

# Stężenie włókien azbestu na terenie dzikich wysypisk azbestu

Wojciech Brzana<sup>1</sup>, Agnieszka Buczaj<sup>1</sup>, Jakub Nowak<sup>2</sup>, Dorota Nowak<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Instytut Medycyny Wsi w Lublinie

<sup>2</sup> Center for Interdisciplinary Research John Paul II Catholic University of Lublin (KUL)

<sup>3</sup> Department of Chemistry, John Paul II Catholic University of Lublin (KUL)

Brzana W, Buczaj A, Nowak J, Nowak D. Stężenie włókien azbestu na terenie dzikich wysypisk azbestu. Med. Og. Nauk Zdr. 2014; 20(1): 98–101.

## Streszczenie

**Wprowadzenie i cel.** Wyroby zawierające azbest powinny być zabezpieczane i usuwane zgodnie ze ściśle określonymi przepisami. Usuwaniem produktów azbestowych z terenów gospodarstw zajmują się wyspecjalizowane i zarejestrowane ekipy. Firmy, o których mowa, odpowiedzialne są za prawidłowy demontaż, zabezpieczenie oraz przetransportowanie odpadów azbestowych na specjalnie przystosowane składowiska. Niestety, zdarza się, że właściciele odpadów zawierających azbest sami demontują wyroby azbestowe, narażając na niebezpieczeństwo siebie oraz innych. Odpady takie są często składowane na terenie gospodarstw bez żadnego zabezpieczenia lub wyrzucane do środowiska naturalnego. Powstające w ten sposób dzikie wysypiska materiałów zawierających azbest, stają się źródłem emisji do powietrza niebezpiecznych włókien azbestu. Miejsca takie stanowią potencjalne zagrożenie dla ludzi i zwierząt. Celem pracy jest określenie stężenia włókien azbestu na wybranych dzikich wysypiskach azbestu w powiecie lubelskim.

**Materiał i metoda.** Pobór prób powietrza wykonano zgodnie z Polską Normą PN-84/Z-04008.02 z uwzględnieniem specyfiki zanieczyszczenia powietrza włóknami azbestu oraz Polską Normą PN-Z-04008-7. Oznaczenie stężenia włókien azbestu wykonano zgodnie z Polską Normą PN-88/Z-04202/02.

**Wyniki i wnioski.** Podczas badań zarejestrowano wysokie stężenia respirabilnych włókien azbestu na terenie dzikich wysypisk, wynoszące od 1837 wł/m<sup>3</sup> do 3675 wł/m<sup>3</sup>. Świadczy to o wzmożonej emisji szkodliwych włókien do powietrza z powierzchni materiałów zawierających azbest, które niewłaściwie usuwane i wyrzucane do środowiska naturalnego stanowią duże zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt.

## Słowa kluczowe

azbest, włókna azbestu, dzikie wysypiska, stężenie włókien

## WPROWADZENIE

Obowiązujące prawo dokładnie określa sposób zabezpieczania i usuwania wyrobów zawierających azbest. Zgodnie z aktami wykonawczymi, usuwaniem produktów azbestowych zajmują się zarejestrowane w Urzędzie Marszałkowskim wyspecjalizowane firmy, posiadające wymagane zezwolenia oraz przeszkolony i wyposażony w odpowiedni sprzęt personel. Firmy te odpowiedzialne są za prawidłowy demontaż, zdeponowanie, zabezpieczenie oraz bezpieczne przetransportowanie odpadów azbestowych na wyznaczone i specjalnie przystosowane do tego celu składowiska. Niestety, wciąż nie wszyscy właściciele odpadów zawierających azbest korzystają z usług wyspecjalizowanych firm i lekkomyślnie postępują z tym niebezpiecznym odpadem. Jak wykazały badania ankietowe przeprowadzone na terenie Lubelszczyzny, wciąż powszechną praktyką jest demontaż materiałów zawierających azbest na własną rękę bez zachowania jakichkolwiek zasad bezpieczeństwa [1], co naraża osoby bezpośrednio pracujące przy demontażu oraz ich najbliższe otoczenie. Zdemontowane materiały azbestowe są następnie składowane bez żadnego zabezpieczenia na posesjach, często wykorzystywane są do utwardzania dróg lub wywożone na tereny okolicznych nieużytków lub lasów. Powstające w ten sposób dzikie wysypiska materiałów zawierających azbest stają się źródłem emisji do powietrza niebezpiecznych włó-

kien azbestu. Miejsca takie stanowią potencjalnie bardzo poważne zagrożenie dla ludzi i zwierząt.

