

# Metabolizm przemysłowy miast na wybranych przykładach z Wielkopolski

## Industrial metabolism of towns: selected examples from Wielkopolska

**Andrzej Macias**

Uniwersytet im. Adama Mickiewicza, Instytut Geografii Fizycznej i Kształtowania Środowiska Przyrodniczego,  
Zakład Geografii Kompleksowej i Kartografii, ul. Dziegielowa 27, 61-680 Poznań, e-mail: macias@amu.edu.pl

---

**Abstract:** The article presents the importance of industrial metabolism seen against the backdrop of the general metabolism of towns. To illustrate this problem, six variously sized towns from the voivodeship of Wielkopolska were selected. The magnitude of industrial metabolism and town metabolism was determined using the black-box method, i.e., rather than matter and energy flows within towns, their input and output streams were considered. Industry has a varying effect on matter and energy streams, and hence on town metabolism and the natural environment. Its impact depends on many factors, primarily on the branch and its significance, production size, and the technology employed. The article also offers an analysis of the relation of industrial pollution to total pollution generated in towns.

**Key words:** metabolism of cities, industrial metabolism, anthropogenic matter and energy flows

**Słowa kluczowe:** metabolizm miast, metabolizm przemysłowy, antropogeniczne przepływy materii i energii

### **Wstęp**

Antropogeniczne przepływy oraz transformację materii i energii w mieście, poprzez analogię do organizmu, można określić mianem metabolizmu. Pierwszy przejął to pojęcie z nauk biologicznych i użył w stosunku do miasta Wolman (1965), który w artykule na ten temat ukazał jakościowy przepływ energii i materii na wejściu i wyjściu hipotetycznego amerykańskiego miasta liczącego 1 mln osób. Interakcje człowiek–środowisko zachodzące w ekosystemach określa się również mianem metabolizmu (Dutkowski 1995, Mizgajski 2000).

Miasta, jako ekosystemy sztuczne, wymagają do swego trwania, funkcjonowania i rozwoju dodatkowych subwencji materii i energii, które dostarcza człowiek. Efektem transformacji materii i energii antropogenicznej są także produkty metabolizmu miasta, które możemy przez analogię do organizmu określić mianem metabolitów. Wśród nich można wyróżnić metabolity pożądane przez człowieka, takie jak np. produkty przemysłowe czy produkty rolne, oraz metabolity uboczne, niepożądane, takie jak pyły i gazy,

ścieki, odpady oraz stracona i wykorzystana energia termiczna. Z uwagi na stopień skomplikowania, szczególnie w przypadku dużych miast, do tej pory wykonano tylko nieliczne bilanse materii i energii o różnym poziomie szczegółowości. Stanowią one bardzo ważne źródło poznawcze charakteru funkcjonowania miasta oraz wielkości jego wpływu na środowisko przyrodnicze.

W niniejszej pracy przedstawiono rolę przemysłu w antropogenicznych przepływach materii i energii w wybranych miastach z różnych grup wielkościowych z obszaru Wielkopolski.

## **Rodzaje metabolizmu miasta**

Metabolizm miasta ma ścisły związek z jego rozwojem, stanem gospodarki, dostępnością zasobów i stopniem rozwoju populacji ludzkiej.

Mizgajski (2000) na przykładzie Poznania charakteryzuje metabolizm miasta jako wielkości strumieni materii i energii związanych ze sferą produkcyjną, budownictwem, przekształceniem energii, a także wielkością i strukturą konsumpcji oraz usług. W związku z tym na metabolizm miasta składają się następujące jego formy:

- metabolizm wodno-ściekowy – polega on na ujmowaniu, przesyle i wykorzystaniu wody do różnych celów, a następnie oczyszczeniu i zrzucie wód pościekowych wraz z utylizacją osadów pościekowych lub zrzutu ścieków do odbiornika (są jednak problemy z jego statusem, bowiem woda stanowi element niezbędny do funkcjonowania pozostałych rodzajów metabolizmów miasta, wchodząc w ich skład, dlatego można go rozpatrywać zarówno jako oddzielny rodzaj metabolizmu, jak i część składową innych jego rodzajów w mieście);
- metabolizm energetyczny – polega on na dostarczaniu wytworzonej już energii (najczęściej elektrycznej), surowców energetycznych do przetworzenia na energię cieplną, elektryczną lub mechaniczną do ekosystemu sztucznego (tutaj też można mieć podobne zastrzeżenia, co w metabolizmie wodno-ściekowym);
- metabolizm produkcyjny (przemysłowy) – obejmuje funkcjonujące na terenie miasta zakłady przemysłowe, a także inne rodzaje metabolizmu miasta (energetyczny, wodno-ściekowy, budowlany);
- metabolizm budowlany – związany z zabudową komunalną, przemysłową i komunikacyjną;
- metabolizm mieszkańców – wynika z potrzeb bytowych i życiowych osób zamieszkujących dany ekosystem sztuczny. Należy też zaznaczyć, że mieszkańcy korzystają z części metabolizmu wodnego, energetycznego oraz metabolizmu budowlanego.

