

Edward WIENCLAW

Katedra Technologii i Organizacji Prac Wodnych i Melioracyjnych

Tadeusz SIWIEC, Paweł GRUNWALD, Dariusz MORAWSKI

Zakład Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich

Jakość wód podziemnych ujmowanych w Naukowo-Badawczej Stacji Wodociągowej SGGW na Ursynowie

Wprowadzenie

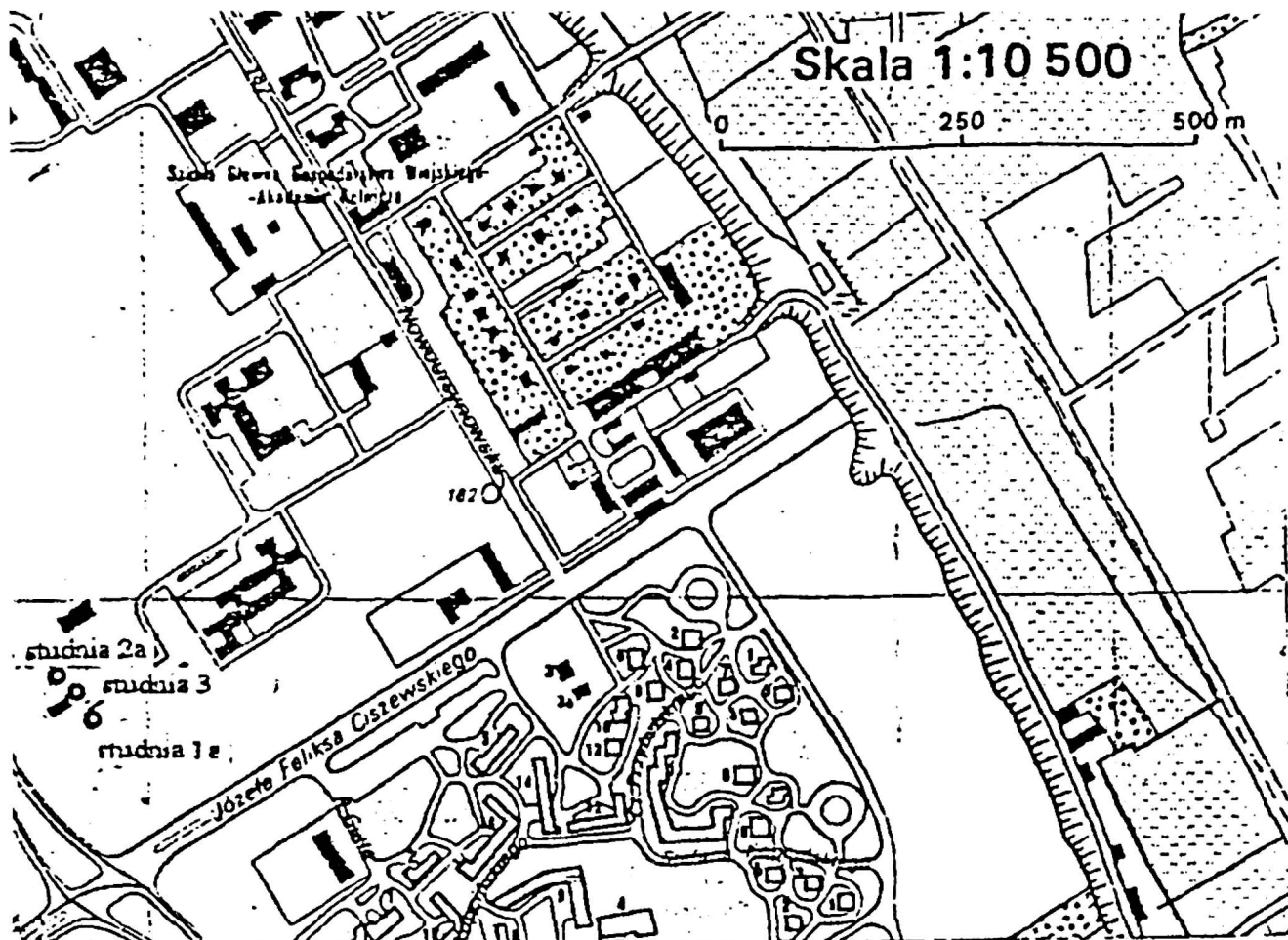
Naukowo-Badawcza Stacja Wodociągowa jest obiektem zlokalizowanym na terenie Szkoły Głównej Gospodarstwa Wiejskiego na Ursynowie. Jej zadania koncentrują się na pracy badawczej i dydaktycznej. Stacja stanowi doskonały poligon do wykonywania prac badawczych oraz do szkolenia studentów w ramach przedmiotów związanych z zaopatrzeniem w wodę. Aby taki obiekt mógł spełniać powyższe role, nie może być zabytkiem muzealnym, lecz normalnie pracować. W ten sposób dochodzimy do trzeciej roli, jaką spełnia stacja, a więc do produkcji wody na potrzeby wydziałów ursynowskich SGGW wraz z domami studenckimi.

Stacja czerpie wodę z warstw czwartorzędowych za pomocą dwóch studni głębokości ok. 26 m, studnia nr 1a oraz studnia nr 2a (rys. 1). Woda z tych studni wykazuje podwyższoną w stosunku do normatywów (Rozporządzenie MZiOS) zawartość soli żelaza oraz manganu. Dla

tego proces technologiczny uzdatniania wody oparty jest na odżelazianiu i odmanganianiu.