Pojęcie *azbest* określa minerały o włóknistej strukturze z grupy serpentynów i amfiboli. Pod względem chemicznym są to uwodnione krzemiany, w skład których wchodzi wapń (Ca), magnez (Mg) lub sód (Na) [2]. Azbest występuje na całej kuli ziemskiej. Tworzy pokłady geologiczne o budowie igiełkowatych i włóknistych skupień. Największe złoża znajdują się w Rosji, Kanadzie, RPA, Chinach, Włoszech i Brazylii. Wyróżniamy kilka odmian minerału różniących się właściwościami fizycznymi i chemicznymi. Są to chryzotyl, amozyt, aktynolit, antofyllit, tremolit, krokydolit. Największym zainteresowaniem cieszył się biały azbest chryzotylowy, pozostałe rodzaje stosowano rzadziej [3]. Włókna azbestu są elastyczne, miękkie, trwałe, ponadto odporne na ogień i doskonale izolują. Dzięki swoim właściwościom azbest bardzo wcześnie znalazł zastosowanie w wielu dziedzinach, a głównie w budownictwie. Najpopularniejszym wyrobem zawierającym azbest, szczególnie na terenach wiejskich, był eternit. Cementowo-azbestowe płyty o falistym kształcie lub płyty KARO z powodzeniem stosowano jako lekkie i trwałe pokrycia dachowe oraz elewacje budynków.

Zawartość azbestu w płytach azbestowo-cementowych wynosi od 10 do 20%. Eternit zawiera nie tylko chryzotyl, ale też domieszki innych amfibolowych form azbestu, w tym często najbardziej szkodliwy krokidolit.

Okres użytkowania niekonserwowanych płyt cementowo-azbestowych określono na 30 lat. Stan techniczny płyt azbestowo-cementowych montowanych w latach 70-tych nie gwarantuje więc dziś bezpiecznego użytkowania. Przez ten okres pokrycia dachowe i elewacje narażone były na nie-

Adres do korespondencji: Agnieszka Buczaj, ul. Jaczewskiego 2, 20-090 Lublin, Polska  
e-mail: wojciechbrzana@op.pl

Nadesłano: 11 czerwca 2013 roku; zaakceptowano do druku: 20 grudnia 2013 roku



korzystny wpływ środowiska. Materiały zawierające azbest wystawione na działanie czynników zewnętrznych ulegają korozji. Skutkiem tego jest wywiewanie oraz wypłukiwanie włókien azbestu przez powietrze i wodę opadową [4]. Niewłaściwy montaż i brak konserwacji dodatkowo zwiększa emisję włókien do otoczenia. Uwalnianie włókien azbestu na skutek korozji wyrobów zawierających azbest może wynosić od 6000 do 11000 włókien z jednego metra kwadratowego w ciągu jednej minuty [4, 5]. Uszkodzone i skorodowane materiały zawierające azbest są szczególnie niebezpieczne. Wydostają się z nich niewidzialne dla oka włókna azbestu.

Chorobotwórcze działanie azbestu występuje w wyniku wdychania włókien zawieszonych w powietrzu. Oznacza to, że dopóki włókna nie są uwolnione do powietrza nie stanowią zagrożenia dla zdrowia. Biologiczna aktywność włókien azbestu zależy od ich ilości, długości i średnicy oraz zdolności penetracji do układu oddechowego. Największe zagrożenie dla organizmu stanowią włókna respirabilne o średnicy mniejszej niż 3µm i długości większej niż 5µm oraz o stosunku długości do średnicy większej niż 3:1. Właśnie takie włókna przedostają się wraz z wdychanym powietrzem do mikroskopijnych struktur, jakimi są pęcherzyki płucne. Większe włókna są zatrzymywane w górnych drogach oddechowych i oskrzelach, skąd są usuwane wraz ze śluzem na zewnątrz organizmu. Włókna respirabilne, dostając się do pęcherzyków płucnych, wbijają się w delikatny jednowarstwowy nabłonek. Prowadzi to do odkładania się kolagenu i tworzeniu zwłóknień, a w konsekwencji do powstawania chorób płuc takich jak: pylica azbestowa, rak płuc lub międzybłoniak [3].

