

**MODERNIZACJA STACJI UZDATNIANIA
WODY „DRWĘCA – JEDWABNO”
W LUBICZU
Jednostka organizacyjna
TORUŃSKICH WODOCIĄGÓW SP. Z O.O.
z siedzibą w TORUNIU**

Modernizacja Stacji była wykonywana w ramach jednego z kontraktów
Projektu „Gospodarka wodno-ściekowa na terenie miasta Torunia”.

Wykonawcy kontraktu:

Hydrobudowa S.A. Gdańsk – Lider Konsorcjum

INSTAL Białystok S.A. Białystok

B&W Usługi Ogólnobudowlane Bożena Dzikowska Pruszcz Gdański

Okres realizacji 17.11.2004 – 17.04.2007

Wartość kontraktu: ok. 11 mln. Euro

z tym, że ze środków Unii Europejskiej sfinansowano 60% kosztów.

**OPIS MODERNIZACJI SUW „DRWĘCA-
JEDWABNO”**

1.0 WPROWADZENIE W TEMATYKĘ OPRACOWANIA

a). Problem

Nie odpowiednia jakość wody uzdatnianej wyrażająca się:

- nie akceptowalnym przez odbiorcę smakiem i zapachem;
- formowaniem się trihalometanów (THM) w rezultacie chemicznej reakcji chloru i prekursorów;
- niesatysfakcjonującym poziomem usuwania żelaza, manganu, materii organicznej i mętności.

b). Cel modernizacji

- Poprawa jakości uzdatnianej wody ujmowanej z rzeki Drwęcy poprzez zaproponowanie modernizacji technicznej w oparciu o wykonane badania technologiczne na stacji pilotowej. Ocena ich wskazuje na konieczność intensyfikacji modernizacji obiektów i rozszerzenia procesów uzdatniania. Proponowane procesy zapewniają wyeliminowanie nieprzyjemnych zapachów wody, znacznego zintensyfikowania usuwania związków organicznych i wyeliminowania tworzenia THM-ów.
- Dostosowanie jakości wody uzdatnionej do Dyrektywy Rady Unii Europejskiej 98/83/EEC z 3 listopada 1998r. „O jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi”

c). Spodziewane efekty

- Wysoka redukcja związków organicznych, wyrażająca się istotnym obniżeniem zawartości węgla organicznego (TOC), ChZT-Cr, ChZT-Mn oraz barwy wody;
- Zminimalizowanie tworzenia się THM w wodzie po dezynfekcji; całkowite pozbawienie wody nieprzyjemnego smaku i zapachu oraz ogólna poprawa wskaźników organoleptycznych wody, czyniącej jej jakość akceptowalną przez konsumenta;
- Znaczne obniżenie ilości manganu;
- Uzyskanie stabilnych dla sieci dystrybucyjnej parametrów wody czystej.

Celem modernizacji po dokonaniu identyfikacji i rozpoznaniu problemu, jakim była nieodpowiednia jakość wody uzdatnionej wyrażająca się:

- Nie akceptowalnym przez odbiorcę smakiem i zapachem;
- Formowaniem się trihalometanów, które są kancerogenne;
- Niesatysfakcjonującym poziomem usuwania manganu, mętności i materii organicznej;

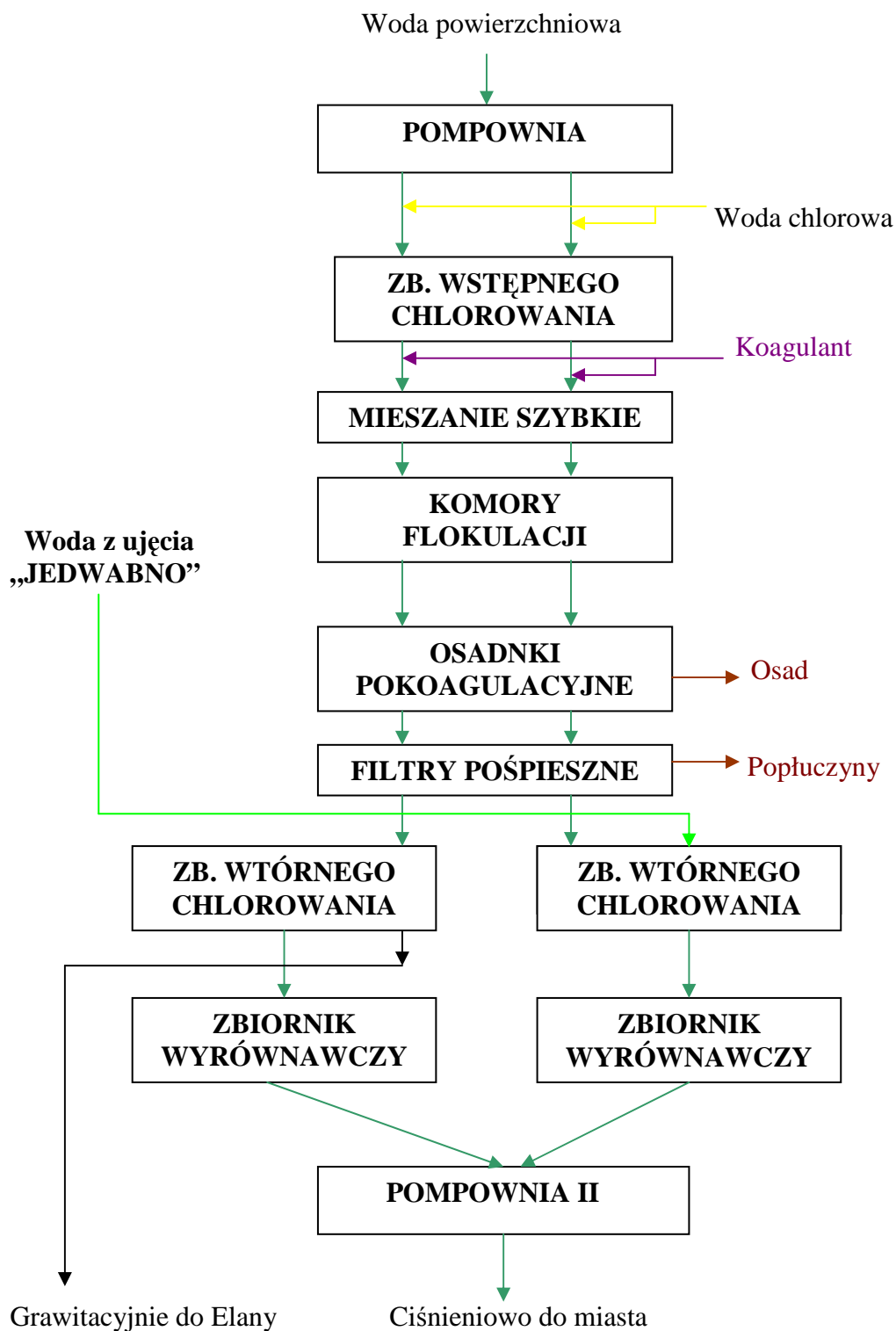
było osiągnięcie poprawy jakości wody uzdatnionej ujmowanej z rzeki Drwęcy łącznie ze spełnieniem wymogów Dyrektywy Unii Europejskiej 98/83/EEC z 3.11.98r. Z oceny dotychczasowych działań modernizacyjnych, które dotyczyły głównie optymalizacji jednostkowych procesów uzdatniania bądź ich części wynika, iż takie działanie mimo ponoszonych nakładów przynosiły efekty ale nie rozwiązywały problemu całościowo, gdyż po pewnym czasie jeszcze bardziej uwidaczniały się problemy na kolejnym obiekcie czy urządzeniu. Dlatego też mając na uwadze fakt, iż ujmowanie wody powierzchniowej a następnie jej uzdatnienie do celów pitnych wiąże się z ryzykiem wystąpienia zmian nagłych tak w czasie jak i wielkości parametrów fizykochemicznych lub bakteriologicznych, koniecznością staje się takie przystosowanie stacji uzdatniania wody, aby sprostała tym wymogom.

Stacja uzdatniania wody „Drwęca” w Lubiczu, zaopatrująca w wodę pitną mieszkańców Torunia od szeregu lat borykała się z wieloma problemami techniczno – eksploatacyjnymi decydującymi o jakości wody.

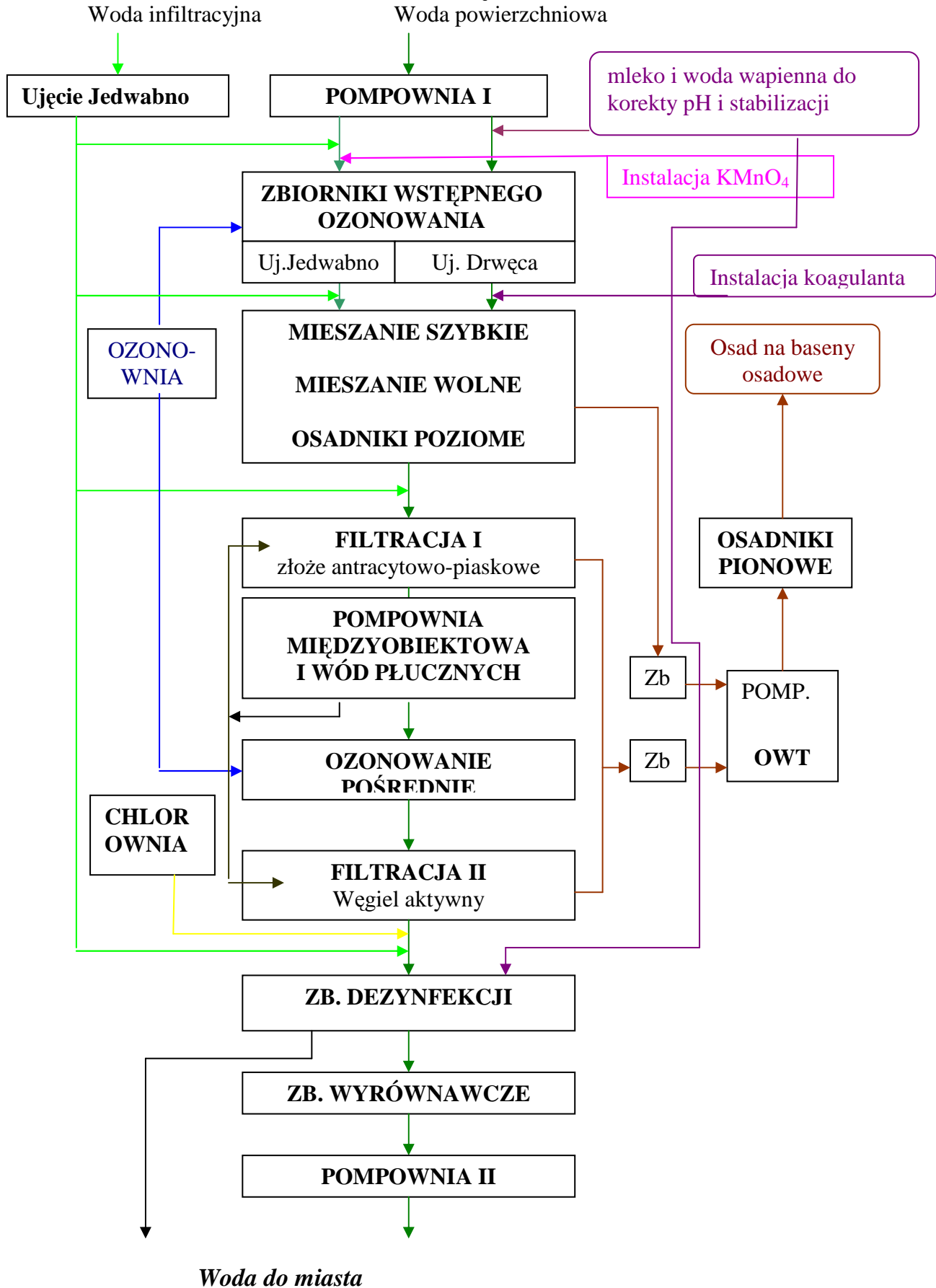
Na podstawie dokonanych analiz, ocen, testów i badań technologicznych łącznie z dogłębnym poznaniem nurtujących stację problemów eksploatacyjnych zaproponowano kompleksową modernizację techniczno – technologiczną SUW „Drwęca” w Lubiczu. Przewidywana modernizacja możliwa była ponadto do zrealizowania bez konieczności wstrzymywania podawania wody do sieci dystrybucyjnej. Uzdatnianie polegało na poddawaniu wody działaniu intensywnego procesu chemiczno – fizycznego, który musi ulec dalszej intensyfikacji i modernizacji, poprzez użycie ozonu jako środka utleniającego, adsorpcji na węglu aktywnym, stabilizacji i dezynfekcji dwutlenkiem chloru. Proponowane rozwiązanie oparte jest na badaniach, które prowadzone były na stacji pilotowo – badawczej. Ich wyniki przedstawione są w dalszej części pracy a osiągnięte parametry jakościowe wody produkowanej spełniają wymagania jakościowe wymienione w Dyrektywie 98/83/EEC.

Mając to wszystko na uwadze zaproponowano modernizację techniczną obecnej stacji opartą na koniecznej intensyfikacji i optymalizacji istniejących obiektów i urządzeń i rozszerzeniu procesów uzdatniania. Zakres modernizacji przedstawiają poniższe schematy blokowe obrazujące stan istniejący i po modernizacji.

UPROSZCZONY SCHEMAT STACJI UZDATNIANIA WODY SUW „DRWĘCA” PRZED MODERNIZACJĄ



SCHEMAT BLOKOWY SUW „DRWECA” PO MODERNIZACJI



2. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA STANU UJĘCIA WODY „DRWĘCA” PRZED MODERNIZACJĄ

Zlecenie o utworzeniu ujęcia wody powierzchniowej i stacji uzdatniania w Lubiczu zostało wydane w roku 1978. Wysoki pobór wody, oczekiwany wzrost ekonomiczny Torunia i brak informacji o źródłach wód gruntowych doprowadziły do budowy ujęcia i stacji uzdatniania o wydajności 156000 m³ na dobę.

Ujęcie usytuowane jest bezpośrednio przy rzece Drwęcy. Nie jest ono wyposażone w zbiorniki wody surowej ani zbiorniki konserwacyjne, przez co system jest bardzo czuły na potencjalne negatywne wahania jakości wody powierzchniowej.

Przyjęta technologia uzdatniania wody jest typowa i akceptowalna dla tamtych lat, a składa się z:

- Chlorowania wstępnego (chlor gazowy)
- Koagulacji / flokulacji / sedymentacji
- Filtracji pośpiesznej
- Chlorowania wtórnego – dezynfekcji (chlor gazowy)

System został zaprojektowany w ten sposób, by usuwać zawiesinę i zanieczyszczenia koloidalne poprzez utlenianie, sedymentację i filtrację, dając w rezultacie czystą bakteriologicznie wodę pitną. Dezynfekcję przeprowadza się z powodów bezpieczeństwa i w celu przeciwdziałania rozwojowi bakterii w systemie dystrybucyjnym.. Po zleceniu budowy ujęcia wody powierzchniowej i stacji uzdatniania tejsze wody okazało się, że jakość wody surowej czerpanej z rzeki Drwęcy jest nie do zaakceptowania przy tej technologii uzdatniania, a zwłaszcza zawartość bakterii i materii organicznej jest zbyt wysoka. Mogło to być wynikiem zbyt późnej budowy oczyszczalni ścieków w miastach położonych wzdłuż Drwęcy. Położono nacisk na dostarczanie bezpiecznej pod względem bakteriologicznym wody przez zwiększenie dawki chloru. Wysoka zawartość materii organicznej i niekompletne utlenianie oznacza nieskuteczne procesy oczyszczania i filtracji, a zatem daje w konsekwencji wysokie stężenie zanieczyszczeń w wodzie uzdatnionej. Poza tym substancje organiczne przeszkadzają w usuwaniu żelaza i manganu przez peptyzację. Obecność amoniaku i chloru w wodzie z kranu wskazuje, że może się tworzyć dwuchloramina, zwiększając nieprzyjemny zapach i smak.

Praktycznie rzecz biorąc, THM, materia organiczna, żelazo i mangan są obecnie w niedopuszczalnie dużych ilościach. Aktualnie eksploatowany układ technologiczny uzdatniania wody surowej stworzył warunki dla:

- Formowania się trihalometanów (THM) w rezultacie chemicznej reakcji chloru i prekursorów organicznych. Trihalometany stwarzają problemy, ponieważ są rakotwórcze,
- Wysokiego zagęszczenia materii organicznej, manganu i żelaza, dającego nieakceptowalny przez odbiorców smak i zapach,
- Rozwoju bakterii w systemie dystrybucyjnym, pociągający za sobą problemy ze smakiem i zapachem,
- Niekorzystnego wpływu na ludzkie zdrowie.

W przeciągu minionych lat podejmowano kroki, mające na celu poprawę jakości wody surowej i procesów uzdatniania, jak również zaopatrzenie miast nad Drwęcą i nad jej dopływami w oczyszczalnie ścieków. Ich finalizacja nastąpiła w 1993r, co dało się zauważyć w wyraźnej redukcji rzecznych zanieczyszczeń bakteriologicznych. Jednakże

redukcja ta nie była wystarczająca dla stacji uzdatniania. Poprawki mające na celu zwiększenie skuteczności koagulacji nie spełniły swego zadania z powodu składu materii organicznej. Związki humusowe okazały się być biologicznie i chemicznie niezmiennie. Jednakże udało się osiągnąć znaczącą, – choć niewystarczającą – redukcję trihalometanów, a w szczególności chloroformu.

Woda pochodząca z rzeki Drwęcy nie jest uzdatniana w sposób wymagany przez Dyrektywę Rady 98/83/EEC i Rozporządzenie Min. Zdrowia z 4.09.2000r. (Dz. U. Nr 82).

Woda, która trafia do kranów, w niektórych częściach Torunia nie jest akceptowalna przez konsumentów z powodu smaku, zapachu i wysokiej mętności. Z uwagi na lokalizację tych części miasta można dojść do wniosku, że problem jest w nieskuteczności technologii SUW „Drwęca” w Lubiczu. Założenie to potwierdzają analizy wody produkowanej w stacji uzdatniania, wskazujące, że smak, zapach i mętność wody spowodowane są wysoką utlenialnością jak i poziomem manganu, żelaza i ilości bakterii w wodzie czerpanej. Zawartość tych parametrów jest zbyt duża, aby aktualnie stosowana technologia uzdatniania mogła być skuteczna z powodu wytwarzania się THM-ów i niesatysfakcjonującego usuwania żelaza, manganu i mętności, jak również nie akceptowalnego smaku i zapachu.

