

150 lat Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania

Kraków czystych ulic

O tym, jak często powinny być zamiatane i zmywane ciągi komunikacyjne w celu utrzymania dobrego stanu środowiska, doskonale wiedzą w krakowskim Miejskim Przedsiębiorstwie Oczyszczania. Firma, która w tym roku obchodzi swój jubileusz, dba o czystość miasta, oszczędzając wodę i pieniądze.

W 1866 r. w Krakowie wybrany został pierwszy prezydent, Józef Dietl, który postanowił uczynić Kraków „Miastem zdrowym, czystym i ozdobnym”. 1 sierpnia tegoż roku powstał magistrat, a w ramach jego struktur wyłoniono m.in. komórkę zajmującą się sprawami czystości miasta (Zakład Czyszczenia Miasta), stanowiącą początek funkcjonowania Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania. W 1906 r. zapisana została Reforma Czyszczenia Miasta¹⁻³, w której określone zostały obowiązki właścicieli nieruchomości (realności), obowiązki gminy oraz obowiązki Zakładu Czyszczenia Miasta. W dokumencie tym zapisano, że „Do właścicieli realności należeć będzie: 1. czyszczenie i zamiatanie chodników i ścieków z kurzu, śmieci, błota, śniegu i lodu, zgarnywanie śniegu z podworców domowych i wywóz tegoż. 2. Zamiatanie z kurzu i śmieci połowy ulicy, toru jezdni, czyszczenie. W Rynku Głównym, będą właściciele domów czyścić tylko chodniki i ścieki; chodniki winni jednak zamiatać dwa razy dziennie w godzinach przez Magistrat oznaczyć się mających. 3. Przy innych placach publicznych będą właściciele zamiatać z kurzu i śmieci połowę przylegającego do chodnika toru jezdni. Czyszczenie strony zabudowanej w ulicach jednostronnie zabudowanych. 4. Kropienie chodników i to także w miesiącach późnej jesieni, tudzież zimy, jeżeli panuje posucha i kurz i jeśli stan powietrza na to pozwoli. 5. Czyszczenie i kropienie odbywać się będzie w czasie przez Magistrat oznaczyć się mającym. Do obowiązków Gminy należeć będzie: 1. Zamiatanie z kurzu i śmieci placów publicznych, dróg i ulic niezabudowanych, czyszczenie ulic i placów z błota, śniegu i lodu, kropienie ulic

i placów, splukiwanie ścieków, śluz i zamknięć kanałowych, ulicznych, wreszcie czyszczenie stanowisk dorożkarskich na placach i ulicach publicznych. 2. Wywóz zmiotków ulicznych, błota, śniegu i lodu. 3. Wywóz popiołu i śmieci domowych w sposób później ustalić się mający”.

Od początku tworzenia norm nacisk kładziono na regulowanie ilości odpadów. Nie inaczej jest współcześnie. Obecnie bowiem utworzona w przepisach prawa struktura postępowania z odpadami ma na celu jak największą redukcję masy odpadów, przy jednoczesnym zmniejszeniu ich negatywnego wpływu na środowisko.

Najważniejsze regulacje prawne

Podstawowym aktem prawnym w tym zakresie jest Ustawa z 13 września 1996 r. o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (t.j. DzU z 2016 r. poz. 250)⁴, znowelizowana Ustawą z 1 lipca 2011 r. o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (DzU nr 152, poz. 897, z późn. zm.). Nowelizacja wprowadziła nowe ramy administracyjne w zakresie gospodarki odpadami oraz uporządkowała sprawy utrzymania czystości gmin. Przepisy prawa jasno określają współodpowiedzialność w tym zakresie właścicieli nieruchomości, gminy i zarządu dróg. Współpraca tych podmiotów, zwłaszcza w dużych miastach, ale też na terenach mniej zurbanizowanych, pozwoli na optymalizację i intensyfikację działań, które poprawią stan środowiska naturalnego oraz jakość życia i zdrowia mieszkańców, a ponadto mogą wpływać na atrakcyjność miasta i jego rozwój.

Artykuł 5 tego aktu prawnego określa m.in. obowiązki właścicieli nieruchomości w zakresie utrzymania czystości

i porządku. Chodzi tu o takie działania jak sprzątanie błota, śniegu, lodu i innych zanieczyszczeń z chodników położonych wzdłuż nieruchomości, przy czym za taki chodnik uznaje się wydzieloną część drogi publicznej, służącą dla ruchu pieszego, położoną bezpośrednio przy granicy nieruchomości. Właściciel nieruchomości nie jest obowiązany do uprzątnięcia chodnika, na którym jest dopuszczony płatny postój lub parkowanie pojazdów samochodowych.

Ustawa określa również, że wykonanie takich obowiązków na terenach budowy należy do wykonawców robót budowlanych.

Ten sam przepis wskazuje, że sprzątnięcie i pozbycie się błota, śniegu, lodu i innych zanieczyszczeń z wydzielonych krawężnikiem lub oznakowaniem poziomym torowisk pojazdów szynowych, znajdujących się na terenie gminy, należy do obowiązków przedsiębiorców użytkujących te torowiska.

Natomiast obowiązki utrzymania czystości i porządku na drogach publicznych należą do zarządu drogi. Ma on m.in. pozbywać się błota, śniegu, lodu i innych zanieczyszczeń uprzątniętych z chodników przez właścicieli nieruchomości przyległych do drogi publicznej oraz uprzątać i pozbywać się błota, śniegu, lodu i innych zanieczyszczeń z chodników, jeżeli pobiera opłaty z tytułu postojów lub parkowania na nich pojazdów samochodowych.

Z kolei utrzymanie czystości i porządku na terenach innych niż wymienione w ustawie należy do obowiązków gminy. Jej zadaniem jest także uprzątnięcie i pozbycie się błota, śniegu, lodu i innych zanieczyszczeń z chodników, jeżeli pobiera opłaty z tytułu postojów lub parkowania na nich pojazdów samochodowych.

8 x MPO



Fot. 1. Mała polewaczka pracująca na krakowskim Rynku, której wymiary pozwalają na poruszanie się po wąskich uliczkach miasta



Fot. 2. Polewaczka pracująca na ulicach Krakowa

Nadzór nad realizacją opisanych obowiązków sprawują wójt, burmistrz lub prezydent miasta.

