

Ekologiczne inwestycje w krakowskiej oczyszczalni ścieków Płaszów

tekst: **ANNA BIEDRZYCKA**, Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, zdjęcia: **WODOCIĄGI MIASTA KRAKOWA SA**

Funkcjonowanie każdego miasta wiąże się z generowaniem różnego rodzaju odpadów. Jednym z nich są ścieki. Mieszkańcy Krakowa rocznie wytwarzają ponad 80 mln m³ ścieków, z czego w największej krakowskiej oczyszczalni ścieków Płaszów oczyszcza się ok. 59 mln m³. Ścieki te poddawane są oczyszczeniu w skomplikowanym procesie technologicznym, w głównej mierze składającym się z cykli mechanicznego i biologicznego. Proces ten jest stale udoskonalany dzięki systematycznej modernizacji poszczególnych elementów ciągu technologicznego. W 2020 r. modernizacji poddano m.in. ciąg usuwania piasku oraz ciąg zagęszczania osadu.

W trakcie procesu oczyszczania ścieków powstają trzy główne grupy odpadów, opisane kodami: 19 08 01 (skrutki), 19 08 02 (zawartość piaskowników) oraz 19 08 05 (ustabilizowany osad ściekowy). Niektóre z tych odpadów po odpowiednio przeprowadzonym procesie mogą zostać przekształcone w produkty uboczne niebędące odpadem, które po przygotowaniu znajdują zastosowanie np. przy prowadzeniu prac remontowych czy też usuwaniu awarii.

Jednym z odpadów, który jest możliwy do przekształcenia w produkt uboczny, jest piasek. W oczyszczalni Płaszów piasek jest odzyskiwany z piaskowników znajdujących się w dwóch budynkach separacji piasku – starym i nowo zbudowanym – oraz z punktu przyjęcia osadów z czyszczenia kanalizacji miejskiej. O skali problemu może świadczyć fakt, że w ciągu roku oczyszczalnia generuje ponad 3000 t piasku. Aktualny koszt jego utylizacji, według ceny z przetargu nieograniczonego, to 700 zł/t. Dążenie do przekształcenia piasku w produkt uboczny ma więc istotne znaczenie dla środowiska, ale równocześnie także wymiar ekonomiczny, wpływający na końcowy koszt oczyszczania ścieków.

Od odpadu do produktu

W ustawie o odpadach (Dz.U. 2020, poz. 797 tj., rozdz. 4, art. 10) wymieniono przesłanki do uznania odpadu za produkt uboczny: „Przedmiot lub substancja, powstające w wyniku procesu produkcyjnego, którego podstawowym celem nie jest ich produkcja, mogą być uznane za produkt uboczny niebędący odpadem, jeżeli są łącznie spełnione następujące warunki: 1) dalsze wykorzystywanie przedmiotu lub substancji jest pewne; 2) przedmiot lub substancja mogą być wykorzystywane bezpośrednio bez dalszego przetwarzania, innego niż normalna praktyka przemysłowa; 3) dany przedmiot lub substancja są produkowane jako integralna część procesu produkcyjnego; 4) dana substancja lub przedmiot spełniają wszystkie istotne wymagania, w tym prawne, w zakresie produktu, ochrony

środowiska oraz życia i zdrowia ludzi, dla określonego wykorzystania tych substancji lub przedmiotów i wykorzystanie takie nie doprowadzi do ogólnych negatywnych oddziaływań na środowisko, życie lub zdrowie ludzi”.

Opierając się na zapisach ustawy, piasek z procesu oczyszczania ścieków może być produktem ubocznym. Zanim jednak takim się stanie, trzeba wykonać szereg działań. W pewnym uproszczeniu, proces przekształcenia odpadu w produkt można podzielić na następujące etapy:

1. Modernizacja techniczno-technologiczna układu (rozbudowa piaskowników oraz wymiana prasopłuczek na wydajniejsze).
 2. Optymalizacja pracy urządzeń, tak aby piasek zawierał max. 1% substancji organicznych, nie zawierał jaj pasożytów oraz aby zawartość metali ciężkich mieściła się w wyznaczonych ustawą granicach.
 3. Dążenie do stabilizacji procesu. Wyniki laboratoryjne powinny być powtarzalne w każdych warunkach pracy (różne przepływy, różne temperatury otoczenia itp.).
 4. Uzyskanie atestu higienicznego na produkt uboczny.
 5. Uzyskanie decyzji administracyjnej na produkt uboczny.
- Obecnie Wodociągi Miasta Krakowa realizują etap polegający na optymalizacji pracy urządzeń i badaniach laboratoryjnych. W dalszej perspektywie nastąpi próba zmieszania piasku odzyskiwanego w piaskownikach z piaskiem z punktu przyjęcia osadów z czyszczenia kanalizacji miejskiej, a następnie uzyskania mieszanki z popiołami powstającymi w stacji termicznej utylizacji osadów.

