



Beata KŁOJZY-KARCZMARCZYK*, Said MAKOUDI*, Janusz MAZUREK**,
Jarosław STASZCZAK**, Jan ŻÓŁTEK***

Analiza wyników inwentaryzacji wyrobów zawierających azbest na obszarze 63 gmin w latach 2005–2015

Streszczenie: Wprowadzenie ustawy o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest z 1997 roku zakończyło okres wykorzystywania azbestu oraz zapoczątkowało szeroki, a zarazem długotrwały, proces jego usuwania i wytwarzania odpadów. Podstawowym elementem realizowanym w procesie oczyszczania kraju z azbestu jest prowadzenie szczegółowej inwentaryzacji wraz z oceną stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest. Praca obejmuje analizę danych pozyskanych w czasie inwentaryzacji na obszarze 63 gmin w latach 2005–2015, które zasiliły Bazę Azbestową Ministerstwa Gospodarki. Analiza uwzględnia oddzielnie obszary gmin wiejskich oraz obszary gmin miejskich, zgodnie z ich granicami. Gminy miejsko-wiejskie zostały przeanalizowane jako kolejna grupa i nie zostały rozdzielone pomiędzy gminy o charakterze miejskim oraz wiejskim. Szacowanie wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest wykonano dwoma sposobami: jako wskaźnik arytmetyczny, gdzie każda z gmin jest szacowana z taką samą wagą oraz jako wskaźnik wagowy, gdzie oszacowana wartość uśredniona uwzględnia wagi przypisywane poszczególnym gminom związane z liczbą mieszkańców. Zinwentaryzowaną ilość wyrobów zawierających azbest w gminach uznano za potencjalną wielkość wytwarzania odpadów zawierających azbest w przyszłości. Obliczenia wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest w przeliczeniu na 1 mieszkańca podano w m^2/M oraz kg/M . Najmniejsze wielkości nagromadzenia wyrobów zawierających azbest przypadające na jednego mieszkańca odnotowano w gminach miejskich, nieco większe w miejsko-wiejskich, a największe w gminach wiejskich (wskaźnik wagowy – $21 m^2/M$, wskaźnik arytmetyczny – $24 m^2/M$). Z analizy uzyskanych wartości wskaźnika wytwarzania można sądzić, że przy tej ilości przeprowadzonych inwentaryzacji na obszarach wiejskich, kolejne zwiększenie ilości obszarów nie wpływa już znacząco na zmianę szacowanej średniej wartości wytwarzania dla gmin o typowo wiejskim charakterze. Znaczenie ma natomiast metoda szacowania wskaźnika. Analiza jakościowa wyrobów zawierających azbest została podzielona na dwa okresy czasowe, zgodnie ze zmianą zapisów rozporządzenia (Dz.U. z 2004 r. Nr 71, poz. 649 oraz Dz.U. z 2010 r. Nr 162, poz. 1089): 2005–2010 i 2011–2015. Łącznie w pierwszym okresie badań, w gminach miejskich ponad 30% wyrobów zawierających azbest zostało zakwalifikowane do I stopnia pilności, w gminach wiejskich ponad 40% oraz w gminach miejsko-wiejskich kilkanaście. W kolejnym okresie badań, w gminach miejskich łącznie około 20% wyrobów znalazło się w I stopniu pilności, w gminach miejsko-wiejskich około 25% oraz blisko 40% w gminach wiejskich.

* Dr inż., ** Mgr inż., *** Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków;
e-mail: beatakk@min-pan.krakow.pl; makoudi@min-pan.krakow.pl; jan@min-pan.krakow.pl; jaro@min-pan.krakow.pl;
zoltek@min-pan.krakow.pl

Słowa kluczowe: wyroby zawierające azbest, inwentaryzacja ilościowa, ocena jakościowa stanu, wytwarzanie odpadów, wskaźnik arytmetyczny, wskaźnik wagowy

An analysis of inventory results of products containing asbestos in the area of 63 communes in the period from 2005–2015

Abstract: The introduction of the law banning the use of asbestos-containing products in 1997 ended the period of using asbestos and marked the beginning of a lengthy process to remove these products and the waste generation process. The basic element in the process of cleaning the country from asbestos is to conduct a detailed inventory with an assessment of the current condition. The work includes an analysis of data obtained during the inventory in the area of 63 communes in the period from 2005–2015, which stem from the Ministry of Economy's Asbestos Data Bank. The analysis takes areas of rural and urban communes in accordance with their borders into account separately. Urban-rural communes have been analysed as a different group and have not been divided into urban and rural areas. The indicator of the generation of waste containing asbestos has been estimated in two ways: as an arithmetic indicator, where each of the communes is estimated with the same weight and as a weight indicator where the estimated averaged value takes the weight assigned to each of the communes related to their population into account. The inventoried amount of asbestos in the communes was considered as the potential size of the generation of waste containing asbestos in the future. The calculation of the generation of waste containing asbestos per capita was provided in $1 \text{ m}^2/\text{M}$ and kg/M . The smallest amount of accumulated products containing asbestos per capita was recorded in urban communes, a slightly bigger amount in urban and rural communes, and the largest in rural communes (weight indicator – $21 \text{ m}^2/\text{M}$, arithmetic indicator – $24 \text{ m}^2/\text{M}$). An analysis of the obtained values of the generation indicator leads to a conclusion that, with the amount of inventory in the rural areas, the increase of number of areas no longer significantly impacts the average value estimation of generation in communes with a distinct rural nature. However, the method of estimating the indicator remains important. A qualitative analysis of products containing asbestos has been divided into two periods, to synchronise with the amended legislation (*Journal of Laws 2004. No. 71, item. 649 and Journal of Laws 2010. No. 162, item. 1089*): 2005–2010 and 2011–2015. In total, in the first period of research in the urban communes more than 30% of products containing asbestos were qualified as level 1 urgency, over 40% in rural communes and about a dozen in urban and rural communes. In the next stage of research, approx. 20% of production in all urban communes were considered as level 1 urgency, approximately 25% in urban-rural communes and nearly 40% in rural communities.

