



Wnętrze komory burzowej Żagłowa

Przelew burzowy Żagłowa w Krakowie z kratą HSR



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

Wykorzystując analizy pracy sieci kanalizacyjnej przy użyciu modelu hydraulicznego, Wodociągi Miasta Krakowa SA starają się ograniczyć m.in. oddziaływanie przelewów burzowych na odbiorniki. Na podstawie wyników symulacji pracy sieci kanalizacyjnej podejmowane są decyzje związane z przekierowywaniem ścieków pomiędzy poszczególnymi zlewniami przelewów burzowych czy potrzebą renowacji kolektorów ogólnospławnych dla poprawy ich hydrauliki. Innym sposobem ochrony odbiorników jest instalacja mechanicznych krat podczyszczających, służących do zatrzymywania części stałych w kanałach w celu ochrony odbiorników przed takimi zanieczyszczeniami. Są to kraty HSR, a pierwsze z planowanych do zainstalowania tego typu urządzeń już działa na przelewie burzowym Żagłowa, którego zlewnią jest Wisła.

Inwestycja bez wątpienia ma pozytywny wpływ na środowisko. Samooczyszczająca się krata z ruchomą krawędzią przelewową powoduje – przez możliwość sterowania przelewem – zwiększenie retencji ścieków w kolektorze ogólnospławnym, a co za tym idzie, ograniczenie liczby włączeń przelewu burzowego oraz wielkości zrzutu rozcieńczonych ścieków z kanalizacji ogólnospławnej do odbiornika. Przelew burzowy Żagłowa znajduje się na terenie zielonym, w rejonie stadionu miejskiego Hutnik w Nowej Hucie.

Opisane poniżej prace stanowiły pierwszą część inwestycji na przelewie Żagłowa [1]. W następnym etapie, w ramach odrębnego zadania inwestycyjnego, planowana jest budowa kolektora kanalizacji ogólnospławnej DN 1600.

Mechaniczna krata podczyszczająca

Działka, na której w 2022 r. zrealizowano inwestycję, jest częścią terenu wpisanego do rejestru zabytków (pod nr. A-1314/M) jako otoczenie klasztoru Cystersów w Mogile i znajduje się w stre-

fie nadzoru archeologicznego. Montaż kraty mechanicznej wymagał przebudowy komory przelewu burzowego oraz budowy szafy dostępowej z ogrodzeniem. Z punktu widzenia obiektów kanalizacyjnych obiekty miały duży stopień złożoności.

Zadanie w swoim zakresie obejmowało generalny remont komory przelewu, tj. całkowite wyburzenie istniejącego przelewu wewnątrz komory przelewowej, wymianę w całości płyty stropowej, montaż kraty samooczyszczającej się z nastawną krawędzią przelewową wraz z oprzyrządowaniem technologicznym. W części elektrycznej i sterowania wykonano montaż nowego zasilania systemu, rozdzielnię zasilająco-sterującą oraz instalację systemu telewizji dozorowej CCTV.

Szafka modułu sterującego oraz agregat hydrauliczny znajdują się w zewnętrznej, ogrodzonej szafie dostępowej, zbudowanej z profili aluminiowych po północnej stronie komory, w odległości ok. 5 m od jej ściany. Została posadowiona na wylanym fundamencie betonowym na zagęszczonej podsypce piaskowej.

W komorze przelewowej musiano dokonać wyburzeń, m.in. wyburzono krawędź przelewu, która została wylana na nowo według wytycznych producenta urządzenia, aby uzyskać optymalną pracę przelewu burzowego. Z powodu silnej korozji siarczanowej betonowych ścian komory oraz stropu wymieniono płytę nakrywczą, a ściany komory po uprzednim przygotowaniu wyłożono wykładziną bazaltową w celu zabezpieczenia elementów żelbetowych przez korozją. Płyty stropowe, zaprojektowane jako gotowe, prefabrykowane elementy żelbetowe, opierają się na specjalnie osadzonym dwuteowniku HEB300. Przewody elektryczne i hydrauliczne wprowadzono w osłonie z dwuwarstwowych karbowanych rur polietylenowych DVK (DN 100 dla przewodów elektrycznych i DN 160 dla hydraulicznych).