Dostawa czystej wody pitnej powinna być:

- czysta pod względem higienicznym,
- wolna od koloru i mętności,
- nie posiadać zawiesiny,
- mieć odpowiednią twardość,
- przez cały czas być dostarczana w wystarczających ilościach.

Komentarz na temat jakości wody surowej

Lata 1975-1976 wykazały, że klasyfikacja wód utrzymywała się na granicy klas II i III. Wartości III-klasowe w tych latach osiągały wskaźniki zawiesiny i azotu organicznego. Pod koniec lat siedemdziesiątych zanotowano stopniowe pogarszanie się jakości wód. Sukcesywnie wzrastał procentowy udział wód pozaklasowych. Wskaźnikami o najwyższym poziomie zanieczyszczenia były zawiesina, fosforany i miano Coli. W roku 1980 wystąpiły znaczne opady deszczu, podnosząc poziom wszystkich wód powierzchniowych. Wyniki badań z tego roku wykazały bardzo poważny wzrost zanieczyszczenia, do wartości pozaklasowych na całej długości. Przyczyną wzrostu zanieczyszczenia wód Drwęcy w regionie był masowy spływ zanieczyszczeń przestrzennych z terenów upraw rolnych. Przykładowo duże stężenia zawiesiny ogólnej, azotu organicznego a także stosunkowo wysokie BZT₅ są odzwierciedleniem warunków zlewni, terenu w przeważającej części rolniczego o dużym spływie materii organicznej i mineralnej. W tym okresie na przestrzeni lat od uruchomienia ujęcia wody w Lubiczu obserwowano gwałtowne pogarszanie się stanu czystości Drwęcy, w swoim tempie i zakresie miała charakter bezprecedensowy w odniesieniu do obszarów rezerwatowych objętych ochroną prawną. Przyczyny takiego stanu rzeczy to nie oczyszczone bądź niedostatecznie oczyszczone ścieki komunalne z miast i osiedli położonych wzdłuż Drwęcy, intensyfikacja produkcji rolnej, w tym szczególnie uprzemysłowiona hodowla zwierząt dająca w efekcie skoncentrowane duże dawki gnojowicy obciążonej bakteriologicznie. W latach 80-tych utrzymywała się wysoka pozaklasowa jakość wód. Systematyczne pogarszanie się jakości wód Drwęcy widoczne jest dla kształtowania się stężeń średniorocznych, np. fosforanów na przestrzeni lat 1980-1993r nastąpił ponad

100% wzrost. Poziom stężenia fosforanów w wodach powierzchniowych jest miarą ilości i jakości odprowadzanych ścieków głównie komunalnych, infiltracji wód z terenów rolniczych, gdzie stosuje się znaczne ilości nawozów fosforowo-azotowych (wówczas województwo Toruńskie znajdowało się na 3 miejscu w kraju pod względem zużycia nawozów sztucznych na 1 hektar użytków rolnych). Najwyższe wartości stężeń związków fosforu obserwowano na przełomie lat 80 i 90-tych, kiedy stężenia średnioroczne utrzymywały się na poziomie III klasy czystości. Wówczas to osiągnęły najwyższe wartości bezwzględne stężeń fosforanów a także szeregu innych zanieczyszczeń (BZT₅, azot ogólny, ekstrakt eterowy, chlorofil „a”). W latach tych zwiększył się zakres analizowanych wskaźników, uzupełniających obraz jakości wód rzeki. W ogólnej klasyfikacji dużego znaczenia nabrały azotyny i fosfor ogólny, które w odniesieniu do ówczesnej normy bardzo często przekraczały obowiązujące normatywy. Jednakże należy podkreślić, że natlenienie, stężenie związków mineralnych (chlorki, siarczany, związki rozpuszczone), stężenie metali ciężkich, nigdy nie przekroczył granicy I klasy. Wskaźnik BZT₅ jak również utlenialności przez wielolecia utrzymywały się na poziomie I/II klasy. W tym okresie ujmowana woda pod względem fizyko-chemicznym należy do II klasy, niekiedy III klasy czystości z uwagi na następujące parametry: zapach, fosforany, ChZT-Cr, chlorofil „a”, ekstrakt eterowy, mangan a sporadycznie BZT₅, tlen, ChZT-Mn, fenole, ołów. Woda ujmowana zawiera znaczne ilości związków organicznych nietoksycznych trudnych do usunięcia przy zastosowanej prostej technologii uzdatniania. Wśród nich znajdują się prekursorzy utworzonych przez chlorowanie trihalometanów. Pod względem bakteriologicznym wodę z rzeki Drwęcy można było zakwalifikować do II bądź III klasy czystości a pod względem hydrobiologicznym do II klasy. Jakość wody w pobliżu ujęcia zatokowego charakteryzuje się występowaniem w niej przede wszystkim:

- Związków uciążliwych, które nie są toksyczne, ale wymagają obróbki technologicznej,
- Związków wskaźnikowych zanieczyszczeń (ChZT-Cr, ChZT-Mn, BZT₅, ekstrakt eterowy, OWO, chlorofil),
- Związki biogenne (związki fosforu i azotu),
- Zanieczyszczenia i domieszki organiczne (substancje humusowe, związki azotu organicznego).

Od lat 90-tych jakość wody z rzeki Drwęcy ulega poprawie (zwrot w kierunku poprawy w r. 90-tych, a zdecydowany przełom od roku 1992, kiedy proces degradacji wód został zatrzymany). Nastąpiła radykalna poprawa stanu sanitarnego Drwęcy. Zawiesina, która często nie mieściła się w klasyfikacji wód powierzchniowych zaczęła się mieścić w I klasie. Choć niektóre parametry mieszczą się II lub III klasie czystości to procentowy udział wyników przynależnych do tych klas systematycznie się obniża. Oczyszczalnie ścieków, które zostały oddane do eksploatacji w dorzeczu Drwęcy przyczyniły się do poprawy jakości wody w rzece. Właśnie poprawa jakości wód jest efektem nakładów inwestycyjnych na gospodarkę wodno-ściekową, głównie na budowę oczyszczalni ścieków komunalnych w zlewni oraz załamaniu się produkcji przemysłowej w okresie przemiany ustrojowej kraju.

W roku 2000 ujmowana woda z rzeki Drwęcy pod względem parametrów fizyko-chemicznych należy do II klasy czystości z uwagi na następujące parametry: **fosforany, fosfor ogólny, związki manganowe, niekiedy ChZT-Cr, ChZT-Mn, azotyny, własności organoleptyczne (zapach)**. Przynależność do III klasy sporadyczna z uwagi na podwyższoną zawartość **fosforanów, fosforu ogólnego, manganu i azotynów**. Woda ujmowana zawiera **znaczną zawartość związków organicznych** – nietoksycznych trudnych do usunięcia przy zastosowaniu prostej, typowej dla lat 70-tych technologii uzdatniania wód powierzchniowych. Wśród nich znajdują się prekursorzy utworzonych w

wyniku chlorowania wody – trihalometanów. Pod względem bakteriologicznym - II , III klasa czystości (miano Coli typu fekalnego). Pod względem hydrobiologicznym - II klasa czystości (wskaźnik saprobowości sestonu, chlorofil „a”) sporadycznie III klasa czystości (chlorofil „a”). W wyniku porównania jakości wody surowej z **przepisami Unii Europejskiej** należy stwierdzić, że parametrami często odbiegającymi od tych normatywów są: **związki manganowe, fosforany, liczba bakterii grupy Coli typu kałowego, a sporadycznie ChZT-Cr**. Należy oczekiwać, że kolejne lata nie przyniosą istotnych zmian w stanie czystości wód Drwęcy. Wynika to ze stosunkowo stabilnej sytuacji w zakresie gospodarki wodno-ściekowej oraz stałego i znaczącego udziału sektora rolniczego w przestrzennym zanieczyszczeniu wód powierzchniowych.

3. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTÓW I URZĄDZEŃ SUW „DRWĘCA” PRZED MODERNIZACJĄ

Rys historyczny ujęcia wody powierzchniowej

W związku z licznymi opiniami o niemożliwości rozbudowy ujęć gruntowych na terenie miasta Torunia postanowiono rozwiązać sprawę deficytu wody poprzez wykorzystanie wód rzeki Drwęcy należącej w latach 60-tych do jednej z najczystszych rzek w Polsce.

Ujęcie wody „Drwęca” miało w całości pokrywać zapotrzebowanie na wodę ZWS „Elana”, miasta: Toruń, Inowrocław, Gniewkowo oraz wieś Lubicz wraz z przyległymi jednostkami osadniczymi.

Ujęcie wody „Drwęca” wraz ze stacją uzdatniania zostało oddane do eksploatacji w 1978r. Maksymalna projektowa wydajność wynosi 6500 m³/h (156000 m³/dobę).

W chwili obecnej ujęcie to zaopatruje w wodę pitną:

- ZWS „Elana”,
- Miasto Toruń,
- Gminę Lubicz.

Położenie ujęcia

Ujęcie wody powierzchniowej zlokalizowane jest w pobliżu miasta Torunia nad rzeką Drwęcą pomiędzy wioskami Jedwabno i Lubicz. Odległość stacji uzdatniania od ujęcia wody wynosi ok. 1 km, a od Torunia około 8km. Stopień piętrzący (jaz), będący jednym z zasadniczych elementów ujęcia zlokalizowany jest w gminie Lubicz na zakolu rzeki Drwęcy w odległości 12,7 km od jej ujścia do Wisły. W odległości około 0,5 km w górę rzeki usytuowana jest zatoka gromadząca wody z koryta rzeki, skąd tłoczona jest pompami na odległość 1 km i wysokość 52m. (SUW „Drwęca”).

Krótki zarys technologii uzdatniania przed modernizacją

Uzdatnianie wody powierzchniowej odbywa się metodą klasyczną z zastosowaniem następujących procesów:

- Mechaniczne oczyszczenie,
- Wstępne chlorowanie chlorem gazowym,
- Korekta pH wody surowej mlekiem wapiennym po wstępnym chlorowaniu a przed procesem koagulacji,
- Koagulacja chlorkami poliglinowymi lub siarczanem glinu,
- Flokulacja krzemionką aktywną
- Sedymentacja zawiesin pokoagulacyjnych,

- Filtracja na filtrach jednowarstwowych piaskowych,
- Wtórne chlorowanie (dezynfekcja).

Obok urządzeń do uzdatniania wody funkcjonuje na stacji oczyszczalnia wód technologicznych (popłuczyny z filtrów i osad pokoagulacyjny), w której skład wchodzi:

- Zbiornik retencyjny,
- Zbiornik namułów,
- Pompownia wód popłucznych i namułów,
- 3 osadniki pionowe,
- 3 baseny osadowe.

Elementy stacji poboru wody

▣ *Zbiornik wodny z jazem piętrzącym*

Woda czerpana jest ze zbiornika wodnego o powierzchni ok. 42 ha i pojemności 0,8mln m³ przy maksymalnej rzędnej piętrzenia, który stanowi część rzeki Drwęcy. Od strony wody dolnej zbiornik jest zamknięty stopniem piętrzącym – jazem, który jest budowlą hydrotechniczną.

Zadaniem stopnia jest piętrzenie wody w uregulowanym korycie rz. Drwęcy oraz utrzymanie odpowiedniego poziomu wody w zatoce przy stanach niskich w rzece.

Jaz składa się z:

- Zapory ziemnej lewej i prawej,
- Jazu stałego o stałej wysokości piętrzenia,
- Jazu ruchomego 5-cio przesłowego z ruchomymi zasuwami płytowymi do regulacji poziomu wody w zbiorniku,
- Przepławki dla ryb.

▣ *Zatoka*

Z koryta rzeki woda wpływa do zatoki o powierzchni 1700 m². Zatoka tworzy połączenie rz. Drwęcy z komorami ssawnymi pomp pompowni I^o. Obudowana jest stalowymi segmentami (ścianki Larsena) zabezpieczającymi przed osuwaniem się gruntu. Służy do wyhamowania prądu rzecznej z jednoczesnym osadzaniem większych zawiesin oraz zatrzymywania przedmiotów niesionych przez rzekę: ryb, planktonu itp.

▣ *Komory sit*

Zakończenie zatoki stanowi komora sit. Jest to połączenie zatoki z pompownią I^o. Woda z zatoki przechodząc przez kraty rzadkie i gęste dopływa do sit obrotowych, które zamontowane są w wydzielonym pomieszczeniu. Dla każdej pracującej pompy przyjęto jedno sito obrotowe. Aktualnie sita obrotowe nie są eksploatowane.

Przeznaczeniem komory sit jest wstępne mechaniczne oczyszczanie wody, które obejmuje usuwanie:

- Większych zanieczyszczeń (kawałki drewna, kamienie, większe rośliny wodne i zwierzęta wodne) do czego służą kraty rzadkie i gęste.
- Drobnych zanieczyszczeń (drobne rośliny wodne, plankton, małe zwierzęta wodne, ryby, narybek, ślimaki) do czego służą sita obrotowe.

W komorze ujęć znajduje się 5 ciągów technologicznych zaopatrzonych w kraty rzadkie, miejsca na szandory, kraty gęste, zasuwę płytową, sito obrotowe i klapę upustową. Woda wstępnie oczyszczona z zanieczyszczeń mechanicznych napływa do komór czerpalnych pomp.

▣ *Pompownia I^o*

Pompownia ma za zadanie czerpanie wody z zatoki i tłoczenie jej na obiekty stacji uzdatniania wody (SUW). Obecnie pompownia pracuje z wydajnością max. 70 000 m³/dobę.

W pompowni znajduje się 5 agregatów pompowych:

- 2 pompy polderowe zatapialne o wydaj. 900 m³/h każda,
- 3 pompy diagonalne WFP o wydajności: 1500, 2500 i 2800 m³/h.

Woda dopływa do komór czerpalnych pomp o wymiarach w rzucie 5,7 x 4,5 m poprzez kraty rzadkie, gęste oraz sita obrotowe. Z komór pompy czerpią wodę a następnie tłoczą ją dwoma rurociągami o średnicy 1000 mm do zbiorników wstępnego chlorowania, skąd grawitacyjnie przepływa przez wszystkie aktualnie pracujące urządzenia technologiczne.

Elementy stacji uzdatniania wody

▣ Chlorownia

Budynek składa się z następujących pomieszczeń technologicznych takich jak: magazyn beczek stalowych z chlorem ciekłym, magazynu podręcznego ze stanowiskiem wagowym, chloratorów i neutralizacji chloru awaryjnego. Chlor magazynowany jest w beczkach stalowych o pojemności 500kg. Jako urządzenia do przygotowania i dozowania wody chlorowej służą chloratory C-7 produkcji krajowej. Chlor gazowy stosowany do chlorowania wody jest uprzednio rozpuszczany w wodzie a następnie w postaci wody chlorowej wprowadzany do rurociągu wody uzdatnianej.

▣ ***Zbiorniki wstępnego chlorowania***

Zbiorniki wstępnego chlorowania są pierwszym obiektem technologicznym SUW „Drwęca”. Na terenie stacji zlokalizowane są dwa zbiorniki żelbetowe o kształcie cylindrycznym o średnicy 21m. każdy. Dno i ściany zewnętrzne żelbetowe monolityczne, ściany wewnętrzne z cegły klinkierowej. Budowa wewnętrzna zbiorników (spiralne korytarze) umożliwia prawidłowe mieszanie się wody z chlorem i zapewnia odpowiedni czas kontaktu wody z chlorem. W chwili obecnej pracuje jeden zbiornik a drugi stanowi rezerwę. Pojemność każdego zbiornika wynosi 1630 m³ a głębokość 5 m. Czas kontaktu wody z chlorem obecnie wynosi max 96 min. a minimum 20min. Woda chlorowa doprowadzana jest do zbiorników z chlorowni za pomocą przewodów DN 90mm wykonanych z PE.

Wstępne chlorowanie ma na celu:

- Częściową redukcję barwy wody,
- Utlenienie szeregu związków organicznych,
- Częściowe usunięcie zapachu wody,
- Wspomaganie procesu koagulacji,

- Wstępną dezynfekcję wody surowej.

Woda surowa po wymieszaniu z wodą chlorową w zbiornikach wstępnego chlorowania przepływa grawitacyjnie do obiektu koagulacji

■ *Obiekt koagulacji wody*

Całość obiektu koagulacji składa się z dwóch części: części nadziemnej i części podziemnej. W skład części nadziemnej wchodzi pomieszczenia: magazyn koagulantu, przygotowania roztworu koagulantu, przygotowania roztworu flokulanta, pomp i sprężarek, hala rurociągów i mieszaczy szybkich. W skład części podziemnej natomiast wchodzi: komory reakcji i osadniki pokoagulacyjne.

Proces koagulacji jest realizowany w 10 pojedynczych ciągach technologicznych: mieszacz szybki – komora reakcji – osadnik pokoagulacyjny.

Do koagulacji wody stosowany jest siarczan glinowy techniczny (sporadycznie) składowany w workach typu „big bag” o zawartości 1 tony surowca lub koagulant z rodziny polichlorków glinu o nazwie PAX-16 magazynowany w trzech zaadaptowanych wannach zarobowych służących dotychczas do przygotowania roztworu siarczanu glinu. Roztwór siarczanu glinu o stężeniu 6% $Al_2(SO_4)_3$ przygotowywany jest naprzemiennie w 4 wannach zarobowych, żelbetowych o pojemności 11 m³ każda. Roztwór PAX-16 (1 : 3) przygotowywany jest w jednej wannie służącej pierwotnie do przygotowania roztworu siarczanu glinu. Polichlorek rozcieńczany jest wodą w stosunku 1 : 3 (woda) do roztworu 2% (Al.). Roztwór jest dawkowany w ilości 2÷6 g Al./m³. Mieszanie koagulantu z wodą w wannie odbywa się za pomocą sprężonego powietrza. Przygotowany roztwór przetłaczany jest za pomocą pompy do zbiornika roboczego, magazynowego gotowego roztworu umieszczonego w hali mieszaczy szybkich. Stąd dozowany jest za pomocą pompek tłokowych do 10 rurociągów o średnicy 500 mm doprowadzających wodę do komór szybkiego mieszania.

