dr inż. Piotr Podworski, mgr inż. Cezary Rokicki
Proffico Sp. z o.o.

Jeśli masz problem z osadnikami wtórnymi przeczytaj, proszę, ten artykuł

W osadnikach wtórnych następuje klarowanie ścieków i zagęszczanie osadu poprzez oddzielenie osadu czynnego od oczyszczonych ścieków. W odróżnieniu od osadników wstępnych, zawiesina w osadnikach wtórnych jest trudno sedymentowalna (ciężar właściwy osadu zbliżony jest do ciężaru wody). Jednocześnie, z uwagi na to, że osadniki wtórne są z reguły końcowym elementem każdej oczyszczalni ścieków, wymaga się od nich wysokiej skuteczności klarowania ścieków zapewniającej redukcję zawiesiny nawet do 99%.

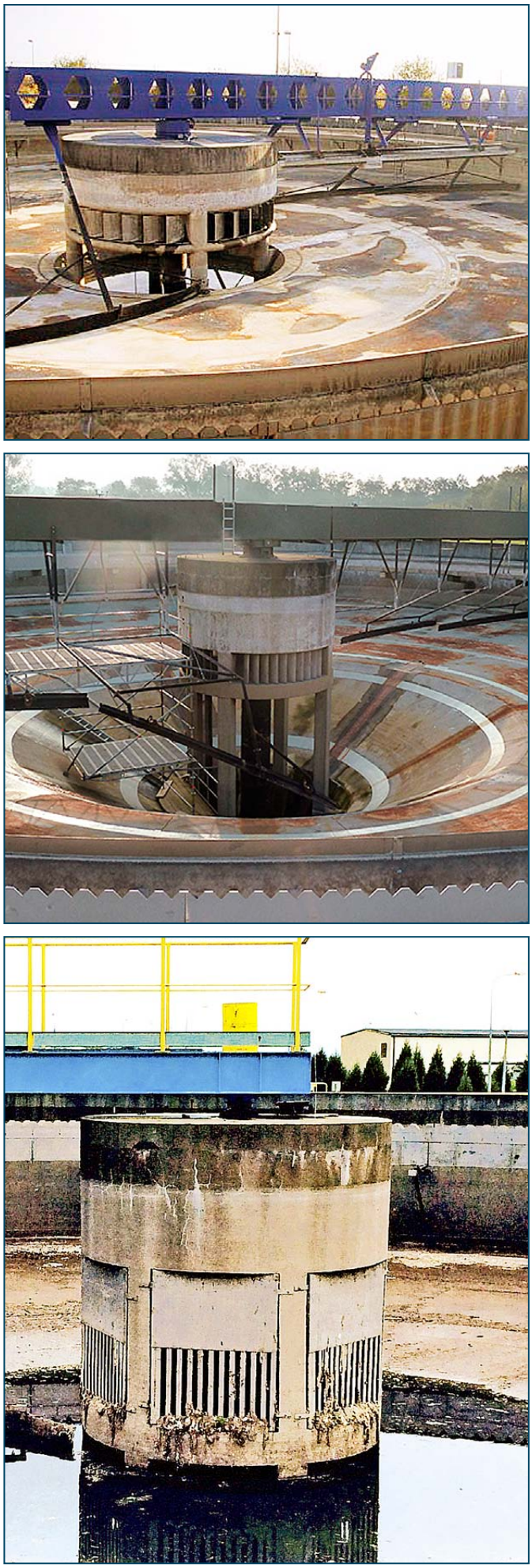
Właściwe zaprojektowanie osadników wtórnych, wbrew pozorom, nie jest łatwe i wymaga od projektanta, oprócz wiedzy technicznej i doświadczenia, także określenia poprawnych założeń projektowych, tj. realnych danych wyjściowych. Osadniki projektuje się z uwzględnieniem takich parametrów jak: obciążenie hydrauliczne, stężenie osadu, właściwości sedymentacyjne osadu, czas przepływu ścieków i osadu recyrkulowanego, wysokość warstwy osadu zawieszonego, temperatura ścieków, obciążenie koryt przelewowych. Dopiero po uwzględnieniu tych wszystkich czynników inżynierowie projektują osadniki wtórne, określając ich średnicę, głębokość, wielkość i kształt koryt przelewowych, typ zgarniaczy oraz rodzaj kolumny napływu.