Nie jest to pełny obraz metabolizmu miasta. Należy dodać do tego metabolizm rolniczy, który również odgrywa rolę w miastach, szczególnie tych mniejszych. Metabolizm rolniczy związany jest z produkcją pierwotną (uprawa roślin) i wtórną ekosystemu (hodowla zwierząt). Jeden z dowodów na jego znaczenie stanowi chociażby powierzchnia użytków rolnych w miastach. Przykładowo w 580-tysięcznym Poznaniu ich powierzchnia wynosi prawie 31% całego obszaru miasta (z tego ponad 84% to grunty orne), w prawie 30-tysięcznym Luboniu – 42,5% (z tego ponad 90% to grunty orne), w ponad 8-tysięcznych Pobiedziskach – prawie 58% (grunty orne – prawie 94%), a w 4,5-tysięcznych Zdunach k. Krotoszyna – aż 65,5% powierzchni miasta (z tego ponad 90% to grunty orne). Być może w przyszłości ulegnie on zmarginalizowaniu ze względu na nowe uwarunkowania prawne pozwalające na łatwą zmianę funkcji użytków rolnych w granicach administracyjnych na cele nierolnicze.

## **Metabolizm przemysłowy**

Metabolizm przemysłowy to produkcja wtórna ekosystemu sztucznego. Pierwszy użył tego pojęcia i zdefiniował je Ayres (1994). Do jego funkcjonowania niezbędne są inne typy metabolizmu, tj. wodno-ściekowy czy też energetyczny, a w niektórych przypadkach (zakłady przemysłu spożywczego), również metabolizm rolniczy. W jego skład wchodzi przede wszystkim surowce przemysłowe zamieniane w trakcie produkcji na produkty przemysłowe oraz zanieczyszczenia (pyły i gazy, ścieki i odpady). Funkcjonowanie metabolizmu przemysłowego byłoby niemożliwe bez wody (metabolizm wodno-ściekowy) oraz surowców energetycznych i energii elektrycznej (metabolizm energetyczny), a także metabolizmu budowlanego (hale produkcyjne).

W większości przypadków produkcja przemysłowa jest tylko w części wykorzystywana na potrzeby miasta, a pozostała ilość wysyłana poza ekosystem sztuczny.

Metabolizm przemysłowy można ponadto rozpatrywać jeszcze na niższym poziomie, jako metabolizm poszczególnych gałęzi przemysłu, a także metabolizm pojedynczych zakładów przemysłowych, nie jest to jednak tematem niniejszej pracy.

Analizując literaturę poświęconą temu problemowi, należy stwierdzić, iż ilość opracowań z tego zakresu nie jest imponująca. Najszerzej tę tematykę omówił Tarr (2002) w swej pracy dotyczącej metabolizmu przemysłowego miasta na przykładzie Pittsburga. Pozostałe prace omawiają metabolizm przemysłowy w innym kontekście lub w powiązaniu z innymi rodzajami metabolizmu albo tylko z punktu widzenia przepływu materii, albo tylko z punktu widzenia przepływu energii. I tak, Luks i Hammer (2003) przedstawili metabolizm przemysłowy i społeczny w świetle analizy przepływu materii w aspekcie problemu zrównoważenia oraz jako relacje między społeczeństwem a środowiskiem. Problem metabolizmu przemysłowego znalazł się także w pracach Bringezu (2003), Felsa i Noella (2003) oraz Molla et al. (2005). Opisano w nich m.in. zasady i metodologię zrównoważonego przepływu materii, strategię i zasady zarządzania metabolizmem przemysłowym oraz związku między wejściem a wyjściem. W ostatniej z wymienionych prac rozpatrywano metabolizm przemysłowy na poziomie krajowym (przykłady krajów Unii Europejskiej), jak również wpływ strumieni materii na środowisko przyrodnicze.

