

Galina KALDA<sup>1</sup>  
Karolina KWAŚNIAK<sup>2</sup>  
Julia SOKOLAN<sup>3</sup>

## ANALIZA ŹRÓDEŁ ZANIECZYSZCZENIA MIASTA RZESZOWA

W artykule prezentowano analizę takich źródeł zanieczyszczenia miasta Rzeszowa, jak zakłady przemysłowe i komunalne, które są źródłami zanieczyszczenia wód powierzchniowych i podziemnych miasta Rzeszowa. Także przeanalizowano zanieczyszczenie gleby miasta, powietrza i środowiska źródłami hałasu. Rozwój gospodarczy miasta Rzeszowa, a przede wszystkim wzrost produkcji przemysłowej oraz procesy urbanizacyjne stwarzają poważne zagrożenie dla zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, powietrza i gleby. Pokazano, że zawartości poszczególnych substancji i metali ciężkich w wymienionych jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie nie przekraczają wartości normatywnych. Do najbardziej rozpowszechnionych zanieczyszczeń gleby Rzeszowa można zaliczyć metale ciężkie (np. ołów, rtęć, miedź, kadm); związki organiczne (pestycydy); sole siarczany, azotany, chlorki. Do głównych źródeł emisji zanieczyszczeń antropogenicznych do gleby na terenie Rzeszowa zalicza się procesy produkcyjne w zakładach przemysłowych; procesy spalania paliw na cele energetyczne i transport. Na stan powietrza w Rzeszowie wpływa przede wszystkim emisja liniowa i powierzchniowa. Sektor komunalno-bytowy w dużej mierze odpowiada za zwiększone stężenia pyłu zawieszonego oraz benzo(a)pirenu w sezonie grzewczym. Stosowane w gospodarstwach domowych niskosprawne urządzenia i instalacje kotłowe, ich zły stan techniczny, nieprawidłowa eksploatacja, a także spalanie złej jakości paliw i odpadów komunalnych są główną przyczyną tzw. niskiej emisji. Największe przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu można zaobserwować na obszarach sąsiadujących z drogami krajowymi, drogą wojewódzką, a także w centrum miasta, czyli w miejscach, gdzie odbywa się największy ruch pojazdów.

**Słowa kluczowe:** zanieczyszczenia, woda, powietrze, gleba, hałas

---

<sup>1</sup> Autor do korespondencji / corresponding author: Galina Kalda, Politechnika Rzeszowska, 35-959 Rzeszów, al. Powstańców Warszawy 12, tel. +48 17 865 1068, kaldagal@prz.edu.pl

<sup>2</sup> Karolina Kwaśniak, Firma Aldesa Construcciones Polska Sp. z o.o.

<sup>3</sup> Julia Sokolan, Chmielnicki Narodowy Uniwersytet, Ukraina

## 1. Wprowadzenie

Środowisko jest nieograniczonym otoczeniem wraz z jego elementami przyrodniczymi, takimi jak: powierzchnia ziemi, wody, powietrze, klimat, krajobraz i inne elementy różnorodności biologicznej. Są to również elementy przekształcone w skutek działalności człowieka, jak np. infrastruktura osadnicza, przemysłowa oraz rolna. Wszystkie te elementy są ze sobą ściśle związane i otaczają organizmy żywe.

Rozwój gospodarczy miasta Rzeszowa, a przede wszystkim wzrost produkcji przemysłowej oraz procesy urbanizacyjne stwarzają poważne zagrożenie dla zasobów wód powierzchniowych i podziemnych, powietrza i gleby. Celem pracy jest analiza zanieczyszczeń środowiska miasta Rzeszowa różnymi źródłami przemysłowymi i komunalnymi.

## 2. Zanieczyszczenie wód w mieście Rzeszów

Rozwój gospodarczy miasta, a przede wszystkim wzrost produkcji przemysłowej oraz procesy urbanizacyjne stwarzają poważne zagrożenie dla zasobów wód powierzchniowych. Obecnie o jakości istniejących wód powierzchniowych decydują zanieczyszczenia, które przedostają się głównie z powietrza i ścieków.

Zanieczyszczenia mogą pochodzić z domieszek zawartych w wodach podziemnych i powierzchniowych (są to zanieczyszczenia naturalne) lub mogą być związane z działalnością oraz bytowaniem człowieka (zanieczyszczenia sztuczne antropogeniczne).

Zanieczyszczenia liniowe tworzą związki ropopochodne, które pochodzą z wycieków z nieszczelnych instalacji samochodowych lub kolejowych oraz wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) powstające w wyniku ścierania się opon [1]. Zagrożeniem zanieczyszczenia liniowego dla rzeszowskich wód jest dobrze rozwinięta sieć komunikacyjna. Miasto Rzeszów tworzy bardzo ważny węzeł komunikacyjny, gdzie krzyżują się trakty drogowe biegnące z północy na południe i ze wschodu na zachód oraz przebiega przez nie szlak kolejowy na Ukrainę. Obecnie w granicach miasta znajdują się 2 stacje kolejowe: Rzeszów Główny oraz Rzeszów Staroniwa, a także 3 przystanki osobowe: Rzeszów Załęże, Rzeszów Osiedle, Rzeszów Zwiężczyca.