Keywords: asbestos-containing products, quantitative inventory, qualitative assessment of the current condition, waste generation, arithmetic indicator, weight indicator

Wprowadzenie

W Polsce, szerokie stosowanie azbestu w różnego rodzaju technologiach przemysłowych, budownictwie, energetyce i transporcie przypada na lata siedemdziesiąte XX wieku. Głównymi elementami związanymi z występowaniem wyrobów zawierających azbest są obiekty i tereny, gdzie je produkowano i magazynowano, a także „dzikie wysypiska” odpadów zawierających azbest oraz nieruchomości, w których użytkowane są wyroby z udziałem azbestu o naruszonej strukturze w szczególności, gdy są one nieprawidłowo usuwane (m.in. *Dyczek 2000; Obmiński 2000; Pichór 2005; Makoudi 2007; Szeszenia-Dąbrowska 2007; Szeszenia-Dąbrowska i Sobala 2010; Szeszenia-Dąbrowska i in. 2015*). Wprowadzenie ustawy o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest z dnia 19 czerwca 1997 roku (*Dz.U. z 1997 r. Nr 101, poz. 628 ze zm.*) zakończyło okres jego stosowania, a zapoczątkowało szeroki i długotrwały proces jego usuwania, a tym samym wytwarzania odpadów zawierających azbest. Usuwanie wyrobów zawierających azbest z terenu poszczególnych gmin realizowane jest na podstawie Programu usuwania azbestu i wyrobów zawierających

azbest stosowanych na terytorium Polski z 2002 roku oraz o jego aktualizację z 2009 roku, czyli Program oczyszczania kraju z azbestu na lata 2009–2032. Podstawowym działaniem realizowanym w procesie oczyszczania kraju z azbestu jest prowadzenie szczegółowej inwentaryzacji wraz z oceną stanu. Wyniki inwentaryzacji realizowanej na obszarach gmin są na bieżąco zamieszczane w Bazie Azbestowej Ministerstwa Gospodarki (obecnie Ministerstwa Rozwoju) (<http://www.bazaazbestowa.gov.pl>).

W latach 2005–2015 autorzy prezentowanej pracy prowadzili na terenach kilkudziesięciu gmin inwentaryzację wyrobów zawierających azbest wraz z oceną ich stanu technicznego w warunkach rzeczywistych czyli według tzw. spisu z natury. Jest to najdokładniejsza metoda określenia ilości oraz jakości wyrobów zawierających azbest (m.in. Kłojzy-Karczmarczyk i Makoudi 2011a, 2012; Kłojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015). Istotnym zagadnieniem jest określenie wskaźnika obrazującego ilość wyrobów zawierających azbest wbudowanych na obszarach gmin, który jest pomocnym narzędziem w rozpoznawaniu skali potencjalnego wytwarzania odpadów, aż do 2032 roku (Program usuwania azbestu... 2002; Program Oczyszczania Kraju... 2009). Ze względu na uwarunkowania obszarów miejskich oraz wiejskich, konieczne jest oddzielne szacowanie wskaźników wytwarzania odpadów dla tych obszarów. Obserwacje prowadzone na obszarach wiejskich wybranych województw były przedmiotem wcześniejszych publikacji z udziałem autorów (rys. 1). Uzyskane wyniki dotyczące jakości oraz ilości wyrobów zawierających azbest na terenach poszczególnych gmin zasilily Bazę Azbestową Ministerstwa Gospodarki (obecnie Ministerstwa Rozwoju). Na podstawie badań terenowych przeprowadzonych w latach 2005–2010 (Kłojzy-Karczmarczyk i Makoudi 2011b), polegających na szczegółowej inwentaryzacji, autorzy oszacowali ilość odpadów możliwych do wytworzenia przez jednego mieszkańca obszaru wiejskiego. Średnia wartość wskaźnika potencjalnego wytwarzania odpadów zawierających azbest przez mieszkańca obszaru wiejskiego, obliczona na podstawie 17 analizowanych obszarów wynosiła 25 m². Kontynuowane w latach 2011–2014 prace na obszarach kolejnych gmin pozwoliły na weryfikację wskaźnika potencjalnego wytwarzania odpadów zawierających azbest na obszarach wiejskich wybranych województw, a ponadto pozwoliły na obliczenie wskaźnika na obszarach miejskich (Kłojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015). Analizowano dane inwentaryzacyjne dla 44 obszarów o charakterze wiejskim z zabudową jednorodziną oraz dla 26 obszarów o charakterze miejskim z udziałem zabudowy wielorodzinnej. Zwiększenie liczby zinwentaryzowanych obszarów wpłynęło niewątpliwie na dokładność potencjalnego wskaźnika wytwarzania, chociaż wzrost liczby analizowanych obszarów nie miał znaczącego wpływu na zmianę jego wartości uśrednionej na obszarach wiejskich. Uśredniona wartość wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest przez mieszkańca obszaru wiejskiego obliczona na podstawie wieloletniej pracy (2005–2014) wynosi 24 m², natomiast uśredniona wielkość potencjalnego wytwarzania odpadów przez mieszkańca obszaru miejskiego jest zdecydowanie niższa i wynosi 6,4 m². We wszystkich badaniach założono, że wielkość nagromadzenia wyrobów zawierających azbest na poszczególnych obszarach można potraktować jako wielkość potencjalnego wytwarzania odpadów zawierających azbest w przyszłości. Po zestawieniu wartości uzyskanych w trakcie wcześniejszych prac autorów oraz podawanych w dokumentach planistycznym szczebla krajowego (Program usuwania azbestu... 2002; Program Oczyszczania Kraju... 2009) obserwuje się zróżnicowanie ich wartości. Wskaźniki uzyskane w warunkach rzeczywistych dla obszarów miejskich są zdecydowanie niższe niż podawane w programie szczebla krajowego. Można sugerować,

że wskaźniki podawane w przedmiotowym programie odzwierciedlają skalę problemu jedynie dla obszarów wiejskich. Uśrednione wartości rzeczywiste wskaźników dla obszarów wiejskich mieszczą się zasadniczo w szerokich granicach przyjętych dla poszczególnych województw (Klojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015).