Rozbudowa węzła separacji piasku

W ramach inwestycji powstał nowy budynek separacji piasku wraz z przynależnym układem technologicznym. Dokonano wymiany urządzeń separujących piasek na wysokoefektywne, dwustopniowe płuczki z mieszaniem mechanicznym. Dzięki temu uzyskano poprawę wizualnych parametrów piasku,

zmniejszenie objętości medium separowanego przez wypłukanie śmieci oraz zmniejszenie ilości substancji organicznych poniżej 3%. Nastąpiła również redukcja uwodnienia. Zmniejszyła się przez to ilość piasku przedostającego się z płuczek do kanalizacji wewnętrznej.



Nowy budynek separacji piasku



Komory piaskownika

Działanie urządzeń do odzysku piasku

Ścieki są doprowadzane do poszczególnych komór piaskowników z komór pomiędzy kratami gęstymi a piaskownikami za pośrednictwem otwartych koryt, odrębnie do każdej komory. Zbudowano cztery dwukomorowe piaskowniki poziome, przedmuchiwane. Każdy piaskownik posiada komorę uspokojenia, zapewniającą właściwą flotację tłuszczów. Komora jest oddzielona od strefy burzliwej napowietrzania ażurową przegrodą z desek (tzw. przesłona firankowa). Boczny wlot ścieków i ich przedmuchiwanie sprężonym powietrzem za pomocą rusztów napowietrzających ułatwia wprowadzenie cieczy w ruch wirowy. Laterale napowietrzające zainstalowano nad dnem przy ścianie zewnętrznej.

Na wlotach rurociągów sprężonego powietrza do każdej komory piaskownika zamontowano po 12 ręcznie sterowanych przepustnic do regulacji objętości wtłaczanego powietrza. Sprężone powietrze jest dostarczane z dmuchaw zainstalowanych w stacji dmuchaw. Odprowadzenie ścieków z każdego z ośmiu piaskowników odbywa się przez zastawki przelewowo-odcinające, umożliwiające regulację wysokości położenia krawędzi przelewowej.

Każdy piaskownik wyposażony jest w jeden zgarniacz pompowy piasku z dwoma pompami pulpy piaskowej, połączony ze zgarniaczem powierzchniowym części pływających. Pompy za pośrednictwem rurociągu tłocznego tłoczą pulpę piaskową do otwartego koryta, a nim do budynków separacji piasku.



Piaskownik od strony wlotu ścieków

W komorach uspokojenia gromadzi się wyflotowana frakcja tłuszczowa. Z powierzchni ścieków jest ona zgarniana za pomocą łopaty zgarniacza do końca piaskownika, gdzie zainstalowano uchylne jazy upustowe (zastawki). Po otwarciu zastawki następuje spust flotatu łącznie z pewną partią ścieków. Flotat z piaskowników jest odprowadzany do komory przy budynku separacji piasku, a stamtąd rurociągiem do pompowni osadu wstępnego.

Węzeł separatorów piasku służy do przyjęcia pulpy piaskowej z piaskowników, wypłukania i oddzielenia piasku od części organicznych.

Separator piasku

Pulpa piaskowa dopływa do budynku separacji piasku otwartym korytem, na końcu którego znajduje się komora wlotowa. W komorze zamontowane zostały zasuwki wrzecionowe z napędem ręcznym, służące do zamknięcia dopływu pulpy w przypadku wyłączenia z ruchu jednego lub kilku separatorów. Z komory poprowadzono rurociągi DN 200 doprowadzające pulpę piaskową do poszczególnych separatorów piasku oraz rurę przelewu awaryjnego pulpy piaskowej do kanalizacji.



Układ separatorów piasku

W budynku przed separatorami na rurociągach zamontowano zasuwę z napędami elektrycznymi, odcinając dopływ do separatorów. Otwarcie zasuw powoduje rozpoczęcie pracy separatorów w cyklu automatycznym.

