



Wodociąg Marecki

„Wodociąg Marecki” Sp. z o.o. jest spółką prawa handlowego, której właścicielem jest w całości Miasto Marki. Firma rozpoczęła działalność gospodarczą 15 lutego 1999 roku otrzymując od Gminy Miasta Marki na zasadzie umowy użyczenia niezbędny majątek pozwalający na ujmowanie, uzdatnianie i dystrybucję wody w ograniczonym obszarze miasta Marki. Przekazana do eksploatacji Stacja Uzdatniania Wody była poddana wcześniej pełnemu rozruchowi włącznie z podaniem wody do miejskiej sieci wodociągowej (w końcu grudnia 1998 roku) w porozumieniu z FOMAR ENERGETYKA S.A. jako dotychczasowym dostawcą. Stając się operatorem na majątku Gminy, od 15 lutego 1999 roku spółka rozpoczęła zawieranie umów na dostawę wody z klientami dotychczasowego dostawcy, zastępując w tej kwestii FOMAR. Długość sieci wodociągowej wynosiła w tym czasie niecałe 7 km.

1. TROCHĘ HISTORII

Na początku działalności koszty działalności gospodarczej spółki były w większości pokrywane z dotacji Gminy. Od 2001 roku „Wodociąg Marecki” prowadzi działalność już bez dotacji.

Należy zaznaczyć, że okres początkowej działalności spółki wiązał się z dużymi zmianami układu zaopatrzenia w wodę i odbioru ścieków w Markach. W ramach tej transformacji spółka nie tylko przejęła dotychczasowych odbiorców wody od FOMAR ENERGETYKA S.A. ale również:

- dalszą rozbudowę sieci wodociągowej
- nowych odbiorców wody na obszarze miasta, gdzie wykonana została nowa sieć wodociągowa
- nadzór nad nowymi przyłączami do sieci wodociągowej
- odbiorcę wody FOMAR ROULUNDS S.A. (odbiorca ok. 50% sprzedanej wody w początkowym okresie działalności „Wodociągu Mareckiego”; w miarę rozwoju systemu wodociągowego udział ten systematycznie zmniejszał się i np. w 2002 roku spadł do 25%)
- system kanalizacji sanitarnej na terenie miasta Marki (w sierpniu 1999 roku) i zawarto stosowne umowy z dostawcami ścieków.

W kolejnych latach sukcesywnie zwiększono krąg odbiorców wody na terenie miasta,

poprzez stałe wykonywanie nowych odcinków sieci wodociągowej. Jednocześnie rozbudowywano istniejącą stację uzdatniania wody SUW-1, zwiększając jej wydajność w 2009 roku (o jeden zestaw filtrów), a następnie w 2011 roku (o kolejny zestaw filtrów), zwiększając wydajność pompowni III. Dodatkowo, w 2007 roku wybudowany został trzeci zbiornik wody czystej, co zwiększyło retencję wody z 900 m³ do 1350 m³.

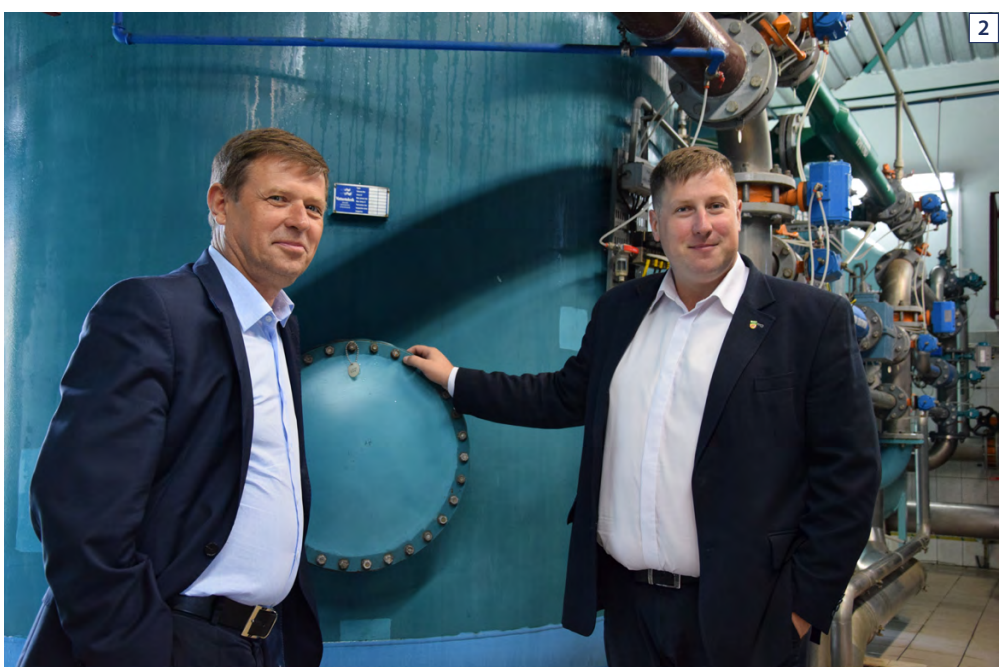
W początkowym okresie budowa sieci wodociągowej była finansowana przez Gminę Miasto Marki, a od roku 2009 przez Wodociąg Marecki. Obecnie całkowita długość sieci wodociągowej wynosi ponad 142 km, nie licząc indywidualnych przyłączy (stan na grudzień 2018 roku). Z produkowanej przez Wodociąg Marecki wody korzysta już praktycznie 100% mieszkańców miasta (stan na grudzień 2018 roku). Woda dostarczana jest do 11 293 gospodarstw domowych, z czego 4010 znajduje się w budynkach wielorodzinnych, a 7283 w budynkach jednorodzinnych. Oprócz mieszkańców woda dostarczana jest do 239 firm oraz 41 zakładów użyteczności publicznej.

Do końca ubiegłego wieku w mieście Marki praktycznie nie było kanalizacji sanitarnej – funkcjonował jedynie układ kanalizacyjny, którego zaczątkiem była kanalizacja budowana dla Fabryki Okładzin Ciernych „Polmo” wraz z zapleczem budowy. Do tej kanalizacji

podłączano budowane w pobliżu osiedla mieszkaniowe, np. budynki Robotniczej Spółdzielni Mieszkaniowej „Praga”, Mareckiej Spółdzielni Mieszkaniowej oraz budynki komunalne w rejonie ul. Promiennej, Słonecznej i Rejtana (zachodnia część miasta). Sytuacja była przesłanką do przekazania kanalizacji sanitarnej do Gminy Marki, co umożliwiło tym samym dalszą rozbudowę sieci. W 2002 roku miasto Marki wybudowało nową pompownię główną ścieków (P0), którą połączono z istniejącym systemem, omijając starą pompownię, a cztery lata później całość systemu została przekazana do eksploatacji Wodociągowi Mareckiemu. W tamtym czasie cały system składał się z przewodów kanalizacyjnych grawitacyjnych o średnicach od 200 do 400 mm i długości 8,6 km. Ścieki pochodzące z kanalizowanego terenu odprowadzane były do pompowni głównej (P0), a następnie przetłaczane do warszawskiego systemu kanalizacyjnego, dwoma przewodami stalowymi o średnicy 200 mm i długości każdego z nich ok. 2,5 km.

Istotny krok w rozbudowie kanalizacji nastąpił w 2005 roku, po oddaniu do użytku kanalizacji sanitarnej grawitacyjno-tłocznej z osiedla Horowa Góra.

Według danych z 2009 roku, ilość ścieków odprowadzana za pomocą pompowni głównej wynosiła ok. 830 m³/d. W przeważającej części miasta ścieki były zbierane do zbiorników bezodpływowych i wywożone taborem asenizacyjnym do punktów zlewnych warszawskiego systemu kanalizacyjnego lub do oczyszczalni ścieków w Radzyminie. Wiele zbiorników bezodpływowych było nieszczelnych i ścieki trafiały do gruntu a dalej do wód podziemnych, w znacznym stopniu pogarszając ich jakość.



fot. 1.