Zanieczyszczenia obszarowe pochodzą przede wszystkim z sektora rolniczego. Zanieczyszczeniami rolniczymi są pestycydy, substancje ropopochodne i związki biogenne zawarte w różnych nawozach mineralnych. Na obrzeżach Rzeszowa znajdują się tereny użytkowane rolniczo. Są to grunty orne i strefy upraw mieszanych, które podczas nieprawidłowego użytkowania zanieczyszczają wody znajdujące się w najbliższym otoczeniu. Według danych z Urzędu Statystycznego na terenie Rzeszowa znajduje się 6,9 tys. ha użytków rolnych, z czego 4,9 tys. ha stanowią grunty orne.

W Rzeszowie odbiornikiem oczyszczonych ścieków zarówno komunalnych jak i przemysłowych jest Wisłok. Bardzo duży wpływ na stan wody powierzch-

niowej mają ścieki komunalne, które w Rzeszowie stwarzają największy problem. Mieszkańcy Rzeszowa wraz z częścią sąsiadujących gmin dziennie wytwarzają ok. 40 tys. m<sup>3</sup> ścieków komunalnych, które trafiają do miejskiej oczyszczalni ścieków mechaniczno-biologicznej na Załężu. Maksymalna przepustowość tej oczyszczalni wynosi 75 tys. m<sup>3</sup>/d.

Do ważniejszych źródeł zanieczyszczeń przemysłowych rzeki Wisłok na obszarze całego miasta można zaliczyć emisję ścieków z biologicznej oczyszczalni spółki Alima Gerber S.A. Ścieki wytwarzane w fabryce Gerber pochodzą głównie z przetwórstwa owocowo – warzywnego i trafiają do przyzakładowej oczyszczalni ścieków o przepustowości 4800 m<sup>3</sup>/d.

W Rzeszowie istnieje sześć oczyszczalni ścieków przemysłowych (zlokalizowanych przy zakładach przemysłowych), których łączna przepustowość wynosi nieco ponad 13 tys. m<sup>3</sup>/d, co stanowi ok. 17 % ścieków komunalnych.

Do największych zakładów przemysłowych zlokalizowanych na terenie miasta Rzeszowa należą m.in.: WSK PZL – Rzeszów – odpady poneutralizujące, które zawierają chloroetylen, szlamy z obróbki stopów chloroniklowych, zużyte oleje, uwodnione osady cyjanogalwaniczne; ZELMER – osady pochodzące z neutralizacji ścieków pogalwanicznych, oleje przepracowane, zestalone farby i lakiery; ICN Polfa Rzeszów – odpady pochodzące z syntezy substancji farmaceutycznych, m.in. chlorek sodu i spirytus etylowy, przeterminowane substancje toksyczne, sorbenty, zużyte oleje smarowe pochodzące z urządzeń i maszyn [2-5].

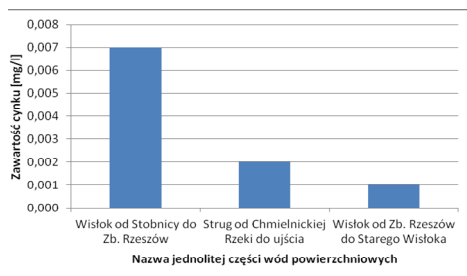
Większość wymienionych odpadów jest odbierana i unieszkodliwiana przez specjalistyczne firmy m.in. przez FHU EKO – TOP w Rzeszowie [6,7].

Na rysunkach 1-6 przedstawiono zawartość wybranych zanieczyszczeń znajdujących się w największych jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 roku.

W 2015 r. zawartość cynku w JCWP Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów wynosiła 0,007 mg/l. Jest to największa wartość w porównaniu z JCWP Strug od Chmielnickiej Rzeki do ujścia oraz JCWP Wisłok od Zbiornika Rzeszów do Starego Wisłoka.

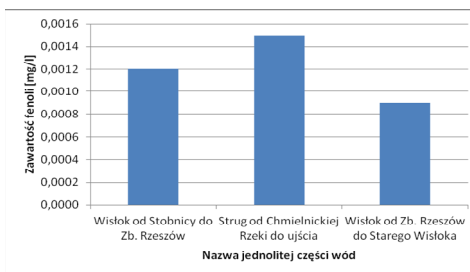
Najmniejszą zawartość cynku zaobserwowano w JCWP Wisłok od Zbiornika Rzeszów do Starego Wisłoka, która wyniosła 0,001 mg/l. Żadna z przedstawionych wartości nie przekracza zakresu normatywnego (wynoszącego maksymalnie 1 mg/l), dlatego nie stwarzają one realnego zagrożenia tych jednolitych części wód.

Największą zawartość fenoli stwierdzono w jednolitej części wód powierzchniowych Strug od Chmielnickiej Rzeki do ujścia. Wartość ta była równa 0,0015 mg/l. Świadczy to o tym, że JCWP Strug od Chmielnickiej Rzeki do ujścia była najbardziej zanieczyszczona przez ten związek. Na terenie tej JCWP swoją działalność przemysłową prowadzą zakłady, takie jak np. METALFORM w Chmielniku (przetwórstwo tworzyw metalowych i sztucznych) oraz Przedsiębiorstwo Produkcji, Handlu i Usług H – GAZ Spółka Jawna w Tyczynie (produkcja stacji gazowych, filtrów, zestawów montażowych turbinowych). Zakłady te produkują duże ilości ścieków oraz odpadów, które zawierają zwiększone ilości fenoli.



