lotycznego (Warta) na lenityczny (osadnik) oraz transfer wody do stawów infiltracyjnych po zróżnicowanym czasie retencji, co wpływało niekorzystnie na cykl rozwojowy niektórych grup organizmów (np. cyjanobakterii) i stymulowało ich sedimentację. Elementem przeciwdziałającym kumulowaniu się osadów w stawach infiltracyjnych było występowanie makrobentosu, który tworzył tzw. ”drenaż biologiczny” dzięki perforowaniu dna oraz był aktywnym konsumentem mikroorganizmów i detrytus, co mogło zapobiegać kolmatacji dna i pogarszaniu się jakości wody.

Uzyskane wyniki badań pozwalają na pozytywną ocenę osadnika zmiennego jako obiektu doświadczalnego na ujęciu Dębina, mającego spełniać podstawowe zadanie, jakim jest podczyszczanie wody rzecznej przed podaniem jej na stawy infiltracyjne.

4.3. Wybór sposobu wstępnego podczyszczania wody rzecznej

Na podstawie wyników przeprowadzonych badań podczyszczania wody oraz w oparciu o rozważania koncepcyjne uznano, że metoda naturalnego podczyszczania w osadniku ziemnym jest ważnym, a zarazem korzystniejszym w stosunku do koagulacji, ogniwem procesu uzdatniania wody drogą sztucznej infiltracji na ujęciu Dębina i może być traktowana jako istotny, wstępny zabieg biotechniczny. Wprowadzenie procesu koagulacji na ujęcie niesie za sobą niebezpieczeństwo wprowadzania w grunt znacznych ilości żelaza. Ponadto trudno w tej chwili przewidzieć konsekwencje wprowadzania procesów chemicznych na ujęcie wody działające w oparciu o procesy naturalne.

5. Przebudowa podstawowych stawów infiltracyjnych

5.1. Przedstawienie istniejącego problemu

W „Kompleksowej dokumentacji hydrogeologicznej ujęcia wody Dębina” [2] założono, że jednym z podstawowych zadań modernizacji ujęcia wody Dębina w Poznaniu będzie likwidacja grobli wewnętrznych na stawach infiltracyjnych. W wyniku usunięcia grobli wewnętrznych stawy bliźniacze o szerokości około 20 m zostaną przekształcone w stawy o szerokości około 50 m. Niektórzy badacze uważają, że szerokość stawów nie powinna być większa niż 25m [1]. Rozpatrując ten problem należy zastanowić się, jaka funkcja była przypisana grobli rozdzielającej stawy bliźniacze. Jedną z tych funkcji wydaje się być oczywista, tj. ograniczenie destrukcyjnego wpływu falowania. Nie jest wykluczone, że grobla rozdzielająca może również spełniać pewną rolę w odpowietrzaniu strefy poddennej stawów, co z kolei ma wpływ na sprawność hydrauliczną stawów infiltracyjnych. W związku z tym w stawach o znacznej szerokości dna (50m) może zachodzić potrzeba zastosowania systemu odgazowania ich strefy poddennej. W celu określenia potrzeby zastosowania instalacji odpowietrzających na zmodernizowanych stawach przeprowadzono badania eksperymentalne na stawie nr 5 na ujęciu Dębina oraz na stawie nr 2 na ujęciu infiltracyjnym w Krajkowie. Na stawie nr 5 (stosunkowo krótkim – dł. 156 m) w tym celu usunięto groblę wewnętrzną, a na stawie nr 2 w Krajkowie zastosowano samoczynny, liniowy system odpowietrzający warstwę poddenną, w postaci perforowanych rur PCV przykrytych folią PE, z wyprowadzeniem powyżej poziomu wody pionowych rur odpowietrzających.