Ilościowej inwentaryzacji wyrobów zawierających azbest towarzyszyła ich ocena jakościowa, pozwalająca na określenie ich stanu technicznego. Ocena wyrobów prowadzona była w dwóch przedziałach czasowych, zbieżnych ze zmianą warunków stawianych w odpowiednich rozporządzeniach dotyczących oceny ich stanu technicznego. W latach 2005–2010 ocena stanu prowadzona była na podstawie wymagań stawianych w rozporządzeniu Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. (Dz.U. z 2004 r. Nr 71, poz. 649), natomiast w latach 2011–2015 zgodnie ze zmianami wprowadzonymi rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 5 sierpnia 2010 r. (Dz.U. z 2010 r. Nr 162, poz. 1089). Zmiana zapisów wprowadziła nieco odmienne zasady klasyfikowania wyrobów zawierających azbest do poszczególnych stopni pilności usuwania.

1. Charakterystyka analizowanych obszarów i zastosowana metodyka

Prezentowana praca obejmuje analizę wyników inwentaryzacji wraz z oceną stanu, przeprowadzonej w latach 2005–2015 przez zespół PBŚiGO Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, a zamieszczanych sukcesywnie w Bazie Azbestowej Ministerstwa Gospodarki (<http://www.bazaazbestowa.gov.pl>), obecnie Ministerstwa Rozwoju. Uzyskane wyniki są elementem realizacji wytycznych Programu oczyszczania kraju z azbestu na lata 2009–2032. Łącznie autorzy pracy przeprowadzili 65 procesów inwentaryzacyjnych wyrobów zawierających azbest na obszarze 63 gmin (tab. 1). W przypadku 2 gmin wykonane zadanie stanowiło aktualizację wcześniejszej inwentaryzacji. Najwięcej gmin zinwentaryzowano w województwie małopolskim (23 gminy), śląskim (11 gmin), podkarpackim (10 gmin) i świętokrzyskim (6 gmin). Łącznie inwentaryzacja została przeprowadzona w 10 gminach miejskich, 32 wiejskich oraz w 21 miejsko-wiejskich. Na terenie gmin wiejskich przeważa budownictwo jednorodzinne, a obiekty z wbudowanymi materiałami zawierającymi azbest to głównie budynki mieszkalne i gospodarcze z dachami pokrytymi płytami azbestowo-cementowymi (płyty faliste i płyty płaskie typu „caro”), rzadziej ich elewacje. W gminach miejskich charakterystyczne są zarówno obszary z zabudową jednorodziną, jak i wielorodzinną, wielokondygnacyjną, gdzie najczęstszym elementem z wbudowanymi wyrobami azbestowymi są elewacje. Gminy miejsko-wiejskie wykazują charakter zbliżony do miast z dwojakim charakterem zabudowy, ze zdecydowaną przewagą zabudowy jednorodzinnej.

Według stanu na koniec 2010 roku do obliczania wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest dla obszarów wiejskich (Klojzy-Karczmarczyk i Makoudi 2011a) wykorzystano dane z 17 gmin. Wśród analizowanych danych znalazło się 7 gmin wiejskich oraz 10 obszarów wiejskich wyodrębnionych z gmin miejsko-wiejskich. Według stanu na koniec 2014 roku zaktualizowano wskaźnik wytwarzania odpadów zawierających azbest dla obszarów wiejskich oraz obliczono wskaźnik wytwarzania odpadów zawierających azbest dla obszarów miejskich (Klojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015). Łącznie do aktualizacji wskaźnika obszarów wiejskich wykorzystano dane z 44 obszarów wiejskich, z czego

27 stanowiły gminy wiejskie, a 17 obszary wiejskie wydzielone z gmin miejsko-wiejskich. Do obliczenia wskaźnika dla gmin miejskich wykorzystano dane łącznie z 27 obszarów miejskich, w tym z 10 miast oraz 17 obszarów miejskich wydzielonych z gmin miejsko-wiejskich. W prezentowanej pracy, według stanu na koniec 2015 roku, nie obliczano ponownie wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest dla obszarów wiejskich oraz dla obszarów miejskich. Oszacowano jednak wskaźniki w rozdzieleniu na gminy wiejskie, miejskie oraz miejsko-wiejskie. Do obliczenia wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest dla gmin wiejskich wykorzystano dane pozyskane z 32 gmin, natomiast do obliczenia wskaźnika dla gmin miejskich z 10, a dla gmin miejsko-wiejskich z 21 gmin.

TABELA 1. Liczba gmin, dla których wykonano inwentaryzację i ocenę w latach 2005–2015

TABLE 1. Number of communes which made an inventory and assessment in the period from 2005–2015

Województwo	Liczba gmin						Ilość wyrobów zawierających azbest [Mg]
	lata 2005–2010			lata 2011–2015			
	miejskie	miejsko-wiejskie	wiejskie	miejskie	miejsko-wiejskie	wiejskie	
Małopolskie	–	5	1 (3*)	–	6	11	44 262,24
Świętokrzyskie	–	3	1	–	1	1	25 666,56
Śląskie	3	1	1	3	–	3	20 066,22
Mazowieckie	–	–	–	–	1	2	16 045,46
Podkarpackie	–	–	–	3	2	5	15 083,98
Podlaskie	–	–	–	–	–	1	3 008,94
Łódzkie	–	–	1	–	–	–	2 221,78
Warmińsko-mazurskie	–	–	–	–	1	1	1 519,86
Opolskie	–	1	–	–	–	1	1 082,96
Zachodnio-pomorskie	–	–	–	–	–	1	996,94
Dolnośląskie	–	–	–	–	–	1	770,77
Lubuskie	–	–	–	–	–	1	557,64
Kujawsko-pomorskie	–	–	–	1	–	–	277,75
Łącznie (63 gminy)	3	10	4 (6*)	7	11	28	131 968,96

Dane: Baza Azbestowa Ministerstwa Gospodarki (www.bazaazbestowa.gov.pl); na podstawie inwentaryzacji IGSMiE PAN.