W kontekście tematu niniejszego artykułu warto przypomnieć jeszcze jeden akt prawny – Rozporządzenie Ministra Środowiska z 9 grudnia 2014 r. w sprawie katalogu odpadów (DzU z 2014 r. poz. 1923)⁸, zgodnie z którym odpady pochodzące z mechanicznego oraz ręcznego czyszczenia ulic, placów i chodników to odpady sklasyfikowane kodem „20 03 03 – odpady z czyszczenia ulic i placów”, traktowane jako jeden ze strumieni odpadów komunalnych, który powinien być zbierany i unieszkodliwiany w kompleksowym systemie gospodarki odpadami komunalnymi.

Kompleksowe i wspólne działania podjęte przez wszystkie podmioty wyznaczone przepisami prawa oraz szeroka akcja edukacyjna pozwolą na podjęcie

odpowiedzialnych działań w zakresie utrzymania i czystości własnego miasta, osiedla czy ulicy. Współpraca w tym zakresie Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania z jednostką naukową i Wojewódzkim Inspektoratem Ochrony Środowiska stanowi przykład szeroko pojętej odpowiedzialności – nie tylko za czystość i porządek na ulicach, ale również za poprawę jakości środowiska oraz życia mieszkańców Krakowa.

Połączenie tradycji z nowoczesnością

Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania w Krakowie to firma łącząca tradycję z nowoczesnością. Jej początki sięgają 1866 r., kiedy to ówczesne władze miasta postanowiły zająć się zaniedbywaną wcześniej kwestią oczyszczania Krakowa. W 1906 r. prezydent Juliusz Leo, podejmując decyzję o zarządzaniu

wywozem śmieci z domów, ulic i placów oraz oczyszczaniem miasta, powołał Miejski Zakład Oczyszczania. W 1951 r. Zakład zmienił nazwę na Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania, a od 1993 r. funkcjonuje jako spółka z o.o. ze 100-procentowym udziałem gminy. Od tego czasu firma zmieniła swój profil i buduje nowoczesny wizerunek. Podstawowym celem jest ciągle podnoszenie jakości świadczonych usług, w tym m.in. czyszczenia i mycia ulic¹.

Podstawą prawną realizacji zadań w zakresie utrzymania czystości w Krakowie są wspomniana już ustawa o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz uchwała Rady Miasta Krakowa nr LII/697/12 z 11 lipca 2012 r., na mocy której Miejskiemu Przedsiębiorstwu Oczyszczania w Krakowie powierzono obowiązkowe zadanie własne gminy utrzymania czystości i po-



Fot. 3. Mała zmiatarka chodnikowa o pojemności zbiornika 1-2 m³



Fot. 4. Średnia zmiatarka kompaktowa o pojemności zbiornika 4 m³



Fot. 5. Zamiatarka krakowskiego Miejskiego Przedsiębiorstwa Oczyszczania

rzędu na terytorium gminy miejskiej Kraków. Zgodnie z § 2.1 tej uchwały, gmina miejska Kraków powierza spółce wykonywanie obowiązkowego zadania własnego utrzymania czystości i porządku w granicach administracyjnych miasta Krakowa⁶.

Obecnie do obowiązków firmy w zakresie letniego utrzymania miasta należą:

- ▶ mechaniczne oczyszczanie ulic (2300 km),
- ▶ mechaniczne i ręczne oczyszczanie chodników (1 500 000 m²),
- ▶ likwidacja dzikich wysypisk śmieci (średnio 450 m³ w miesiącu),
- ▶ usuwanie graffiti (średnio 555 m² w miesiącu),
- ▶ czyszczenie pomników, kapliczek i tablic pamiątkowych,
- ▶ opróżnianie ulicznych koszy na śmieci (8000 sztuk, docelowo 9000 sztuk),
- ▶ zakup, mycie i wymiana ulicznych koszy na odpady,
- ▶ utrzymanie czystości terenów zieleni w pasach drogowych (500 ha),
- ▶ utrzymanie czystości przejść podziemnych (15 przejść),
- ▶ utrzymanie czystości tunelu szybkiego tramwaju,
- ▶ utrzymanie czystości (części) peronów przystankowych (autobusowych i tramwajowych),
- ▶ usuwanie padłych zwierząt z pasów drogowych i terenów gminnych,
- ▶ zabezpieczenie czystości w czasie uroczystości, wizyt państwowych oraz imprez organizowanych przez Urząd Miasta Krakowa,

▶ współdziałanie z radami dzielnic przy organizowaniu społecznych akcji sprzątania terenów niebędących w stałym utrzymaniu (zakup worków, wywóz zebranych odpadów z pokryciem kosztu ich przetwarzania),

▶ interwencyjne zabezpieczenie czystości terenów niezabudowanych własności gminy miejskiej Kraków, nieposiadających innego zarządcy,

▶ znakowanie obszarów dotkniętych chorobą zakaźną zwierząt.

Nowoczesna flota pojazdów

Prace w zakresie letniego utrzymania wykonywane są specjalistycznym sprzętem. W dyspozycji MPO pozostaje 179 różnego rodzaju maszyn, w tym polewaczki (fot. 1 i 2) oraz zmiatarki uliczne i chodnikowe (fot. 3-7).

Na fot. 1 przedstawiony jest jeden z pojazdów wielofunkcyjnych – polewaczka z ciśnieniem regulowanym do 40 barów, wyposażona w zbiornik na wodę o pojemności 1000 litrów, sprawdzająca się na chodnikach, parkingach oraz placach, czyli wszędzie tam, gdzie wymagany jest mały ciężar sprzętu. Maszyna dodatkowo wyposażona jest w myjkę wysokociśnieniową o zasięgu 10 m i ciśnieniu 100 barów.

Na fot. 2 zaprezentowano polewaczkę, której pojemność zbiornika wody wynosi 10 m³, szerokość przedniej listwy myjącej – 2,5 m, wydatek wody – 90 l/min, a ciśnienie robocze – 100 barów.

