

# Zanieczyszczenia komunikacyjne, a jakość wody w zlewniach wód ujmowanych do uzdatniania

Rajmund Michalski\*

Zazwyczaj przy różnych okazjach życzymy sobie zdrowia, a dbając o nie staramy się prowadzić odpowiedni tryb życia. Możemy pod tym pojęciem rozumieć np. niestosowanie różnego rodzaju używek, spożywanie „zdrowej” żywności czy aktywność fizyczną. Musimy jednak pamiętać, że jednym z najbardziej istotnych czynników, na który mamy ograniczony wpływ jest stan poszczególnych elementów środowiska, a w szczególności jakość powietrza atmosferycznego, którym oddychamy. Zanieczyszczenia powietrza stanowią istotne zagrożenie dla człowieka z powodu ich dobrego wchłaniania i możliwości szybkiego wystąpienia działania toksycznego. W ciągu doby człowiek przepuszcza przez swoje płuca około 12 kg powietrza, czyli wagowo kilkakrotnie więcej niż wypija wody czy spożywa nawet tzw. „zdrowej” żywności.

Podstawowymi zanieczyszczeniami powietrza są tlenki siarki i azotu oraz różnego rodzaju związki nieorganiczne i organiczne, najczęściej zaadsorbowane na pyłach zawieszonych. Głównymi źródłami zanieczyszczeń powietrza jest spalanie paliw w elektrowniach, zakładach przemysłowych i gospodarstwach domowych oraz w coraz większym stopniu transport samochodowy, kolejowy i lotniczy. Stały wzrost natężenia ruchu pojazdów pozostaje w ścisłej korelacji ze wzrostem narażenia ludzi na negatywne oddziaływanie aerozolu pyłowego [1, 2]. W wielu pracach omówiono i udowodniono związek między chorobami układu oddechowego u ludzi, a zamieszkiwaniem w pobliżu ruchliwych szlaków komunikacyjnych [3, 4]. Fakty te tłumaczą wzrost zachorowalności populacji na schorzenia wy-

woływane zanieczyszczeniem powietrza pomimo znaczącej redukcji emisji zanieczyszczeń ze źródeł przemysłowych w ostatnim trzydziestoleciu. Oba zjawiska, tj. spadek emisji ze źródeł przemysłowych i jej wzrost ze źródeł komunikacyjnych związany z szybko rosnącą liczbą pojazdów na drogach, obserwuje się również w Polsce [5].

Nowe dogi i autostrady, budowane w Polsce w minionych latach, przyczyniły się nie tylko do poprawy jakości życia ludzi (logistyka), ale niestety także do pogorszenia stanu środowiska, co związane jest z zagrożeniami dla migracji zwierząt oraz co najważniejsze – ryzyka zanieczyszczenia wód, które są ujmowane do potrzeb ludzi. O ile w roku 1997 w Polsce było zarejestrowanych ponad 12 milionów samochodów, to obecnie liczba ta przekroczyła już

32 miniony!!! i ciągle rośnie. Tym samym istotne rośnie „wkład” zanieczyszczeń powodowanych przez komunikację i transport w całkowitej puli zanieczyszczeń środowiskowych. Zanieczyszczenia te mają nie tylko bezpośredni wpływ na nasze zdrowie, ale także wpływ pośredni – gdy różnymi drogami trafiają one do żywności czy wody, w tym wody przeznaczonej do spożycia.

Wpływ czynników antropogenicznych na zmianę składu chemicznego wód powierzchniowych i podziemnych nie zawsze jest łatwo zauważany. Dotyczy to zwłaszcza przypadków, gdy wzrost stężenia substancji rozpuszczonych w wodzie nie prowadzi do przekroczenia przyjętych norm jakościowych. W takiej sytuacji zazwyczaj przyjmuje się, że wody nie podlegają niekorzystnym wpływom,

a działania prewencyjne, które mogłyby w przyszłości zapobiec degradacji wód, nie są podejmowane. W związku z tym niezwykle ważnym zagadnieniem jest ocena wpływu zanieczyszczeń komunikacyjnych na jakość wód w zlewniach ujmowanych do uzdatniania i następnie spożywanych przez ludzi.