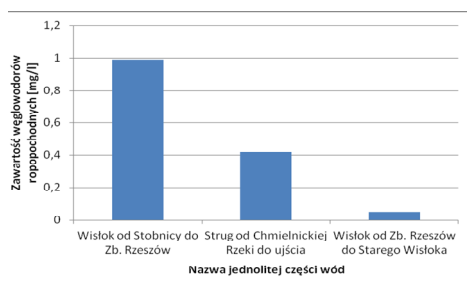
Rys. 1. Zawartość cynku w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 1. Zinc content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [7]



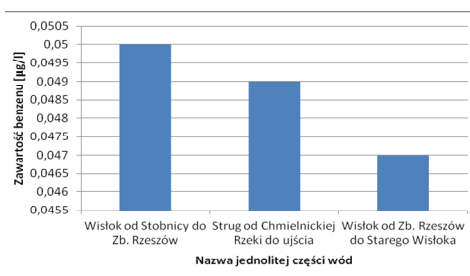
Rys. 2. Zawartość fenoli w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 2. Phenols content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [7]



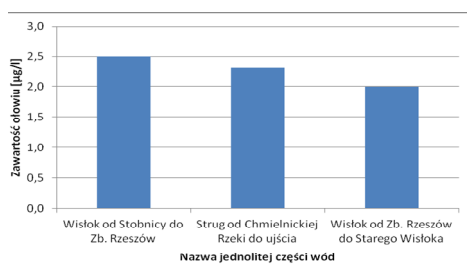
Rys. 3. Zawartość węglowodorów ropopochodnych w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 3. Petroleum hydrocarbons content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [4]



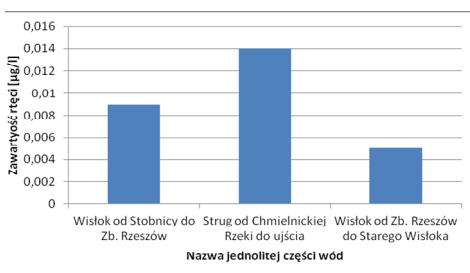
Rys. 4. Zawartość benzenu w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 4. Benzene content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [7]



Rys. 5. Zawartość ołowiu w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 5. Lead content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [7]



Rys. 6. Zawartość rtęci w jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie w 2015 r., na podstawie [7]

Fig. 6. Mercury content in the listed uniform parts of surface waters in Rzeszow in 2015, based on [7]

W 2015 r. największa zawartość węglowodorów ropopochodnych wystąpiła w jednolitej części wód powierzchniowych Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów. Wartość ta była bliska 1 mg/l.

Na terenie JCWP Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów znajdują się następujące zakłady: STELMET Sp. z o.o. Cynkownia w Czudcu, ART-GUM w Czudcu, AT-BI w Budziwoju, Instytut Energetyki Oddział Ceramiki CEREL w Boguchwale. Działalność wymienionych zakładów przyczynia się do zwiększonych ilości węglowodorów ropopochodnych w jednolitej części wód powierzchniowych Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów.

Rys. 4 pokazuje, że zawartość benzenu w wymienionych jednolitych częściach wód powierzchniowych jest porównywalna. Wszystkie mieszczą się w zakresie 0,047-0,05 µg/l. Największa ilość benzenu wystąpiła w jednolitej części wód Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów, natomiast najmniejsza w JCWP Wisłok od Zbiornika Rzeszów do Starego Wisłoka. Przedstawione wartości nie przekraczają określonego zakresu normatywnego.

W 2015 r. największa zawartość ołowiu wyniosła 2,5 µg/l i wystąpiła w JCWP Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów. Decydujący wpływ na wielkość zawartości ołowiu w tej JCWP ma zakład STELMET Sp. z o.o. Cynkownia w miejscowości Czudec. W pozostałych jednolitych częściach wód wartości były nieco niższe i nie mają znaczącego wpływu na zanieczyszczenie wód. Zawartość ołowiu w wymienionych jednolitych częściach wód powierzchniowych nie przekracza zakresu normatywnego.

Z rys. 6 można odczytać, że w 2015 r. największa zawartość rtęci wystąpiła w JCWP Strug od Chmielnickiej Rzeki do ujścia. Było to spowodowane działalnością Zakładu Produkcyjno-Handlowo-Usługowego JAR s.c. w Kielnarowej, gdzie wytwarzane są różne wyroby betonowe.

Najmniejszą ilość rtęci zaobserwowano w JCWP Wisłok od Zbiornika Rzeszów do Starego Wisłoka, która była równa 0,005 µg/l. Żadne z przedstawionych wartości rtęci w wodach nie wykracza poza zakres normatywny.

Analizując rysunki 1-6, można stwierdzić, że zawartości poszczególnych substancji i metali ciężkich w wymienionych jednolitych częściach wód powierzchniowych w Rzeszowie nie przekraczają wartości normatywnych. W 2015 roku największą ilość zanieczyszczeń zaobserwowano w JCWP Wisłok od Stobnicy do Zbiornika Rzeszów. Największym problemem JCWP jest zwiększona ilość węglowodorów ropopochodnych, czego przyczyną są znajdujące się na tym obszarze zakłady przemysłowe.

### 3. Zanieczyszczenie gleb w Rzeszowie

Gleby występujące na obszarze Rzeszowa - to gleby mineralne, które zostały wytworzone z utworów aluwialnych w dolinie Wisłoka oraz z utworów lessowych (pyłów, glin pylastych) na wysoczyźnie Podgórze Rzeszowskiego. Z utworów pochodzenia aluwialnego wytworzyły się gleby typu: mady, gleby brunatne oraz

czarnoziemy zdegradowane, natomiast z utworów pyłowych - czarnoziemy, gleby brunatne kwaśne, brunatne wylugowane oraz lokalne bielice.