????????????????????????????????

fot. 2.

????????????????????????????????



Od roku 2002 rozpoczęto prace koncepcyjne i projektowe, zmierzające do skanalizowania całego miasta Marki. W latach 2008-2014, w ramach inwestycji pn. „Budowa kanalizacji sanitarnej na obszarze aglomeracji miasta Marki – etap I”, zrealizowano łącznie ponad 155 km sieci do której podłączono ok. 19,4 tys. mieszkańców. W etapie tym wykonano również kolektor o średnicy 0,8 m, odprowadzający ścieki z Marek do warszawskiego systemu kanalizacyjnego.

Etap II, w latach 2014-2015 obejmował wybudowanie kolejnych 28 km sieci kanalizacyjnej, która objęła swoim zasięgiem ok. 3,3 tys. mieszkańców. Aktualnie realizowany jest, rozpoczęty w 2017 roku etap III, w którym budowany jest system kanalizacyjny o długości ok. 14,5 km, w miejscach nieuwzględnionych w poprzednich dwóch etapach, a gdzie nastąpił w tym czasie intensywny rozwój miasta.

Na koniec roku 2018, łączna długość systemu kanalizacji sanitarnej wyniosła blisko 202,1 km. Bazując na wynikach analizy zawartych

umów szacuje się, że na koniec 2017 roku, ze zbiorczego systemu kanalizacji sanitarnej, korzystało 10 814 gospodarstw domowych, z tego 6714 w budynkach jednorodzinnych. Liczba mieszkańców korzystających z systemu zbiorczego szacowana jest na ponad 34 tys., czyli blisko 100%.

2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA MIASTA

Marki to obecnie blisko 35-tysięczne miasto, położone w odległości ok. 10 km od centrum Warszawy, w pobliżu trasy krajowej S8 Wrocław-Warszawa-Białystok. Powierzchnia miasta wynosi 26,2 km², a układ przestrzenny to pas zabudowy głównie mieszkaniowej, rozciągającej się po obu stronach prawie 7,5 km osi komunikacyjnej al. marsz. Józefa Piłsudskiego. Gęstość zaludnienia to 1250 mieszkańców na km² (2017 rok). Przez miasto przechodzą cztery drogi publiczne zaliczane do kategorii wojewódzkiej lub wyższej: trasa krajowa S8 oraz drogi krajowe DK629, DK631 i DK632.

Początki dzisiejszego miasta sięgają schyłku XVI wieku, najprawdopodobniej około 1580 roku, gdy miała miejsce lokacja wsi na gruntach należących do starosty warszawskiego. Nazwa wsi wzięta od nazwiska pierwszych osadników: Manków lub Marków.

Miasto w przeciągu ostatniego dwudziestolecia, charakteryzowało się bardzo dynamicznym rozwojem. W latach 1999-2008 gmina Marki znalazła się w grupie piętnastu gmin w Polsce o największych zmianach współczynnika przyrostu ludności, notując przyrost na poziomie 28,29%. Porównanie ilości mieszkańców – 19 217 z 1999 roku do 32 986 mieszkańców z 2018 roku, pokazuje, że w ciągu 20 lat liczba ludności wzrosła o 70%. Średni wiek mieszkańców wynosi 36,1 lat i jest znacznie mniejszy od średniego wieku mieszkańców województwa mazowieckiego oraz znacznie mniejszy od średniego wieku mieszkańców całej Polski. Marki mają dodatni przyrost naturalny, wynoszący 7,56 na 1000 mieszkańców Marek, co odpowiada liczbie 243 mieszkańców na rok.



W Markach w roku 2017 w rejestrze REGON zarejestrowanych było 4 610 podmiotów gospodarki narodowej, z czego 3421 stanowiły osoby fizyczne prowadzące działalność gospodarczą. Wśród podmiotów posiadających osobowość prawną w Markach najwięcej (413) jest stanowiących spółki handlowe z ograniczoną odpowiedzialnością.

W mieście obserwuje się bardzo intensywny wzrost budownictwa mieszkaniowego, co jest związane z bliskim położeniem Marek w stosunku do Warszawy. W 2017 roku oddano do użytku 445 mieszkań. Na każdym 1 tys. mieszkańców oddano więc do użytku 13,61 nowych lokali. Jest to wartość znacznie większa od tej dla województwa mazowieckiego oraz znacznie większa od średniej dla całej Polski.

Według danych GUS (2017 rok), 95,78% mieszkań przyłączonych jest do wodociągu, 95,56% nieruchomości wyposażonych jest w ustęp spłukiwany, 94,25% mieszkań posiada łazienkę, 90,19% korzysta z centralnego ogrzewania, a 87,80% z gazu sieciowego.

Od roku 2012 w Markach prowadzone są prace związane z realizacją kanalizacji deszczowej w mieście. Budowa sieci kanalizacji deszczowej leży w gestii Urzędu Miasta, natomiast Wodociąg Marecki pełni rolę konsultanta, polegającą na np. wykonywaniu opracowań dotyczących koncepcji kompleksowej budowy sieci kanalizacji deszczowej.

3. SYSTEM WODOCIĄGOWY MIASTA

Obecnie Marki zaopatrywane są w wodę z jednej stacji uzdatniania wody (SUW-1), która zlokalizowana jest w południowej części miasta, przy ul. Żeromskiego 30. W końcowej fazie budowy jest druga stacja SUW-2, zlokalizowana w północnej części miasta, przy ul. Spacerowej. Decyzja o budowie drugiej stacji (SUW-2) została podjęta w celu zapewnienia niezawodności dostawy wody, w związku z obserwowanym intensywnym rozwojem miasta.

3.1 Stacja uzdatniania wody SUW-1

Aktualnie miasto Marki zaopatrywane jest w wodę z wód podziemnych, za pośrednictwem czterech studni głębinowych które dostarczają wodę do stacji uzdatniania wody SUW-1. Studnia nr 1 (S1) zlokalizowana

jest na północny zachód od stacji SUW-1 w odległości ok. 345 m od granicy stacji, studnia nr 2 (S2) – 150 m na zachód od granicy stacji, studnia nr 3 (S3) – na terenie stacji wodociągowej SUW-1, a studnia nr 4 (S4) – na północny zachód w odległości 800 m od granicy stacji. Skrajna odległość pomiędzy nimi nie przekracza 1 km. Studnie nr 1 i 2 ujmują wodę z pierwszej czwartorzędowej warstwy wodonośnej, a studnie nr 3 i 4 – z drugiej czwartorzędowej warstwy wodonośnej.

Głębokość studni wynosi: nr 1 – 90,5 m, nr 2 – 75,5 m, nr 3 – 44,0 m, a nr 4 – 39,5 m.

Studnie nr 1 i 2 charakteryzuje wydajność eksploatacyjna 100 m³/h, przy depresji 5-7 m, studnię nr 3 – wydajność 120 m³/h i depresja 5,5 m, zaś studnię nr 4 – wydajność 50 m³/h i depresja 5 m. Do obserwacji poziomu wód oraz oceny wielkości leja depresyjnego zostały zainstalowane dwa piezometry o głębokości 15 m.

Zgodnie z Decyzją Starosty Wołomińskiego, z 19 października 2017 roku, wydajność ujęcia wody została określona na poziomie 320 m³/h, przy uwzględnieniu działania studni nr 1, 2 i 3. Studnia nr 4 jest obecnie studnią rezerwową.



Rys. 3.1. Usytuowanie studni głębinowych i stacji uzdatniania wody SUW-1 w Markach.