5.2. Wynik przeprowadzonych badań

5.2.1. Staw nr 5 na ujęciu wody Dębina

Analiza wyników przeprowadzonych badań od stycznia 2007 do grudnia 2009 pozwala na sformułowanie następujących wniosków:

- likwidacja grobli wewnętrznej przyczyniła się w okresie 2 lat do znaczącego spadku prędkości infiltracji na stawie nr 5,
- wpływ temperatury wody na wielkość infiltracji jest wyraźny i znaczący, jednak nie jest to czynnik dominujący,
- w wyniku wezbrania wiosennego 2007 (trwającego powyżej 2 miesięcy) i podniesienia się wód gruntowych nastąpiło wypchnięcie powietrza gruntowego i zwilżenie szkieletu gruntowego strefy poddennej stawu, a następnie w wyniku szybkiego obniżania się wód gruntowych po wezbraniu i przy równocześnie zwiększonym poborze wody z ujęcia, w strefie poddennej wytworzyło się podciśnienie powodujące zassanie wody przez dno stawu i skokowy wzrost prędkości infiltracji,
- w wyniku 2-krotnego czyszczenia stawu nr 5 w okresach wiosenno-letnich nie uzyskano wzrostu infiltracji (poza krótkotrwały jej wzrost w 2008 r.), a wręcz przeciwnie - nastąpił długotrwały duży spadek infiltracji w wyniku przesuszenia złoża filtracyjnego w strefie aeracji, podobne zjawisko zaobserwowano na Dębinie w latach 90-tych XX wieku w okresie głębokiej niżówki hydrologicznej i nazwano je „aerokolmatacją”,
- przeprowadzone badania potwierdzają b. duży wpływ kolmatacji gazowej na kształtowanie się procesu infiltracji i wskazują na potrzebę zastosowania systemu odgazowania strefy poddennej stawów w przypadku likwidacji grobli wewnętrznych,
- badania pokazały również, że najlepszym momentem do czyszczenia stawów, w celu utrzymania ich w jak najwyższej sprawności hydraulicznej, jest okres jesienno-zimowy (brak wegetacji i mniejsze pobory wody w stosunku do okresu wiosenno-letniego),

Biorąc pod uwagę budowę geologiczną dodatkowo można sformułować jeszcze jeden wniosek:

- Zwiększenie powierzchni infiltracyjnej stawu nr 5 nie przyniosło wzrostu jego wydajności, ponieważ wydajność stawów infiltracyjnych na ujęciu Dębina zależna jest również, oprócz wielu innych czynników (powierzchnia stawów, aerokolmatacja, temperatura, miąższość strefy aeracji, stany Warty, wydajność ujęcia), od wykształcenia litologicznego osadów pod stawami, a w szczególności od występowania w tej strefie poziomo zalegających warstw utworów słaboprzepuszczalnych do głębokości kilku metrów. Poprawę wydajności stawów można uzyskać poprzez wykończenie w osi podłużnej stawów rdzenia żwirowego, rozcinającego te utwory.

5.2.2. Staw nr 2 na ujęciu wody Sowiniec – Krajkowo

Analiza wyników przeprowadzonych badań wskazuje, że zastosowany system odpowietrzający strefę poddenną stawu nr 2 w Krajkowie dobrze spełnia swoją rolę w odbiorze gazów w warunkach wzniosu zwierciadła wody gruntowej, natomiast w warunkach opadania wód gruntowych działa napowietrzająco, co zakłóca proces infiltracji. W tym wypadku wprowadzone wspomaganie w postaci pompy próżniowej znacznie zwiększyło efektywność usuwania gazów i poprawiło prędkość infiltracji. Zastosowana instalacja odpowietrzająca spełnia oczekiwania w zakresie przydatności

do poprawy warunków pracy stawu infiltracyjnego nr 2 i może być zastosowana na stawach infiltracyjnych modernizowanego ujęcia wody Dębina w Poznaniu.

5.3. Przyjęty zakres przebudowy stawów infiltracyjnych

W drodze dyskusji i wielu analiz ostatecznie zdecydowano, że istniejące stawy infiltracyjne (bliźniacze) będą przebudowane na stawy pojedyncze o szerokości 50 m, co będzie się wiązać z likwidacją zniszczonych podłużnych grobli wewnętrznych, wykonaniem rdzenia żwirowego z rusztem filtracyjnym i odbudową złoża filtracyjnego do wymaganej rzędnej – 54,80 m n.p.m.