Mechaniczna krata podczyszczająca

Głównym elementem technologicznym przebudowy komory przelewu był montaż kraty prętowej HSR-Screen wyposażonej w przelew regulowany ESK-Weir niemieckiej firmy HST Systemtechnik GmbH & Co. KG. Krata ta została specjalnie zaprojektowana do pracy w układach przelewowych do automatycznego, bezobsługowego separowania pływających i zawieszonych zanieczyszczeń stałych w ściekach komunalnych. Dobór urządzenia nastąpił z uwzględnieniem wymagań technicznych i hydraulicznych przekazanych przez Wodociągi Miasta Krakowa. Wszystkie elementy wchodzące w skład urządzenia są przystosowane do pracy w agresywnym środowisku ścieków. Komora przelewowa została wyposażona w neutralizatory odorów KF z wypełnieniem



Prace montażowe

z węgla aktywnego, co wyeliminowało oddziaływanie zapachowe tego obiektu na przyległe tereny rekreacyjne. Wszystkie urządzenia technologiczne i elektryczne zaprojektowano i wykonano tak, aby działały niezawodnie przy minimalnych kosztach konserwacji i napraw.

Zasada działania zainstalowanego systemu urządzeń polega na tym, że pływające i zawieszone zanieczyszczenia są zatrzymywane przez moduł kraty zaopatrzonej w układ poziomych płaskowników, stanowiących barierę dla zanieczyszczeń. Zespół wózka z bezobsługowymi łożyskami ślizgowymi wyposażonego w zgrzebła czyszczące, napędzany siłownikiem hydraulicznym dwustronnego działania, czyści kratę, wykonując ruch liniowy o zmiennym kierunku. Zanieczyszczenia są spychane do strefy niskiego przepływu i po odepchnięciu ich przez zespół hydraulicznych popychaczy obrotowych pozostają po stronie napływowej kraty, skąd ostatecznie są przemieszczane wzdłuż wlotu kanału do oczyszczalni ścieków. Urządzenie pracuje w trzech trybach: zdalnym, automatycznym i lokalnym (ręcznym). Zasadniczo praca urządzenia odbywa się w trybie automatycznym z wizualną kontrolą obiektu przez kamerę telewizji przemysłowej. W przypadku stwierdzenia przez operatora nieprawidłowości lub sygnalizacji alarmu operator podejmuje zdalne działania regulacyjno-naprawcze. W razie braku możliwości usunięcia stwierdzonej nieprawidłowości w trybie zdalnym wysyłana jest grupa eksploatacyjna. Zastosowanie mechanicznego samooczyszczania się kraty znacznie ułatwia eksploatację i w zasadzie eliminuje zagrożenia bhp w zakresie obsługi tego obiektu.



Kłapa regulacyjna ESK-Weir

Dla zwiększenia możliwości regulacji pracy zastosowano kłapę regulacyjną od strony odpływowej – ESK-Weir. Kłapa jest sterowana hydraulicznie (najwyższa pozycja urządzenia = urządzenie zamknięte – 30°, najniższa pozycja = urządzenie otwarte, maksymalny przepływ ścieków = 90°). Podniesienie kłapy opóźnia zadziałanie przelewu burzowego. W sytuacji, gdy odbiornik ma jeszcze możliwości przyjęcia dodatkowego ładunku z kanalizacji ogólnospławnej, może to umożliwić obsłudze dokładne dociążenie odbiornika. ESK-Weir analogicznie jak krata pracuje w trzech trybach: zdalnym, automatycznym i lokalnym (ręcznym). W swojej normalnej pozycji jest zamknięta. Praca systemu została zaprogramowana i jest w pełni automatyczna, ale w razie stwierdzenia przez operatora konieczności korekty tych ustawień, np. w przypadku długotrwałych opadów lub okresowego zwiększonego nagromadzenia zanieczyszczeń mechanicznych, może on zdalnie wysterować urządzenia bez konieczności wizytacji obiektu.

Podstawowe parametry zainstalowanej kraty HSR to: wydajność $Q = 1300 \text{ l/s}$, prędkość przepływu $V = 1,55 \text{ m/s}$, prędkość przesuwu zgrzebła 10 cm/s , wysokość kraty $0,66 \text{ m}$, długość kraty 5 m , szczelina $s = 4 \text{ mm}$, napęd elektrohydrauliczny $5,5 \text{ KW}$. Urządzenia technologiczne zostały wykonane ze stali nierdzewnej oraz materiałów kompozytowych. W komorze umieszczono czujniki pomiarowe: sondę ultradźwiękową (pomiar poziomu przed kratą), sondę hydrostatyczną (pomiar poziomu za kratą), czujnik położenia przelewu.