W celu zapobiegania ryzyku zanieczyszczeń tych ujęć ustanowiono strefy ochronne. Strefy ochronne ujęć wody ustanawiane są po to, aby zapewnić odpowiedniej jakości wody ujmowane do zaopatrzenia ludności oraz zaopatrzenia zakładów wymagających wody o odpowiedniej jakości, a także ze względu na ochronę zasobów ujęcia. Przepisy polskie już w połowie lat 60. XX wieku, wprowadziły możliwość ustanowienia stref ochronnych ujęć wody. Zgodnie z ustawą z dnia

18 lipca 2001 r. Prawo wodne [6] można ustanowić strefy ochronne obejmujące teren ochrony bezpośredniej i teren ochrony pośredniej oraz strefy obejmujące tylko tereny ochrony bezpośredniej. Musi to jednak być uzasadnione lokalnymi warunkami hydrogeologicznymi, hydrologicznymi i geomorfologicznymi oraz zapewniać ochronę ujmowanej wody. W przypadku wniosku dotyczącego strefy ochronnej ujęcia wody obejmującej teren ochrony bezpośredniej oraz teren ochrony pośredniej organem właściwym do ich ustanowienia jest dyrektor Regionalnej Dyrekcji Gospodarki Wodnej (RZGW), który ustanawia tę strefę w drodze rozporządzenia, wskazując zakazy, nakazy i ograniczenia dotyczące użytkowania gruntów oraz korzystania z wód, a także obszary, na których one obowiązują. W przypadku wniosku dotyczącego strefy ochronnej ujęcia wody obejmującej wyłącznie teren ochrony bezpośredniej, strefę taką ustanawia w drodze decyzji, organ właściwy do wydania pozwolenia wodno prawnego, tj.: starosta oraz w przypadkach szczególnych marszałek województwa, jak również dyrektor RZGW.

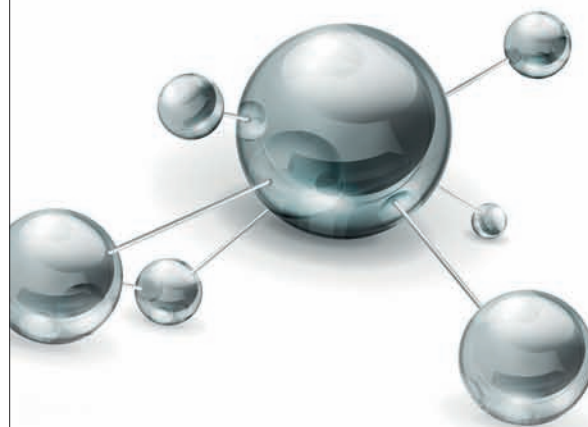
Na terenie ochrony bezpośredniej ujęć wód podziemnych oraz powierzchniowych zabronione jest użytkowanie gruntów do celów innych niż eksploatacja ujęcia wody. Na takim terenie należy prowadzić cały szereg czynności, takich jak: odprowadzać wody opadowe w sposób uniemożliwiający ich przedostawanie do urządzeń służących do po-

boru wody; zagospodarować teren zielenią; odprowadzać poza granicę terenu ochrony bezpośredniej ścieki z urządzeń sanitarnych, ograniczyć do niezbędnych potrzeb przebywanie osób niezatrudnionych przy obsłudze urządzeń służących do poboru wody. Ponadto teren ochrony bezpośredniej należy ogrodzić, a jego granice przebiegające przez wody powierzchniowe oznaczyć za pomocą rozmieszczonych w widocznych miejscach stałych znaków stojących lub pływających, a na ogrodzeniu oraz znakach należy umieścić tablice zawierające informacje o ujęciu wody i zakazie wstępu osobom nieupoważnionym.