Podczas demontażu oraz transportu materiałów zawierających azbest zaobserwowano zwiększoną emisję respirabilnych włókien azbestu do atmosfery. Spowodowane jest to ogólnym zużyciem oraz mechanicznym uszkodzeniem tych materiałów. Dlatego dla zachowania bezpiecznych warunków pracy konieczny jest wysoki poziom zabezpieczeń podczas wykonywania tego typu prac [6]. Odpady zawierające azbest muszą być składowane na składowiskach odpadów niebezpiecznych lub na wydzielonych częściach składowisk innych niż niebezpieczne i obojętne lub w podziemnych składowiskach odpadów niebezpiecznych [7, 8].

## CEL

Celem pracy jest określenie stężenia włókien azbestu na wybranych dzikich wysypiskach azbestu w powiecie lubelskim.

## MATERIAŁ I METODY

Pobór próbek powietrza wykonano zgodnie z Polską Normą PN-84/Z-04008.02 „Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Wytyczne ogólne pobierania próbek powietrza atmosferycznego (imisja)” [9], z uwzględnieniem specyfikacji zanieczyszczenia powietrza włóknami azbestu oraz Polską Normą PN-Z-04008-7 „Ocena czystości powietrza Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników” [10]. Oznaczenie stężenia włókien azbestu wykonano zgodnie z Polską Normą PN-88/Z-04202/02 „Badanie zawartości azbestu. Oznaczenie stężenia liczbowego respirabilnych włókien azbestu na stanowiskach pracy metodą mikroskopii optycznej” [11].

Podczas wyznaczania punktów pomiarowych uwzględniono występowanie i rozmieszczenie potencjalnych źródeł wzmoczonej emisji włókien azbestu determinowane znacznym nagromadzeniem odpadów zawierających azbest na terenie dzikich wysypisk. Badania przeprowadzono na terenie dwóch dzikich wysypisk: w Lublinie i Łuszczowie. Na każdym wysypisku dokonano trzech niezależnych pomiarów, pobierając każdorazowo trzy próby powietrza. Dla porównania, jako kontrolę, wykorzystano wyniki analogicznych pomiarów przeprowadzonych na terenie czterech wybranych gmin powiatu lubelskiego.

Metoda oznaczania respirabilnych włókien azbestu polega na pobraniu określonej objętości powietrza na sączek membranowy (z estrów celulozy) o średnicy porów 0,8 µm i średnicy 25 mm za pomocą pompki o kontrolowanym strumieniu objętości powietrza. Do poboru prób wykorzystane zostały aspiratory stacjonarne JSH 16000. Przepływ powietrza ustawiono na 16 l/min pomiar trwał 60 min., tak aby objętość końcowa pobranego powietrza wynosiła ok. 1m<sup>3</sup>. Sączki celulozowe z pobranymi próbkami zabezpieczono pojedynczo w oznaczonych pojemnikach i przetransportowano do laboratorium.

Stężenie respirabilnych włókien azbestu zliczono metodą mikroskopowo-liczbową. Sączki celulozowe doprowadzono do przezroczystości w gorących parach acetonu przy użyciu wytwornicy par pod dygestorium. Następnie preparaty zabezpieczano przed uszkodzeniem i zniszczeniem. Do zliczania respirabilnych włókien azbestu wykorzystano mikroskop polaryzacyjny z kontrastem fazowym. Obserwację włókien azbestu prowadzono przy powiększeniu 600x, wykorzystując siatkę Waltona-Becketta. Włókna zliczano w obrębie siatki na 100 losowo wybranych polach [11, 12]. Stężenie włókien azbestu w powietrzu obliczano wg ogólnego wzoru:

$$C = \frac{n \cdot S}{N \cdot V}$$

gdzie:

n – liczba zliczanych włókien

S – stała dla siatki Waltona-Becketta = 44100

N – liczba zliczanych pól

V – objętość pobranego powietrza

## WYNIKI

Uzyskane wyniki świadczą o wysokiej emisji włókien na terenie dzikich wysypisk wyrobów azbestowych. Stężenia włókien azbestu w powietrzu na wysypiskach wynoszą od 1837 wł/m<sup>3</sup> do 4134 wł/m<sup>3</sup> (tabela 1, tabela 2) i są wyższe w porównaniu ze stężeniami włókien azbestu stwierdzonymi w powietrzu na terenie wybranych gmin powiatu lubelskiego (ryc. 1).