Tabela 3.1.
Stężenia najważniejszych wskaźników zanieczyszczeń w wodzie ujmowanej ze studni nr 1, 2, 3 i 4 (woda „surowa”), maj 2018 roku.

Wskaźniki zanieczyszczeń	Jednostka	Stężenia zanieczyszczeń				Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w wodzie uzdatnionej
		Studnia nr 1	Studnia nr 2	Studnia nr 3	Studnia nr 4	
Barwa	mg Pt/l	13	11	10	12	-
Mętność	NTU	58	58	130	91	1
Żelazo	mg Fe/l	4,72	4,63	7,73	7,54	0,2
Mangan	mg Mn/l	0,385	0,356	0,962	0,084	0,05
Jon amonowy	mg NH4/l	0,79	0,66	0,6	1,3	0,5
Azotany	mg NO3/l	> 0,89	> 0,89	> 0,89	> 0,89	50
Azotyny	mg NO2/l	> 0,066	> 0,066	> 0,066	> 0,066	0,5

Studnie wyposażone są w pompy głębinowe firmy HYDRO-VACUUM. W studniach nr 1, 2, 3 znajdują się pompy GCA 8.02.22 z silnikiem SMV 6 o mocy 15 kW, a w studni nr 4 typ GC.5.04.2.2 o parametrach: Q = 70 m³/h H = 37 m, N = 15 kW.

W związku z intensywnym rozwojem miasta, w marcu 2019 roku planowane jest włączenie do eksploatacji nowej studni nr 4A (S5). Studnia ta będzie pracować jako studnia podstawowa (podobnie jak studnie nr 1, 2 i 3), a studnia nr 4 dalej stanowić będzie rezerwową. Szacowana wydajność studni nr 4A to 120 m³/h.

Ujmowana woda nie nadaje się do bezpośredniego użytku dla potrzeb gospodarczych i do picia, ze względu na przekroczenia podstawowych parametrów organoleptycznych i fizykochemicznych, wymaganych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 roku, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294), tj. ze względu na dużą zawartość żelaza, manganu i amoniaku oraz wysokiego poziomu barwy i mętności.

Ocena jakości wody ujmowanej wykonywana jest na zlecenie spółki, przez akredytowane laboratorium badawcze. Każda studnia badana jest dwa razy do roku.

Stężenia najistotniejszych wskaźników zanieczyszczeń, odniesionych do eksploatowanych studni (studnie nr 1, 2 i 3) zestawiono w tabeli 3.1. Analizując te dane można zauważyć nieznacznie podwyższoną barwę wody. Nie są przekroczone stężenia azotanów i azotynów, a jon amonowy

jest tylko nieco wyższy od wymaganego. O jakości wody i wymaganym zakresie jej uzdatniania decyduje mętność oraz zawartość związków żelaza i manganu. Stężenie żelaza kształtuje się na bardzo wysokim poziomie, wielokrotnie przekraczającym dopuszczalną wartość tego wskaźnika. Stwierdzenie to dotyczy w szczególności wody ujmowanej ze studni nr 3 i nr 4. Woda ujmowana ze studni nr 3 charakteryzuje się też bardzo wysokim stężeniem manganu. Stężenie jonu amonowego nie stanowi istotnego problemu, bowiem w trakcie napowietrzania wody jest utleniony do azotanów których dopuszczalny poziom jest bardzo wysoki i w związku z tym nie ma obaw co do jego przekroczenia. Układ technologiczny stacji uzdatniania wody jest bardzo dobrze przystosowany do realizacji procesów jednostkowych, zmierzających do zapewnienia osiągnięcia jakości wody do poziomu zgodnego z cytowanym powyżej Rozporządzeniem Ministra Zdrowia z 2017 roku.

Zadaniem pomp studziennych jest więc ujęcie i transport wody podziemnej („surowej”) do stacji wodociągowej położonej przy ul. Żeromskiego 30. Z każdej studni woda transportowana jest najpierw przewodem o średnicy 160 mm, następnie zbiorczym o średnicy 250 mm, przechodzącym ostatecznie w dwa przewody zbiorcze o średnicy 280 mm każdy, dostarczające ujmowaną wodę do budynku technologicznego.

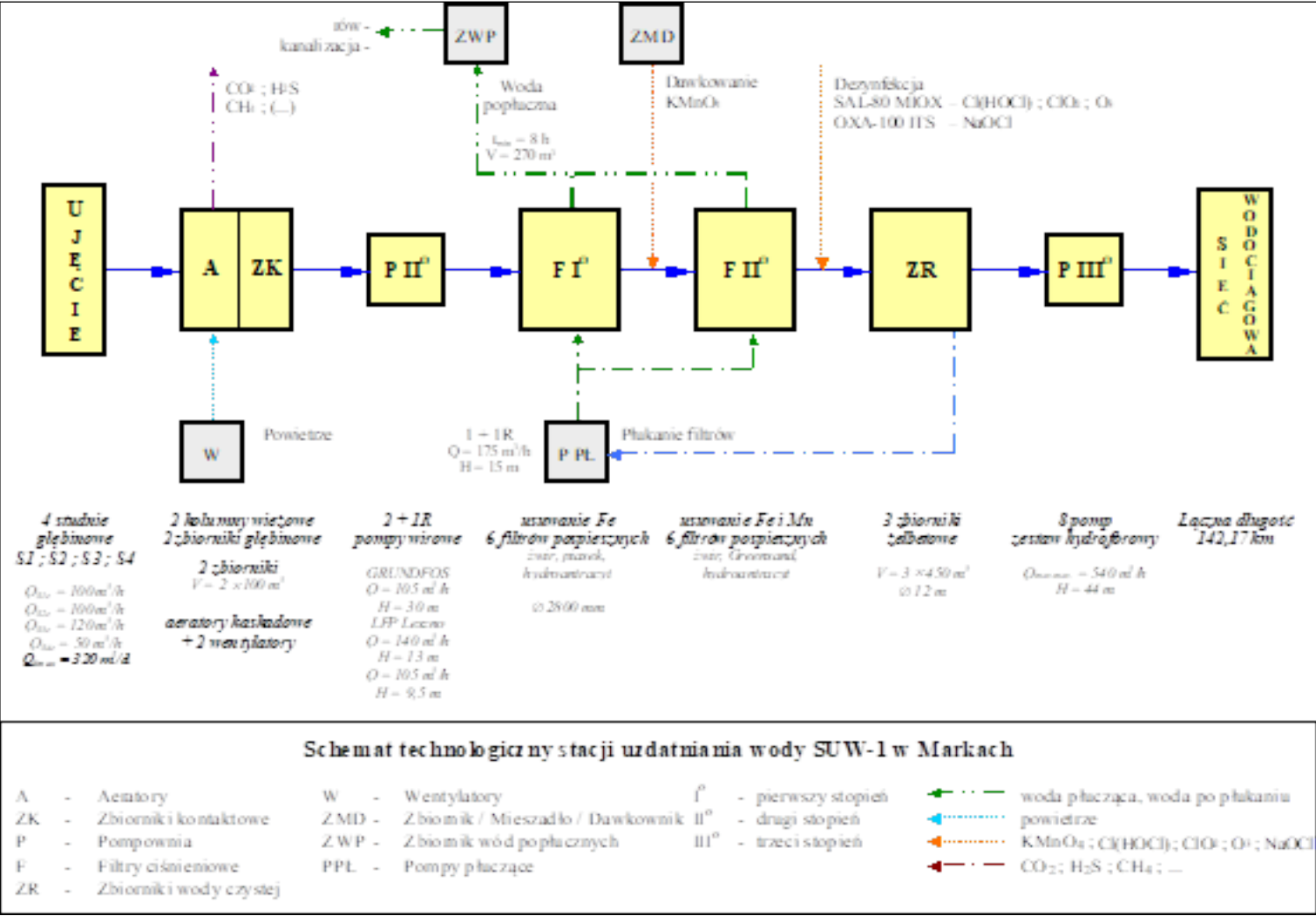
Schemat technologiczny stacji uzdatniania wody SUW-1 przedstawiono na rys. 3.2.