## **Zarys metodyki badań**

Wielkość metabolizmu przemysłowego wybranych miast Wielkopolski określono metodą tzw. „czarnej skrzynki” (ang. black box), w której do analizy antropogenicznych przepływów materii i energii wzięto tylko wejście i wyjście ekosystemu miasta, a nie rozważano przepływów materii i energii wewnątrz miasta. Analizując metabolizm przemysłowy miast, zwrócono uwagę na problem materiałochłonności i energochłonności, wynikający ze sposobów bilansowania jednostkowych wielkości materii i energii. W niniejszej pracy do obliczeń zastosowano pojęcie materiałochłonności całkowitej, która oznacza relację ilości zużytych materiałów do ogólnych rozmiarów produkcji. Natomiast w przypadku przepływów energetycznych przyjęto pojęcie energochłonności bezpośredniej, określające wartość energetyczną nośników energii (pierwotnych i wtórnych) lub ekwiwalent energetyczny pozostałych surowców i materiałów.

Pierwszym etapem było pozyskanie danych składających się na metabolizm przemysłowy. Źródłem danych były zakłady przemysłowe znajdujące się na terenie wybranych do analizy miast z województwa wielkopolskiego. Z wszystkich znaczących przedsiębiorstw przemysłowych uzyskano potrzebne informacje. Wyjątkiem były małe zakłady, szczególnie w Poznaniu, gdzie bardzo duża ich ilość sprawiła, że zebranie danych praktycznie było nie do wykonania. Również w Urzędzie Statystycznym w Poznaniu nie uzyskano

tych danych, bowiem gromadzone informacje odnoszące się do wielkości produkcji dotyczą zakładów zatrudniających więcej niż 5 osób. Tylko w niektórych przypadkach (stosunkowo nielicznych) uzyskano odmowną odpowiedź. Jednocześnie należy stwierdzić, na podstawie danych uzyskanych z podobnych drobnych zakładów, że w ogólnym bilansie miasta nie mają one praktycznie większego znaczenia.

W drugim etapie otrzymane dane z zakładów przemysłowych wyrażone w jednostkach ilościowych (szt.) lub objętościowych ( $\text{dm}^3$ ,  $\text{m}^3$ ), zamieniano najpierw za pomocą przeliczników na jednostki wagowe. Potem wszystkie sprowadzono do wspólnej jednostki wagowej (tona).

Ostatni etap polegał na przeliczeniu ich, przy zastosowaniu wskaźników, na energię lub ekwiwalenty energetyczne wyrażone w MJ.

W drugim etapie wykorzystano wskaźniki i przeliczniki wagowe, a w trzecim etapie wskaźniki i przeliczniki energetyczne zawarte przede wszystkim w pracy Maciasa (2001).

## Obszar badań

Do badań wybrano 6 miast z województwa wielkopolskiego (por. tab. 1) o zróżnicowanej wielkości i różnym udziale powierzchni zajętej przez zakłady przemysłowe.

Krótką charakterystykę przemysłową badanych miast wraz z wykazem najbardziej znaczących zakładów przedstawiono w tabeli 2.

## Rola metabolizmu przemysłowego w miastach

Przemysł odznacza się zróżnicowanym wpływem na strumienie materii i energii, a przez to na metabolizm miasta. Ten jego wpływ zależy od wielu czynników, przede wszystkim od rodzaju reprezentowanej gałęzi, znaczenia, wielkości produkcji oraz wykorzystywanej technologii.

Problem ten dobrze obrazują wybrane do badań miasta, gdzie udział przemysłu w metabolizmie tych miast oraz w przepływach materii i energii jest mocno zróżnicowany (tab. 3, 4). Bardzo niewielki jest udział

Tabela 1. Porównanie powierzchni i liczby mieszkańców badanych miast

Table 1. Comparison of the area and population of the towns under study

Miasto	Powierzchnia miasta (ha)	Powierzchnia zajęta przez przemysł (ha)	Liczba ludności	
			osoby	rok
Zduny k. Krotoszyna	614,0	34,0	4461	2004
Pobiedziska	1016,0	1,0	8271	2005
Oborniki Wlkp.	1408,0	64,0	17913	2003
Kościan	815,0	33,0	24121	2005
Luboń	1352,0	57,0	24934	2002
Poznań	26137,0	1274,0	570778	2005

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Bazy Danych Regionalnych GUS i danych Wojewódzkiego Ośrodka Dokumentacji Kartograficznej i Geodezyjnej w Poznaniu.