Na terenie stacji zlokalizowana jest jeszcze jedna studnia nr 3 (rys. 1), która sięga do głębokości 267 m i czerpie wodę z utworów oligoceńskich, znana powszechnie przez mieszkańców Ursynowa pod nazwą „woda oligoceńska”. Woda ta ma również podwyższoną zawartość soli żelaza, dlatego w hali budynku stacji został wydzielony oddzielny ciąg technologiczny, którego zadaniem jest dostosowanie wody do wymagań normatywnych. Woda ta jest wykorzystywana na potrzeby ludności jako wysokojakościowa woda do picia.

Niniejsza praca obejmuje analizę wyników badań jakości wód pobieranych ze wszystkich trzech studni, a więc pochodzących zarówno z utworów czwartorzędowych, jak i trzeciorzędowych – oligoceńskich. Wyniki analiz wody pochodzą z badań wykonywanych przez laboratorium Stacji Sanitarno-Epidemiologicznej oraz przez laboratorium Zakładu Wodo-



RYSUNEK 1. Lokalizacja otworów studziennych 1a, 2a i 3 na terenie SGGW

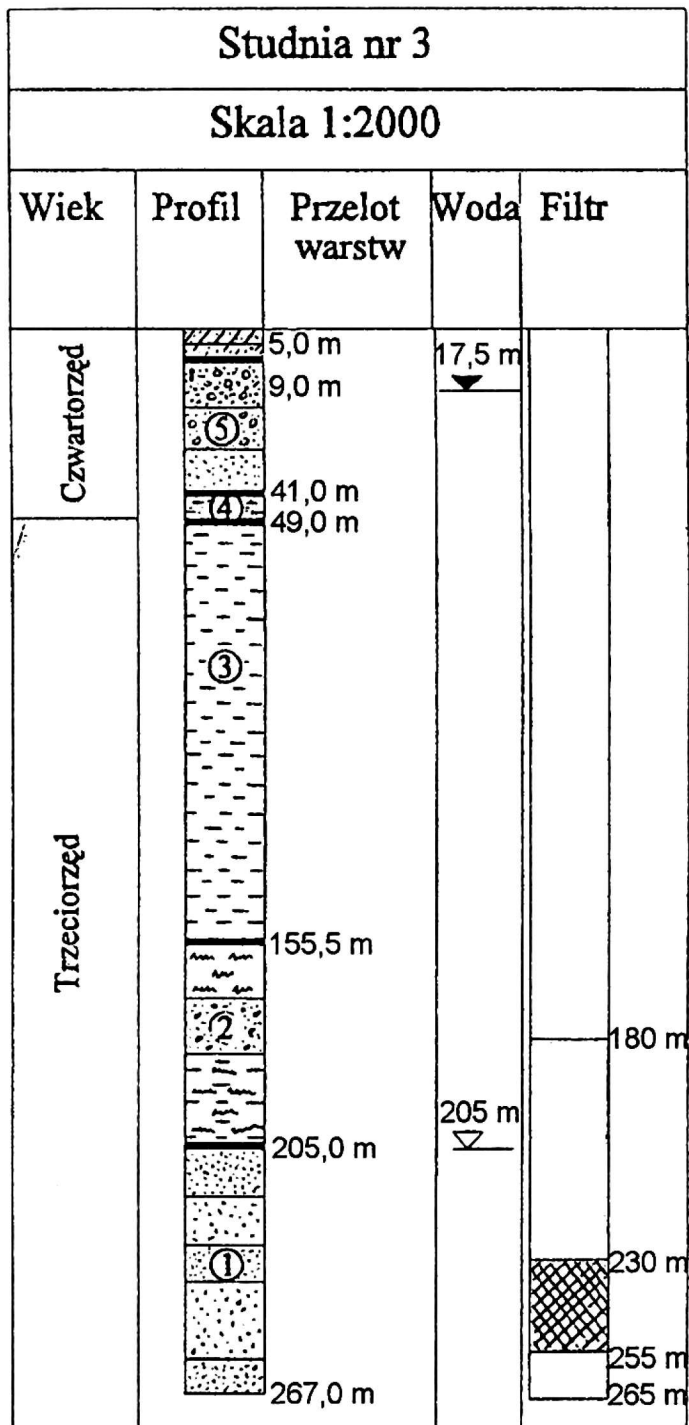
ciągów i Kanalizacji Wiejskich SGGW. Analizy wykonywane były zgodnie z metodyką zaakceptowaną przez polskie normy w zakresie odpowiadającym analizie skróconej, powiększonej o niektóre oznaczenia wchodzące w skład analizy pełnej.

Geologiczno-techniczne warunki eksploatacji wód

Naukowo-Badawcza Stacja Wodociągowa SGGW zlokalizowana jest na wysoczyźnie w odległości 800 m od Skarpy Warszawskiej. Powierzchnię wysoczyzny stanowi tu płaska równina postglacjalna zlodowacenia Warty (młodsze go środkowopolskiego), podlegająca w

okresie późniejszym głównie denudacji. Procesy urbanizacyjne ostatnich lat doprowadziły do zatarcia naturalnej rzeźby terenu, którego rzędne obecnie w stosunku do „O” Wisły wynoszą ok. 25–27 m. Profil hydrogeologiczny, do głębokości rozpoznania wierceniami, tj. 267 m (Dokumentacja hydrogeologiczna 1991, Kosakowska 1993) obejmuje następujące warstwy (w kolejności od dołu do góry, rys. 2 i 3).