W ostatnich dwóch latach Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania zakupi-

ło 56 najnowocześniejszych jednostek sprzętowych różnych wielkości i typów – począwszy od małych zmiatek chodnikowych o pojemności zbiornika od 1 do 2 m³ (fot. 3), poprzez średnie zmiatarki kompaktowe o pojemności zbiornika 4 m³ (fot. 4), na dużych zmiatarkach ulicznych o pojemności zbiornika 8 m³ (fot. 5) kończąc. Przy utrzymaniu czystości miasta pracuje na stałe ponad 300 osób, a okresowo liczba pracowników jest zwiększana (jest ona dostosowywana do bieżących potrzeb).

Z kolei przedstawiona na fot. 3 mała zmiatarka chodnikowa charakteryzuje się szerokością zmiatania od 1580 mm do maksymalnie 2250 mm. Jest wyposażona w zestaw dwóch szczotek talerzowych, a pojemność jej zbiornika na odpady to 1350 litrów. Zbiornik na czystą wodę ma pojemność 188 litrów, a odstojnik systemu wody obiegowej – 80 litrów.

Zamiatarka przedstawiona na fot. 4 ma zbiornik na zmiotki o pojemności 4,1 m³, a nisko osadzone przednie szczotki talerzowe pozwalają na zmiatanie narożników ulic. Dzięki dyszom natryskowym możliwe jest precyzyjne rozprowadzanie wody na zmiatanym obszarze, co minimalizuje unoszenie się pyłów podczas procesu czyszczenia.

Zamiatarka widoczna na fot. 5 wyposażona jest w szczotkę talerzową o zmiennej prędkości obrotowej, ssawę oraz szczotkę walcową. Obie szczotki o zmiennych prędkościach obrotowych sterowane są z kabiny kierowcy. Zbiornik na zmiotki zintegrowany jest ze zbiornikiem wody, której recyrkulacja podczas zmiatania pozwala na jej wielokrotne wykorzystanie. Zamiatarka ma możliwość czyszczenia ulicy ze swej prawej lub lewej strony, dzięki czemu zamieciony obszar to szerokość do 2400 mm, a zmiatanie jednocześnie dwoma agregatami daje szerokość zamiecionego obszaru do 3600 mm.

Na fot. 6 widoczna jest tzw. zmiatarka lotniskowa, która ma zwiększoną siłę zasysania oraz dodatkową listwę myjąco-zasysającą, skutecznie usuwającą zanieczyszczenia z zagłębień, np. torowisk tramwajowych. Natomiast na fot. 7 zaprezentowano małą



zamiatarkę chodnikową o pojemności zbiornika na zmiotki 2 m³.

Pojazdy będące na wyposażeniu MPO spełniają najwyższe normy ekologiczne czystości spalin EURO 6, co oznacza, że limity emisji do powietrza atmosferycznego szkodliwych substancji, takich jak tlenki azotu (NO_x), cząsteczki stałe (PM), węglowodór (HC) oraz tlenki węgla (CO), są ograniczone. Wszystkie zamiatarki posiadają certyfikat PM 10, co skutkuje redukcją zanieczyszczeń powietrza i przyczynia się do poprawy stanu środowiska w wyniku samego zmiatania i zbierania zanieczyszczeń z ulic Krakowa.

Wszystkie zamiatarki pracujące na terenie miasta zmiatają w systemie na mokro i mają system recyrkulacji wody, co oznacza, że woda podczas procesu zmiatania jest wielokrotnie wykorzystywana.

Zamiatarki wyposażone są w trzecią szczotkę, tzw. bezpiecznikową, co umożliwia zmiatanie na dwóch różnych poziomach, a małe i średnie zamiatarki mają konstrukcję przegubową lub system dwóch osi skrętnych, dzięki czemu są bardzo zwrotne.

Zmieniono też technologię zmywania ulic. Dotychczasowy sprzęt zużywający bardzo dużą ilość wody zastąpiono polewaczkami ze sterowanymi z kabiny kierowcy w dwóch płaszczyznach listwami myjącymi, co zapewnia dużo większą dokładność zmywania przy zminimalizowanym zużyciu wody.

Ilość wykonanych prac, określanych w kilometrach technologicznych

(kilometr technologiczny to łączna długość wszystkich pasów jezdni czyszczonej drogi, wraz z zakolami krzyżujących się ulic, wysepek, martwych pól i tzw. azyli dla pieszych), przedstawiono na rys. 1.

Zasada zmywania chodników

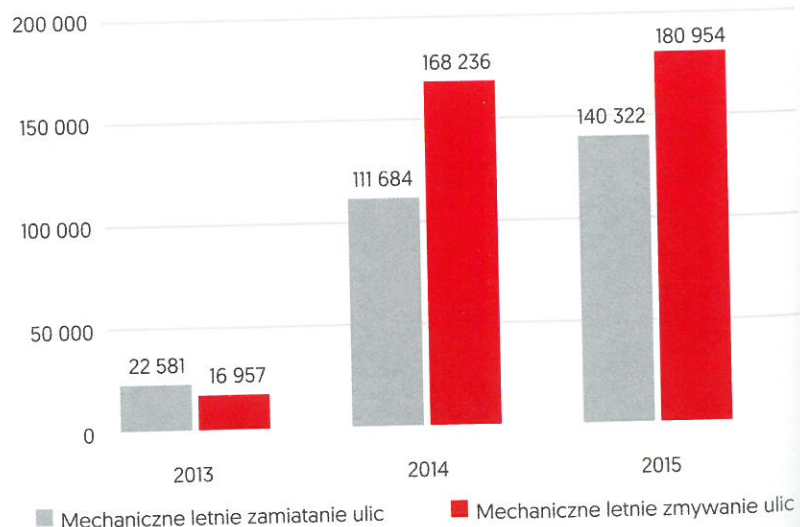
Od 2014 r. w Krakowie wprowadzono zasadę zmywania chodników oraz ciągów pieszych. Ilość zmytych chodników w m² w latach 2013-2015 przedstawiono na rys. 2.