Przyjęto, że 1 m² płyty azbestowo-cementowej to 0,011 Mg (Program Oczyszczania Kraju... 2009).

* Dla 2 spośród gmin województwa małopolskiego wykonano inwentaryzację w okresie 2005–2010 oraz aktualizacje w okresie 2011–2015 – do obliczeń ilościowych i jakościowych przyjęto wartości pozyskane z aktualizacji inwentaryzacji.

Inwentaryzację w warunkach terenowych wraz z oceną stanu technicznego wyrobów zawierających azbest przeprowadzono według „spisu z natury” wśród wszystkich obiektów z wbudowanymi materiałami zawierającymi azbest, m.in. obiektów gospodarstw indywidualnych, obiektów będących we władaniu gmin oraz obiektów należących do podmiotów gospodarczych. Spis polegał na szczegółowej obserwacji obiektów w celu określenia ilości i jakości wbudowanych materiałów zawierających azbest zgodnie z obowiązującymi rozporządzeniami.

Wielkość nagromadzenia wyrobów zawierających azbest na danym obszarze uznano za wielkość potencjalnego wytwarzania w przyszłości odpadów zawierających azbest. Można ją szacować przy pomocy wskaźników wytwarzania, które już były przedmiotem wcześniejszych prac, a obecnie zostały zweryfikowane i zmodyfikowane. W 2015 roku liczba zinwentaryzowanych gmin wzrosła o 10, przy czym 6 z nich są to gminy typowo wiejskie. Praca obejmująca inwentaryzację w latach 2005–2015 uwzględnia w swej analizie oddzielnie obszary gmin wiejskich oraz obszary gmin miejskich, zgodnie z ich granicami administracyjnymi. Gminy miejsko-wiejskie zostały przeanalizowane jako kolejna grupa i nie zostały, wzorem lat ubiegłych, rozdzielone pomiędzy gminy o charakterze miejskim oraz wiejskim.

Szacowanie wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest wykonano dwoma sposobami. W pierwszym z nich określono wskaźnik wytwarzania jako tzw. wskaźnik arytmetyczny (1), będący średnią arytmetyczną, przy czym każda gmina traktowana jest z taką samą wagą. Ten sposób był podstawą szacowania wskaźnika w latach ubiegłych dla poszczególnych obszarów. Oddzielnie szacowano wskaźniki potencjalnego wytwarzania odpadów dla każdej z gmin poprzez odniesienie ilości zinwentaryzowanej wyrobów do liczby mieszkańców, a następnie sumę wskaźników dla każdej z grup dzielono przez liczbę gmin.

$$W_{\text{arytmetyczny}} = \left(\frac{A_1}{M_1} + \frac{A_2}{M_2} + \dots + \frac{A_n}{M_n} \right) / N \quad (1)$$

gdzie:

- $W_{\text{arytmetyczny}}$ – wskaźnik arytmetyczny,
- A_1, A_2, \dots, A_n – ilość wyrobów zawierających azbest w gminie 1, 2, ..., n [m² lub kg],
- M_1, M_2, \dots, M_n – liczba mieszkańców w gminie 1, 2, ..., n ,
- N – liczba gmin.

Drugi sposób szacowania wskaźnika pozwolił na określenie jego wielkości jako tzw. wskaźnik wagowy (2). Podstawą szacowania jego wartości było zsumowanie wszystkich zinwentaryzowanych wyrobów zawierających azbest w gminach z podziałem na poszczególne grupy, oddzielnie dla gmin miejskich, wiejskich oraz miejsko-wiejskich. Następnie sumy te podzielono przez całkowitą liczbę mieszkańców w pogrupowanych gminach. Taki sposób postępowania uwzględnia wagi przypisywane poszczególnym gminom związane z liczbą mieszkańców.

$$W_{\text{wagowy}} = \frac{\sum A}{\sum M} \quad (2)$$

gdzie:

- W_{wagowy} – wskaźnik wagowy,
- ΣA – suma wyrobów zawierających azbest w analizowanych gminach [m² lub kg],
- ΣB – łączna liczba mieszkańców w analizowanych gminach.

W latach 2005–2010 ocena stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest została przeprowadzona zgodnie z załącznikiem nr 1 do rozporządzenia Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 roku w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 2004 r. Nr 71, poz. 649). W latach 2011–2015 prace inwentaryzacyjne wraz z oceną prowadzone były zgodnie z kolejnym rozporządzeniem Ministra Gospodarki z dnia 5 sierpnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 2010 r. Nr 162, poz. 1089), a zwłaszcza zmienionej treści załącznika 1.

Ocena z zasadami przyjętymi w rozporządzeniu z 2004 roku obejmowała 7 grup parametrów charakterystycznych (I. Sposób zastosowania azbestu, II. Rodzaj Azbestu, III. Struktura powierzchni wyrobu z azbestem, IV. Stan zewnętrzny wyrobu z azbestem, V. Możliwość uszkodzenia powierzchni wyrobu z azbestem, VI. Wykorzystywanie pomieszczenia, VII. Usytuowanie wyrobu), które były podstawą do określenia przynależności konkretnego wyrobu do odpowiedniego stopnia pilności usuwania. Natomiast ocena na podstawie zasad przyjętych w rozporządzeniu zmieniającym z 2010 roku obejmuje 5 grup parametrów (I. Sposób zastosowania azbestu, II. Struktura powierzchni wyrobu z azbestem, III. Możliwość uszkodzenia powierzchni wyrobu z azbestem, IV. Miejsce usytuowania wyrobu w stosunku do pomieszczeń użytkowych, V. Wykorzystanie miejsca/ obiektu/ urządzenia budowlanego/instalacji przemysłowej), przy czym wzrosło znaczenie kryteriów dotyczących przeznaczenia i użytkowania obiektu. W każdym przypadku, po przeprowadzeniu oceny, wyrób azbestowy zaklasyfikowany został jako jeden z trzech stopni pilności, przy czym jako I stopień pilności oznaczone zostały wyroby najbardziej zniszczone, wymagające pilnego usunięcia, wymiany na wyrób bezazbestowy lub zabezpieczenia. Jako II stopień pilności oznaczone zostały wyroby wymagające ponownej oceny w terminie do 1 roku, zaś jako III stopień pilności wyroby najmniej zniszczone, dla których ponowna ocena wymagana jest w terminie do 5 lat.