Utwory słaboprzepuszczalne (torfy, namuły organiczne, pyły, piaski próchnicze, piaski przewarstwiane pyłem próchniczym, piaski przewarstwiane namulem, gliny namyle, itp.) zostaną rozcięte wzdłuż osi podłużnej stawów rdzeniem żwirowym o grubości 1m do głębokości ich występowania (maksymalnie 3 - 4m). Rdzeń żwirowy będzie wypełniony żwirem o granulacji 5 – 10mm i na całej powierzchni zabezpieczony warstwą obsypki żwirowej 2 – 3mm o grubości 0,2m. Ruszt filtracyjny zbudowany będzie z drenów żwirowych, ułożonych prostopadłe do rdzenia żwirowego w rozstawie co 5 m, wypełnionych żwirem o granulacji 2 – 3mm i wymiarze pojedynczego drenu 0,6 x 0,5 x 24,3 m. Nad rdzeniem żwirowym i rusztem filtracyjnym w dnach stawów przewiduje się odbudowę złoża filtracyjnego o granulacji 0,6 – 2,0 mm i miąższości 0,8m. W złożu filtracyjnym, w celu skuteczniejszego odpowietrzenia stawów, zostaną ułożone dreny odpowietrzające z rur PCV o średnicy 200mm, od spodu perforowane, z wyprowadzeniem na zewnątrz i możliwością podłączenia pompy próżniowej. Skarpy będą naturalne bez umocnionej powierzchni o nachyleniu 1:2. U podnóża grobli wykonane będzie zabezpieczenie skarp elementami betonowymi w kształcie litery „L” przed podcinaniem ich w wyniku czyszczenia stawów.

Przyjęte rozwiązanie jest najbardziej optymalne i w najszerszym zakresie uwzględnia przedstawione problemy stawów infiltracyjnych na ujęciu wody Dębina. Zapewnia równomierność ukształtowania dna stawów, co ułatwi ich czyszczenie. Poprawi się efektywność odpowietrzania strefy poddennej stawów, również w warunkach wyższych stanów wód gruntowych.

6. Docelowy zakres modernizacji ujęcia wody Dębina

W opracowanej na zlecenie AQUANET S.A. „Koncepcji programowo-przestrzennej” [4] wybrany do realizacji jest Wariant IIB (przedstawiony na rys. 2), który obejmuje następujące rozwiązania i zagadnienia:

- 1) **Nowa komora wlotowa ujęcia wody rzecznej**, usytuowana w górę rzeki Warty w odległości 500 m od istniejącej komory i 200 m od mostu autostradowego, zaprojektowana w celu zabezpieczenia wód rzecznych podawanych na stawy przed nagłym zatruciem w przypadku wystąpienia katastrofy drogowej na autostradzie A2. Rurociągi z tej komory do istniejącej pompowni wody rzecznej przewidziano jako grawitacyjne o przepustowości 80000 m³/dobę.