Woda z poszczególnych studni głębinowych pompowana jest do stalowych wież napowietrzających (tzw. aeratorów wieżowych), skąd przedostaje się do górnego dyfuzora i przelewa się przez trzy warstwy płyt kaskadowych. Obiekt wyposażony jest w dwie wieże, a każda z nich posiada odrębny wentylator, podający powietrze do wieży przeciwprądowo do przepływu wody. Istotą procesu jest uzyskanie dobrego kontaktu wody z powietrzem, przez co większość jonów żelaza i manganu ulega utlenieniu do wodorotlenków. Podczas napowietrzania usuwane są z wody gazy rozpuszczone (CO₂, H₂S, CH₄, itp.), które wpływają na właściwości organoleptyczne wody.

Woda napowietrzona spływa do dwukomorowego zbiornika magazynowo-kontaktowego o łącznej pojemności 200 m³. W nim to następuje flokulacja wytworzonych wodorotlenków żelaza i manganu, do większych cząstek, łatwiej zatrzymywanych w procesie filtracji. Zbiornik pełni jednocześnie rolę zbiorników ssawnych dla pompowni II°.

Zadaniem pompowni II° jest przetłoczenie wody ze zbiorników magazynowo-kontaktowych, przez dwustopniowe filtry do odżelaziania i odmanganiania wody, do zbiorników wody czystej. Wyposażenie pompowni stanowią trzy pompy. Jedną z nich to pompa firmy Grundfos, typ NP-100-80-160/168, o wydajności 105 m³/h i wysokości podnoszenia 30 m sł. H₂O. Dwie pozostałe, to pompy firmy LFP Leszno, typu 125PJM250 i 125PJM200, o wydajnościach, odpowiednio, 140 m³/h i 105 m³/h

Rys. 3.2.
Schemat technologiczny stacji uzdatniania wody SUW-1 w Markach.



i wysokościach podnoszenia – 13 i 9,5 m sł. H₂O. Woda z tej pompowni dostarczana jest do układu filtracji dwustopniowej, realizowanej w filtrach ciśnieniowych, wypełnionych złożami o różnej charakterystyce.

Filtry pierwszego stopnia to filtry piaskowe, przeznaczone głównie do usuwania związków żelaza, wypełnione żwirem o granulacjach: 5-8 mm (4200 kg), 3-5 mm (900 kg), 1,2-2 mm (900 kg) – jest to tzw. warstwa podtrzymująca, a następnie tzw. piaskiem srebrnym o uziarnieniu 0,4-0,8 mm (7050 kg) oraz hydroantracytem o uziarnieniu 0,6-1,6 mm (2000 dm³) – jest to tzw. warstwa filtracyjna.

Drugi stopień filtracji to filtry przeznaczone do usuwania związków manganu jak też i pozostałego żelaza. Wypełnienie warstwy podtrzymującej jest identyczne jak w filtrach pierwszego stopnia (tj. żwir

o granulacji 1,2-8 mm). Właściwa warstwa filtracyjna składa się z materiału filtracyjnego Greensand (5300 kg) oraz hydroantracytu o uziarnieniu 0,6-1,6 mm (2100 dm³).

Filtry posiadają dwupoziomowy rurowo-szczelinowy drenaż filtracyjny – górny z przewodami w układzie równoległym i dolny (z przewodami w formie gwiazdy). Wszystkie filtry charakteryzują się średnicą 2800 mm i wysokością całkowitą 3290 mm.

Przed drugim stopniem filtracji dawkowany jest roztwór nadmanganianu potasu, celem intensyfikacji usuwania związków manganu. Zbiorniki: roztworowy KMnO₄ i dawkowania mają pojemność 500 l. Do płukania filtrów wykorzystywana jest woda uzdatniona pobierana ze zbiorników wody czystej i podawana z pompowni wyposażonej w dwa agregaty pompowe firmy WAFAPOMP

– Warszawa, o wydajności 175 m³/h i ciśnieniu tłoczenia 15 m.

Do dezynfekcji wody stosowany jest wodny roztwór chloru (Cl(HOCl)), dwutlenku chloru (ClO₂) i ozonu (O₃), wytwarzany w generatorze SAL-80, firmy MIOX Corp. oraz podchloryn sodu (NaOCl) wytwarzany w generatorze OXA-100, firmy ITS. Dzienna łączna produkcja mieszaniny utleniającej wynosi 9 kg chloru.

Woda po procesach uzdatniania i dezynfekcji podawana jest przewodami o średnicy 250 mm, do trzech zbiorników wody czystej o pojemności 450 m³ każdy. Zbiorniki w kształcie walca mają średnicę 12 m i wysokość czynną 4 m. Zadaniem zbiorników jest gromadzenie wody w okresie minimalnych rozbiórów i oddawanie jej w okresie maksymalnych rozbiórów wody.



Tabela 3.2.
Wyniki badań jakości wody podawanej do sieci
(Sprawozdanie nr 153/01/2019/F/1, z badań prób wody, 7 stycznia 2019 rok).

Lp.	Oznaczenie	Jednostka	Wyniki badań			Najwyższa dopuszczalna wartość (lub stężenie)
			SUW-1	SP nr 2	ZS nr 2	
Badania fizyko-chemiczne						
1.	Mętność	NTU	0,56	0,24	0,32	1
2.	Barwa (Pt)	mg/dm³	10	9	10	–
4.	Odczyn	pH	6,9	6,8	6,9	6,5-9,5
10.	Żelazo	mg/dm³	0,0084	> 0,004	> 0,004	0,200
11.	Mangan	mg/dm³	> 0,001	> 0,001	> 0,001	0,050
Badania bakteriologiczne						
1.	Liczba bakterii grupy coli	jtk/100 ml	0	0	0	0
2.	Liczba bakterii grupy Escherichia coli	jtk/100 ml	0	0	0	0
3.	Liczba enterokoków	jtk/100 ml	0	0	0	0

Zbiorniki wody czystej współpracują z pompownią IIlo, której zadaniem jest tłoczenie wody uzdatnionej do miejskiej sieci dystrybucji wody. Pompownię IIlo stanowi zestaw hydroforowy ZH-Z wyposażony w osiem pomp firmy LFP Leszno, typu 80PJM200. Wydajność stacji SUW-1 w dobie maksymalnej wynosi 7680 m³/d (320 m³/h), z możliwością maksymalnego chwilowego podania do sieci miejskiej wody w ilości 540 m³/h. Ciśnienie konieczne do wtłoczenia uzdatnionej wody do sieci wodociągowej wynosi 44 m.

Odnosząc się do jakości wody uzdatnionej, należy zwrócić uwagę, że musi ona spełniać wymagania określone przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 roku, w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294). Stężenia najistotniejszych wskaźników jakości wody podawanej do sieci, odniesione do badań ze stycznia 2019 roku, zestawiono w tabeli 3.2. Próbkę do badań zostały pobrane z trzech punktów pomiarowych: ze stacji uzdatniania wody SUW-1, Szkoły Podstawowej nr 2 oraz z Zespołu Szkół nr 2.

Badania jakości wody uzdatnionej prowadzone są codziennie przez pracowników wodociągu, ale tylko w odniesieniu do zawartości żelaza i manganu. Ich wyniki są pozytywne i wskazują na to, że w żadnym przypadku stężenie tych związków nie

przekracza dopuszczalnych norm, które dla manganu wynoszą 0,05 mg/dm³, a dla żelaza 0,2 mg/dm³.

