



# WODA I MY

CZASOPISMO MIEJSKIEGO PRZEDSIĘBIORSTWA WODOCIAGÓW I KANALIZACJI SA W KRAKOWIE



**Monitoring technologiczny** - str. 7

**Spalarnia krakowska** - str. 16

**e-BOK Wodociągów Krakowskich** - str. 24







# JUBILEUSZ 115 LAT

Wodociągów Krakowskich



Zdrowych, spokojnych  
*Świąt Wielkanocnych*  
oraz dużo radości i nadziei

życzy  
Ryszard Langer  
Prezes Zarządu Wodociągów Krakowskich





## OD REDAKCJI

Drodzy Czytelnicy, Koleżanki i Koledzy

W tym roku obchodzimy 115 rocznicę powstania wodociągów krakowskich. Tak stara i doświadczona firma mogłaby się kojarzyć z rutyną, stabilizacją i zastojem, ale nic bardziej mylnego. Wodociągi Krakowskie to jedne z najbardziej nowoczesnych i innowacyjnych przedsiębiorstw, stawiające na jakość i ochronę środowiska. Europejska Organizacja Współpracy na rzecz Benchmarkingu (EBC) przebadła wodę w kilkunastu krajach: Holandii, Belgii, Hiszpanii, Portugalii, Polsce, Włoszech, Stanach Zjednoczonych, Wielkiej Brytanii, Niemczech, Rosji, Norwegii, Singapurze, Szwajcarii, Japonii, Francji oraz Cyprze. Jak wynika z przeprowadzonych badań najzdrowsza woda płynie z kranów w Singapurze, a zaraz po niej... w Krakowie. Z okazji jubileuszu powstaje wiele nowych inicjatyw między innymi, stwarzający nową jakość w obsłudze klientów e-BOK. Jak widać są powody do zadowolenia.

Pierwszy kwartał roku to czas podsumowań i analiz osiągniętych wyników. Najlepiej obrazuje to coroczny Przegląd Zintegrowanego Systemu Zarządzania, który w tym roku odbył się 10 lutego. Podczas spotkania omówiono realizację zadań ustalonych na poprzednim przeglądzie i przedstawiono efekty z ich realizacji. Ustalono również zadania do wykonania na 2016 rok. W wyniku analizy procesów funkcjonujących w MPWiK SA, stwierdzono, że stopień realizacji celów wyniósł 108,75 % co w porównaniu z osiągniętym wynikiem w roku poprzednim na poziomie 108,34 %, pozwala z optymizmem patrzeć na funkcjonowanie systemu w naszej Spółce. Szczegóły dotyczące przeglądu znajdują Państwo na łamach aktualnego wydania gazety.

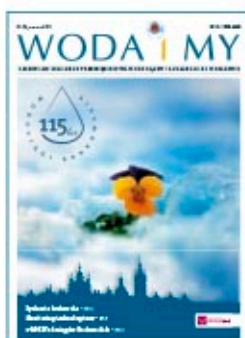
Każde miasto boryka się z problemem zagospodarowania odpadów komunalnych. Do niedawna jedynym sposobem było ich składowanie na wysypiskach. O skali problemu może świadczyć fakt, iż w Krakowie rocznie powstaje 321 tysięcy ton odpadów, a według prognoz w roku 2020 będzie to ok. 340 tysięcy ton. Sposób rozwiązania tych problemów przedstawia bardzo obszernie i interesująco artykuł Tadeusza Żaby pt. „Spalarnia krakowska”.

Zbliżające się święta Wielkiej Nocy są dobrą okazją do składania sobie życzeń. Korzystając z niej chciałbym złożyć szczerze życzenia pokoju, wiary i miłości. By nadchodzący czas był przepełniony spotkaniami z rodziną i odpoczynkiem, który doda sił i zmotywuje do podejmowania kolejnych wyzwań, a nadchodząca wiosna wypełni słońcem Państwa życie osobiste i zawodowe.

Romuald Siuta

PRZEGLĄD ZINTEGROWANEGO SYSTEMU ZARZĄDZANIA.....	4
MONITORING TECHNOLOGICZNY.....	7
WYMIANA OPON - JAKIE WYBRAĆ? .....	9
WYCIECZKA TECHNICZNA ODDZIAŁU KRAKOWSKIEGO POLSKIEGO ZRZESZENIA INŻYNIERÓW I TECHNIKÓW SANITARNYCH (PZITS) NA WĘGRY.....	11
SPALARNIA KRAKOWSKA. ....	16
ŚWIATOWY DZIEŃ WODY 2016 W WODOCIĄGACH KRAKOWSKICH.....	22
E-BOK WODOCIĄGÓW KRAKOWSKICH .....	24
KONKURS - ZNAMY SIĘ TYLKO Z WIDZENIA? .....	25
KOMUNIKAT MPWiK SA W KRAKOWIE .....	26
OCENA MPWiK SA W SPRAWIE JAKOŚCI WODY.....	27

OKŁADKA:  
„pierwsze kwiaty”



WYDAWCA: Miejskie Przedsiębiorstwo Wodociągów i Kanalizacji SA w Krakowie

PREZES ZARZĄDU: Ryszard Langer

ADRES: ul. Senatorska 1, 30-106 Kraków

WWW.WODOCIAGI.KRAKOW.PL

TELEFON: +48 12 42 42 300

REDAKTOR NACZELNY: Romuald Siuta

ZESPÓŁ REDAKCYJNY: Tadeusz Bochnia, Tomasz Cichoń, Marek Grotkowski, Joanna Kaleta, Magdalena Kamińska, Magdalena Poznańska.

FOTOGRAFIE: Romuald Siuta, arch. MPWiK SA

SKŁAD/DRUK: Drukarnia M8 Kraków

# XIII przegląd zintegrowanego systemu zarządzania



Romuald Siuta

Norma ISO 9001 w punkcie 5.6.1 oraz norma ISO 14001 w punkcie 4.6, wskazuje, że najwyższe kierownictwo powinno przeprowadzać przegląd systemu zarządzania w organizacji w zaplanowanych odstępach czasu, w celu zapewnienia jego stałej przydatności, adekwatności i skuteczności.

Realizując te punkty normy, w dniu 10.02.2016 r. odbył się roczny, trzynasty z kolei, przegląd zarządzania. Przegląd ma za zadanie ocenę wdrożonego w roku 2004 systemu zarządzania jakością (ISO 9001) oraz wdrożonego w 2010 r. systemu zarządzania środowiskowego (ISO 14001). Oba systemy połączono

dzania. Z 21 zatwierdzonych zadań, 16 zostało zrealizowanych w terminie. Termin realizacji 5 pozostałych zadań został przesunięty na 2016 r.

#### Dotyczy to zadań:

- likwidacja szamba w bezpośredniej strefie sanitarnej ujęcia – ZUW Rudawa,
- modernizacja filtra powolnego – ZUW Bielany,
- budowa instalacji odsiarczającej biogazu na bazie węgla aktywnego,
- budowa czwartej nitki piaskownika wraz z rozbudową i wymianą separatorów piasku oraz instalacja do usuwania części stałych – ZOŚ Płaszów.

#### ⊙ Audit zewnętrzny.

W dniach 25-26 maja 2015 roku Bureau Veritas przeprowadziło w 11 jednostkach organizacyjnych audit nadzoru. Auditorzy stwierdzili, że zintegrowany system zarządzania jest utrzymany i zgodny z wymaganiami norm odniesienia.

#### ⊙ Audyty wewnętrzne – analiza niezgodności.

Zatwierdzony plan auditów na 2014 rok, zakładał przeprowadzenie 27 auditów. Do 31.12.2015 r. przeprowadzono 26 auditów. Podczas wewnętrznych badań auditowych stwierdzono 2 niezgodności. Ujawnione niezgodności dotyczyły niespełnienia wymagań normy ISO 9001 i ISO 14001. Niezgodności zostały zamknięte.

#### ⊙ Uwagi zawarte w raportach z auditów.

- Instrukcje wydawane wewnętrznym aktem normatywnym powinny być wydawane w oparciu o szablon dokumentu określony w procedurze P1 Nadzór nad dokumentami.
- Zaleca się ustalenie formy informowania kierowników jednostek/komórek organizacyjnych, najwyższego kierownictwa o zmianach w wymaganiach prawnych i innych. Sposób ten powinien jednoznacznie dowodzić, że informacja została przekazana, a więc komunikacja wewnętrzna jest sprawna.

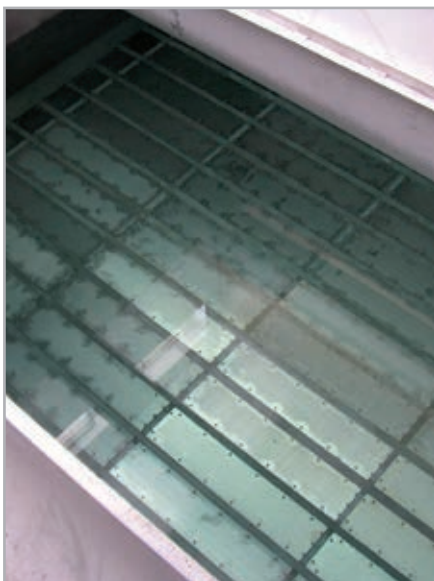
**„Średni czas załatwiania reklamacji wyniósł 6 dni. W roku 2015 nie zgłoszono reklamacji dotyczącej środowiska”**

w jeden zintegrowany system zarządzania. Tematyka przeglądu jest jasno określona przez obie normy. Porządek przeglądu obejmował następujące zagadnienia:

#### ⊙ Realizacja zadań ustalonych na poprzednim przeglądzie.

Omówiono realizację wniosków ustalonych na poprzednim przeglądzie zarzą-

► Modernizacja filtrów ZUW Dłubnia



- W aspektach środowiskowych F1-9-2 zweryfikować komentarze do wyszczególnionych aktów prawnych.
- Ujednolicić środki ochrony indywidualnej wymienione w instrukcjach i ocenie ryzyka zawodowego.
- Uzupełnić w przeciwpożarowych instrukcjach awaryjnych schematy wskazujące rozmieszczenie hydrantów.
- Zweryfikować aktualność najważniejszych dokumentów określonych w dokumentach systemowych.

**⊙ Działania doskonalące.**

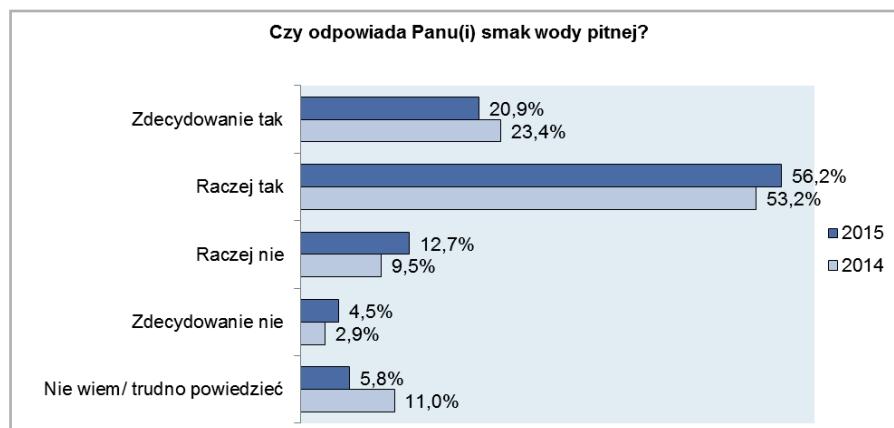
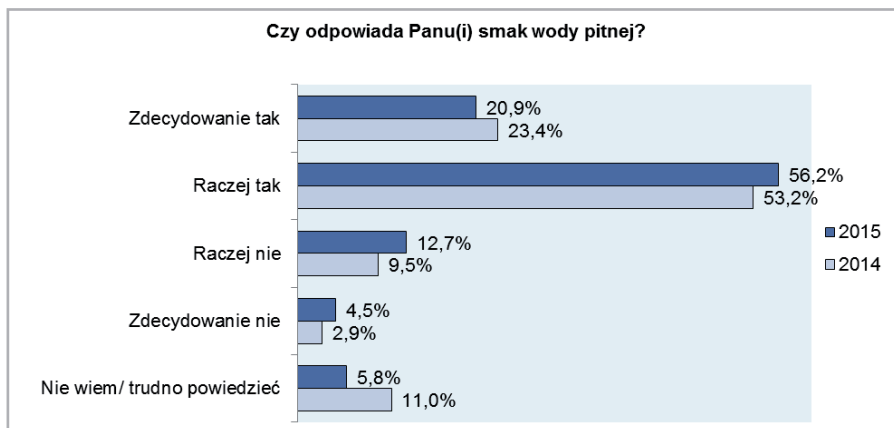
W 2014 r. zgłoszono 20 działań doskonalących (zapobiegawczych). Zakończono 14 działań doskonalących, a 6 są w toku. Jednostki organizacyjne, które zgłosiły działania doskonalące to: Centralne Laboratorium – 3, ZUW Bielany – 1, ZUW Raba – 2, ZWU Dłubnia – 5, ZUW Rudawa – 5, ZOŚ Płaszów – 4, Biuro Obsługi Klienta – 1.

**⊙ Analiza reklamacji.**

Średni czas załatwiania reklamacji wyniósł 6 dni. W roku 2015 nie zgłoszono reklamacji dotyczącej środowiska.

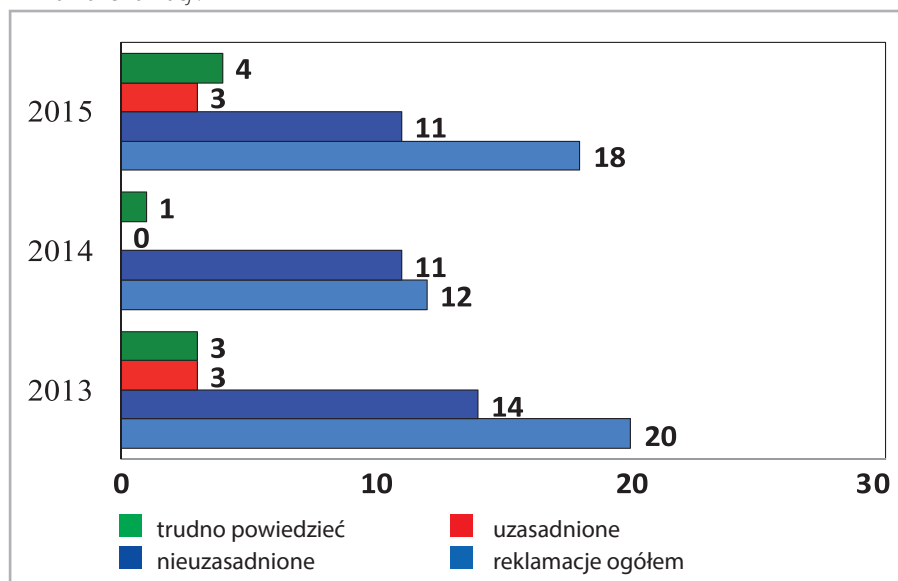
**⊙ Badanie satysfakcji klienta.**

Tegoroczna edycja badania satysfakcji klienta została przeprowadzona w dniach od 1 maja do 30 czerwca 2015 roku, przez Biuro Badań Społecznych Obserwator sp.j. Dobór reprezentatywnej próby objął 1319 losowo wybranych osób (gospodarstw domowych) zamieszkałych w Krakowie. Wybór respondentów został prze-



► Ocena smaku i zapachu wody.