Source: Own work on the basis of Regional Data Base of the GUS and the Regional Documentation Center of Cartography and Geodesy in Poznań

przemysłu na wejściu i wyjściu z miasta Zduny (zaledwie do kilku procent udziału wagowego oraz do kilkunastu procent udziału energetycznego), natomiast bardzo znaczący w Luboniu (ponad połowę przepływów stanowi materia i energia wykorzystywana w produkcji przemysłowej).

W zaprezentowanych tabelach można zauważyć jeszcze jedną interesującą rzecz, a mianowicie to, że prawie zawsze w przypadku przemysłu (z wyjątkiem przemysłów miast Pobiedzisk i Kościana na wejściu)

Tabela 2. Liczba podmiotów gospodarczych i produkcyjnych w badanych miastach wraz z najważniejszymi zakładami produkcyjnymi

Table 2. Number of economic entities and manufacturers in the towns under study, with major manufacturing plants

Miasto	Liczba podmiotów gospodarczych	Liczba podmiotów produkcyjnych	Ważniejsze zakłady
Zduny k. Krotoszyna	326	25	3 piekarnie, kaffarnia, tartak, 4 stolarnie, 3 masarnie
Pobiedziska	1054	120	– PFCh „Synteza” (branża farmaceutyczno-chemiczna) – „Vitrosilicon” (huta szkła) – PUP „Tip-Topol” (membrany) – Plastivan (tworzywa sztuczne) – betoniarnia
Oborniki Wlkp.	2582	384	– Metalplast-Oborniki (konstrukcje stalowe) – Huta Szkła „Lucyna” – Unikom-Bols (wyroby spirytusowe) – Fabryka Budowy Maszyn „Avermann” (wyroby metalowe) – Baumat (prefabrykaty żelbetowe) – Warbud – zakłady w Obornikach (produkcja okien) – Guma (wyroby z gumy)
Kościan	2993	293	– Obrzańska Spółdzielnia Mleczarska – PP „Metalchem-Kościan” (wyroby metalowe) – Meprozet Kościan (wyroby metalowe) – ADM Cocoa Polska (półprodukty kakaowe) – Wytwórnia Lodów „WSG” – Kościańska Fabryka Mebli – Wytwórnia Wyrobów Foliowych „Folplast”
Luboń	3092	435	– Wielkopolskie Przedsiębiorstwo Przemysłu Ziemniaczanego (WPPZ) (obecnie produkcja zlikwidowana) – Zakłady Chemiczne im. R. Maya Sp. z o.o. (prod. nawozów sztucznych) – PIW „Lubanta” (domieszki chemiczne do betonu) – piekarnia-cukiernia „Anika” – Multichem (produkty chemiczne) – Wostol (produkcja drzwi) – Mat-Gum (wyroby gumowe) – Tempra, (wyroby metalowo-gumowe)

Miasto	Liczba podmiotów gospodarczych	Liczba podmiotów produkcyjnych	Ważniejsze zakłady
Poznań	88056	8969	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Kompania Piwowarska S.A. (produkcja piwa)</li> <li>– Wrigley Poland (produkcja gumy do żucia)</li> <li>– Volkswagen Poznań (montaż samochodów)</li> <li>– Bridgestone (produkcja opon samochodowych)</li> <li>– Centra (produkcja akumulatorów i baterii)</li> <li>– H. Cegielski-Poznań (przemysł maszynowy)</li> <li>– GlaxoSmithKline Pharmaceuticals (prod. farmaceutyków)</li> <li>– Goplana – Nestle (produkcja słodczy)</li> <li>– Huta szkła „Antoninek”</li> <li>– Fabryka Łożysk Toczących</li> <li>– Lorenz Bahlsen (produkcja artykułów spożywczych)</li> <li>– Unilever Poznań (produkcja kosmetyków)</li> <li>– Kreisel (materiały budowlane)</li> <li>– PoWoGaz (produkcja wodomierzy)</li> </ul>

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

udział procentowy ekwiwalentu energetycznego jest większy niż udział procentowy materiałów i surowców dostarczanych na potrzeby przemysłu.