2. Analiza ilościowa w gminach

Wskaźniki ilościowe nagromadzenia wyrobów zawierających azbest na obszarach gmin należących do jednej z trzech charakterystycznych grup, a tym samym wskaźniki wytwarzania odpadów (należy je uznać za potencjalne wskaźniki wytwarzania), zestawiono w tabeli 2 zgodnie z metodyką szacowania przedstawioną powyżej.

Z przeprowadzonej inwentaryzacji wyrobów zawierających azbest oraz analizy jej wyników szacuje się, że znacznie większe ilości takich wyrobów znajdują się na obszarach gmin wiejskich. W gminach miejskich, na podstawie danych z 10 gmin, wskaźnik wagowy wytwarzania wynosi średnio 19,8 kg/M (kg na 1 mieszkańca), zaś wskaźnik arytmetycz-

TABELA 2. Ilość wyrobów zawierających azbest przypadająca na 1 mieszkańca (w m²/M lub w kg/M) w gminach miejskich, miejsko-wiejskich oraz wiejskich – stan na koniec 2015 r.

TABLE 2. Number of products containing asbestos per capita (in m²/M or kg/M) in urban communes, urban-rural communes and rural communes – at the end of 2015

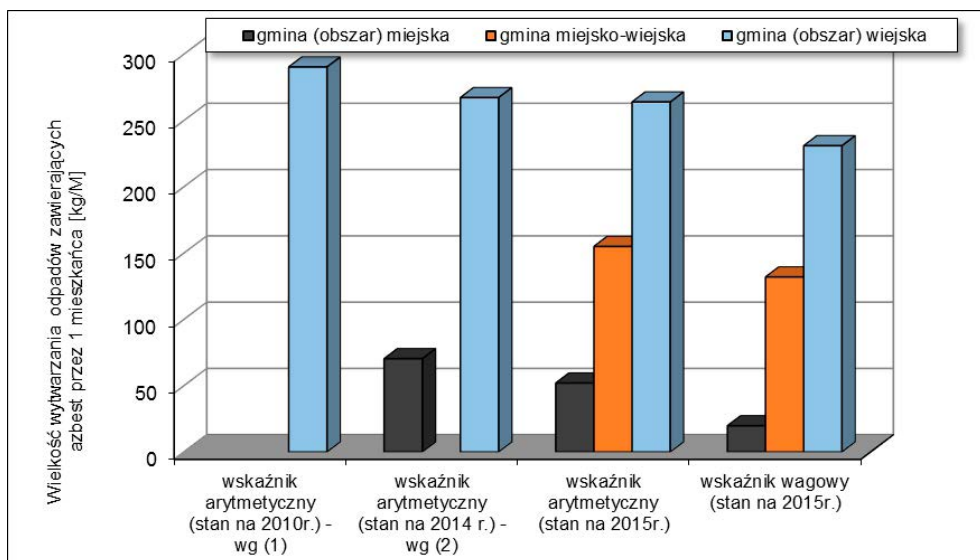
Charakter gminy	Wskaźnik wagowy		Wskaźnik arytmetyczny	
	m ² /M	kg/M	m ² /M	kg/M
Gminy miejskie	1,8	19,8	4,7	52,0
Gminy miejsko-wiejskie	12,0	132,3	14,1	154,9
Gminy wiejskie	21,1	231,8	24,0	264,1
Ogółem w skali kraju (na podstawie 63 gmin)	8,6	95,1	17,4	191,4

Wskaźniki na podstawie inwentaryzacji wykonanych przez IGSMiE PAN (Baza Azbestowa Ministerstwa Gospodarki, www.bazaazbestowa.gov.pl).

Przyjęto, że 1 m² płyty azbestowo+cementowej to 0,011 Mg (Program Oczyszczania Kraju... 2009).

ny 52 kg/M (kg na 1 mieszkańca). Wyraźna różnica w wartościach uzyskanego parametru w zależności od metody obliczeniowej wynika ze zróżnicowania liczby mieszkańców analizowanych miast. W dużych miastach o liczbie ludności powyżej 50 000 mieszkańców wskaźnik arytmetyczny przyjmuje wartości od kilku do kilkunastu kg/M, natomiast w mniejszych miastach, poniżej 10 000 mieszkańców, jest on dużo wyższy, bardziej zbliżony do wskaźników uzyskanych dla gmin wiejskich i wynosi ponad 120 kg/M. Wielkość wskaźnika, określona wagowo, przypisuje wyższe znaczenie wartościom uzyskanym dla większych miast. Dla 21 gmin o charakterze miejsko-wiejskim oszacowany wskaźnik wagowy wynosi 132 kg/M, natomiast wskaźnik arytmetyczny 155 kg/M. Okazuje się, że ilość wyrobów zawierających azbest przypadających na 1 mieszkańca jest zdecydowanie największa dla analizowanych 32 gmin wiejskich. Oszacowany wskaźnik wagowy wynosi 21 m²/M, czyli 231 kg/M, natomiast arytmetyczny 24 m²/M, czyli 264 kg/M. Taka wielkość została uzyskana także dla wartości wskaźnika wytwarzania w 2015 roku dla obszarów wiejskich (łącznie gminy wiejskie oraz części wiejskie gmin miejsko-wiejskich), a nie jedynie gmin wiejskich (Kłojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015). W szacowaniach na obecnym etapie pracy wykorzystano dane z 32 gmin typowo wiejskich. W szacowaniach z 2015 roku łączna liczba obszarów wiejskich była jednak wyższa i obejmowała 53 obszary. Z analizy uzyskanych wartości wskaźnika wytwarzania można sądzić, że przy tej liczbie przeprowadzonych inwentaryzacji na obszarach wiejskich, ilość obszarów nie wpływa już znacząco na zmianę wielkości szacowania średniej wartości wytwarzania dla gmin o typowo wiejskim charakterze (rys. 1). Znaczenie ma natomiast metoda szacowania wskaźnika.