1. Piaski drobno- i średnioziarniste oligocenu, o barwie od szarej do ziemistej, z zielonym zabarwieniem spowodowanym domieszką glaukonitu, miejscami z dużą zawartością ziarn glaukonitu oraz drobnymi kongrecjami fosforytowymi, z przewarstwieniami piasków gruboziarnistych i żwirów kwarcowych, a



RYСУNEK 2. Profil i schemat zafiltrowania otworu studziennego ujmującego wody piętra trzeciorzędowego

także wkładkami mułków i iłóv. W górnej i dolnej części profilu osadów oligoceńskich mułki i ily dominują nad piaskami. Strop osadów oligoceńskich położony jest na głębokości 205 m. Miąższość osadów oligoceńskich przekracza 62 m, ale spąg ich nie jest osiągnięty. Wartość

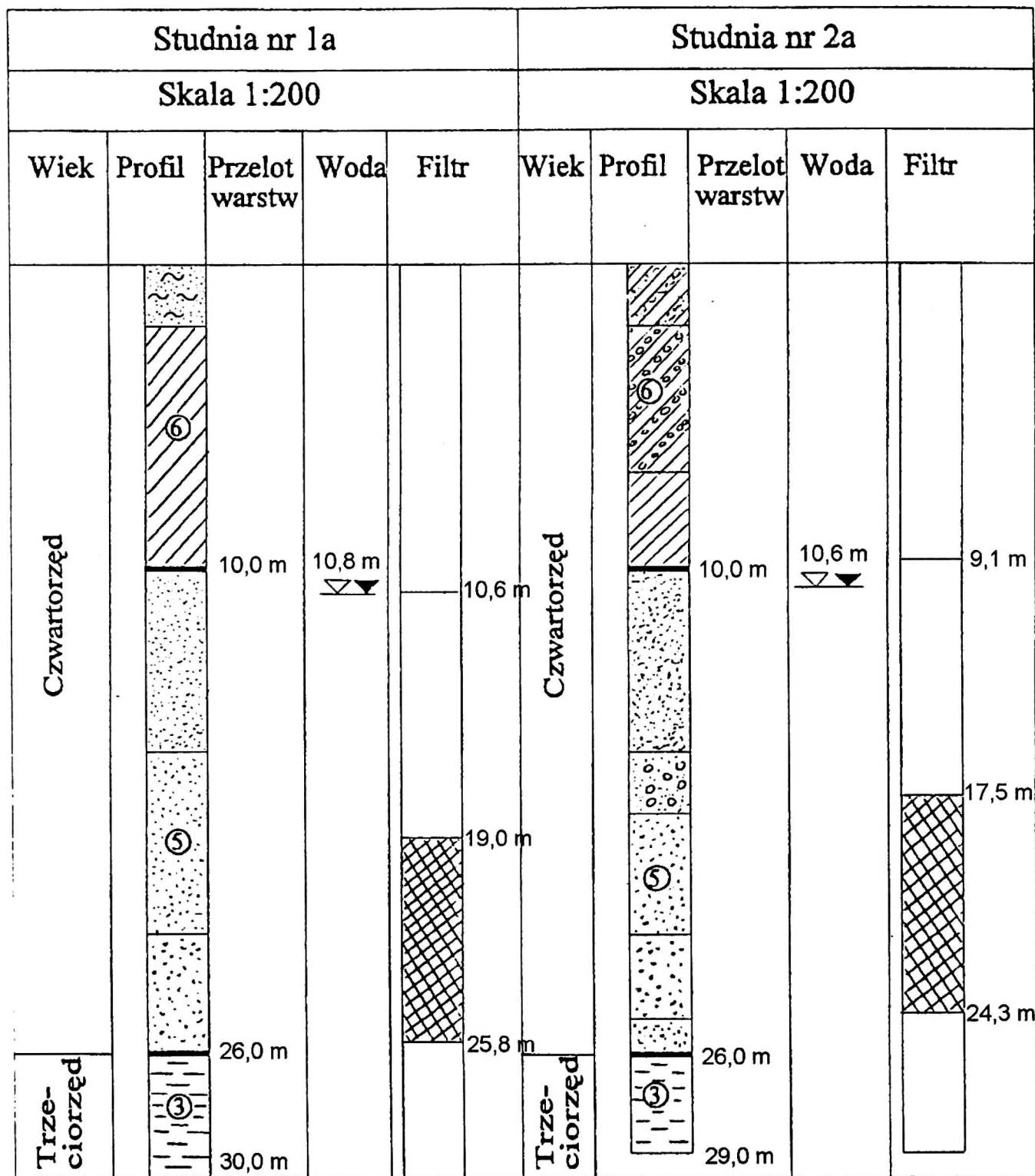
współczynnika wodoprzepuszczalności piasków oligocenu (określona wzorem Giryńskiego na podstawie próbnego pompowania) $k = 5 \cdot 10^{-5}$ m/s. Statyczne zwierciadło wody piętra oligoceńskiego stabilizuje się na głębokości 17,5 m poniżej powierzchni terenu.