Na terenach ochrony pośredniej może być zabronione lub ograniczone wykonywanie różnego rodzaju czynności, które mogą obniżyć jakość ujmowanej wody lub wydajność ujęcia. Należą do nich: wprowadzanie ścieków do wód lub do ziemi; przechowywanie lub składowanie odpadów promieniotwórczych; stosowanie nawozów oraz środków ochrony roślin; budowa autostrad, dróg oraz torów kolejowych; prowadzenie robót melioracyjnych oraz wykopów ziemnych; budowa zakładów przemysłowych oraz ferm chowu lub hodowli zwierząt; budowa magazynów produktów ropopochodnych oraz innych substancji; lokalizowanie składowisk odpadów komunalnych, niebezpiecznych; mycie pojazdów mechanicznych; budowa parkingów, obozowisk oraz kąpielisk; a także budowa cmentarzy oraz grzebanie zwłok

# WZORCE ANALITYCZNE

ISO 17025 i ISO GUIDE 34



PESTYCYDY, HERBICYDY  
NEONIKOTENOIDY  
WWA, LZO  
PCB, PBDE, CFR, PFR, BFR  
CHZT, BZT, TOC, TIC  
PRZEWODNOŚĆ, BARWA, MĘTNOŚĆ

## BOGATA OFERTA

SUBSTANCJE CZYSTE  
ROZTWORY, MIESZANINY  
CERTYFIKOWANE MATERIAŁY  
REFERENCYJNE

## RÓŻNORODNE METODY ANALITYCZNE

IC, UV-VIS, GC, HPLC,  
KOLORYMETRIA  
ICP, ICP-MS, ASA

## BADANIA BIEGŁOŚCI

RUNDY MIESIĘCZNE I KWARTALNE  
QUICK RESPONSE – raport w 2 dni!

**TH** TUSNOVICS  
INSTRUMENTS

www.tusnovics.pl  
tel. 12 633 13 54  
office@tusnovics.pl

WZORCE – CRM – PT  
ANALIZA ŚRODOWISKA

zwierząt. Kilka z tych ograniczeń dotyczy bezpośrednio, lub pośrednio wpływów komunikacyjnych, które mogą mieć duży wpływ na jakość ujmowanych wód.

Wody powierzchniowe i podziemne mogą ulegać zanieczyszczeniu substancjami obecnymi w glebach, powietrzu oraz innych wodach, np. wodach spływających. Zanieczyszczenia znajdujące się w wodach spływających mogą pochodzić zarówno z suchej, jak i mokrej depozycji, a także z materiałów pokryć dachowych budynków, koron drzew, pól uprawnych, oraz co najważniejsze szlaków komunikacyjnych [7]. Na zanieczyszczenia pochodzące z transportu w równym stopniu narażone są gleby, jak i wody powierzchniowe i podziemne. Do nich bowiem spływają zanieczyszczenia z dróg, a także z powietrza. Zanieczyszczenia te zmieniają właściwości gleby pod względem chemicznym, fizycznym i biologicznym. Obniżają ich urodzajność, zakłócają przebieg wegetacji roślin, niszczą walory ekologiczne i estetyczne szaty roślinnej.

Zanieczyszczenia gleb związane ze szlakami komunikacyjnymi obejmuje m.in. różnego rodzaju substancje nieorganiczne i organiczne powstające przy niepełnym spalaniu, związki organiczne i mineralne zawarte w paliwach i smarach, metale ciężkie wchodzące w skład dodatków do paliw, smarów i olejów, substancje przedostające się do gleby w wyniku katastrof drogowych, sól stosowaną do likwidacji oblodzenia dróg, materiały odpadowe pozostawiane

przez użytkowników dróg. Wartość tych zanieczyszczeń w glebie w dużym stopniu jest związana z odległością od dróg, z natężeniem ruchu, ukształtowaniem terenu, a także sposobem jego użytkowania.

