

**Anna Patyk**  
**Lech Zabłocki**

## KONTENEROWE STACJE UZDATNIANIA WÓD POWIERZCHNIOWYCH

Biuro PROJPRZEM w Bydgoszczy, jako specjalistyczny producent obiektów modułowych dla gospodarki wodno-ściekowej, w swoich planach rozwojowych i wdrożeniowych zakłada również prowadzenie stałej przemysłowej produkcji stacji uzdatniania wód powierzchniowych, charakteryzujących się budową modułową opartą na konstrukcji szkieletowej 20-stopowego kontenera typu 1 CC.

System konteneryzacji stacji uzdatniania wody powierzchniowej, oznaczonych w skrócie KSUW-WP, zakładał w pierwszej kolejności produkcję stacji uzdatniania wraz z hydrofornią o wydajności nominalnej 10 m<sup>3</sup>/h przewidzianej do pracy w dwustopniowym układzie wodociągu dla max. 1200 mieszkańców. Producentem tych stacji jest Wspólne Przedsiębiorstwo i Spółka PROJPRZEM-MOSTOSTAL w Bydgoszczy. Od 1984 r. wyprodukowano 12 jednostek stacji tego typu, które eksploatowane są głównie w ośrodkach wczasowych, kolonijnych, przemysłowych itp.

Obecnie w ramach rozszerzania oferty produkcyjnej zakończono prace dokumentacyjne nad nowym typem stacji KSUW-WP o wydajności 35 m<sup>3</sup>/h, który charakteryzuje się modułową budową umożliwiającą tworzenie zestawów zwielokrotniających nominalną wydajność. Z uwagi na zwiększenie mocy produkcyjnej przez powołanie nowego zakładu w Koronowie pod Bydgoszczą, PROJPRZEM liczy na zainteresowanie środowisk lokalnych nowym typem stacji KSUW-WP.

PROJPRZEM jako organizacja projektowo-produkcyjna planowała w 1989 roku w produkcji obiektów dla gospodarki wodno-ściekowej przerób ok. 4,5÷5,0 mld zł. Odpowiada to wyprodukowaniu 300 jednostek modułowych w ciągu roku.

W stosunku do zapotrzebowania na stacje KSUW-WP, produkcja roczna wynosi ok. 2÷3 jednostki i w bilansie przerobowym jest to ilość, która nie ma znaczącego wpływu na wyniki finansowo-produkcyjne przedsiębiorstwa. Pomimo to prace rozwojowe nad tym rozwiązaniem są kontynuowane, a doświadczenia z wdrożeń wykorzystywane są m.in. dla potrzeb oczyszczalni chemicznych.

### Kontenerowa stacja uzdatniania wody powierzchniowej

Kontenerowa stacja wodociągowa (symbol firmowy KSUW-W-WP/II) przeznaczona jest do uzdatniania

wody z ujęć powierzchniowych i utrzymania wymaganego ciśnienia w układach dwustopniowych małych wodociągów, zaopatrujących w wodę pitną do 1200 mieszkańców.