Jak poważne konsekwencje może mieć istnienie dużego zakładu przemysłowego dla metabolizmu miasta i jego przepływów, ukazuje przykład cukrowni w mieście Zduny. Zebrany materiał badawczy pozwolił na porównanie udziału przemysłu w przepływach w okresie, kiedy przedsiębiorstwo to w pełni funkcjonowało oraz obecnie, gdy zostało ono zamknięte. W tabeli 5 zawarto dane dotyczące udziału przemysłu na wejściu i wyjściu do i z miasta Zduny. Udział zmalał z ponad połowy do zaledwie

Tabela 3. Udział przemysłu (surowców i półproduktów przemysłowych, energetycznych i wody) na wejściu badanych miast

Table 3. Proportion of industry (industrial raw materials and semi-finished goods, energy and water) at the input of the towns under study

Miasto	Materia (% ogółu wejścia)	Energia (% ogółu wejścia)
Zduny (2004)	0,23	11,89
Pobiedziska (2005)	21,96	19,02
Oborniki (2003)	15,85	38,30
Kościan (2005)	16,40	16,31
Luboń (2002)	52,41	79,29
Poznań (2004)	20,83	61,29

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

Tabela 4. Udział przemysłu (produkcji i zanieczyszczeń) na wyjściu badanych miast

Table 4. Proportion of industry (production and pollution) at the output of the towns under study

Miasto	Materia (% ogółu wejścia)	Energia (% ogółu wejścia)
Zduny (2004)	2,65	17,24
Pobiedziska (2005)	28,87	33,55
Oborniki (2003)	17,02	81,59
Kościan (2005)	18,68	40,04
Luboń (2002)	57,01	98,99
Poznań (2004)	21,53	53,55

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

Tabela 5. Udział przemysłu w Zdunach w latach 1994 (z cukrownią) i 2004 (bez cukrowni)  
 Table 5. Proportion of industry at Zduny in 1994 (with the sugar plant) and 2004 (without the sugar plant)

Wyszczególnienie	Zduny (1994)	Zduny (2004)	
Wejście	Materia	60,67%	0,23%
	Energia	72,07%	11,89%
Wyjście	Materia	5,77%	2,65%
	Energia	50,78%	17,24%
W tym zanieczyszczenia	Materia	2,37%	2,02%
	Energia	9,46%	6,67%

Źródło: Opracowanie własne.  
 Source: Author's study.

kilku-kilkunastu procent. Należy jednak zaznaczyć, że niski udział produkcji przemysłowej na wyjściu spowodowany był eksportem wody pitnej. Wyłączając go, uzyskujemy ponad 50-procentowy udział przemysłu także i w tym przypadku. Nie bez znaczenia jest też istotne zmniejszenie oddziaływania miasta na środowisko przyrodnicze, bowiem wraz z zamknięciem tego zakładu (dane z ostatniej pełnej kampanii z roku 2002) wielkość emitowanych zanieczyszczeń zmniejszyła się o:

- emisja: pyłów – 31 t, SO<sub>2</sub> – 141 t, NO<sub>x</sub> – 48 t, CO – 47 t,
- zrzut wód pościekowych – 58 000 m<sup>3</sup>,
- wytworzone odpady przemysłowe – 137 600 t (dane GUS),

co w stosunku do ogólnych przepływów materii i energii w mieście Zduny było ilością znaczącą.

Skrajnym przykładem bardzo dużego znaczenia przemysłu w metabolizmie miasta jest Odolanów w województwie Wielkopolskim. W tym małym mieście (ok. 4900 ludności) znajduje się jedyny w Polsce Zakład Odazotowania Gazu Ziarnnego „Krio”. Udział tego zakładu na wejściu Odolanowa pod względem wagowym wynosił w 1996 r. prawie 88%, a pod względem energetycznym ponad 99%. Podobnie jest na wyjściu z tego miasta (Macias 2001).

Oprócz wpływu na metabolizm miast przemysł odgrywa ważną rolę w procesach transformacji materii i energii, a co za tym idzie – ma też istotny wpływ na strumień wyjściowy z miasta (eksportowana poza miasto produkcja przemysłowa) oraz na wielkość zanieczyszczeń emitowanych przez dane miasto.