2. (50,5 m) Piaski, piaski pylaste, mułki i ily miocenejskiej formacji burowęglowej, nazywanej tak z uwagi na obecność soczewek i przewarstwień węgla brunatnego oraz przesylenie osadów pyłem węgla brunatnego. Woda występująca w piaskach formacji burowęglowej ma charakterystyczne brunatne zabarwienie, trudne do usunięcia.

3. (106,5 m) Iły pstre (różnobarwne) pliocenu z wkładkami mułków i piasków pylastych. Strop utworów pliocenjskich występuje na głębokości 26–49 m. Mocno urozmaicona powierzchnia iłóv pliocenjskich jest wynikiem działalności erozyjnej wód w okresie preglacjalnym i późniejszym oraz deformacji glacitektonicznych. Duża miąższość iłóv pliocenjskich sprawia, że osady i wody występujące głębiej są dobrze izolowane od zanieczyszczeń powierzchniowych.

4. (8,0 m) Iły pylaste zastojskowe, z wkładkami pyłóv, zlodowacenia Wilgi (trzeciego południowopolskiego, według klasyfikacji Lindnera 1992). Grunty te występują w formie soczewy.

5. (13–32 m) Piaski rzeczne średnio- i drobnoziarniste interglacjalu mazowieckiego. Podrzednie występują w nich piaski gruboziarniste, piaski pylaste i pospółki oraz piaski gliniaste, pyły piaszczyste i pyły. Tworzą one jednolitą i grubą warstwę o ciągłym rozprzestrzenieniu. Strop osadów interglacjalu mazowieckiego



RYСУNEK 3. Profil i schemat zafiltrowania otworów studziennych ujmujących wodę z piętra czwartorzędowego

go występuje na głębokości 9–10 m. Utwory interglacjalne są zawodnione i charakteryzują się wysoką wodoprzepuszczalnością. Wartości współczynnika wodoprzepuszczalności gruntów tej serii określone wzorem Dupuita na podstawie

próbnych pompowań wynoszą $k = 5 \cdot 10^{-4} - 8 \cdot 10^{-4}$ m/s. Statyczne zwierciadło wody poziome interglacjalnego nawiercono na głębokości 10,6–10,8 m i jest to zwierciadło swobodne.

6. (9–10 m) Gliny zwałowe megaglacjału środkowopolskiego, silnie zaburzone glaciektogenicznie. Wyniki badań uziarnienia pozwoliły sklasyfikować gliny zwałowe jako gliny, gliny piaszczyste i gliny pylaste z otoczkami skał pochodzenia północnego. Charakteryzują się one dobrze wykształconym systemem spękań, przez który może zachodzić infiltracja wód opadowych. Od powierzchni terenu do głębokości 1 do 1,5 m nie są to typowe skały polodowcowe, lecz rezydualne gliny zwałowej.

Głębokość zafiltrowania i konstrukcję otworów studziennych dostosowano do wyżej opisanej sytuacji hydrogeologicznej.

Otwór studzienny ujmujący wody piętra oligoceńskiego (studnia nr 3) zabudowano filtrem $\phi 6\ 5/8''$, posadawiając go na głębokości 265 m. Długości poszczególnych elementów filtru są następujące: rura podfiltrowa – 10 m, część robocza filtru – 25 m, rura nadfiltrowa – 50 m. Część czynną filtru stanowi rura stalowa perforowana, na której nawinięty jest drut podkładowy, a następnie siatka filtracyjna nr 10. Wokół filtru wykonano obsypkę piaskową o granulacji ziaren 0,8–2 mm, a wokół części nadfiltrowej uszczelkę żwirową średnicy ziaren 3–5 mm. Wydajności jednostkowe studni q oraz odpowiadające im wydatki studni Q i depresje w studni S , na trzech ustalonych poziomach dynamicznych pompowania pomiarowego wykonanego w dniach 6.08.1991–9.08.1991 r. wynoszą odpowiednio:

$$\begin{aligned} q_1 &= 4,83\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_1 &= 15,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_1 &= 13,10\text{ m}; \\ q_2 &= 4,47\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_2 &= 30,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_2 &= 6,70\text{ m}; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} q_3 &= 5,05\text{ m}^3/\text{h/lmS} & Q_3 &= 45,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_3 &= 8,90\text{ m}. \end{aligned}$$

Otwory studzienne ujmujące wody piętra czwartorzędowego (studnie o numerach 1a i 2a) zabudowano filtrem $\phi 14''$. Długości poszczególnych elementów filtru posadowionego w studni nr 1a są następujące: rura podfiltrowa – 4,1 m, część robocza filtru z siatką nylonową nr 10 – 6,0 m, rura nadfiltrowa – 8,4 m, natomiast w studni o nr 2a odpowiednio: rura podfiltrowa – 4,6 m, część robocza filtru – 6,8 m, rura nadfiltrowa – 8,5 m. Wokół filtrów wykonano obsypkę piaskową i uszczelkę żwirową. Wyniki pompowania pomiarowego wykonanego w maju 1992 roku w studni nr 1a przedstawiają się następująco:

$$\begin{aligned} q_1 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_1 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_1 &= 1,0\text{ m}; \\ q_2 &= 22,5\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_2 &= 45,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_2 &= 2,0\text{ m}; \\ q_3 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_3 &= 60,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_3 &= 3,0\text{ m}; \end{aligned}$$

a w studni nr 2a odpowiednio:

$$\begin{aligned} q_1 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_1 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_1 &= 1,0\text{ m}; \\ q_2 &= 22,2\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_2 &= 40,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_2 &= 1,8\text{ m}; \\ q_3 &= 20,0\text{ m}^3/\text{h/lmS}, & Q_3 &= 60,0\text{ m}^3/\text{h}, \\ S_3 &= 3,0\text{ m}. \end{aligned}$$