► Analiza reklamacji.



prowadzony za pomocą techniki statystycznej. Objął on respondentów rozłożonych proporcjonalnie do liczby mieszkańców poszczególnych 18 dzielnic Krakowa.

Badanie prowadzone było metodą indywidualnych wywiadów w domach respondentów. Poziom ufności przepro-

wadzonych badań wyniósł 95%, a błąd oszacowania został określony na poziomie +/- 2,7%.

**⊙ Komunikacja.**

• Komunikacja wewnętrzna.

Przekazywanie informacji pracownikom:  
 – motywuje i zachęca do doskonalenia,  
 – pomaga w realizacji celów i zadań.

• Komunikacja zewnętrzna.

W prowadzonych rejestrach, korespondencja dotycząca spraw środowiskowych powinna być wyraźnie oznaczona. Firmy zewnętrzne wykonujące prace dla MPWiK S.A. należy poinformować o:

- wymaganiach systemu zarządzania środowiskowego ze szczególnym uwzględnieniem aspektów środowiskowych,
- potencjalnych konsekwencjach odstępstw od ustalonych procedur.

**⊙ Analiza procesów funkcjonujących w MPWiK S.A.**

Ocena skuteczności procesów dokonana na podstawie karty wyników wykazała, że stopień realizacji celów został osiągnięty w wyniósł 108,75%. Z 46 procesów, 45 osiągnęło założone cele.



Mocne strony wodociągów według ankietowanych to:



⊙ **Spełnienie wymagań prawnych.**

Dokonano oceny zgodności z wymaganiami prawnymi i innymi w zakresie działania Zespołu Ochrony Środowiska, dla całego Przedsiębiorstwa. Stwierdzono, że we wszystkich działaniach wymagania w roku 2014 były spełnione.

⊙ **Program zarządzania środowiskowego.**

Treść Programu zarządzania środowiskowego wynika bezpośrednio z podjętych zobowiązań określonych w Polityce ZSZ. Jest to dokument scalający cele zarówno jakościowe jak i środowiskowe. Program na rok 2016 dostępny jest na naszej stronie

nie intranetowej pod adresem \\mpwik-p\ISO\Wersja zatwierdzona\Polityka ZSZ\Program\_zarz\_środ\_2016.xls

Można w nim przeczytać jakie zadania są do wykonania, kto jest za nie odpowiedzialny jakie środki są przewidziane na ich realizację, i do kiedy będą wykonane.

Korzystając z okazji informuję, że recertyfikujący audit zewnętrzny Zintegrowanego Systemu Zarządzania planowany jest na 4,5,6 maja 2016 r. i będzie przeprowadzony przez Bureau Veritas. ■



*W związku z przejściem na emeryturę, składamy serdeczne podziękowania za długoletnią współpracę w miłej atmosferze :*

<i>Pani Teresie Wójtowicz</i>	<i>Panu Januszowi Marchewczyk</i>
<i>Panu Andrzejowi Batorowi</i>	<i>Panu Janowi Michurze (zm. 2.03.2016)</i>
<i>Panu Kazimierzowi Furtakowi</i>	<i>Panu Andrzejowi Piechurze</i>
<i>Panu Gustawowi Hojny</i>	<i>Panu Andrzejowi Rospondowi</i>
<i>Panu Ryszardowi Kani</i>	<i>Panu Józefowi Sołkowi</i>
<i>Panu Tadeuszowi Krystyjanowi</i>	<i>Panu Stanisławowi Surówce</i>
<i>Panu Ludwikowi Mamoniowi</i>	

## Monitoring technologiczny

Historia wykorzystania komputerów PC do monitorowania parametrów procesów technologicznych w Wodociągach Krakowskich ma już ponad 25 lat. Pierwsze stacje dyspozytorskie powstały w zakładach uzdatniania wody, a następnie w oczyszczalni Kujawy i Płaszów. W miarę rozbudowy sieci komputerowej wybrane dane z lokalnych stacji dyspozytorskich ZUW-ów i oczyszczalni zostały przekazane do Centralnej Dyspozytorni przy ul. Senatorskiej, gdzie są wyświetlane, archiwizowane i przetwarzane w formie raportów i wykresów.

Do 2010 roku wizualizacja procesów technologicznych możliwa była tylko na stacjach dyspozytorskich, co narażało pewne trudności dla osób pracujących w różnych lokalizacjach, którzy potrzebowali dostępu do danych technologicznych w celu nadzoru nad procesem uzdatniania wody i oczyszczania ścieków. Wychodząc naprzeciw potrzebom użytkowników została wykonana aplikacja sieciowa integrująca w jednym programie wszystkie najważniejsze procesy technologiczne realizowane w naszej firmie.

Program został zainstalowany na serwerze z możliwością dostępu przez zdalny pulpit. Nadając użytkownikom odpowiednie prawa dostępu mogą oglądać wszystkie ekrany lub wybrane ich interesujące np. tylko obiekty sieci wodociągowej. Przez sześć lat istnienia aplikacja jest systematycznie rozwijana, obejmując zasięgiem większość obiektów technologicznych Krakowskich Wodociągów. W celu ułatwienia korzystania z programu zostały utworzone grupy obiektów tematycznie ze sobą powiązanych. I tak mamy następujące grupy obiektów:



Szczepan Kosowicz

**„Wychodząc naprzeciw potrzebom użytkowników została wykonana aplikacja sieciowa integrująca w jednym programie wszystkie najważniejsze procesy technologiczne...”**

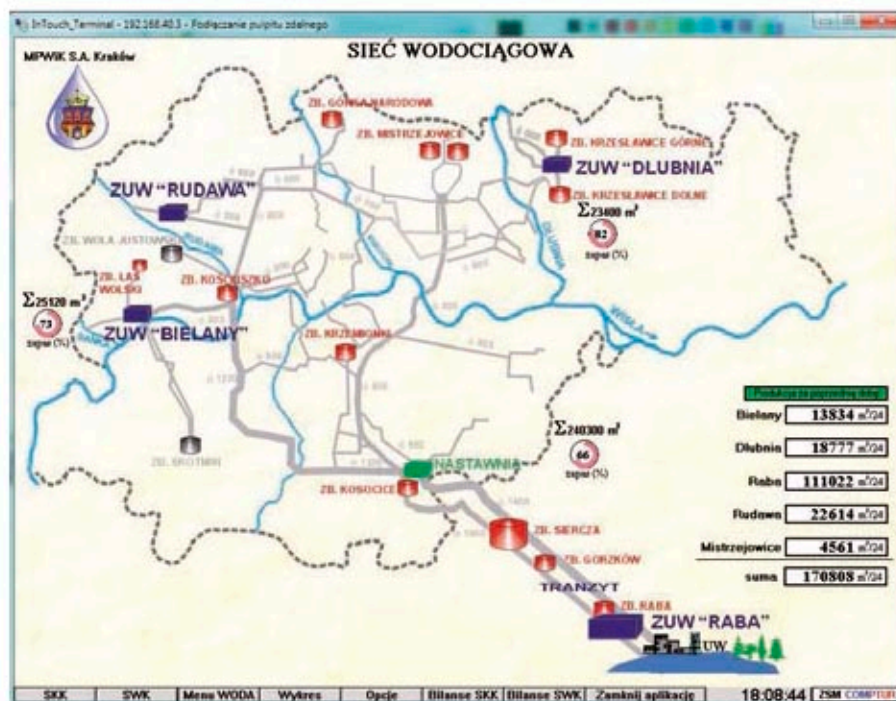
Menu „woda” obejmuje 19 obiektów związanych z ujmowaniem i uzdatnianiem wody. Inna bardzo obszerna grupa licząca 85 monitorowanych obiektów związana

z wodą to obiekty sieci wodociągowej, takie jak, pompownie i hydrofornie, zbiorniki wody, magistrale, punkty regulacyjne, opomiarowane rejon sieci, sprzedaż hurtowa. Kolejna grupa licząca w sumie 93 obiekty to szeroko pojęta sieć kanalizacyjna miasta. Znajdują się tutaj przepompownie ścieków sanitarnych, przepompownie wód opadowych, przelewy burzowe, syfony, odbiór ścieków oraz oczyszczalnie ścieków.

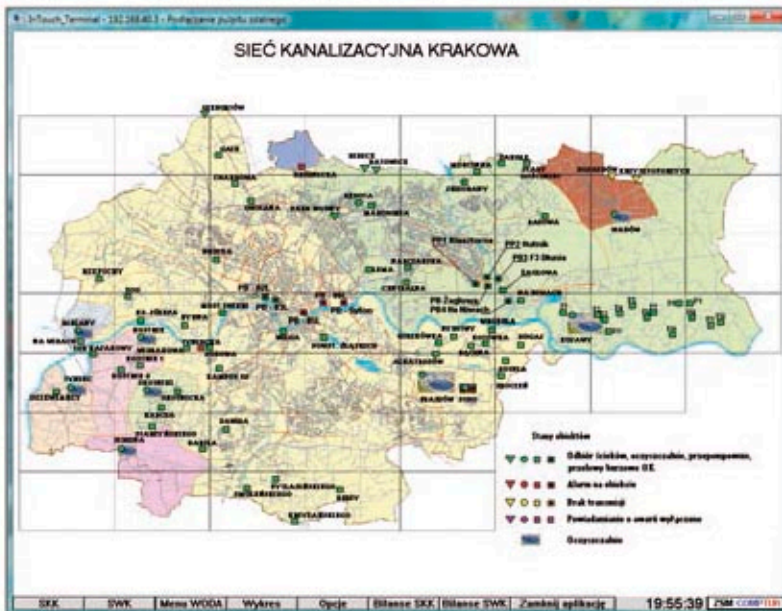
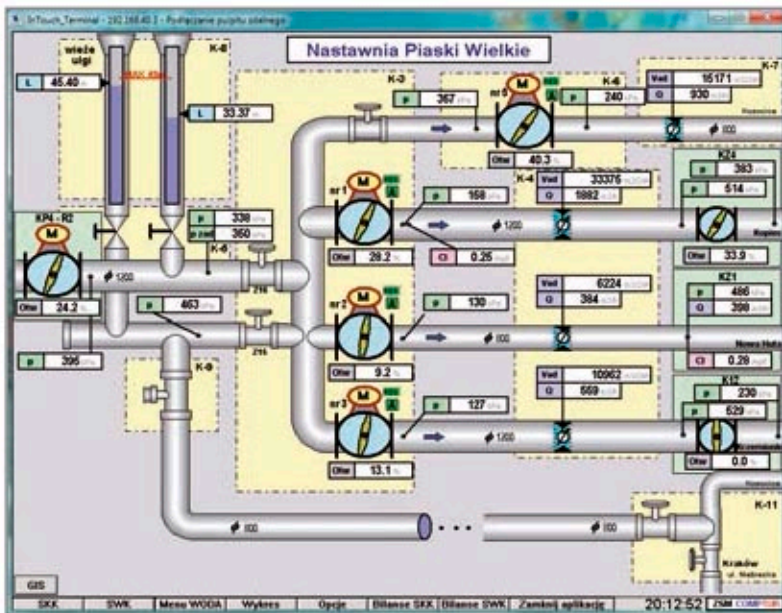
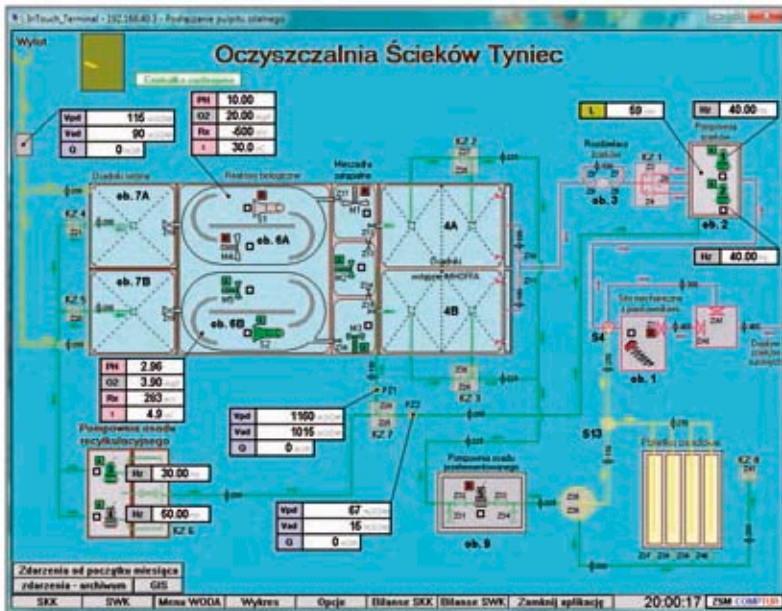
Najliczniejszą podgrupę w tej grupie, stanowią bezobsługowe przepompownie ścieków których mamy 68. Podgrupa ta rozwija się bardzo dynamicznie w miarę rozbudowy sieci kanalizacyjnej miasta.

Odrębną grupę stanowią rozmaite bilanse tj. przepływy, produkcja wody, czasy pracy urządzeń, rozbiory wody, odbiór ścieków oraz energetyczne, łącznie 33 różne raporty. W sumie program obsługuje około 230 ekranów synoptycznych, gdzie rejestrowanych jest 5107 zmiennych technologicznych.

W ostatnim czasie program został rozbudowany o dwie nowe funkcjonalności.





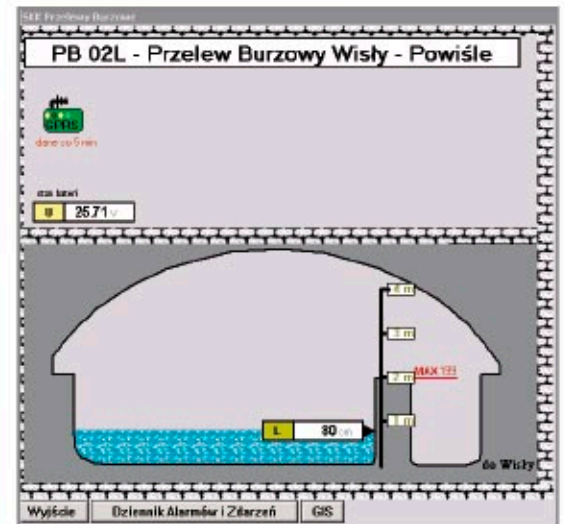
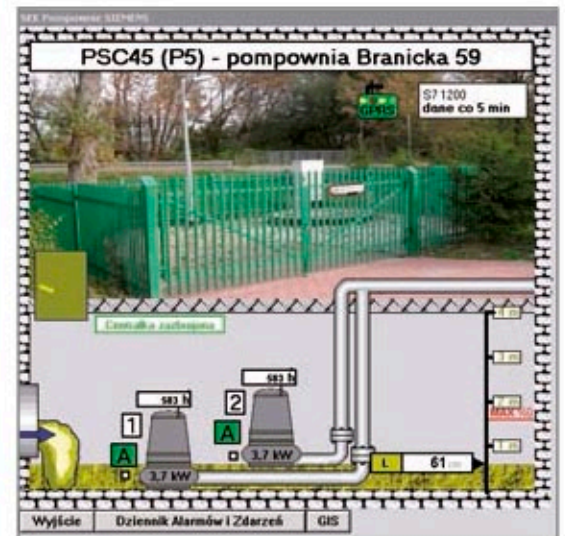


Pierwsza z nich to powiązanie ekranów synoptycznych z systemem GIS. Z każdego ekranu po naciśnięciu przycisku „GIS” zostajemy przeniesieni do mapy z informacją przestrzenną w miejsce fizycznej lokalizacji oglądanego obiektu.