Ocena jakości wody przeznaczonej do spożycia wykonywana jest, na zlecenie spółki, przez akredytowane laboratorium badawcze. Obejmuje ona:

- monitoring parametrów grupy A („monitoring kontrolny”) oraz dodatkowo: enterokoki, żelazo, mangan i twardość
- monitoring parametrów grupy B („monitoring przeglądowy”).

Monitoring prowadzony jest przez cały rok, zgodnie z przyjętym przez spółkę harmonogramem, w ramach którego do analizy wody pobierane jest 29 prób, z czego 26 do oceny parametrów grupy A, a 3 próby do oceny parametrów grupy B.

Analizując wyniki tych badań można jednoznacznie stwierdzić, że woda podawana do systemu dystrybucji nie budzi żadnych zastrzeżeń. Liczba bakterii grupy coli, liczba bakterii Escherichia coli oraz liczba enterokoków (których obecność w wodzie wskazuje na zanieczyszczenie jej odchodami pochodzenia ludzkiego, zwierzęcego albo ściekami) jest zawsze na poziomie równym zero. Spośród wskaźników fizyczno-chemicznych należy zwrócić uwagę na bardzo niskie stężenia żelaza i manganu. Stężenie żelaza nie przekracza 0,01 mg/dm³, co jest wartością dwudziestokrotnie mniejszą od

wartości dopuszczalnej, natomiast stężenie manganu nie przekracza 0,001 mg/dm³ wobec dopuszczalnej wartości 0,05 mg/dm³, co jest wartością pięćdziesięciokrotnie mniejszą od dopuszczalnej. Barwa wody jest na poziomie 10 mg Pt/dm³, a mętność poniżej 1 NTU.

Wynika z tego jednoznaczne stwierdzenie, że jakość wody podawanej do odbiorców nie budzi żadnych zastrzeżeń. Można ją zaliczyć do wód o bardzo wysokiej jakości. Właściwości bakteriologiczne wody nie nakazują jej ciągłej dezynfekcji jednakże, ze względów bezpieczeństwa, od roku 2018, zdecydowano się na stałą dezynfekcję wody, przy użyciu bardzo małych dawek dezynfektantów. Decyzja ta podjęta została ze względu na fakt, że aktualna sieć wodociągowa jest już dość rozbudowana – całkowita długość wynosi już ponad 142 km, nie licząc indywidualnych przyłączy – stan na grudzień 2018 roku). Jako dezynfektanty używana jest mieszanina dwutlenku chloru (ClO₂), ozonu (O₃) i podchlorynu sodu (NaOCl).

Twardość wody jako cecha sanitarna i techniczna jest powszechnie oznaczana we wszystkich rodzajach wód podziemnych. Jednocześnie jest też parametrem najbardziej „zauważalnym” przez odbiorców. Wywołują ją obecne w wodzie rozpuszczone sole wapnia i magnezu, a także żelaza, manganu i innych metali ziem alkalicznych. Twardość wody ma duże znaczenie praktyczne i gospodarcze. Wody zbyt twarde są niekorzystne przy myciu i praniu, zwiększają bowiem zużycie detergentów. Wody zbyt miękkie stwarzają z kolei warunki dla rozwoju procesów korozyjnych sieci i instalacji wodociągowych. Dopuszczalna wartość twardości mieści się w zakresie od 60-500 mg/dm³ (w przeliczeniu na węglan wapnia) – jest to wartość zalecana ze względów zdrowotnych.

fot. 1.
????????????????????
fot. 2.
????????????????????
fot. 3.
????????????????????
fot. 4.
????????????????????



Tabela 3.3.
Twardości wody uzdatnionej, pompowanej do sieci przez SUW-1 w Markach w styczniu 2019 roku.

Jednostka	Wartość maksymalna	Wodociąg Marecki Sp. z o.o.
mg CaCO ₃ /dm ³	500	309
stopień niemiecki (°d)	28	17,3
stopień francuski (°f)	50	30,9
stopień angielski (°e)	35	21,6
mval/l	10	6,18
mmol/l	5	3,09

Ogólnie przyjęta jest następująca klasyfikacja wód w zależności od twardości wyrażonej w stopniach niemieckich:

- < 5 °d – woda bardzo miękka
- 5-10 °d – woda miękka
- 10-20 °d – woda średnio twarda
- 20-30 °d – woda twarda
- > 30 °d – woda bardzo twarda

Zgodnie z tą klasyfikacją woda z Wodociągu Mareckiego Sp. z o.o. zalicza się do wód średnio twardych.

Istnieją dowody na to, że woda twarda jest zdrowsza od wody miękkiej, ponieważ na terenach jej występowania zaobserwowano niższą zapadalność na choroby układu krążenia. Picie wody zbyt miękkiej powoduje wypłukiwanie z organizmu wapnia i magnezu – pierwiastków, które „zmuszają” mięśnie do skurczów, co utrzymuje normalny rytm serca. Ludzie korzystający z wody twardej mają na ogół niższe ciśnienie krwi, powolniejszy rytm serca, oraz niższy poziom cholesterolu od konsumentów wody miękkiej, poza tym ich ciśnienie wraz z wiekiem nie wzrasta.

3.2. Stacja uzdatniania wody SUW-2

Aktualnie kończy się budowa drugiej stacji uzdatniania wody SUW-2, zlokalizowanej w północnej części miasta, przy ul. Spacerowej (dz. ewid. nr 4/3 w obrębie 1-01). Termin oddania obiektu planowany jest na połowę roku 2019. Decyzja o budowie drugiej stacji uzdatniania wody została podjęta w związku z dynamicznym rozwojem miasta i przyrostem ludności. Kierowano się również chęcią zapewnienia efektywniejszej pracy sieci wodociągowej, bowiem miasto posiada specyficzny typ zabudowy, tzn. pas zabudowy głównie mieszkaniowej, o szerokości ok. 800-1000 m i długości prawie 7,5 km, rozciągający się po obu stronach

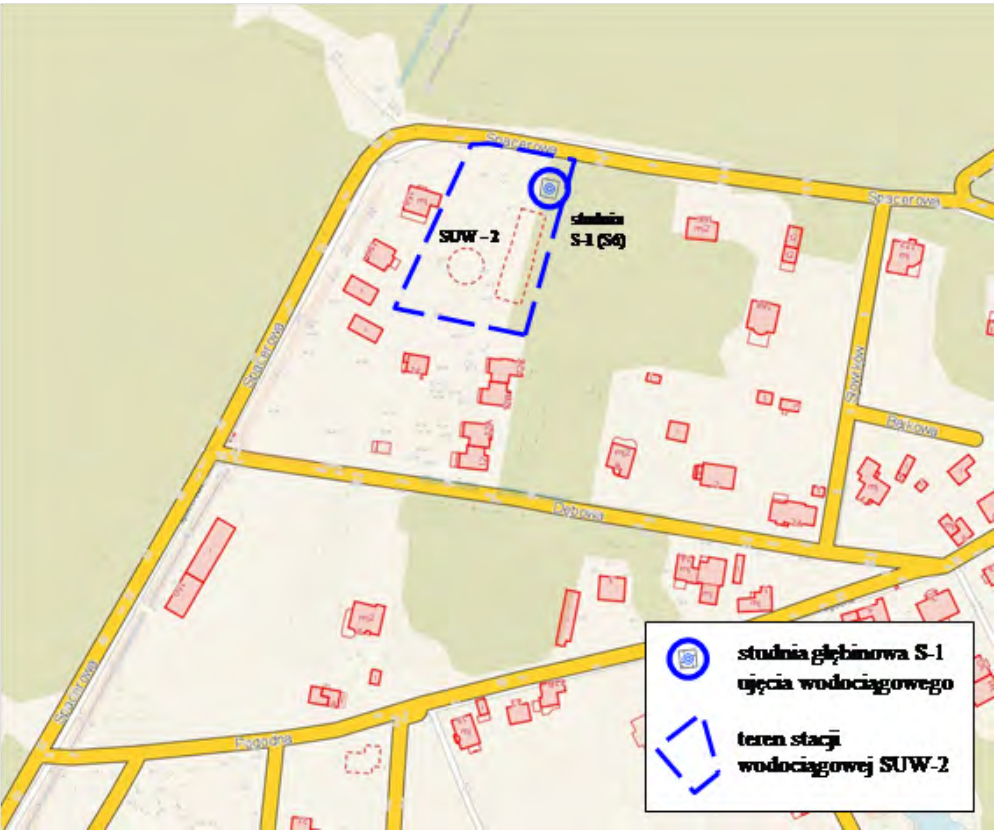


Rys. 3.3.
Usytuowanie stacji uzdatniania wody SUW-2 w Markach.