**Tabela 1.** Stężenie włókien azbestu na dzikim wysypisku odpadów azbestowych w Lublinie [wł/m<sup>3</sup>]

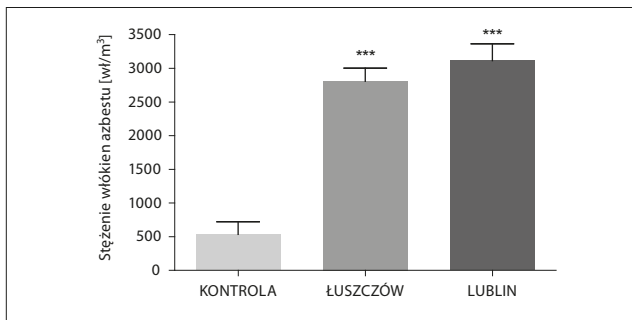
Punkt pomiarowy	$\bar{x}$	$x_{\min} - x_{\max}$
I	2755	1837–3675
II	3062	2296–3675
III	3521	2755–4134

Średnie stężenie włókien azbestu na dzikich wysypiskach wynosiło 2960 wł/m<sup>3</sup>.

Na wysypisku w Lublinie stężenie włókien azbestu wyniosło średnio 3112wł/m<sup>3</sup>, a w Łuszczowie 2806 wł/m<sup>3</sup>.

**Tabela 2.** Stężenie włókien azbestu na dzikim wysypisku odpadów azbestowych w Łuszczowie [ $\text{wł/m}^3$ ]

Punkt pomiarowy	$\bar{x}$	$x_{\min} - x_{\max}$
I	2755	2296–3216
II	2909	1837–3675
III	2755	2296–3216

**Rycina 1.** Porównanie stężeń respirabilnych włókien azbestu na wysypiskach (Łuszczów, Lublin) i w miejscach kontrolnych w powiecie lubelskim. Różnice istotne statystycznie w odniesieniu do kontroli przy  $p < 0,001$  (\*\*\*) test - one way anova.

## DYSKUSJA

Średnie stężenie włókien azbestu na dzikich wysypiskach w województwie lubelskim wynosiło  $2960 \text{ wł/m}^3$ .

Badania Szeszeni-Dąbrowskiej i in. [13] wykazały, że średnie stężenie włókien azbestu dla Polski wynosi  $492 \text{ wł/m}^3$ , a w województwie lubelskim  $677 \text{ wł/m}^3$ . Ponadto w miejscach przyległych do dawnych zakładów produkujących wyroby azbestowe, stężenie włókien azbestu było znacząco wyższe niż dla pozostałych obszarów i wynosiło  $732 \text{ wł/m}^3$ .

Według badań przeprowadzonych przez firmę ComerLab dla Ministerstwa Gospodarki w 2012 r., średnie stężenie włókien na terenie województwa lubelskiego wynosiło  $556 \text{ wł/m}^3$  [14].

Ponadto badania przeprowadzone przez Krakowiak i in. w mieście zurbanizowanym wykazały, że najwyższe stężenia włókien azbestu występują w bezpośredniej bliskości budynków pokrytych płytami azbestowo-cementowymi. Dodatkowo, w miarę oddalania się punktów pomiarowych od tych obiektów, stężenie włókien azbestu w powietrzu jest coraz mniejsze [15].

Wielkość emisji włókien z płyt nie zależy bezpośrednio od wieku płyty, ale znacząco zależy od stanu powierzchni płyty. Współczynnik *surface emission factor* wzrasta wraz z pogarszaniem się jakości powierzchni od  $2,7 \times 10^3 \text{ m}^{-2} \text{ J}^{-1}$  dla dobrego stanu powierzchni płyt do  $6,9 \times 10^3 \text{ m}^{-2} \text{ J}^{-1}$  dla złych powierzchni [16]. Wynika z tego, że wyroby azbestowe niewłaściwie demontowane i wyrzucane do środowiska naturalnego stanowią większe zagrożenie dla zdrowia, niż kiedy wcześniej były wykorzystywane jako pokrycia dachowe.