Przy ustalonych stanach oczyszczalni, eksploatacja prawidłowo działających osadników wtórnych z reguły sprowadza się do utrzymania właściwej grubości warstwy zawieszonej osadu w osadniku. Jednakże, życie i praktyka dowodzą, że w wielu przypadkach eksploatatorzy mają problemy z osadnikami wtórnymi objawiające się najczęściej przebiciami bądź wyrzucaniem zawiesiny do odbiornika. W takim przypadku, tak jak w każdej chorobie, istotnym wydaje się być poznanie przyczyny takiego stanu rzeczy i, jeśli to możliwe, jej eliminacja.

1. Osadniki wtórne – przyczyny problemów eksploatacyjnych

Generalnie, główne trudności eksploatacyjne osadników wtórnych objawiają się problemami w utrzymaniu właściwego procesu klarowania ścieków. Z reguły spowodowane to jest zmianą jednego lub kilku parametrów, takich jak np.: obciążenie hydrauliczne, stężenie osadu lub indeks osadu. Oczywiście, dobrze zaprojektowany osadnik posiada tzw. bufor akceptujący pewne chwilowe stany nieustalone, jednakże poważne problemy eksploatacyjne osadników zaczynają się wtedy kiedy chwilowe stany przechodzą do stanów typowych (np. zwiększenie obciążenia osadników) i, dodatkowo, do tego nakłada się niekorzystna zmiana technologiczna (np. zwiększenie indeksu osadu) lub naturalny spadek temperatury otoczenia (gorsze właściwości sedymentacyjne osadu) lub, najczęściej występujące, długotrwałe deszcze. Efektem tego

Rys. 1. Efekty wadliwej pracy osadników – chmury osadu i wypłukiwanie zagęszczonego osadu



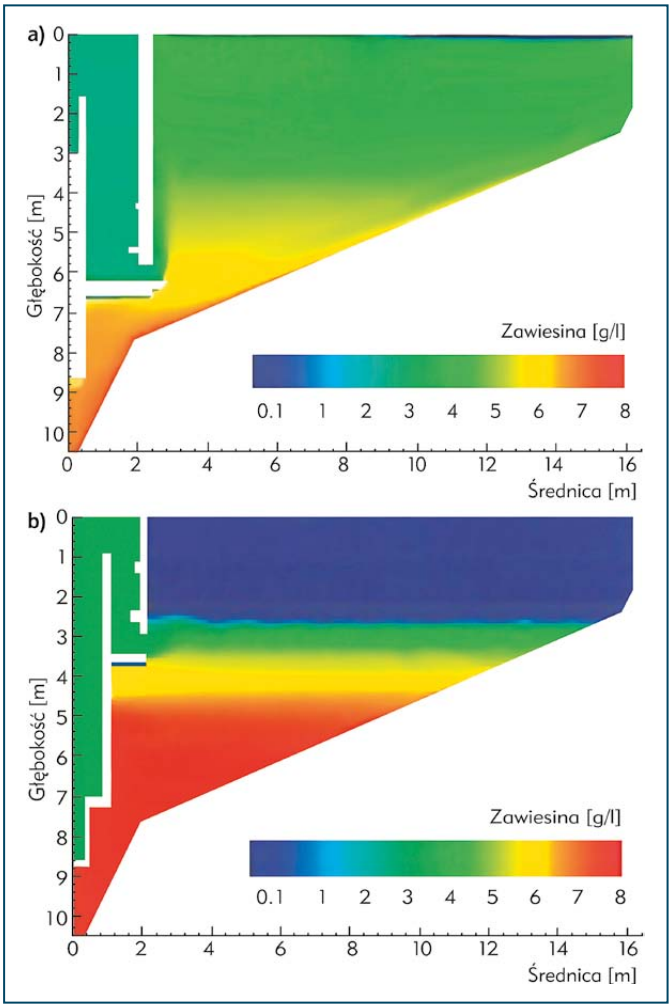
Rys. 2. Typowe, stałe kolumny napływu ścieków do osadników

jest wypływająca zawiesina z osadnika wraz z towarzyszącym temu przekroczeniom związków fosforu i ChZT (rys. 1).

Wtedy każdy z eksploatatorów próbuje ograniczyć przepływ, zmniejszyć indeks osadu, zmienić ilość recyrkulowanego osadu itp., a w przypadku braku pozytywnych rezultatów – budowany jest następny osadnik. Działania te, ze względu na nieodłączną zmienność parametrów, mają jednak zawsze charakter spóźniony i nieoptymalny. Dopiero rozwój komputerowego modelowania przepływów i stworzenie wiarygodnego modelu hydraulicznego pracy osadnika wtórnego, pozwoliły na identyfikację głównej przyczyny uciążliwości pracy, którą okazało się – stosowanie stałej kolumny napływu ścieków (rys. 2).