Na terenie stacji SUW-2 zlokalizowana została studnia głębinowa S-1 (S6), ujmująca wodę z pierwszej i drugiej czwartorzędowej warstwy wodonośnej. Głębokość studni S-1 wynosi 62 m, a jej zaplanowana wydajność eksploatacyjna to 150 m³/h przy depresji 2,74 m i promieniu leja depresji 283 m. Wydajność dopuszczalna studni to 201,3 m³/h. Studnia S-1 wyposażona jest w pompę głębinową firmy Grundfos typu SP-160-1 o parametrach: Q = 150 m³/h, H = 20,5 m i mocy N = 13,0 kW.

W drugim etapie planowane jest wykonanie drugiej studni głębinowej S-1R (S7) o wydajności planowanej 150 m³/h. Łączna planowana wydajność docelowa wyniesie więc 300 m³/h, a dobowa maksymalna 3000 m³/d.

Ujmowana woda nie nadaje się do bezpośredniego użytku dla potrzeb gospodarczych i do picia, ze względu na przekroczenia podstawowych parametrów organoleptycznych i fizykochemicznych, wymaganych w Rozporządzeniu Ministra Zdrowia z 7 grudnia 2017 roku, w sprawie jakości



Rys. 3.4.
Usytuowanie studni głębinowej nr S-1 i stacji uzdatniania wody SUW-2 w Markach.

wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (Dz.U. 2017 poz. 2294), tj. ze względu na ponadnormatywną zawartość żelaza i manganu oraz dużą mętność i barwę. Woda surowa ze studni nr S-1 (S6) charakteryzuje się zmiennym składem chemicznym, określonym w analizie wody – co pokazują próbki wody z badań przeprowadzonych przez firmy POLGEOL (próbka z 17 grudnia 2013 roku oraz 18 grudnia 2013 roku) i NENTECH (próbka z 14 marca 2014 roku).

W związku z tym, do projektu układu technologicznego stacji uzdatniania wody SUW-2 przyjęto następujące uśrednione zawartości związków żelaza, manganu oraz barwę i mętność:

- żelazo Fe 2,58 mg/l
- mangan Mn 0,204 mg/l
- barwa 11 mg/l Pt
- mętność 20 NTU
- oraz:
- amoniak NH₃ 0,56 mg/l
- odczyn pH 7,4
- zapach słabo gnilny (z1G).

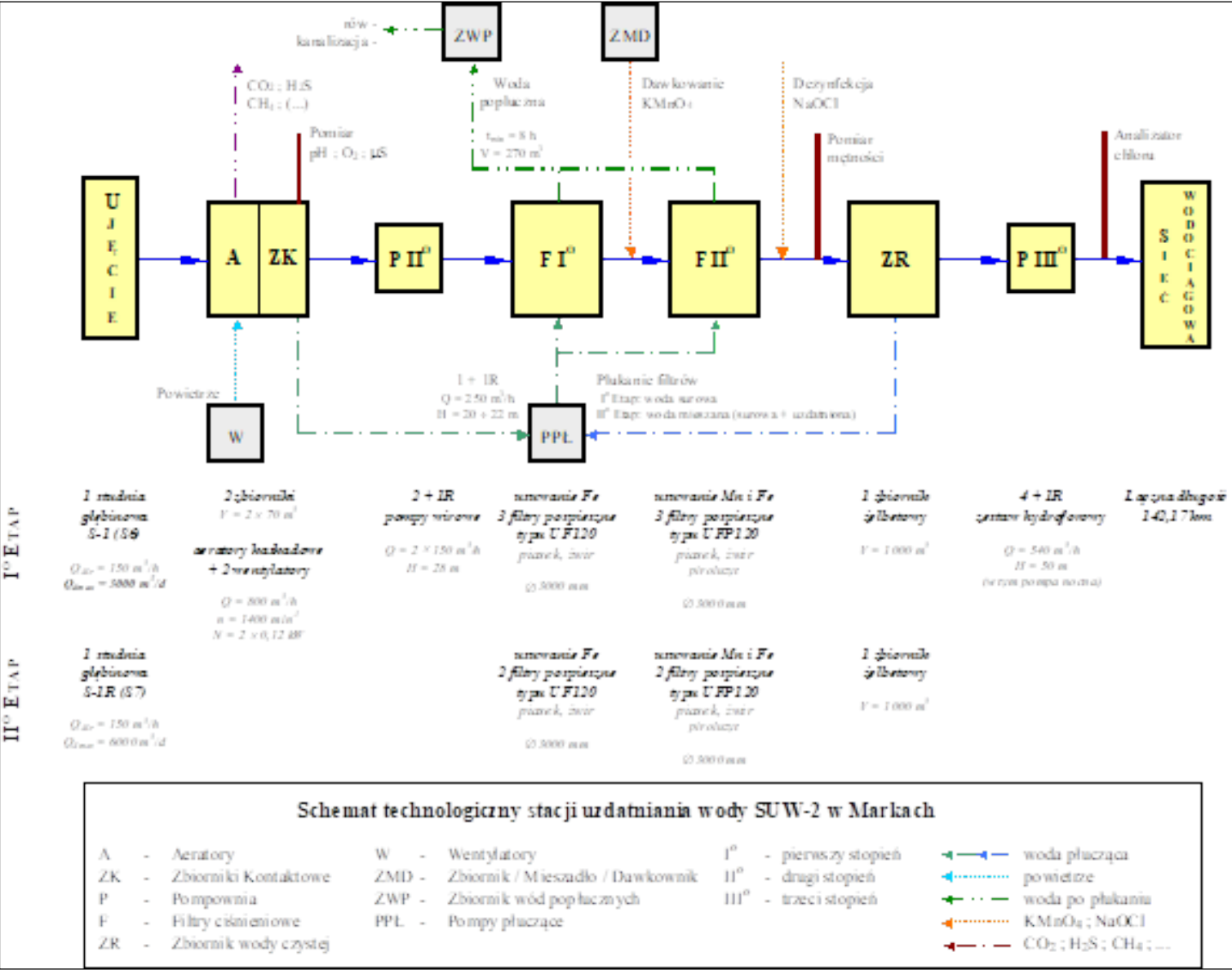
Dobry proces technologiczny uzdatniania ma za zadanie poprawę powyższych parametrów wody surowej, co najmniej do wartości wymaganych cytowanym powyżej rozporządzeniem. Pozostałe parametry wody surowej spełniają zawarte w rozporządzeniu wymagania.