Zanieczyszczenie gleby stanowią wszelkie związki chemiczne, pierwiastki promieniotwórcze oraz mikroorganizmy występujące w glebach w zwiększonych ilościach. Do najbardziej rozpowszechnionych zanieczyszczeń można zaliczyć: metale ciężkie (np. ołów, rtęć, miedź, kadm); związki organiczne (pestycydy, detergenty); sole (siarczany, azotany, chlorki) [7].

Do głównych źródeł emisji zanieczyszczeń antropogenicznych do gleby na terenie Rzeszowa zalicza się:

- procesy produkcyjne w zakładach przemysłowych;
- procesy spalania paliw na cele energetyczne;
- transport.

W tabeli 1 przedstawiono źródła zanieczyszczenia gleb, występujące na terenie miasta Rzeszów oraz rodzaje zanieczyszczeń, które emitowane są przez dane źródło.

Tabela 1. Wykaz substancji powodujących zanieczyszczenie gleb w Rzeszowie, na podstawie [7]

Table 1. The list of substances causes soil contamination In Rzeszow, based on [7]

Źródła zanieczyszczeń	Rodzaje zanieczyszczeń
Elektrociepłownie, elektrociepłownie konwencjonalne, instalacje do spalania, np. PGE GiEK Elektrociepłownia Rzeszów, Fenice Poland	Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA), metale ciężkie
Zakłady tworzyw sztucznych, np. Zakład Tworzyw Sztucznych Lemar (systemy rynnowe, drenarskie, kanalizacyjne), PoliMarky (tworzywa sztuczne, systemy instalacyjne), Polkemic (produkcja obrzeży i profili meblowych)	Fenole, węglowodory chlorowane, cykloheksan, ftalany
Zakłady produkcji farb, lakierów i rozpuszczalników, np. Firma Produkcyjno – Handlowa Kolorex (produkcja chemii budowlanej oraz wykładzin PCV)	Węglowodory aromatyczne i chlorowane, cynk, chrom, ołów, bar
Galwanizernie, np. WSK Rzeszów (wytwórnia sprzętu komunikacyjnego i zakład metalurgiczny)	Metale ciężkie, cyjanki
Zakłady produkcji silników, zakłady naprawy i produkcji środków transportu, np. WSK Państwowe Zakłady Lotnicze–Rzeszów (wytwórnia silników lotniczych)	WWA, węglowodory alifatyczne, metale ciężkie
Stacje paliw, stacje obsługi pojazdów, parkingi, np. Multimoto (Okręgowa Stacja Kontroli Pojazdów)	Węglowodory alifatyczne, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne, benzyny
Spalarnie odpadów (planowana jest budowa spalarni odpadów komunalnych oraz komunalnych osadów ściekowych przy Elektrociepłowni Rzeszów, przewidziany czas oddania do eksploatacji rok 2019–2020)	Metale ciężkie, WWA

Innym zagrożeniem dla środowiska glebowego jest stosowanie osadów ściekowych w sposób niekontrolowany. Wykorzystanie komunalnych osadów ściekowych pozwala na wprowadzenie do gleby składników nawozowych, które są zawarte w osadach. Częściowo rozwiązuje to problem utylizacji osadów, jednak ich skład chemiczny, a przede wszystkim znaczna zawartość pierwiastków śladowych, azotu i fosforu stwarza poważne zagrożenie dla środowiska przyrodniczego. Zanim osad zostanie zastosowany na danym obszarze, wcześniej należy zbadać glebę pod względem poziomu jej zakwaszenia oraz zawartości metali ciężkich. Stosowanie osadów nie jest dopuszczalne w przypadku, gdy gleba posiada odczyn niższy od pH 5,6 i przekracza dopuszczalne stężenie metali ciężkich. Mogłoby to spowodować skażenie gleby i wody gruntowej metalami ciężkimi, azotem oraz fosforem [7].

#### 4. Zanieczyszczenie powietrza w Rzeszowie

Położenie Rzeszowa w dolinie Wisłoka, czyli we wklęsłej formie terenowej, określa niektóre cechy jego naturalnego klimatu, do których należy zaliczyć m.in. tworzenie zastoisk zimnego powietrza oraz częste inwersje temperatury, większą ilość cisł atmosferycznych i słabych wiatrów, większą ilość dni z mrozem i przymrozkiem, a także zwiększoną ilość dni z mgłą. Ruch powietrza na obszarze Rzeszowa jest zdominowany napływem z kierunków wschodniego i zachodniego, a także modyfikującą rolę doliny rzeki Wisłok i gór [8].

W Rzeszowie przy ul. Rejtana (osiedle Nowe Miasto) znajduje się stacja pomiarowa monitoringu jakości powietrza. Parametry mierzone na stacji to: obecność dwutlenku węgla, dwutlenku azotu, tlenku i tlenków azotu, tlenku węgla, ozonu, pyłu PM10, pyłu PM2.5, benzenu oraz warunków meteo (temperatura, ciśnienie atmosferyczne, wilgotność, opady, siła i kierunek wiatru). W tabeli 2 został umieszczony zakres pomiarowy rzeszowskich stacji pomiarowych. Stacje mają na celu pomiar poziomu zanieczyszczeń, który dąży do oceny narażenia mieszkańców Rzeszowa na zanieczyszczenia zawarte w powietrzu.