Badania przeprowadzone przez IMW [17] w latach 2009–2011 wykazały istotne zróżnicowanie stężeń respirabilnych włókien azbestu w powietrzu w gospodarstwach zależne od stopnia skorodowania zalegających wyrobów azbestowych. Najwyższe stężenia zanotowano w gospodarstwie, w którym użytkowane wyroby azbestowe znajdowały się w złym stanie technicznym. Średnie stężenie włókien respirabilnych w tym gospodarstwie wyniosło  $529 \text{ wł/m}^3$ , a najwyższe zanotowane

stężenie w tym gospodarstwie wyniosło  $2756 \text{ wł/m}^3$ . W gospodarstwie, w którym wyroby zawierające azbest znajdowały się w dobrym stanie technicznym, średnie stężenie włókien respirabilnych wyniosło  $328 \text{ wł/m}^3$ , podczas gdy w innym gospodarstwie, w którym nie znajdowały się wyroby azbestowe, rejestrowano stężenia poniżej granicy oznaczalności metody.

Odpady znajdujące się na monitorowanych dzikich wysypiskach były w znacznie gorszym stanie niż użytkowane na dachach budynków. Skutkuje to wzmożonym uwalnianiem szkodliwych włókien azbestu i skażeniem obszaru wysypiska. Podobna sytuacja ma miejsce, gdy zdemontowane podczas wymiany poszycia dachowego wyroby azbestowe, składowane są na terenie gospodarstw w sposób niewłaściwy i bez zabezpieczeń.

## PODSUMOWANIE

Wbrew zakazom i przy społecznym przyzwoleniu, wyroby azbestowe (przede wszystkim płyty z pokryć dachowych) są demontowane przez właścicieli nieruchomości i wyrzucane do lasów, na nieużytki rolne, łąki, tworząc dzikie wysypiska azbestu.

Uszkodzone, połamane i niezabezpieczone wyroby azbestowe emitują znacznie więcej szkodliwych włókien niż te same płyty pokrywające dachy zabudowań.

Podczas badań zarejestrowano wysokie stężenia respirabilnych włókien azbestu na terenie dzikich wysypisk, wynoszące od  $1837 \text{ wł/m}^3$  do  $3675 \text{ wł/m}^3$ , podczas gdy średnie stężenie włókien na terenie województwa lubelskiego kształtuje się na poziomie  $556 \text{ wł/m}^3$ .

Należy zatem pamiętać i uświadamiać właścicieli nieruchomości użytkujących wyroby azbestowe, że wyrzucane do środowiska naturalnego materiały zawierające azbest przyczyniają się do wzmożonej emisji włókien azbestowych do powietrza, co stanowi zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt.

## PIŚMIENICTWO

1. Przygotowanie i przeprowadzenie badań ankietowych dotyczących determinant skutecznego usuwania azbestu z terenu Polski wschodniej. Raport z Projektu Rozwojowego Nr 0990/R/HO3/2010/10 „Zintegrowany system zarządzania unieszkodliwianiem azbestu na składowiskach podziemnych w aspekcie zrównoważonego rozwoju Polski wschodniej”.
2. Khudu-Petersen K, Bard D, Garrington N, Yarwood J, Tylee B. Microscopic identification of asbestos fibres associated with African clay crafts manufacture. *Ann Occup Hyg.* 2000; 44(2):137–141.
3. Szeszeni-Dąbrowska N, Sobala W. Zanieczyszczenie środowiska azbestem. Skutki zdrowotne. Raport z badań Łódź, 2010.
4. Obmiński A. Transport azbestu w środowisku naturalnym cz. 1. Przegląd Komunalny, 2005; 169(10):40–41.
5. Rożkowicz M. Kontrola stężeń struktur azbestowych w powietrzu. Materiały szkoleniowe – Instytut Techniki Budowlanej, Warszawa 2009
6. Bujak-Pietrek S, Szadkowska-Stańczyk I. Narażenie na działanie respirabilnych włókien azbestu podczas różnych etapów prac związanych z usuwaniem materiałów azbestowych. *Medycyna Pracy* 2012; 63(2):191–198.
7. Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 marca 2003 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących lokalizacji, budowy, eksploatacji i zamknięcia, jakim powinny odpowiadać poszczególne typy składowisk odpadów (Dz. U. Nr 61, poz. 549 oraz z 2009 Nr 39, poz. 320)
8. Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 października 2003 r. w sprawie wymagań w zakresie wykorzystywania i przemieszczania azbestu oraz wykorzystywania i oczyszczania instalacji lub urządzeń, w których był lub jest wykorzystywany azbest (Dz. U. Nr 192, poz. 1876).