Wskaźniki zanieczyszczeń	Jednostka	Stężenia zanieczyszczeń – na podstawie:			Dopuszczalne stężenia zanieczyszczeń w wodzie uzdatnionej
		POLGEOL		NENTECH	
		17.12.2013.	18.12.2013.	14.03.2014.	
Barwa	mg Pt/l	15	10	26	-
Mętność	NTU	10	9,2	0,55	1
pH	-	7	7,5	-	6,5÷9,5
Twardość og.	mg CaCO ₃ /l	250	251	-	60÷500
Żelazo	mg Fe/l	2,63	2,67	2,66	0,2
Mangan	mg Mn/l	0,193	0,191	0,430	0,05
Jon amonowy	mg NH ₄ /l	0,46	0,45	-	0,5
Azotany	mg NO ₃ /l	< 1	< 1	-	50
Azotyny	mg NO ₂ /l	< 0,010	< 0,010	-	0,5

Tabela 3.4.
Stężenia najważniejszych wskaźników zanieczyszczeń w wodzie ujmowanej ze studni S-1 (S6), na podstawie badań firm „POLGEOL” oraz „NENTECH S.c.”



Rys. 3.5.
Schemat technologiczny stacji uzdatniania wody SUW-2 w Markach.



- układu filtracji I^o, składającego się z trzech filtrów ciśnieniowych $\varnothing 3000 \text{ mm}$ pospiesznych typ UF120, ze złożem mineralnym do usuwania związków żelaza (I etap – 3 szt., II etap – dodatkowo 2 szt.)
- układu filtracji II^o, składającego się z trzech filtrów ciśnieniowych $\varnothing 3000 \text{ mm}$ pospiesznych typ UFP120, ze złożem katalitycznym do usuwania związków manganu i pozostałego żelaza (I etap – 3 szt., II etap – dodatkowo 2 szt.)
- układu do aktywacji złoża katalitycznego za pomocą nadmanganianu potasu KMnO₄, wraz ze zbiornikiem magazynowym, mieszadłem i dozownikiem
- układu dezynfekcji do wytwarzania podchlorynu sodu NaOCl przy użyciu elektrolizera na bazie soli kuchennej (wraz z układem awaryjnym)
- osuszacza powietrza dla hali filtrów i pompowni
- układu do pomiaru mętności, zainstalowanego na rurociągu podającym wodę uzdatnioną do zbiorników wody czystej
- analizatora chloru, zainstalowanego na rurociągu podającym wodę uzdatnioną do sieci wodociągowej
- żelbetowego zbiornika wód po płukaniu filtrów, o pojemności $V = 270 \text{ m}^3$, z ich odprowadzeniem do rowu i opcjonalnie

do kanalizacji sanitarnej, współpracującą z pompą o wydajności $Q = 20 \text{ l/s}$ i wysokością podnoszenia $H = 4,0 \text{ m}$. Uzdatniona woda gromadzona jest w żelbetowym zbiorniku retencyjnym o pojemności $V = 1000 \text{ m}^3$. W drugim etapie budowy przewidywana jest budowa drugiego zbiornika, również o pojemności $V = 1000 \text{ m}^3$. Woda do miejskiej sieci wodociągowej podawana jest za pomocą układu pomp sieciowych III^o (4 szt. + 1 rezerwowa), o łącznej wydajności $Q = 540 \text{ m}^3/\text{h}$ i wysokości podnoszenia $H = 50 \text{ m}$. Zestaw wyposażony jest w pompę nocną.

Wstępne usuwanie zanieczyszczeń przewiduje się poprzez intensywne napowietrzanie kaskadami napowietrzającymi zamontowanymi na płycie górnej projektowanego zbiornika wody surowej. Wstępny poziom natlenienia wynosi ok. 8 mg O₂. W zbiorniku wody surowej następuje rozpoczęcie procesu utleniania związków żelaza i manganu, zawartych w wodzie surowej oraz odgazowanie lotnych związków takich jak: siarkowodor, dwutlenek węgla. Odprowadzenie gazów ze zbiornika kontaktowego realizowane jest z wykorzystaniem dwóch wentylatorów wyciągowych o wydajności $Q_{max} = 800 \text{ m}^3/\text{h}$, $n = 1400 \text{ obr./min}$ i $N = 2 \times 0,12 \text{ kW}$, zamontowanych na aeratorach kaskadowych. Przyjęto czas reakcji (kontaktu) w zbiorniku wody surowej, dla przepływu maksymalnego (II etap), na około 28 minut. Następnie przy pomocy zestawu pomp międzyoperacyjnych Ilo woda, ze zbiornika wody surowej, skierowana jest do procesu dwustopniowej filtracji (docelowo na pięciu filtrach typu UF120 – ze złożem piaskowym i pięciu filtrach UFP120 – ze złożem piaskowym oraz wsadem katalitycznym). Jedna warstwa filtracyjna (piroluzyt) na filtrze UFP posiada właściwości katalityczne, które reaktywowane są poprzez dodawanie utleniającego środka chemicznego. Przewidziano dozowanie roztworu nadmanganianu potasu KMnO₄ po I^o uzdatniania przed ciągiem filtrów II^o. Dozowanie odbywa się w sposób ciągły. Na filtrze ciśnieniowym UFP, w trybie pracy, następuje usuwanie związków manganu.

Woda przefiltrowana po urządzeniach uzdatniających może być stale lub okresowo (zgodnie z zaleceniami Sanepidu), dezynfekowana roztworem NaOCl, uzyskanym w procesie elektrolizy soli kuchennej z urządzenia zamontowanego w miejscu dozowania. W I etapie, w normalnym trybie pracy SUW-2, płukanie jednego filtra UF 120 lub UFP 120 odbywa się przy użyciu wody surowej – przy zatrzymaniu produkcji na pozostałych filtrach. W II etapie, w przypadku, gdy na czas płukania danego filtra przewiduje się pracę pozostałych filtrów, przy ograniczonej pojemności zbiornika kontaktowego (reakcji), przewiduje się zastosowanie płukania wodą zmieszaną, tj. zmniejszenie poboru wody surowej z $250 \text{ m}^3/\text{h}$ na $150 \text{ m}^3/\text{h}$

i uzupełnienie wodą uzdatnioną z zestawu pomp sieciowych, w ilości $100 \text{ m}^3/\text{h}$. Płukanie każdego filtra odbywa się oddzielnymi pompami płuczącymi ($Q_{płuk} = 250 \text{ m}^3/\text{h}$). Przewiduje się płukanie filtrów minimum raz na dwie doby. Ostateczny cykl płukania filtrów zostanie ustalony w czasie rozruchu technologicznego. Wymagana ilość wody do płukania filtra I^o i II^o wynosi:

- płukanie wsteczne: $Q = 250 \text{ m}^3/\text{h}$ przez 8 min.
- dopłukiwanie: $Q = 143 \text{ m}^3/\text{h}$ przez 5 min.

Ilość wód po płukaniu jednego filtra wynosi 45 m^3 (przy płukaniu wstecznym 33 m^3 , przy dopłukiwaniu 12 m^3). Przewiduje się maksymalnie płukanie raz na dobę zespołu pięciu filtrów I^o lub II^o (okres docelowy – II etap). W jednym cyklu płukania,

ilość wód po płukaniu będzie wynosiła 135 m^3 . Wody po płukaniu odprowadzane będą do odстойnika o pojemności $V = 270 \text{ m}^3$, zlokalizowanego wewnątrz budynku SUW. Praca urządzeń stacji jest całkowicie zautomatyzowana i nie wymaga stałej obsługi a jedynie dozoru. Sterowanie odbywa się z szafy sterowniczej. Magazynowanie produktów chemicznych, potrzebnych dla pracy urządzeń uzdatniających, przewidziano w oddzielnym pomieszczeniu reagentów.

fot. 1.
????????????????????
fot. 2.
????????????????????