2. Osadniki wtórne – istota działania

Przy wykorzystaniu zaawansowanych modeli hydraulicznych i wykonaniu osadników w skali pilotowej, a później rzeczywistej, zauważono, że idealnym sposobem wprowadzania ścieków do osadnika jest napływ ścieków zlokalizowany tuż pod płaszczem (warstwą) zagęszczonych osadów. W takim przypadku, osad zagęszczony działa jako swoiste złoże filtracyjne, które zatrzymuje drobną zawiesinę z napływających ścieków. Dodatkowo stwierdzono, że idealnym napływem jest napływ otwarty, tzn. taki który nie powoduje powstania wielu pojedynczych strumieni, a zapewnia równomierny napływ w każdym punkcie osadnika.



Rys. 3. Wykresy pracy osadników: a) działający wadliwie – napływ ścieków zlokalizowany zbyt nisko, brak rozdziału pomiędzy czystym i klarownym ściekiem a warstwą osadu (brak płaszcza osadu), zawiesina w odcieku; b) działający poprawnie – napływ ścieków zlokalizowany idealnie pod płaszczem osadu, wyraźny rozdział pomiędzy klarownym ściekiem a warstwą osadu (powstanie płaszcza osadu), czysty odciek

Umiejscowienie napływu ścieków powyżej płaszcza osadu powoduje powstawanie tzw. chmur osadu na skutek napływu ścieków od góry ku dołowi i wypłukiwania górnej warstwy osadu zagęszczonego (rys. 4). Często w takich przypadkach główny nurt osadu odbija się od ściany osadnika, powodując powtórne uderzenie w warstwę osadu zagęszczonego. Połowicznym rozwiązaniem tego problemu jest budowa specjalnych deflektorów przymocowanych do dolnej części koryt przelewowych.

Rys. 4. Zaburzenia napływu ścieków

Umiejscowienie napływu ścieków zlokalizowane znacząco poniżej płaszcza osadu powoduje z kolei wypłukiwanie zagęszczonego osadu z osadnika, w szczególności w sytuacji kiedy przez osadnik przepływa większa ilość ścieków (np. kilkudniowe deszcze). W takim przypadku, większy przepływ powoduje powstanie efektu dyszy i wypłukanie dobrze zagęszczonego osadu do odbiornika.