Druga, bardzo przydatna funkcjonalność to możliwość wygenerowania danych w formacie programu EXCEL dla każdej rejestrowanej zmiennej za dowolny okres z dowolnie wybraną częstotliwością.

Mając wybrane dane w arkuszu excel-a możemy w łatwy sposób ustalić zależności pomiędzy różnymi wielkościami np. co ma największy wpływ na zużycie energii elektrycznej przez oczyszczalnię.

Aplikacja cały czas jest powiększana o kolejne obiekty oraz nowe możliwości wynikające z potrzeb użytkowników. Program znajduje uznanie pośród pracowników różnych działów naszej firmy. Aktualnie korzysta z tej aplikacji 36 osób i liczba ich systematycznie rośnie. ■





## Wymiana opon – jakie wybrać ?

Powoli zbliża się kolejny sezon wymiany opon z zimowych na letnie. Wielu z nas zetknie się z problemem wymiany starych, zużytych opon na nowe... Otóż, użytkując opony często borykamy się z dylematem, czy dotychczas używane mogą służyć nam jeszcze przez kolejny sezon, czy warto jednak zdecydować się na zakup nowych. Zastanówmy się zatem kiedy zachodzi potrzeba podjęcia decyzji o wymianie opon na nowe i czym kierować się przy ich zakupie?

Rozważając wymianę opon powinniśmy zwrócić uwagę na ich wiek, gdyż można je używać maksymalnie do 10 lat od daty produkcji. Producenci zazwyczaj sugerują zakup nowych opon co 6 lat, przy czym wiele osób stanęło przed problemem, czy warto kupić opony, które mają już 2-3 lat, a były składowane w odpowiednich warunkach. Jeżeli faktycznie opony takie nie były narażone na niewłaściwe warunki przechowywania, mamy tu na myśli przede wszystkim działanie słońca, to spokojnie możemy poważnie zastanowić się nad takim zakupem. Często ceny tych opon są dużo niższe, a i tak jeszcze dobrych kilka lat mogą nam posłużyć. Jak zatem sprawdzić wiek opony? Każda opona zawiera cztery cyfrowy kod, znajdujący się w owalnym polu na boku opony. Pierwsze dwie cyfry oznaczają tydzień roku, a ostatnie dwie rok produkcji.



Pomimo, iż opony mają dopiero np. 3 lata mogą nadawać się już do wymiany. Duży wpływ na to ma sposób użytkowania, jakość zakupionych opon, przebieg, jak również warunki ich przechowywania. Podczas wymiany warto też zwrócić

uwagę, czy opony nie są już sparciałe, czy nie mają żadnych uszkodzeń, wybrzuszeń lub mikropęknięć. Jeżeli były już naprawiane wówczas należało by się zastanowić nad ryzykiem jakie niesie za sobą dalsze użytkowanie takich opon. Niektóre uszkodzenia opony w ogóle nie powinny być naprawiane, o czym powinien nas poinformować wulkanizator. Są to przede wszystkim uszkodzenia boczne opony.

Polskie prawo dopuszcza użytkowanie opon po osiągnięciu przez bieżnik grubości na poziomie nie mniejszym niż 1,6 mm, chyba że wskaźnik zużycia (TWI) na oponie wcześniej wskazuje wartość graniczną. Na ogół jednak eksperci radzą, aby wymienić opony na nowe, gdy minimalna głębokość rzeźby wynosi już 3 mm w przypadku opon letnich. Zalecenie to odnosi się szczególnie do szerokich opon samochodowych, które gorzej radzą sobie z odprowadzaniem wody. Z kolei opony



Maciej Piasecki



Anna Kopyjka

**„Rozważając wymianę opon powinniśmy zwrócić uwagę na ich wiek, gdyż można je używać maksymalnie do 10 lat od daty produkcji..”**

zimowe zalecają wymieniać na nowe, gdy minimalna wysokość bieżnika wynosi 4 mm. Taka minimalna głębokość rowków zapewnia właściwe odprowadzanie wody oraz błota pośniegowego i śniegu. Nowa opona posiada bieżnik głęboki na około 8-10 mm. Testy ADAC wykazały bezkonkurencyjność nowych opon w warunkach zimowych. Wyniki badań wskazują, że każdy zużyty milimetr bieżnika to strata części sezonowych właściwości.

### Jak samodzielnie zmierzyć głębokość bieżnika?

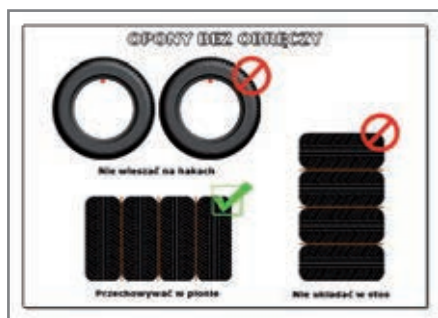
Chcąc samodzielnie sprawdzić głębokość bieżnika najprościej jest zaopatrzyć się w głębokościomierz, który po przyłożeniu do bieżnika opony wskaże jego wartość. W ostateczności zawsze możemy wspomóc się zwykłą zapalką, na której zaznaczamy głębokość, a następnie mierzymy tę odległość linijką.



Jeżeli podejmiemy już decyzję o wymianie zużytych opon na nowe, często zastanawiamy się jakie opony będą właściwe dla nas? Analizując dostępne na rynku rodzaje, powinniśmy zastanowić się czego oczekujemy od nowych opon. Jeżeli mają to być opony o dobrych właściwościach warto poszukać wśród klasy premium. Mając jednak ograniczony budżet najlepiej będzie zapoznać się z markami klasy ekonomicznej lub medium, bazując na wynikach niezależnych testów opon. Przy wyborze opon należy wziąć pod uwagę kilka czynników, a mianowicie: teren użytkowania (miasto, trasa, mieszany), częstotliwość korzystania z auta (przebieg), region zamieszkania (górski, równinny), rodzaj pojazdu, czy też preferowany styl jazdy.

### W jaki sposób przechowywać opony po sezonie zimowym?

Aby przechowywanie opon nie wpłynęło znacząco na ich właściwości, należy zastosować kilka ważnych zasad. Przede wszystkim nie wolno przechowywać opon na otwartym powietrzu. Ponadto, pomieszczenie do przechowywania powinno być chłodne i suche oraz od czasu do czasu wentylowane. Temperatura przechowywania nie powinna przekraczać tempera-



tury pokojowej. W ogrzewanych pomieszczeniach opony powinny być oddalone od źródła ciepła. Należy chronić opony przed bezpośrednim oddziaływaniem światła słonecznego. W tym samym pomieszczeniu nie należy przechowywać środków chemicznych, rozpuszczalników, paliwa czy smaru. Opony zdjęte z obręczy należy przechowywać w pozycji stojącej i co

miesiąc powinny być przestawiane, wykonując obrót o duży kąt. Niemniej jednak takie opony nie powinny stać w wodzie, czy też na zaolejonej powierzchni. Całe koła zaś powinny leżeć, można układać je w słupkach, jednak w takim wypadku warto pamiętać, aby co kilka tygodni przestawić opony co zapobiegnie odkształceniu się opony leżącej na spodzie.

Rozwiązanie pośrednie – opony całoroczne W związku z tym, że w Polsce nie ma obowiązku wymiany opon z letnich na zimowe rozwiązaniem może być zakup opon wielosezonowych. Opony całoroczne mogą stanowić pewne rozwiązanie na wiele dolegliwości związanych z korzystaniem z opon sezonowych. Nie wymagają przechowywania, bo cały czas z nich korzystamy oraz niwelują też koszt wymiany. Czy warto zatem kupić opony całoroczne? Opony wielosezonowe stanowią połączenie rozwiązań znanych z opon letnich i zimowych. Opony letnie są robione głównie do jazdy po suchej lub mokrej nawierzchni, dlatego mają bardziej gładką budowę bieżnika (mniejsze opory toczenia, mniejszy hałas) i dość szerokie rowki, które mają odprowadzać wodę poza powierzchnię styku opony z asfaltem. Mieszanka z której są wykonane ma być odporna na wysokie temperatury i dostatecznie twarda, aby opona szybko się nie ścierała. Odwrotnie wygląda budowa opony zimowej. Struktura jest mocno porowata, bieżnik ma za zadanie odprowadzać duże ilości błota pośniegowego i śniegu. Sama mieszanka musi być odpowiednio miękka. Ponadto musi być odporna na niskie temperatury i nie twardnieć na zimnie.

Opony całoroczne są więc w pewien sposób kompromisem. Taka opona gorzej poradzi sobie na śniegu, bardziej miękka mieszanka gumy szybciej się zużyje latem na rozgrzanym asfalcie. Z różnych testów hamowania można zauważyć, że opony całoroczne są zdecydowanie lepsze niż opony letnie, z kolei różnica między nimi, a oponami zimowymi nie jest już tak znaczna (w warunkach zimowych) i sięga zaledwie kilku metrów. Zatem, można stwierdzić, iż opony całoroczne są lepsze niż tanie opony zimowe, dlatego też rozważając zakup tańszych opon zimowych ze względu na ograniczony budżet zasadnym byłoby zastanowienie się nad

kupnem porządnych opon wielosezonowych. Warto też rozważyć ten fakt, jeżeli jeździmy małym samochodem po większym mieście i ryzyko jazdy w trudnych warunkach zimowych jest niewielkie.

### Czy warto kupować opony używane?

Niejednokrotnie skusiliśmy się na zakup używanych rzeczy i doświadczenie pokazuje nam, że bywały to zakupy trafione i udane, ale zdarzały się też „zakupowe porażki”. Tak też może być w przypadku zakupu używanych opon, być może ktoś będzie sprzedawał „prawie nowe” opony pozbawione wad, a do tego w super cenie, jednakże bywa też tak, że wpadniemy w pułapkę nieuczciwych sprzedawców. Często można trafić na aukcję internetową, gdzie sprzedający chwali się oponami z bieżnikiem np. 7 mm przy czym nigdzie nie informują o tym, że takie opony mają już np. 10 lat i ich właściwości jezdne daleko odbiegają od naszych oczekiwań. Niejednokrotnie też trafiają się opony naprawiane, zżabkowane lub podniszczone. W takich przypadkach pozorne korzyści zazwyczaj kończą się i tak zakupem nowych opon w niedalekiej przyszłości.

Podsumowując, dokonując wymiany i zakupu nowych opon powinniśmy kierować się własnymi potrzebami i możliwościami finansowymi, jednakże przede wszystkim powinniśmy zadbać o bezpieczeństwo własne i innych użytkowników dróg. Warto zatem przeanalizować wady i zalety, oraz oszczędności wynikające z zakupu danego rodzaju opon. Czasami warto zainwestować w lepszej jakości produkty, które zagwarantują nam większe bezpieczeństwo i komfort podróżowania. Pamiętajmy przecież, że to właśnie opona odpowiada za przyczepność, krótką drogę hamowania, osiągi i bezpieczeństwo oraz jest jedynym elementem pojazdu stykającym się z podłożem, dlatego warto poświęcić jej trochę czasu... ■





## Wycieczka techniczna Oddziału Krakowskiego Polskiego Zrzeszenia Inżynierów i Techników Sanitarnych (PZITS) na Węgry do Wodociągów w Kazincbarcika, Egerze i Budapeszcie.

W dniach 10 – 13.09.2015r. odbyła się wycieczka techniczna Oddziału Krakowskiego PZITS na Węgry. Brało w niej udział 57 osób, w tym członkowie Kół przy: MPWiK S.A. w Krakowie, MPEC w Krakowie, Uniwersytecie Rolniczym, Politechnice Krakowskiej, Wodociągach Nowosądeckich i członkowie MOIB. 10 września o godz. 6.00 wyruszyliśmy autokarem z dziedzińca MPWiK S.A. w Krakowie z Biurem Turystycznym Hungaro-tour z Gliwic. Koło godziny 13.00 przybyliśmy na obrzeże miasta Kazincbarcika w północno-wschodnich Węgrzech, gdzie spotkaliśmy się z Panem Odonem Rittenbacherem, naszym węgierskim przewodnikiem po przedsiębiorstwach wodociągowych.

Na Węgrzech jest obecnie kilkadziesiąt przedsiębiorstw wodociągowych (10 lat temu było ich kilkaset) dzielących się na spółki państwowe i samorządowe. W trakcie wycieczki zwiedzaliśmy obiekty wodociągowe stolicy Węgier – Budapesztu, stolicy wina – Egeru oraz obsługujące rejon miejscowości Kazincbarcika zlokalizowanej przy północnej granicy Węgier (niedaleko przejścia granicznego Bánréve). W każdej z wymienionych destynacji wizytowaliśmy obiekty wodociągowe innego typu. W sumie odwiedziliśmy dwa zakłady uzdatniania wody – każdy o innym cyklu technologicznym oraz ujęcie wód powierzchniowych i zbiornik wodociągowy będący jednocześnie wieżą ciśnień. Każdy z odwiedzanych zakładów zasilany był wodą z innego typu – jeden z ujęcia wód powierzchniowych, drugi wód podziemnych.

Część techniczną wycieczki rozpoczęliśmy udając się nad Jezioro Lazberc wraz z Panem Odonem Rittenbacherem i przedstawicielem Zakładu Uzdatniania Wody (ZUW) Lazberc Północno-Węgierskich Regionalnych Wodociągów Ltd. (Eszakmagyarorszagi Regionális Vizmuvek ZRT.) Wodociągi te są trzecią co do wielkości spółką państwową.

☉ Jezioro Lazberc – powstało w latach 1967-1970 w powiecie Kazincbarcika na obszarze Parku Narodowego Gór Bukowych w dolinie potoków Ban i Csernelly, poprzez spiętrzenie wód zaporą ziemną. Jezioro ma kształt litery Y, położone jest 200 metrów nad poziomem morza, jego długość wynosi 2,5 km, szerokość – 0,6 km [1], powierzchnia – 0,77 km<sup>2</sup>, objętość – 6,2 mln m<sup>3</sup>, maksymalna głębokość – 17,3 m, średnia głębokość – 7,5 m. 10 września podczas naszego pobytu zwierciadło wody w jeziorze przy ujęciu było na poziomie 6,6 m ponad dnem, co spowodowane było tym, że rok 2015 był suchy. Powierzchnia dorzecza wynosi 217,5 km<sup>2</sup>. Jezioro pełni między innymi funkcję zbiornika wody pitnej i przeciwpowodziową. W lasach Gór Bukowych występują głównie drzewa i krzewy liściaste: akacje, dęby, buki, głóg, klon polny i kalina. Wody powierzchniowe spływają



Jadwiga Petko,  
MPWiK SA w Krakowie



Joanna Bąk,  
Politechnika Krakowska

### „Na trzech wyspach na rzece Dunaj: Szentendre, Csepel i Małgorzaty znajduje się 740 studni, zlokalizowanych wzdłuż Dunaju...”

jące z tych gór do Jeziora Lazberc zawierają duże ilości substancji organicznych i przyczyniają się do powstawania licznych osadów oraz eutrofizacji, co powoduje wzrost produktywności glonów. Osady z dna jeziora usuwane są okre-

► Uczestnicy wycieczki na koronie zapory na Jeziorze Lazberc.





