

**SCIENTIFIC  
STUDIES**  
Monographs

**PRACE  
NAUKOWE**  
Monografie

Andrzej Obmiński

Azbest w budynkach

Asbestos in buildings



Instytut Techniki Budowlanej

Warszawa 2017

## **KOMITET REDAKCYJNY**

Redaktor naczelny	prof. dr hab. inż. LECH CZARNECKI
Zastępcy redaktora naczelnego	prof. dr inż. LESŁAW BRUNARSKI dr hab. inż. JADWIGA FANGRAT
Sekretarz	dr MICHAŁ GAJOWNIK
Członkowie	dr hab. inż. PAWEŁ LEWIŃSKI dr inż. TERESA MOŻARYN mgr inż. JAN SIECZKOWSKI dr inż. EWA SZEWCZAK dr inż. SEBASTIAN WALL

## Recenzenci

prof. dr hab. inż. JERZY DYCZEK  
prof. dr hab. JANUSZ JANECEK  
prof. dr hab. MICHAŁ SACHANBIŃSKI

## Redakcja

dr MIACHAŁ GAJOWNIK

## Opracowanie komputerowe

SŁAWOMIR KOSIARSKI

© Copyright by Instytut Techniki Budowlanej  
Warszawa 2017

*Czterysta sześćdziesiąta piąta pozycja*  
*„Prac Naukowych ITB”*

ISBN 978-83-249-8477-0 (wersja papierowa), ISBN 978-83-249-8488-6 (PDF)

Wydawca i Autorzy dołożyli wszelkich starań, aby publikowane informacje pochodziły z rzetelnych źródeł. Wydawca nie ponosi odpowiedzialności ani też nie zaciąga zobowiązań w wyniku wykorzystania przez użytkowników treści niniejszej publikacji. W szczególności nie ponosi odpowiedzialności w stosunku do czytelników i/lub strony trzeciej za jakiegokolwiek poniesione straty, wydatki i szkody bezpośrednie i pośrednie, łącznie z utratą zysku i innych korzyści majątkowych, które mogły powstać lub być związane bezpośrednio lub pośrednio z treściami opublikowanymi, w tym ewentualnymi błędami lub pominięciami zawartymi w publikowanych materiałach.

## Sekcja Wydawnictw Naukowych

02-656 Warszawa, ul. Ksawerów 21, tel.: 22 843 35 19  
fax: 22 56 64 282, e-mail: [wydawnictwa@itb.pl](mailto:wydawnictwa@itb.pl), [www.itb.pl](http://www.itb.pl)

## Spis treści

<i>Streszczenie</i> .....	5
<i>Summary</i> .....	9
1. Wstęp .....	13
1.1. Wprowadzenie do problematyki .....	13
1.2. Informacje ogólne o azbestie, wyrobach zawierających azbest i powstającym zagrożeniu .....	16
1.3. Trudności związane z usuwaniem azbestu .....	23
1.4. Terminologia .....	29
<b>CZEŚĆ I. WYROBY I BUDYNKI ZAWIERAJĄCE AZBEST</b> .....	<b>35</b>
1. Funkcje użytkowe wyrobów zawierających azbest .....	37
2. Klasyfikacje wyrobów zawierających azbest .....	51
2.1. Zasady klasyfikacji .....	51
2.2. Podział wyrobów ze względu na odporność na mechaniczne uszkodzenia .....	51
2.3. Podział wyrobów ze względu na ryzyko emisji pyłów .....	56
2.4. Podział wyrobów według nazewnictwa stosowanego w aktach prawnych .....	65
3. Wyroby zastosowane na zewnątrz i wewnątrz budynków .....	67
3.1. Lokalizacja wyrobów a poziomy zagrożenia pyłem azbestowym .....	67
3.2. Miejsca zastosowań wyrobów z azbestem w budynkach .....	71
3.3. Elementy budynków, w których zastosowano wyroby zawierające azbest ..	72
3.4. Przykłady budynków zawierających wyroby z azbestem .....	90
4. Obiekty przemysłowe .....	121
4.1. Zagadnienia wstępne .....	121
4.2. Zanieczyszczenie powietrza w wybranych zakładach przemysłowych .....	129
Bibliografia .....	135
<b>CZEŚĆ II. OCENA I KONTROLA ZAGROŻENIA PYŁEM AZBESTOWYM</b> .....	<b>139</b>
1. Wielkość narażenia a zagrożenie zdrowia .....	141
2. Kontrolowanie zagrożenia pyłem azbestowym .....	145
3. Ocena stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest .....	151
3.1. Zagadnienia wstępne .....	151
3.2. Przygotowanie formularza „Oceny stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest” .....	152
3.3. Poziomy zanieczyszczenia pyłem azbestowym obiektów budowlanych .....	158
4. Podstawy prawne interpretacji pomiarów zanieczyszczenia powietrza pyłem azbestowym .....	165
5. Zanieczyszczenie powietrza a „Ocena” wyrobów .....	171