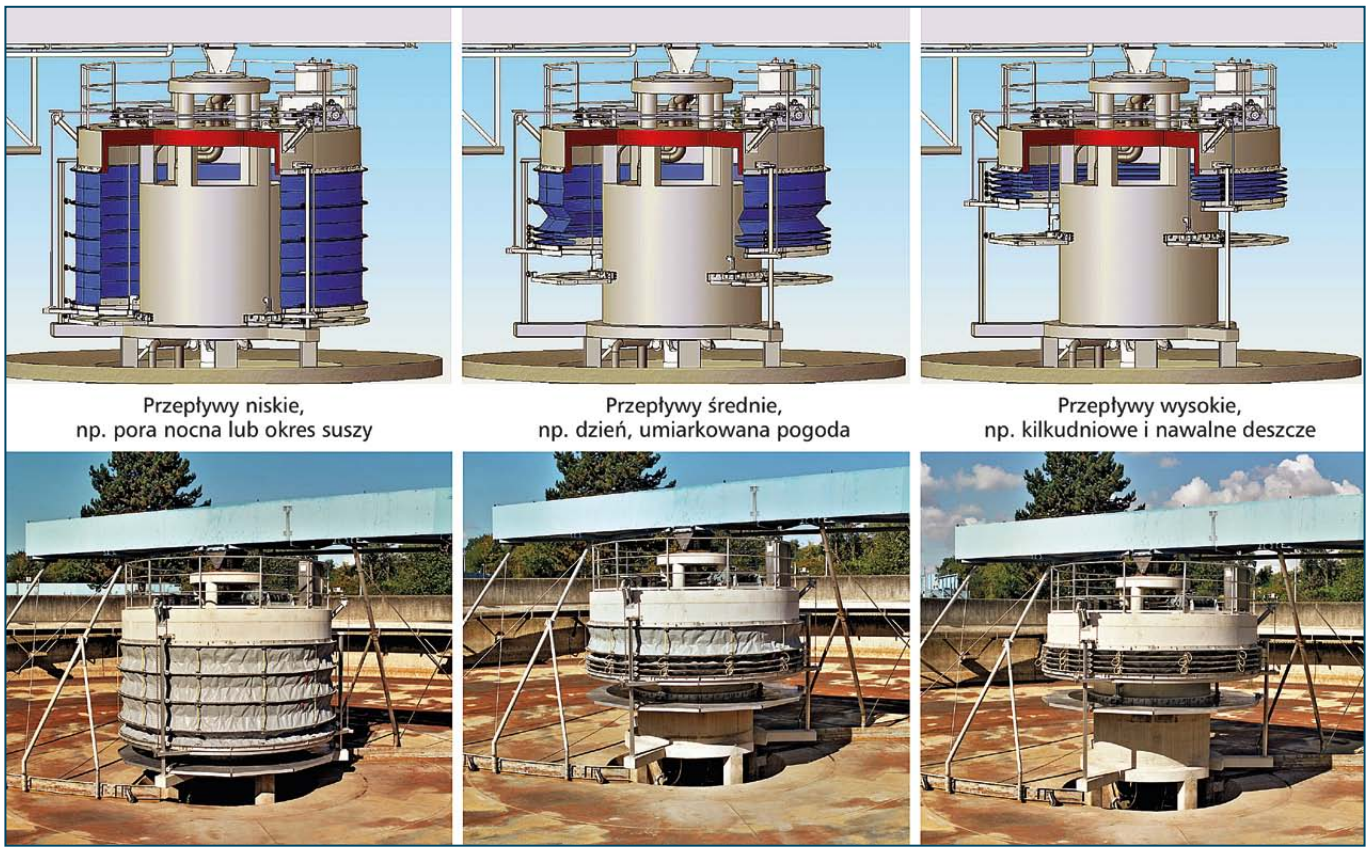
W związku z tym, mając świadomość, że nie ma oczyszczalni, w której parametry technologiczne istotne dla pracy osadnika wtórnego nie ulegają większej lub mniejszej zmianie w czasie, inżynierowie z firmy Hydrograv doszli do wniosku, że stała kolumna napływu nie jest w stanie zapewnić poprawnej pracy osadnika (tj. zapewniającej wprowadzanie ścieków tuż poniżej płaszcza osadu). Rozwiązaniem problemu okazała się opatentowana kolumna regulowana typu Hydrograv Adapt.

3. Hydrograv – zasada działania (rys. 5-6)

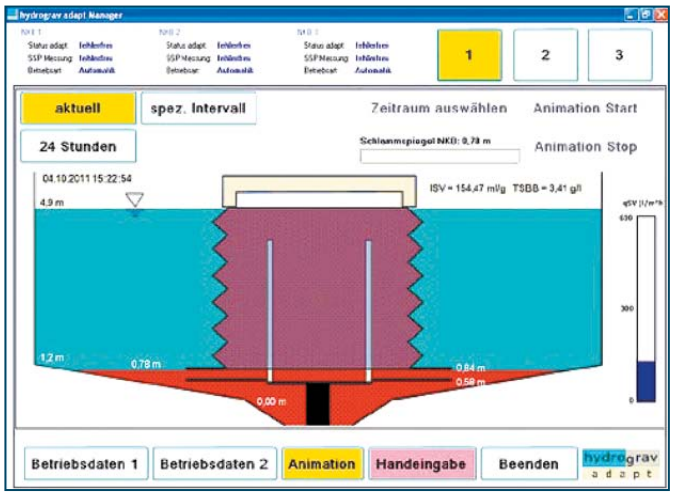
Po uzyskaniu od inwestora wszystkich danych wyjściowych dot. pracy oczyszczalni, tworzona jest specjalna symulacja pracy regulatora oparta na obliczeniowej dynamice płynów (CFD) (rys. 7).

Dopiero tak utworzony każdorazowo indywidualny program (mapa) pozwala na właściwe sterowanie regulatorem. Sterowanie nie odbywa się w funkcji pomiaru płaszcza osadu, ale na podstawie uzyskiwanych w trybie on-line danych procesowych takich jak: aktualny przepływ, stężenie osadu, temperatura, indeks osadu, stopień recyrkulacji. Dzięki temu urządzenie w pewnym sensie potrafi odczytać przyszły trend i może się dostosować do wymaganych parametrów. Urządzenie oprócz regulacji wysokości napływu dostosowuje także wielkość otworu napływowego utrzymując w całym swoim zakresie rozdział pomiędzy klarownym ściekiem, a warstwą osadu z wyodrębnionym płaszczem.