Komory szybkiego mieszania – 10 szt.

Składają się z komory wewnętrznej o objętości 22 m³ i komory zewnętrznej o objętości 33m³. W komorze wewnętrznej znajduje się mieszadło mechaniczne obrotowe łopatkowe, które poruszane jest strumieniem napływającej wody. Obie komory połączone są u dołu poprzez 8 otworów. Czas zatrzymania wody w komorze wewnętrznej i zewnętrznej odpowiednio wynosi od minimum 6 minut do maksimum 12 minut w zależności od natężenia przepływu wody surowej oraz ilości pracujących ciągów technologicznych. Obecnie eksploatowanych jest od 3 do 9 mieszaczy.

Komory reakcji – 10 szt.

Z komór mieszaczy szybkich woda grawitacyjnie płynie do komór reakcji, gdzie następuje tworzenie się kłaczków osadu. Są to komory labiryntowe dwupoziomowe. Przegrody wewnątrz komór w formie labiryntu zapewniają wolne mieszanie roztworu koagulantu z wodą.

Pojemność jednej komory reakcji – 216 m³. Wymiary jednej komory 8,7 x 8,7 m.

W chwili obecnej pracuje od 3 do 9 komór reakcji (w zależności od natężenia przepływu).

Osadniki pokoagulacyjne – 10 szt.

Z komór reakcji woda płynie do osadników pokoagulacyjnych poziomych, prostokątnych o wymiarach 54m. x 8,7m. każdy, gdzie następuje osadzanie się zawieszin – sedymentacja. Ilość osadników – 10 szt.

Między komorą reakcji a osadnikiem znajduje się ściana ażurowa, której zadaniem jest równomierne rozprowadzenie przepływającej wody do osadnika.

Obecnie pracuje od 3 do 9 osadników w zależności od potrzeb technologicznych.

Odprowadzenie skoagulowanej, sklarowanej wody z poszczególnych pracujących osadników odbywa się poprzez koryto przelewowe rurociągami średnicy 600 mm do rurociągu zbiorczego średnicy 1200mm. Z rurociągu zbiorczego woda płynie grawitacyjnie dwoma rurociągami średnicy 1000 mm do hali filtrów pośpiesznych otwartych

Proces koagulacji ma na celu głównie redukcję barwy, mętności oraz związków organicznych spowodowanych obecnością zawieszin w postaci koloidalnej.

▣ *Stacja filtrów pośpiesznych*

W hali filtrów znajduje się 18 filtrów pośpiesznych otwartych rozmieszczonych w dwóch rzędach po 9 szt. Ruociągi technologiczne znajdują się w przestrzeni między filtrami. Powierzchnia jednego filtra wynosi 44,5 m². Złoże filtracyjne grubości 1m jednowarstwowe żwirowe usypane na warstwie podtrzymującej grubości 30cm. Prędkość filtracji od 3 do 7,5m/h. Filtry płukane są powietrzem i wodą.

Fazy płukania:

- Obniżenie poziomu wody poniżej koryt;
- Wzruszenie złoża filtracyjnego powietrzem;
- Płukanie wodą o zwiększającej się w czasie intensywności płukania.

Odpowiednia prędkość płukania uwzględnia ekspansję złoża filtracyjnego. Przefiltrowana woda kierowana jest grawitacyjnie do zbiorników wtórnego chlorowania.

▣ *Zbiorniki wtórnego chlorowania*

Zbiorniki wtórnego chlorowania (2 szt.) zlokalizowane są między halą filtrów a zbiornikami wyrównawczymi, retencyjnymi. Zasadniczą funkcją zbiorników jest zapewnienie dostatecznego czasu dla przebiegu dezynfekcji wody oczyszczonej. Drugą funkcją zbiorników jest rozdział wody uzdatnionej dla miasta Torunia i ZWS „Elana”. Woda chlorowa dozowana jest do rurociągu wody czystej pomiędzy halą filtrów a zbiornikami wtórnego chlorowania, w komorze K7 pod budynkiem Centralnej Dyspozytorni.

Do jednego ze zbiorników dodawana jest woda z ujęcia „Jedwabno”, po czym mieszanina wód poprzez zbiorniki wyrównawcze i pompownię II^o kierowana jest do celów gospodarczo-bytowych. Z drugiego zbiornika uzdatniona woda powierzchniowa grawitacyjnie kierowana jest rurociągiem stalowym średnicy 1000 mm do ZWS „Elana”. Woda oczyszczona na filtrach z drobnych zawieszin podlega wtórnemu chlorowaniu – dezynfekcji. Woda chlorowa wprowadzona jest do rurociągu wody czystej w hali filtrów. W rurociągach wody czystej na odcinku od hali filtrów do zbiorników wtórnego chlorowania następuje wymieszanie wody przefiltrowanej z wodą chlorową. Pojemność jednego zbiornika – 813 m³, głębokość napełnienia 5,5m.

▣ *Zbiorniki wyrównawcze*

Zbiorniki wyrównawcze zlokalizowane są między zbiornikami wtórnego chlorowania a pompownią II^o. W zbiornikach gromadzona jest woda na wyrównanie różnicy nierównomiernego rozbioru. W zbiornikach gromadzona jest również woda do płukania filtrów. Pojemność każdego zbiornika 5000 m³ a w sumie 10 000 m³.

▣ *Pompownia II^o*

Pompownia spełnia dwie funkcje:

- Tłoczy wodę czystą do sieci dystrybucyjnej,
- Tłoczy wodę do płukania filtrów.

Pompownia jest ostatnim obiektem w ciągu technologicznym stacji uzdatniania wody. Woda do komór ssawnych pomp pompowni spływa grawitacyjnie ze zbiorników wyrównawczych. W celu tłoczenia wody do miasta w pompowni zainstalowanych jest 6 agregatów pompowych o wydajności 1440 m³/h każda. Dla potrzeb płukania zainstalowane są oddzielnie 3 pompy. Pompownia pracuje ze zmienną wydajnością uzależnioną od aktualnego rozbioru wody.

▣ *Oczyszczalnia Wód Technologicznych*

▣ *Zbiornik retencyjny*

Zbiornik retencyjny o wymiarach 14,8 x 21,7 m. Największa głębokość 4,3 m. od strony pompowni. Znajdują się tam końcówki rur ssawnych pomp tłoczących popłuczyny na osadniki pionowe., Kończówki rur chronione kratą o prześwicie 20mm. Woda popłuczna doprowadzana i rozprowadzana poprzez koryto 1,0 x 1,0 m. Dla równomiernego rozprowadzenia w ścianach zamontowane są zastawki stalowe typu ZWS-200.

▣ *Osadniki pionowe*

Trzy osadniki pionowe radialne o przepływie pionowym. Wymiar w rzucie kołowym średnicy 9,0m. i całkowitej głębokości 11,8m., z czego 7,5m. powyżej terenu a 4,3m. poniżej. Popłuczyny doprowadzane są rurociągiem Ø 200 do centralnego rurociągu Ø 600 u spodu, której umocowana jest stożkowa kierownica strumienia celem równomiernego ich rozprowadzenia. Następnie woda przepływa pionowo do góry, gdzie przelewa się do koryta zbiorczego i odpływa do zbiorników wstępnego chlorowania (odzysk wody) lub do kanału zrzutowego Ø 1000. Opadający osad gromadzący się w dolnej części stożkowej odprowadzany jest pod ciśnieniem hydrostatycznym, grawitacyjnie na baseny osadowe.

▣ *Zbiornik namułu*

Spełnia rolę komory ssącej dla pomp namułowych. Konstrukcja żelbetowa o wymiarach 5,0 x 5,0m. i pojemności roboczej 35 m³. Rurociągiem Ø 500 mm doprowadzane są osady z koagulacji.

4. ILOŚĆ I JAKOŚĆ WODY UZDATNIONEJ

Zasadniczym czynnikiem stanowiącym o przydatności wody do spożycia jest jej jakość. Dlatego też wodzie do picia stawia się określone wymagania sanitarne dotyczące głównie

składu fizykochemicznego i bakteriologicznego. W trosce o zapewnienie należytych warunków zdrowotnych i sanitarnych, odpowiednie przepisy prawne, ustalają normy, jakim musi odpowiadać woda pitna i na potrzeby gospodarcze. Dopuszczalny skład wody zależy od sposobu jej użytkowania.

Ogólne wytyczne dla oceny wody przedstawiają się następująco:

- Woda do picia powinna być nie tylko nieszkodliwa dla organizmu ludzkiego, lecz także powinna odznaczać się dobrą jakością i być dostępna w ilościach wymaganych przez użytkownika;
- Nie może zawierać substancji toksycznych lub szkodliwych dla zdrowia, ani takich, które wywierają wpływ na jej woń, smak i zapach;
- Powinna być smaczna, przezroczysta (klarowna), bezbarwna, bez zapachu oraz mieć przyjemny i orzeźwiający smak;
- Nie może zawierać bakterii chorobotwórczych;
- Nie powinna zawierać nadmiernych ilości związków wapnia, magnezu, żelaza, manganu, chlorków, siarczanów i azotanów, oraz pozostawiać po odparowaniu nie więcej niż 400mg/l suchej pozostałości;
- Nie powinna zawierać domieszek wpływających niekorzystnie na organizm, np. mikroelementów;
- Powinna zawierać w odpowiednich ilościach te substancje, które są potrzebne organizmowi ludzkiemu do normalnego funkcjonowania, np. fluor i jod.

Wodociąg miejski powinien dostarczać wodę pewną pod względem sanitarnym, niepowodująca zakażenia chorobami przewodu pokarmowego, niezawierająca nadmiaru metali ciężkich, przydatną dla gospodarstwa domowego (o ograniczonej twardości), w dostatecznej ilości i pod wystarczającym ciśnieniem.

Badania toksykologiczne i epidemiologiczne dostarczają coraz więcej dowodów na to, że ogromne zanieczyszczenia wód naturalnych a w konsekwencji wody do picia, stwarzają realną groźbę dla zdrowia mieszkańców oraz, że zwiększa się z tego powodu ryzyko powstawania chorób nowotworowych.

Według norm Unii Europejskiej do najbardziej niebezpiecznych substancji, podlegających szczególnej kontroli pod względem doprowadzania ich do wód naturalnych należą: rtęć, kadm, czterochlorek węgla, DDT, chloroform, trichloroetylen, trichlorobenzen oraz inne związki chloroorganiczne.

Podstawowym kryterium, jakie bierze się pod uwagę przy ustalaniu wartości normatywnych dla wody pitnej, są właściwości biologiczno-toksykologiczne poszczególnych substancji chemicznych lub ich mieszanin. Decydują tu wartości progowe ich szkodliwego oddziaływania na organizm zwierząt doświadczalnych lub na ludzi, odpowiednio skorygowane tak, aby mieć pewność, że nawet przy narażeniu mieszkańców przez całe życie nie spowodują one uszczerbku dla zdrowia.

Komentarz na temat jakości wody uzdatnionej przed modernizacją

Od początku uruchomienia ujęcia, woda uzdatniona charakteryzuje się nieprzyjemnym zapachem, podwyższoną zawartością związków organicznych, zawartością fenoli lotnych oraz podwyższoną zawartością glinu (poprawa zdecydowana na przełomie lat 80 i 90-tych, kiedy wymieniono złoża filtracyjne ze żwirowo-antracytowych na piaskowe o mniejszej granulacji). W wyniku zastosowania błędnej technologii już w procesie chlorowania wstępnego tworzą się chlorowcopochodne metanu głównie chloroform. Zawartość chloroformu kształtuje się na granicy normy polskiej i często, choć nieznacznie

ją przekracza. Również w wyniku wydłużenia się procesów technologicznych na stacji uzdatniania kontakt wody z chlorem jest dłuższy - co ma wpływ na wzrost THM-ów (w ostatnich latach natężenia przepływu wody zdecydowanie się obniżyło).

Od lat 1993 i 1994 nastąpiła poprawa jakości wody uzdatnionej, na co wpływ miały następujące czynniki:

- Poprawa jakości wody surowej (mniejszy ładunek zanieczyszczeń, budowa oczyszczalni, upadek przemysłu, oszczędność wody przez ludność – opomiarowanie poboru wody w mieszkaniach),
- Uruchomienie ujęcia „Jedwabno” z wydajnością 600 m³/h. Woda z tego ujęcia posiada dobrą jakość i nie wymagała uzdatniania oprócz dezynfekcji (od roku 1998 po rozbudowie i przywróceniu pełnej zdolności produkcyjnej wodzie pojawiły się znaczne ilości manganu w zakresie 0,6 do 1,1mg/l co wiązało się z koniecznością włączenia jej na początek stacji uzdatniania),
- Gruntowny remont filtrów łącznie z wymianą złoża filtracyjnego (nastąpiła poprawa takich parametrów jak: mętność, barwa, ChZT-Mn, zawartość glinu),
- Obniżenie dawki wstępnego chlorowania oraz skrócenie czasu kontaktu wody z chlorem w procesie wstępnego chlorowania.

Dalsza poprawa jakości wody nastąpiła od roku 1996 dzięki zastosowaniu w eksploatacji koagulantów płynnych z rodziny polichlorków glinowych, co dało skutek w optymalizacji procesu koagulacji (szczególnie w okresie niskich temperatur wody surowej zbędny flokulant w postaci krzemionki aktywnej oraz stabilizacja pH dla przebiegu procesu).

Woda uzdatniona pochodząca z ujęcia wody „Drwęca” charakteryzuje się:

- Nieprzyjemnym zapachem – nie akceptowalnym przez odbiorców mimo, że zapach ten określany jest przez laboratorium jako max 2 – naturalny (norma 3-naturalny, nieuciążliwy);
- Podwyższoną zawartością związków organicznych (ChZT-Mn) – wartości na granicy obecnie obowiązujących przepisów (Rozp. MZ z 4.09.2000);
- Zawartością chloroformu na granicy obowiązujących przepisów, niekiedy występowały przekroczenia dopuszczalnych wartości. Reakcje tworzenia THM (głównie chloroformu) zachodzą również w sieci dystrybucyjnej pod wpływem obecności związków organicznych pozostałych w wodzie pitnej oraz chloru pozostałego z dezynfekcji wody;
- Podwyższoną zawartością związków manganowych w stosunku do normy polskiej

Analiza wykonanych badań w ostatnich latach wykazuje, że zawartość chloroformu w wodzie zwiększała się poza sporadycznymi przypadkami począwszy od czerwca i stan ten utrzymywał się do października. Najwyższe wyniki występują w miesiącu sierpniu, kiedy to zawartość chloroformu wynosiła od 58.0 do 74µg CHCl₃/dm³ wody co było około 2 – 2,5 krotnym przekroczeniem dopuszczalnych norm. Otrzymane wyniki wskazują na wpływ zwiększonej temperatury w tym okresie. Zawartość metali ciężkich oraz glinu i sodu nie przekracza dopuszczalnych norm w tym zakresie. Obecnie prowadzi się eksploatację obu ujęć w taki sposób, aby woda z ujęcia infiltracyjnego powodowała obniżenie zawartości związków organicznych w wodzie kierowanej do sieci miejskiej, a jednocześnie nie powodowała wzrostu ilości manganu do wartości ponadnormatywnych oraz dokonuje się doboru odpowiedniego koagulanta do uzdatniania wody powierzchniowej z Drwęcy.

5. ANALIZA EFEKTYWNOŚCI I POPRAWNOŚCI DZIAŁANIA URZĄDZEŃ I OBIEKTÓW EKSPLOATOWANYCH PRZED MODERNIZACJĄ

Przedstawiając charakterystykę techniczną istniejących urządzeń i obiektów wskazanym jest również dokonanie oceny dotychczasowej ich eksploatacji i przedstawienie problemów, z którymi boryka się obsługa technologiczna stacji. Poznanie ich przyczyni się do bardziej efektywnego określenia wytycznych do opracowania koncepcji modernizacji stacji uzdatniania wody.

Ujęcie wody w Lubiczu oddane zostało do eksploatacji w listopadzie 1978 roku. Wybudowane ujęcie zostało zaprojektowane na wydajność 150000 m³/dobę. Na tą wydajność zainstalowano urządzenia, natomiast rurociągi technologiczne między obiektowe oraz obiekty kubaturowe na wydajność 300 000 m³/dobę. Taką wydajność przewidywano dla II etapu rozbudowy ujęcia, która miała być realizowana od 1985r. Miała nastąpić wymiana urządzeń na nowe o większych wydajnościach. Przewymiarowanie rurociągów i obiektów w chwili obecnej to główny i podstawowy problem ciążyący na utrzymaniu odpowiednich parametrów technologicznych. Szczególnie problem ten zaczął narastać już od początku lat 90-tych, kiedy to zaczęła spadać podaż wody. Przykładowo w roku 2000 ilość wody ujętej z rzeki Drwęcy to 16 586 300 m³/rok w stosunku do roku 1987, kiedy ujęto z rzeki 37 128 018 m³/rok daje 44,7% a więc o ponad 55% zmniejszyła się produkcja wody. Przy obecnej zdolności produkcyjnej 125 000 m³/dobę to wykorzystanie mocy produkcyjnych ujęcia wynosi 25,6%. Ilość wody wtłaczanej do sieci wynosiło 11 657 879 m³/rok, średnio dobowo 31 939 m³/dobę i średnio godzinowo 1597 m³/h. Na to dopiero nakładają się problemy natury technicznej i technologicznej związane z eksploatacją urządzeń w tych warunkach, które zostaną szczegółowo przedstawione w dalszej części niniejszej analizy.

Pozytywnym skutkiem spadku zapotrzebowania na wodę jest możliwość dokonania modernizacji urządzeń, obiektów bądź całych procesów technologicznych na ruchu bez potrzeby konieczności wstrzymywania podawania wody do sieci dystrybucyjnej.

W chwili obecnej stacja uzdatniania wody (SUW) boryka się z wieloma problemami na każdym obiekcie. Przedstawione zostaną w całym przekroju technologicznym od poboru z rzeki Drwęcy do wtłoczenia do sieci dystrybucyjnej.