Układ sterowania umożliwia ustawianie i korekty poziomu załączenia i wyłączenia czyszczenia, opóźnienia między okresowymi załączeniami w przypadku niskiego poziomu ścieków, zakres ruchu kłapy podpiętrzającej. System wykrywa też stany awaryjne, np. zablokowanie zgrzebła lub kłapy podpiętrzającej, przekroczony czas ruchu zgrzebła lub kłapy, niski poziom oleju w agregacie lub zbyt wysoką temperaturę oleju. W pełni automatyczne samooczyszczanie się kraty oraz regulacja za pomocą kłapy ESK umożliwiają maksymalną ochronę odbiornika przed zanieczyszczeniami mechanicznymi, które w przypadku tradycyjnego przelewu w warunkach opadów nawalnych trafiałyby do rzeki.

Przelew bezobsługowy i monitorowany całodobowo

System sterowania kratą jest bezobsługowy i w pełni automatyczny. Na zewnątrz komory została zbudowana szafa dostępowa z wydzielonymi sekcjami. W sekcji pierwszej znajduje się jednostka hydrauliczna odpowiedzialna za pracę siłowników kraty. W sekcji drugiej zamontowana została szafa sterownicza odpowiedzialna za pracę urządzenia.



Zabudowa systemu sterownia



Rozdzielnia zasilająco-sterownicza

System automatyki został wykonany z wykorzystaniem sterownika swobodnie programowalnego PLC z dotykowym panelem operatorskim HMI. Przy użyciu panelu obsługa może w pełni skonfigurować urządzenie, sprawdzać zarówno jego stan aktualny, jak i historyczny. W ramach rozbudowanej sieci światłowodowej Wodociągów Miasta Krakowa urządzenie zostało wpięte do istniejącego systemu sterowania i archiwizacji danych pomiarowych typu SCADA. Dzięki temu 24 godziny na dobę obsługa widzi pracę kraty i może nią zdalnie sterować. Dodatkowo w komorze została zamontowana kamera, dając podgląd obrazu z wnętrza. Na terenie obiektu został również założony system ochrony przed włamaniem.



Wnętrze komory przelewu, widok na kratę i kamerę

Podsumowując, do zalet wynikających z zastosowanych rozwiązań należą: pełna kontrola nad działaniem przelewu burzowego, zabezpieczenie Wisły przed przedostawaniem się zanieczyszczeń stałych w momencie zadziałania przelewu, automatyzacja dozoru i obsługi, ułatwienie eksploatacji i zminimalizowanie zagrożenia bhp w zakresie obsługi tego obiektu, wykorzystanie rozwiązań sprawdzonych na świecie oraz zastosowanie materiałów nierdzewnych i odpornych na korozję, zapewniających długą żywotność obiektu.

Skomplikowany problem oczyszczania wód opadowych

Przelew Żaglowa jest jednym z 38 istniejących w Krakowie przelewów burzowych, których odbiornikami są Wisła (17 przelewów), Wiłga (10), Białuża (4), Rudawa (3), Dłubnia (3) oraz jeden na dopływie z Kurdwanowa. Miejsca, w których znajdują się te obiekty, są często wykorzystywane do rekreacji, nad rzekami powstają parki rzeczne, organizowane są też spływy kajakowe. Np. Dłubnia zasila wody Zalewu Nowohuckiego, popularnego miejsca spacerów krakowian i imprez rekreacyjnych. To również ważny powód szczególnego dbania o estetykę okolic przelewów i czystość przepływających wód.

Dopiero od lat 80. XX w. buduje się w Krakowie kanalizację rozdzielczą. Wcześniej ścieki bytowo-gospodarcze i opadowe były kierowane do oczyszczalni kanalizacją ogólnospławną, tego typu sieć znajduje się pod całą Nową Hutą [2, 3]. łączna długość sieci ogólnospławnej w Krakowie wynosi 658,92 km, a sanitarnej 932,53 km. Razem z kanałami deszczowymi, rurociągami tłocznymi i przyłączami krakowska sieć kanalizacji liczy 2010,02 km (rok 2022).