Wielkość produkcji przemysłowej opuszczającej granice badanych miast przedstawiono w tabeli 6. Wynika z niej, że pod względem wagowym jej udział procentowy jest kilka-kilkaset razy mniejszy niż pod względem energetycznym. Można to wyjaśnić faktem, że mało znaczące pod względem energetycznym ścieki posiadają największy udział pod względem wagowym. Na uwagę zasługuje bardzo duża dominacja na wyjściu produkcji przemysłowej w Luboniu (aż ponad 96%, wynikająca głównie z ekwiwalentu energetycznego nawozów fosforowych i skrobi).

Woda pod względem wagowym jest dominującym strumieniem w analizowanych miastach (por. np. Macias 2001). Większość wody służy przede wszystkim do zaspokojenia potrzeb ludności i przemysłu. Analizując tabelę 7, widać duże zróżnicowanie zużycia wody na cele przemysłowe, od zaledwie 1,5% udziału w Zdunach (przed zamknięciem cukrowni był on kilkakrotnie większy) do prawie 56% w przypadku Lubonia (obecnie jest on znacznie mniejszy z powodu zamknięcia zakładów przemysłu przetwórstwa ziemniaczanego). Porównując ilość zużytej na potrzeby przemysłu wody do ilości i wielkości zakładów w poszczególnych badanych miastach należy stwierdzić, że udział wody zużytej na potrzeby przemysłu może być jednym z najlepszych wskaźników odzwierciedlających znaczenie przemysłu w metabolizmie miast.

Powstające podczas produkcji zanieczyszczenia przemysłowe w badanych miastach są silnie zróżnicowane. Odniesiono je do ogółu zanieczyszczeń powstających w miastach (tab. 8). Pod względem



Tabela 6. Udział produkcji przemysłowej na wyjściu w badanych miastach

Table 6. Proportion of industrial production at the output of the towns under study

Miasto	Materia (% ogółu wyjścia)	Energia (% ogółu wyjścia)
Zduny (2004)	0,07	17,91
Pobiedziska (2005)	5,47	31,92
Oborniki Wlkp. (2003)	8,66	78,89
Kościan (2005)	4,49	37,85
Luboń (2002)	2,94	96,02
Poznań (2004)	1,67	46,18

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

Tabela 7. Udział wody zużytej w przemyśle do ogółu wody w danym mieście

Table 7. Water used in industry as a proportion of total water consumption in the given town

Miasto	Woda na potrzeby przemysłowe (% ogółu zużytej wody)
Zduny (2004)	1,5
Pobiedziska (2005)	20,6
Oborniki Wlkp. (2003)	9,6
Kościan (2005)	15,4
Luboń (2002)	55,83
Poznań (2004)	19,1

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

wagowym stanowią one od zaledwie nieco ponad 2% w Zdunach do aż ponad 56% w Luboniu, a pod względem energetycznym od ponad 3,5% w przypadku Poznania do prawie 37% w Luboniu. Zdaniem autora, zaprezentowane dane ukazujące całość zanieczyszczeń przemysłowych w większości przykładów dość wiernie oddają znaczenie przemysłu w metabolizmach analizowanych miast.

W zanieczyszczeniach przemysłowych wzięto pod uwagę pyły i gazy, ścieki wraz z wodami pościekowymi i chłodniczymi oraz odpady. W tabelach 8 i 9 przedstawiono charakterystykę poszczególnych rodzajów zanieczyszczeń w analizowanych miastach.

Udział emisji przemysłowych zanieczyszczeń powietrza w ogólnej emisji wynosi od kilku (Pobiedziska) do prawie 48% (Luboń) (por. tab. 9). Dość duży jak na warunki Zdun udział emisji pyłów i gazów

Tabela 8. Udział zanieczyszczeń przemysłowych w ogólnej ilości emitowanych zanieczyszczeń przez badane miasta

Table 8. Industrial pollution as a proportion of total pollution emitted by the towns under study

Miasto	Materia	Energia
Zduny (2004)	2,02%	6,67%
Pobiedziska (2005)	25,05%	12,70%
Oborniki Wlkp. (2003)	9,14%	20,93%
Kościan (2005)	14,96%	14,52%
Luboń (2002)	56,17%	36,92%
Poznań (2004)	20,53%	3,65%

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.