● *stacja poboru wody*

Woda z zatoki przechodząc przez kraty rzadkie i gęste i sita obrotowe zassana przez pompy zostaje przetłoczona na SUW. Obecnie sita obrotowe nie pracują. Poza bardzo szybkim korodowaniem siatek główną przyczyną problemów w ich eksploatacji związana jest w ich konstrukcji mechanicznej i niskim poziomie technicznym ich wykonania (urządzenia prototypowe), co spowodowało odstępianie od ich użytkowania z powodu bardzo dużej ich awaryjności. Wiązało się to głównie z zakleszczaniem się ogniwo łańcucha na kole zębatym poruszającym segmenty sita. Powodowało to przemieszczanie się całej konstrukcji sita tak w pionie jak i poziomie. Tym sposobem wszelkie zanieczyszczenia, które były wychwytywane przez sita przedostają się na dalsze urządzenia zwiększając ich obciążenie i zmniejszając efektywność eksploatacji. Od lat 90-tych uwidoczniły się problemy związane z eksploatacją przewymiarowanych rurociągów i pomp. Dla rurociągów wiąże się to ze znacznym zmniejszeniem prędkości przepływu, odkładaniem się zanieczyszczeń i znacznym zwiększeniu błędów pomiaru przepływów na zainstalowanych kryzach pomiarowych.

Pompy diagonalne o wydajności nominalnej 2500 m³/h pracują ze średnią wydajnością 1500 - 2000 m³/h a minimum 900 m³/h, co wiąże się z maksymalnym ich dławieniem na

tlóczeniu oraz stosowania upustu wody tłóczonej (recyrkulacji do komory ssawnej) a także często skokowej pracy stacji uzdatniania (do max napełnienia zbiorników wyrównawczych), co odbija się na jakości uzdatnianej wody i trudnościach w utrzymaniu parametrów technologicznych. Również dla samych pomp taka eksploatacja (dławienie, częste przełączanie, zmienna wydajność występowanie kawitacji) odbija się skróceniem okresów między remontowych i zwiększonym zakresem remontów i krótszą ich żywotnością. Wobec coraz większych cen energii elektrycznej koszty eksploatacji pomp, w których koszt energii jest dominujący należy mieć na uwadze i dążyć do zmniejszania energochłonności. Taka eksploatacja pomp powoduje również określone perturbacje w pracy instalacji tłócznej i armatury jak i przepływomierzy, dotyczy to głównie istnienia powietrza powodującego zakłócenia i awarie w pracy tychże urządzeń. Dla rurociągów objawia się to zwiększoną częstotliwością wydmuchiwania uszczelki na połączeniach kołnierzych z armaturą. Swego zadania nie spełniają i do takich warunków nie przystosowane zawory przeciw uderzeniowe. Koniecznym staje się odstąpienie od dotychczas używanych zaworów i zastąpienie ich zaworem zwrotnym klapowym z tłumieniem hydraulicznym i przeciwwagą (np. typu V2-09 H+G firmy EBRO ARMATUREN). Istnieje w nich możliwość regulacji stopnia tłumienia amortyzatora hydraulicznego, stosownie do potrzeb, tak aby uniknąć niepożądanych efektów uderzeń hydraulicznych w rurociągu

Pewna poprawa nastąpiła, kiedy zainstalowano zmodernizowaną przez producenta na zlecenie użytkownika pompę o zmniejszonej wydajności tj. 1500 m³/h.

Ponadto dla zoptymalizowania wydajności i równomiernej pracy stacji uzdatniania, powiązania z pracą ujęcia infiltracyjnego (konieczność mieszania wód i maksymalnego wykorzystania wód podziemnych) oraz wyeliminowania opisanych wyżej problemów realizowane jest zadanie inwestycyjne polegające na zainstalowaniu dwóch pomp zatapialnych przystosowanych do poboru wody o zwiększonej zawartości zawiesiny o wydajności 1000 m³/h każda z możliwością płynnej regulacji wydajności za pomocą falownika. Spowoduje optymalizację obecnego procesu technologicznego, racjonalny pobór wody powierzchniowej (wyeliminowanie dławienia pomp diagonalnych i upustów wody), maksymalny pobór wody infiltracyjnej i w zależności od potrzeb jakościowych mieszanie jej z wodą powierzchniową, optymalną prac filtrów pośpiesznych (utrzymanie stałej prędkości filtracji przez złożę), wyeliminowanie skokowego przepływu przez SUW i oszczędności w zużyciu energii elektrycznej.

Problemem przysparzającym obecnie najwięcej kłopotów jest znaczne przyrastanie osadów dennych w samej zatoce jak i zbiorniku przed jazem piętrzącym. Szczególnie nasiliło się od momentu uruchomienia Zakładu Hodowli Pstrąga ujmującego wodę z rzeki Drwęcy za pomocą czepni zlokalizowanej przed jazem. Od tej pory utrzymywany jest stały, ciągły przepływ wody przez progi stałe jazu, czego konsekwencją jest odkładanie się osadu niesionego przez rzekę. Wcześniej woda głównie przepływała przez komory jazu ruchomego umożliwiając naturalny ruch rumoszu dennego i osadu a woda była piętrzona w okresach niskich stanów wody (według pozwolenia wodnoprawnego Zakład Hodowli Pstrąga pobiera z rzeki 4,6 m³/sek, a ujęcie 1,5 m³/sek). Konieczność bagrowania rzeki i zatoki przy braku własnego sprzętu do tego celu obecnie wiąże się z coraz większym problemem znalezienia firmy, która zrealizowałaby taką usługę.

● *koagulacja*

Obiekt jak i sam proces koagulacji jest podstawowym procesem w uzdatnianiu wody. Istniejący magazyn koagulantu został zaprojektowany dla przechowywania koagulantu (siarczan glinu) w stanie suchym. Magazynowanie w ten sposób siarczanu glinu okazało

się bardzo niepraktyczne. Ze względu na panującą wilgoć a będąc materiałem bardzo higroskopijnym koagulant szybko twardniał stając się monolitem a pogłębiały nierytmiczne dostawy. Konieczność ręcznego przygotowania roztworu wymagała użycia dużego wkładu pracy fizycznej pracowników obsługi technologicznej obiektu. Stosowanie kruszerek, taśmociągów i wag uchylnych w tych warunkach wiązało się z dużą ilością awarii, co w końcu spowodowało odstępianie od ich eksploatacji. Roztwór w wannach zarobowych przygotowywano na określone stężenie. Poprawa nastąpiła, gdy dostępny stał się siarczan glinu granulowany workowany, który wyeliminował uciążliwość i skrócił czas przygotowania roztworu. Dużym problemem w okresie niskich temperatur wody podczas stosowania siarczanu glinu była konieczność stosowania w procesie flokulacji reagent w postaci krzemionki aktywnej. Instalacja przygotowania i dozowania bardzo zawodna i niedokładna w dozowaniu poszczególnych składników, co skutkowało częstym żelowaniem się flokulanta. Wszystkie te kłopoty eliminuje stosowanie koagulantów płynnych z rodziny polichlorków glinowych, dzięki którym proces koagulacji, a co ważne, w szczególności w okresie niskich temperatur wody uzdatnianej zachodzi bardzo dobrze bez potrzeby stosowania wspomaganie flokulantem. Obecnie do czasu kompleksowej modernizacji dokonano adaptacji wanień zarobowych do stosowania koagulantów płynnych. Wyłożono ściany i dno wanień laminatem epoksydowo-szklanym z atestem Państwowego Zakładu Higieny do wody pitnej i wykorzystanie ich jako zbiorniki magazynowe (3 szt. po 12 m³) a czwarta jako zbiornik do przygotowania roztworu roboczego. Stosowanie koagulantów płynnych z rodziny polichlorków glinowych nisko i wysoko zasadowych ma wiele pozytywnych. Mankamentem w chwili obecnej jest zbyt mały zapas magazynowy oraz szybkie zużywanie się części metalowych pomp i zaworów (korozja przez agresywne medium) obecnego układu tłocznego nieodpornego na przesyłane medium. Konieczne jest wykonanie nowej instalacji wraz z urządzeniami do magazynowania, przygotowania roztworu roboczego lub tłoczenia i dozowania stężonego roztworu handlowego przystosowanych do użytego medium.

Określone problemy obecnie w dalszym ciągu sprawia szybkie mieszanie, które realizowane jest za pomocą mieszadeł mechanicznych poruszanych siłą napływającej na jego łopatki wody, przepływ przez komory wolnego mieszania i osadniki pokoagulacyjne i ich eksploatacja. Poszczególne ciągi koagulacyjne nie są wyposażone w pomiary natężenia przepływu. W ostatnich latach nastąpiło znaczne zmniejszenie zapotrzebowania na wodę przez instytucje i mieszkańców naszego miasta. Jest ono nieregularne dobowo (różne w różnych dniach tygodnia oraz godzinowo (różne w różnych godzinach doby)). Ma to poważne konsekwencje przy pracy urządzeń koagulacyjnych. Konieczność włączania i wyłączania poszczególnych ciągów koagulacyjnych w celu uzyskania możliwie zbliżonych do optymalnych warunków procesu koagulacji przy braku pomiaru natężenia przepływu wody surowej kierowanej na poszczególne pracujące ciągi koagulacyjne stwarza poważne niebezpieczeństwo stosowania nie optymalnych dawek koagulantów, nieodpowiednie czasy szybkiego i wolnego mieszania, co ma wpływ na uzyskiwanie nieoptymalnych efektów koagulacji. Z punktu widzenia techniczno-technologicznego jak również ekonomicznego jest to zjawisko niekorzystne. Proces koagulacji zależy od takich czynników jak:

- Czas szybkiego mieszania (koagulant powinien być szybko i skutecznie wymieszany, natychmiast po wprowadzeniu go do koagulowanej wody);
- Dawka koagulanta winna być optymalna;
- Czas i szybkość mieszania wolnego powinien być odpowiedni (jest różny dla różnych stosowanych koagulantów).

Stan obecny nie zabezpiecza uniwersalności układu dla różnych stosowanych koagulantów jak również nie spełnia wymogów optymalizacji warunków bardzo ważnego procesu, jakim jest koagulacja, co obrazują następujące fakty:

- Wprowadzenie roztworu koagulantu do rurociągu przed komorą mieszania szybkiego nie zabezpiecza skutecznego szybkiego wymieszania koagulantu z wodą;
- Czas przebywania wody w komorze szybkiego i wolnego mieszania jest zbyt długi szczególnie dla skutecznych koagulantów nowej generacji (polichlorków glinowych);
- Brak pomiaru natężenia przepływu wody kierowanej na poszczególne ciągi koagulacyjne z możliwością regulacji powoduje stosowanie nieoptymalnych dawek koagulantu i nie optymalnych warunków przebiegu procesu koagulacji.

Kolejnym problemem jest konieczność okresowego wyłączania z ruchu poszczególnych ciągów koagulacyjnych celem ich gruntownego oczyszczenia z nagromadzonego osadu i spłukania. Odbywa się to za pomocą ręcznego zgarniania osadu i spłukiwania wodą pod ciśnieniem. Przy zmniejszonych przepływach i wydłużonych czasach przetrzymania celem zapobieżenia zagniwania osadu konieczne stało się czyszczenie poszczególnych ciągów co 2 miesiące.

Koniecznym jest kompleksowe zmodernizowanie urządzeń koagulacji łącznie z zapewnieniem zgarniania mechanicznego osadu w sposób ciągły.

• *stacja filtrów pośpiesznych*

Głównym problemem utrudniającym prawidłową eksploatację filtrów pośpiesznych otwartych jest stan techniczny armatury zaporowej (głównie szczelność), co zaowocowało koniecznością obniżenia poziomu lustra wody nadfiltrowej poniżej koryt przelewowych. Wyeliminowało to straty wody związane z przeciekami przez nieszczelne klapy zaporowe na instalacji wód popłucznych. W trakcie eksploatacji okazało się, że poszczególne komory filtracyjne połączone szeregowo w dwóch niezależnych rzędach nie są położone względem siebie na jednakowym poziomie (norma mówi o 1 cm a jest max 19 cm). Skutkuje to nierównomiernym obciążeniem hydraulicznym poszczególnych filtrów i różną długością filtrocykli dla poszczególnych komór. Ponadto okazało się również, że poszczególne płyty drenażowe z zamontowanymi dyszami filtracyjnymi nie są zamocowane na jednakowym poziomie, co skutkuje nierównomierną pracą na jego powierzchni tak podczas filtracji jak i podczas płukania. Zwiększona ekspansja złoża podczas płukania uwidoczniła się od czasu wymiany złoża filtracyjnego dwuwarstwowego żwirowo-antracytowego o granulacji 1,6-2,4 mm na złożo piaskowe o granulacji 1,2-1,6 mm (z uwagi na znormowanie ilości glinu w wodzie pitnej), wypłukiwanie złoża (odstąpienie od płukania powietrzno-wodnego) spowodowało, iż konieczny stał się remont poszczególnych komór filtracyjnych łącznie z ich modernizacją. Modernizacja polegała na podwyższeniu koryt przelewowych i ich wypoziomowaniu dla całego rzędu, wypoziomowaniu napływów na poszczególne filtry oraz wypoziomowaniu dysz filtracyjnych (regulacja poziomu za pomocą podkładek z PCV wkładanych pod koronki dysz). Dużym problemem jest wymiana uszkodzonych dysz (uciążliwe i pracochłonne). Również sam proces filtracji i płukania poszczególnych filtrów odbywa się w układzie ręcznym, gdyż urządzenia do automatycznego sterowania w większości są już niesprawne i nie są produkowane. Dlatego też wszystko przemawia za koniecznością gruntownej modernizacji układu drenażowego jak i całej stacji filtrów. Najodpowiedniejszy byłby system TRITON firmy Culligan, który nie posiada dysz i nie potrzebuje warstw podtrzymujących.

- **dezynfekcja**

Problemem jest niestabilna chemicznie i biologicznie woda poddawana dezynfekcji końcowej za pomocą chloru, wymagająca stosowania wyższych stężeń chloru wolnego aby zapewnić odpowiednią dawkę chloru w wodzie u konsumentów oraz zapobiec wtórnemu skażeniu wody w sieci dystrybucyjnej (czas przesyłu wody 12 km magistralą średnicy 1000 mm). Na to nakłada się proces tworzenia się związków chlorowcopochodnych najczęściej kancerogennych (np. trihalometany) oraz zapachu pochlorowego nie akceptowanego przez konsumentów.

- **pompownia II stopnia**

Występują tu identyczne problemy jak na pompowni I stopnia a więc nadmiar mocy, konieczność znacznego dławienia pomp na tłoczeniu, recyrkulacja wody.

Zapotrzebowanie na wodę w przekroju doby zawiera się w przedziale 300-500 m³/h w porze nocnej do 2500-3000 m³/h w dzień. Praca całej pompowni tłoczącej wodę do miasta jest powiązana z układem sieci dystrybucyjnej „na sztywno” z uwagi na brak w mieście zbiorników wyrównawczych a sama stacja jest położona wyżej dla większości sieci wodociągowej w mieście. Nerozwiązanym do tej pory problemem są pompy, w których zredukowano jeden stopień podnoszenia wody (w trzech pompach na sześć eksploatowanych), gdyż należałoby wymienić na nowe z możliwością regulacji wydajności za pomocą falownika.

- **oczyszczalnia wód technologicznych (OWT)**

- **gospodarka osadowa**

Podstawowym problemem w eksploatacji urządzeń i obiektów OWT to eksploatacja zbiornika retencyjnego popłuczyn i osadników pionowych radialnych w okresie zimy kiedy to podczas mrozów następowało powstawanie lodu wypełniającego wnętrza zbiorników i przelewanie się popłuczyn na zewnątrz zbiorników na teren. Częściowo problem został rozwiązany dla zbiornika retencyjnego popłuczyn, który został obudowany i zadaszony. Obecnie wąskim gardłem pozostały trzy zbiorniki pionowe, w dalszym ciągu otwarte, nieocieplone i niezadaszone, do których przetłaczane są popłuczyny ze stacji filtrów i namuły z osadników pokoagulacyjnych. Następuje sedymentacja osadów a wody nadosadowe odprowadzane są do kolektora zrzutowego, natomiast osad okresowo spuszcza się na baseny osadowe. Pojemność tych zbiorników jest za mała w stosunku do ilości ścieków wprowadzanych – zbyt krótki czas na sedymentację osadu – należałoby wspomóc proces sedymentacji poprzez zastosowanie dawkowania polimerów. Osobnym problemem pozostaje kwestia zagospodarowania osadów z uwagi na nie sprawdzenie się w praktyce basenów osadowych jako lagun, w których miało następować naturalne odwodnienie osadów pod wpływem warunków atmosferycznych.

Mając na uwadze przedstawione powyżej problemy związane z techniczną obsługą istniejących urządzeń należy również jednocześnie poznać i wyciągnąć wnioski z dotychczasowych działań dostosowawczych stacji uzdatniania do wzrastających wymogów jakościowych.

6. KONCEPCJA KOMPLEKSOWEJ MODERNIZACJI SUW „DRWĘCA” I JEJ CHARAKTERYSTYKA

Modernizacja wodociągu „Drwęca – Jedwabno” powinna doprowadzić do uzyskania wody kierowanej do sieci i poszczególnych odbiorców o najwyższym światowym standardzie. W wyniku modernizacji spodziewane jest uzyskanie między innymi następujących efektów;

- ◆ wysokiej redukcji związków organicznych, wyrażającej się istotnym obniżeniem zawartości węgla organicznego, ChZT-Mn, ChZT-Cr oraz barwy wody;
- ◆ zminimalizowania tworzenia THM w wodzie po dezynfekcji;
- ◆ całkowitego pozbawienia wody nieprzyjemnego smaku i zapachu i ogólnej poprawy wskaźników organoleptycznych wody, czyniącej jej jakość akceptowalną przez konsumenta;
- ◆ znacznego obniżenia ilości manganu;
- ◆ uzyskania stabilnych dla sieci dystrybucyjnej parametrów wody czystej (woda nie korozyjna, nie agresywna, stabilna pod względem chemicznym i biologicznym).