Tabela 2. Zakres pomiarowy realizowany na stacjach w Rzeszowie, na podstawie [7]

Table 2. Measurement range realized on stations in Rzeszow, based on [7]

Lokalizacja stacji	Mierzone zanieczyszczenia								
	SO <sub>2</sub>	NO <sub>2</sub>	No <sub>x</sub>	CO	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>	O <sub>3</sub>	PM10	Metale w PM10	Benzo(a)piren w PM10
Rzeszów, ul. Rejtana	A	A	A	A	A	A	M	A/M	M

A – pomiar automatyczny, M – pomiar manualny, P – pomiar pasywny

Zanieczyszczenia powietrza stanowią ciała stałe, ciecze i gazy, które znajdują się w powietrzu atmosferycznym, jednak nie są jego naturalnymi składnikami. Mogą to być również substancje będące naturalnymi składnikami powietrza, które występują w znacznie zwiększonych ilościach.

Na stan powietrza w Rzeszowie wpływa przede wszystkim emisja liniowa i powierzchniowa. Sektor komunalno-bytowy w dużej mierze odpowiada za zwiększone stężenia pyłu zawieszonego oraz benzo(a)pirenu w sezonie grzewczym. Stosowane w gospodarstwach domowych niskosprawne urządzenia i instalacje kotłowe, ich zły stan techniczny, nieprawidłowa eksploatacja, a także spalanie złej jakości paliw i odpadów komunalnych są główną przyczyną tzw. niskiej emisji.

Komunikacja ma wpływ przede wszystkim na poziom  $\text{NO}_x$ , pyłu zawieszonego oraz benzenu. Największe stężenia wymienionych zanieczyszczeń występują na skrzyżowaniach i drogach o znacznym natężeniu ruchu, które przebiegają przez obszary położone w zwartej zabudowie. Powodem zwiększonej emisji pochodzącej ze źródeł komunikacyjnych może być zły stan techniczny pojazdów, ich nieprawidłowa eksploatacja, a także korki uliczne.

Największymi zakładami w Rzeszowie emitującymi substancje do powietrza są zakłady energetyczne i ciepłownicze, a także zakłady przemysłowe, które wymagają dużych ilości energii do procesów technologicznych. Są to m.in.: PGE Górnictwo i Energetyka Konwencjonalna S.A. Oddział Elektrociepłownia Rzeszów (pokrywa ok. 80% zapotrzebowania na moc cieplną); Fenice Poland Sp. z o.o. Jednostka Operatywna Rzeszów (pracuje na potrzeby zakładu WSK PZL–Rzeszów, pokrywa ok. 20% zapotrzebowania miasta na ciepło); ICN Polfa Rzeszów S.A. (produkuje farmaceutyki); Wytwórnia Sprzętu Komunikacyjnego PZL–Rzeszów S.A. oraz Zakład Metalurgiczny WSK Rzeszów [7].

Innymi czynnikami, które mają negatywny wpływ na jakość powietrza w Rzeszowie, są warunki klimatyczne oraz topograficzne. Położenie miasta w dolinie Wisłoka i związane z tym warunki klimatyczne są powodem niekorzystnych warunków rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń. Na dodatek lokalnie występują również specyficzne warunki klimatyczne, które związane są z zabudową miasta (m.in. kaniony uliczne) [8].

Największym problemem dla Rzeszowa jest emisja zanieczyszczeń pyłowych. Krytyczne stężenia pyłu zawieszonego  $\text{PM}_{2,5}$  oraz  $\text{PM}_{10}$ , a także benzo(a)pirenu występują w miesiącach zimowych, natomiast w okresie letnim nie zaobserwowano przekroczenia wartości tych stężeń. Odpowiedzialna jest za to głównie emisja z systemów grzewczych, ściśle związana z sektorem bytowo-komunalnym. Do lokalnych kotłowni węglowych, wytwarzających największe ilości zanieczyszczeń, należy zaliczyć następujące części miasta: teren Starówki, pomiędzy ul. Piłsudskiego, Targową, Ciepłińskiego i Lisa-Kuli; teren zwartej zabudowy pomiędzy torami PKP a ul. Piłsudskiego; dzielnicę magazynowo-składową pomiędzy tarami PKP a ul. Okulickiego; zabudowę jednorodzinną przy



ul. Szopena, Długosza, Tetmajerów; obrzeża miasta wraz ze starszym budownictwem jednorodzinny.

Największy udział w emisji zanieczyszczeń do powietrza mają rzeszowskie zakłady (energetyczne i ciepłownicze, a także zakłady przemysłowe). Są one uciążliwe dla całego środowiska przyrodniczego, dlatego wymagają ciągłej modernizacji i unowocześnienia, by wytwarzać mniejsze ilości zanieczyszczeń. Przykładem jest ICN Polfa Rzeszów, który dzięki modyfikacji technologii produkcji farmaceutyków ograniczył zużycie związków organicznych oraz tym samym emisję lotnych związków organicznych (LZO). W ramach modernizacji zakładu Fenice Poland Sp. z o.o. włączono do technologii odpylania kolejny elektrofiltr, a w następnych latach przewiduje się zabudowę palników niskoemisyjnych na kotłach. Natomiast PGE Elektrociepłownia planuje przeprowadzić modernizację układu odpylania kotłów WR-25.

## 5. Hałas w mieście Rzeszów

Obecnie największy wpływ na klimat akustyczny miasta Rzeszowa ma ruch drogowy. Na przestrzeni lat ulega on zwiększeniu ze względu na wzrost ilości samochodów osobowych i ciężarowych. Hałas, który oddziałuje bezpośrednio na sąsiadującą zabudowę miejską, stanowi główne źródło zagrożenia. Zasięg oraz stopień tego zagrożenia jest uzależniony od typu ulicy lub drogi i struktury rodzajowej pojazdów oraz od rodzaju zabudowy zlokalizowanej w sąsiedztwie dróg.