► Zapora od strony Jeziora Lazberc. W środku długości zapory widoczne ujęcie wody pitnej

sowo, w 2014 roku usunięto 64 tys m<sup>3</sup> osadów. Odbywa się to za pomocą żurawi ustawianych na tratwach.

☉ Zapora ziemna o długości 250 m posiada rdzeń glinowy, przelew boczny i upust denny. Woda pitna pobierana jest z ujęcia zlokalizowanego w Jeziorze w połowie długości zapory w odległości ok. 30 m od jej korony, z jednego z trzech poziomów, w zależności od aktualnej jakości wody. Na wlocie zamontowana jest krata w celu wstępnego zatrzymania stałych elementów. Woda surowa odpływa rurociągiem przebiegającym pod korpusem zapory w kierunku Zakładu Uzdatniania Wody.

☉ ZUW Luberc od 1996 r. produkował wodę w ilości 24 tys. m<sup>3</sup>/d, w 1989 roku zwiększył produkcję do 50 tys. m<sup>3</sup>/d. Od lat 90-tych zużycie wody spada. W roku 2002 w celu poprawy jakości wody Wodociągi zdecydowały się na wykorzystanie do procesu filtracji membran ZeeWeed (ZW)-1000 produkowa-



► ZUW w Egerze. Instalacja z chlorem gazowym do dezynfekcji wody.

nych przez kanadyjską firmę oraz węgla aktywnego. Pierwszy etap modernizacji zakończył się w 2006 roku i umożliwił produkcję wody w ilości 16 tys. m<sup>3</sup>/d. Ze względu na bardzo dobre efekty został przeprowadzony drugi etap modernizacji, który zakończył się w 2011 roku i polegał na zastosowaniu filtrów membranowych ZW-500 i węgla aktywnego o wydajności 8 tys. m<sup>3</sup>/d [2, 3].

W ZUW Lazberc znajduje się kilkadziesiąt modułów membranowych ZW-1000 i ZW-500 zanurzonych w filtrowanej wodzie. Moduły te składają się z wydrążonych włókien-rurek (według specyfikacji [4] dla ZW-1000 o średnicy zewnętrznej 0,65 mm i wewnętrznej 0,35 mm). Włókna te wykonane są ze specjalistycznego fluoropolimeru (PVDF) o wysokiej odporności chemicznej [4, 5] i posiadają miliardy mikroskopijnych porów na powierzchni. Woda jest pobierana przez pory z zastosowaniem łagodnego ssania tworząc barierę dla zanieczyszczeń (glonów, zawieszonych i koloidowych cząstek włącznie nawet z wirusami [2]), pozwalając jednocześnie przejść czystym cząsteczkom wody do środka włókien. Włókna membran czyszczone są powietrzem. Ponadto w celu podniesienia walorów wody, między innymi smaku, poddawana jest ona filtracji na filtrach wypełnionych granulowanym węglem aktywnym.

Następnie udaliśmy się do Egeru na nocleg i w drugim dniu, tj. 11 września zwiedziliśmy Zakład Uzdatniania Wody (ZUW) w Egerze. Należy on do Wodociągów Województwa Heves Ltd. (Heves Megyei Vízmű Zrt.) z główną siedzibą w Egerze. Jest to spółka samorządowa.

☉ W Egerze od ponad 100 lat woda jest dostarczana do domów, a ścieki odprowadzane. W roku 1961 małe zakłady wodociągowe w województwie Heves połączyły się w jedne wodociągi wojewódzkie. Do lat 90-tych zużycie wody wzrastało, od tego czasu ciągle spada i ostatnio kształtuje się na poziomie niższym niż 100 l/d na mieszkańca. ZUW w Egerze zaopatruje w wodę Eger oraz 13 innych miejscowości i w lecie 2015 roku dostarczył odbiorcom 18 tys. m<sup>3</sup>/d. W zwiedzonym przez nas ZUW w Egerze praca urządzeń jest bezobsługowa. Żelazo i mangan usuwane są z wody przy wykorzystaniu technologii firmy Culligan.

Regeneracja filtrów przeprowadzana jest raz dziennie. Woda magazynowana jest w dwóch zbiornikach, każdy o objętości 500 m<sup>3</sup>.

☉ Eger jest zaopatrywany w wodę z trzech ujęć o różnym składzie i temperaturze wody. W jednym z obiektów mają problem z azotanami, w innym zasadniczym zagadnieniem jest usuwanie żelaza i manganu. Jedno z ujęć obejmuje 16 studni głębinowych o temperaturze 14-15 stopni (13 studni wierconych o głębokości 40 – 130 m i 3 studnie o głębokości 10 – 12 m). Kolejne źródło stanowi studnia znajdująca się w centrum Egeru koło basenów termalnych, w której woda ma temperaturę 24-28 stopni i zaopartuje centrum miasta. Woda ta zawierała metan i konieczne było przeprowadzenie odgazowania. Jest ona dobrej jakości, poddawana jest tylko dezynfekcji promieniami UV i podchlorynem sodu.

Dla studni stanowiących ujęcia wody dla Egeru obowiązuje strefa ochrony bezpośredniej o promieniu 10 m. W ramach ochrony na pobliskich polach uprawnych nie wolno stosować nawozów chemicznych. Sieć wodociągowa wykonana jest z szarego żeliwa, a-c (lata 60-te do DN 500 mm), PCW, PE. Po południu zwiedziliśmy w Egerze neoklasykistyczną bazylikę z lat 1831-36, barokowy kościół minorytów pod wezwaniem św. Antoniego, minaret z XVI wieku pozostały po meczecie po imperium osmańskim, zamek z XIII wieku, potem Dolinę Pięknej Pani z muzyką węgierską.



► Wnętrze jednej z komór zbiornika w Budapeszcie.

W następnym dniu pojechaliśmy do Budapesztu, gdzie zwiedziliśmy największy zbiornik wodociągowy na Węgrzech zlokalizowany w Górze Gellerta w obrębie ulic Hegyalja, Sánd i Orom.





► Makieta zbiornika im. Jozsefa Grubera w Budapeszcie. Jedna komora wodociągowa.

⊙ Na początku przedstawiciel Metropolitalnych Wodociągów w Budapeszcie (Fővárosi Vízművek Zrt.) w oparciu o tablice informacyjne przedstawił nam ogólnie sposób zasilania miasta. Na trzech wyspach na rzece Dunaj: Szentendre, Csepel i Małgorzaty znajduje się 740 studni [6], zlokalizowanych wzdłuż Dunaju, o głębokości 20-30 m, które pobierają wodę rzeczną ze złóż żwirowo-piaskowych. Wodociągi Budapeszteńskie mają 145 lat [6], posiadają 5000 km sieci wodociągowej. Od 1994 roku są firmą samorządową (akcje firmy są własnością gminy miejskiej) [6]. Woda z wyspy Szentendre położonej na północy, jest bardzo dobrej jakości, zapewnia około 60% [6] zapotrzebowania miasta, poddawana jest jedynie dezynfekcji. Woda z wyspy Csepel położonej na południu zapewnia około 30% [6] zapotrzebowania i jest zanieczyszczona żelazem i manganem. Poddawana jest procesowi utleniania. Wyspa Małgorzaty zlo-

kalizowana jest w środku miasta, zapewnia około 10% zapotrzebowania. Obecnie zużycie wody wynosi 400-500 tys.m<sup>3</sup>/d, latem 600-650 m<sup>3</sup>/d. Następnie po omówieniu przy makiecie zbiornika wodociągowego im. Jozsefa Grubera historii jego powstania oraz parametrów konstrukcyjnych i technologicznych, przeszliśmy do galerii zbiornika, skąd przez oszkloną ścianę mogliśmy zobaczyć robiące duże wrażenie wnętrze jednej z jego komór. Zbiornik ma dwie bliźniacze komory, każda w kształcie fortepianu o pojemności 40 tys. m<sup>3</sup>. Wybudowany został w latach 1974 – 1980. Kształt komór gwarantuje stały przepływ wody, został specjalnie zaprojektowany zgodnie z teorią Jozsefa Grubera w celu eliminacji występowania tzw. martwych stref w zbiorniku, co mogłoby wpłynąć na pogorszenie jakości wody. Wpływająca świeża woda do zbiornika wypycha będącą w nim wodę jak tłok. Powierzchnia całkowita zbiornika to 2 x 5000 m<sup>2</sup>, strop oparty jest o 106 filarów (w każdej z komór) o wysokości 10 m każdy. Maksymalny poziom wody w zbiorniku wynosi 8 m. Zbiornik jest czyszczony raz do roku (każda komora) – z tego właśnie względu są podwójne urządzenia. Czyszczenie takie trwa około jednego tygodnia. Na uwagę zasługuje także specjalna powierzchnia sufitu wykonana w celu wyeliminowania osadzania się na niej kropeł wody. Zbiornik jest wentylowany w sposób sztuczny. Podczas budowy jednym z najtrudniejszych zadań było wykonanie płyty dennej. Filary były wykonywane równocześnie z tą płytą. Betonowanie trwało 41 godzin non-stop. Tego samego dnia odwiedziliśmy jesz-

cze miasteczko Szentendre z unikalnymi w skali światowej muzeami marcepanu i miniatur oraz odbyliśmy wieczorny pełen iluminacji rejs statkiem po Dunaju, w czasie którego nasz polski przewodnik i organizator wycieczki Pan Ryszard Kamzol ciekawie i nastrojowo przedstawił nam historię Budapesztu i budowli znajdujących się wzdłuż rzeki oraz mostów, pod którymi przepływaliśmy. Towarzyszyła nam piękna muzyka Walców Strausów m. in. „Nad pięknym modrym Dunajem”, „Odgłosy wiosny”, „Walc Cesarski”. W ostatnim dniu do południa zwiedziliśmy wzgórze Zamkowe z Zamkiem Budańskim, Basztami Rybackimi, Górę Gellerta z austrijacką cytadelą i pomnikiem wolności.

Wycieczka była bardzo udana zarówno pod względem zawodowym, jak i turystycznym. Pozwoliła na integrację środowiska inżynierskiego branży wodociągowej i ciepłowniczej będąc zarazem miłym spotkaniem przyjaciół. W drodze powrotnej do domu dobry nastrój i wrażenia nas nie opuszczały.

Dziękujemy Prezes Oddziału Krakowskiego PZITS Małgorzacie Dumie-Michalik i koleżeństwu z Koła nr 13 przy MPWiK S.A. w Krakowie Marii Dumie i Andrzejowi Tyczyńskiemu za zorganizowanie wycieczki i dbanie o serdeczną atmosferę na niej. Podziękowania należą się również dla Pana Odon Rittenbachera węgierskiego specjalisty w sprawach wodociągowych oraz dla Pana Ryszarda Kamzola, naszego przewodnika po historii, zabytkach i kulturze Węgier. ■

► Uczestnicy wycieczki na największej wieży ciśnień w stolicy Węgier



#### Literatura:

- [1] <https://hu.wikipedia.org/wiki/Lázbérci-víz-tározó>
- [2] [http://www.maviz.org/atadtak\\_az\\_uj\\_membranzuroket\\_kivalo\\_minosegu\\_a\\_lazberci\\_vizmu\\_alt\\_al\\_eloallitott\\_ivoviz](http://www.maviz.org/atadtak_az_uj_membranzuroket_kivalo_minosegu_a_lazberci_vizmu_alt_al_eloallitott_ivoviz) dostęp 20.10.2015r.
- [3] [www.ervzrt.hu/hirek-esemenyek/a-lazberci.../169/20.10.2015](http://www.ervzrt.hu/hirek-esemenyek/a-lazberci.../169/20.10.2015)
- [4] Michael Dimitriou "Microfiltration and ultrafiltration manufactures" (chapter 5) w pracy zbiorowa "Microfiltration and ultrafiltration membranes for drinking water. Manual of water supply – M53" American Water Works Associatio 2005.
- [5] <http://www.resinex.pl/rodzaje-polimerow/pvdf.html> dostep 19.10.2015r.
- [6] <http://vizmuvek.hu/hu/fovarosi-vizmuvek/tarasagi-informaciok>





# JUBILEUSZ 115 LAT

## Kropla historii

Jubileusz 115-lecia Wodociągów Krakowskich jest doskonałą okazją zarówno do wspomnień, podsumowań, jak również do przypomnienia historii wodociągu w Stołecznym Królewskim Mieście Krakowie.

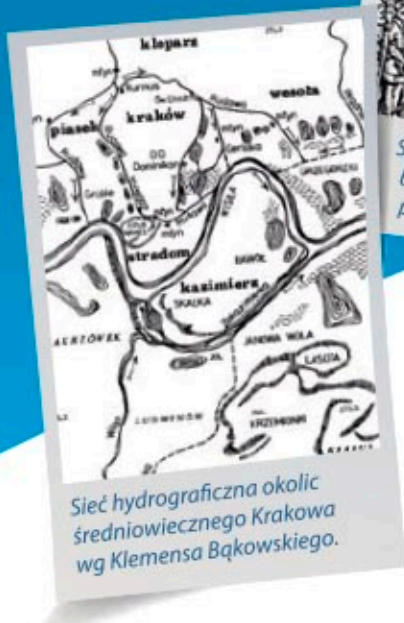
Kraków otrzymał prawa miejskie 5 czerwca 1257 roku. Dzięki dogodnej lokalizacji, na przecięciu szlaków handlowych, miasto szybko rozwijało się i zaludniało. Panujący w Krakowie w XIII wieku książę Leszek Czarny wydał przywilej budowy pierwszych akweduktów. Niestety liczne najazdy, wojny i zmiany administracyjne uniemożliwiały budowę sieci wodociągowej i kanalizacyjnej. Sytuacja sanitarna miasta była dramatyczna, a zmieniła się dopiero wraz z uruchomieniem w 1901 roku Wodociągu Bielańskiego - pierwszego, nowożytnego systemu zaopatrzenia Krakowa w wodę.

Wydarzenia z zamierzchłej przeszłości, jak i z tej całkiem nieodległej, przedstawiamy w rozpoczynającym się dziś cyklu „Kropla historii”.