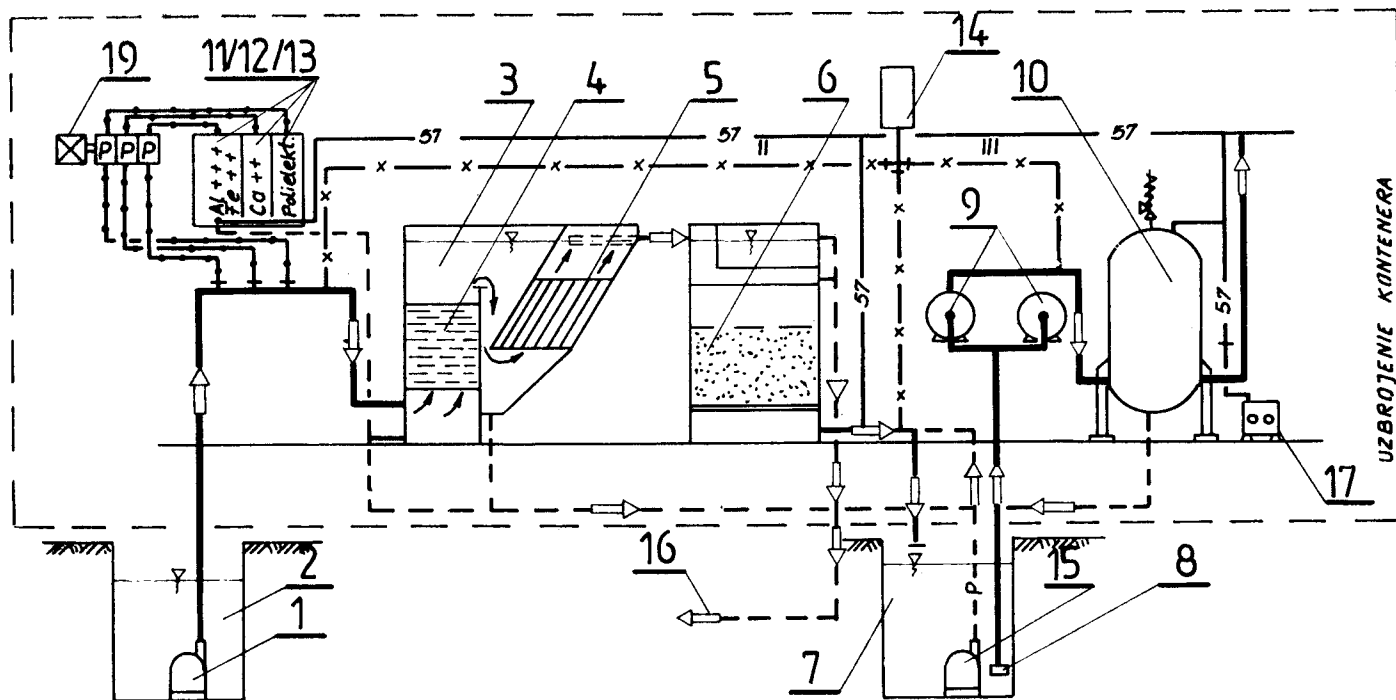
Podstawowy schemat technologiczny stacji przedstawia rysunek 1. Pompa I<sup>o</sup> (1) umieszczona w czerpni (2) ujęcia wody powierzchniowej zasila kolejno urządzenia stacji: komorę kontaktową (3) z wypełnieniem siatkowym (4) zespoloną z osadnikiem wielostrumieniowym przeciwprądowym (5) i filtr pospieszny (6). Po procesie filtracji woda z wprowadzoną dawką chloru odpływa do zbiornika wody czystej (7), skąd poprzez kosz czerpalny (8) pobierana jest pompami II<sup>o</sup> (9) do sieci wodociągowej. Cyklem pracy steruje układ hydroforowy (10) utrzymujący wymaganą wysokość ciśnienia w sieci rozprowadzającej wodę do odbiorników. Roztwory koagulantów przygotowywane są w zbiornikach zarobowo-roztorowych (11, 12, 13) i dawkowane są pompami dozującymi (19) bezpośrednio do przewodu wody surowej. Do dezynfekcji wody zastosowano typowy chlorator C-52 (14) dozujący roztwór podchlorynu sodowego bezpośrednio do przewodu wody przefiltrowanej. Do płukania filtru przewidziano pompę płuczną (15) zanurzoną w zbiorniku wody czystej. Popłuczyny odprowadzane są wraz z wodami spustowymi i przelewowymi wspólną instalacją kanalizacyjną (16). Ponadto w kontenerze zainstalowana jest sprężarka przenośna (17) oraz szafa sterownicza.

Oryginalnym rozwiązaniem jest urządzenie zespolone (rys. 2) o zmiennych funkcjach technologicznych, stosownie do specyficznych warunków procesu uzdatniania wody. W skrajnych przypadkach komora ta może spełniać funkcje komory flokulacji (osadnik wielostrumieniowy jest wtedy klasycznym osadnikiem pokoagulacyjnym) lub funkcje zbliżone do klarownika z zawieszonym osadem (osadnik wielostrumieniowy spełnia wówczas rolę urządzenia buforującego, doczyszczającego sklarowaną wodę).