6. Klasyfikacja warunków eksploatacyjnych w obiektach ze względu na obecność wyrobów zawierających azbest.....	187
6.1. Klasy zagrożeń .....	187
6.2. Przykłady wartości zanieczyszczenia powietrza w strefach pracy .....	191
7. Wnioski z badań .....	225
Bibliografia .....	227
<b>CZEŚĆ III. PRACE NAPRAWCZE I KONSERWACYJNE, DEMONTAŻ WYROBÓW AZBESTOWO-CEMENTOWYCH .....</b>	<b>229</b>
1. Wybór i metodyka napraw .....	231
2. Demontaż wyrobów zawierających azbest. Zagrożenie dla wykonawców robót.....	235
2.1. Ocena narażenia wykonawców robót .....	235
2.2. Rodzaje prac związanych z ryzykiem zdrowotnym .....	238
3. Usuwanie wyrobów zamontowanych na zewnątrz budynków – propozycja działań .....	243
3.1. Informacje wstępne .....	243
3.2. Literatura uzupełniająca .....	248
3.3. Zalecenia szczegółowe do przygotowania planów prac i planu BIOZ .....	250
3.4. Prace wstępne .....	253
3.5. Usunięcie, hermetyzacja i magazynowanie płyt.....	260
3.6. Odbiór robót .....	267
3.7. Ochrona pracowników.....	267
3.8. Czynności końcowe .....	268
3.9. Kontrola jakości wykonanych prac .....	268
Bibliografia .....	269
Załącznik 1. Azbest jako minerał.....	271
Załącznik 2. Informacja o środkach wglębnie penetrujących.....	283
Załącznik 3. Wybrane rysunki techniczne.....	287
Załącznik 4. Informacje o stosowanej w Instytucie Techniki Budowlanej metodzie oznaczania stężenia włókien respirabilnych azbestu ...	295
Załącznik 5. Limity zanieczyszczenia powietrza pyłem azbestowym .....	299

# 1. WSTĘP

## 1.1. Wprowadzenie do problematyki

Celem monografii jest kompleksowe przedstawienie oraz analiza problemu, jakim było powszechne zastosowanie wyrobów zawierających azbest w krajowym budownictwie od lat 60. do końca lat 90. XX w. Maksimum tego procesu przypada na lata 70. i 80. W tym czasie nie były szeroko znane informacje o szkodliwości pyłów azbestowych dla zdrowia człowieka. Azbest był materiałem dopuszczonym do użytkowania i znalazł niemal powszechne zastosowanie w wielu gałęziach gospodarki dzięki unikalnym, korzystnym własnościom fizykochemicznym. Dzięki odporności na wysoką temperaturę wyroby i instalacje z jego udziałem spełniały wymagania przeciwpożarowe, ogniochronne, termizolacyjne. Stosowany był jako mikrobrojenie z masami cementowo-wapiennymi. Jednocześnie nie rejestrowano ani samego faktu zastosowania w wyrobie azbestu (w nazwie wyrobu, w dokumentacji technicznej projektowej lub powykonawczej), ani faktu zastosowania tych wyrobów w budynkach (w książce obiektu). W omawianym okresie znaczna część budownictwa została „wyposażona” w wyroby, które w przyszłości miały okazać się szkodliwe dla zdrowia: wytwórców, ekip budowlanych, ekip remontowych/demontażowych oraz użytkowników. Zagrożenie użytkowników, w szczególności obiektów nieprzemysłowych, w stosunku do zagrożeń związanych z produkcją lub konserwacją instalacji zawierających azbest, można określić jako hipotetyczne lub potencjalne. Wielkość zanieczyszczenia powietrza pyłami azbestu jest w ich przypadku o kilka rzędów niższa od zanieczyszczeń spotykanych na stanowiskach pracy. Co więcej nie powstały żadne katalogi i zestawienia wyrobów azbestowych lub budynków z tymi wyrobami, ułatwiające ich wykrywanie. Z końcem lat 90. powstał natomiast logiczny system przepisów prawnych, wymagający inwentaryzacji tych wyrobów, obiektów, w których je wykorzystywano i ocen zagrożenia, poprzez przygotowanie „Oceny stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest”. Sporządzanie inwentaryzacji wyrobów i ich ocen, z powodu trudności w lokalizowaniu i identyfikacji wyrobów, jest niedokładne, zwłaszcza że często wykonują to osoby niedoświadczone.

Specyfika krajowego zastosowania azbestu w budownictwie wynika ze stosowanych technologii budownictwa, materiałów i obowiązujących przepisów\*. W monografii podjęto analizę zagadnienia w oparciu o wieloletnie doświadczenia praktyczne autora w tworzeniu ekspertyz dotyczących diagnozy zagrożeń pyłem azbestowym w różnych budynkach – na podstawie „Oceny” i nadzorowania wykonawstwa prac oczyszczania budynków z azbestu.