Zasadniczym elementem determinującym postać linii technologicznej powinno być oddzielne uzdatnianie wody powierzchniowej i infiltracyjnej przy jednoczesnym zachowaniu możliwości wspólnego oczyszczania obu wód po ich zmieszaniu. Układ połączeń obiektów rurociągami ma zapewnić umożliwienie bieżącego wariantowania sposobu uzdatniania wody w dostosowaniu do jakości czerpanej wody z eksploatowanych ujęć oraz sytuacji awaryjnych a także umożliwić zachowanie ciągłości produkcji wody podczas wykonawstwa robót modernizacyjnych. Przyjęte rozwiązania techniczne winny uwzględniać etapowanie realizacji inwestycji w powiązaniu z modułowym doborem urządzeń.

Nie przewiduje się stosowania koagulantów podczas osobnego uzdatniania wody infiltracyjnej z ujęcia „Jedwabno”.

Przewidzieć należy możliwość wymieszania obu rodzajów wód w następujących miejscach ciągu technologicznego:

- Przed utlenianiem wstępnym;
- Przed mieszaczami szybkimi;
- Przed filtracją I stopnia;
- Przed dezynfekcją końcową.

Dostosować istniejące instalacje energetyczne do wymogów zmodernizowanej SUW. Przewidzieć konfigurację systemu automatyzacji sterowania procesem dla całej stacji w zakresie:

- Wykonania kanalizacji teletechnicznej;
- Wyboru rozproszonego systemu sterowania (sterowniki, panele operatorskie, moduły oddalone),
- Wyboru standardowego protokołu komunikacyjnego, programu wizualizacyjnego, przekazu danych (telemetria), zabezpieczeń przeciw przepięciowym.
- Oprogramowania i wizualizacji pracy zmodernizowanych i zautomatyzowanych obiektów, instalacji i urządzeń pomiarowych.

Zdolność produkcyjna wodociągu po modernizacji

Nominalna wydajność stacji uzdatniania ma wynosić 3500 m³/h przyjmując wydajność z ujęcia „Jedwabno” 750 m³/h a ujęcia powierzchniowego 2750 m³/h. Jednocześnie zakłada

się, że maksymalna wydajność ujęcia „Jedwabno” to 1000 m³/h. Dana wydajność ujęcia „Jedwabno” zmniejsza automatycznie nominalną wydajność ujęcia wody „Drwęca”. Projekty budowlano-wykonawcze w zakresie kubatur i rurociągów będą obliczane na wydajność 3500 m³/h oraz przewidzieć etapowanie doboru urządzeń:

- I etap 2750 m³/h
 - docelowo 3500 m³/h.

Wytyczne technologiczne

► Powiązanie ujęcia „Jedwabno” z SUW „Drwęca”

- Możliwość wykonania połączeń w wyznaczonych miejscach;
- Przewidzieć możliwość uzdatniania wody infiltracyjnej (odmanganianie i odżelazianie);
- Przewidzieć ciągły automatyczny monitoring ujmowanej wody infiltracyjnej z rejestracją parametrów (temperatura, mangan, żelazo)

► Pompownia I stopnia

- Przewidzieć modernizację sit obrotowych;
- Przewidzieć monitoring wody surowej ujmowanej z rzeki Drwęcy z rejestracją parametrów (tlen, przewodnictwo właściwe, odczyn, temperatura);
- Przewidzieć automatyczny pomiar poziomu wody w komorach czerpalnych;
- Przewidzieć wymianę technicznie zużytych i nieekonomicznych urządzeń i armatury.

► Utlenianie wstępne

- Przewidzieć możliwość zamiennego stosowania jako utleniacza wstępnego ozonu, nadmanganianu potasu i chloru (istniejąca instalacja jako rezerwa awaryjna) dla wody powierzchniowej i zmieszanej;
- Przewidzieć dla utlenienia wody infiltracyjnej koniecznie nadmanganian potasu (przewidywana instalacja o wydajności obejmującej możliwość dawkowania nadmanganian potasu dla obu ciągów uzdatniania);
- Do procesu wykorzystać istniejące zbiorniki wstępnego chlorowania po odpowiedniej adaptacji;
- awki i czas kontaktu dla poszczególnych utleniaczy:
 - nadmanganian potasu – założyć dawkę obliczeniową w zakresie 0,2-2,0 mg KMnO₄/m³ i do tego dobrać urządzenia;
 - ozon – max 3 mg O₃/l

► Koagulacja

- przewidzieć automatyczną linię magazynowania, przygotowania i dozowania koagulanta płynnego z rodziny chlorków poliglinowych z podziałem na nisko i wysokozasadowe – dawki obliczeniowe 2,5 – 10,0g Al/m³ , zbiorniki magazynowe minimum 20 m³ objętości każdy;
- Przewidzieć instalację dozowania koagulanta płynnego z zespołem pomp dozujących sterowanych falownikiem zlokalizować w hali magazynu koagulanta stałego;
- Dawki obliczeniowe dla korekty pH od 0-4 (mleko wapienne) a stabilizacji od 0-8 (woda wapienna);

- Przewidzieć stanowisko rozładunkowe dla koagulantów płynnych z pełną ochroną środowiska i neutralizacją ewentualnych wycieków;
- Pozostawić istniejącą instalację do przygotowania i dozowania siarczanu glinu (po wymianie na nowe sprężarek i pomp);
- Zapewnić jednakowy rozdział wody na poszczególne ciągi technologiczne;
- Wydzielić 2 ciągi technologiczne dla wód infiltracyjnych;
- Zmodernizować mieszanie szybkie z możliwością regulacji prędkości obrotowej mieszadeł dla charakterystycznych przepływów występujących na SUW, temperatury wody i stosowanych koagulantów;
- przewidzieć w osadnikach poziomych mechaniczne zgarnianie osadu;
- Nie przewiduje się stosowania flokulantów organicznych;
- Sporządzić bilans gospodarki ściekowo-osadowej.

► *Ozonowanie*

- Przewidzieć instalacje i urządzenia do wytwarzania ozonu z tlenu;
- Przewidzieć ozonowanie wstępne w obecnych zbiornikach wstępnego chlorowania po ich uprzednim zmodernizowaniu i dostosowaniu do ozonu;
- Przewidzieć ozonowanie pośrednie (wtórne) po filtrach antracytowo-piaskowych a przed filtrami z węglem aktywnym w nowo projektowanych komorach kontaktowych z uwzględnieniem konieczności odparowania wody podawanej na filtry węglowe;
- Przewidzieć destrukcję ozonu resztkowego (100% redukcji ozonu w powietrzu);
- Przewidzieć zaprojektowanie budynku ozonowni wraz z urządzeniami towarzyszącymi;
- Zbiornik tlenu wraz z instalacją umiejscowić na zewnątrz budynku ozonowni.

► *Filtry*

- Przewidzieć filtrację dwustopniową poprzez rozdzielenie istniejącego układu hydraulicznego na dwa niezależne ciągi technologiczne:
 - filtracja I stopnia – złożo dwuwarstwowe antracytowo-piaskowe;
 - filtracja II stopnia – złożo z węglem aktywnym;
- Przewidzieć możliwość redukcji amoniaku;
- Przewidzieć zastosowanie drenażu systemu TRITON;
- Przewidzieć gruntowną modernizację komór filtracyjnych;
- Zapewnić odpowiednio optymalne parametry technologiczne dla procesu filtracji i płukania;
- Przewidzieć płukanie filtrów wodą nie chlorowaną po I stopniu filtracji;
- Zastosować węgiel sorpcyjny wskazany przez użytkownika;
- Przewidzieć sposób wymiany złóż filtracyjnych;
- Wydzielić dwa (z możliwością trzech) filtry dla wód infiltracyjnych, pozostałe dla wody powierzchniowej;
- Przewidzieć pompownię między obiektową do podawania wody na filtrację II stopnia oraz pompownię wody płuczącej wraz ze zbiornikiem przepływowym (zastosować pompy zatapialne).

► *Stabilizacja wody*

- Przewidzieć instalację do przygotowania wody wapiennej łącznie z instalacją przesyłową i mieszaczami statycznymi;
- Miejsce włączenia wody wapiennej – przed filtrami I stopnia.

► *Stacja dmuchaw*

- Przewidzieć wymianę obecnych dmuchaw na nowe bezsmarowe;
- Zmodernizować układ pomiarowy obecnego układu tłocznego powietrza.

► *Centralna Dyspozytornia*

- Przewidzieć monitoring wody uzdatnionej podawanej do miasta;
- Przewidzieć tablicę synoptyczną (wizualizacja procesu) łącznie ze stanowiskiem dyspozytorskim.

► *Pompownia II stopnia*

- Przewidzieć wymianę istniejących pomp diagonalnych na odpowiednio dobrane pompy zatapiane z regulacją automatyczną ich wydajności za pomocą falownika lub innego systemu;
- Przewidzieć instalację tłoczną dla odprowadzenia popłuczyn po każdorazowym czyszczeniu zbiorników wyrównawczych i komór ssawnych pompowni.

► *Zbiorniki wyrównawcze*

- Przewidzieć wykonanie dodatkowego zbiornika (do 30% dobowego zapotrzebowania tj. 25000 m³) celem uzyskania równomiernej w ciągu doby pracy SUW.

► *Oczyszczalnia wód technologicznych*

- Przewidzieć zmodernizowanie gospodarki osadowej;
- Przewidzieć ocieplenie i zadaszenie osadników pionowych;
- Przedstawić zbiorczy bilans gospodarki ściekowo-osadowej;
- Przewidzieć instalację do zagęszczania osadu.

► *Dezynfekcja*

- Przewidzieć możliwość dezynfekcji końcowej przy pomocy mieszaniny chloru i dwutlenku chloru;
- Przewidzieć modernizację urządzeń i instalacji do dezynfekcji;
- Przewidzieć modernizację urządzeń do neutralizacji chloru awaryjnego;
- Przedstawić sposób zagospodarowania awaryjnych ścieków z zawartością chloru i zużytych roztworów sorpcyjnych.

7. MODERNIZACJA SUW „DRWĘCA”

Umożliwia maksymalne wykorzystanie możliwości technicznych i technologicznych stacji uzdatniania dla elastycznego sterowania poborem wód powierzchniowych i podziemnych według potrzeb jakościowych. Możliwe jest oddzielne uzdatnianie obu wód jak również po ich zmieszaniu. Wykonany układ połączeń obiektów rurociągami umożliwia bieżące wariantowanie sposobu uzdatniania w dostosowaniu do jakości wody czerpanej z eksploatowanych ujęć oraz sytuacji awaryjnych. Przyjęcie takiego rozwiązania ponadto umożliwia w pewnym zakresie zmianę jakości wody surowej podawanej na stację uzdatniania poprzez mieszanie obu rodzajów wód w celu optymalizacji procesu oczyszczania wody.

Linia technologiczna dla wody powierzchniowej z ujęcia „Drwęca”:

- Sita
- Pompownia I stopnia
- Utlenianie wstępne (ozon, nadmanganian potasu, chlor)
- Korekta pH przed procesem koagulacji – dawkowanie mleka wapiennego
- Komory szybkiego mieszania koagulantu z wodą
- Komory flokulacji
- Osadniki poziome pokoagulacyjne
- Stabilizacja wody poprzez dozowanie wody wapiennej
- Mieszacz statyczny
- Filtry otwarte antracytowo-piaskowe
- Pompownia pośrednia
- Ozonowanie pośrednie
- Pompownia między obiektowa
- Filtry z węglem aktywnym
- Wymieszanie z wodą infiltracyjną
- Dezynfekcja końcowa mieszaniną chloru i dwutlenku chloru
- Zbiorniki wyrównawcze
- Pompownia II stopnia

Linia technologiczna dla wody infiltracyjnej z ujęcia „Jedwabno”:

- napowietrzanie wody w zbiorniku wstępnego ozonowania
- dawkowanie nadmanganianu potasu
- mieszacz statyczny
- komory szybkiego mieszania
- osadniki poziome pokoagulacyjne
- stabilizacja wody poprzez dozowanie wody wapiennej
- mieszacz statyczny
- filtry otwarte antracytowo-piaskowe
- wymieszanie z wodą powierzchniową
- dezynfekcja końcowa mieszaniną chloru i dwutlenku chloru
- zbiorniki wyrównawcze
- pompownia II stopnia

Występuje możliwość wymieszania obu rodzajów uzdatnianych wód w następujących miejscach ciągu technologicznego:

- przed utlenianiem wstępnym,
- przed mieszaczami szybkimi,
- przed filtrami antracytowo-piaskowymi,
- przed dezynfekcją końcową.

► Wydajności ujęć i stacji uzdatniania wody

Wydajność SUW „Drwęca” po modernizacji wynosi:

$$Q_{\text{dmax}} = 84\,000 \text{ m}^3/\text{dobę}$$

$$Q_{\text{hśr}} = 3\,500 \text{ m}^3/\text{h}$$

Powyższe ustalenia zabezpieczają całkowite zapotrzebowanie na wodę (razem z potrzebami własnymi SUW). Zakłada się pełne wykorzystanie wód infiltracyjnych z ujęcia „Jedwabno”. W przypadku awarii ujęcia infiltracyjnego cała ilość wody

czerpana będzie z ujęcia „Drwęca”. W związku z powyższym, przewidywane maksymalne wydajności poszczególnych ujęć wyniosą:

- ujęcie „Drwęca” – $Q_{dmax} = 66\ 000\ m^3/dobę$
 $Q_{hśr} = 2\ 750\ m^3/h$
- ujęcie „Jedwabno” $Q_{dmax} = 18\ 000\ m^3/dobę$
 $Q_{hśr} = 750\ m^3/h$

► *Ciąg technologiczny uzdatniania wody z ujęcia „Drwęca” i wód zmieszanych z ujęć „Drwęca” i „Jedwabno”*

Ujęcie wody i pompownia I stopnia

Z uwagi na niedawną wymianę pomp na stanowiskach 1, 3 i 5 oraz dobry stan pozostałych (według oceny użytkownika) pozostawiono istniejące pompy, przewidując do wymiany tylko armaturę na stanowisku 2, 3 i 4.

Wykonano również wymianę krat rzadkich i gęstych na kraty ze stali nierdzewnej.

Wyposażono pompownię w zestaw sit obrotowych, dopasowanych wymiarowo do istniejących komór z przepustowością dobraną do maksymalnych wydajności pomp na poszczególnych stanowiskach. Sita czyszczone w sposób ciągły, układami dysz wypłukujących osady do wewnętrznej rynny. Osady pochodzące z czyszczenia sita odprowadzane są grawitacyjnie do oddzielnej kanalizacji.

Wykonano również demontaż istniejących urządzeń przeciwuderzeniowych znajdujących się w komorze oraz likwidację połączeń pomiędzy komorą urządzeń przeciwuderzeniowych i rurociągami DN 1000. Funkcję urządzeń przeciwuderzeniowych przejmą zawory zwrotne z tłumieniem hydraulicznym i przeciwwagą (z regulowanym stopniem tłumienia).

► **Utlenianie wstępne**

Wykonano adaptację istniejących zbiorników wstępnego chlorowania:

- Istniejący prawy zbiornik przewidziano dla utleniania wstępnego wody z ujęcia „Jedwabno” jako zbiornik kontaktowy;
- Istniejący lewy zbiornik przewidzieć dla utleniania wstępnego wody z ujęcia „Drwęca” jako zbiornik kontaktowy.

W zależności od sezonowej zmiany jakości wody i uzyskiwanych efektów zakłada się możliwość stosowania następujących utleniaczy wstępnych: ozon, nadmanganian potasu, chlor.

Wytyczne techniczne dla instalacji poszczególnych utleniaczy są następujące:

Ozon

Obliczeniowa dawka ozonu 2,5 mg O₃/l. Czas kontaktu 1 – 4 minut. Zastosowano ozonatory WEDECO dające wysoką koncentrację ozonu w gazie nośnym (produkcja O₃ z tlenu). Hydraulika układu powinna zapewnić dobrą dyspersję i dyfuzję ozonu do wody. Z analizy ilości uzdatnianej wody i zalecanej dawki ozonu zastosowano zestaw do produkcji ozonu o łącznej wydajności nominalnej 8,0 ÷ 10,0 kg O₃/h. Zestaw ma możliwość regulacji wydajności roboczej w zakresie 3 ÷ 11 kg O₃/h. W celu ograniczenia kosztów

remontów i eksploatacji wykonano ozonownię produkującą ozon z tlenu. Źródłem tlenu jest zbiornik ciekłego tlenu o pojemności 20t usytuowany na zewnątrz budynku ozonowni. Przewidziano także wyposażenie ozonatorów i należące do nich rurociągi w izolację termiczną dla zapewnienia minimalizacji zjawiska rosenia chłodnych elementów. Chłodzenie ozonatorów następuje wodą uzdatnioną z ujęcia infiltracyjnego. Ozonowanie wstępne wykonano jako rozdzielne dla wody z ujęcia „Jedwabno” i wody z ujęcia „Drwęca”. Miejscem ozonowania wstępnego są dotychczasowe dwa zbiorniki chlorowania wstępnego po przebudowie i adaptacji na zbiorniki kontaktowe ozonowania wstępnego. Odpowiednia ilość i lokalizacja dystrybutorów ozonu umożliwi regulację dawki i czasu kontaktu wody z ozonem co pozwala na regulację parametrów przebiegu procesu utleniania w trakcie eksploatacji SUW. Ozonatory pracują automatycznie w zależności do wielkości przepływu uzdatnianej wody oraz w oparciu o zadaną (ustaloną przez obsługę) dawkę ozonu oraz stężenie ozonu w wodzie odpływającej ze zbiorników kontaktowych ozonowania. W obrębie zbiornika znajdują się również elementy związane technologicznie z komorą kontaktową np.: armatura odcinająca, destruktor ozonu resztkowego, niezbędne czujniki i itp. Zastosowano termiczno-katalitycznych destruktor ozonu resztkowego dla każdego zbiornika. Dla zapewnienia dostawy ozonu do wstępnego i pośredniego ozonowania wykonano budynek ozonowni przy hali filtrów. Rozwiązanie to wymusiło budowę nowego budynku ozonowni z komorą kontaktu ozonowania pośredniego oraz rurociągu o długości około 250m. umożliwiającego transport ozonu do komór ozonowania wstępnego. Rurociąg ten wykonany jest z wysokiej klasy stali nierdzewnej oraz dobrze zaizolowany, aby nie dopuścić do wzrostu temperatury transportowanego ozonu powyżej 30°C (uniknięcie szybkiego rozpadu ozonu).