Sieć drogowa w Rzeszowie charakteryzuje się układem promienistym o silnym zorientowaniu w stronę centrum. Do węzła komunikacji drogowej zewnętrznej w obrębie Rzeszowa należą: droga krajowa nr 4 – międzynarodowa E-40 relacji Drezno, Zgorzelec, Wrocław, Katowice, Kraków, Rzeszów, Medyka, Lwów; droga krajowa nr 9 – międzynarodowa E-371 relacji Radom, Rzeszów, Barwinek, Koszyce; droga krajowa nr 19 – relacji Białystok, Lublin, Rzeszów – łącząca się dalej z DK 9; droga wojewódzka nr 878 – relacji Rzeszów, Dylągówka.

Do sieci drogowej miasta Rzeszów zalicza się również drogi powiatowe, drogi gminne oraz wewnętrzne.

Niewystarczająca ilość przepraw mostowych i przejść dwupoziomowych na przecięciach dróg z trasami kolejowymi, a także brak dopełnienia układów drogowych po stronie północno-wschodniej miasta w powiązaniu z szybkim rozwojem motoryzacji przyczyniły się do przekroczenia przepustowości ulic w śródmieściu, na obwodnicy śródmiejskiej oraz trasach wylotowych. Jednak najistotniejszy udział w oddziaływaniu akustycznym na terenie Rzeszowa odgrywają drogi tranzytowe, które charakteryzują się dużym natężeniem ruchu w ciągu całej doby. Poruszają się po nich pojazdy ciężkie, mające znaczny udział w poziomie emitowanego hałasu.

Na terenie Rzeszowa źródłami hałasu kolejowego są głównie dworce kolejowe i szlaki dojazdowe. Węzeł kolejowy, który obsługuje przewozy pasażerskie, tworzy linie kolejowe, takie jak: magistralna linia kolejowa E30 Wrocław, Kra-

ków, Rzeszów, Przemyśl; linia nr 71 relacji Tarnobrzeg Ocice, Rzeszów Główny, o znaczeniu krajowym; linia kolejowa nr 106 relacji Rzeszów, Jasło, o znaczeniu regionalnym.

Obecnie w najlepszym stanie technicznym jest linia kolejowa nr 71, która łączy Rzeszów Główny ze stacją Tarnobrzeg Ocice. W ostatnich latach została ona zmodernizowana. Jest to linia jednotorowa i bezстыkowa na podkładach strunobetonowych, dostosowana do prędkości 110 km/h. W skali dobowej łącznie kursują po niej cztery składy pasażerskie oraz cztery towarowe. Obecnie planowana jest elektryfikacja linii kolejowej. W gorszym stanie znajduje się magistrała kolejowa E30 relacji Medyka - Kraków Główny, jest to linia dwutorowa, zelektryfikowana. Jej stan został określony jako dostateczny o dozwolonej prędkości od 60 do 90 km/h, jednak aktualnie jest ona modernizowana i dostosowywana do maksymalnej prędkości 160 km/h. Na terenie miasta magistrała przebiega z dala od zabudowań chronionych przed hałasem. Wyjątkiem jest odcinek na północ od alei Wyzwolenia, gdzie jest zlokalizowana blisko zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej i zabudowy mieszkaniowo-usługowej, a także obszary po wschodniej stronie od stacji Rzeszów Główny w okolicy Załęża.

Linia kolejowa nr 106 relacji Rzeszów Główny – Jasło jest również modernizowana. Jednotorowa linia prowadzi mały ruch kolejowy, który nie przekracza dziesięciu składów w czasie doby. Ze względu na małe natężenie ruchu nie emituje ona hałasu, który powodowałby przekroczenie dopuszczalnego poziomu (pomimo bliskiego sąsiedztwa zabudowy mieszkaniowej jednorodzinnej).

W Rzeszowie głównym źródłem hałasu lotniczego są operacje związane z funkcjonowaniem portu lotniczego Rzeszów – Jasionka. Międzynarodowy port lotniczy leży w odległości 3 km od granic miasta i 10 km od śródmieścia. Port jest położony w pobliżu drogi krajowej nr 9 oraz 19.

Oddziaływanie dźwiękowe związane z działalnością przemysłową na obszarze miasta jest uwarunkowane emisją hałasu pochodzącą z zakładów przemysłowych oraz małych zakładów rzemieślniczych. Główną gałęzią przemysłu w mieście Rzeszów jest przemysł lotniczy. Rzeszów jest najważniejszym ośrodkiem stowarzyszenia przedsiębiorców Doliny Lotniczej zrzeszającej ponad 90 członków (przedsiębiorstw oraz ośrodków naukowo-badawczych z południowo-wschodniej części kraju, w tym również WSK PZL – Rzeszów). Na terenie miasta poza przemysłem lotniczym są zlokalizowane również inne branże: informatyczna, elektro-niczna, produkcja sprzętu gospodarstwa domowego (Zelmer S.A.) i przetwórstwa rolno-spożywcze (Przedsiębiorstwo Produkcji Lodów Koral, Nestle Polska S.A. Oddział w Rzeszowie). Zabudowa przemysłowa znajduje się w lewobrzeżnej części miasta w rejonie ulic: Trembeckiego, Wetlińskiej, Przemysłowej, Maczka, Okulickiego, Boya – Żeleńskiego, Hoffmanowej, Siemieńskiego i Geodetów. Podmioty gospodarcze, które działają na terenie Rzeszowa, są źródłem lokalnej emisji hałasu. Zatem hałas przemysłowy nie ma znaczącego wpływu na klimat akustyczny całego miasta i jest on znacznie mniej odczuwalny niż hałas komunikacyjny.