Rozpoznanie zagrożenia w pierwszym rzędzie polega na odnalezieniu wszystkich form zastosowania azbestu (aby przy ocenie nie pominąć przypadkowo wyrobów mniej widocznych, a bardziej zagrażających)\*\*.

---

\* Istnieją duże różnice między krajami UE w szkoleniu i wykonawstwie prac – specjalistycznego demontażu, zasad BHP przy usuwaniu azbestu z budynków, zasad kontroli i jakości prac. W Polsce minimalizuje się koszty usuwania azbestu, mając w perspektywie rok 2031 jako datę całkowitego oczyszczenia kraju z wyrobów azbestowych. Za granicą prace prowadzone są powoli, bez przyjętego terminu całkowitego ich zakończenia – zatem dokładniej i oczywiście znacznie drożej. Wspomniane różnice przekładają się na poziomy zanieczyszczenia powietrza pyłami azbestu w budynkach, na organizację prac usuwania wyrobów, techniki pomiarowe zagrożeń itp. Dla przykładu zgłoszenie planowanych robót demontażu azbestu z obiektu do organów kontrolnych według przepisów francuskich odbywa się na 30 dni przed ich rozpoczęciem. Prace te zaczynają się dopiero po uzyskaniu akceptacji i potwierdzenia przyjętych w projekcie technologii, kontroli wyposażenia technicznego wykonawcy robót i potwierdzeniu sprawności sprzętu specjalistycznego. W przepisach polskich zgłoszenia do Okręgowego Nadzoru Budowlanego, Okręgowego Inspektora Pracy, Inspektora Sanitarnego dokonuje się na 7 dni przed rozpoczęciem prac. W tym czasie część służb kontrolnych może odwiedzić rozpoczynającą się budowę. Mała jest szansa, aby skontrolowały one przygotowania do pracy, zgodność wyposażenia z przyjętym projektem, nie mówiąc o stanie technicznym urządzeń oraz stopniu oczyszczenia wcześniej używanych urządzeń. (We Francji jest to dokument lub nalepka certyfikowanej firmy, do której wykonawca robót demontażowych zobowiązany jest każdorazowo przekazać sprzęt po zakończonych pracach usuwania azbestu. Zatem wspomniana kontrola nie wymaga znajomości sprzętu, jest łatwa i skuteczna). Jest więc z jednej strony w krajowej praktyce mniejsze ryzyko zagrożeń, z drugiej strony gorsza logistyka i możliwość wykrywania nieprawidłowości. Podobnie wygląda sprawa badań powietrza – w Polsce wykonywanych na mikroskopkach optycznych, w krajach starej UE – na mikroskopach elektronowych. Wyników tych technik nie porównuje się. Korzystając z dostępnej bibliografii, autor z powyższych przyczyn unikał posługiwania się rozbudowaną literaturą przedmiotu pochodzenia zagranicznego, korzystał z krajowych publikacji, materiałów konferencyjnych i szkoleniowych oraz własnych wyników badań i doświadczeń.

\*\* Trzeba mieć na uwadze, że wyrób zawierający azbest stanowi potencjalne zagrożenie. Prawdziwym zagrożeniem powstającym w budynkach zawierających azbest jest zanieczyszczenie powietrza wewnętrznego pyłkami azbestu. Jest ono bardzo zróżnicowane i może powodować różne skutki zdrowotne u osób narażonych. Wymaga to różnych działań prewencyjnych (naprawczych) i różnych sposobów eksploatacji obiektów. Wielkość zanieczyszczenia powietrza azbestem w budynkach zależy od wielu czynników, w tym niezwiązanych z wyrobami zawierającymi azbest.

Rozpoznający, którego celem jest inwentaryzacja, ocena wyrobów, ocena zagrożeń pyłem azbestowym, wkraczając do obiektu może mieć do identyfikacji lub/i zakwalifikowania na badanie laboratoryjne bardzo dużo wyrobów, części instalacji lub urządzeń. Niektóre z nich są osłonięte innymi wyrobami, trwale zbudowane, inne – wymienione po remontach, renowacjach, rewitalizacjach – mają zmieniony wygląd lub są niewidoczne. Nie wszystkie wyroby mogące zawierać azbest należy pobrać do analizy mikroskopowej (dającej na ogół gwarancję identyfikowania obecności i rodzaju azbestu). Koszt takich działań byłby zbyt duży. Należy więc, w oparciu o dokumentację techniczną obiektu, wywiad i osobiste doświadczenie, dokonać wyboru, pobierając próbki wyrobów, które z największym prawdopodobieństwem zawierają azbest (co do których prowadzący wizję lokalną ma wątpliwości lub wydają mu się one nieznanne). Należy zrezygnować z poboru próbek wyrobów o minimalnym prawdopodobieństwie zawartości azbestu i tych, co do których nie ma wątpliwości, że azbest zawierają. Analiza laboratoryjna ma rozwiązać wątpliwości. W ten sposób doświadczony specjalista może zredukować liczbę próbek potrzebnych do analizy laboratoryjnej do kilkudziesięciu lub kilkunastu przy dużym obiekcie (np. takim jak Pałac Kultury i Nauki w Warszawie, lub położone na kilku hektarach zakłady przemysłu papierniczego, rafinerie, elektrociepłownie itp.). Należy przede wszystkim wiedzieć, jak wyglądają wyroby zawierające azbest, w jakich obiektach można je spotkać i w jakich miejscach mogły być one zastosowane. Temu służą rozbudowane opisy, zestawienia i fotografie wyrobów oraz budynków, a także przypisane do nich – jako cechy charakterystyczne – zarejestrowane poziomy zanieczyszczenia powietrza wewnętrznego pyłami azbestu.