W każdym z trzech analizowanych typów gmin wskaźniki arytmetyczne są wyższe od wskaźników wagowych. Wynika to z faktu, że przy obliczaniu wskaźników wagowych większe znaczenie (większą wagę) przypisuje się gminom o większej liczbie mieszkańców, w których przeważnie ilość azbestu przypadająca na 1 mieszkańca jest zdecydowanie niższa niż w gminach o mniejszej ich ilości i zabudowie typowo jednorodzinnej. Na wzrost wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest wpływ ma charakter rolniczy niektórych



Rys. 1. Wskaźniki arytmetyczne i wagowe wytwarzania odpadów zawierających azbest według stanu inwentaryzacji na lata 2010–2015

(1) Kłojzy-Karczmarczyk i Makoudi 2011; (2) Kłojzy-Karczmarczyk, Makoudi i Staszczak 2015

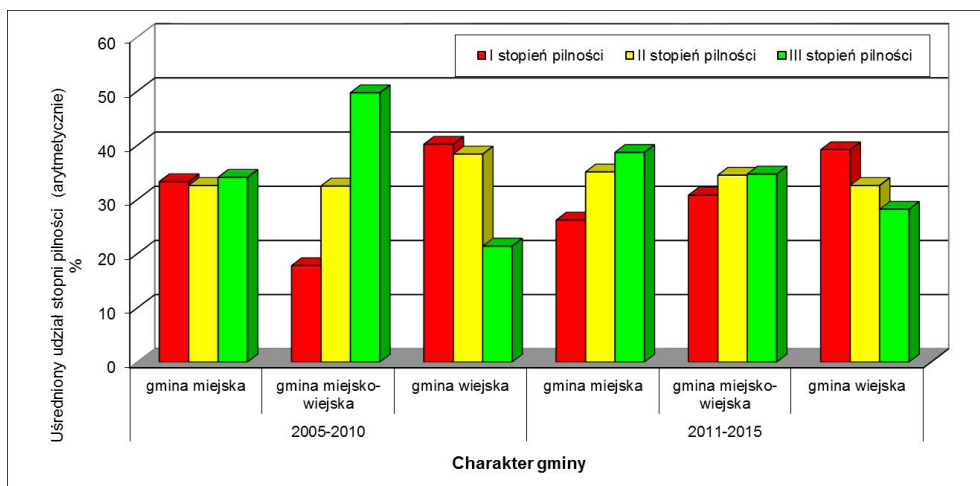
Fig. 1. Arithmetic and weight indicators of generation of waste containing asbestos as of the inventory for 2010–2015

gmin, gdzie na jednej posesji oprócz budynku mieszkalnego znajduje się dodatkowo kilka budynków gospodarczych, Przy obliczaniu wskaźników arytmetycznych każda gmina, niezależnie od jej wielkości i liczby mieszkańców ma przypisaną taką samą wagę.

3. Analiza jakościowa w gminach

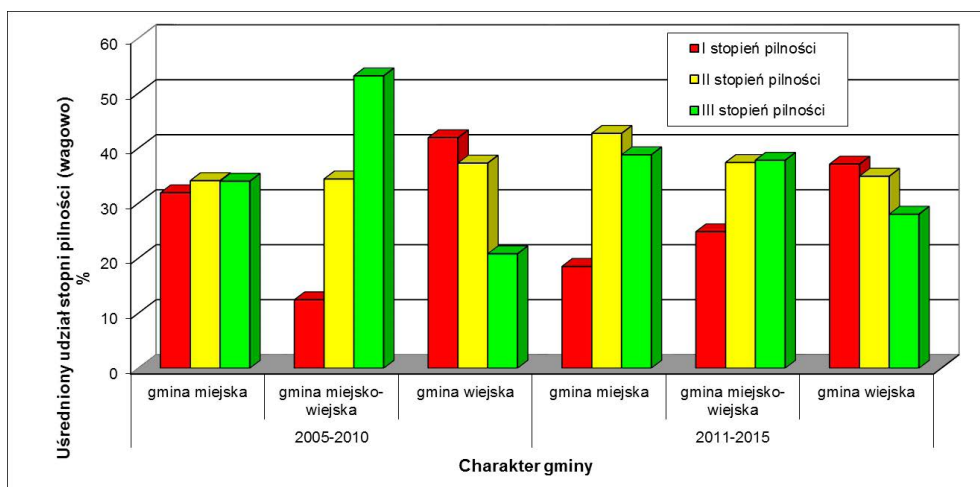
Dla przeprowadzenia analizy jakościowej zinventaryzowanych wyrobów zawierających azbest konieczny był podział gmin nie tylko pod względem charakteru gminy, ale także pod względem czasu, w jakim inwentaryzacja była prowadzona. Szczęólnego znaczenia nabiera w tym przypadku zmiana rozporządzenia dotyczącego oceny stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest począwszy od roku 2011. W związku z tym, analogicznie, jak w przypadku analizy ilościowej, przeprowadzono analizę jakościową na podstawie obliczeń arytmetycznych (rys. 2) oraz wagowych (rys. 3).