Kolejną uciążliwą grupą oddziaływań akustycznych w odbiorze społecznym jest hałas komunalny. Jest to zazwyczaj punktowe źródło emisji, zlokalizowane we wszystkich osiedlach Rzeszowa. Oddziaływania pochodzące z barów, restauracji i klubów dominują przede wszystkim w Śródmieściu. Ponadto pawilony handlowe zlokalizowane w różnych częściach miasta również mogą być przyczyną zawyżonej emisji hałasu do środowiska. W tym przypadku źródłami hałasu są przeważnie instalacje klimatyzacyjne i wentylacyjne, a także agregaty chłodnicze nie posiadające zabezpieczeń akustycznych.

Innymi źródłami należącymi do grupy hałasu komunalnego są imprezy masowe, które odbywają się w centrum miasta. Jednak w przypadku takich imprez na organizatorach spoczywają obowiązki dotrzymania dopuszczalnych norm emisji hałasu podczas trwania imprez [9].

Badania, ocenę oraz obserwacje zmian stanu akustycznego w rzeszowskim środowisku wykonuje się w ramach Państwowego monitoringu środowiska. Wojewódzki Inspektorat Środowiska w Rzeszowie co roku realizuje zadania oparte na ocenie hałasu emitowanego ze źródeł przemysłowych oraz komunikacyjnych. Ocenę klimatu akustycznego dokonuje się uwzględniając wyniki pomiarów poziomów hałasu, które zostały określone wskaźnikami hałasu i mają zastosowanie przede wszystkim do prowadzenia długookresowej polityki związanej z ochroną środowiska przed hałasem, a w szczególności do przygotowywania map akustycznych  $L_N$  i  $L_{DWN}$ , gdzie  $L_N$  oznacza długookresowy średni poziom danego dźwięku, wyrażony w decybelach i wyznaczony w ciągu wszystkich pór nocy w roku; natomiast  $L_{DWN}$  oznacza długookresowy średni poziom danego dźwięku, wyrażony w decybelach i wyznaczony w ciągu wszystkich dob w roku, uwzględniając pory dnia, pory wieczoru oraz pory nocy [7,10].

W celu wykonania pomiaru hałasu komunikacyjnego przeprowadzono ćwiczenie, którego zakres obejmował pomiar hałasu komunikacyjnego przy alei Powstańców Warszawy w Rzeszowie w odległości 1 m od krawędzi jezdni na wysokości 1,2 m. Dokonano trzy pięciominutowe pomiary emisji hałasu. Ćwiczenie obejmowało również odnotowanie ilości i rodzaju pojazdów przejeżdżających mierzoną trasą. Badanie zostało przeprowadzone dwukrotnie o godz. 9:00 oraz 15:00 w dniu 18.03.2015 r.

Z wykonanych pomiarów wyznaczono równoważny poziom hałasu dla czasu odniesienia ( $L_{Aeq}$ ), poziom emisji hałasu do środowiska ( $L_e$ ) oraz parametry pozycyjne rozkładu statycznego.

Pojazdy liczone rozgraniczając je na: lekkie – osobowe do 9 miejsc z kierowcą, mikrobuse z przyczepą lub bez, lekkie samochody ciężarowe do 3,5 t z przyczepą lub bez, samochody dostawcze o masie do 3,5 t oraz pojazdy ciężkie, czyli wszystkie pozostałe pojazdy.

Tabela 3 przedstawia wyniki własnych pomiarów poziomu hałasu na drogach Rzeszowa.

Tabela 3. Wyniki pomiarów dokonanych o godz. 9 dnia 18.03.2015 r. (opracowanie własne)

Table 3. The results of the measurements made at 9 o'clock 18.03.2015 (own work)

		Pomiar 1	Pomiar 2	Pomiar 3
$L_{A1}$		74,5 dB	74,8 dB	75,5 dB
$L_{10}$		78,8 dB	79 dB	78,1 dB
$L_{50}$		68,3 dB	69,8 dB	72 dB
$L_{90}$		58 dB	57,6 dB	59,6 dB
Tło akustyczne		55,6 dB	56 dB	56,5 dB
kierunek Kraków	Pojazdy lekkie	67	72	84
	Pojazdy ciężkie	19	14	10
kierunek Przemyśl	Pojazdy lekkie	64	59	57
	Pojazdy ciężkie	5	5	6

Po wykonaniu pomiarów przeprowadzono następujące obliczenia:

- średniego poziomu ciśnienia akustycznego:

$$L_{A\bar{s}r} = 74,95 \text{ dB}$$

- średniego poziomu tła akustycznego:

$$L_{t\bar{s}r} = 56,05 \text{ dB}$$

- poziomu hałasu emitowanego do środowiska:

$$L_e = 74,95 \text{ dB}$$

- równoważnego poziomu hałasu dla czasu odniesienia:

$$L_{Aeq,T} = 56,89 \text{ dB}$$

Największe przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu można zaobserwować na obszarach sąsiadujących z drogami krajowymi nr 19, 9 i 4, drogą wojewódzką nr 878 (przy alei Sikorskiego), a także w centrum miasta, czyli w miejscach, gdzie odbywa się największy ruch pojazdów.