Tak więc o poprawnym sposobie pracy decyduje tworzony każdorazowo specjalny program pracy regulatora, który odwzorowuje parametry pracy istniejącego obiektu (mapa pracy) przy określonych parametrach. Sam regulator jest wyłącznie technicznym elementem wykonawczym mającym za zadanie zapewnić odpowiedni napływ na określonej wysokości.



Rys. 5-6. Hydrograv – zasada działania



Rys. 7. Symulacja pracy regulatora oparta na obliczeniowej dynamice płynów

Zatem również i w tym przypadku wracamy do uniwersalnej maksymy, że *najważniejsza jest wiedza…*

4. Hydrograv – wykonanie materiałowe

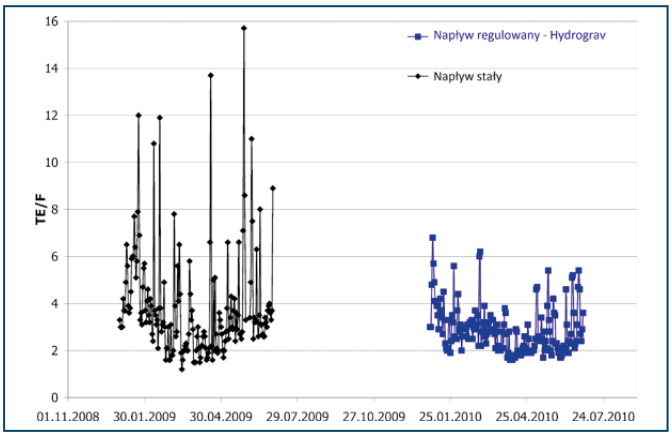
Wszystkie elementy regulatora wykonane są z materiałów odpornych na działanie ścieków. W przypadku oczyszczalni ścieków, z uwagi na zawartość soli żelaza występujących przy chemicznym strącaniu fosforu, stosowana jest stal typu 316Ti. W przypadku innych zastosowań, możliwe jest wykonanie ze stali nierdzewnej typu 304 (rys. 8).

Rys. 8. Różne wykonania regulatora Hydrograv – typu „Mieszek" (u góry) oraz typu „Cylinder" (u dołu)

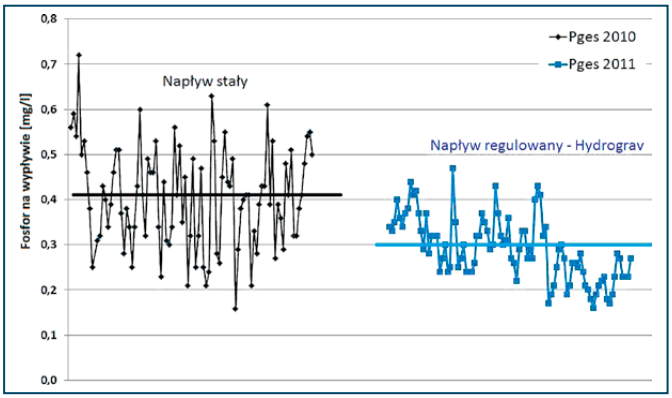
5. Hydrograv – korzyści eksploatacyjne

Zastosowanie regulatora przepływu typu Hydrograv pozwala na:

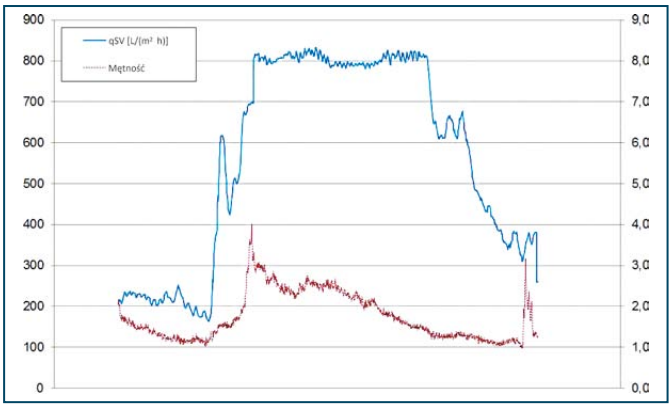
- poprawę pracy osadników wtórnych wraz ze zwiększeniem ich efektywności nawet przy długotrwałym występowaniu niekorzystnych parametrów technologicznych;
- dwukrotne zwiększenie wydajności hydraulicznej osadników;
- ograniczenie niekontrolowanych zrzutów osadu do odbiornika;
- ogólną redukcję fosforu i ChZT na odpływie (poprzez ograniczenie zawiesiny na odpływie) (rys. 9-12).