Tabela 9. Udział zanieczyszczeń przemysłowych w zanieczyszczeniach powietrza ogółem

Table 9. Industrial pollution as a proportion of total air pollution

Miasto	Udział wagowy oraz energetyczny pyłów i gazów przemysłowych (% ogółu zanieczyszczeń powietrza)
Zduny (2004)	15,58
Pobiedziska (2005)	5,53
Oborniki Wlkp. (2003)	18,89
Kościan (2005)	8,96
Luboń (2002)	18,18
Poznań (2004)	47,94

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Author's study.



przemysłowych wynikał z ówczesnego wykorzystania kotłowni zlikwidowanej cukrowni do dostarczania energii cieplnej do mieszkań.

Ilość ścieków przemysłowych odzwierciedla w przybliżeniu wielkość zużytej wody na potrzeby zakładów przemysłowych. Podobny jest zatem udział ścieków oraz wód pościekowych i pochłoniczych na wyjściu.

Na podstawie literatury (por. Rosik-Dulewska 2002) wiadomo, że odpady powstające w sektorze produkcyjnym stanowią w Polsce i w większości dużych miast istotną część strumienia odpadów. Udziały tych odpadów w badanych miastach w stosunku do całości odpadów przedstawiono w tabeli 10. Widać z niej, jak znaczącą rolę odgrywają duże zakłady przemysłowe w bilansie odpadów, szczególnie w Luboniu, gdzie ich udział sięga 98%. Natomiast w przypadku małych miast z lokalnym przemysłem udział odpadów przemysłowych jest zdecydowanie mniejszy, a w Zdunach k. Krotoszyna nie wynosi on nawet 20%. Tak więc nie zawsze strumień odpadów przemysłowych stanowi główny udział w bilansie odpadów.

Znacząca część odpadów przemysłowych, szczególnie w Poznaniu, jest w zróżnicowany sposób zagospodarowywana i wykorzystywana w różnych działach gospodarki. Zmniejsza to w znacznym stopniu oddziaływanie i uciążliwość dla środowiska przyrodniczego.

Tabela 10. Udział odpadów przemysłowych w stosunku do ogółu zebranych w analizowanych miastach  
Table 10. Industrial waste as a proportion of total waste collected in the towns under analysis

Miasto	Odpady przemysłowe (% ogółu odpadów)
Zduny (2004)	16,4
Pobiedziska (2005)	37,8
Oborniki Wlkp. (2003)	51,7
Kościan (2005)	50,4
Luboń (2002)	97,8
Poznań (2004)	70,0

Źródło: Opracowanie własne.  
Source: Author's study.

Tabela 11. Przedsiębiorstwa wytwarzające najwięcej odpadów przemysłowych na terenie miasta Poznania w 2004 r. (Kuczyński i in., 2007).

Table 11. Enterprises generating the greatest amounts of industrial waste in Poznań city in 2004 (Kuczyński et al., 2007).

Lp.	Nazwa przedsiębiorstwa	Ilość wytworzonych odpadów przemysłowych w Mg
1	Dalkia Poznań S.A.	287350
2	Kompania Piwowarska S.A.	101926
3	Aquanet S.A.	87262
4	NCC Polska Sp. z o.o.	62584
5	Przedsiębiorstwo Sprzętowo-Transportowe „Transfadrom”	20114
6	Volkswagen Poznań Sp. z o.o.	18565
7	Zakłady Metalurgiczne „Pomet” S.A.	12718
8	Buhck Recycling Sp. z o.o.	11692
9	H. Cegielski-Poznań S.A.	11210
10	Słodownia Soufflet Polska Sp. z o.o.	9504

Jak istotny wpływ na bilans odpadów w małym mieście ma likwidacja dużego zakładu przemysłowego, można zobaczyć na przykładzie Zdun, gdzie na początku XXI w. zlikwidowano cukrownię. Udział odpadów przemysłowych w strumieniu odpadów spadł wtedy z 98,9% do 16,4%.

Większość odpadów wytwarzanych przez zakłady przemysłowe pochodzi tylko z kilku–kilkunastu dużych obiektów, o znaczeniu ponadlokalnym. Można to ukazać na przykładzie Poznania, gdzie 10 zakładów produkcyjnych posiada aż 92,3% udziału w strumieniu odpadów przemysłowych (por. tab. 11). Wszystkie pozostałe podmioty produkcyjne w ilości 8959 mają zaledwie 7,7% udziału. Badania wykazały, że odpady wytwarzane przez małe i średnie przedsiębiorstwa stanowią od 2 do 8% strumienia odpadów przemysłowych (Kuczyński et al. 2007).