Transport wody z atmosfery do gleb zachodzi głównie za pośrednictwem opadów atmosferycznych takich jak deszcz, mżawka, śnieg, grad i inne. Skład chemiczny wody pochodzącej z wszelkich form mokrej depozycji atmosferycznej zachodzącej na podłożu podlega zmianom pod wpływem kontaktu z substancjami znajdującymi się w tym podłożu oraz osadzonymi na nim w wyniku procesu suchej depozycji. Eksploatacja sieci transportowej powoduje zanieczyszczenie gleb znajdujących się w bezpośrednim sąsiedztwie ruchliwych dróg. Zanieczyszczenia gazowe i pyłowe sprzyjają stopniowej degradacji gleb i szaty roślinnej w pasie około 500 m od drogi, a zdecydowanie szkodliwe oddziaływanie dotyczy pasa o szerokości do 150 m. W związku z dużym zagrożeniem jakie niesie ze sobą transport, na terenach zurbanizowanych niezbędne jest podejmowanie działań mających na celu zminimalizowanie jego negatywnego wpływu. Jednym ze sposobów jest nasadzanie roślinności przydrożnej, która stanowi barierę ochronną i zatrzymuje różne zanieczyszczenia przedostające się z atmosfery, mogące wpłynąć na zanieczyszczenie środowiska glebowego i wodnego. Ochronę ujęć wodnych przed wpływami komunika-

cyjnymi za pomocą zieleni należy uwzględnić już na etapie programowania i projektowania ulic, dostosowując jej charakter do założonego natężenia ruchu.

Przy szlakach komunikacyjnych, może dojść do przenikania do gleb i wód zanieczyszczeń zarówno nieorganicznych, jak i organicznych. Do grupy pierwszej można zaliczyć substancje stosowane do zimowego utrzymania dróg, sole rozmrzające ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ), środki przeciwkorozyjne, metale ciężkie. Do grupy substancji organicznych należą różnego rodzaju pozostałości po spalaniu materiałów pędnych (w tym rakotwórcze wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne), oleje, smary, środki oczyszczające, konserwujące, silikon, detergenty, smoły i wiele innych.

Zastąpienie benzyn zawierających czteroetylen ołowiu benzynami bezołowiowymi rozwiązało kilka problemów, ale wprowadziło nowe. Należą do nich związki manganu (które zastąpiły czteretylen ołowiu) i platyny pochodzącej z katalizatorów. O ile badania wód atmosferycznych i powierzchniowych na zawartość typowych zanieczyszczeń komunikacyjnych prowadzone są na szeroką skalę, to niewiele jest prac poświęconych problematyce występowania metali z grupy platynowców w próbkach opadów atmosferycznych oraz wód spływających, które następnie dostają się do wód powierzchniowych [8]. Rzadko spotykane są również publikacje dotyczące badań mających na celu określenie

zależności pomiędzy różnymi czynnikami (natężeniem ruchu pojazdów, odległością od źródła emisji, ukształtowaniem terenu, a także obecnością innych zanieczyszczeń) a wartością metali i szczególnie niebezpiecznych związków organicznych.

Wielkość i rodzaj emisji w spalinach zależy od rodzaju paliwa, typu i konstrukcji silnika oraz jego stanu technicznego i przebiegu. Istnieją dwa typy pojazdów i podział na te dwa typy uwzględniany jest w badaniach na temat emisji z pojazdów mechanicznych poruszających się po drogach. Są to pojazdy wyposażone w silniki wysokoprężne (dieselskie), napędzane olejem napędowym i silniki o zapłonie iskrowym, napędzane benzyną. Emisja ze spalania paliw przez pojazdy z takimi silnikami dominuje emisję ze spalania paliw w silnikach wszelkiego rodzaju, chociaż w niektórych przypadkach znaczenie może mieć także emisja z silników lotniczych, okrętowych, lokomotyw oraz używanych w innych celach niż transport.

Do grupy dobrze rozpoznanych substancji należą wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) stanowiące grupę kilkuset związków zawierających w cząsteczce od kilku do kilkunastu skondensowanych pierścieni benzenowych. W trakcie spalania paliw samochodowych tworzy się około 180 różnych WWA (łącznie z pochodnymi). WWA są najlepiej poznana pod względem właściwości rakotwórczych grupą związków, których niekorzystne



działanie na organizm ludzki został stwierdzony już w XVIII wieku. W większości związki te wiążą się z cząsteczkami pyłów o rozmiarach mniejszych od 2  $\mu\text{m}$ . W powietrzu atmosferycznym związki zaabsorbowane na pyłach mogą być transportowane na duże odległości [9]. W trakcie przenoszenia osadzają się na roślinach, budynkach, skałach itd. i są zmywane przez opady atmosferyczne [10].