Rys. 9. Oczyszczalnia ścieków Großostheim – mętność na odpływie w roku 2009 i 2010 (zauważalna znacząca stabilizacja parametrów na odpływie, pomiar mętności odwzorowuje wielkość ChZT na odpływie)



Rys. 10. Porównanie stężenia fosforu na wypływie z oczyszczalni ścieków w miejscowości Lineg dla dwóch przypadków: 2010 – napływ stały oraz 2011 – napływ regulowany. Zauważalna ogólna redukcja fosforu na poziomie ok. 30%



Rys. 11. Praca regulatora Hydrograv – wykres zmian mętności (linia brązowa, prawa skala) w zależności od wielkości obciążenia osadnika wtórnego (linia niebieska, lewa skala). Projektowane obciążenie osadnika (zgodnie z normami ATV – 358 l/m^2·h, indeks osadu – 177 ml/g, stężenie osadu 6,0 g/l)

Rys. 12. Zwiększona przejrzystość wody przy zastosowaniu regulatora Hydrograv. Z lewej woda w zbiorniku wyposażonym w regulator Hydrograv, z prawej woda w przypadku zastosowania tradycyjnej stałej kolumny napływu

6. Hydrograv – sprawdzone rozwiązanie

Miejskie przedsiębiorstwo Kanalizacji w Dreźnie Sp. z o.o. jest wspólnym przedsiębiorstwem stolicy landu – Drezna i prywatnej firmy Glesenwasser S.A. Zarządza ono siecią kanalizacyjną o długości 1 700 km oraz oczyszczalnią ścieków w Dreźnie o wydajności 850 tys. RLM (rys. 13). W związku z rozbudową aglomeracji miejskiej Drezna od roku 2014 trwa proces modernizacji części biologicznej oczyszczalni w zakresie wydajności technologicznej. Inwestor, po dokonaniu analizy ekonomicznej, zdecydował, że zamiast dobudowywać nowe osadniki wtórne, dokona w nich wyłącznie wymiany stałej kolumny napływu na regulator napływu Hydrograv. Dzięki takiemu rozwiązaniu udało mu się uzyskać znaczące oszczędności inwestycyjne i uniknąć długotrwałego procesu budowlanego. Należy podkreślić, że zastosowanie regulatorów napływu Hydrograv, w tym przypadku, spowodowało dwukrotne zwiększenie wydajności hydraulicznej osadnika, przy jednoczesnej redukcji fosforu i ChZT na odpływie. Dodatkową korzyścią wynikającą z zastosowania regulatora Hydrograv było zlikwidowanie dotychczasowych problemów z okresowym wypływem zawiesiny z osadników do rzeki Łaby. Tak pozytywne doświadczenia przyczyniły się do podjęcia decyzji o kontynuowaniu wymiany stałej kolumny napływu na regulatory napływu Hydrograv w kolejnych osadnikach wtórnych. W chwili obecnej trwają prace na ostatnich osadnikach wtórnych oczyszczalni w Dreźnie (rys. 14).

Skuteczność działania oraz uzyskiwane korzyści przekonują wielu eksploatujących do zastosowania rozwiązania Hydrograv. Szczególnie rynek niemiecki docenił nowe podejście do osadników wtórnych i kompleksowego rozwiązywania problemów, które mogą w nich występować.

Rys. 13. Oczyszczania ścieków w Dreźnie przed modernizacją

Rys. 14. Osadnik wtórny w oczyszczalni ścieków w Dreźnie w trakcie instalacji regulatora Hydrograv

Koeln Weiden

Koeln Rodenkirchen

Koeln Wahn

Grossostheim

Altomünster

Weissenfels

Bad Berleburg Aue

Bad Berleburg Aue

Bad Berleburg Stadt

Dorsten

Moers Gerdt

Kevelaer

Rys. 15. Przykładowe aplikacje – Hydrograv