- 2) **Trzy ziemne osadniki wstępnego klarowania wody rzecznej**, do których woda będzie dostarczana z istniejącej pompowni. Na osadnik wstępny nr I, zlokalizowany w południowej części, przeznaczono stawy osłonowe V i VI (poprzez ich połączenie), a na osadniki II i III, zlokalizowane w centralnej części ujęcia - stawy infiltracyjne nr 13, 13a, 14 i 14a, które posiadają bardzo słabe własności filtracyjne. Dodatkowo w osadnikach II i III zaprojektowano drenaż hydraulicznie uaktywniający dno w celu zapewnienia ciągłego przemycania odkładanego osadu i przeciwdziałania jego zagniwaniu. Woda podczyszczona z osadników wstępnych będzie grawitacyjnie rozprowadzana na poszczególne stawy infiltracyjne. Zakładany 24-godzinny czas przetrzymania wody w osadnikach, przed podaniem jej na stawy infiltracyjne, zapewni wydłużenie cyklu między czyszczeniami stawów oraz zwiększy bezpieczeństwo i wydłuży czas na reakcję w przypadku skażenia wód rzeki Warty substancjami ropopochodnymi, szkodliwymi związkami chemicznymi lub innymi truciznami.
- 3) **Przebudowa infiltracyjnych stawów podstawowych**. W sektorze centralnym i południowym ujęcia przebudowa stawów infiltracyjnych (bliźniaczych) na stawy pojedyncze o szerokości 50 m będzie się wiązać z likwidacją grobli wewnętrznych o łącznej objętości ca 70.000 m³, wymianą gruntów słabo przepuszczalnych do głębokości ca 0,5 m, rozcięciem utworów słabo przepuszczalnych rdzeniem żwirowym, budową rusztu filtracyjnego przykrytego złożem filtracyjnym (z rurkami odpowietrzającymi) o łącznej objętości ca 140.000 m³. Przewiduje się naturalne skarpy grobli bez umocnionej powierzchni, u podnóża grobli zabezpieczone przed podcinaniem. Zdecydowano również o wymianie muszli wlotowych na nowe. W części północnej ujęcia przewidziano pogłębienie stawów nr 1, 2, 7 i 8 do 3,0m bez większej ich przebudowy z uwagi, że są to stawy pojedyncze.
- 4) **Likwidacja wszystkich stawów bocznych** (usytuowanych zbyt blisko studni ujmujących) poprzez zasypanie ich materiałem piaszczystym, m.in. z rozbieranych grobli wewnętrznych stawów podstawowych. Objętość gruntu potrzebna do zasypania wszystkich stawów bocznych oraz podniesienia terenu na III lewarze i przy niektórych stawach i zbiornikach ziemnych szacowana jest na ponad 120.000 m³. Likwidacja stawów bocznych ma na celu poprawienie parametrów jakościowych wody surowej takich jak barwa, mętność, OWO, bakteriologia (clostridium).
- 5) **Rozbudowa (wydłużenie) stawu nr 18** zwiększającego zasilanie, a także ochronę południowej części ujęcia przed negatywnym wpływem autostrady A2 i zabudowy Lubonia.
- 6) **Przebudowa południowej części ujęcia**, połączona z intensyfikacją poboru wody z tej części ujęcia, będzie polegała na stworzeniu wydzielonego ujęcia lewarowego ze studnią zbiorczą i pompownią P-2 przesyłającą wodę do SUW Wiśniowa za pomocą lewara III, który będzie pełnił funkcję rurociągu tłocznego. Wydzielenie nowego ujęcia lewarowego ma polegać na rozcięciu trzech lewarów tuż za autostradą. Rozcięte lewary będą przedłużone i wprowadzone do projektowanej studni zbiorczej pompowni wody surowej P-2. Pompownia P-2 będzie składała się z cylindrycznej studni zbiorczej o średnicy wewnętrznej 5,0 m i głębokości 13,0 m z zainstalowanymi pompami zatapialnymi oraz części nadziemnej z pompami próżniowymi, szafami energetycznymi, AKPiA, falownikami. Z pompowni P-2 wyprowadzony będzie rurociąg tłoczny i podłączony do istniejącego lewara nr III. Proponowana zmiana doprowadzi do uaktywnienia południowej części ujęcia oraz zwiększenia jej wydajności o ponad 20 %. Spowoduje to równomierne obciążenie eksploatacyjne całego ujęcia, co w efekcie odciąży nadmiernie eksploatowaną dziś centralną i północną część ujęcia oraz zwiększy bezpieczeństwo bakteriologiczne ujmowanej wody.
- 7) **Usprawnienie ujmowania wody na lewarze III** na odcinku od autostrady A2 do stawu Borusa w wyniku realizacji **9 szt. studni drenażowych** z drenami poziomymi