W związku z realizacją uchwały nr XXXI/527/15 Rady Miasta Krakowa z 2 grudnia 2015 r. w sprawie „Ustalenia kierunków działań dla Prezydenta Miasta Krakowa dotyczących wdrożenia procedur podejmowanych przy

przekroczeniu dopuszczalnego stężenia pyłów zawieszonych w powietrzu w Krakowie oraz zintensyfikowania działań bieżących w zakresie walki ze smogiem” Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania podejmuje dodatkowe zmywanie jezdni, torowisk i chodników. Działania te realizowane są w ciągu dwóch godzin od powiadomienia o przekroczeniu dopuszczalnych stężeń zanieczyszczeń (tab. 1).

W zakresie zimowego utrzymania miasta Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania nadzoruje, zleca do utrzymania w ramach przetargu 48% powierzchni miasta oraz samodzielnie utrzymuje 52% powierzchni miasta:

- ▶ drogi krajowe, wojewódzkie, powiatowe i gminne (1370 km),
- ▶ chodniki (690 km),



Rys. 1. Ilość wykonanych prac w zakresie mechanicznego zmiatania i zmywania w latach 2013-2015 [opracowanie własne MPO]

Tab. 1. Zakres prac podejmowanych do 2 godzin od pozyskania informacji o przekroczeniach średniodobowego stężenia w powietrzu pyłu PM10 (opracowanie własne MPO)

Zakres prac podejmowanych do 2 godzin od powiadomienia o przekroczeniu	Jednostka	Planowana liczba jednostek do wykonania od roku 2016
Mechaniczne zmywanie jezdni (67 ulic)	km techn	404,67
Mechaniczne zmywanie torowisk	km techn	53,42
Mechaniczne zmywanie chodników	m ²	10 365,05

- ▶ ścieżki rowerowe (124 km),
- ▶ tereny osiedlowe (790 000 m²),
- ▶ perony przystankowe (1460 szt.).

Do zimowego utrzymania czystości wykorzystywane są 244 różnego rodzaju jednostki sprzętowe, w tym 66 dużych solarek. Nowoczesne solarki sterowane są komputerowo, co pozwala utrzymać stałą założoną ilość wysypywanego materiału na powierzchnię jezdni, przy założonej szerokości posypu.

Współpraca biznesu z nauką

Prowadzone w Krakowie przez MPO działania dotyczące utrzymania czystości stały się szerokim poligonem badań zarówno nad zbieranymi podczas zmiatania ulic odpadami, jak i nad substancjami wymywanymi podczas zmywania ulic. Podjęte działania stanowią doskonały przykład współpracy między gospodarką komunalną a nauką oraz inspektoratem ochrony środowiska, którego monitoring pozwala

wykorzystać dane dotyczące jakości stanu środowiska i przekazywać mieszkańcom informacje będące elementem edukacji ekologicznej. Należy zaznaczyć, że badania prowadzone były w bardzo szerokim zakresie i pozwoliły na określenie stopnia zanieczyszczenia ulic, chodników i ścieżek rowerowych oraz ilości zanieczyszczeń powstających na torowiskach tramwajowych i na terenach prowadzonych prac budowlanych, a następnie wywożonych na kołach pojazdów na ulice miasta.

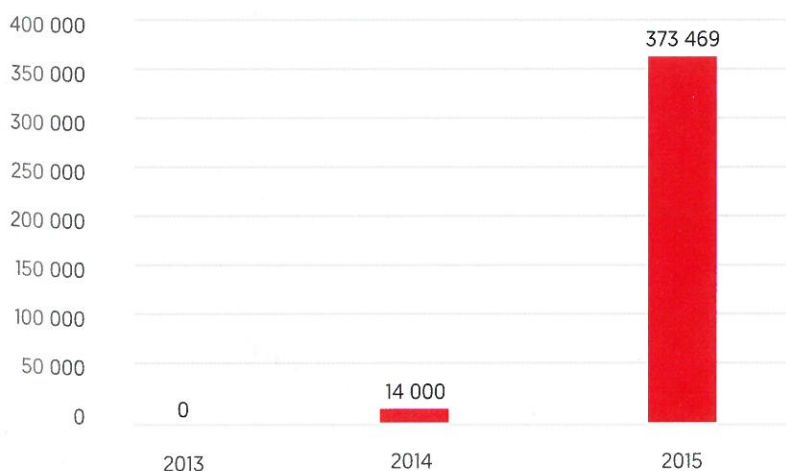
Celem analiz było opracowanie metodyki prezentującej zmiany stanu środowiska naturalnego w zależności od częstotliwości zmiatania i zmywania ulic oraz dokonanie wyboru najkorzystniejszego wariantu „czystości miasta”. Pozwoli to na dostosowanie częstotliwości oczyszczania ulic i chodników w wybranych obszarach do najkorzystniejszego wariantu, co w konsekwencji zmniejszy zanieczyszczenie (zapobiegnie pyleniu), poprawi jakość funkcjonowania in-

frastruktury komunalnej, podniesie standard życia mieszkańców oraz wpłynie na poprawę wizerunku miasta. W ramach pierwszych badań podjęto próby pomiarowe w celu opracowania pełnej metodyki badawczej, podczas których skupiono się na kilku celach szczegółowych:

- ▶ określenie rzeczywistej ilości odpadów z zmiatania i zmywania ulic, czyli tzw. zmiotek ulicznych zebranych z wytypowanych do badań ulic i dróg pieszych w wyznaczonych ciągach komunikacyjnych Krakowa,
- ▶ określenie składu jakościowego zebranych zmiotek,
- ▶ badanie jakości ścieków spływających ze zmywania wytypowanych do badań ulic oraz określenie zmian jakości tych ścieków w różnych etapach mycia,
- ▶ analiza zmian stanu powietrza atmosferycznego przed, w trakcie i po procesie zmiatania i zmywania ulic, przy obserwacji warunków atmosferycznych,
- ▶ analiza technologii oczyszczania ulic, w tym jakości i rodzaju sprzętu, ilości zużywanej wody i paliwa, amortyzacji, zaangażowania pracowników, kosztów itp.