WWA to grupa związków silnie lipofilowych, a ich naturalnymi źródłami są: biosynteza, naturalne pożary i procesy degradacji materiału organicznego. Substancje te charakteryzują się wysokimi temperaturami topnienia oraz wrzenia i są praktycznie nierozpuszczalne

w wodzie. W przypadku powietrza jedynie WWA o niskich masach występują w postaci pary, natomiast większość jest adsorbowana na powierzchni pyłów. Związki zatrzymane na cząstkach o średnicy poniżej 1  $\mu\text{m}$  przebywają w powietrzu od 4 do 40 dni, natomiast na cząsteczkach o większych wymiarach od 6 godzin do około 4 dni. Okres półtrwania chemicznej aktywności WWA wynosi około 100 godzin [11]. Benzo(a)piren (BaP) ze względu na swoją dużą aktywność rakotwórczą i rozpowszechnienie został uznany za substancję wskaźnikową zawartości WWA w badanych materiałach. Pogląd ten jednak nie zawsze jest słuszny, ponieważ w zależności od po-

chodzenia próbki występuje on w różnych stosunkach wobec innych WWA. Ponieważ WWA są wrażliwe na działanie światła, część ich ulega destrukcji na drodze fotooksydacji i zanim dostanie się na powierzchnię gleby zmienia swoją strukturę chemiczną [12]. WWA są najbardziej znaną i najczęściej oznaczaną grupą zanieczyszczeń organicznych, co nie oznacza, że inne są mniej interesujące czy niebezpieczne.

Kluczowym etapem każdej analizy chemicznej jest sposób pobierania, przechowywania i przygotowania próbek do analizy [13, 14]. Ze względu na selektywność, czułość i powtarzalność oznaczeń oraz możliwości rozdzielania i iden-

tyfikacji jakościowej najpopularniejsze obecnie techniki analityczne dotyczące oznaczania związków organicznych to wysokosprawna chromatografia cieczowa (HPLC) oraz chromatografia gazowa (GC) najczęściej połączone z detektorem spektrometrii mas [15, 16, 17]. W przypadku oznaczania metali i metaloidów są to przede wszystkim metody takie jak atomowa spektrometria absorpcyjna oraz spektrometria mas ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-MS), spektrometria emisji optycznej ze wzbudzeniem w plazmie indukcyjnie sprzężonej (ICP-OES), czy różne wersje spektrometrii promieniowania rentgenowskiego [18].



**Podsumowanie**

Motoryzacja i transport drogowy należą do tych sektorów gospodarki, które przyczyniają się w sposób istotny do wzrostu zanieczyszczenia powietrza, gleby i wód. Badania prowadzone m.in. przez Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN w Zabrze, wykazały, że wpływ emisji pyłu ze źródeł komunikacyjnych znacząco się przede wszystkim w miastach w bliskim sąsiedztwie dróg i skrzyżowań, i dotyczy specyficznego składu chemicznego i rozkładu wielkości cząstek [19]. Wykazano, że w centrach miast Aglomeracji Górnośląskiej komunikacja jest źródłem pyłu drobnego o średnicach cząstek do 2,5 µm – w okolicach dróg, ale w pobliżu skrzyżowań ma ona największy wkład do emisji pyłu grubego – o średnicach cząstek z przedziału 2,5 – 10 µm [21]. W związku z narastającymi wpływami komunikacyjnymi na jakość naszego życia i zdrowia należy monitorować ujęcia wód przeznaczonych do spożycia przez ludzi, celem określenia skali zagrożeń i podjęcia odpowiednich kroków zabezpieczających.

**Literatura**

[1] Dockery D., Schwartz J., Spengler J., *Air pollution and daily mortality: associations with particulates and acid aerosols*, Environmental Research, 59, (1992), 362–373.  
 [2] Seaton A., Mac Nee W., Dolandson K., Godden D., *Par-*

*ticulate air pollution and acute health effects*, Lancet, 345, (1995), 176–78.

[3] de Kok T.M.C.M., Drieste H.A.L., Hogervorst J.G.F., Briedé J.J., *Toxicological assessment of ambient and traffic-related particulate matter: A Review of Recent Studies*, Mutation Research, 613, (2006), 103–122.