Każdy separator piasku jest zaopatrywany w zanieczyszczony materiał przez rurociąg DN 200, podłączony do bocznej części leja zasypowego. W separatorze wirowy przepływ zostaje zmieniony z kierunku pionowego na poziomy. Właściwe płukanie piasku, tzn. oddzielenie cząstek organicznych od mineralnych, zachodzi w dolnej części płuczki piasku, w której przepływ zostaje uspokojony. Tutaj do maszyny doprowadzona jest określona objętość wody płuczającej, przez co tworzy się poduszka piasku, która pozwala na oddzielenie substancji organicznych niezależnie od wielkości cząstek. Proces ten wspomagany jest powolną pracą mieszadła. Oczyszczony piasek odprowadzany jest automatycznie przez przenośnik ślimakowy, następnie odwadniany statycznie i zrzucany na przyczepę, a w dalszej kolejności transportowany do miejsca tymczasowego składowania. Pozostające wewnątrz separatora cząstki organiczne są usuwane cyklicznie przez automatyczne otwierające się zawory spustu organiki.



Separator piasku

Liczba pracujących separatorów uzależniona jest od liczby czynnych zgarniaczy w piaskownikach oraz liczby pracujących separatorów w starym budynku separacji piasku, które mogą pracować zamiennie z separatorami w nowym obiekcie separacji piasku, przejmując część pulpy piaskowej z piaskowników. Podczas zwykłego funkcjonowania separatory pracują w trybie automatycznym.

Przeprowadzona modernizacja piaskowników stanowiła pierwszy krok w stronę przekwalifikowania odseparowanego piasku kwalifikowanego jako odpad z przeznaczeniem na produkt.

Modernizacja procesu zagęszczania osadów

Kolejnym zespołem poddanym modernizacji jest węzeł zagęszczania osadu. Poprawa procesu zagęszczenia osadu (wartość suchej masy 7,0–8,0%) umożliwia podawanie większej objętości osadu do wydzielonych komór fermentacyjnych (WKF-y) bądź wydłużenie czasu fermentacji, co znacząco wpływa na stopień redukcji substancji organicznych (lepiej ustabilizowany osad). Ponadto im wyższy jest stopień zagęszczenia osadu, tym

mniej energii zużywa się na jego podgrzanie do wymaganej temperatury fermentacji oraz produkuje się więcej biogazu. Dzięki zastosowaniu wysokowydajnych wirówek zagęszczających zmniejszeniu uległa dawka stosowanego polielektrolitu.

Istniejący ciąg zagęszczania osadu łączy dwie funkcje technologiczne: mechaniczne zagęszczanie osadu nadmiernego oraz odwadnianie osadu przefermentowanego. Zagęszczanie osadu nadmiernego prowadzone jest na zagęszczarkach taśmowych. Proces jest wspierany przez dawkowanie roztworu polielektrolitu, przygotowywanego w stacji roztwarzania. Następnie zagęszczony osad za pomocą pomp i systemu rurociągów jest tłoczony do zbiornika pośredniego osadu.

Proces technologiczny w nowym węźle przeróbki osadu

Głównym zadaniem nowego węzła przeróbki osadu jest mechaniczne zagęszczenie osadu nadmiernego, wcześniej retencjonowanego w zbiorniku operacyjnym osadu nadmiernego. Osad ten podawany jest do dwóch zagęszczarek układem pompowym, składającym się z przewodów ssawnych, dwóch pomp osadu o wydajności regulowanej przez przetwornice częstotliwości, przewodów tłocznych oraz niezbędnej armatury. Maksymalna wydajność pojedynczej pompy wynosi ok. 150 m³/h. Każda posiada zabezpieczenie przed suchobiegiem i wyłącznik ciśnieniowy. Na każdym z przewodów ssących jest zainstalowany pomiar suchej masy, a na przewodach tłocznych zabudowano przepływomierze mierzące chwilowy przepływ.



Wirówki zagęszczające od strony układów napędowych i paneli sterujących

Stacja przygotowania polimeru obsługuje dwie zagęszczarki. Możliwe jest przygotowanie 2000 l polielektrolitu w ciągu godziny. Stacja jest dostosowana do pracy z polielektrolitem w postaci proszku oraz emulsji, jest również wyposażona w dwie pompki polimeru oraz w dwa moduły do wtórnego rozcieńczania, co umożliwia rozcieńczanie roztworu właściwego do stężenia roboczego wyprodukowanego polielektrolitu. Dzięki trzem połączonym przelewom komorom (komory zarobowej, dojrzewania i magazynowania gotowego roztworu) istnieje możliwość jednoczesnego poboru gotowego roztworu koagulanta oraz zarabiania nowej partii roztworu.