Organizacja badań objęła:

- ▶ wybór potrzebnej ilości środowisk do badań, określenie długości i szerokości badanych ulic/chodników,
- ▶ wybór trasy pomiarowej (pomiar długości i powierzchni),
- ▶ informacje dotyczące badanych tras pomiarowych (charakter zabudowy, funkcja budynków, szerokość i długość ulic, szerokość ciągów pieszych, stosowany system ogrzewania i inne czynniki istotne w ocenie jakości powietrza),
- ▶ opis warunków meteorologicznych w dniu pomiaru (pora roku, temperatura, zachmurzenie, wilgotność, opady, róża wiatrów),
- ▶ określenie masy odebranych odpadów poprzez ważenie samochodu pełnego i pustego,
- ▶ pobór próbek do badań laboratoryjnych,
- ▶ badania laboratoryjne próbek odpadów, ścieków i zmian stanu powietrza poprzez analizę zawartości PM10 i PM2,5 w istniejących punktach pomiarowych monitoringu powietrza,



Rys. 2. Ilość m² chodników zmytych mechanicznie w latach 2013-2015 (opracowanie własne MPO)

Tab. 2. Badania zmian stanu środowiska w wyniku zamiatania i zmywania ulic w Krakowie (opracowanie własne WIŚ PK, MPO i WIOŚ Kraków)

Parametr	Rodzaj badania
ODPADY [badania prowadzone każdego dnia pomiaru]	Ilość zmiotek (z chodników i z ulic)
	Badania składu zmiotek pod względem ich wpływu na środowisko
ŚCIEKI Z MYCIA ULIC [badania prowadzone każdego dnia zmywania ulic, kilkakrotnie w ciągu doby, i każdego dnia pomiaru]	Badania składu ścieków, z poszczególnych etapów mycia ulic, w celu porównania zmian jakości składu ścieków i rodzajów wymywanych zanieczyszczeń
POWIETRZE – STAN ZANIECZYSZCZENIA (monitoring dobowy + okresowe badania wybranych parametrów)	Zawartość w powietrzu pyłu PM10
	Zawartość w powietrzu pyłu PM2,5
	Zawartość metali ciężkich: Ni, Cu, Cd, Pb, Zn, Cr, Mn i As
TECHNOLOGIA [badania prowadzone po każdym zamiataniu i zmywaniu ulic oraz każdego dnia pomiaru]	Ilość zużytej wody
	Ilość zużytego paliwa
	Eksploatacja taboru
	Koszty

► określenie częstotliwości prowadzonych badań i sposobu poboru próbek.

Rodzaj badań zmian stanu środowiska wyszczególniono w tab. 2, a wytypowane trasy pomiarowe przedstawiano na mapie (rys. 3).

Przedstawione na mapie (rys. 3) trasy pomiarowe były uzależnione od lokalizacji stacji monitorujących jakość powietrza w Krakowie (Al. Krasińskiego, ul. Halszki i ul. Bulwarowa)⁸. Różnią się one pomiędzy sobą charakterem zabudowy, częstotliwością przejeżdżających pojazdów oraz szerokością dróg. Dane dotyczące monitoringu powietrza są ogólnodostępne⁸, ale zbadanie

ich w akredytowanym laboratorium badawczym analiz chemicznych WIOŚ w Krakowie było możliwe tylko dzięki przychylności wojewódzkiego inspektora ochrony środowiska, Pawła Ciećko, kierownika Laboratorium, Leszka Turzańskiego, oraz kierownika Pracowni Fizykochemicznej Laboratorium WIOŚ, Wojciecha Miszczyńskiego.

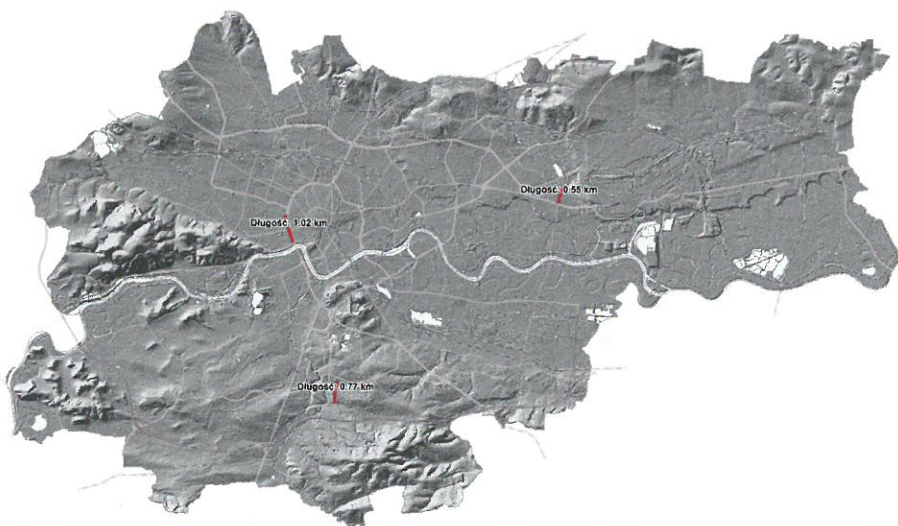
Pierwsze eksperymenty

Pierwsza próba pomiarowa odbyła się 15-17 kwietnia 2015 r. Jednym z odcinków testowych były Aleje: Krasińskiego i Mickiewicza, od Mostu Dębnickiego do ul. Czarnowiejskiej.

Od środy 15.04.2015 r., dzięki wysiłkom i przychylności dyrektora generalnego MPO, Henryka Kultysa, dyrektora technicznego spółki, Andrzeja Natkańca, oraz dyrektora Zakładu Oczyszczania, Jacka Sobczyka, i zastępcy dyrektora Zakładu Oczyszczania, Teresy Franczak, przez trzy kolejne dni prowadzono badania (od godz. 23.00). W ramach eksperymentu chodniki wzdłuż jezdni były myte, a obie nitki ulicy zamiatane. Ważono masę zamiatarki pełnej i pustej, by określić masę zbieranych odpadów.