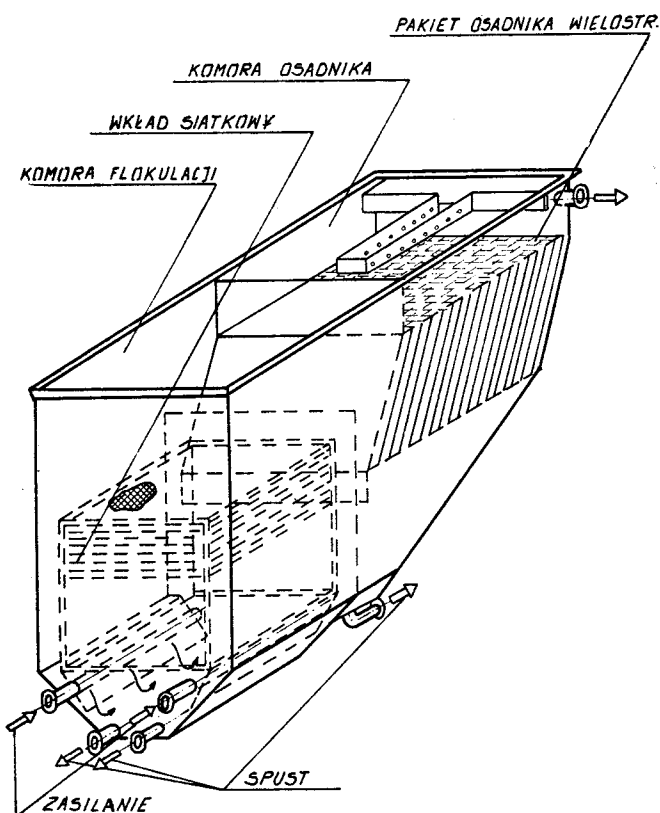
Działanie stacji uzdatniania jest zautomatyzowane w zakresie umożliwiającym eksploatację z tzw. zdalną obsługą i konserwacją. Obsługa stacji sprowadza się w istocie do kontroli procesu koagulacji i dezynfekcji, a w szczególności do odpowiedniego dozowania środków chemicznych.

### Charakterystyka techniczna stacji

- Wymiary: 6058×2438×2591 mm,
- masa jednostki (do transportu): 9,5 t,
- masa jednostki (podczas ruchu): 28,0 t,
- wydajność nominalna: 10 m<sup>3</sup>/h (w szczególnych warunkach do 14 m<sup>3</sup>/h),



Rys. 1. Schemat kontenerowej stacji uzdatniania wody powierzchniowej



Rys. 2. Schemat urządzenia zespolonego

- wydajność dobową: 200 ÷ 300 m<sup>3</sup>/h,
- moc czynna: 9,5 kW,
- ogrzewanie elektryczne: 5,2 kW (sterowanie czujnikami),
- preferowane koagulanty i środki dezynfekcyjne:
  - siarczan żelazawy 5 ÷ 10<sup>0</sup>/o,
  - siarczan glinowy 5 ÷ 10<sup>0</sup>/o,
  - wapno Ca(OH)<sub>2</sub> 5 ÷ 10<sup>0</sup>/o,
  - flokulanty 0,1<sup>0</sup>/o.

Obiekty współpracujące ze stacją (ujęcie wody, pompownia I<sup>o</sup> wraz z przewodem tłocznym, odstojnik popłuczyn, sieć wodociągowa, wprowadzająca i ewentualnie kontener pomocniczy) są projektowane oddzielnie i lokalizowane stosownie do warunków miejscowych.