Nadmanganian potasu

Obliczeniowa dawka nadmanganianu potasowego wynosi $0,2 \div 2,0 \text{ mg KMnO}_4/\text{m}^3$. Stężenie roztworu roboczego 0,5 – 1,0%. Instalacja magazynowania i przygotowania wraz z urządzeniami do dozowania zlokalizowana została w hali przygotowania chemikaliów wydzielonej z wolnej powierzchni pomieszczenia istniejącego magazynu koagulanta. Do wymieszania roztworu KMnO_4 z wodą surową służą mieszacze statyczne. Dla rurociągu wody surowej z ujęcia „Drwęca” określono średnicę mieszacza na DN 800mm. Nadmanganian potasu będzie dozowany po zbiornikach kontaktowych ozonowania wstępnego dla wody z ujęcia „Jedwabno”. Całość zestawu dawkującego ustawiono w wannie żelbetowej.

Chlor

Utlenianie azotu amonowego. Dawka: 8 mg $\text{Cl}_2/1\text{mg NH}_4\text{-N}$. Obecna instalacja z dotychczasowym miejscem dozowania pozostanie bez zmian.

► Instalacja korekty pH wody przed procesem koagulacji

W celu optymalizacji przebiegu procesu koagulacji zakłada się możliwość dozowania mleka wapiennego na rurociągu wychodzącym z istniejącego lewego zbiornika wstępnego chlorowania, który adaptowany będzie na komorę kontaktową ozonowania wstępnego. Do tego celu wykorzystana zostanie istniejąca instalacja przygotowania mleka wapiennego. Punkt dozowania wapna przeniesiony będzie z rurociągu wchodzącego na rurociąg wychodzący ze zbiornika wstępnego chlorowania Dawka obliczeniowa wapna $8\text{g Ca(OH)}_2/\text{m}^3$.

► Koagulacja

Przewidziano dwa warianty prowadzenia procesu koagulacji wody:

- Oddzielnie dla wód z ujęć „Drwęca” i „Jedwabno” w okresie letnim, jesiennym i wiosennym;
- Razem dla zmieszanych wód z ww. ujęć w okresie zimowym.

Przewiduje się dopływ rurociągiem DN 1000 prawym dla wód infiltracyjnych na 2 mieszacze szybkie oraz lewym DN 1000 dla wód powierzchniowych na 3 mieszacze szybkie (pozostałych 5 mieszaczy wyłączono trwale z eksploatacji). Na rurociągu zbiorczym przewidziano rozdzielanie instalacji. Z obecnych 10 ciągów technologicznych, 2 wyłączono całkowicie z eksploatacji, 2 przeznaczono dla wody infiltracyjnej a 6 dla wody powierzchniowej. Przewiduje się, że z mieszaczy szybkich woda grawitacyjnie poprzez nowo zaprojektowany i wykonany rurociąg zbiorczy (usytuowany pomiędzy komorami szybkiego mieszania a komorami flokulacji) kierowana będzie do istniejących komór reakcji. W nich nastąpi proces flokulacji. Z komór wolnego mieszania woda grawitacyjnie przepłynie do istniejących osadników poziomych pokoagulacyjnych. Przewidziano i wykonano instalację dozowania płynnych chemikaliów do koagulacji wody.

Dawka obliczeniowa koagulantu z rodziny polichlorków glinowych $40 \div 180 \text{ g/m}^3$. Zbiorniki koagulantów płynnych wraz z instalacją dozującą są umieszczone w budynku koagulacji w istniejącym magazynie koagulantu. Przewidziano wprowadzenie automatycznego sprzężenia procesu koagulacji z jej końcowym efektem określanym za pomocą odpowiednich czujników. Takie zorganizowanie procesu umożliwi ograniczenie zużycia koagulantów do ilości niezbędnej.

► Komory szybkiego mieszania

Przewidziano wyłączenie z przyszłej eksploatacji pięciu (spośród obecnie pracujących dziesięciu) komór szybkiego mieszania. Całkowita objętość wewnętrznych części obecnych komór szybkiego mieszania wynosi 220 m^3 ($22 \text{ m}^3 \times 10$ szt.). Dla ilości wody $Q = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$ i eksploatacji 10 komór czas zatrzymania będzie zbyt długi i wyniesie $t = 3,8$ minuty. Wymagany czas zatrzymania 1 do 2 minut. Na rurociągu doprowadzającym wodę do mieszaczy szybkich zamontowane są przepływomierze elektromagnetyczne przepływu wraz z przepustnicami regulacyjnymi dla wyrównania napływu wody do poszczególnych komór

Dla przypadku uzdatniania wód zmieszanych:

- liczba eksploatowanych mieszaczy – 5 sztuk;
- całkowita ilość wody kierowanej na mieszacze – $3\,500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- uzyskany czas zatrzymania – 1,88 minuty;

W przypadku osobnego uzdatniania wód:

- liczba eksploatowanych mieszaczy – 4 sztuki;
- całkowita ilość wody kierowanej na mieszacze – $2\,750 \text{ m}^3/\text{h}$;
- uzyskany czas zatrzymania – 1,92 minuty;

Przewidziano mieszanie wody z roztworem koagulantu za pomocą obracanych silnikiem elektrycznym mieszadeł z regulowaną falownikiem prędkością obrotową. Liczba obrotów mieszadeł powinna wynosić $150 \div 200 \text{ obr/min}$.

► Komory wolnego mieszania

Przewidziano wyłączenie z eksploatacji dwóch (spośród obecnych dziesięciu) komór reakcji.

Dla przypadku prowadzenia procesu koagulacji dla wód zmieszanych przewiduje się pracę 8 komór. W przypadku oddzielnego prowadzenia procesu koagulacji dla wód z ujęcia „Drwęca” i ujęcia „Jedwabno” przewiduje się:

- dla wody z ujęcia „Jedwabno” pracę 2 komór;
- dla wody z ujęcia „Drwęca” pracę 5 komór.

► Osadniki poziome (pokoagulacyjne)

W celu podniesienia efektywności i stabilności pracy osadników przewidziano zapewnienie równomiernego obciążenia hydraulicznego wszystkich osadników (wypoziomowanie krawędzi przelewowych) oraz zastosowanie skutecznego mechanicznego odprowadzania osadu.

Przewidziano również wyłączenie trwale z eksploatacji dwóch (spośród obecnie dziesięciu) osadników. Pracę dla poszczególnych przypadków procesu koagulacji identycznie jak dla komór wolnego mieszania.

► Instalacja do stabilizacji wody uzdatnionej

Stabilizacja wody przewidziano przy użyciu wody wapiennej dozowanej do dwóch rurociągów DN 1000 po osadnikach poziomych pokoagulacyjnych a przed filtrami antracytowo-piaskowymi oraz do rurociągu wody po zbiorniku kontaktowym chlorowania dezynfekcyjnego. Do tego celu wykorzystana jest istniejąca instalacja przygotowania mleka wapiennego uzupełniona o instalację dawkowania wody wapiennej. Przewidywane zużycie mleka wapiennego do stabilizacji około 20 g/m^3 .

Dawka obliczeniowa wapna do stabilizacji $4 \text{ g Ca(OH)}_2/\text{m}^3$. Dawkowanie wody wapiennej pompami dozującymi, których praca sterowana jest za pomocą przetwornicy częstotliwości.

► Filtry antracytowo – piaskowe

Wykonano adaptację 9 obecnych filtrów na filtry dwuwarstwowe, a drugie 9 na filtry węglowe (symetryczny podział filtrów wzdłuż galerii rurociągów). Dodatkowo przewidziano dualną pracę trzech filtrów piaskowo- antracytowych. Trzy filtry (nr 7,8,9) będą pracowały dla ciągu technologicznego wody z ujęcia „Jedwabno” z możliwością ich przełączenia na ciąg technologiczny z ujęcia wody powierzchniowej „Drwęca”. Filtry piaskowo-antracytowe nr 1-6 będą uzdatniały tylko wodę powierzchniową. Z uwagi na uzyskiwane prędkości filtracji powyżej 8,0 m. dla wydajności SUW na poziomie $Q_{\text{hśr}} = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$ zastosowano złoża dwuwarstwowe antracytowo-piaskowe.

Osobne uzdatnianie wody z ujęcia „Drwęca”:

- eksploatacja 6 szt. filtrów antracytowo-piaskowych;
 - ilość wody kierowanej na filtry $Q = 2000 \text{ m}^3/\text{h}$;
 - prędkość filtracji – dla 6 filtrów – $7,5 \text{ m/h}$;
- a dla 5 filtrów (1 w remoncie lub płukaniu) – $9,0 \text{ m/h}$
- eksploatacja 9 szt. filtrów antracytowo-piaskowych;
 - ilość wody kierowanej na filtry $Q = 2750 \text{ m}^3/\text{h}$;
 - prędkość filtracji – dla 9 filtrów – $6,9 \text{ m/h}$;
- a dla 8 filtrów (1 w remoncie lub płukaniu) – $10,0 \text{ m/h}$.

Uzdatnianie wody infiltracyjnej z ujęcia „Jedwabno”:

- eksploatacja 3 szt. filtrów antracytowo-piaskowych;
- ilość wody kierowanej na filtry $Q = 750 \text{ m}^3/\text{h}$;

- prędkość filtracji – dla 3 filtrów – 5,62 m/h
- a dla 2 filtrów (1 w remoncie lub płukaniu) – 8,4 m/h.

Wspólne uzdatnianie wody z ujęć „Drwęca” i „Jedwabno”:

- eksploatacja 9 szt. filtrów antracytowo-piaskowych;
- ilość wody kierowanej na filtry $Q = 3500 \text{ m}^3/\text{h}$;
- prędkość filtracji – dla 8 filtrów (1 w remoncie lub płukaniu) – 9,8 m/h;
a dla 9 filtrów – 8,7 m/h.

Dopuszczalna prędkość filtracji dla złóż dwuwarstwowych filtrów pośpiesznych – do 10,0 m/h. Wysokość warstwy antracytu - 0,65m.

- wysokość warstwy piasku - 1,00m.

Razem wysokość złoża 1,65m.

Odległość koryta zbiorczego od powierzchni złoża przy ekspansji 30% = 0,95m.

Dyspozycyjna odległość między wierzchem płyt drenażowych a krawędzią koryt filtrów wynosi obecnie 2,6m. Przy zachowaniu niezbędnej obliczeniowej rezerwy na ekspansję złoża możliwa jest do przyjęcia przedstawiona powyżej struktura pionowa filtra bez konieczności przebudowy istniejących komór.

Uziarnienie złóż filtrów dwuwarstwowych:

- granulacja antracytu: 1,4 – 2,5 mm
- granulacja piasku: 0,8 – 1,2 mm

Przyjmując chłonność filtra antracytowo-piaskowego $C = 6500 \div 7000 \text{ g/m}^2$ oraz prędkość filtracji około 9,0 m/h przewidywany czas trwania filtrocyklu wyniesie około 72 godzin.

Podczas modernizacji w komorach filtrów wykonano:

- demontaż istniejących płyt żelbetowych łącznie ze słupkami podporowymi;
- przedłużenia żelbetowej ściany od komory przelewowej do obniżonej płyty drenażowej;
- przedłużenia żelbetowej ściany od komory przelewowej do podwyższonego poziomu przelewowego;
- wykonanie nowej płyty drenażowej
- przebudowa rury doprowadzającej powietrze pod płytę drenażową;
- demontaż istniejących koryt przelewowych;
- wykonanie nowych koryt przelewowych poliestrowych.

Regulacja pracy filtra odbywa się automatycznie w funkcji przepływu wody przez filtr, poziomu lustra wody w filtrze i strat na złożu filtracyjnym.

► Ozonowanie pośrednie

Obliczeniowa dawka ozonu 2,5 mg O_3/l . Czas kontaktu 10 minut. Z analizy ilości uzdatnianej wody i zalecanej dawki ozonu wynika celowość zastosowania zestawu do produkcji ozonu o łącznej wydajności nominalnej 5,0 ÷ 6,0 kg O_3/h . Zestaw powinien mieć możliwość regulacji wydajności roboczej w zakresie 1,5 ÷ 8 kg O_3/h . Wysokość dawki ozonu będzie sterowana poziomem ozonu pozostałego, który w wodzie podawanej na filtry węglowe nie powinien przekroczyć 0,05 mg O_3/l . Podobnie jak w zbiornikach ozonowania wstępnego również zbiornik ozonowania pośredniego został wyposażony w dwie sekcje dysków umożliwiające dostosowanie czasu kontaktu wody z ozonem do wydajności SUW.

Zbiornik kontaktowy ozonowania pośredniego

Wykonano jako zbiornik dwukomorowy całkowicie zagłębiony w terenie i przysypany warstwą gruntu o grubości 90cm. Dopływ i odpływ wody rurociągami DN1000, przepływ przez zb. labiryntowy a napływ i odpływ poprzez koryta z przelewami pilastymi. Ruszty z rur stali nierdzewnej z 2 sekcjami dysków ceramicznych

Instalacja ciekłego tlenu

Składa się z następujących elementów:

- zbiornika ciśnieniowy do magazynowania tlenu w stanie ciekłym,
- parownicy atmosferycznej do odparowania gazu ciekłego,
- stacji redukcyjnej

Praca stacji zgazowania jest całkowicie automatyczna a wydajność jest regulowana w zależności od potrzeb

► Pompownia między obiektowa i wody płuczącej

Wykonano adaptację dotychczasowego prawego zbiornika wtórnego chlorowania dla potrzeb pompowni wód płucznych i pompowni między obiektowej. Celem jest przetłoczenie wody na filtry węglowe po ozonowaniu pośrednim (pompownia między obiektowa) oraz podanie wody do płukania filtrów I i II stopnia (pompownia wód płucznych). Zastosowano pompy zatapialne KSB:

- 2 szt. o wydajności 900 m³/h oraz 1 szt. o wydaj. 1400 m³/h (do płukania filtrów I i II stopnia);
- 4 szt. pomp o wydaj. 900 m³/h.

Odprowadzenie przetłaczanej wody przewidziano dla pompowni wód płucznych rurociągiem DN 800, a dla pompowni międzyobiektywnej rurociągiem DN 1000.

► Filtry węglowe

Przewidziano filtry węglowe z węglem aktywnym sorpcyjnym jako wypełnienie (węgiel WG-12 z Hajnówki).

W celu zachowania optymalnych parametrów technologicznych filtrów węglowych bez zwiększania powierzchni filtracji proponuje się zwiększenie miąższości złoża celem uzyskania czasu kontaktu minimum 15 minut i osiągnięcia biologiczno-sorpcyjnej pracy złoża węglowego można uzyskać poprzez obniżenie poziomu płyty drenażowej i podniesieniu przebudowanych koryt przelewowych. Uzyskana wysokość dyspozycyjna pozwala na osiągnięcie maksymalnej miąższości złoża wynoszącej 2,20m.

Modernizacja komory filtra obejmowała:

- demontaż istniejących płyt żelbetowych łącznie ze słupkami podporowymi;
- likwidacja rury doprowadzającej powietrze pod płytą drenażową;
- wykonanie przedłużenia żelbetowej ściany od komory przelewowej do obniżonej płyty drenażowej;
- wykonanie przedłużenia żelbetowej ściany od komory przelewowej do podwyższonego poziomu przelewowego;
- wykonanie nowej płyty drenażowej (płyta polipropylenowa) podpartej na regulowanych słupkach ze stali nierdzewnej;
- demontaż istniejących koryt przelewowych;
- wykonanie nowych koryt przelewowych
- wykonanie nowego dna pod system drenażowy
- wykonanie systemu drenażowego .

Regulacja pracy filtra odbywa się automatycznie w funkcji przepływu wody przez filtr za pomocą zaworów regulacyjnych, poziomu lustra wody w filtrze i strat na złożu filtracyjnym.

► **Dezynfekcja końcowa (obiekt chlorowni)**

Modernizacja obiektu „Chlorownia” miała na celu:

- zmianę sposobu dezynfekcji wody dla poprawy jej walorów organoleptycznych i bezpieczeństwa zdrowotnego przez zastosowanie dwutlenku chloru;
- dostosowanie instalacji chloru dla wstępnego wariantowego symultanicznego utleniania.

Po modernizacji obiekt miał spełniać zadania:

- rozładunku z transportu i magazynowania chloru ciekłego;
- odparowania i dozowania chloru gazowego oraz produkcji i dozowania wody chlorowej dla dezynfekcji i wstępnego utleniania;
- rozładunku cystern samochodowych i magazynowania wodnego roztworu chlorynu sodu do produkcji dwutlenku chloru;
- produkcji i dozowania dla potrzeb dezynfekcji wodnego roztworu dwutlenku chloru.

Przewidziano wydzielenie w budynku chlorowni 3 odrębnych, rozdzielonych od siebie, z odrębnymi wyjściami rejonu a mianowicie:

- *rejon chlorowni* obejmujący pomieszczenia: magazyny chloru w beczkach, odparowalników chloru, chloratorów, zestawu hydroforowego dla inżektorów.
- *rejon dwutlenku chloru* obejmujący pomieszczenia: magazynu chlorynu sodu, generatorów dwutlenku chloru i pomieszczenie neutralizacji ClO₂.
- *rejon pomieszczeń pomocniczych* nie zagrożonych toksycznymi gazami obejmuje: przedsionek, magazyn odzieży i sprzętu ochronnego dla obsługi, rozdzielni NN, magazynu wodorotlenku sodowego dla neutralizacji chloru, stacji pilotowej neutralizacji chloru awaryjnego, podręcznego magazynku i węzła ciepłego.

Wyżej wymienione rozwiązania modernizacyjne nie naruszają konstrukcji budynku.

Dla instalacji chlorowania wody przewidziano:

- stanowisko zmechanizowanego transportu łamanego do rozładunku beczek z samochodu do wnętrza obiektu;
- kompletny zestaw odparowalnika z instalacją i armaturą i elementami zabezpieczeń oraz własną tablicą sterowniczą i możliwością przesyłu sygnału do centralnej sterowni;
- chloratorów podciśnieniowych automatycznie sterowanych od dawki chloru pozostałego.