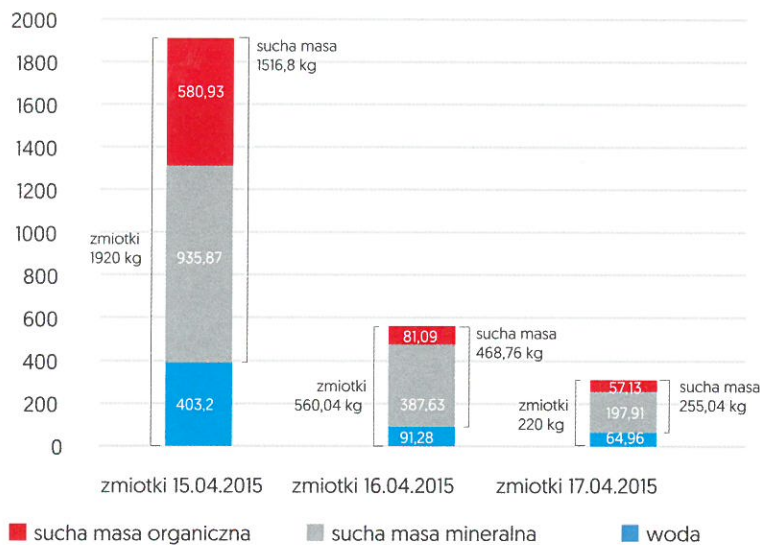
Badania rozpoczęły się od przejazdu tyralierą w asyście policji trzech polewaczek (fot. 8). Pierwsze próby odpadów pobrane zostały z zamiatarek, natomiast w trakcie zmywania pobierano również próby ścieków ze zmywania ulic. Przejazdy polewaczek powtarzane były co dwie godziny, aż do godz. 5 rano.

Wyniki badań po analizie składu próbek z kolejnych dni jednoznacznie wskazują na znaczący spadek poziomu zanieczyszczeń – pod względem zarówno ich ilości, jak i składu fizykochemicznego, co przedstawiono na rys. 4 i 5. Z odcinka o długości 1 km na Alei Krasińskiego w pierwszy dzień eksperymentu wymieciono blisko dwie tony zmiotek, podczas gdy trzeciego dnia tylko niewiele ponad 300 kg. Zmiotki uliczne to odpad, który – zalegając na ulicach miasta – wpływa niekorzystnie

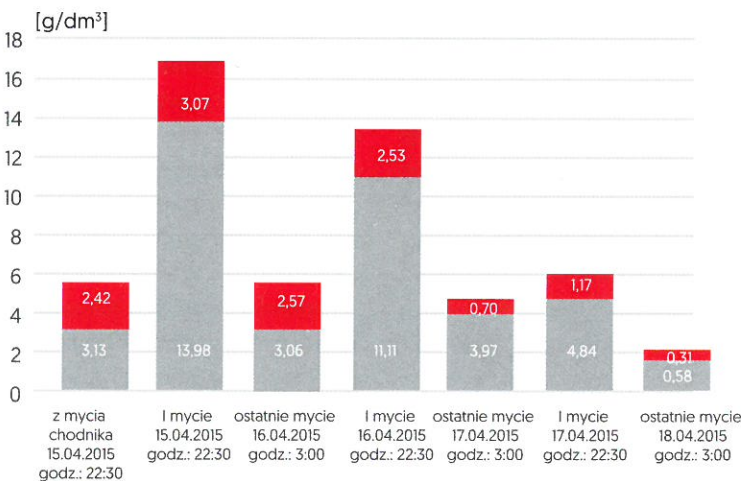


Rys. 3. Wskazanie tras przejazdu podczas zamiatania i zmywania ulic w Krakowie w trakcie badań prowadzonych przez MPO, Wydział Inżynierii Środowiska PK oraz WIOŚ w Krakowie (opracowanie własne na podstawie strony⁷)

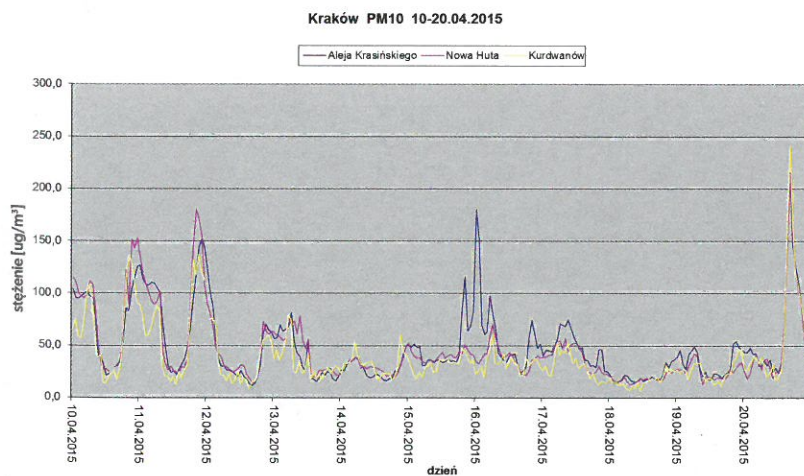
Rys. 5
wła18
16
14
12
10
8
6
4
2
0Rys. 5
(opra300,0
250,0
200,0
150,0
100,0
50,0
0,0
10.04.2015Rys. 6.
eksper
własne



Rys. 4. Skład badanych zmiotek pobranych 15-17 kwietnia 2015 r. [opracowanie własne WIŚ PK, MPO i WIOŚ Kraków]



Rys. 5. Zawiesina w ściekach ze zmywania ulic, pobranych 15-17 kwietnia 2015 r. [opracowanie własne WIŚ PK, MPO i WIOŚ Kraków]