[4] Englert N., *Fine particles and human health – a review of epidemiological studies*, Toxicology Letters, 149, (2004), 235–241.

[5] Pastuszka J.S., Okada K., *Features of atmospheric aerosol particles in Katowice, Poland*, The Science of the Total Environment, 175, (1995), 179–188.

[6] Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne (Dz. U. z 2015 r. poz. 469):

[7] Polkowska Ż., *Zastosowanie chromatografii jonowej w analizie wód spływających*, [w] *Chromatografia jonowa – stan obecny i perspektywy rozwojowe*, pod red. R. Michalskiego, Prace i Studia, 77, (2009), 39–50.

[8] Dubiella-Jackowska A., *Wykorzystanie wyników badań składu wód atmosferycznych oraz powierzchniowych do oceny oddziaływania transportu drogowego na środowisko*, praca doktorska, Politechnika Gdańska, Wydział Chemiczny, Gdańsk 2008.

[9] Tuch, T.M., Wehner, B., Pitz, M., Cyrys, J., Heinrich, J., Kreyling, W.G., Wichmann, H.E., Wiedensohler, A., *Long-term measurements of size-segrega-*

*ted ambient aerosol in two German cities located 100 km apart*, Atmospheric Environment, 37, (2003), 4687–4700.

[10] Michalski R., Węglarz A., Skrok R., *Oznaczanie węglowodorów w otoczeniu źródeł przemysłowych i komunikacyjnych*, Chemia i inżynieria ekologiczna, 4, (1997), 243–245.

[11] Tyrpień K., *Chromatograficzny rozdział i identyfikacja pochodnych tlenowych WWA z materiału organicznego wyekstrahowanego z pyłowych zanieczyszczeń powietrza Górnośląska*, Praca doktorska, Śląska Akademia Medyczna, Wydział Lekarski w Zabrze, Katowice, 1991.

[12] Kluska M., *Dynamika sorpcji wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych przez glebę w pobliżu dróg o dużym natężeniu ruchu komunikacyjnego*, Archives of Environmental Protection, 30, (2004), 83–93. a cznych lebach użyźnianych osadami ściekowymi.

[13] Namieśnik J., Łukasik J., Jamrógiwicz Z., *Pobieranie próbek środowiskowych do analizy*, PWN, Warszawa, 1995.

[14] Namieśnik J., Jamrógiwicz Z., *Fizykochemiczne metody kontroli zanieczyszczeń środowiska*, WNT, Warszawa, 1998.

[15] Bartulewicz J., Bartulewicz E., Gawłowski J., *GC-MS i HPLC z detektorem diodowym w analizie wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych w próbkach środowiskowych*, materiały z sympozjum nt. „Związki organiczne w środo-

wisku i metody ich oznaczania”, Jachranka, Warszawa, 1997.

[16] Witkiewicz Z., Kałużna-Czaplińska M., *Podstawy chromatografii i technik elektromigracyjnych*, WN-T, Warszawa, 2011.

[17] Michalski R., Węglarz A., Skrok R., *Oznaczanie wybranych węglowodorów w powietrzu atmosferycznym na terenie miasta Zabrze*, Prace i Studia, 46, (1998), 89–96.

[18] Suzuki K., *Characterisation of airborne particulates and associated trace metals deposited on tree bark by ICP-OES, ICP-MS, SEM-EDX and laser ablation ICP-MS*, Atmospheric Environment, 40, (2006), 2626–2634.

[19] Rogula W., Pastuszka J.S., Talik E., *Concentration level and surface chemical composition of urban airborne particles near crossroads in Zabrze, Poland*, Archives of Environmental Protection, 33, (2007), 23–34.

[20] Rogula-Kozłowska W., *Charakterystyka aerozolu pyłowego ze źródeł komunikacyjnych*, praca doktorska, Politechnika Śląska, 2009.

[21] Klejnowski K., Talik E., Pastuszka J., Rogula W., Krasa A., *Chemical composition of surface layer of PM1, PM1-2.5, PM2.5-10*, Archives of Environmental Protection, 33, (2007), 89–95.

\* Prof. Rajmund Michalski – Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN, Zabrze; rajmund.michalski@ipis.zabrze.pl