#### Doświadczenia wdrożeniowe

Kontenerowe stacje uzdatniania wody powierzchniowej (typ KSW-WP/II) wdrożono w 10 lokalizacjach (2 stacje przewidziane były do montażu w I półroczu 1990 r.). W każdym przypadku stacje były zasilane wodą powierzchniową zaliczaną do I lub II klasy czystości. Wszystkie wdrożone stacje uzyskują wodę zdatną do picia (zgodnie z Rozp. MZiOS z dnia 31.05.1977 r.). W dotychczasowej 6-letniej praktyce żadna stacja nie została zakwestionowana z powodu niez uzyskania parametrów wody pitnej. Jest to związane m.in. z objęciem inwestorów serwisem PROJPRZEM-u, który zapewnia dostawę części zamiennych oraz utrzymywanie stacji w sprawności ruchowej i technologicznej.

W praktyce najczęściej w okresach przejściowych prowadzona jest koagulacja siarczanem żelazawym lub glinowym dawką 20 ÷ 40 g/m<sup>3</sup>. Uzupełnieniem procesu uzdatniania jest dawkowanie flokulantu lub węgla pylistego, np. w Ośrodku Wypoczynkowym KWK Knurów „Buk” w Rudach Raciborskich.

W zasadzie każda lokalizacja stacji uzdatniania rozpatrywana jest indywidualnie w zakresie ustalenia dawek koagulantów i rozwiązań technologicznych pracy stacji. Rozruchy technologiczne najczęściej prowadzone są przy udziale pracowników Instytutu Zaopatrzenia w Wodę i Budownictwa Wodnego Politechniki Warszawskiej, który w sposób istotny wspomaga producenta w kontynuacji produkcji stacji.

Podsumowując dotychczasowe doświadczenia i wyniki eksploatacyjne można zauważyć, że potwierdziły się przyjęte wcześniej rozwiązania techniczne i ogólna koncepcja konteneryzacji małych stacji uzdatniania wód powierzchniowych. W porównaniu do rozwiązań prototypowych, usprawnienia stacji ukierunkowano na doskonalenie rozwiązań instalacji dozowania koagulantów oraz stosowanie w coraz szerszym zakresie tworzyw sztucznych dla zwiększenia żywotności pracy stacji (powyżej 15 lat) oraz instalacji sterowniczych.

### Modułowa stacja uzdatniania wody powierzchniowej o wydajności 35 m<sup>3</sup>/h

Ogólna charakterystyka obiektu:

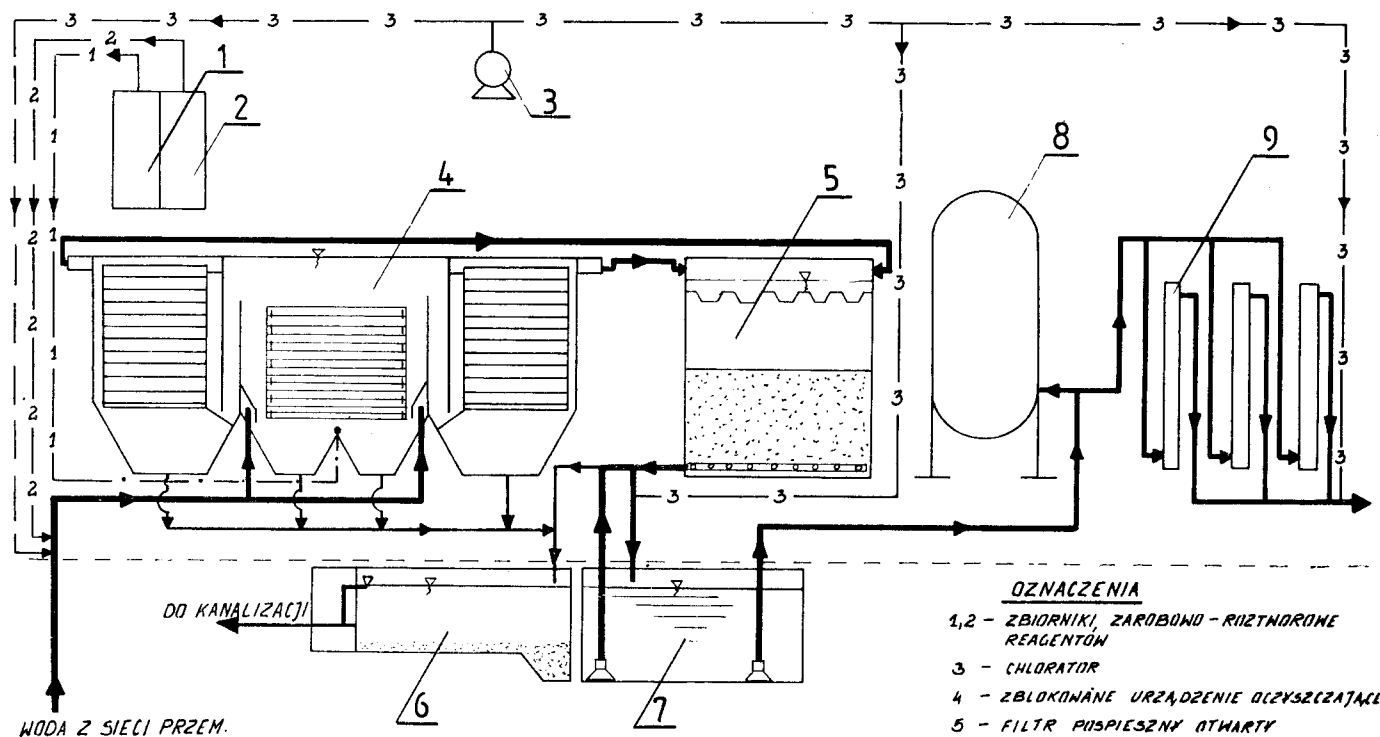
- wydajność projektowana: 35 m<sup>3</sup>/h,
- wydajność nominalna: 40 m<sup>3</sup>/h,
- zapotrzebowanie mocy: 65 kW
- obsługa: półautomatyczna.