Charakterystyka wybranych fizycznych i chemicznych wskaźników wód podziemnych

Podstawę do opracowania niniejszej oceny jakości wód podziemnych stanowią analizy fizyczno-chemiczne próbek wody przeprowadzone w laboratorium Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Wiej-

skich oraz przez Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. Wyniki pochodzą z badań wykonywanych od września 1990 roku. Zakres badań analitycznych obejmuje: barwę, odczyn, mętność, przewodność, twardość ogólną, żelazo ogólne, mangan, utlenialność, azot amonowy, azotynowy i azotanowy. Oznaczenia wykonane są według przepisów dotyczących badania wody i ścieków zawartych w Zbiorze Norm Polskich.

Wody piętra oligoceńskiego. Ocenę jakości wód formacji oligoceńskiej oparto na: analizie rozszerzonej, wykonanej w dniu 02.02.1988 roku, dwóch analizach próbek wody, pobranych w okresie próbnych pompowań, przeprowadzonych w

dniach 06 i 07.08.1991 roku oraz dwóch analizach wód pobranych w trakcie eksploatacji studni w dniach 19 i 27.09.1994 roku, wykonanych przez Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. Wyniki badań zostały przedstawione w tabeli 1.

Barwa rzeczywista wód piętra oligoceńskiego waha się w przedziale 13–30 mg Pt/dm³, przekraczając nieznacznie wartość dopuszczalną dla wody do picia i na potrzeby gospodarcze. Mętność wynosi 2–9 mg SiO₂/dm³. Są to wody średnio twarde o twardości ogólnej 155–200 mg CaCO₃/dm³.

Wody formacji oligoceńskiej są dobrze zmineralizowane, o czym świadczy wysokie przewodnictwo właściwe, prze-

TABELA 1. Zestawienie zakresu wartości wskaźników fizyczno-chemicznych wód piętra oligoceńskiego

Wskaźniki	Jednostki	Wartość	Klasa jakości wody wg*	Klasa jakości wody wg**
WSKAŹNIKI FIZYCZNO-CHEMICZNE				
Barwa	mg Pt/dm ³	13–30	Ib, II	–
Mętność	mg /dm ³	2–9	Ia, Ib, II	–
Odczyn	pH	7,2–7,6	Ia	+
Twardość og.	mg CaCO ₃ /dm ³	155–200	Ia	+
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	0,7–3,9	Ia, Ib	n.n.
Przewodność wł.	μS/cm	727	II	n.n.
WSKAŹNIKI CHEMICZNE				
Amoniak	mg N/dm ³	0,1–0,8	Ia, Ib, II	+
Azotyny	mg N/dm ³	0,0–0,01	Ia	+
Azotany	mg N/dm ³	0,0–0,2	Ia	+
Chlorki	mg Cl/dm ³	116–124	Ib	+
Wodorowęglany	mg HCO ₃ /dm ³	340	Ib	
Żelazo og.	mg Fe/dm ³	0,6–1,0	II	–
Mangan	mg Mn/dm ³	0,0–0,05	Ia	+

*Wydzielenie klas jakości wody wg wartości wskaźnika, zgodnie z klasyfikacją jakości zwykłych wód podziemnych na potrzeby monitoringu środowiska (Klasyfikacja... 1993): Ia – wody najwyższej jakości, Ib – wody wysokiej jakości, II – wody średniej jakości, III – wody niskiej jakości.

**Ocena jakości wody wg wartości wskaźnika, zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4 maja 1990 r., zmieniającym Rozporządzenie w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze (DzU 31.05.1990, nr 35, poz. 205): (+) – woda zdatna do picia, (–) – woda wymagająca uzdatnienia, n.n. – wskaźnik nie normowany.

kraczące 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$, pozostałość po prażeniu 533 mg/dm^3 oraz duża zawartość anionów wodorowęglanowych (340 $\text{mg HCO}_3/\text{dm}^3$) i anionów chlorkowych (116–124 $\text{mg Cl}/\text{dm}^3$). Azotany występują w małych ilościach nie przekraczających 0,2 $\text{mg N}/\text{dm}^3$, a amoniak w ilości 0,1–0,8 $\text{mg N}/\text{dm}^3$.

Dominującymi kationami są jony wapniowe (40 $\text{mg Ca}/\text{dm}^3$) i magnezowe (17,1 $\text{mg Mg}/\text{dm}^3$). Poza tym stwierdzono obecność żelaza w ilości 0,6–1,0 $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$. Zawartość jonów manganu jest mała i nie przekracza 0,05 $\text{mg Mn}/\text{dm}^3$. Zawartość substancji organicznych została wyrażona jako utlenialność nadmanganianowa, której wartość zawiera się w przedziale 0,7–3,9 $\text{mg O}_2/\text{dm}^3$.