Na terenie Rzeszowa naruszenia dopuszczalnych poziomów hałasu w środowisku występują przy: ul. Krakowskiej i Warszawskiej (do 15 dB); ul. Witosa, Batalionów Chłopskich, Lwowskiej, Lubelskiej, Dąbrowskiego, Podkarpackiej (do 10 dB); al. Powstańców Warszawy, ul. Marszałkowskiej (do 5 dB).

## 6. Podsumowanie

Podsumują, można stwierdzić, że głównymi źródłami zanieczyszczeń gleb w Rzeszowie są procesy produkcyjne w istniejących zakładach przemysłowych, procesy spalania paliw oraz transport.

W przypadku wód podziemnych występują zwiększone ilości żelaza, które są spowodowane geogenicznym pochodzeniem tego wskaźnika. Największym zagrożeniem dla wód są ścieki odprowadzane przede wszystkim z sektora komunalnego.

Ponadnormatywne wartości benzo(a)pirenu w pyłe PM<sub>10</sub> są skutkiem spalania paliw w celach grzewczych w gospodarstwach domowych.

Największe źródło hałasu w Rzeszowie stanowi hałas drogowy. Na podstawie własnych badań pokazano, że przekroczenia dopuszczalnych poziomów hałasu można zaobserwować na obszarach sąsiadujących z drogami krajowymi nr 4, 9 i 19, drogą wojewódzką nr 878 (przy alei Sikorskiego), a także w centrum miasta.

## Literatura

- [1] Poskrobko B., Poskrobko T., Skiba K.: Ochrona biosfery, PWN, Warszawa 2007.
- [2] Chmielowski K., Mazur R., Bedla D. i in. Analiza obciążenia hydraulicznego w oczyszczalni ścieków w Kolbuszowej Dolnej, *Episteme: Czasopismo Naukowo-Kulturalne*, vol. 1, nr 30, 2016, ss. 319-334.
- [3] Młyński D., Chmielowski K., Młyńska A. Analysis of hydraulic load of a wastewater treatment plant in Jasło, *Journal of Water and Land Development*, 2016, No. 28 (I-III), pp. 61-67.
- [4] Chmielowski K., Rajchel B., Karnas M. Content available remote Analiza skuteczności działania oczyszczalni ścieków „Kujawy”, *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury – Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA*, 2016 z. 63, nr 2/I, pp. 31-42. DOI:10.7862/rb.2016.107.
- [5] Sipowicz W., Bachórz J., Wójcik B.: Plan gospodarki odpadami dla miasta Rzeszowa, Rzeszów 2004.
- [6] Studziński, A., Pietrucha-Urbaniak, K. (2015). Preventive maintenance and reliability of water supply system elements, *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury – Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA*, 62(3), 2005, pp. 429-436. DOI:10.7862/rb.2015.126.
- [7] Lipińska E., Kozak E., Ciba J., Rybak T., Kalisz E., Kyc H. i inni: Raporty o stanie środowiska w latach 2010-2015, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska, Rzeszów.
- [8] Chmura U. i inni: Program ochrony powietrza dla strefy miasto Rzeszów, Załącznik do Uchwały nr XLII/804/10 Sejmiku Województwa Podkarpackiego z dnia 25 stycznia 2010, Rzeszów 2010.
- [9] Bohatkiewicz J., Biernacki S., Hałucha M. i inni: Program ochrony środowiska przed hałasem, Załącznik do uchwały nr LI/976/2013 Rady Miasta Rzeszowa z dnia 23 kwietnia 2013 r., Rzeszów 2013.
- [10] Rak J., Pietrucha-Urbaniak K. New directions for the protection and evolution of water supply systems - smart water supply. *Czasopismo Inżynierii Lądowej, Środowiska i Architektury – Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA*, 2015, No z. 3/I, pp. 365-373. DOI:10.7862/rb.2015.121.

## THE ANALYSIS OF THE SOURCES OF CONTAMINATION THE CITY OF RZESZOW

### S u m m a r y

The article has presented analysis such sources of contamination the city of Rzeszow, as industrial plants and municipal facilities, which are source devastation surface waters and groundwater the city of Rzeszow. Also analyzed contamination of soil, air and environment the source of noise. Economy development the city of Rzeszow, but the most of all increase industrial productions and urbanization process created real danger for deposits surface waters and groundwater, air and soil. In the article presented analyzed environmental contaminations the city of Rzeszow from industrial and municipal types of sources. Shown, that the contents of individual substances and heavy metals in listed uniform parts of surface waters in Rzeszow not exceed normative values. To the most prevalent Rzeszow soil contaminants may include the heavy metals (e.g. lead, mercury, copper, cadmium); organic compounds (pesticides); salts, sulfates, nitrates, chlorides. To main sources emission of anthropogenic contamination to soil on territory of Rzeszow may include manufacturing processes in industrial plants; combustion of fuels for energy purposes and transport. For condition of air in Rzeszow depends first of all linearly and surface emission. The public utilities sector are largely response for increased concentration of particulate matter and benzo(a)pyren in heating season. Used in households low-efficiency device and boilers, their bad technical condition, incorrect exploitation and also combustion bad quality of fuels and garbage are main cause the so-called low emission. The biggest excessive norms of noise can observed on areas neighbouring with national routes, voivodeship route and also the city-center, in the other words in places, which hosts the largest traffic.

**Keywords:** contamination, waters, air, soil, noise

*Przesłano do redakcji: 15.10.2017 r.*

*Przyjęto do druku: 15.12.2017 r.*