Dla wykonawców robót pomocny w prognozowaniu zagrożeń może okazać się materiał zawarty w części II. Monografia powinna okazać się przydatna dla inspektorów inspekcji pracy, nadzoru budowlanego, inspekcji sanitarnych, kontrolujących przebieg robót usuwania azbestu, a także dla osób projektujących modernizacje i demontaż budynków zawierających wyroby z azbestem. Jest również adresowana do ekip wykonawców, pragnących pogłębić praktyczne umiejętności usuwania wyrobów zawierających azbest.

Autor spodziewa się, że lektura tego opracowania, uzupełniając literaturę przedmiotu dostępną na krajowym rynku, stanie się także źródłem inspiracji do zmian w istniejących przepisach prawnych i stosowanej w Polsce praktyce usuwania azbestu.

## 1.2. Informacje ogólne o azbeście, wyrobach zawierających azbest i powstającym zagrożeniu

Azbest jest nazwą handlową specyficznej grupy włóknistych minerałów krzemianowych (nie wszystkie minerały włókniste kwalifikuje się jako „azbest”). Tą nazwą jednocześnie określa się morfologię minerałów, czyli ich postać, wykształconą w formie azbestu, tj. długich cienkich włókien. Bywa to mylące w odbiorze, ponieważ w Polsce stosuje się liczbę pojedynczą – „azbest” (a nie mnoga), co sugeruje, że jest to pojedynczy minerał, a nie ich grupa.

Termin „azbest” (ang. *asbestos*) odnosi się do minerałów występujących w skoncentrowanych żyłkach jako kopalina [30]. Współcześnie przyjmuje się w literaturze przedmiotu, że termin ten odnosi się do *minerałów występujących w wiązках lub giętkich włóknach, co umożliwia ich separację w formie cienkich obrabialnych nici, składających się z komponentów włóknistych* [11]. Sachanbiński [29] podaje następującą definicję: *azbest to osobniki z grupy krzemianów (magnezu, żelaza, wapnia i sodu), charakteryzujące się pokrojem włóknistym, określone wspólnym mianem dla kilkudziesięciu minerałów i ich odmian występujących w formie skupień włóknistych lub igielkowych. Do oceny i identyfikacji American Society for Testing Materials (ASTM) przyjmuje się następującą charakterystykę azbestu: przewaga cząstek włóknistych o stosunku wydłużenia od 20:1 do 100:1 (długości powyżej 5  $\mu\text{m}$ ), obecność cienkich fibryli o średnicy mniejszej niż 0,55  $\mu\text{m}$ , zdolność do tworzenia kryształów nitkowych, których równoległe włókna tworzą wiązki, włókna mają ostro zakończone końce, są matowe i wykazują krzywizny*. Azbesty kwalifikowane są do dwóch grup minerałów: **serpentyków** (chryzotyl, cechujący się w obserwacjach mikroskopowych falistym wygięciem włókien) oraz **amfiboli** (wymienia się aż 5 minerałów, wśród nich amozyt i krokidolit). Azbesty amfibolowe cechują się morfologią cienkich, prostych i ostro zakończonych włókien.

Ze względu na swoje własności użytkowe wyżej wymienione minerały znalazły szerokie zastosowanie w gospodarce światowej, również polskiej. Wykorzystywano najczęściej trzy rodzaje azbestu: chryzotyl (azbest biały) oraz dwa rodzaje azbestów amfibolowych: krokidolit (azbest niebieski) i amozyt (azbest brązowy). Wymienione przykłady nie wyczerpują pełnej listy włóknistych krzemianów, które zaliczane są (lub były) do „azbestów”, a które w Polsce mogą występować rozproszone w skałach, np.: azbest antofyllitowy, tremolitowy, aktynolitowy lub hornblendowy [7]. Niektóre z nich mogą powodować zanieczyszczenie podczas eksploatacji i obróbki kruszywa w południowo-zachodniej Polsce [36].