Dla instalacji dwutlenku chloru przewidziano:

- magazyn chlorynu sodu 25%;
- instalację zasilania generatora dwutlenku chloru z magazynu;
- generatora dwutlenku chloru;
- miernika i regulatora dwutlenku chloru;
- instalacji alarmującej o przekroczeniu zawartości dwutlenku chloru w pomieszczeniu i sterującą automatycznie wentylację mechaniczną pomieszczenia;

- dozowania i sieci dosyłowej roztworu dwutlenku chloru.

Dla instalacji zabezpieczających obsługę i środowisko przewidziano:

- instalację niszczenia chloru gazowego za pomocą neutralizatorów nowej generacji w wykonaniu z tworzyw sztucznych;
- instalację neutralizacji wody chlorowej;
- instalację pochłaniania gazowego dwutlenku chloru;
- instalację neutralizacji ścieków z chlorynem sodu i dwutlenkiem chloru;

Mając na uwadze doświadczenia użytkownika, przyjmuje się wariant pozyskiwania dwutlenku chloru z chloru i chlorynu sodu. Docelowo dezynfekcja końcowa prowadzona będzie przy użyciu dwutlenku chloru. Wstępnie dawkę ClO_2 określono na 0,4 – 0,6 mg/l. Proponuje się stopniowe przejście w zmianie utleniacza z Cl_2 na ClO_2 przez co najmniej 3-6 miesięcy. Podejście takie podyktowane jest potrzebą zapewnienia odpowiednich warunków samego tranzytu uzdatnionej już wody. Gwałtowne przejście na silniejszy utleniacz, którym jest ClO_2 , może spowodować szybkie rozpuszczanie osadów w rurociągach.

► Zbiorniki wyrównawcze

Wykonano budowę dodatkowego dwukomorowego zbiornika retencyjnego wraz z rurociągami technologicznymi i komorą zasuw oraz instalacji pomiarowej z przekazywaniem danych do centralnej dyspozytorni. Pojemność zbiornika 2 x 7500 m³. Łącznie z istniejącymi już dwoma zbiornikami po 5000 m³ każdy daje pojemność 25 000 m³ tj. około 40% rezerwy dobowej produkcji. Pojemność taka umożliwi nie tylko pracę SUW z wyrównaną wydajnością w ciągu doby, ale również korzystanie z tańszej energii w porze nocnej.

► Pompownia II stopnia

Pompownia II stopnia powinna zaopatrzyć w sposób ciągły sieć wodociagową miasta Torunia w wodę. W celu określenia granicznych wielkości wydajności pompowni II stopnia przeanalizowano wielkości przepływów mierzone w komorach K15 i K12. Z przedstawionych danych wynika, że obecny przepływ maksymalny jest rzędu 6 do 9 razy większy od minimalnego. Wskazuje to na celowość zachowania dwóch typów pomp umożliwiających uzyskanie powyższych wydajności. Pompownia II stopnia będzie tłoczyć wodę do miasta ze zmienną wydajnością w zależności od zapotrzebowania wody. Praca pomp regulowana będzie w zależności od przepływu i ciśnienia na wyjściu. Przewiduje się wymianę wszystkich sześciu pomp diagonalnych pionowych o napięciu 6000V na pompy zatapialne do zabudowy w szybie rurowym o następujących parametrach:

- 3 pompy o $Q = 80-300$ l/s, $H=3,25-1,6$ b i mocy 78kW + falownik
- 3 pompy o $Q = 4800-980$ m³/h, $H=4,3-2,5$ b o mocy 360 kW + falownik

Ponadto przewiduje się instalację do odprowadzania wód osadowych z dennej części komór czerpalnych. Odprowadzenie wód osadowych odbywać się będzie za pomocą pompy przenośnej oraz wymianę istniejącej armatury.

► Zbiornik wody płuczającej

Na zbiornik wody do płukania przeznaczona jest prawą komorę istniejącego zbiornika wtórnego chlorowania. Zbiornik wody do płukania będzie funkcjonował jako przepływowy. Wysokie podłączenie odpływu do zbiorników wyrównawczych będzie powodowało uprzywilejowanie zasilania pomp płuczających. Z uwagi na technologiczne wykorzystanie wody z tego zbiornika do płukania filtrów nie będzie ona chlorowana.

► Pompownia wody płuczającej

Pompownia ta służy do płukania filtrów I i II stopnia. Ze względu na dużą różnicę gęstości piasku, antracytu i węgla wyposażono pompownię w 3 agregaty pompowe. Zestaw 3 pomp o różnych parametrach zapewnia możliwość dostosowania parametrów płukania do materiału złoża filtracyjnego. Płukanie jest tak prowadzone, aby zminimalizować zużycie wody płuczającej. Poprzez regulację pracą pomp płuczających uzyskiwana ilość wód popłucznych jest rzędu 350 - 400 m³ z płukania 1 filtra. Uzyskiwanego jest po wprowadzeniu sterowania pompami płuczającymi, stosowania fazy płukania wodno-powietrznego, stopniowego załączania pomp płuczających oraz mętnościomierza na odpływie wody popłucznej.

► Stacja dmuchaw

Zastosowano zestaw dmuchaw tłokowych typu FB 620C prod. KAESER. Sterowanie dmuchawami odbywa się zdalnie z centralnej dyspozytorni oraz automatycznie według programu płukania. Praca dmuchawy jest regulowana poprzez falownik, który pozwala na optymalizację płukania dwufazowego tj. powietrze, woda + powietrze.

► Oczyszczalnia wód technologicznych

Dokonano wymiany istniejących pomp (łącznie z armaturą) na nowe SEWATEC parametrach prod. KSB o parametrach hydraulicznych spełniających wymogi bilansu wody i ścieków po modernizacji SUW.

Ponadto zainstalowano w pompowni OWT stację zarobową polimerów proszkowych typ POLIMER A1000 prod. DREMEKO. Jest to urządzenie do roztwarzania i dozowania polimerów celem zagęszczania osadów podawanych na osadniki pionowe (urządzenie kompaktowe „AUTOFLOC”). Dawka obliczeniowa polimeru 2 g/m³. Polimer jest stosowany tylko do poprawy sedymentacji osadów z wód popłucznych filtrów I i II stopnia oraz wód z mycia osadników poziomych. Zagęszczone osady (do 4% suchej masy) w osadnikach pokoagulacyjnych wyposażonych w zgarniacze rewersyjne Zickerta odprowadzane są bezpośrednio na baseny osadowe. Wykonano ocieplenie i zadaszenie osadników pionowych.

► CIĄG TECHNOLOGICZNY UZDATNIANIA WODY Z UJĘCIA „JEDWABNO”

► Utlenianie wstępne

Zakłada się możliwość stosowania niżej wymienionych utleniaczy wstępnych w zależności od sezonowej zmiany jakości wody i uzyskiwanych efektów: powietrze, nadmanganian potasu i ozon.

Nadmanganian potasu

Dawki i stężenie roztworu roboczego w zależności od koncentracji Fe i Mn w wodzie surowej: około 1,0 mgKMnO₄/mg Fe oraz około 2,0 mg KMnO₄/mg Mn. W celu wymieszania roztworu nadmanganianu potasu z wodą surową na rurociągu zainstalowany jest mieszacz statyczny o średnicy DN 700.

Ozon

Rozwiązania techniczne i technologiczne jak dla komory kontaktu ozonowania wstępnego wody powierzchniowej.

► Koagulacja

Nie przewiduje się instalacji dozowania koagulantów dla wody wstępnej. Zakłada się swobodny przepływ przez ciągi technologiczne przewidziane dla uzdatniania wody wstępnej. Zakłada się swobodny przepływ przez ciągi technologiczne przewidziane dla uzdatniania wody wstępnej tj. jednego mieszacza szybkiego (drugi w rezerwie), dwóch komór wolnego mieszania i dwóch osadników pokoagulacyjnych. Obiekty te wyodrębnione dla wody infiltracyjnej są wykorzystane do procesu koagulacji i sedymentacji podczas wspólnego uzdatniania obu rodzajów wód zmieszanych przed mieszaczami szybkimi.

► Instalacja do stabilizacji wody uzdatnionej

Stabilizacja wody prowadzona będzie przed filtrami antracytowo-piaskowymi przy użyciu wody wapiennej. Wykorzystana tu będzie istniejąca instalacja przygotowania mleka wapiennego, która zostanie uzupełniona o instalację dawkowania wody wapiennej.

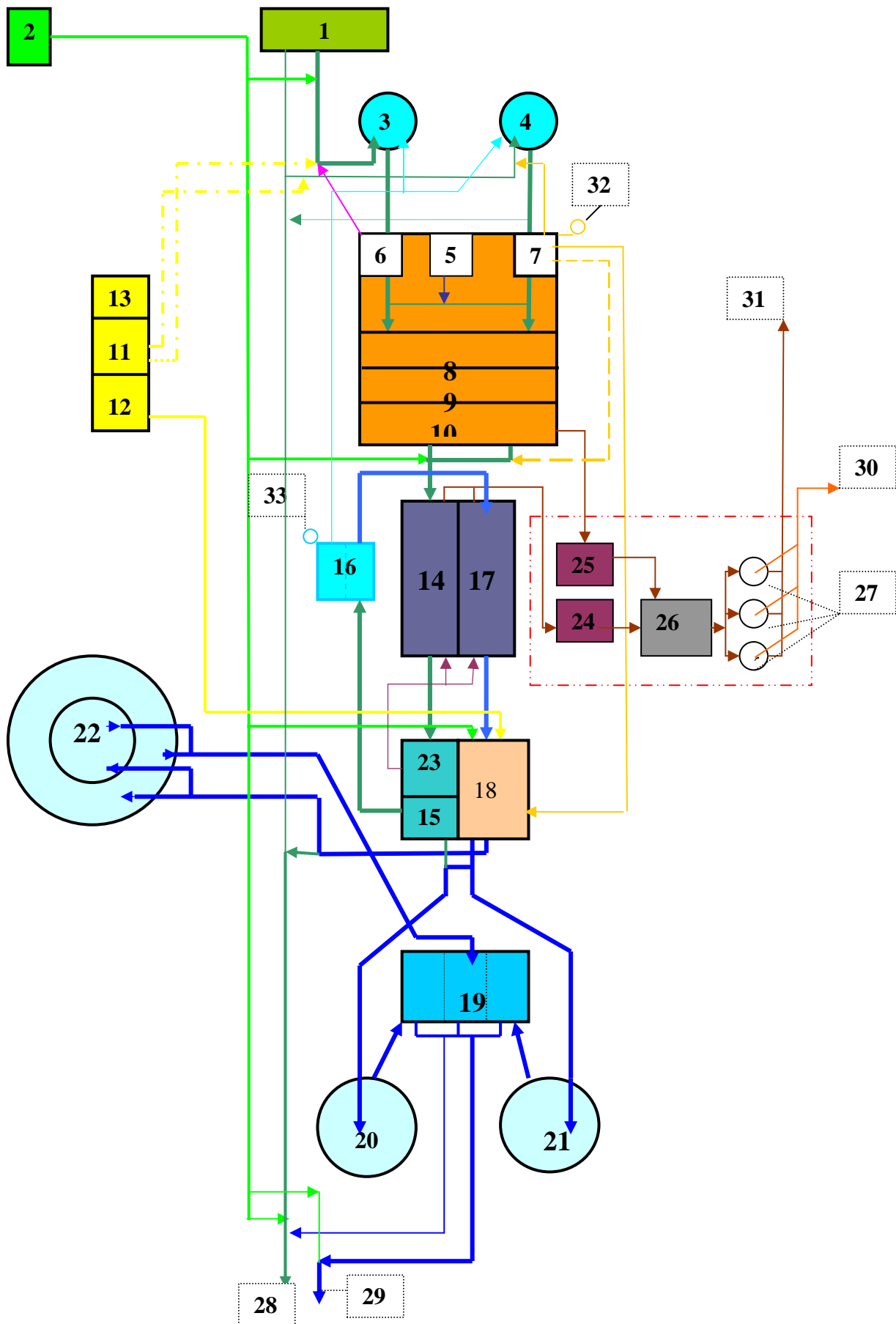
► Filtry antracytowo – piaskowe

Do uzdatnienia wody wstępnej przewidziano 3 filtry antracytowo-piaskowe. Woda po przejściu filtrów pompą przevalową będzie przetłaczana do rurociągu wody czystej po filtrach węglowych. Pozostałe rozwiązania techniczne i technologiczne jak dla uzdatniania wody powierzchniowej.

► Dezynfekcja końcowa, zbiorniki wyrównawcze i pompownia II stopnia

Po filtrach antracytowo-piaskowych woda wstępna będzie ulegać wymieszaniu z wodą powierzchniową. Wody zmieszane kierowane będą do istniejącego lewego zbiornika wtórnego chlorowania, gdzie będzie prowadzona dezynfekcja końcowa mieszaniną chloru i dwutlenku chloru. Następnie uzdatniona woda poprzez zbiorniki wyrównawcze i pompownię II stopnia wtłaczana będzie do sieci miejskiej.

SUW „Drwęca” po modernizacji



Oznaczenia występujące na schemacie

1. Ujęcie wody powierzchniowej
2. Ujęcie infiltracyjne „Jedwabno”
3. Zbiornik ozonowania wstępnego wody powierzchniowej i zmieszanej
4. Zbiornik ozonowania wstępnego wody z ujęcia infiltracyjnego „Jedwabno”
5. Instalacja koagulantów płynnych (chlorki poliglinowe)
6. Instalacja nadmanganianu potasu
7. Instalacja mleka i wody wapiennej (korekta pH i stabilizacja wody)
8. Mieszanie szybkie
9. Mieszanie wolne
10. Osadniki poziome pokoagulacyjne
11. Chlorownia – chlor gazowy
12. Chlorownia – dwutlenek chloru
13. Chlorownia – neutralizacja chloru awaryjnego
14. Filtry antracytowo-piaskowe
15. Pompownia pośrednia międzobiektowa
16. Ozonownia centralna z komorą kontaktową ozonowania pośredniego
17. Filtry z węglem aktywnym
18. Zbiornik dezynfekcji końcowej
19. Pompownia II⁰
20. Zbiornik wyrównawczy nr 1 (5000 m³)
21. Zbiornik wyrównawczy nr 2 (5000 m³)
22. Zbiornik wyrównawczy nr 3 (15000 m³)
23. Pompownia wód płucznych
24. Zbiornik popłuczyn ze stacji filtrów
25. Zbiornik osadów pokoagulacyjnych
26. Pompownia oczyszczalni wód technologicznych
27. Osadniki pionowe radialne
28. Zasilanie ZWS „Elana” (grawitacyjnie)
29. Zasilanie miasta Torunia (ciśnieniowo)
30. Kanał zrzutowy DN 1000 (do Strugi Lubickiej)
31. Zrzut osadu na baseny osadowe (laguny)
32. Silos wapna hydratyzowanego
33. Zbiornik tlenu ciekłego

Celami modernizacji były:

- **Zdecydowana poprawa jakości wody podawanej do miasta, w zakresie;**
 - **eliminacji wstępnego chlorowania, które powoduje powstawanie szeregu niekorzystnych związków, w tym trihalometanów, które są kancerogenne;**
 - **poprawy efektywności koagulacji;**
 - **zwiększenia skuteczności filtracji;**
- **Umożliwienie uzdatniania wód powierzchniowych wspólnie z wodami infiltracyjnymi z ujęcia „Jedwabno”**
- **Poprawa technicznych i ekonomicznych warunków eksploatacji SUW „Drwęca”**

Woda pochodząca z rzeki Drwęcy nie była uzdatniana w sposób wymagany przez Dyrektywę Rady UE Nr 98/83/EEC .

Woda, która trafiała do kranów w niektórych częściach Torunia nie była akceptowalna przez konsumentów z powodu smaku, zapachu i wysokiej mętności. Z uwagi na lokalizację tych części miasta można dojść do wniosku, że problem jest w nieskuteczności technologii SUW „Drwęca” w Lubiczu. Założenie to potwierdzają analizy wody produkowanej w stacji uzdatniania, wskazujące, że smak, zapach i mętność wody spowodowane są wysoką utlenialnością jak i poziomem manganu, żelaza i ilości bakterii w wodzie czerpanej. Zawartość tych parametrów była zbyt duża, aby wówczas stosowana technologia uzdatniania mogła być skuteczna z powodu wytwarzania się THM-ów i nie satysfakcjonującego usuwania żelaza, manganu i mętności, jak również nie akceptowalnego smaku i zapachu.

Woda pitna powinna być: czysta pod względem higienicznym, wolna od koloru i mętności, nie posiadać zawiesiny, mieć odpowiednią twardość i przez cały czas być dostarczana w wystarczających ilościach.

Ocena jakości wody surowej i uzdatnionej na istniejącej stacji wskazuje na konieczność dokonania intensyfikacji, modernizacji i rozbudowy procesów uzdatniania. Mając to wszystko na uwadze wskazanym było wybranie takich procesów technologicznych, które gwarantować będą osiągnięcie celu i zakładanych efektów w postaci poprawy jakości wody uzdatnionej akceptowalnej przez konsumenta. Dlatego też w wyniku wykonania wielu testów i badań ciągu operacji jednostkowych o określonych parametrach i analizie osiągniętych wyników pod kątem intensyfikacji i optymalizacji całego układu technologicznego zrodziły się poniższe wnioski, których realizacja gwarantuje uzyskanie dobrej, smacznej, czystej pod względem higienicznym wody pitnej wolnej od koloru, mętności i nie posiadającej zawiesiny.