Stacja składa się z zespołu 5 kontenerów typu 1 CC o wymiarach: 6058 mm × 2438 mm × 2591 mm. Stacja o wydajności 35 m<sup>3</sup>/h składa się z następujących zespołów technologicznych:

- zespołu urządzeń do uzdatniania wody powierzchniowej (zblokowane urządzenie uzdatniające, filtr pospieszny otwarty),
- zespołu urządzeń do przygotowania i dozowania reagentów chemicznych,
- zespołu urządzeń do dezynfekcji wody,
- terenowych zespołów towarzyszących stacji, tj. zbiornika wody uzdatnionej, odstojnika popłuczyn,
- sieci przyobiektowych.

Schemat technologiczny stacji uzdatniania wody powierzchniowej w jednostce kontenerowej (rys. 3) oparty jest na procesach koagulacji objętościowej, sedymentacji i filtracji pospiesznej. Proces uzdatniania wody powierzchniowej odbywa się w zblokowanym urządzeniu uzdatniającym (4), składającym się z komory koagulacji i dwóch symetrycznie umieszczonych osadników wielostrumieniowych. Doprowadzenie wody do urządzenia zblokowanego rozwiązane jest dwoma przewodami doprowadzającymi mieszankę wody i koagulantu do komory szybkiego mieszania, znajdującej się pod wkładem siatkowym. Komora pracuje na zasadzie hydraulicznego mieszania cieczy w całej objętości. Wkład siatkowy wykonany jest z siatki politylenowej o wymiarach oczek 0,7 × 0,7 mm. Siatka ustawiona jest w 32 rzędach w odstępach co 4 cm.

Konstrukcja komory umożliwia grawitacyjną recykulację kłaczków poprzez układ siatkowy do osadników wielostrumieniowych. Pakiet wielostrumieniowy umieszczony w osadnikach rozwiązano w oparciu o prostopadłoprądowy przepływ cieczy. Kąt przewodu sedymentacyjnego w stosunku do poziomu wynosi 55°. Taki kąt umożliwia samooczyszczanie pakietów poprzez grawitacyjne zsuwanie się osadu po płaszczyźnie ślizgowej przewodu do szczeliny sedymentacyjnej. Przepływ wody po koagulacji i flokulacji do pakietów wielostrumieniowych odbywa się poprzez specjalne przegrody, które kierują przepływającą wodę w taki sposób, że następuje równomierne obciążenie poziomych kanałów sedymentacyjnych przewodów wielostrumieniowych. Sklarowana woda wypływa grawitacyjnie z urządzenia poprzez krawędzie koryt przelewowych do filtru pospiesznego otwartego (5).