Warto nadmienić, że definicje i klasyfikacje azbestu ewoluowały i nie zawsze były precyzyjnie określone, nie tylko w związku z możliwościami współczesnych metod mineralogicznej analizy instrumentalnej, ale także wobec „zapotrzebowania bieżącego”, jakim mogą się okazać roszczenia o odszkodowania za utratę zdrowia dla osób narażonych na azbest w miejscu pracy. Niektóre minerały utraciły pierwotną przynależność do „azbestów”, w ich miejsce odkrywano nowe minerały (zał. 1).

Istota zagadnień ujętych w tej monografii nie pozwala autorowi szerzej rozwinąć wątku mineralogii w oparciu o najnowszą literaturę. Podstawowe informacje dotyczące powstawania minerałów azbestu, procesu i możliwości ich dekompozycji chemicznej lub temperaturowej w kontekście unieszkodliwiania odpadów, omówiono załączniku 1 na podstawie dostępnej literatury [3, 4, 5, 6] – rozszerzającej te informacje jedynie powierzchownie, gdyż nie jest to zasadniczym przedmiotem monografii.

W otoczeniu człowieka azbest spotykany jest częściej niż w warunkach naturalnych, gdyż znajduje się zarówno w wyrobach, jak i w powietrzu w formie respirabilnych pyłów (zob. p. 1.4). Wskutek wieloletniej produkcji wyrobów z jego dodatkiem minerał ten jest więc w środowisku człowieka dość pospolity. Jednak – wobec trwającego już kilkanaście lat wstrzymania stosowania azbestu w gospodarce – współczesne zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego w polskich miastach w porównaniu do zanieczyszczeń rejestrowanych w latach 90. XX w. zmniejszyło się, jak wskazują na to badania autora.

Minerały azbestowe cechuje właściwa substancjom krystalicznym uporządkowana budowa wnętrza, polegająca na ułożeniu poszczególnych atomów w warstwach sieci krystalicznej, odmienna u różnych rodzajów azbestu, jednak mająca cechę wspólną, jaką jest jednokierunkowe wydłużenie elementów strukturalnych. Minerał ten po obróbce mechanicznej, użyciu go w wyrobach, poddany czynnikom destrukcyjnym (ścieranie, kruszenie, naprzemienny skurcz termiczny, naprzemienne zawilgacanie i suszenie lub/i wskutek procesów starzenia się lub/i osłabiania spoiwa w wyrobach, gdzie został zastosowany), „dzieli się” na „włókna”. Faktycznie są to wiązki włókien, które można zobaczyć okiem nieuzbrojonym lub przy niewielkim powiększeniu – mają one długość jednego lub kilku milimetrów. Widzialne włókna składają się z mniejszych włókien, a zatem dzielą się na coraz drobniejsze pakiety o morfologii włóknistej, te zaś dzielą się dalej, dochodząc do pojedynczych fibryli o wymiarach ułamka mikrometra, oczywiście z zachowaniem własności fizykochemicznych minerału wyjściowego. Dlatego pył azbestowy zawieszony w powietrzu nie jest widoczny okiem nieuzbrojonym.

Do obserwacji i zliczania włókien respirabilnych wymagane jest powiększenie mikroskopowe co najmniej 500 razy przy oświetleniu kontrastu fazowego (zał. 4). Kiedy stosujemy technikę mikroskopii elektronowej z powiększeniami przekraczającymi możliwość mikroskopu optycznego (np. 2000 razy i więcej), rejestrujemy włókna azbestu niewidoczne dla zwykłych mikroskopów optycznych. Mając możliwość analizy elementarnej pierwiastków, jak w przypadku SEM-EDS, lub też tzw. struktury, jak w przypadku TEM, możemy w sposób pewny odróżnić azbest od innych włókien do niego podobnych. Mikroskopia optyczna pozwala na zliczanie większych włókien o średnicach powyżej 0,2  $\mu\text{m}$ , a do ich identyfikacji trzeba przechodzić w obrębie obserwowanego włókna z oświetlenia kontrastu fazowego na światło spolaryzowane. Wymaga to nie tylko opatrzenia i biegłości w ocenie cech optycznych, diagnostycznych dla azbestu, ale może być zawodne, bo wraz ze zmianą oświetlenia, pozwalającego oceniać cechy optyczne, niektóre zbyt cienkie włókna azbestu przestają być widoczne w świetle spolaryzowanym. Wyniki badań zanieczyszczeń powietrza, uzyskiwane w badaniach mikroskopii optycznej i elektronowej, mogą być nieporównywalne.