- (z jednego szybu wyprowadzone będą 2 podwójne dreny o długości 40 m) i **9 szt. studni szerokodymensyjnych** Ø 1500 mm, z potrójną obsypką filtracyjną, z poborem wody za pomocą pomp w obu typach studni. Zmiana ta wynika z faktu, że wiercone studnie lewarowe na tym odcinku lewara III posiadają bardzo małe wydajności i szybko ulegają kolmatacji, co oprócz niedostatków wody z tego fragmentu ujęcia wymusza konieczność kosztownego wykonywania studni zastępczych. W tej części ujęcia na lewarze III planuje się likwidację wszystkich dotychczasowych studni lewarowych. Przebudowa sytemu lewarowego w południowej części ujęcia, połączona z usprawnieniem ujmowania wody na lewarze nr III pozwoli na wzrost nominalnej wydajności do 82500 m³/d i maksymalnej do 90000 m³/d.
- 8) **Zmiana dotychczasowej funkcji lewara nr III** (na odcinku od autostrady A2 do studni zbiorczej nr I na terenie SUW Wiśniowa) z kolektora lewarowego na rurociąg ciśnieniowy w celu umożliwienia przesyłu wody z pompowni P2, 9 studni drenażowych i 9 studni szerokodymensyjnych do SUW Wiśniowa.
 - 9) **Odsunięcie 21 szt. studni wierconych** na wybranym odcinku lewara nr I od rzeki Warty (studnie nr 6-12 i 28-41) dla zwiększenia bezpieczeństwa sanitarnego ujęcia.
 - 10) **Wykonanie drenaży osłonowych** zabezpieczających ujęcie przed napływem zanieczyszczonych wód gruntowych z terenów zurbanizowanych od strony zachodniej. Drenaż osłaniający centralną część ujęcia od strony ul. Dolna Wilda – z pompownią, drenaż przy Luboniu – grawitacyjny. Drenaże od strony ujęcia będą ekranowane szczelną przesłoną w celu ograniczenia dopływu wód infiltracyjnych.
 - 11) **Wykonanie placu odzysku złoża filtracyjnego** o wymiarach 80 x 50 m w centralnej części ujęcia, umocnienie placu płytami żelbetowymi. Plac przeznaczony będzie do lokalizacji sprzętu do rozsortowywania materiału z okresowego czyszczenia stawów infiltracyjnych. Odzyskany w ten sposób piasek będzie zabudowany ponownie w dnach stawów w celu uzupełnienia złoża filtracyjnego.
 - 12) **Otwory badawczo – obserwacyjne** (45 szt.) sieci obserwacyjnej monitoringu ujęcia wody Dębina, wyposażone w sondy do rejestracji poziomu zwierciadła wody i jej temperatury.
 - 13) **Zasilenie w energię elektryczną i zastosowanie aparatury kontrolno-pomiarowej i automatyki (AKPiA)** dla uzyskania odpowiedniego poziomu monitorowania, sterowania i obsługi ujęcia. Zdalny przekaz danych pomiarowych ze studni lewarowych i otworów obserwacyjnych przewiduje się drogą bezprzewodową.
 - 14) **Monitoring wizualny** terenu ujęcia, stawów i studni, mostu autostradowego i zatoki zaprawowej będzie realizowany za pomocą sytemu kamer termowizyjnych.

Bibliografia

- [1] Wieczysty A.: Hydrogeologia inżynierska. PWN Warszawa, 1982
- [2] Górski J., Przybyłek J.: Kompleksowa dokumentacja hydrogeologiczna. Podstawa do opracowania koncepcji programowo-przestrzennej w zakresie przebudowy stawów infiltracyjnych na ujęciu wody Dębina w Poznaniu. UAM Poznań, 2006
- [3] Szyper H., Ilecki W.: Ocena przydatności podczyszczania wody rzecznej w osadniku ziemnym. Sprawozdanie z badań nad koagulacją. AQUA-CONSULT Sławomir Biłozor, Poznań, 2009
- [4] Olszewski P., Czapik S., Przybyłek J.: Koncepcja programowo-przestrzenna. Wykonanie odbudowy i modernizacji stawów infiltracyjnych na ujęciu Dębina w Poznaniu. AQUA S.A., 2009