Jakość badanych wód nie spełnia wymagań stawianych wodzie przeznaczonej do picia i na potrzeby gospodarcze. Wykazują one podwyższoną barwę w stosunku do wartości dopuszczalnej 20 $\text{mg Pt}/\text{dm}^3$, zwiększoną zawartość żelaza przekraczającą 0,5 $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$. Stwierdza się również podwyższone przewodnictwo właściwe, które nie jest normowane w przepisach dotyczących wymagań dla wód do picia, jednak jest ujęte w normie dotyczącej oceny korozyjności zimnych wód naturalnych. Wartość tego wskaźnika w badanych wodach piętra trzeciorzędowego znajduje się blisko 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, co jest wartością uznawaną za szkodliwie wpływającą na rurociągi i armaturę sanitarną.

Badane wody nie mogą być wykorzystane do picia i na potrzeby gospodarcze bezpośrednio po ich ujęciu, lecz muszą być uzdatnione.

Wody piętra czwartorzędowego.

Materiał wyjściowy do oceny jakości wód podziemnych z osadów czwartorzędowych stanowiły 33 analizy fizykochemiczne, wykonane w laboratorium Zakładu Wodociągów i Kanalizacji Wiejskich od października 1992 roku. Wykorzystano również wyniki badań przeprowadzonych w terminach: 02.07.1991 roku, 27.09.1991 roku oraz 09.04.1992 roku przez Stację Sanitarno-Epidemiologiczną. Wyniki analiz zestawiono w tabeli 2.

Rzeczywista barwa wód z pokładów czwartorzędowych waha się 10–40 $\text{mg Pt}/\text{dm}^3$, a mętność w przedziale 2–8 $\text{mg SiO}_2/\text{dm}^3$. Górne granice obu przedziałów wartości były odnotowane w miesiącach letnich przy podwyższonych temperaturach otoczenia. Wzrost barwy i mętności mógł być spowodowany szybszym utlenianiem się jonów żelaza dwuwartościowego do żelaza trójwartościowego po zetknięciu się wody z powietrzem i wytrącaniu się $\text{Fe}(\text{HO})_3$.

Wody piętra czwartorzędowego są twarde, o twardości ogólnej 330–425 $\text{mg CaCO}_3/\text{dm}^3$, z czego ponad 60% stanowi twardość węglanowa.

Ujmowane wody są dobrze zmineralizowane, o czym świadczy wysokie przewodnictwo o wartościach z przedziału 690–830 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Głównymi anionami wód z utworów czwartorzędowych są aniony wodorowęglanowe (240–260 $\text{mg HCO}_3/\text{dm}^3$) i aniony chlorkowe (60–70 $\text{mg Cl}/\text{dm}^3$). Azotany występują w małych ilościach 0,01–0,2 $\text{mg N}/\text{dm}^3$, a amoniak w ilości 0,03–0,3 $\text{mg N}/\text{dm}^3$.

Stwierdzono wysoką zawartość kationów żelaza. Żelazo ogólne wykryto w wodzie, w ilości 2,0–4,5 $\text{mg Fe}/\text{dm}^3$. Ka-

TABELA 2. Zestawienie zakresu wartości wskaźników fizyczno-chemicznych wód piętra czwartorzędowego

Wskaźniki	Jednostki	Wartość	Klasa jakości wody wg *	Klasa jakości wody wg **
WSKAŹNIKI FIZYCZNO-CHEMICZNE				
Barwa	mg Pt/dm ³	10–40	Ia, Ib, II	–
Mętność	mg /dm ³	2–8	Ia, Ib, II	–
Odczyn	pH	6,9–7,3	Ia	+
Twardość og.	mg CaCO ₃ /dm ³	330–425	Ib	+
Utlenialność	mg O ₂ /dm ³	2,5–3,2	Ia, Ib	n.n.
Przewodność wł.	μS/cm	690–830	II, III	n.n.
WSKAŹNIKI CHEMICZNE				
Amoniak	mg N/dm ³	0,0–0,3	Ia, Ib	+
Azotyny	mg N/dm ³	0,01–0,03	Ib	+
Azotany	mg N/dm ³	0,0–0,2	Ia	+
Chlorki	mg Cl/dm ³	60–70	Ia, Ib	+
Wodorowęglany	mg HCO ₃ /dm ³	240–260	Ia	–
Żelazo og.	mg Fe/dm ³	2,0–4,5	II, III	–
Mangan	mg Mn/dm ³	0,1–0,5	Ib, II, III	–

*, **Oznaczenia jak w tab. 1.

tiony manganu występują również w zwiększonych ilościach w zakresie wartości 0,1–0,5 mg Mn/dm³.

Zawartość substancji organicznej określono za pomocą utlenialności nadmanganianowej, która waha się 2,5–3,2 mg O₂/dm³.

Analizując wyżej przedstawione wyniki badań fizykochemicznych stwierdzono, iż wody piętra czwartorzędowego nie spełniają jakościowych wymagań stawianych wodzie do picia i na potrzeby gospodarcze. Wykazują one podwyższoną barwę w stosunku do wartości dopuszczalnej 20 mg Pt/dm³. Ponadto zawartość żelaza kilkakrotnie przekracza dopuszczalną wartość 0,5 mg Fe/dm³, a stężenie jonów manganu w ujmowanych wodach jest dużo wyższe od dopuszczalnego 0,1 mg Mn/dm³.