9. Polska Norma PN-84/Z-04008.02 Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Wytyczne ogólne pobierania próbek powietrza atmosferycznego (imisja). Polski Komitet Normalizacyjny, 1984.
10. Polska Norma PN-Z-04008-7/Az1:2002 Ochrona czystości powietrza. Pobieranie próbek. Zasady pobierania próbek powietrza w środowisku pracy i interpretacji wyników. Polski Komitet Normalizacyjny, 2002.
11. Polska Norma PN-88/Z-04202/02 „Badanie zawartości azbestu. Oznaczenie stężenia liczbowego respirabilnych włókien azbestu na stanowiskach pracy metodą mikroskopii optycznej”. Polski Komitet Normalizacyjny, 1988.
12. Stroszejn-Mrowca G. Identyfikacja azbestu w próbkach materiałów z zastosowaniem mikroskopu optycznego polaryzacyjnego i kontrastu fazowego (MOP). Prezentacja metody i wyników jej zastosowania. *Medycyna Pracy* 2003; 54 (6): 567–572.
13. Szeszenia-Dąbrowska N, Sobala W, Świątkowska B, Stroszejn-Mrowca G, Wilczyńska U. Environmental Asbestos Pollution – Situation in Poland. *Int Journ of Occup Med and Environ Health* 2012, 25(1): 3–13.
14. Sprawozdanie z realizacji zadania: „Badanie stężenia włókien azbestu w powietrzu na terenie gmin z województw lubelskiego, małopolskiego, podkarpackiego, śląskiego i świętokrzyskiego” na zlecenie Ministerstwa Gospodarki. ComerLab. Radawiec Duży, 2012.
15. Krakowiak E, Górny R L, Cembrzyńska J, Szałol G, Boisser-Draghi M, Anczyk E. Environmental exposure to airborne asbestos fibres in a highly urbanized city. *Ann Agric Environ Med* 2009, 16, 121–128.
16. Pastuszka J S. Emission of airborne fibers from mechanically impacted asbestos-cement sheets and concentration of fibrous aerosol in the home environment in Upper Silesia, Poland. *Journal of Hazardous Materials* 2009, 162: 1171–1177.
17. Buczaj A. Rozpoznanie stężenia respirabilnych włókien azbestu w powietrzu atmosferycznym w środowisku wiejskim. Temat statutowy IMW nr 2.16/09. Sprawozdanie z działalności IMW. Lublin 2012.

## Concentrations of asbestos fibres at wild asbestos wastes dumping grounds

### Abstract

**Introduction.** Products containing asbestos should be protected and removed according to precisely specified regulations. Asbestos products are removed by properly trained teams provided with suitable equipment. The above-mentioned enterprises are responsible for the correct deposition and protection, as well as safe transport, of asbestos wastes to specially adapted dumping grounds. Unfortunately, not all owners of asbestos containing wastes use the services of the specialized enterprises. They deconstruct asbestos products on their own, exposing themselves and others to risk. Such wastes are subsequently deposited without any protection or disposed into the natural environment. Wild dumping grounds occurring in this way emit great amounts of dangerous fibres into the air, and create a great risk for humans and animals.

**Objective.** The aim of the study was evaluation of concentrations of asbestos fibres at wild asbestos wastes dumping grounds.

**Methods.** Air samples were collected according to the Polish Standards PN-84/Z-04008.02 and PN-Z-04008-7. The strategy of collecting samples will also be based on the methods of investigating dust in the agricultural occupational environment developed at the Institute of Rural Health. The determination of the concentration of asbestos fibres was performed in accordance with Polish Standard PN-88/Z-04202/02.

**Results.** A high concentration of asbestos fibres was established in the area of wild asbestos dumping grounds. The emission of harmful fibres in such places is very high. This shows that asbestos products, when inadequately dismantled and disposed into the natural environment, create a greater risk for health and life.

### Key words

asbestos, asbestos fibres, wild wastes dumping grounds, concentrations of fibers