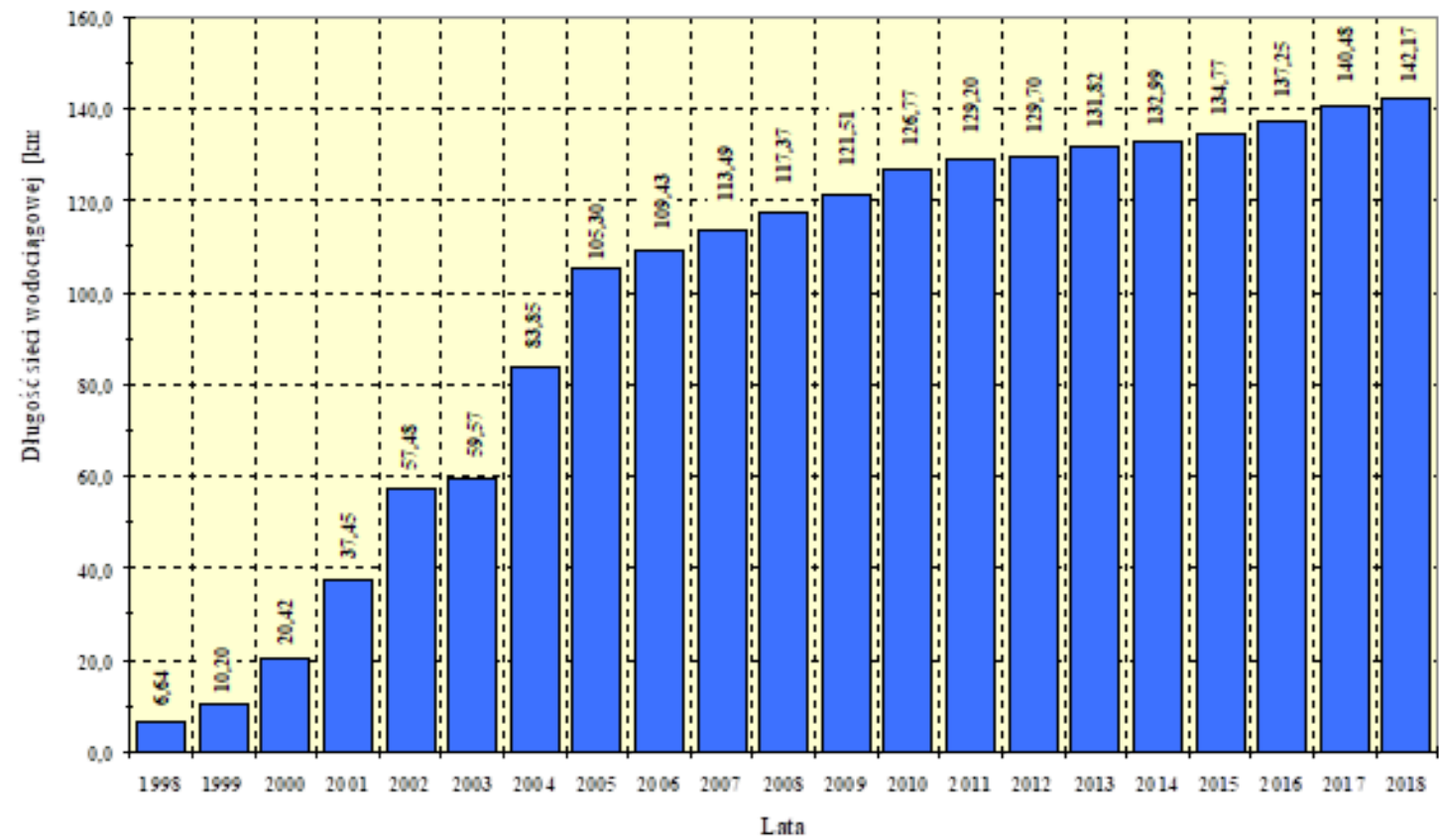


3.3. System dystrybucji wody

Woda uzdatniona, ze stacji SUW-1, podawana jest do miasta przewodem tranzytowym o średnicy 400 mm, wyposażonym w urządzenie do pomiaru natężenia przepływu i ciśnienia. Przewód ten, po wyjściu ze stacji wodociągowej, rozdziela się na dwa przewody o średnicy 250 mm. Woda uzdatniona, ze stacji SUW-2, wprowadzana jest do sieci wodociągowej przewodem o średnicy 450 mm, wyposażonym w urządzenie do pomiaru natężenia przepływu i ciśnienia. Przewód ten stanowi fragment magistrali wodociągowej o średnicy 315 mm, pełniącej jednocześnie funkcję przewodu rozdzielczego, a jego zadaniem jest umożliwienie wprowadzenia wody do całej sieci wodociągowej miasta. Aktualnie zrealizowany jest odcinek o długości 950 m i średnicy 315 mm, zlokalizowany



Rys. 3.6.
Wzrost długości sieci wodociągowej w latach 1998-2018.



w ul. Spacerowej, na odcinku od SUW-2 do skrzyżowania ul. Spacerowej z ul. Legionową. W kolejnych latach planowane jest wykonanie dalszej części magistrali, o długości 700 m, w ul. Legionowej oraz odcinek obejmujący ulice: Modrzewiowa-Sobieskiego-Karłowicza, o długości 410 m.

Rozpatrując cały okres działalności spółki, tj. lata 1998-2018, można zauważyć ciągły wzrost długości sieci wodociągowej. Łączna długość sieci, na koniec roku 2018, to 142,17 km. Sieć wodociągowa wykonana jest w ponad 97% z rur polietylenowych typu PEHD. Pozostałe przewody wykonane są z PVC i żeliwa sferoidalnego (ok. 2,8%, tj. ok. 4 km). Strukturę sieci wodociągowej, z punktu widzenia zastosowanych materiałów, należy ocenić zdecydowanie pozytywnie biorąc pod uwagę niezawodność działania systemu wodociągowego.

Biorąc pod uwagę dane z 2006 roku można stwierdzić, że jednostkowa długość sieci wodociągowej wynosiła ok. 4,9 m/1 mieszkańca. Wskaźnik ten w roku 2018 wyniósł 4,3 m/1 mieszkańca. Świadczy to

o zrównoważonym rozwoju sieci wodociągowej w stosunku do wzrostu liczby mieszkańców w mieście. Jest to wartość kształtująca się na porównywalnym poziomie z innymi miastami o podobnej liczbie mieszkańców.

3.4. Zużycie wody

Od chwili powstania Wodociągu Mareckiego, obserwuje się ciągły wzrost produkcji i sprzedaży wody. Jest to spowodowane, z jednej strony, rozwojem miasta, a z drugiej strony, bardzo intensywną rozbudową systemu wodociągowego. Analizując rysunek 3.8 można zauważyć, że początkowa produkcja wody w roku 1999 wyniosła nieco ponad 300 tys. m³/a, aby w 2018 osiągnąć wartość blisko 1,8 mln m³/a. Oznacza to, że w przeciągu 20 lat nastąpił ponad 5,5-krotny wzrost produkcji. Można przypuszczać, że poziom 2 mln m³/a zostanie osiągnięty w 2021 roku.

Sprzedaż wody w ciągu 20 lat wzrosła od ok. 172 tys. m³/a, w roku 1999 do ok. 1,565 mln m³/a w roku 2018. Udział niesprzedanej wody z tytułu: błędów pomiarowych, nielegalnego poboru wody, poboru wody

na cele pożarowe, płukania sieci, zasilania źródeł ulicznych, awarii wodociągowych w stosunku do ilości wody wpompowanej do sieci był zmienny w latach. I tak, np. w roku 2009 wyniósł 14%, a w roku 2017 – 6%.

Odbiorcami wody są, uogólniając: gospodarstwa domowe (tj. odbiorcy indywidualni i spółdzielnie mieszkaniowe), przemysł i cele pozostałe (jak np. usługi i handel, szkolnictwo, kultura i służba zdrowia).

fot. 1.
????????????????????
fot. 2.
????????????????????