Rys. 6. Wpływ intensywnego zmywania na jakość powietrza w dniach przed eksperymentem zamiatania i zmywania ulic 15-17 kwietnia 2015 r. [opracowanie własne WIŚ PK i MPO wg danych WIOŚ Kraków]

nie tylko na jego wizerunek, ale przede wszystkim na zdrowie mieszkańców, eksploatację infrastruktury miejskiej (chodniki, kanalizacja deszczowa) czy zieleni miejską. Oczywiście, skład odpadu będzie się zmieniał w skali roku (w zimie np. będzie duża zawartość materiałów ściernych i soli, a w miesiącach jesiennych duża ilość liści i frakcji organicznej). W skład zebranych odpadów, jak widać na rys. 4, wchodzi części mineralne i części organiczne oraz woda, która jest elementem technologii oczyszczania na mokro. Zanieczyszczenia te zazwyczaj nanoszone są na kołach samochodów i stanowią antropogeniczne zanieczyszczenie miasta, chociaż znaczna część może mieć również charakter naturalny. Pyły z ulic, porywane z podmuchami powietrza po przejazdach pojazdów, mogą przedostawać się do gleb lub gruntów, mogą być też wypłukiwane wraz z wodami opadowymi lub pozostawać zawieszony jako zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego. Są one nośnikiem metali ciężkich i soli: azotanów, siarczanów i chlorków. Mogą zmieniać odczyn gleb, wpływając na rozwój mikrofauny i mikroflory glebowej. Zmniejsza to szybkość rozkładu organicznych cząstek roślinnych i zwierzęcych oraz odporność roślin i wartość użytkową gleb, może też zmniejszać ilość dżdżownic i bakterii w glebie, przez co rozkład martwych części odbywać się będzie głównie przy udziale grzybów. Gleba traci wówczas swą funkcję i właściwości sorpcyjne – naturalnego filtra zatrzymującego związki toksyczne i metale ciężkie. Ich uwolnienie do gleby powoduje skażenie wszystkich ogniw łańcucha pokarmowego.

Kolejne zanieczyszczenia wymywane są podczas zmywania ulic. Bardzo istotne jest wskazanie na redukcję zanieczyszczeń ze zmywania ulic (zawiesiny ogólnej) i chodnika (fot. 9 i rys. 5). Na fot. 9 widać w ściekach zawieszoną ogólną wymywaną z krakowskich ulic. Są to m.in. bardzo drobne frakcje odpadów stałych wymytych z ulicy, których nie można wymieść z uwagi na ich charakter. Stanowi to kolejny efekt ekologiczny prowadzonych działań i odpowiedź na pytanie, czy warto

A. Nagłanec



Fot. 8. Tyraliera polewaczek podczas zmywania ulic w Krakowie w kwietniu 2015 r.

zmywać ulice i chodniki, czy wystarczy je zmiatać. Na uwagę zasługuje tutaj ilość zanieczyszczenia, którego pozbyliśmy się z chodnika, przedstawiona na rys. 5 jako pierwszy słupek (chodniki były zmyte przed zmiataniem ulic). Jest ona porównywalna z ilością zawiesiny, którą otrzymujemy po ostatnim zmyciu ulic, podczas gdy chodnik na Al. Krasińskiego jest 4-5 razy węższy niż szerokość ulicy, a trakt pieszy to przecież miejsce, po którym bezpośrednio przechodzą mieszkańcy, narażeni na szkodliwy wpływ zalegających na chodnikach odpadów.

Zanieczyszczenie ścieków ze zmywania ulic jest związane z ilością odpadów zmiatanych z ulic oraz ich jakością. Spływy powierzchniowe, jakie powstają w czasie opadów lub podczas zmywania ulic, mogą zawierać związki rozpuszczone, takie jak azotany, chlorki, fosforany, siarczany oraz związki nierozpuszczone.

Na kolejnym wykresie (rys. 6) zaznaczona jest czasowa redukcja poziomu pyłów zawieszonych w powietrzu 16-18.04.2015 r. (badania prowadzono 15-17.04.2015 r.), zwłaszcza PM10. Przedstawiona jest ona jako spadek poziomu emisji pyłu PM10 w dniach po zmiataniu i zmyciu. Niebieskim kolorem zaznaczona jest stacja przy Al. Krasińskiego, gdzie prowadzono badania. Redukcja poziomu pyłu PM10 przedstawiona jest jako spadek poziomu emisji w dniach po zmiataniu i zmyciu. Na cząsteczkach pyłów, zwłaszcza o średnicy poniżej 10 μm , są sorbowane związki o charakterze toksycznym i mutagennym czy kan-

cerogennym – metale ciężkie, WWA, nitro-WWA, dioksyny, BTEX itp. Wyraźnie widać wzniecenie zanieczyszczeń w nocy z 15 na 16 kwietnia, podczas gdy na ulicy zalegało ok. 2 tys. kg zanieczyszczeń. W kolejnych dniach, gdy zalegające zanieczyszczenie zredukowano do ok. 600, a następnie do ok. 300 kg, występujące wzniecenie zostało znacznie zredukowane, aż do osiągnięcia standardów dopuszczalnych. Zanieczyszczenia te wraz z wodami opadowymi, w przypadku braku zmywania ulic, przedostają się do środowiska wodnego, gdzie mogą być w nim deponowane albo transportowane na dalsze odległości.

Powietrze atmosferyczne jest jednak najtrudniejszym do oceny komponentem środowiska naturalnego. Na jego zmiany wpływ mają takie czynniki jak: położenie geograficzne, kierunki wiatrów, warunki meteorologiczne, liczba przejeżdżających samochodów, paleniska na paliwa stałe na trasach pomiarowych itd.