## **Podsumowanie**

Badania przeprowadzone nad metabolizmem przemysłowym wybranych miast wykazały, że wywiera on w większości przykładów istotny wpływ na ich ogólny metabolizm. Największe znaczenie miał w Luboniu, głównie z powodu istnienia kilku dużych zakładów przemysłowych o randze ponadregionalnej, z kolei najmniejsze – w Zdunach k. Krotoszyna, przede wszystkim z racji obecnej niewielkiej produkcji przemysłowej w tym mieście.

Istotny wpływ na ilość wytwarzanych zanieczyszczeń przemysłowych ma podejście przedsiębiorstw produkcyjnych do kwestii ich oddziaływania na środowisko przyrodnicze. Najwięcej urządzeń do redukcji zanieczyszczeń w zakładach przemysłowych ma Poznań, który cechują też najwyższe wskaźniki redukcji tych zanieczyszczeń. Od roli przedsiębiorstw (choć to powinno być standardem) zależy stosowanie czystszych technologii czy najlepszych dostępnych technik (BAT), które są częścią systemów zarządzania środowiskiem. Wprowadzenie systemów zarządzania środowiskiem pozwala nie tylko na uporządkowanie wszelkich problemów w dziedzinie ochrony środowiska, ale także na zmniejszenie materiałochłonności, wodochłonności i energochłonności produkcji oraz zmniejszenie ilości metabolitów ubocznych w postaci zanieczyszczeń powietrza, ścieków i odpadów. Szczególnie powinno się dążyć do wprowadzenia obiegów zamkniętych, które właśnie powodują znaczący spadek zużycia surowców, wody, materiałów i energii oraz jednoczesną dużą redukcję wytworzonych zanieczyszczeń i odpadów.

Większość wskaźników odzwierciedla znaczenie przemysłu w analizowanych miastach, a do najlepszych należą: wielkość zużycia wody w przemyśle do ogółu zużytej wody, wielkość produkcji przemysłowej na wyjściu, ilość odpadów przemysłowych czy udział zapotrzebowania przemysłowego na wejściu i efektów produkcji przemysłowej na wyjściu.

## **Literatura**

- Ayres R.U. 1994. Industrial metabolism. Theory and policy. W: R.U. Ayres, U. Simonis (red.), Industrial metabolism. United Nations University Press, Tokyo, s. 3–20.
- Bringezu S. 2003. Industrial ecology and material flow analysis. Basic concepts. Policy relevance and some case studies. Wuppertal Institute, Wuppertal.
- Dutkowski M. 1995. Konflikty w gospodarowaniu dobrami środowiskowymi. Wyd. Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk.
- Fels T., Noell C. 2003. Managing sustainable regional material flows. A key issue of sustainable development – contemporary concepts and models. W: J. Steffe (red.), Third European Conference of

- the European Federation for Information Technology in Agriculture. *Food and the Environment* 1, s. 101–106.
- Kuczyński J., Kazek A., Kuchta B., Urbanowska E., Bednarek R., Pyszny K. 2007. Plan gospodarki odpadami dla miasta Poznania. Poznań.
- Luks F., Hammer M. 2003. Material flow analysis, discourse analysis and the rhetorics of (ecological) economics. *Working Neds Papers, Universität Hamburg* 1, 3.
- Macias A. 2001. Antropogeniczny przepływ materii i energii na przykładzie wybranych małych miast Wielkopolski. *Poznańskie Towarzystwo Przyjaciół Nauk, Prace Komisji Geograficzno-Geologicznej* 31. Poznań.
- Mizgajski A. 2000. Określenie pożądanych cech ekologicznie podtrzymywalnego rozwoju Poznania, kierunków poprawy środowiska miejskiego i nadania poprawie charakteru trwałego. *Biuletyn KPZK* 192, s. 221–244.
- Moll S., Bringezu S., Schütz H. 2005. *Resource Use in European Countries. Material flow and Resource Management. Wuppertal Report 1. Wuppertal.*
- Rosik-Dulewska C. 2002. *Podstawy gospodarki odpadami.* Wyd. PWN, Warszawa.
- Tarr J.A. 2002. The metabolism of the industrial city: The case of Pittsburgh. *Journal of Urban History* 28, 5, s. 511–545.
- Wolman A. 1965. The metabolism of cities. *Scientific American* 213, 3, s. 179–190.