Jak wspomniano powyżej, są to wody twarde. Oznaczone wartości twardości

ogólnej mieszczą się w zakresie wartości dopuszczalnych, są one jednak bardzo zbliżone do górnych granic normy. Wody te mogą więc powodować zarastanie rurociągów, armatury sanitarnej i urządzeń gospodarstwa domowego „kamieniem węglanowym”, powodując ich niszczenie. Szkodliwy wpływ na wodociąg może również mieć wysoka wartość przewodnictwa właściwego zbliżająca się do wartości 1000 μS/cm.

Wody piętra czwartorzędowego nie mogą być wykorzystywane do picia i na potrzeby gospodarcze bezpośrednio po ich ujęciu, lecz muszą być uzdatnione.

Procesy uzdatniania wody

Wody piętra oligoceńskiego. Przedstawione w rozdziale poprzednim cechy fizyczne i chemiczne wody narzucają ko-

nieczność zastosowania procesów uzdatniających ją do uzyskania parametrów odpowiednich dla wody do picia i potrzeb gospodarczych. Dla tego celu w Naukowo-Badawczej Stacji Wodociągowej został wydzielony ciąg technologiczny, którego schemat został przedstawiony na rysunku 4.

Woda z utworów piętra oligoceńskiego, ze względu na przekroczenie jedynie zawartości żelaza oraz niewielkie barwy i mętności, w stosunku do normatywów dla wody do picia, poddawana jest jedynie procesowi odżelaziania. Początkowo woda jest napowietrzana w zbiornikach zamkniętych zwanych aeratorami, a następnie filtrowana przez złożę piasku kwarcowego w celu oddzielenia wytrącającego się w postaci osadu wodorotlenku żelazowego. Tak uzdatniona woda dopływa do hydroforu, skąd podawana jest do sieci zewnętrznej i dalej do źródła publicznego.

Po procesie uzdatniania parametry wody poprawiają się na tyle, że może być ona bez przeszkód używana do picia i potrzeb gospodarczych. Mimo że normatyw dopuszcza zawartość żelaza $0,5 \text{ mg/dm}^3$, w wodzie uzdatnionej według schematu (rys. 4) zawartość ta jest obniżona nawet do $0,1 \text{ mg/dm}^3$.

Wody piętra czwartorzędowego. Parametry charakteryzujące wody piętra czwartorzędowego wykazują, że woda ta nie nadaje się do picia w stanie surowym. Przekroczone w stosunku do normatywów są barwa, mętność, żelazo i mangan. Podjęcie decyzji o wyborze technologii uzdatniania takiej wody wymaga bardziej szczegółowych badań struktury zawartych w niej związków. W przypadku prze-

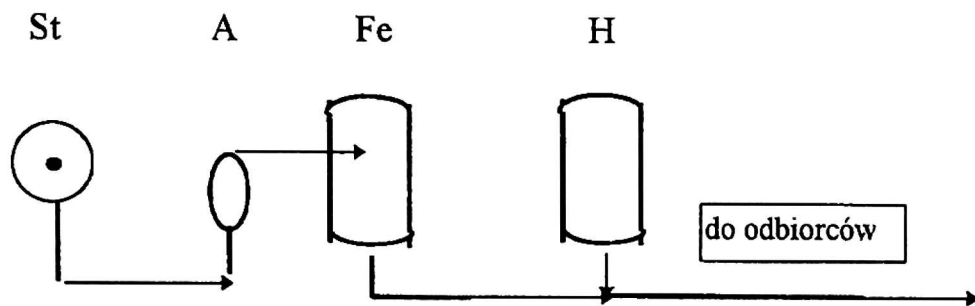
ważającej większości wodorowęglanów żelazowych wystarczający jest proces dwustopniowej filtracji z uprzednim napowietrzaniem. Woda o takim składzie pochodzi z analizowanych studni czwartorzędowych. Schemat technologiczny procesu uzdatniania został przedstawiony na rysunku 5.

Uzdatnianie wody z utworów czwartorzędowych (studni St) polega na napowietrzaniu jej w aeratorach (A) w celu utlenienia soli żelaza dwuwartościowego do trójwartościowego pod postacią wodorotlenku żelazowego. Wodorotlenek żelazowy o wielokrotnie mniejszej rozpuszczalności niż sole żelazowe wytrąca się pod postacią osadu, który oddzielany jest od wody na złożu zbudowanym z materiału ziarnistego w filtrze odżelaziającym (Fe).