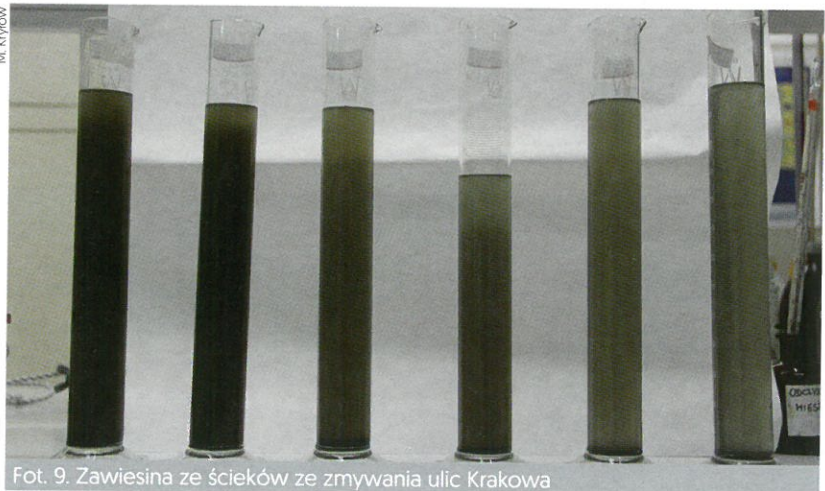
Efekty analiz

Wyniki badań środowiskowych wraz z zestawieniem ilości zużytej wody i paliwa oraz amortyzacji sprzętu myjącego stanowiły bazę do analizy decyzyjnej, wielokryterialnej. Analiza taka to matematyczne narzędzie wspomagania decyzji, pozwalające na uszeregowanie potencjalnie przyjętych do obliczeń i wycenionych wariantów. Pozwala ona na agregację wszystkich uwzględnianych kryteriów, łącząc je i tworząc w ten sposób ocenę kompleksową ocenianego wariantu, biorąc pod uwagę jednocześnie wiele kryteriów lub ich grup. Rozwiązanie problemu decyzyjnego polega przede wszystkim na analizie porównawczej wyników pomiarów ze wszystkich trzech dni eksperymentu w oparciu o te same, mierzalne kryteria oceniające. Prawidłowe rozwiązanie problemu decyzyjnego jest możliwe tylko wówczas, gdy potrafimy opisać go w sposób całościowy i kompleksowy poprzez wymierne wskaźniki oceniające.

Celem analizy było znalezienie odpowiedzi na pytanie, jak często powinny być zmiatane i zmywane poszczególne ciągi komunikacyjne w celu utrzymania dobrego stanu środowiska, bez nadmiernego wykorzystania wody i środków finansowych.

Do analizy i wyboru najkorzystniejszego wariantu zmiatania i zmywania na odcinku testowym Alei Krasińskiego w Krakowie przyjęto następujące warianty, różniące się między sobą częstotliwością zmiatania i zmywania w konkretnych uwarunkowaniach:

M. Kryłów



Fot. 9. Zawiesina ze ścieków ze zmywania ulic Krakowa



Fot. 10. Pracownicy krakowskiego MPO czuwający na co dzień nad czystością miasta oraz biorący czynny udział w badaniach nad zmianami stanu środowiska w wyniku ich działań

- ▶ zmiatanie i zmywanie codziennie i zmywanie gruntowne przez trzy dni co dwa tygodnie,
- ▶ zmiatanie i zmywanie raz dziennie i zmywanie przez dwa samochody (dwa pasy drogowe na zmianę),
- ▶ zmiatanie i zmywanie przez dwa dni co tydzień,
- ▶ zmiatanie i zmywanie raz dziennie oraz gruntowne zmiatanie i zmywanie przez dwa dni co tydzień,
- ▶ zmiatanie i zmywanie raz na dwa tygodnie.

Do analizy i oceny wariantów mycia ulic przyjęto następujące grupy kryteriów:

- ▶ redukcja ilości i zmiana składu odpadów z ulic miasta,
- ▶ redukcja ilości zanieczyszczeń w ściekach ze zmywania ulic, np. ilości siarczanów, azotanów i zawiesiny ogólnej,
- ▶ redukcja ładunków zanieczyszczeń wprowadzanych do sieci kanalizacyjnej,
- ▶ redukcja zanieczyszczeń powietrza, mierzona zmianą ilości pyłów PM10 i PM2,5 w powietrzu atmosferycznym,
- ▶ redukcja ilości zużytej wody i paliwa,
- ▶ redukcja liczby pracujących samochodów w technologii zmiatania i zmywania ulic.

Wykorzystując wyniki badań chemicznych, poziomy redukcji zanieczyszczeń, uwarunkowania lokalne, charakterystykę ulic oraz parametry i możliwości techniczne prowadzonych

badani, analiza wielokryterialna wskazała jako najkorzystniejszy model codzienne zmiatanie i zmywanie Al. Krasińskiego oraz zmywanie gruntowne przez trzy dni co dwa tygodnie. Pozwoli to na utrzymanie stabilnego stanu środowiska naturalnego oraz wpłynie na poprawę jakości życia mieszkańców, przy jednoczesnej optymalizacji kosztów i amortyzacji sprzętu.

Badania kontynuowane są od ponad roku, a ich rezultaty stanowią potwierdzenie pierwszych wyników.

Szeroki wachlarz działań

Utrzymanie czystości i porządku w gminach naszego kraju jest naszym wspólnym obowiązkiem, a współpraca w tym zakresie mieszkańców, zakładów oczyszczania, władz i jednostek naukowych pozwoli na optymalizację i intensyfikację działań, które poprawią stan środowiska oraz jakość życia i zdrowia mieszkańców, a także mogą wpływać na podniesienie atrakcyjności miasta i jego rozwój.

Kraków podjął już takie działania w bardzo szerokim zakresie, a ich wyniki, tak jak wyniki badań zmian stanu środowiska po zmiataniu i zmywaniu ulic, bezsprzecznie udowadniają, iż takie działania powinny być podejmowane, wpływają one bowiem na poprawę stanu środowiska naturalnego, co przekłada się na podniesienie komfortu życia mieszkańców i poprawę wizerunku miasta.

dr hab. inż. Agnieszka Generowicz, prof. PK
dr inż. Małgorzata Krytów

Wydział Inżynierii Środowiska Politechniki
Krakowskiej

Henryk Kultys, Andrzej Natkaniec

Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania
w Krakowie

Paweł Ciečko

Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska
w Krakowie

Źródła

1. Miejskie Przedsiębiorstwo Oczyszczania Spółka z o.o., Kraków – Historia i współczesność 1906-2006. Mat. prom. Kraków 2006.
2. Archiwum Państwowe w Krakowie.
3. Sroka L.T.: *Czystość w Krakowie w okresie od końca XVIII wieku do 1906 r.* Materiał niepublikowany, 2016.
4. Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z 3 lutego 2016 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach (DzU z 2016 r. poz. 250).
5. Rozporządzenie Ministra Środowiska z 9 grudnia 2014 w sprawie katalogu odpadów (DzU z 2014 r. poz. 1923).
6. <http://www.mpo.krakow.pl/pozimowe-oczyszczanie-miasta-2014> (dostęp: 10.11.2016).
7. http://obserwatorium.um.krakow.pl/obserwatorium/kompozycje/?config=config_mieszkancy.json (dostęp: 17.02.2017).
8. <http://monitoring.krakow.pios.gov.pl> (dostęp: 17.02.2017).