Problem zrzutów przez przelewy burzowe narasta m.in. z powodu zmian klimatu i częstszego niż dawniej występowania

deszczy nawałnych. Przelewy burzowe są nieodzowne w czasie intensywnych opadów atmosferycznych, gdyż odprowadzając do odbiornika nadmiar wody, częściowo zmieszanej ze ściekami sanitarnymi, zapewniają ochronę przed zalaniem dużych połaci miasta, podtopieniem ulic, budynków itp. Zgodnie z posiadanymi przez Wodociągi Miasta Krakowa pozwoleniami wodnoprawnymi dopuszcza się do 10 zrzutów rocznie. Skutki działania przelewów burzowych mogą mieć charakter krótkotrwały, opóźniony lub długoterminowy, co w dużej mierze jest uzależnione od wielkości odbiornika ścieków i jego wrażliwości. Największe skutki mają zrzuty do małych i wrażliwych wód powierzchniowych, a najczęściej występujące efekty to deficyt tlenu związany z biodegradacją dużego ładunku materii organicznej, wzrost mętności redukujący proces fotosyntezy, wzrost stężenia mikrozanieczyszczeń, metali, plastiku, a także drobnoustrojów patogennych i kałowych. Zanieczyszczenia stałe, jak śmieci, folie, odpady higieniczne przedostające się do odbiornika wraz ze ściekami, wpływają negatywnie na estetykę okolic zrzutu z przelewu burzowego. Nie bez znaczenia jest również objętość ścieków odprowadzanych do odbiornika przelewem burzowym, które wynosi średnio kilka tysięcy m³ na każdy przypadek zadziałania przelewu, co może znacząco wpłynąć szczególnie na odbiorniki o niewielkim przepływie własnym [4].

Budując kanalizację deszczową, można wyeliminować przelewy burzowe. Jednak nadal nie można mówić o dużej skuteczności w zakresie redukcji wszystkich ładunków zanieczyszczeń powstających w aglomeracjach miejskich i w związku z tym o wyższości kanalizacji rozdzielczej nad ogólnospławną w kontekście oddziaływania na środowisko. Zdaniem specjalistów problemem są niskie wymagania dotyczące jakości odpływów, które dodatkowo nie są egzekwowane [5]. W systemie kanalizacji rozdzielczej oczyszczanie ścieków opadowych ogranicza się do metod mechanicznych (przede wszystkim sedymentacji), a dodatkowo jest realizowane przez dużą liczbę rozproszonych na zlewni urządzeń, co utrudnia monitorowanie ich działania. Obowiązujące wymagania jakościowe dotyczące odprowadzania wód opadowych do wód lub ziemi obejmują tylko dwa parametry: zawiesina ogólna (100 mg/l) oraz węglowodory ropopochodne (15 mg/l). Dla instalacji o przepustowości nominalnej mniejszej niż 300 l/s ocenę, czy są spełnione powyższe warunki, stwierdza się tylko na podstawie dokonywanych przez zakład przeglądów eksploatacyjnych urządzeń oczyszczających (brak wymogu jakichkolwiek pomiarów). Dla instalacji o większych przepustowościach eksploatator jest zobligowany do wykonania pomiarów co najmniej dwa razy w roku, w okresie wiosny i jesieni. Próbkę do badań należy uzyskać przez zmieszanie trzech próbek o jednakowej objętości pobranych w odstępach czasu nie krótszych niż 30 minut. Wyniki pomiarów są w dużym stopniu uzależnione od poboru próby – dla tego samego opadu można uzyskać bardzo zróżnicowane wartości w zależności od tego, czy pobór wykonano na początku opadu, czy np. po godzinie. Istotne znaczenie ma też natężenie deszczu – przy opadach o niewielkim natężeniu z powierzchni spłukiwanych jest zdecydowanie mniej zanieczyszczeń. Próby pobierane są przez eksploatatorów sieci, a nie instytucje zewnętrzne. Stwierdzenie przekroczeń stężeń należy do rzadkości, a monitoring jakościowy odprowadzanych wód opadowych jest raczej symboliczny.