#### OZNACZENIA

- 1, 2 - ZBIORNIKI, ZAROBUND - RIETNDRONE REAGENTÓW
- 3 - CHLORATOR
- 4 - ZBLOKOWANE URZĄDZENIE OZDZYSZCZAJĄCE
- 5 - FILTR POSPIESZNY OTWARTY
- 6 - ODSTOJNIK WÓD POPŁUCZNYCH
- 7 - ZBIORNIK WODY UZDATNIONEJ
- 8 - HYDROFOR
- 9 - LAMPY ULTRAFIOLETOWE

Rys. 3. Schemat kontenerowej stacji uzdatniania wody przemysłowej dla  $Q = 35 \div 40 \text{ m}^3/\text{h}$

Osad sedymentujący w osadnikach wielostrumieniowych opada na dno komór, skąd jest okresowo usuwany grawitacyjnie przewodem zbiorczym do odstojnika popłuczyn (6). Do tego odstojnika kierowany jest również osad okresowo odprowadzany z komory koagulacji. W filtrze pospieszonym otwartym (5) woda przepływa przez złożę piaskowo-żwirowe i poprzez drenaż rurowy grawitacyjnie spływa do zbiornika wody czystej (7).

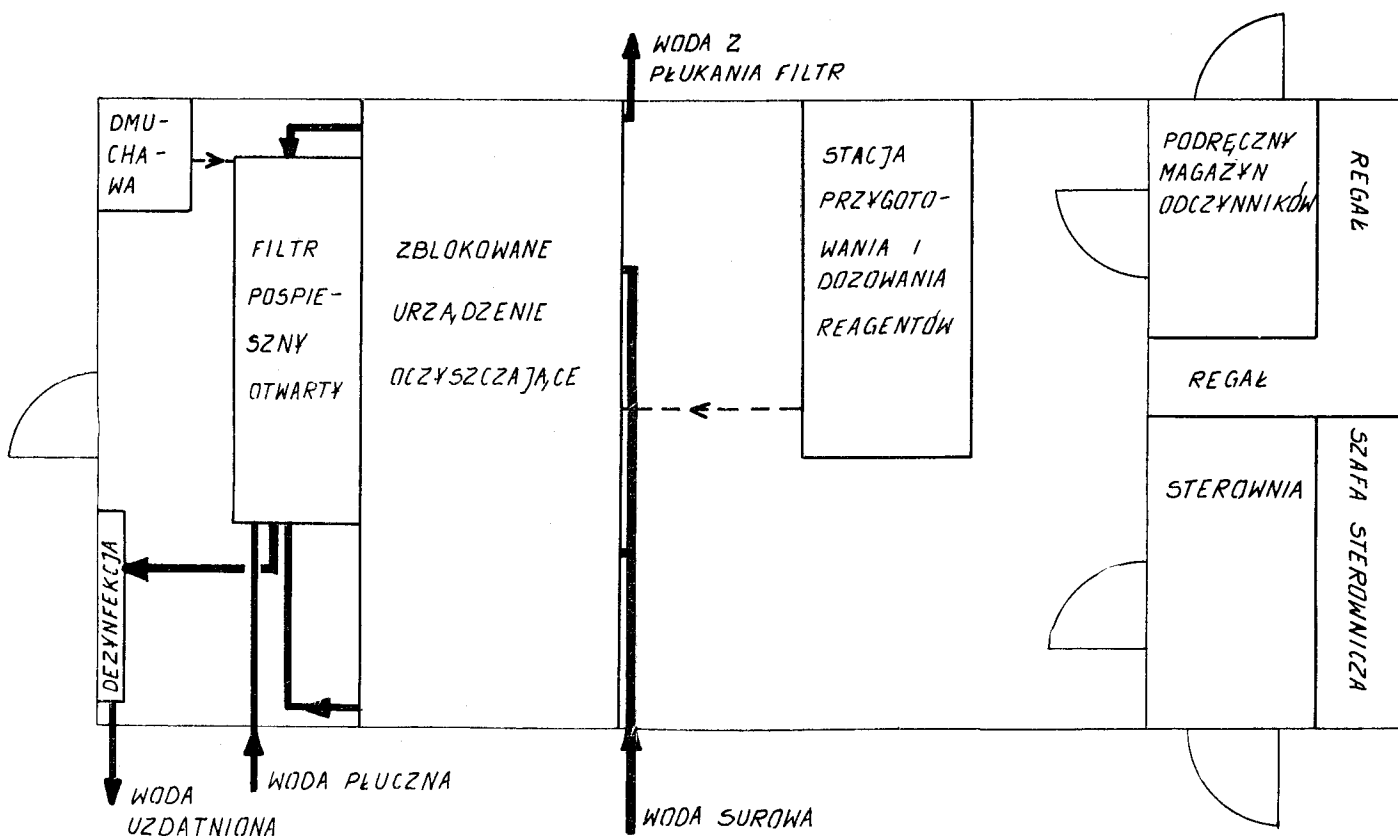
Niezbędnym procesem towarzyszącym przyjętej technologii uzdatniania wody jest proces płukania filtru. Płukanie filtru przeprowadza się mieszaniem wody i powietrza. Woda do płukania filtru czerpana jest ze zbiornika wody czystej (7) pompą głębinową. Sprężone powietrze dostarczane jest z dmuchawy. Popłuczyny odprowadzane są do odstojnika, który wyposażony jest w spust wody nadosadowej i przelew awaryjny. Odciek z odstojnika popłuczyn kierowany jest do kanalizacji przemysłowej.