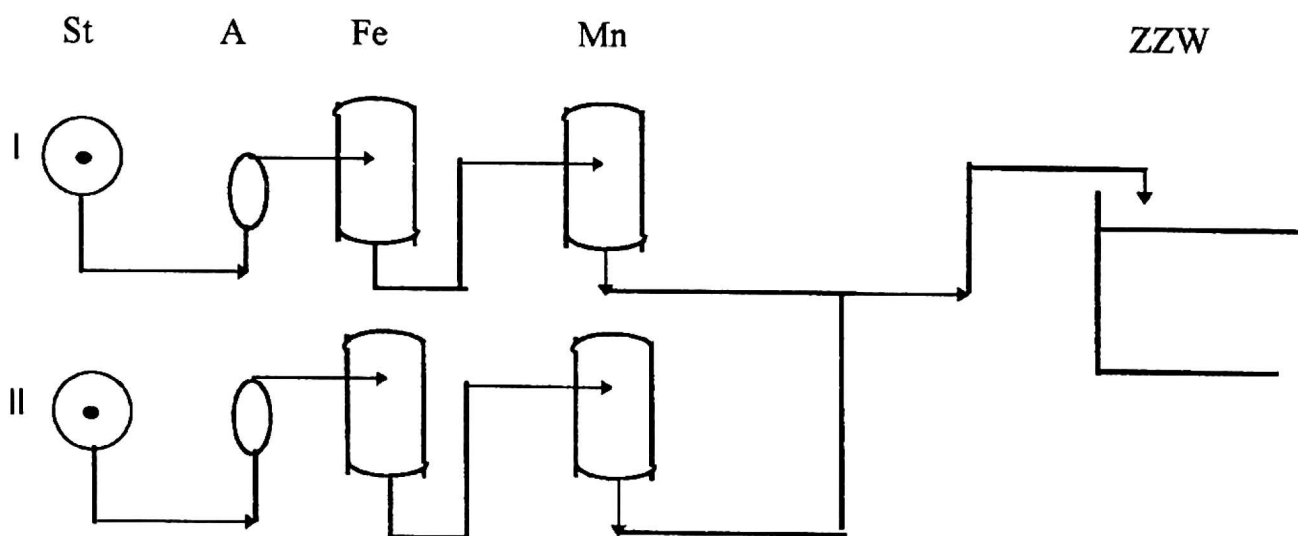
Usuwanie ponadwymiarowej ilości manganu z wody odbywa się w filtrze odmanganiającym, którego budowa jest identyczna z budową filtru odżelaziającego, lecz wypełnionego złożem uaktywnionym solami manganu. Sole te powlekając ziarna złoża działają katalitycznie, utleniając sole manganu dwuwartościowego do czterowartościowego, który wytrąca się pod postacią ciemnobrunatnego osadu.

Po uzdatnieniu woda płynie rurociągami do zbiornika zapasowo-wyrównawczego, gdzie zmagazynowana może być już tłoczona do użytkowników to znaczy do wszystkich obiektów SGGW na Ursynowie (budynki wydziałów, Rektorat, domy studenckie itp.).

Po tak przeprowadzonym procesie uzdatniania woda charakteryzuje się następującymi parametrami:



RYSUNEK 4. Schemat technologiczny układu uzdatniania ujmowanej wody piętra oligoceńskiego: St – studnia, A – aerator, Fe – odżelaziacz, H – hydrofor



RYSUNEK 5. Schemat technologiczny układu uzdatniania ujmowanej wody piętra czwartorzędowego: St – studnia, A – aerator, Fe – odżelaziacz, Mn – odmanganiacz, ZZW – zbiornik zapasowo-wyrównawczy

- żelazo – $0,1 \text{ mg/dm}^3$,
- mangan – $0,05 \text{ mg/dm}^3$.

Pozostałe parametry są identyczne jak w wodzie surowej, gdyż nie ulegają zmianie w procesie uzdatniania opisanym powyżej. Zastosowany proces uzdatniania pozwala uzyskiwać parametry wody bardziej korzystne, niż wymaga Rozporządzenie MZiOS.

Literatura

Dokumentacja hydrogeologiczna w kat „B” ujęcia wody podziemnej z utworów trzeciorzędowych – oligoceńskich SGGW w Warszawie

WODROL-Pruszków SA, 1991, (maszynopis).

Klasyfikacja jakości zwykłych wód podziemnych dla potrzeb monitoringu środowiska. PIOŚ, 1993.

KOSSAKOWSKAD. 1993: *Sprawozdanie z pompowania sprawdzającego studni nr 1a i 2a ujmujących wodę z utworów czwartorzędowych na terenie SGGW w Warszawie.* Warszawa. (maszynopis).

LINDNER L. 1992: *Stratygrafia (Klimatostratygrafia) czwartorzędu,* [w:] *Czwartorzęd, osady, metody badań, stratygrafia.* Wyd. PAE, Warszawa.

Rozporządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 4 maja 1990 zmieniające rozporządzenie w sprawie warunków, jakim powinna odpowiadać woda do picia i na potrzeby gospodarcze, Dz.Ust. 31 maja 1990, nr 35, poz. 205.

Summary

Quality of water from Scientific and Research Water Purification Plant Warsaw Agricultural University. Scientific and Research Water Purification Plant is located at Ursynów. Intake of water for this plant is from Quaternary and Tertiary period. There are three wells. Two wells for Quaternary water. Raw water quality has changed for years. The article presents geological cross-section and the results raw and treated water quality investigation and effectiveness of conditioning process for this plant. There was made chemistry analysess raw and drinking water and it was compared to analysess which were made before. All chemistry analysess

were made according to Polish Standard. There was made different indicator for example iron, manganese, hardness, amonium, nitrite and nitrate. The paper presents the conclusion that quality of raw water is not good, and should be treated. After conditioning process quality of water is in accordance with Polish Standard for potable water.

Authors' address:

E. Wienclaw, T. Siwiec, P. Grunwald, D. Morawski
Warsaw Agricultural University – SGGW
02-787 Warszawa, ul. Nowoursynowska 166
Poland