By ograniczyć wielkość zawiesin w spływach opadowych w kanalizacji deszczowej, stosuje się różne rozwiązania techniczne,

jak zbiorniki retencyjne, osadniki, separatory. W przypadku kanalizacji ogólnospławnej jednym z kierunków ograniczenia liczby zrzutów z przelewów burzowych jest budowa zbiorników retencyjnych. Przechowywana jest w nich czasowo objętość ścieków wynikająca z zaistniałego incydentu opadowego, a do oczyszczalni odprowadzany jest przepływ niepowodujący jej przeciążenia hydraulicznego. Obiekty wyposaża się w urządzenia redukujące skutki sedymentacji zawieszin zachodzące podczas czasowego przechowywania ścieków, jednocześnie poprawiające ich funkcjonowanie i umożliwiające ograniczenie do minimum czynności eksploatacyjnych.

Innym sposobem podczyszczenia ścieków jest omawiana tu krata HSR, dzięki której można usunąć większość zanieczyszczeń stałych z mieszaniny ścieków i wód opadowych. Powstające skratki nie muszą być nigdzie gromadzone, tylko są ponownie mieszane z przepływającym strumieniem ścieków i kierowane do oczyszczalni. W pracy tych urządzeń wykorzystywany jest efekt filtracji, który jest uzyskiwany w sytuacji, kiedy kraty są mocno zalepione zanieczyszczeniami, a przepływające przez kraty ścieki muszą przepływać przez taką warstwę, na skutek czego drobniejsze zanieczyszczenia są również zatrzymywane. W konsekwencji takiego działania uzyskuje się możliwie najwyższy stopień podczyszczenia ścieków zrzucanych przez przelew oraz ogranicza objętość ścieków odprowadzanych do odbiornika przy jednoczesnym zabezpieczeniu oczyszczalni przed nadmiernym dopływem. Dodatkowa funkcjonalność urządzenia polegająca na możliwości ograniczenia zrzutów przez ruchomą krawędź przelewową zapewnia maksymalizację retencji kanałowej, a co za tym idzie – ochronę odbiornika przed zrzutami z przelewu burzowego podczas krótkich i mniej intensywnych opadów atmosferycznych.

Literatura

- [1] Przelew burzowy Żąglowa – projekt budowlany.
- [2] Biedrzycka A.: *Przelewy burzowe – immanentny element systemu kanalizacji miejskiej*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2017, nr 6, s. 66–69.
- [3] Biedrzycka A.: *Przelewy burzowe w Krakowie jeszcze sprawniejsze – pilotaż krat HSR-Screen*. „Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie” 2018, nr 5, s. 12–15.
- [4] *Problematyka zrzutów z przelewów burzowych kanalizacji ogólnospławnej. Poznaj pierwszą taką realizację w Polsce*. Ecol-Unicon, 11 maja 2022. Dostępny w Internecie: <https://blog.ecol-unicon.com/problem-zanieczyszczen-prowadzonych-przelewami-burzowymi-kanalizacji-deszczowej-ciagle-narasta-poznaj-rozwiazanie-umozliwiajace-unikniecie-tego-problemu/> (dostęp 8 marca 2023).
- [5] Mrowiec M.: *Kanalizacja ogólnospławna i rozdzielcza – oddziaływanie na środowisko* (online). „Inżynier Budownictwa”, 26 lutego 2019. Dostępny w Internecie: <https://inzynierbudownictwa.pl/kanalizacja-ogolnosplawna-i-rozdzielcza-oddziaływanie-na-srodowisko/> (dostęp 8 marca 2023).
- [6] Sakson G., Brzezińska A., Zawilski M.: *Możliwości ograniczenia wpływu ścieków deszczowych odprowadzanych z obszarów zurbanizowanych na jakość wód powierzchniowych w aspekcie uregulowań prawnych*. „Ochrona Środowiska” 2017, Vol. 39, nr 2, s. 27–38.

www.wodociagi.krakow.pl



Czytaj więcej

Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne



DROGI • GEOINŻYNIERIA • GEOTECHNIKA • HYDROTECHNIKA • INŻYNIERIA BEZWYKOPOWA • INŻYNIERIA ŚRODOWISKA • MOSTY • PRZEPUSTY • TUNELE

nr 2 (107), marzec – kwiecień 2023, cena 29,90 zł (w tym 8% VAT)



WODOCIĄGI
Miasta Krakowa

Jesteśmy z Wami. Każdego dnia!



facebook.com/prostozkranu
facebook.com/Wodociagi.Miasta.Krakowa.Awarie



youtube.com/WodociagiMiastaKrakowa



instagram.com/wodociagi_miasta_krakowa/



linkedin.com/company/wodociagi-miasta-krakowa-s-a