**1286 r.**

### Sprowadzenie wody

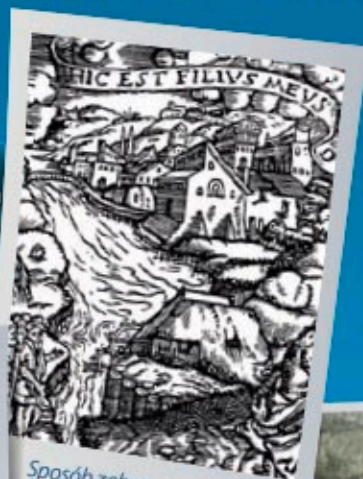
Książę Leszek Czarny potwierdza wcześniejszy przywilej sprowadzenia wody z Rudawy w Mydlnikach sztucznie przekopanymi kanałami do klasztoru oo. Dominikanów.



**ok. 1330 r.**

### Rudawa w fosach miejskich

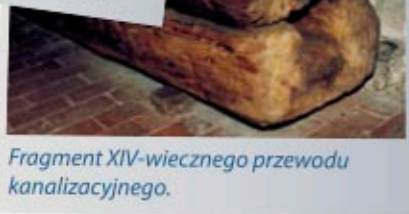
Wody Rudawy zostają wpuszczone do fos miejskich.



**1397 r.**

### Podziemny kanał ściekowy

Dokumenty miejskie wspominają o istnieniu podziemnego kanału ściekowego w rejonie ul. Wiślniej.



**1395 r.**

### Kanał wzdłuż ul. Szpitalnej

Rajca miejski Mikołaj Dąbrowa buduje kanał wzdłuż ul. Szpitalnej.

**1431 r.**

### Podatek za korzystanie z wodociągu

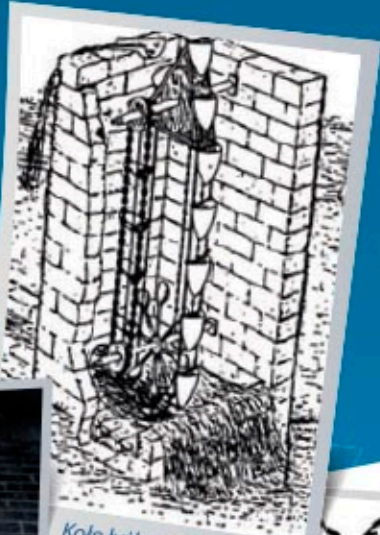
Uchwalono obowiązek odprowadzania osobnego podatku za korzystanie z wodociągu.



**1502 r.**

## Budowa wodociągu do Zamku Królewskiego

Budowa rurmusa (czyli zespołu urządzeń do zwiększania ciśnienia wody) i urządzeń dostarczających wodę do Zamku Królewskiego na Wawelu.



*Koło łyżkowe w kształcie gwiazdy – pierwotna forma koła wodnego do napędu podnośnika kubelkowego wg Filona (ok. 230 r. p.n.e.).*



*Rzqp drewniany. Alegoria końca suszy.*

**1521 r.**

## Nowy rurmus

W związku z pogłębiającym się brakiem wody w mieście król Zygmunt I nakazuje budowę nowego rurmusa.

**1821 - 1824 r.**

## Drugi kolektor kanalizacyjny

Wybudowano drugi kolektor kanalizacyjny, biegnący od wylotu ul. Siennej, za kościołami św. Piotra i Pawła oraz św. Marcina, do koryta Starej Wisły na tyłach ogrodu misjonarzy.



*Plan Krakowa z ok. 1898 r.*



*Ulica Floriańska (ok. 1880). Po obu stronach widoczne brukowane rynsztoki.*

**1818 - 1820 r.**

## Kolektor kanalizacyjny

Wybudowano kolektor kanalizacyjny, biegnący od Dolnych Młynów przez pl. Szczepański, ul. Poselską i obecny pl. Na Groblach do zakola Wisły pod Wawelem.



*Józef Dietl- prezydent Krakowa w latach 1866-1874. Inicjator i wielki orędownik budowy wodociągu miejskiego.*

**1866 r.**

## Inicjatywa Józefa Dietla

Prezydent Józef Dietl występuje z inicjatywą budowy nowoczesnego wodociągu dla Krakowa.

**CIĄG DALSZY**

w kolejnych numerach kwartalnika „Woda i My”





## Spalarnia krakowska



Tadeusz Żaba

Każde miasto boryka się z problemem zagospodarowania odpadów komunalnych. Do niedawna jedynym sposobem było ich składowanie na wysypiskach. O skali problemu może świadczyć fakt, iż w Krakowie rocznie powstaje 321 tysięcy ton odpadów, a według prognoz w roku 2020 będzie to ok. 340 tysięcy ton. Pewnym rozwiązaniem jest odzysk surowców nadających się do recyklingu. W Polsce selektywnej zbiórce ulega niespełna 7% odpadów, a w Krakowie jest to 14%. Przy obecnym poziomie składowania składowisko Barycz ulegnie zapelnieniu w roku 2016-2017.

jącej projekty miejskie. Przykładem może być Masdar, miasto powstające w Zjednoczonych Emiratach Arabskich. Ma być pierwszą metropolią, która będzie samowystarczalna pod względem energetycznym, produkując energię wyłącznie ze źródeł odnawialnych – promieni słonecznych, wiatru, wody oraz biomasy. Budowie przyświeca hasło "Zero carbon, zero waste", oznacza to, że miasto nie będzie emitować CO<sub>2</sub>, ani wyrzucać odpadów. Odpady nieorganiczne z miasta będą poddawane recyklingowi, natomiast organiczne staną się surowcem do produkcji paliw.

### **„Roczna wydajność nominalna wynosić będzie 220 000 Mg/rok odpadów komunalnych...”**

Na świecie czynione są różne próby rozwiązania problemów z odpadami. Między innymi powstają bardzo interesu-

Biorąc pod uwagę istniejący strumień odpadów, w Krakowie podjęto decyzję o budowie Zakładu Termicznego Przekształcania Odpadów (ZTPO), który powstaje w ramach projektu pn. „Program gospodarki odpadami komunalnymi w Krakowie”. Projekt ten znajduje się na liście projektów indywidualnych dla Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko (POIiŚ) 2007-2013.

W listopadzie 2015 roku zakończył się proces budowlany, a od grudnia rozpoczęły się czynności rozruchowe. Jest to dobry moment do przedstawienia tego bardzo nowoczesnego obiektu, który zlokalizowany jest na działce o powierzchni 5,7 ha zlokalizowanej przy ul. Jerzego Giedroycia 23.

Podstawowym przedmiotem działalności ZTPO będzie przyjmowanie i przetwarzanie odpadów komunalnych pochodzących z terenu miasta Krakowa. Odpady komunalne to odpady powstające w gospodarstwach domowych, z wyłączeniem pojazdów wycofanych z eksploatacji, a także odpady niezawierające odpadów niebezpiecznych pochodzące od innych wytwórców odpadów, które ze względu na swój charakter lub skład są podobne do odpadów powstających w gospodarstwach domowych.

Zakład został wpisany do Planu Gospodarki Odpadami Województwa Małopolskiego i w przyszłości będzie pełnił w tym





regionie funkcję regionalnej instalacji do przetwarzania odpadów komunalnych (RIPOK).

Instalacja ZTPO składa się z dwóch linii do termicznego przekształcania odpadów komunalnych. Kotły wyposażone są w paleniska z ruchomym rusztem wraz z pomocniczymi instalacjami, obiektami i niezbędną infrastrukturą. Wydajność instalacji wynosi 28,2 Mg/h (tj. 14,1 Mg/h dla każdej linii) przy nominalnej wartości opałowej odpadów 8,8 MJ/kg. Zakładana zmienność wartości opałowej odpadów 7-15 MJ/kg. Roczna wydajność nominalna wynosić będzie 220 000 Mg/rok odpadów komunalnych. Przyjęto, iż eksploatacja ZTPO będzie się odbywała 24 h/dobę przez 7 dni w tygodniu, a gwarantowana dyspozycyjność wyniesie 7900h/rok dla każdej linii technologicznej. Natomiast dyspozycyjność całego Zakładu wynosić powinna co najmniej 8100h/rok.

Do ZTPO dostarczane będą wyłącznie nie-segregowane (zmieszane) odpady komunalne (kod 20 03 01) oraz inne odpady (w tym zmieszane substancje i przedmioty) z mechanicznej obróbki odpadów inne niż wymienione w 19 12 11 (kod 19 12 12). Odpady o kodzie 19 12 12 stanowić będą odpady powstałe w wyniku obróbki mechanicznej (odzysku) zbieranych selektywnie frakcji odpadów komunalnych tj. odpadów materiałowych, wielkogabarytowych, poremontowych, opakowaniowych.

**Proces termicznego przekształcania odpadów prowadzony w ZTPO będzie realizowany w sześciu następujących węzłach:**

1. węzeł przyjęcia i przygotowania odpadów do procesu spalania - wspólny węzeł dla obydwu linii termicznego przekształcania odpadów;
2. węzeł spalania odpadów i odzysku energii, oparty na palenisku rusztowym zintegrowanym z kotłem - każda linia termicznego przekształcania odpadów posiada oddzielny węzeł spalania odpadów i odzysku energii;
3. węzeł przetworzenia i wyprowadzenia energii – wspólna dla obydwu linii termicznego przekształcania odpadów turbina wraz z wymiennikiem ciepłowniczym, układem kolektorowym odbioru pary oraz układem wyprowadzenia energii;



► Fot. 2. Węzeł przyjęcia odpadów

4. węzeł oczyszczania spalin wraz z monitoringiem emisji i odprowadzeniem oczyszczonych gazów wylotowych – każda linia termicznego przekształcania odpadów posiada oddzielny węzeł oczyszczania spalin;
5. węzeł waloryzacji żużla wraz z odzyskiem metali żelaznych i nieżelaznych - wspólny węzeł dla obydwu linii termicznego przekształcania odpadów;
6. węzeł stabilizowania i zestalania popiołów lotnych oraz stałych pozostałości z oczyszczania spalin - wspólny węzeł dla obydwu linii termicznego przekształcania odpadów.

Dostawa odpadów do spalarni jest zadaniem MPO. Odpady dostarczane są od poniedziałku do soboty w godzinach od 6 do 18. Średnio dobowo do spalarni dociera około 800 ton odpadów.

**System przyjęcia odpadów składa się z:**

- portierni – punkt przyjęcia i ewidencjonowania ilości i źródła dostarczonych odpadów
- dwóch stanowisk ważenia pojazdów, z automatycznymi wagami pomostowymi oraz elektronicznym systemem ewidencji pojazdów dostarczających odpady obejmujący systemy identyfikacji tablic rejestracyjnych oraz kart zbliżeniowych
- stanowisko detektorów odpadów radioaktywnych

**Opis systemu przyjęcia odpadów.**

Pojazdy przywożące odpady komunalne do ZTPO są ważone dwukrotnie (wjazd/

wyjazd) na stanowiskach do ważenia pojazdów. Przed najazdem na wagę zainstalowane jest urządzenie do detekcji materiałów radioaktywnych – czujniki scyntylicyjne zainstalowane przy wagach pomostowych. Wagi pomostowe są wyposażone w komputerowy system rejestracji. Wszystkie informacje dotyczące ważenia przekazywane są na bieżąco do centralnej dyspozytorni. Zakończenie operacji ważenia i zapisania danych upoważnia kierowcę do wjazdu na teren ZTPO.

Punkt przyjęcia wyposażony jest w system czytników kart chipowych pozwalający na wjazd i elektroniczny, bezobsługowy odczyt rodzaju i nazwy samochodu, pomiar masy wjeżdżających samochodów śmieciarek wraz z rejestracją i przechowaniem w centralnej dyspozytorni wszystkich informacji dotyczących pomiaru masy, ilości i rodzaju samochodów, ich numerów rejestracyjnych, kodu przywożonych odpadów etc. Zakład jest wyposażony w myjnię najazdową kół pojazdów.

**Opis systemu przygotowania odpadów.**

Bunkier na odpady posiada pojemność 3000 Mg lub 70 000 m<sup>3</sup>. Zapewnia to zapas odpadów na 5 dni przy uwzględnieniu eksploatacji dwóch linii ZTPO o wydajności znamionowej. Bunkier na odpady wykonany jest jako jednokomorowy szczelny zbiornik. W hali rozładunkowej znajduje się 6 stanowisk wyładunkowych. Każde stanowisko przy bunkrze jest odpowiednio zabezpieczone



► Fot. 3. Widok bunkra z kabiny operatora suwnicy.

(reling oporowy, sygnalizacja świetlna) i oznakowane, zapewniając bezpieczeństwo związane z wyładunkiem odpadów z samochodu do bunkra, które są zrzucone do bunkra z poziomu hali rozładunkowej. Hala rozładunkowa jest zamkniętym budynkiem, umożliwiającym odizolowanie prac rozładunkowych od środowiska zewnętrznego. Pełne zamknięcie redukuje możliwość przedostawania się na zewnątrz odorów i emitowanego przy rozładunku hałasu. Zamykanie i otwieranie hali sterowane z wykorzystaniem sygnalizacji świetlnej, umieszczonej na zewnątrz, przy bramy wjazdowej do hali rozładunkowej. W bunkrze zainstalowano system czerpania powietrza z obszaru bunkra i hali rozładunkowej, które wykorzystano jako powietrze pierwotne do procesu spalania. Pozwala to na redukcję rozprzestrzeniania się odorów. Wjazd/wyjazd do hali rozładunkowej odbywa się przez dwie bramy: wjazdową i wyjazdową.

Kierowca przed wjazdem do hali rozładunkowej otrzymuje informacje, które stanowisko wyładocze jest do niego przyporządkowane, co podaje tablica umieszczana przy sygnalizatorze świetlnym przed wjazdem do hali, a otwieranie i zamykanie bram wjazdowej/wyjazdowych do hali rozładunkowej jest włączone w automatyczny system sterowania. Bunkier wyposażony jest w system termograficznego monitoringu/skanowania złoża składowanych odpadów

z przekazywaniem obrazu termograficznego na monitory, zarówno do kabiny operatora suwnicy, jak i do centralnej sterowni (dyspozytorni). Posiada również instalację detekcji pożaru wraz z urządzeniami zabezpieczenia przeciwpożarowego, sterowanymi automatycznie, obejmującymi również kabinę operatora.

#### Węzeł spalania odpadów i odzysku energii obejmuje:

- system podawania odpadów na ruszt
- system rusztu chłodzonego powietrzem
- system doprowadzenia powietrza do spalania
- palniki rozruchowe i wspomagające
- system odżużlenia i odpopielenia
- system kotła odzysknicowego

System spalania odpadów zapewnia utrzymanie temperatury spalin powyżej 850 °C przy czasie przebywania spalin powyżej 2 sekund. Zapewnia to redukcję zanieczyszczeń w komorze spalania i regulację nadwyżki powietrza (zawartość O<sub>2</sub> w spalinach), dzięki zawracaniu powietrza wtórnego. Proces termicznego przekształcania odpadów prowadzony jest tak, aby stałe pozostałości z procesu spełniały warunki określone w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 marca 2002 r. w sprawie wymagań dotyczących prowadzenia procesu termicznego przekształcania odpadów (Dz. U. Nr 37, poz. 339 ze zm.), tj.: całkowity węgiel organiczny poniżej 3%



► Fot. 4. Wjazd na halę rozładunkową.

suchej masy lub straty prażenia poniżej 5 % suchej masy.