W latach 2005–2010 w gminach miejskich do I stopnia pilności usuwania wyrobów zawierających azbest zaklasyfikowano 33,3%, do II stopnia 32,6% oraz do III stopnia 34,1% wyrobów, biorąc pod uwagę obliczenia metodą arytmetyczną. Natomiast po uwzględnieniu wag przypisanych ludności miast 31,9% wyrobów zaliczono do I stopnia pilności, 34,1% do II stopnia oraz 34,0% do III stopnia pilności. W gminach miejsko-wiejskich obserwowane jest dużo większe zróżnicowanie pod względem udziału wyrobów w poszczególnych stopniach pilności. Licząc arytmetycznie w I stopniu pilności znalazło się zaledwie 17,8% (licząc wagowo 12,4%), w II stopniu 32,5% (wagowo 34,4%) oraz w III stopniu pilności



Rys. 2. Średni udział wyrobów zawierających azbest w poszczególnych stopniach pilności w gminach miejskich, miejsko-wiejskich oraz wiejskich – obliczenia arytmetyczne

Fig. 2. The average share of asbestos products with various levels of urgency in urban, urban-rural and rural communes, arithmetic calculations



Rys. 3. Średni udział wyrobów zawierających azbest w poszczególnych stopniach pilności w gminach miejskich, miejsko-wiejskich oraz wiejskich – obliczenia wagowe

Fig. 3. The average share of asbestos products with various levels of urgency in urban, urban-rural and rural communes, weight calculations

aż 49,7% (wagowo 53,2%). W gminach wiejskich obserwuje się tendencję odwrotną niż w gminach miejsko-wiejskich. Najwięcej wyrobów zostało zaklasyfikowanych do I stopnia pilności usuwania, zaś najmniej do III stopnia. Arytmetycznie obliczono, że w I stopniu pilności znalazło się 40,2% (wagowo 41,9%) wyrobów zawierających azbest, w II stopniu pilności 38,4% (wagowo 37,3%) oraz 21,4% w III stopniu pilności (wagowo 20,8%).

W latach 2011–2015 zinwentaryzowano zdecydowanie większą liczbę gmin (46), niż w okresie 2005–2010 (19), stąd uśrednione dane pozyskane podczas inwentaryzacji wydają się dokładniejsze. W gminach miejskich do I stopnia pilności zaklasyfikowano 26,2% wyrobów, do II stopnia 35,1% oraz do III stopnia 38,7%, biorąc pod uwagę obliczenia arytmetyczne. Przy uwzględnieniu obliczeń z przyporządkowaniem wagi dla liczebności gminy do I stopnia zaliczono 18,5%, do II stopnia 42,7% oraz do III stopnia 38,8% zinwentaryzowanych wyrobów. W gminach miejsko-wiejskich licząc arytmetycznie w I stopniu pilności znalazło się 39,8 % (licząc wagowo tylko 24,8%), w II stopniu 34,5% (wagowo 37,4%) oraz w III stopniu pilności aż 34,7% (wagowo 37,8%). W gminach wiejskich najwięcej wyrobów zostało zaklasyfikowanych do I stopnia pilności, zaś najmniej do III stopnia. Arytmetycznie obliczono, że w I stopniu pilności znalazło się 39,2% (wagowo 37,1%) wyrobów zawierających azbest, w II stopniu pilności 32,6% (wagowo 34,9%) oraz 28,2% w III stopniu pilności (wagowo 28,0%).

Na początku prowadzonej inwentaryzacji wraz z oceną stanu, począwszy od 2005 roku, można było przypuszczać, że z upływem czasu wzrastać będzie udział I stopnia pilności w całkowitej masie wyrobów zawierających azbest. Przeprowadzona analiza jednak nie potwierdza takiego procesu. Ocena stanu nie wynika z różnic w subiektywnej ocenie wyrobów, gdyż prowadzona była przez cały czas przez ten sam zespół autorski, rozszerzany sukcesywnie. Na kierunek kwalifikowania wyrobów do poszczególnych stopni pilności ma natomiast wpływ zmiana warunków prowadzenia oceny. Na przestrzeni wyznaczonych i analizowanych przedziałów czasowych nie można jednoznacznie określić charakteru zmian jakościowych wyrobów w procesie oceny ich stanu, choć wstępne analizy z 2012 roku sugerowały tendencję do kwalifikowania części wyrobów zawierających azbest do wyższego stopnia pilności (Klojzy-Karczmarczyk i Makoudi 2012).

Podsumowanie

Zinwentaryzowaną ilość wyrobów zawierających azbest w poszczególnych gminach wiejskich, miejsko-wiejskich oraz miejskich uznano za ilość potencjalnego wytwarzania odpadów zawierających azbest w przyszłości. Obliczenia wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest w przeliczeniu na 1 mieszkańca wykonano dwoma sposobami, arytmetycznym oraz wagowym (m^2/M oraz kg/M). Najmniejsze wielkości nagromadzenia wyrobów zawierających azbest przypadające na jednego mieszkańca odnotowano w gminach miejskich, nieco większe w miejsko-wiejskich, a największe w gminach wiejskich. Spowodowane jest to częstym stosowaniem wyrobów zawierających azbest, jako pokryć dachowych w domach jednorodzinnych oraz na zabudowaniach gospodarczych, szopach czy wiatkach. We wszystkich typach gmin wskaźniki wytwarzania arytmetyczne są wyższe niż obliczone z uwzględnieniem wagi przypisanej liczbie mieszkańców w gminach.