Wnioski

Aby osiągnąć wyżej wymienione cele należało dokonać:

- **Całkowitej rezygnacji z chlorowania wstępnego;**
- **Do utleniania wstępnego przewidzieć zamiennie stosowanie jako utleniacza ozon i nadmanganian potasu;**
- **Wprowadzenia dwustopniowego ozonowania wody;**
- **Modernizację systemu koagulacji łącznie ze systemem ciągłego usuwania osadu pokoagulacyjnego;**
- **Zapewnić warunki do stosowania koagulantów płynnych nowej generacji;**
- **Zapewnić lepsze i skuteczniejsze wymieszanie koagulanta z wodą uzdatnianą;**
- **Zmodernizowania układu mieszania szybkiego i wolnego;**

- **Wprowadzenie dwustopniowej filtracji poprzez przebudowę 9 filtrów pośpiesznych piaskowych na filtry dwuwarstwowe antracytowo-piaskowe oraz przebudowę kolejnych 9 filtrów pośpiesznych piaskowych na filtry z węglem aktywnym;**
- **Budowę ozonowni;**
- **Dostosować urządzenia pompowni drugiego stopnia do zmniejszonej produkcji wody;**
- **Przewidzieć wykonanie instalacji dozowania dwutlenku chloru z modernizacją instalacji dozowania i neutralizacji chloru;**
- **Przewidzieć wykonanie instalacji do stabilizacji wody wodą wapienną przed filtrami antracytowo- piaskowymi;**
- **Przewidzieć wykonanie instalacji przygotowania i dozowania nadmanganianu potasu dla utleniania wody infiltracyjnej;**
- **Przewidzieć możliwość dezynfekcji końcowej przy pomocy mieszaniny chloru i dwutlenku chloru;**
- **Zastosować nowoczesny system sterowania i kontroli procesów technologicznych.**

W wyniku powyższego zostały usunięte takie mankamenty jak:

- **Formowanie się THM w rezultacie chemicznej reakcji chloru i prekursorów organicznych. Trihalometany stwarzają problemy, gdyż są to związki rakotwórcze.**
- **Wysokie zagęszczenie materii organicznej, manganu i żelaza, dające w wyniku:**
 - **Nie akceptowalny przez odbiorców smak i zapach;**
 - **Rozwój bakterii w systemie dystrybucyjny, pociągający za sobą problemy ze smakiem i zapachem;**
 - **Niekorzystny wpływ na ludzkie zdrowie;**

Uzyskiwane badania potwierdzają również jednocześnie prawidłowość przyjętego procesu technologicznego w celu uzdatniania wody z rzeki Drwęcy tj.:

- ozonowanie wstępne;
- koagulacja;
- sedymentacja;
- filtracja pośpieszna przez złożo antracytowo – piaskowe;
- ozonowanie pośrednie;
- filtracja przez złożo węgla aktywnego;
- stabilizacja wodą wapienną;
- dezynfekcja dwutlenkiem chloru;

Reasumując – zastosowanie proponowanego rozwiązania gwarantuje uzyskanie wody pitnej o walorach akceptowalnych przez konsumenta i stabilnych parametrów wody czystej dla sieci dystrybucyjnej (woda nie korozyjna, nie agresywna, stabilna pod względem chemicznym i biologicznym). Uzyskane wyniki potwierdzają skuteczność zastosowania zmodyfikowanego procesu technologicznego rozwiązującego podstawowe problemy jakościowe wody uzdatnianej, także umożliwia etapowanie realizacji w powiązaniu z modułowym doбором urządzeń a

układ połączeń obiektów rurociągami zapewnia możliwość bieżącego wariantowania sposobu uzdatniania wody z eksploatowanych ujęć.

W wyniku przeprowadzenia modernizacji istniejącej stacji uzdatniania wody z zastosowaniem ozonowania, sorpcji na węglu aktywnym i dezynfekcji dwutlenkiem chloru nastąpiła skuteczna eliminacja związków szkodliwych. Uzyskiwane wyniki jakościowe wody potwierdzone przez Powiatowego Inspektora Sanitarnego jednoznacznie potwierdzają, że wykonana zmodernizowana technologia pozwoliła na uzyskanie wody podawanej odbiorcom o parametrach spełniających kryteria Dyrektywy 98/83/EEC).

Efekt ekologiczny inwestycji – Stacja Uzdatniania Wody w Lubiczu

Woda jako najważniejszy składnik ekosystemu stanowi czynnik niezbędny do życia dla wszystkich organizmów żywych zamieszkujących Ziemię. Specyficzne właściwości wody, jej dostępność i powszechność występowania spowodowały, że przed 3,5 miliardami lat procesy życiowe na Ziemi zainicjowane zostały w właśnie w toni wodnej. Od tamtej pory życie nierozzerwalnie związane jest z wodą, a wszelkie jego formy kształtowane przez ewolucję mniej lub bardziej nawiązują do obecności wody. Nawet ożywienie środowiska niewodnego, jakie dokonało się 400 milionów lat temu poprzez wyjście życia z wody na ląd, nie zmieniło tej sytuacji: woda nadal stanowi podstawę wszelkich procesów życiowych i swoją obecnością determinuje wszystkie formy globalnego ekosystemu funkcjonującego na Ziemi. Częścią tego ekosystemu jest również człowiek, który budując swoją cywilizację, od 4,5 miliona lat swoją działalnością zaznacza się w ziemskiej prehistorii. Pomimo upływu czasu, tworzenia nowych technologii, rozwoju nauki i techniki ludzkość nie potrafiła uniezależnić się od obecności wody, przeciwnie: rozwój cywilizacyjny wymusza uzyskiwanie coraz większych ilości wody o bardzo wysokim stopniu czystości. Pociąga to za sobą konieczność poszukiwania nowych wysokosprawnych technologii uzdatniania wody, której globalne zasoby systematycznie topnieją.

Jako początek rozwoju techniki racjonalnej gospodarki wodą uznaje się budowę akweduktu na greckiej wyspie Samos w VI w p.n.e., a nowoczesne systemy do uzdatniania wody zaczęto eksploatować w Europie dopiero 150 lat temu.

W historię tę wpisuje się również Stacja Uzdatniania Wody Toruńskich Wodociągów Sp. z o. o. w Lubiczu. Powstała ona w 1978 roku jako stacja uzdatniania wody powierzchniowej, ujmowanej z rzeki Drwęcy, o wydajności 156.000 m³/dobę. Na owe czasy było to przedsięwzięcie zaprojektowane z dużym rozmachem, przystosowane do uzdatniania dużych ilości wody zużywanej przez silnie rozwijający się przemysł, zlokalizowany na terenie Torunia. Koncepcja stacji zakładała sposób uzdatniania wody oparty na dwustopniowym chlorowaniu wody, koagulacji w komorach szybkiego mieszania oraz jednostopniowej filtracji na filtrach pospiesznych. Chlorowanie wody stanowiło początkowy i końcowy etap uzdatniania, które rozdzielono instalacją do koagulacji oraz galerią piaskowych filtrów pospiesznych. Taki układ zapewniał możliwość uzyskania wody o względnie dobrych parametrach fizykochemicznych, jednakże woda pozostawiała wiele do życzenia pod

względem organoleptycznym. Czynnikiem pogarszającym smak i zapach wody są chlorowe pochodne organiczne, powstające na skutek niecałkowitego utlenienia materii organicznej chlorem i jego związkami. Prekursorami pochodnych chlorowych są substancje organiczne obecne w bezpośrednio ujmowanej wodzie powierzchniowej, dlatego jako główne źródło tych związków uznaje się zbiorniki wstępnego chlorowania, do których dozuje się stosunkowo duże dawki chloru.

Dostępne w latach siedemdziesiątych techniki analityczne nie pozwalały na pełną analizę powstających w tym procesie substancji. Dzisiaj wiemy, że główną przyczyną pogarszającego się smaku i zapachu w procesie wstępnego chlorowania jest synteza związków z grup: halogenoacetonitryli, halogenoketonów, kwasów halogenooctowych, chlorofenoli, chlorobenzenów, chloramin oraz trihalometanów (THM). Dodatkowym czynnikiem wspomagającym syntezę ww. związków jest wysoka trwałość rozpuszczonego w wodzie chloru, który wiąże się z nią chemicznie w postaci kwasu chlorowego I (podchlorawego). Wpływa to korzystnie na kinetykę powstawania chlorowych pochodnych organicznych, co stanowi dodatkowe źródło ich powstawania. Jako wskaźnik szybkości syntezy opisanych substancji służy trichlorometan (chloroform), związek z grupy THM, którego stężenie w przypadku stosowania dezynfekcji chlorem musi być systematycznie badane. Stosowana metoda chlorowania powodowała wzrost stężenia THM do poziomu przekraczającego $30 \mu\text{g}/\text{dm}^3$ wody.

Na terenie stacji zlokalizowano dwa zbiorniki kontaktowe wstępnego chlorowania, żelbetowe o kształcie cylindrycznym o średnicy 21 m. każdy. Budowa wewnętrzna zbiorników (spiralne korytarze) umożliwiała prawidłowe mieszanie się wody z chlorem i zapewnia odpowiedni czas kontaktu wody z chlorem. Pojemność każdego zbiornika wynosiła 1630 m^3 , a głębokość 5 m. Czas kontaktu wody z chlorem mieścił się w przedziale 20 – 96 min.. Woda chlorowa doprowadzana jest do zbiorników z chlorowni za pomocą przewodów DN 90mm wykonanych z polietylenu.

Po procesie wstępnego chlorowania wodę kierowano do stacji koagulacji. Koagulację prowadzono roztworem siarczanu glinu, który dostarczany był do Ujęcia w formie krystalicznej. Przygotowanie roztworu następowało na miejscu w tzw. wannach zarobowych, do których dozowano stały koagulant. Po zasypaniu do wanien określonej ilości siarczanu, wanny wypełniano wodą, w której następowało rozpuszczenie zadozowanej soli. W celu przyspieszenia procesu zawartość wanien mieszanina była sprężonym powietrzem. Tak przygotowany roztwór za pomocą pompek dozowano do instalacji uzdatnianej wody. Proces

koagulacji zachodził równolegle w 10 komorach szybkiego mieszania, po czym wodę kierowano poprzez flokulacyjne komory labiryntowe do 10 osadników poziomych, w których sedymentował osad pokoagulacyjny.

Komory szybkiego mieszania składały się z komory wewnętrznej o objętości 22 m³ i komory zewnętrznej o objętości 33 m³. W komorze wewnętrznej znajdowało się mieszadło mechaniczne obrotowe łopatkowe, które poruszane było strumieniem napływającej wody. Czas zatrzymania wody w komorze wewnętrznej i zewnętrznej odpowiednio wynosił od minimum 6 minut do maksimum 12 minut w zależności od natężenia przepływu wody surowej oraz liczby pracujących ciągów technologicznych.

W komorach flokulacyjnych następowało tworzenie się kłaczków osadu. Stanowiły je komory labiryntowe dwupoziomowe. Przegrody wewnątrz komór zbudowane w formie labiryntu zapewniały wolne mieszanie roztworu koagulanta z wodą. Pojemność jednej komory reakcji to 216 m³.

Osadniki pokoagulacyjne poziome stanowiły zbiorniki o wymiarach 54 x 8,7 m, w których następowała sedymentacja - osadzanie zawiesiny organicznej.

Odprowadzenie skoagulowanej, sklarowanej wody z poszczególnych pracujących osadników odbywało się poprzez koryto przelewowe rurociągami średnicy 600 mm do rurociągu zbiorczego średnicy 1200 mm. Z rurociągu zbiorczego woda płynęła grawitacyjnie dwoma rurociągami średnicy 1000 mm do kolejnego etapu uzdatniania.

Wyżej opisany proces prowadzenia koagulacji stwarzał liczne trudności, wynikające głównie z ograniczonych możliwości jego automatyzacji. Czynnikiem ludzkim, który odgrywał kluczową rolę zwłaszcza na etapie przygotowania roztworu koagulanta, powodował, że proces był niepowtarzalny w czasie, co skutkowało zmienną jakością procesu koagulacji i w konsekwencji wody uzdatnionej.

Kolejnym etapem uzdatniania wody była filtracja pospieszna. Wodę pompowano do hali, w której znajdowało się 18 filtrów pośpiesznych otwartych, rozmieszczonych w dwóch rzędach po 9 szt. Rurociągi technologiczne znajdowały się w przestrzeni między rzędami filtrów. Powierzchnia jednego filtra wynosiła 44,5 m². Wypełnienie filtracyjne o grubości 1 m stanowiło jednowarstwowe złożo zwirowe, usypane na warstwie podtrzymującej o grubości 30 cm. Prędkość filtracji wynosiła od 3 do 7,5 m/h. Filtry płukane są powietrzem i wodą.

Opisany proces stanowił filtrację jednostopniową, obejmującą przepływ uzdatnianej wody przez jeden rodzaj złoża. Taki układ bardzo zawężał gamę usuwanych zanieczyszczeń, ograniczając ją jedynie do mętności i barwy powstałej na skutek dozowania koagulanta we

wcześniejszym etapie uzdatniania. Prowadzona w ten sposób filtracja w niewielkim stopniu usuwała pochodne chlorowe, których obecność stanowiła najważniejszy czynnik wpływający na pogorszenie jakości wody.

Po filtracji woda kierowana była do zbiorników wtórnego chlorowania, Zasadniczą funkcją zbiorników było zapewnienie dostatecznego czasu dla przebiegu dezynfekcji wody oczyszczonej. Drugą funkcją zbiorników był rozdział wody uzdatnionej dla miasta Torunia i ZWS „Elana”. Woda chlorowa dozowana była do rurociągu wody czystej pomiędzy halą filtrów a zbiornikami wtórnego chlorowania, w komorze pod budynkiem Centralnej Dyspozytorni.

Do zbiorników woda chlorowa wprowadzona była poprzez rurociąg wody czystej w hali filtrów. W rurociągach wody czystej, na odcinku od hali filtrów do zbiorników wtórnego chlorowania, następowało wymieszanie wody przefiltrowanej z wodą chlorową. Pojemność jednego zbiornika to 813 m³, głębokość napełnienia - 5,5 m.

Chlorowanie wody na tym etapie uzdatniania nie powodowało już powstawania dużych ilości chloropochodnych organicznych. Spowodowane jest to ograniczoną ilością prekursorów powstawania tych związków w wodzie po filtracji. Chlorowanie wody po filtracji ma na celu wtórną jej dezynfekcję i zabezpieczenie przed wtórnym skażeniem w sieci dystrybucyjnej. Z racji dużej trwałości chloru rozpuszczonego w wodzie bardzo skutecznie zabezpiecza on wodę już w momencie jej tłoczenia oraz podczas przesyłania w sieci.

W 2006 r. przeprowadzono głęboką modernizację technologii uzdatniania wody, stosowaną w Stacji Uzdatniania Wody w Lubiczu. Modernizacja objęła wszystkie opisane etapy uzdatniania i oparta została na najnowocześniejszych osiągnięciach technicznych w dziedzinie technologii i uzdatniania wody.

Pierwszym etapem technologicznym przeprowadzonej modernizacji była zmiana sposobu wstępnej dezynfekcji i utleniania wody surowej. Podstawową różnicę stanowi rodzaj dezynfektanta, którym obecnie jest ozon. Zmiana ta powoduje, że w procesie nie powstają trudne do usunięcia chloropochodne organiczne, a jedynie pochodne ozonowe (ketony, aldoketony, kwasy karboksylowe, diketony, dialdehydy), które są łatwo usuwalne w procesie filtracji węglowej. Ten etap modernizacji spowodował spadek stężenia chloroformu w wodzie uzdatnionej do poziomu znacznie poniżej 10 µg/dm³.

Modernizacja koagulacji dotyczyła głównie zmiany koagulantu stosowanego w technologii uzdatniania. Zastąpiono używany do tej pory stały siarczan glinu roztworami ciekłego polichlorku glinu. Zmiana ta czyni proces koagulacji sprawniejszy i łatwiejszy w automatyzacji. Niewątpliwą korzyść stanowi tu poprawa precyzji dozowania roztworu

koagulanta do wody uzdatnianej, co skutkuje uzyskaniem większej powtarzalności procesu oraz możliwością obniżenia kosztów uzdatniania wody poprzez rezygnację z eksploatacji części obiektów koagulacji. W wyniku usprawnienia procesu zredukowano liczbę komór szybkiego mieszania z 10 szt. do 5 szt. oraz liczbę osadników pokoagulacyjnych z 10 do 8 szt.

Po koagulacji woda kierowana jest na pierwszy stopień filtracji, który stanowi 9 filtrów antracytowo-piaskowych. Pierwszy stopień filtracji ma na celu przede wszystkim usunięcie z wody mętności i barwy powstałej w procesie koagulacji oraz redukcję stężenia manganu. Filtrację pierwszego stopnia stanowi prawa część starej galerii filtrów pospiesznych. Po filtracji antracytowo-piaskowej woda wpływa poprzez zbiornik między obiektowy do zbiorników kontaktowych ozonowania wtórnego. Proces ozonowania ma na celu redukcję zawartości bakterii w uzdatnianej wodzie i tym samym zabezpieczenie filtracji drugiego stopnia przed skażeniem bakteriologicznym. Ze zbiorników ozonowania wtórnego woda kierowana jest do galerii filtrów węglowych, stanowiących lewą część starej instalacji filtracyjnej. Na tym etapie dokonuje się między innymi ostateczna redukcja sumarycznych parametrów wody (np. ChZT, TOC) usunięcie produktów ozonowania wody i innych związków organicznych obecnych w wodzie.

Modernizacja filtracji objęła swoim zasięgiem rozdział procesu na dwa stopnie oddzielone od siebie zbiornikami kontaktowymi ozonowania wtórnego. Zabieg ten spowodował rozszerzenie spektrum usuwanych na tym etapie zanieczyszczeń, do czego głównie przyczyniło się włączenie do technologii filtracji opartej na wypełnieniu węglowym.

Modernizacji poddano również dezynfekcję końcową wody uzdatnionej. Polegała ona na zmianie dezynfektanta, który w przyszłości stanowić będzie dwutlenek chloru. Obecnie, ze względów technologicznych, stosowane są dwa dezynfektanty: chlor i dwutlenek chloru, jednakże trwają przygotowania do całkowitego zastąpienia chloru jego dwutlenkiem. Spowoduje to dalszą redukcję związków z grupy THM, co poprawi smak i zapach wody.

Kolejny etap modernizacji obejmuje zmiany, polegające na wyłączeniu prawego zbiornika kontaktowego z procesu chlorowania wtórnego. Obecnie zbiornik ten pełni rolę zbiornika między obiektowego, z którego pozyskiwana jest woda do płukania filtrów pierwszego i drugiego stopnia. Zbiornik między obiektowy zasilany jest wodą po filtracji pierwszego stopnia.

Przykładowe parametry wody uzdatnionej po modernizacji (6. 08. 2007 r.):

- Mętność: 0,2 FNU,
- Barwa: 0 mg Pt/dm³,
- Odczyn: 7,58,

- ChZT(Mn): 2,20 mg/dm³,
- Ogólny węgiel organiczny: 3,0 mg/dm³,
- Zawartość azotanów (V): 1,15 mg/dm³,
- Suma THM: 1,21 µg/dm³