Na terenie Polski skompaktowane pakiety włókien azbestowych w wychodniach skał i w glebie towarzyszącej tym wychodniom nie uwalniają samoistnie do środowiska włókien azbestu [19]. Włókna spotykane w skałach są sprasowane, spójne najczęściej węglanem wapnia [8]. Defragmentacja tych pakietów i wiązek włókien azbestowych przebiega więc opornie w naturalnych warunkach. Uwalnianie się pyłu azbestowego do powietrza z nieeksploatowanych wychodni skał zanieczyszczonych azbestem w Polsce (Sudety) w naturalnych warunkach ma miejsce w ograniczonym zakresie. Należy podkreślić, że w Polsce nie ma złóż azbestu i nie prowadzono jego przetwórstwa jako kopaliny, sprowadzając azbest w postaci wyrobów lub jako surowiec włóknisty najczęściej z byłego ZSRR, z Kanady lub z Chin.

Brak istotnych śladów azbestu w powietrzu w rejonach naturalnych wystąpień tego minerału w skałach nie jest regułą, gdyż kopalnie skał bogatych w azbest często mają zanieczyszczone powietrze atmosferyczne przez pył respirabilnych włókien azbestu [14]. W Polsce ma to miejsce lokalnie, pod wpływem wydobycia i kruszenia skał, ich obróbki przemysłowej (np. rozdrabniania kruszywa). Proces ten – w zależności od intensywności robót i zmiennych ilości wtrąceń azbestu – może nieść ryzyko narażenia środowiskowego na pyły azbestu [15, 19, 28, 29, 36]. Zagrożenie to pojawia się w rejonie występowania niektórych skał dolnośląskich (zanieczyszczonych na ogół azbestem chryzotylowym) [15, 28].

Problem kruszyw wykracza poza temat monografii, niemniej został wspomniany w celu porównania wielkości zanieczyszczeń z emisją powstającą przy usuwaniu azbestu.

W przeszłości duże źródło zanieczyszczenia środowiska i powietrza atmosferycznego przez pyły azbestu stanowiły linie produkcyjne wyrobów zawierających azbest, w szczególności popularnych wyrobów azbestowo-cementowych (tzw. ZWAC: Zakłady Wyrobów Azbestowo-Cementowych). To one powodowały główne zanieczyszczenie środowiska azbestem Małkini Górnej, Wierzbicy, Szczucina, Ogrodzieńca [19]. Pylenie istniało także w trakcie transportu tysięcy ton azbestu do fabryk, przeładunku surowca, generując zanieczyszczenia w obszarze pracy na poziomie ok.  $1 \text{ w}\ell/\text{cm}^3$  ( $1\ 000\ 000 \text{ w}\ell/\text{m}^3$ ). Później, w procesach produkcji zmniejszono je do ok.  $100\ 000 \text{ w}\ell/\text{m}^3$  (wg archiwalnych danych z Sanepidu z końca produkcji w latach 90. XX w.). Podczas transportu wyrobów, obróbki i montażu, zanieczyszczenie przeciętnie było od 10 do 200 razy niższe. Na terenach „otwartych”, np. w sąsiedztwie kopalń, fabryk produkujących wyroby azbestowe (ZWAC), pyły te obecnie nie stanowią istotnego problemu, o ile teren został zrehabilitowany i zanikła związana z działalnością gospodarczą aktywność źródeł emisji z azbestu. Pyły są wywiewane lub wyplukiwane z powietrza i z opadami trafiają do gruntu, gdzie wiąże je roślinność. Jednak w samym gruncie nie ulegają dalszemu transportowi i eksploatacja takiego gruntu może powodować reemisję pyłu. W gruncie po działalności przemysłowej pozostaje ślad dawnej produkcji wyrobów azbestowo-cementowych na poziomie 0,01% do 0,5% azbestu [19]. Czasem jednak skala rozpowszechnienia odpadów poprodukcyjnych stanowiła zagrożenie dla lokalnych społeczności, wymagając interwencji z uwagi na wielkość zagrożeń w skali województwa, a nawet kraju (Szczucin) [32].

W trakcie eksploatacji gotowych wyrobów w normalnych warunkach rejestruje się przeciętnie poziomy niższe od poprzednio wymienionych o kolejne dwa – trzy rzędy wielkości, a więc znacznie mniejsze niż przy ekspozycji zawodowej (po przedział od 500 do  $1000 \text{ w}\ell/\text{m}^3$ ). Pył azbestowy długotrwale utrzymuje się jednak w powietrzu (szczególnie w pomieszczeniach zamkniętych) w postaci aerozolu i nie degraduje się samoistnie [20, 21]. Skumulowany w budynku pozostaje w nim przez lata, gromadząc się na płaskich powierzchniach oraz elementach wyposażenia pomieszczeń. Sam minerał jest trwały także w środowisku naturalnym, a mikrowłókna, unosząc się w powietrzu w formie niewidocznej zawiesiny, mogą być transportowane w powietrzu atmosferycznym na dystansie tysięcy kilometrów [14]. Azbest zachowuje trwałość i pozostaje bez

zmian nawet w temperaturze do kilkuset stopni Celsjusza. Gaulatieri [10] podaje zakresy temperatury, w których azbesty pozostają trwałe: od 400 do 700°C dla chryzotyłu i od 950 do 1050°C dla amozytu i krokidolitu. Inni badacze nie zawsze akceptują te przedziały temperatury (zał. 1).