Zdecydowanie największą ilość wyrobów zawierających azbest przypadającą na mieszkańca wykazano dla gmin wiejskich, wskaźnik wagowy wynosi $21 m^2/M$, natomiast arytmetyczny $24 m^2/M$. Z analizy uzyskanych wartości wskaźnika wytwarzania zarówno na tym etapie pracy, jak i w latach wcześniejszych można sądzić, że przy tej ilości wykonanych inwentaryzacji na obszarach wiejskich, liczba obszarów nie wpływa już znacząco na zmianę wielkości szacowania średniej wartości wytwarzania dla gmin o typowo wiejskim charakte-

rze. Znaczenie ma natomiast metoda szacowania wskaźnika. Zastosowanie metody wskaźnika wagowego (przy uwzględnieniu wagi przypisanej liczbie mieszkańców gmin), prowadzi do uzyskania wartości bliższych rzeczywistości niż metoda wskaźnika arytmetycznego (taka sama waga dla każdej z gmin). Istotne jest także oddzielne traktowanie obszarów o różnym charakterze zabudowy. W związku z tym sugeruje się, że szacowanie wskaźnika wytwarzania dla całego kraju wymaga zwiększenia liczby inwentaryzowanych gmin, zwłaszcza o charakterze miejskim a następnie uwzględnienia wagi związanej z udziałem miast i wsi w strukturze kraju.

Analiza jakościowa wyrobów zawierających azbest została podzielona na dwa okresy czasowe, zgodnie ze zmianą zapisów rozporządzenia: 2005–2010 i 2011–2015. W pierwszym okresie badań, łącznie w gminach miejskich ponad 30% wyrobów zawierających azbest zostało zakwalifikowane do I stopnia pilności, ponad 40% w gminach wiejskich oraz kilkanaście w gminach miejsko-wiejskich. W kolejnym okresie badań zinventaryzowano aż 46 gmin, co daje pełniejszy obraz stanu jakościowego wyrobów zawierających azbest w gminach. Łącznie w gminach miejskich około 20% wyrobów znalazło się w I stopniu pilności, w gminach miejsko-wiejskich około 25% oraz prawie 40% w gminach wiejskich. Na podstawie przeprowadzonej analizy w ogólnej klasyfikacji nie obserwuje się wzrostu udziału I stopnia pilności z upływem czasu.

Praca została zrealizowana w ramach działalności statutowej IGSMiE PAN.

Literatura

- Baza Azbestowa Ministerstwa Gospodarki. [Online] Dostępne w: <http://www.bazaazbestowa.gov.pl>, obecnie Ministerstwa Rozwoju (od grudnia 2015 r.) I [Dostęp: 10.03.2016].
- Dyczek, J. 2000. Bezpieczne postępowanie z azbestem materiałami zawierającymi azbest. Uwarunkowania techniczne i prawne. *Materiały Szkoły Gospodarki Odpadami*, Wyd. AGH, IGSMiE PAN, Kraków, s. 65–74.
- Klojzy-Karczmarczyk, B. i Makoudi, S. 2011a. Praktyczne aspekty usuwania materiałów zawierających azbest w wybranych gminach. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 80, Wyd. IGSMiE PAN, s. 27–35.
- Klojzy-Karczmarczyk, B. i Makoudi, S. 2011b. Szacowanie wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest na obszarach wiejskich wybranych gmin. *Rocznik Ochrona Środowiska (Annual Set The Environment Protection)* t. 13, s. 1823–1834.
- Klojzy-Karczmarczyk, B. i Makoudi, S. 2012. Efekt weryfikacji zasad prowadzenia oceny stopnia pilności usuwania wyrobów zawierających azbest. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 82, Wyd. IGSMiE PAN, s. 89–97.
- Klojzy-Karczmarczyk, B., Makoudi, S. i Staszczak, J. 2015. Aktualizacja wskaźnika wytwarzania odpadów zawierających azbest na obszarach wiejskich oraz miejskich. *Zeszyty Naukowe Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN* nr 89, Wyd. IGSMiE PAN, s. 157–166.
- Makoudi, S. 2007. Unieszkodliwienie odpadów zawierających azbest na przykładzie rozwiązań francuskich. *Technika Poszukiwań Geologicznych – Geotermia, Zrównoważony rozwój*. Wyd. IGSMiE PAN, Kraków, s. 93–100.
- Obmiński, A. 2000. Odpady azbestowe, składowanie, neutralizacja, zagrożenie. *Materiały Szkoły Gospodarki Odpadami 2000*, Wyd. AGH, IGSMiE PAN, Kraków, s. 207–220.
- Pichór, W. 2005. Zasady bezpieczeństwa i ochrony zdrowia podczas prac z materiałami zawierającymi azbest. *Materiały Seminarijny Szkoła Azbest – bezpieczne postępowanie. Azbest i materiały zawierające azbest w budynkach i budowlach. Minimalizacja ryzyka emisji włókien podczas usuwania materiałów zawierających azbest*. AGH. Kraków, s. 35–44.
- Program oczyszczania kraju z azbestu na lata 2009–2032. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2009.

- Program usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest stosowanych na terytorium Polski*. Ministerstwo Gospodarki, Warszawa, 2002.
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 2 kwietnia 2004 r. w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 2004 r. Nr 71, poz. 649).
- Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 5 sierpnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie sposobów i warunków bezpiecznego użytkowania i usuwania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 2010 r. Nr 162, poz. 1089).
- Szeszenia-Dąbrowska i in. 2015 – Szeszenia-Dąbrowska, N., Świątkowska, B., Sobala, W., Szubert, Z. i Wilczyńska, U. 2015. Asbestos related diseases among workers of asbestos processing plants in relation to type of productions and asbestos use. *Medycyna Pracy* nr 66 (1), s. 1–9.
- Szeszenia-Dąbrowska, N. red. 2007. *Azbest. Zanieczyszczenie środowiska. Ryzyko dla zdrowia*, Łódź: IMP.
- Szeszenia-Dąbrowska, N. i Sobala, W. 2010. *Zanieczyszczenie środowiska azbestem. Skutki zdrowotne. Raport z badań – II wydanie poprawione i uzupełnione*, Łódź: IMP.
- Ustawa z dnia 19 czerwca 1997 r. o zakazie stosowania wyrobów zawierających azbest (Dz.U. z 1997 r. Nr 101, poz. 628 ze zm.).