#### System podawania odpadów na ruszt.

Odpady komunalne magazynowane w bunkrze transportowane są przy pomocy chwytaka suwnicy do leja zasypowego. Poniżej leja zasypowego zabudowana jest zasuwa odcinająca z napędem hydraulicznym zapewniająca szczelne odcięcie leja zasypowego od szybu załadocznego, którym odpady dostarczane są na podajniki suwakowe. W dolnej części szybu załadocznego znajduje się hydrauliczny podajnik suwakowy. Dostarczone odpady na podajnik są równomiernie rozkładane na pierwszym odcinku rusztu za pomocą dozowników tłokowych. W celu zoptymalizowania procesu spalania wykonywane są pomiary ciśnienia nad rusztem i pomiary ciśnienia powietrza pierwotnego na doprowadzeniu pod rusztem, w rejonie strefy osuszania i zapłonu. Odchylenia od wartości nominalnych są korygowane zmianą prędkości pracy podajników suwakowych.

#### System rusztu chłodzonego powietrzem.

Odpady dostarczone są na ruszt za pomocą podajnika suwakowego. Na ruszcie następuje proces spalania odpadów, które prowadzone jest w trzech strefach na trzech odcinkach rusztu. Pierwszy i drugi odcinek stanowi ruszt przeciwbieżny posuwisto-zwrotny o nachyleniu 10°. Trzeci odcinek stanowi ruszt posuwisto-zwrotny w układzie poziomym. Ruszt chłodzony jest powietrzem pierwotnym. Powietrze pierwotne będzie podawane do warstwy odpadów w sposób kontrolowany poprzez dysze. Na pierwszym i drugim odcinku realizowane są procesy suszenia, odgazowania i spalania odpadów, natomiast na odcinku trzecim następuje całkowite dopalanie odpadów. W komorze spalania i w kanałach spalin będzie utrzymywane podciśnienie dla zapewnienia stabilnego spalania odpadów na ruszcie. Żużel z procesu spalania opada do odżużlacza z zamknięciem wodnym, który usytuowany jest na końcu rusztu poziomego. Żużel chłodzony jest wodą i transportowany do dalszego zagospodarowania w budynku gospodarki pozostałościami procesowymi.





► Fot. 5. Załadunek odpadów do leja zasypowego

### System doprowadzania powietrza do spalania.

Powietrze wymagane do spalania dostarczane jest za pomocą dwóch układów, w skład których wchodzi wentylatory powietrza pierwotnego i powietrza wtórnego oraz podgrzewacze powietrza. Do spalania odpadów dostarczane jest powietrze pierwotne z wentylacji hali rozładunkowej i z bunkra. Powietrze po podgrzaniu w podgrzewaczu powietrza pierwotnego przesyłane jest do warstwy odpadów w sposób kontrolowany za pomocą systemu dysz.

Powietrze wtórne zasysane będzie z górnej części hali kotłowej i doprowadzane do

strefy na przejściu z paleniska do komory dopalającej. W tej strefie wymagane jest utrzymywanie odpowiedniej temperatury – min. 850 °C oraz przetrzymanie spalin w tej temperaturze przez co najmniej 2 sekundy. Ilość powietrza regulowana jest za pomocą czujnika stężenia tlenu w komorze dopalającej. W celu prawidłowego wymieszania ze spalinami powietrze wtórne jest wprowadzane do komory spalania z dużą prędkością. Doprowadzenie powietrza będzie odbywać się poprzez dysze zlokalizowane na dwóch odrębnie regulowanych poziomach. Podgrzew powietrza wtórnego za pomocą podgrzewacza zasilanego parą upustową. Ilość dostarczanego powietrza z podziałem na powietrze pierwotne i wtórne zależy od bieżącego obciążenia kotła.

### Palniki rozruchowe i wspomagające.

W celu zapewnienia odpowiednich temperatur spalania i podczas rozruchu instalacji, każde palenisko wyposażone jest w dwa palniki pomocnicze o mocy 12 MWt każdy. Jako paliwo stosowany jest lekki olej opałowy o wartości opałowej 42 MJ/kg, który rozpylany będzie przy zastosowaniu sprężonego powietrza.

Palniki wykorzystywane są do rozruchu instalacji, zanim zostaną podane odpady do spalania oraz w czasie pracy w warunkach częściowego obciążenia lub podczas spalania odpadów o niskiej wartości opałowej, w celu zapewnienia wymaganej temperatury minimalnej wynoszącej 850 °C w strefie dopalania w minimalnym

wymaganym czasie przebywania spalin w strefie dopalania wynoszącym ponad 2 sekundy. Jeżeli temperatura spalin spadnie poniżej 850 °C palniki pomocnicze zostaną załączone w sposób automatyczny. Na jeden cykl uruchomienia kotła po postoju zużywane jest 12 000 l oleju opałowego.

### System kotła odzysknicowego.

Głównym urządzeniem w układzie odzysku energii cieplnej jest kocioł odzysknicowy z naturalnym obiegiem spalin. W kotle zachodzi wymiana ciepła: spaliny zostaną schłodzone do temperatury 180°C, a odzyskane ciepło wykorzystane jest do produkcji pary przegrzanej o ciśnieniu 40 bar i temperaturze 415 °C kierowanej do węzła wytwarzania i przesyłania energii elektrycznej i cieplnej. Woda zasilająca kocioł podgrzewana jest wstępnie w ekonomizerach a następnie kierowana do części konwekcyjnej kotła. Woda zasilająca poddawana jest uzdatnianiu poprzez dodawanie roztworu rozcieńczonego wodorotlenku sodu oraz wody amoniakalnej. Powierzchnie cieplne części konwekcyjnej kotła są automatycznie czyszczone przy zastosowaniu kolektorowego układu strzepującego.

### Spalarnia posiada wiele możliwych układów pracy systemu zagospodarowania ciepła dla różnych wariantów pracy kotłów:

- Odpady są spalane w jednym kole, a całość ciepła jest oddawana do atmosfery.
- Zakład pracuje jednym kotłem zasilając miejską sieć ciepłowniczą
- Zakład pracuje jednym kotłem zasilając turbinę
- Zakład pracuje dwoma kotłami zasilając tylko turbinę – moc elektryczna 16,4 MW
- Zakład pracuje dwoma kotłami zasilając turbinę i miejską sieć ciepłowniczą jednym upustem – moc elektryczna 12,7 MW
- Zakład pracuje dwoma kotłami zasilając turbinę i miejską sieć ciepłowniczą mocą 35 MW dwoma upustami – moc elektryczna 11,2 MW

► Fot. 6. Fragment systemu transportu żużla.



### Układ odzūżlania i odpopielania.

Żużel usuwany jest z rusztów przez szczeliny do odzūżlaczy z zamknięciem wodnym. Rozwiązanie to zapewnia uszczelnienie powietrzne między paleniskiem a atmosferą. Każdy odzūżlacz wyposażony w zbiornik umożliwiającą dostawę wody chłodzącej (recyrkulacyjnej), czujnik poziomu wody i przelew oraz zawór odwadniający.

Opary powstające podczas odzūżlania zawracane są do rynny zsypowej żużla przy zastosowaniu wentylatora powietrza pracującego w sposób ciągły.

Schłodzony żużel do temperatury poniżej 90 °C transportowany jest za pomocą przenośników na sita, gdzie wydzielana będzie frakcja o wymiarze nie większym niż 150, 200 lub 300 mm (w zależności od ustawień sita), a następnie transportowany za pomocą układu przenośników do węzła waloryzacji żużla zlokalizowanego w budynku gospodarki pozostałościami procesowymi. Nadziarno (elementy o wymiarze większym niż 150, 200 lub 300 mm), po oddzieleniu metali żelaznych za pomocą separatorów magnetycznych, zawracane będzie do bunkra na odpady.

### Węzeł oczyszczania spalin.

Oczyszczanie spalin składa się z czterech następujących etapów:

- ◆ redukcja tlenków azotu - metoda selektywnej niekatalitycznej redukcji tlenków azotu (SNCR) z wtryskiem mocznika,
- ◆ neutralizacja związków chloru, siarki i fluoru - półsucha metoda odsiarczania spalin (SDR) z wtryskiem mlecza wapiennego,
- ◆ usuwanie całkowitego węgla organicznego, dioksyn i furanów oraz par rtęci - poprzez wtrysk pylistego węgla aktywnego,
- ◆ filtrowanie cząstek stałych - z zastosowaniem filtrów workowych.

Podstawowe elementy węzła oczyszczania spalin:

- reaktor półsuchy (SDR) wraz systemem do dystrybucji spalin i wtrysku mlecza wapiennego,
- reaktor ze złożem pyłowym pomiędzy SDR i stacją filtrów workowych wraz z układem do wprowadzania węgla aktywnego i zawracanych popiołów lotnych ze stacji filtrów workowych,



► Fot. 7. Widok turbiny

- filtry stacji filtrów workowych,
  - wentylator wyciągowy z tłumikiem.
2. Systemy pomocnicze:
- silos magazynowy do wapna hydratyzowanego wraz z systemami transportowymi,
  - urządzenie do przygotowania mlecza wapiennego wraz z systemami transportowymi,
  - system do magazynowania i transportu węgla aktywnego,
  - system do przechowywania i transportu mocznika.

3. Systemy transportu pozostałości po procesie oczyszczania spalin:

- zawracanie pozostałości ze stacji filtrów workowych, reaktora półsuchego i reaktora ze złożem pyłowym,
- transport popiołów lotnych do silosu pozostałości.

4. Monitoring emisji spalin obejmuje pomiary ciągłe stężeń zanieczyszczeń spalin w zakresie: pył ogółem, NO<sub>x</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, siarkowodór (HCL), fluorowodór (HF), całkowita zawartość węgla organicznego (TOC).

Dokonywane są również ciągłe pomiary parametrów spalin w zakresie: Stężenia O<sub>2</sub>, Prędkości przepływu, Temperatury, Ciśnienia statycznego oraz Wilgotności bezwzględnej.

### Odpady z procesów spalania odpadów komunalnych i oczyszczania spalin w ZTPO.

W wyniku prowadzenia procesu termicz-

nego przekształcania odpadów w ZTPO powstają odpady wtórne:

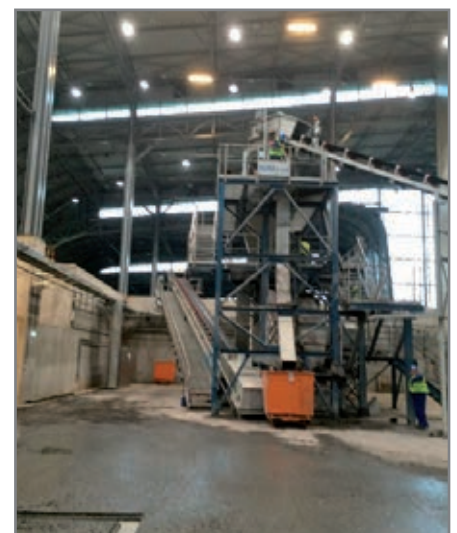
- ◆ żużel i popioły paleniskowe oraz pyły kotłowe i lotne
- ◆ stałe pozostałości z oczyszczania spalin
- ◆ ścieki przemysłowe

Odpady te poddawane są zagospodarowaniu, które realizowane jest w budynku gospodarki odpadami, w którym zlokalizowano węzeł waloryzacji żużla oraz węzeł stabilizowania i zestalania.

◆ Żużle i popioły paleniskowe zagospodarowane będą poprzez waloryzację i przygotowywane w ten sposób do ich wykorzystania np. w drogownictwie.

◆ Pyły kotłowe i popioły lotne oraz stałe pozostałości pochodzące z oczyszczania spalin będą stabilizowane oraz zestalone i wywiezione na składowiska.

► Fot. 8. Przenośnik transportu żużla





◆ Ścieki przemysłowe będą podczyszczane w zakładowej oczyszczalni i odprowadzone do miejskiej kanalizacji ogólnospławnej.

### Węzeł Waloryzacji Żużla i popiołów paleniskowych.

Węzeł jest zaprojektowany i zbudowany w taki sposób, że pozwala na przyjęcie do waloryzacji cały żużel powstały ze spalania odpadów z wydajnością nominalną, przy czym zakłada się pracę tego węzła w cyklu 12 godzin na dobę przez pięć w dni tygodniu.

instalacja waloryzacji żużla składa się z następujących elementów:

- dwóch przesiewaczy mechanicznych z sitami o rozmiarach oczek 8 mm, 16 mm, 31,5mm i 64 mm



► Fot. 9. Fragment systemu oczyszczania spalin



► Fot.10. Aparatura kontrolno-pomiarowa do monitoringu spalin

- kruszarek;
  - przenośników taśmowych;
  - urządzeń do odzysku metali żelaznych;
  - urządzeń do odzysku metali nieżelaznych;
  - instalacji zraszania z recyrkulacją wody;
- Instalacja umożliwi odzysk metali żelaznych i nieżelaznych z żużla.

### Węzeł Stabilizowania i Zestawienia.

Węzeł Stabilizowania i Zestawienia pyłów kotłowych i popiołów lotnych oraz stałych pozostałości z oczyszczania spalin jest zaprojektowany i zbudowany w taki sposób, że pozwala na stabilizowanie i zestawienie całości odpadów tego rodzaju powstałych ze spalania odpadów, przy zakładanym cyklu pracy tego węzła 8 godzin na dobę, przez pięć w dni tygodniu.

Podstawowym celem stabilizowania i zestawienia jest przekształcenie pozostałości procesowych posiadających właściwości niebezpieczne na odpady inne niż niebezpieczne, w procesie mieszania ich z odpowiednimi dodatkami i spoiwami hydraulicznymi.

Proces stabilizowania i zestawienia obejmuje dwa etapy, których celem jest zmniejszenie rozpuszczalności składników, głównie związków nieorganicznych i toksycznych metali ciężkich.

- w pierwszym etapie procesu, tzw. stabilizowania, następuje „reaktywne mieszanie”, w czasie którego poprzez zastosowanie różnych ciekłych dodatków chemicznych, zachodzi konwersja chemiczna rozpuszczalnych składników nieorganicznych na produkty nierozpuszczalne. Celem tego etapu jest uzyskanie wewnętrznej bariery mającej zapobiec wypłukiwaniu się rozpuszczalnych związków metali ciężkich.
- w drugim etapie procesu, tzw. zestawienia, utworzona zostaje dodatkowa zewnętrzna bariera poprzez zastosowanie cementu.

Ustabilizowane i zestawione pozostałości procesowe są przed wywozem tymczasowo magazynowane w magazynie w pomieszczeniu węzła stabilizowania i zestawienia przez minimum 28 dni. Załadunek do transportu odbywa się wewnątrz szczelnej hali technologicznej, w której zainstalowano filtr workowy, co eliminuje problem nadmiernej emisji pyłów do atmosfery. Zapewniono także

możliwość wywożenia pozostałości procesowych i popiołów lotnych z pominięciem procesu stabilizowania i zestawienia poprzez hermetyczny system załadunku autocystern bezpośrednio z silosów magazynowych.