Włókna azbestu, przenikając z wdychanym powietrzem do płuc, mogą prowadzić do trwałego uszkodzenia elementów układu oddechowego, gdyż są z organizmu nieusuwalne i tylko częściowo rozpuszczają się w płynach ustrojowych, uwalniając przy okazji szkodliwe dla organizmu jony i adsorbaty. Azbest jest udowodnionym czynnikiem rakotwórczym, jakkolwiek częstość chorób powodowana narażeniem na pyły azbestu jest w wielu krajach, w tym w Polsce, niedoszacowana z powodu nierozpoznawalności przyczyn tych chorób [16]. Mimo wstrzymania zastosowania i produkcji wyrobów azbestowych częstość zachorowań na choroby azbestozależne wzrasta właśnie z powodu ich lepszej wykrywalności [33]. Podstawowymi schorzeniami, jakie powoduje ekspozycja zawodowa, są: pylica azbestowa (azbestoza), śródmiąższowe zwłóknienie płuc o latencji ok. 10 lat oraz rak płuc o latencji ok. 20 – 35 lat. Specyficznym schorzeniem, które może być wywołane ekspozycją środowiskową, jest nowotwór o nazwie międzybłoniak opłucnej – nowotwór złośliwy o bardzo długiej latencji 10 – 40 lat, trudny w diagnostyce, o dynamicznym przebiegu choroby kończącej się śmiercią. Wywoływany jest przez narażenie na pyły azbestów amfibolowych krokidolitu i amozytu [25]. Problematykę zagrożeń chorobami azbestozależnymi przedstawia bogata literatura przedmiotu, np. [14, 32, 33].

Włókna azbestu były wykorzystywane w wyrobach jako dodatek o cennych własnościach fizycznych, o szerokim zastosowaniu w różnych gałęziach gospodarki (mikrozbroyenie w komponencie z cementem, gumą, innymi spoiwami lub jako materiał odporny na wysoką temperaturę, wykorzystywany jako uszczelnienia, izolatory, maty). Cechy wyrobów zależały od procentowej zawartości azbestu, rodzaju spoiwa i rodzaju azbestu. Drobnowłóknisty azbest, tzw. „kurz azbestowy”, był wypełniaczem mas ogniochronnych. Azbesty, oprócz charakterystycznej dla siebie włóknistości, cechują się przede wszystkim odpornością na podwyższoną temperaturę, stąd wyroby zawierające azbest wytrzymują temperaturę od kilkuset do tysiąca stopni Celsjusza. Są w różny sposób odporne na kwasy, zasady, słabo przewodzą ciepło, nie przewodzą prądu; azbesty dość łatwo można połączyć z różnorodnym spoiwem, któremu nadają elastyczność i trwałość poprzez funkcję mikrozbroyenia w tworzywie wyrobu i implementacje swoich cech fizykochemicznych. Włókna azbestu

dają się prasować (maty), tkać (plótna) i pleść (sznury), a wyroby te mogą być wykonane wyłącznie z azbestu lub z dodatkami włókien polimerowych, bawełny lub celulozy itp. W przypadku wyrobów plecionych mogą to być wyroby z powierzchniowym oplotem lub z rdzeniem z włókien azbestu, również z zastosowaniem włókien syntetycznych lub organicznych. Stąd bierze się powszechność użycia azbestów z dodatkiem różnych spoiw przy produkcji rozlicznych wyrobów i mnogość potencjalnych miejsc ich ulokowania w obiekcie budowlanym. Ich rozpoznanie wyłącznie na podstawie zewnętrznych cech może okazać się mylące. Spoiwem stosowanym z dodatkiem azbestu był: gips, cement, guma, żywica, PCV, asfalt, stosowane w około 3000 wyrobów. Najbardziej popularnym zastosowaniem wyrobów z azbestem były elementy termicznej osłony kolektorów wydechowych, osłony silników spalinowych w pojazdach drogowych i szynowych, części silników spalinowych i elektrycznych, elementy urządzeń stosowanych w stocznicach, statkach, platformach wiertniczych (przeciwpożarowe ściany działowe, grodzie, wygłuszenia, wypełnienia ścian kajut itp.). Powszechne było stosowanie azbestu w zakładach energetycznych, kotłowniach, kopalniach, hutach, zakładach przemysłu papierniczego, chemicznego (w urządzeniach energetyki, np.: turbiny, izolacje przewodów elektrycznych, elementy osłony termicznej, izolacje na przewodach paliwowych w postaci sznurów azbestowych, uszczelnieniach połączeń tych przewodów, uszczelnieniach kanałów wentylacyjnych – uszczelki w połączeniach hydraulicznych). Inne popularne produkty to: maty wygłuszające, maty i sznury ognioodporne, podkładki elementów transformatorów i styczników w elektrowniach, sprzęgła, okładziny hamulcowe, elementy alternatorów itp). Najczęściej i w największym zakresie stosowano azbest w budownictwie, wyrobach gotowych i instalacjach (systemy przeciwpożarowe, wygłuszające, wentylacyjne, grzewcze, klimatyzacyjne, osłony lekkich konstrukcji, systemy ścian warstwowych, wykorzystujących płyty azbestowo-cementowe itp). Szerzej informacje dotyczące wyrobów zostaną przedstawione w części I.