Zagęszczony osad spływa grawitacyjnie bezpośrednio do zbiornika, a z tego miejsca przez pompy osadu nadmiernego zagęszczonego i jeden łączący się tuż za pompami odcinek tłoczny osad zostaje przekierowany do zbiornika pośredniego. Obydwie wirówki zagęszczające pracują w sposób ciągły. W przypadku

awarii czy też zbyt dużej ilości nagromadzonego osadu nadmiernego w zbiorniku zostają uruchomione zagęszczarki taśmowe z istniejącej linii technologicznej.

Dzięki zastosowaniu przepływomierza osadu nadmiernego oraz zasilania silnika pompy osadu nadmiernego przemiennikiem częstotliwości możliwe jest podawanie do wirówki zadanej objętości osadu.

Na podstawie danych z sondy gęstości osadu nadmiernego oraz z przepływomierza osadu nadmiernego ustala się zadaną dawkę polielektrolitu. Jego dawkowanie jest kontrolowane za pośrednictwem przepływomierza w stacji rozcieńczania. Stero-



Wirówki zagęszczające wraz z pompami nadawcy i pompami osadu zagęszczonego



Wirówka odwadniająca



Zagęszczarki osadu



Hala pras

wanie prac urządzeń jest realizowane przez układ automatyki. Dzięki odpowiednio dobranemu poziomowi cieczy w wirówce utrzymuje się stałe zagęszczenie osadu nadmiernego, a jego poziom jest kontrolowany za pomocą sondy osadu zagęszczonego. Pompa osadu zagęszczonego pracuje równolegle z wirówką.

Zagęszczony osad jest tłoczony do zbiornika pośredniego osadów, w którym odbywa się mieszanie osadu nadmiernego zagęszczonego z osadem wstępnym. Osad zmieszany jest poddawany dalszej przeróbce technologicznej w komorach fermentacyjnych.

Instalacja w nowym budynku zagęszczania przejmie w całości pracę dotychczasowych zagęszczaczy taśmowych, zlokalizowanych w budynku zagęszczania i odwadniania osadu. Ponadto w budynku wydzielono miejsce na magazynowanie roztworu polielektrolitu wraz ze stacją do jego przygotowania, a także dodatkowe pomieszczenie gospodarcze oraz pomieszczenie sterownicze.

Podsumowanie

Rozbudowa piaskowników i węzła separacji piasku spowodowała wyraźne zmniejszenie ilości piasku przedostającego się do obiektów części biologicznej oczyszczalni, a w konsekwencji do obiektów gospodarki osadem. W rezultacie poprawiła się skuteczność oczyszczania ścieków, a jednocześnie obniżeniu uległy koszty eksploatacji urządzeń przez poprawę niezawodności oraz zmniejszenie liczby remontów i napraw. Z kolei modernizacja procesu zagęszczania osadów to znacząca składowa ogółu działań zmierzających do zmniejszenia negatywnego oddziaływania procesów technologicznych oczyszczania ścieków na środowisko.

„Poprawa skuteczności ciągu usuwania piasku jest bardzo istotna, ponieważ w ostatnich 10 latach ponad dwukrotnie zwiększyła się ilość piasku usuwanego ze ścieków. W 2010 r. odseparowaliśmy łącznie 2021 t piasku, podczas gdy w 2019 r. było to już 4265 t” – wyjaśnia dr inż. Tadeusz Żaba, dyrektor produkcji w Wodociągach Miasta Krakowa SA. – Co ważne, zwiększamy także produkcję biogazu, który w dalszym etapie jest przetwarzany w procesie kogeneracji na energię elektryczną i ciepło. Pozwala to na zmniejszenie poboru energii elektrycznej z sieci, a więc i wiążącej się z tym emisji CO₂. Chcemy w jak największym stopniu pokrywać zapotrzebowanie na energię z własnych, zielonych źródeł. Stanowi to ważny element zrównoważonego rozwoju”.



Więcej na www.wodociagi.krakow.pl



WODOCIĄGI
Miasta Krakowa
120 lat! Jesteśmy z Wami. Każdego dnia.



NA ZDROWIE

Seniorze pij kranowiankę!

Dołącz do naszej kampanii!