### Podsumowanie:

Praca ZTPO pozwala na około 75% redukcję strumienia odpadów przy zachowaniu najwyższych standardów w zakresie ochrony środowiska. W czasie spalania powstaje para, która zasila turbinę produkując energię elektryczną oraz ciepło. Ciepło jest dostarczane do miejskiego systemu ciepłowniczego. Energia jest sprzedawana do systemu energetycznego operatora.

Od momentu rozruchu spalono około 32 000 ton odpadów, otrzymując 49 196 GJ energii cieplnej (tj. 13 665 MWh). Średnio dobowo produkujemy około 700 MWh energii cieplnej Wyprodukowano również około 5 700 MWh energii elektrycznej. Maksymalna moc elektryczna oddawana do sieci operatora wynosiła 16,9 MW. W czasie rozruchu do chwili obecnej powstało 7 500 ton żużla oraz 1 300 ton popiołów. Przy pracy dwóch kotłów średnio za dobę spalane jest około 700 ton odpadów. Maksymalna dostawa odpadów do spalarni wyniosła 1 200 ton.

Średnio ZTPO wytwarza obecnie 30 - 35 MW ciepła i około 12 - 13 MW energii elektrycznej. Przy czym energia elektryczna uzyskana ze spalania odpadów jest uznawana w 42% za energię odnawialną tzw. „zieloną energię”, czyli wytworzoną w tzw. odnawialnych źródłach energii.

Spalarnia pozwoli na odzysk energii w kogeneracji tzn. z wytworzeniem energii elektrycznej i cieplnej - oczekiwane szacunkowe wartości produkcji energii to około: 65 tys. MWhe/rok i 280 tys. MWht/rok, Jest to ilość odpowiadająca rocznemu zużyciu energii przez krakowskie tramwaje lub oświetlenie miasta. Ilość ta jest również zbliżona do zapotrzebowania na energię Wodociągów Krakowskich.

Ilość wyprodukowanej w ZTPO energii cieplnej to około 10% rocznego zużycia Miasta Krakowa. ■

# Światowy Dzień Wody 2016 w Wodociągach Krakowskich



Monika Kupicka

22 marca, jak co roku, w Wodociągach Krakowskich obchodzone Światowy Dzień Wody. Tegoroczne hasło towarzyszące obchodom zwraca naszą uwagę na związek między jakością wody, a godnymi warunkami zatrudnienia.

Prawie 1,5 miliarda ludzi na świecie pracuje w zawodach związanych z pozyskiwaniem i dostarczaniem wody. Cały ich wysiłek skupiony jest na pracy, której najważniejszym celem jest zapewnienie bezpieczeństwa dostaw wody, która jest niezbędna do życia i rozwoju ludzkości. Wiele spośród tych osób pozbawione jest praw pracowniczych, a co za tym idzie, nie mają ochrony socjalnej ani prawnej. Tematyka tegorocznego Światowego Dnia Wody koncentruje się wokół zagadnień związanych z kwestiami ilości i jakości dostarczanej wody, co w efekcie może mieć ogromny wpływ na jakość życia, pracy oraz rozwój gospodarczy. Zatem hasło „Woda i praca” staje się niezwykle aktualne.

## Światowy Dzień Wody w Krakowie

Dla Wodociągów Krakowskich 22 marca 2016 r. stał się doskonałą okazją do zaproszenia najmłodszych Krakowian do wspólnej zabawy i zapoznania się ze specyfiką pracy w przedsiębiorstwie. Dzieci, które gościliśmy w ZUW Bielany dowiedziały się, czym zajmują się pracownicy Wodociągów Krakowskich, obejrzały samochód specjalistyczny Zakładu Sieci Kanałowej oraz wzięły udział w warsztatach „Akademii Kropelki” i interaktywnym przedstawieniu „Wędrówki Kropelki” – programach edukacyjnych, które w przystępny sposób przybliżają zagadnienia związane z wodą oraz umożliwiają zdobycie wiedzy w zakresie ochrony środowiska, a w szczególności naturalnych zasobów wodnych. W programie wydarzenia znalazły się również eksperymenty przeprowadzone przez pracowników Centralnego Laboratorium. Najwięcej emocji wśród naszych małych gości wywołało palenie nitrocelulozy czyli magnetycznej waty, a wdychanie helu wywoływało salwy śmiechu. Na zakończenie spotkania, uczestnicy zostali „wyposażeni” w drobne gadżety, specjalnie przygotowane na Światowy Dzień Wody 2016 ulotki, a także informację, że w Krakowie prosto z kranów płynie dobra woda.

W ramach obchodów Światowego Dnia Wody 2016 Wodociągi Krakowskie zostały również Partnerem Głównym Pierwszego Festiwalu Edu Inspiracji - wydarzenia, które odbędzie się w dniu 2 kwietnia na terenie ZUW Bielany, a jego uczestnicy wezmą udział w wykładach tematycznych, zapoznają się z ofertą edukacyjną Wodociągów Krakowskich - dobrymi praktykami w zakresie edukacji ekologicznej oraz działaniami z obszaru społecznej odpowiedzialności biznesu podejmowanymi przez Spółkę. Wydarzeniu będą towarzyszyć warsztaty poświęcone tematyce związanej z wodą, a ich uczestnicy poznają skuteczne techniki pracy z dziećmi i młodzieżą, a także zabawy wykorzystujące motyw wody w kulturze, plastyce oraz muzyce.

**WODOCIĄGI KRAKOWSKIE**  
NOWOCZESNOŚĆ,  
DOŚWIADCZENIE

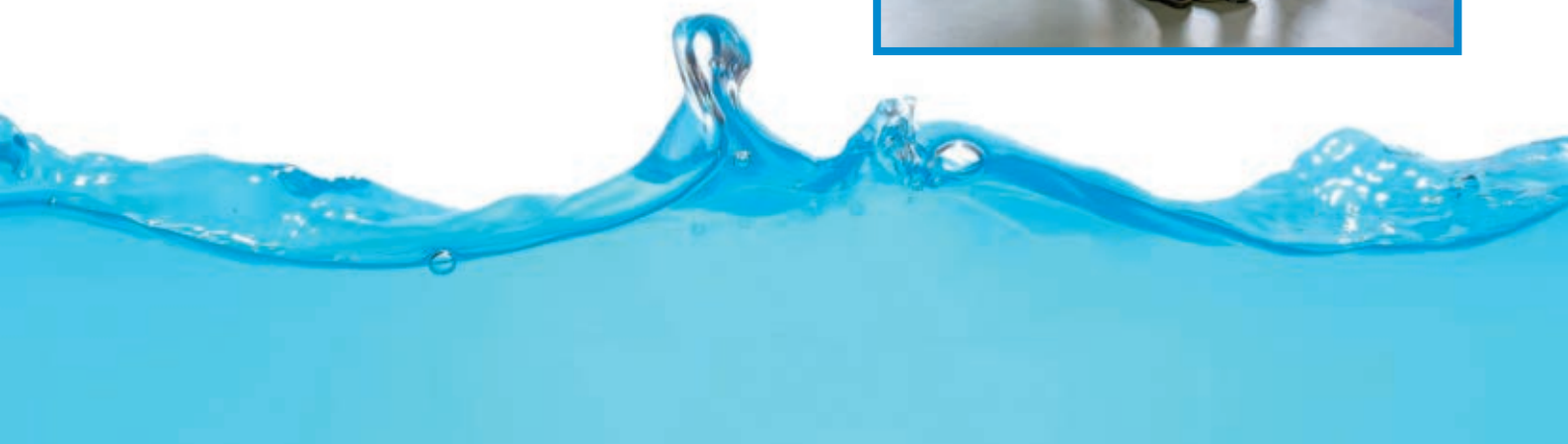
Wodociągi Krakowskie od 1901 roku dostarczają wodę mieszkańcom Krakowa. To firma łącząca w sobie ponad stuletnią tradycję z nowoczesną infrastrukturą, najbardziej zaawansowanymi technologicznie urządzeniami do uzdatniania wody, certyfikowanym systemem bezpieczeństwa. Wodociągi Krakowskie to także zaangażowany w swoją pracę zespół ludzi, którzy każdego dnia dbają o to, aby dostarczać produkt spełniający wszystkie normy polskie i unijne: wodę zdatną do picia prosto z kranu.

**UN WATER**  
**ŚWIATOWY DZIEŃ WODY**  
22 MARCA 2016 - WODA I PRACA

Światowy Dzień Wody odbywa się co roku w dniu 22 marca w celu uświadomienia, jak wielką rolę odgrywa woda i jak wielkie zagrożenie niesie ze sobą spadek jej zasobów.



ŚWIATOWY DZIEŃ WODY





# e-BOK Wodociągów Krakowskich

## – nowa jakość w obsłudze Odbiorców Usług.



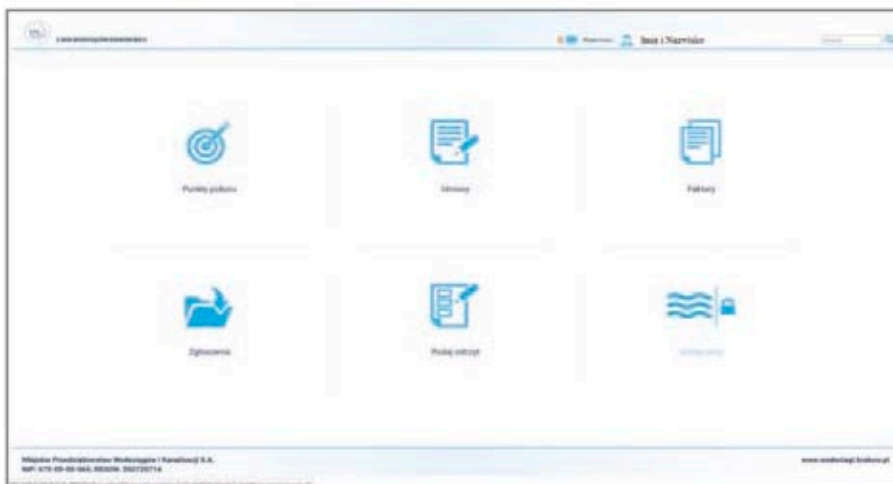
Tomasz Cichoń

W dniu jubileuszu 115-lecia Wodociągów Krakowskich obok nowej strony internetowej został uruchomiony e-BOK czyli elektroniczne Biuro Obsługi Klienta. Podkreślamy w ten sposób, że obok długoletniego doświadczenia Wodociągi Krakowskie stawiają na nowoczesność i otwierają nowe kanały komunikacji z Odbiorcami Usług.

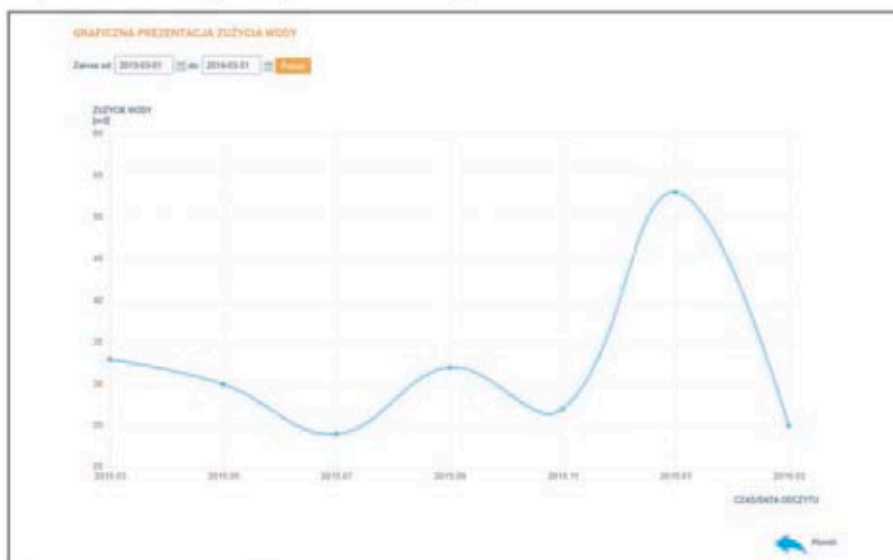
E-BOK to indywidualne konto klienta w systemie informatycznym Wodociągów Krakowskich, które umożliwia kontakt z Przedsiębiorstwem przez 7 dni w tygodniu i 24 godziny na dobę.

Wejście na stronę e-BOK realizuje się poprzez odnośnik umieszczony na stronie głównej Wodociągów Krakowskich. e-BOK zapewnia wiele korzyści w jednym miejscu i jest całkowicie darmowy. Interfejs graficzny elektronicznego Biura Obsługi Klienta jest bardzo intuicyjny i nie wymaga dodatkowych instrukcji aby móc się sprawnie poruszać po dostępnych tam funkcjonalnościach. Widok ekranu głównego e-BOK jest przedstawiony na rys. 1.

**„E-BOK to indywidualne konto klienta ..., które umożliwia kontakt z Przedsiębiorstwem przez 7 dni w tygodniu i 24 godziny na dobę”**



► Rys 1. Widok ekranu głównego e-BOKu Wodociągów Krakowskich.



► Rys 2. Graficzna prezentacja zużycia wody w e-BOK.

Posiadanie konta e-BOK zapewnia możliwość stałego wglądu do historii zużycia wody, faktur, płatności i salda rozliczeń z MPWiK S.A. Ekran z graficzną prezentacją zużycia wody przedstawiono na rys. 2.

Dodatkowo aktywowanie konta e-BOK umożliwia klientom:

- ▶ Wgląd do danych związanych z umowami, fakturami i odczytami wodomierzy.
- ▶ Ciągłe kontrolowanie salda klienta.
- ▶ Kontrolę należności za dostawę wody i odprowadzanie ścieków oraz terminów płatności.
- ▶ Możliwość podglądu dokumentów faktur.
- ▶ Dostęp do usługi e-faktura, która polega m. in. na informowaniu Odbiorcy mailem o wystawieniu każdej faktury.
- ▶ Możliwość realizacji płatności za fakturę bezpośrednio ze swojego konta e-BOK w systemie płatności elektronicznych (za pomocą usługi PayU).
- ▶ Zgłaszanie wskazań wodomierzy w ramach swojego konta
- ▶ Zgłaszanie spraw, wniosków np. zmiany danych, przedłużenie umowy bez wychodzenia z domu.
- ▶ Oszczędność czasu.

Zapraszamy wszystkich Odbiorców Usług Wodociągów Krakowskich do zarejestrowania swojego konta w e-BOK oraz złożenia wniosku o uruchomienie usługi e-faktury. ■



## ZNAMY SIĘ TYLKO Z WIDZENIA?



Szanowni czytelnicy, poczynawszy od dnia dzisiejszego przyglądajcie się uważnie swym współpracownikom, gdzieś wśród Was ukrywa się osoba, której szukamy.

Jeśli znacie personalia osoby poszukiwanej, to nie zwlekajcie z podaniem odpowiedzi.

Odpowiedzi należy kierować do Redakcji:

tel. 12 43-33-433, fax 12 62-02-140

email: Romuald.Siuta@mpwik.krakow.pl

lub osobiście: ul. Filtrowa 1

Odpowiedzi przyjmowane będą do dnia 15 kwietnia 2016 r.