Dezynfekcję wody uzdatnionej prowadzi się w układzie równoległym trzech lamp ultravioletowych (9). Woda uzdatniona tłoczona jest pompą głębinową do

przewodu zasilającego wkład dezynfekujący, skąd po procesie dezynfekcji przesyłana jest do przewodu do wody pitnej. Przewiduje się również prowadzenie (w zależności od potrzeb) okresowej dezynfekcji układu technologicznego. Proces ten prowadzony będzie podchlorynem sodowym przy pomocy chloratora (3) dawkującego roztwór do przewodu zasilającego urządzenie uzdatniające.

Dawkowanie reagentów odbywa się za pomocą czterogłowicowej pompy dawkującej typ NDA (1, 2). Przygotowanie wodnych roztworów reagentów ma miejsce w zbiornikach zarobowo-roztorowych wyposażonych w mieszadła mechaniczne, doprowadzenie wody, spusty i przelewy. Preferowane koagulanty (podobnie jak w KSWW-10-WP/II) to siarczan żelazawy, siarczan glinowy oraz flokulanty.

Przykład zagospodarowania kontenerowej stacji uzdatniania wody powierzchniowej przedstawiono na rysunku 4. Projekt techniczny KSUW-WP (dla wody przemysłowej) wykonano dla Kopalni i Zakładów Chemicznych Siarki „Siarkopol” z lokalizacją w Grzybowie.



Rys. 4. Przykład zagospodarowania kontenerowej stacji uzdatniania wody przemysłowej

#### CONTAINER-TYPE PLANTS FOR SURFACE WATER TREATMENT

Recent developments and designs of container-type plants for surface water treatment (referred to as KSUW-WP) are presented. The KSUW-WP are developed by the Design and Research Centre PROJPRZEM of Bydgoszcz (Poland).

At present, two types of KSUW-WP (with a capacity of 10 m<sup>3</sup>/h and 35 m<sup>3</sup>/h) are marketed. These are objects involving frame constructions of 20-ft ICC containers. Specification and relevant diagrams have been included. Ten KSUW-WP (fed with first- or second-class purity surface water) have been established so far. Full-scale experiments substantiate a satisfactory treatment efficiency.