Wśród wszystkich uczestników zabawy, którzy rozpoznają poszukiwaną osobę, rozlosujemy nagrody.

Rozwiązanie w numerze następnym.

### ROZWIĄZANIE KONKURSU



Osobą, którą poszukiwaliśmy w numerze 75 naszego czasopisma była **Pan Tadeusz Bochnia** pracujący aktualnie na stanowisku Zastępcy Dyrektora Technicznego. Dla autentyczności zamieszczamy obok aktualne zdjęcie.

Wśród wszystkich osób, które prawidłowo odpowiedziały na poprzednią zagadkę, Komisja pod przewodnictwem Prezesa MPWiK SA Ryszarda Langerza rozlosowała następujące nagrody:

**NAGRODĘ GŁÓWNA** (zegarek)

otrzymuje Pani Magdalena Frankiewicz,

**NAGRODY DODATKOWE** (zestaw upominków) otrzymują:

Pani Halina Feluś i Pani Małgorzata Kuraś.

Gratulujemy szczęśliwcom!

# KOMUNIKAT MPWiK SA w KRAKOWIE

W sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi, dostarczanej do sieci miejskiej Krakowa (wartości średnie za okres od 15 grudnia 2015 do 29 lutego 2016 r.).

WSKAŹNIK JAKOŚCI WODY	Jednostka	ZAKŁAD UZDATNIANIA WODY				NDS		
		RABA	RUDAWA	DŁUBNIA	BIELANY	PL <sup>1</sup>	UE <sup>2</sup>	WHO <sup>3</sup>
Barwa (A)	mg/dm <sup>3</sup>	1	5	4	4	BNZ <sup>4)</sup>	BNZ <sup>4)</sup>	15
Mętność (A)	NTU	0,10	0,11	0,15	0,09	1	akcept	5
Odczyn (pH) (A)	-	8,0	7,6	7,7	7,5	6,5 - 9,5	6,5 - 9,5	-
Przewodność elektryczna właściwa w 25°C	µS/cm	353	665	683	899	2500	2500	-
Utlenialność z KMnO <sub>4</sub> (A)	mg/dm <sup>3</sup>	0,8	1,0	<0,7	1,4	5	5	-
Chlorki (A)	mg/dm <sup>3</sup>	16,9	36,3	32,2	96,3	250	250	250
Amonowy jon (A)	mg/dm <sup>3</sup>	0,019	0,024	0,045	0,017	0,5	0,5	1,5
Azotyny (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,5	0,5	3
Azotany (A)	mg/dm <sup>3</sup>	4,1	15,4	20,5	13,8	50	50	50
Siarczany (A)	mg/dm <sup>3</sup>	26	58	107	100	250	250	250
Twardość ogólna (A)	mg/dm <sup>3</sup>	144	317	289	329	60-500	-	-
Wapń (A)	mg/dm <sup>3</sup>	47	110	149	122	-	-	-
Magnez (A)	mg/dm <sup>3</sup>	6,9	11,3	15,3	11,7	125	-	-
Żelazo ogólne (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	0,2	0,2	0,3
Mangan (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	0,05	0,5
Miedź (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	2	2	2
Chrom (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	0,05	0,05	0,05
Nikiel (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,0025	<0,0025	<0,0025	<0,0025	0,020	0,020	0,020
Kadm (A)	mg/dm <sup>3</sup>	<0,00045	<0,00045	<0,00045	<0,00045	0,005	0,005	0,003
SUMA 4 THM <sup>5)</sup> (A)	µg/dm <sup>3</sup>	0,7	0,5	1,1	11,8	100	100	-
Chloroform (A)	µg/dm <sup>3</sup>	<0,3	<0,3	<0,3	<0,3	30	-	200
SUMA 4 WWA <sup>5)</sup> (A)	µg/dm <sup>3</sup>	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,1	0,1	-
Benzo(a)piren (A)	µg/dm <sup>3</sup>	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	0,01	0,01	-
<i>Escherichia coli</i> (A)	jkt <sup>6)</sup> /100ml	0	0	0	0	0	0	0
Bakterie grupy coli (A)	jkt <sup>6)</sup> /100ml	0	0	0	0	0	0	0
Paciorkowce kałowe (A)	jkt <sup>6)</sup> /100ml	0	0	0	0	0	0	-
<i>Clostridium perfringens</i> (ze sporami) (A)	jkt <sup>6)</sup> /100ml	0	0	0	0	0	0	-
Ogólna liczba mikroorganizmów na agarze odżywczym w temp. 22°C	jkt <sup>6)</sup> /100ml	3	1	1	2	BNZ <sup>4)</sup>	BNZ <sup>4)</sup>	-
Chlor wolny w sieci wodociągowej	mg/dm <sup>3</sup>	<0,5				0,3	-	-

## OBJAŚNIENIA DO TABELI:

(A) – Badania oznaczone przez **A** są akredytowane przez **Polskie Centrum Akredytacji** (zakres akredytacji PCA nr AB 776)

- 1) NDS PL – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie wg Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. (Dz. U. Nr 61, Poz. 417) w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (z późniejszymi zmianami z 20 kwietnia 2010 r., Dz. U. Nr 72, Poz. 466).
- 2) NDS UE – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie wg Dyrektywy Unii Europejskiej nr 98/83/EEC z dnia 3.XI.1998 r., o jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi.
- 3) NDS WHO – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie wg Zaleceń Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) dot. jakości wody przeznaczonej do

spożycia (Guidelines for drinking-water quality, Vol.1, Recommendations – 3rd ed. 2008 r.)

- 4) BNZ - bez nieprawidłowych zmian
- 5) SUMA 4 THM – suma stężenia 4 trójhalemetanów: chloroformu, bromoformu, bromodichlorometanu i chlorodibromometanu, SUMA 4 WWA – suma stężenia 4 wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych: benzo(b)fluorantenu, benzo(k)fluorantenu, benzo(g,h,i)peryleny oraz indeno(1,2,3-c,d)pireny.
- 6) jtk – jednostki tworzące kolonie.



**Ocena MPWiK SA  
w sprawie jakości wody**

Za system kontroli jakości wody odpowiedzialne jest Centralne Laboratorium. Centralne Laboratorium kontroluje właściwości fizykochemiczne oraz parametry chemiczne i mikrobiologiczne wody zgodnie z wymaganiami obowiązującego Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. (Dz. U. Nr 61, Poz. 417) w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (z późniejszymi zmianami z 20 kwietnia 2010 r., Dz. U. Nr 72, Poz. 466). Miesięcznie Centralne Laboratorium bada około 5000 parametrów jakości wody w próbkach wody pobranych z punktów pomiarowych i zakresie badań określonym w rocznym planie pracy. Jakość wody jest również kontrolowana codziennie przez służby laboratoryjne działające w Zakładach Uzdatniania Wody Bielany, Dłubnia, Raba i Rudawa.

Centralne Laboratorium posiada Certyfikat Akredytacji nr AB 776 Polskiego Centrum Akredytacji, dostępny na [www.pca.gov.pl](http://www.pca.gov.pl). Certyfikat jest formalnym potwierdzeniem kompetencji Laboratorium do wykonywania badań zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025. Jednostka Certyfikująca, Polskie Centrum Akredytacji potwierdza skuteczność wdrożonego systemu jakości i kompetencje techniczne personelu podczas przeprowadzanych corocznie auditów w nadzorze. Centralne Laboratorium MPWiK S.A. posiada również wymagane przez Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 29 marca 2007 roku z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 61, Poz. 417) zatwierdzenie Małopolskiego Państwowego Wojewódzkiego Inspektora Sanitarnego na prowadzone badania.

Oceniając jakość wody w krakowskich kranach za drugi kwartał 2015 roku można stwierdzić, że spełnia wymagania obowiązującego Rozporządzenia Ministra Zdrowia z 29 marca 2007 r. (Dz. U. Nr 61, Poz. 417) w sprawie jakości wody przeznaczonej do spożycia przez ludzi (z późniejszymi zmianami z 20 kwietnia 2010 r., Dz. U. Nr 72, Poz. 466), a tym samym **jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego**.

**Co to znaczy, że woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego**

Woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego, jeżeli jest wolna od mikroorganizmów chorobotwórczych i pasożytów w liczbie stanowiącej potencjalne zagrożenie dla zdrowia ludzkiego, substancji chemicznych w ilościach zagrażających zdrowiu oraz nie ma agresywnych właściwości korozyjnych i spełnia wymagania mikrobiologiczne, organoleptyczne, fizykochemiczne i radiologiczne, określone w załącznikach do ww. rozporządzenia. Ponieważ woda dostarczana mieszkańcom Krakowa spełnia (z dużym zapasem) polskie i europejskie wysokie wymagania jakościowe to możemy uznać, że woda jest bezpieczna dla zdrowia ludzkiego więc jest „czysta i zdrowa” - określenia takie przyjęto w Dyrektywie nr 98/83/EEC dla wody spełniającej jej wymagania. Przeprowadzona na szeroką skalę inspekcja Naczelnej Izby Kontroli we wszystkich zakładach wodociągowych w Polsce wykazała, że MPWiK S.A. w Krakowie jest jednym z 5 przedsiębiorstw dostarczających najlepszą jakościowo wodę. Pomimo tego, że krakowska woda posiada wysoką udokumentowaną jakość i jest "czysta i zdrowa" to jednak zdarzają się skargi części konsumentów na jej smak i zapach. Skargi tego typu są główną pozycją wszystkich skarg kierowanych pod adresem większości firm wodociągowych na całym świecie.

W powszechnym przekonaniu, jeśli smak czy zapach wody budzą zastrzeżenia konsumenci uważają, że nie jest ona bezpieczna. Nie jest to jednak prawdą. Wrażenie smaku i zapachu odbierają różne receptory (w ustach, gardle i jamie nosowej) jednakże, gdy jemy i pijemy wrażenia smaku i zapachu odbierane są łącznie. Związki lotne wędrują z ust do strefy czułej nosa, wywołując wrażenie zapachu. Zarazem receptory umiejscowione w ustach też odbierają wrażenia będące kombinacją zapachu i smaku. Zawarte w wodzie jony nieorganiczne woni nie wydają (z wyjątkiem jonów amonowych i siarczków w pewnych warunkach), wpływają natomiast na smak wody. Aby woda smakowała obojętnie powodując pozytywne wrażenie, zawartość jonów nieorganicznych powinna odpowiadać zawartości tych substancji w slinie pijącego, do czego nasze receptory smaku są przyzwyczajone. Znaczne różnice w zawartości tych jonów w spożywanej wodzie oraz w slinie powodują, że pijąc taką wodę odczuwamy dyskomfort smakowy, co nie ma żadnego związku z jakością wody. Przyzwyczajenie jest drugą naturą człowieka, więc często poprawa jakości wody poprzez zmniejszenie zawartości różnych związków chemicznych odbierana jest przez odbiorców jako pogorszenie smaku, który odbiega od dotychczasowych nawyków. Spośród jonów metali, które mogą być obecne w wodzie pitnej, niektóre powodują pogorszenie smaku. Jednym z nich jest żelazo, którego maksymalne dopuszczalne stężenie wynosi 0,2 mg/litr, a już przy zawartości 0,05 mg/litr następuje pogorszenie smaku. Również niektóre związki organiczne, występując w wodzie w ultra niskich stężeniach, niemających negatywnego oddziaływania na zdrowie, mogą powodować wrażenie gorszego smaku i zapachu wody. Dla przykładu związek organiczny 2,3,6-trójkloroanizol jest wyczuwalny zapachowo przy stężeniu 0,1 ng/litr (0,000000001 g w 1 litrze). Takiej granicy wykrywalności nie posiadają nawet najnowsze urządzenia pomiarowe, a niskie stężenia powodujące już pogorszenie zapachu wody są zupełnie nieszkodliwe dla zdrowia. Podobne przykłady można mnożyć.

Często skargi odbiorców wody związane są z wyczuwaniem zapachu chloru. Jednakże zapach ten może być łatwo usunięty z wody przez gotowanie, a jego obecność gwarantuje pełne bezpieczeństwo bakteriologiczne i świadczy o tym, że czas przepływu wody w przewodach wodociągowych od zakładu uzdatniania do klienta (czas zatrzymania wody) nie jest zbyt długi, co eliminuje zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody. Sam chlor lub dwutlenek chloru w dawkach stosowanych do dezynfekcji nie jest szkodliwy dla zdrowia.

Często skargi odbiorców wody związane są z wyczuwaniem zapachu chloru. Jednakże zapach ten może być łatwo usunięty z wody przez gotowanie, a jego obecność gwarantuje pełne bezpieczeństwo bakteriologiczne i świadczy o tym, że czas przepływu wody w przewodach wodociągowych od zakładu uzdatniania do klienta (czas zatrzymania wody) nie jest zbyt długi, co eliminuje zjawisko wtórnego zanieczyszczenia wody. Sam chlor lub dwutlenek chloru w dawkach stosowanych do dezynfekcji nie jest szkodliwy dla zdrowia.

**WARTOŚCI ŚREDNIE ZA OKRES OD 15 GRUDNIA 2015 r. DO 29 LUTEGO 2016 r.**

Jednostka	Obszar zasilania			
	ZUW RABA	ZUW RUDAWA	ZUW DŁUBNIA	ZUW BIELANY
mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	138	317	289	329
mmol/dm <sup>3</sup>	1,4	3,2	2,9	3,3
mval/dm <sup>3</sup>	2,9	6,3	5,8	6,6
stopnie niemieckie [°N]*	8,0	17,8	16,2	18,4
stopnie angielskie [°N]**	10,1	22,3	20,4	23,2
stopnie francuskie [°N]***	14,4	31,7	28,9	32,9

\* inne oznaczenia to [dGH] lub [dKH] lub [°dH]    \*\* inne oznaczenia to [gb] lub [° Clarka]    \*\*\* inne oznaczenia to [TH]

**SKALA OPISOWA TWARDOŚCI WODY**

WODA	TWARDOŚĆ OGÓLNA			
	mg CaCO <sub>3</sub> /dm <sup>3</sup>	mmol/dm <sup>3</sup>	mval/dm <sup>3</sup>	stopnie niemieckie
Bardzo miękka	0 - 85	0 - 0,89	0 - 1,78	0 - 5
Miękka	85 - 170	0,89 - 1,78	1,78 - 3,57	5 - 10
Średnio twarda	170 - 340	1,78 - 3,57	3,57 - 7,13	10 - 20
Twarda	340 - 510	3,57 - 5,35	7,13 - 10,7	20 - 30
Bardzo twarda	> 510	> 5,35	> 10,7	> 30

Więcej o twardości wody w artykule dr Tadeusz Bochni „Czy twarda woda zdrowia doda?” zamieszczonym w czasopiśmie MPWiK S.A. Woda i my: wrzesień 2008. Ścieżka dostępu: [www.wodociagi.krakow.pl/aktualnosci/kwartalnik-woda-i-my.html,2,4#book/7](http://www.wodociagi.krakow.pl/aktualnosci/kwartalnik-woda-i-my.html,2,4#book/7)



# Wodociągi Krakowskie

1901-2016



*KROPLA historii*