Współcześnie nadal użytkowane są maszyny i instalacje, które są sprawne, ale wyprodukowano je w latach 80., kiedy nie istniały wymagania zakazujące stosowania wyrobów z udziałem azbestu, jak też nie było późniejszego wymagania oznakowania na produkcie zastosowania takich wyrobów. W krajach Europy Zachodniej dopiero w 1986 r. wprowadzono ograniczenia stosowania azbestu w urządzeniach oraz nakaz oznakowywania takich wyrobów. Przed tym okresem azbest był stosowany bez ograniczeń oraz bez przymusowego oznakowywania elemen-

tów maszyn, które go zawierały. Stąd trudności identyfikacyjne. Podczas rutynowych inspekcji, inwentaryzacji i oceny wyrobów rejestruje się tylko to, co widać okiem nieuzbrojonym i co jest powszechnie znane. Nie można bez rozbierania maszyn wykluczyć, że ich wewnętrzne połączenia izolacji przewodów, uszczelki lub ogniochronne otuliny elementów grzewczych (nie dostępne podczas wizji lokalnej i niewidoczne po odkręceniu pokryw zewnętrznych) zawierają azbest. Za taką wątpliwością przemawia często rok produkcji instalacji (maszyny) i kraj pochodzenia (w Polsce produkcja uszczelnień i materiałów izolacyjnych została wstrzymana w 1996 r., a wyroby azbestowo-cementowe zostały zakazane w latach 1997-1998). Zakaz stosowania azbestu w produktach w Chinach, Rosji, Brazylii nie obowiązuje. Jednym z przykładów trudności prowadzenia inwentaryzacji azbestu względem urządzeń (zwłaszcza w zakładach pracy ciągłej), jak też złożoności budowy urządzenia, jest opinia serwisowa, dotycząca jednej ze znanych firm produkujących maszyny drukarskie: *...W ciągu ostatnich 36 lat producent nie implementował do sprzętu azbestu, ale przed rokiem 1990 nie było ograniczeń dotyczących jego użytkowania (...). W tym czasie szczególnie elementy elektryczne mogły zawierać azbest. Prawdopodobieństwo, że to urządzenie zawiera azbest nie jest poza sferą możliwości. W tym czasie nie było żadnych ograniczeń w zakresie (jego) stosowania i jeśli dostawca (komponentów) użył go, nie był zobowiązany do informowania producenta ani serwisu maszyn.* Podobny problem dotyczy niektórych systemów budownictwa, w których wyroby zawierające azbest, często o znacznej powierzchni, zostały trwale zabudowane w zewnętrznych ścianach warstwowych.

Stosowanie w przeszłości azbestu odbywało się bez ograniczeń i bez specjalnej rejestracji wszędzie tam, gdzie wymagana/zalecana była izolacyjność cieplna, ochrona przed wysoką temperaturą, ognioodporność oraz mikrozbrojenie. Cenione były wyroby tkane i plecione (płótna i sznury), chętnie stosowane w przemyśle, zwłaszcza energetyce. Użytkowanie obiektów z takimi wyrobami lub infrastrukturą, mimo przyjęcia wspólnie odpowiednich zakazów stosowania azbestu (a dokładniej wstrzymania produkcji wyrobów i wprowadzania do budynków takich wyrobów), trwa nadal. Spowodowane jest to ilością, różnorodnością i sposobem wbudowania do obiektów tych wyrobów oraz faktem niemożności natychmiastowego przerwania eksploatacji, np. budynków i wszystkich wyrobów w nich zamontowanych zawierających azbest.

### 1.3. Trudności związane z usuwaniem azbestu

Istotę zagadnienia określonego mianem „problem azbestowego” stanowi fakt, że azbest zastosowany w wyrobach powszechnego użycia i w wielu gałęziach gospodarki oraz przez dziesięciolecia wprowadzany do obrotu handlowego (w gospodarce światowej w milionach ton rocznie), dość późno okazał swój szkodliwy wpływ na układ oddechowy, to znaczy wówczas, kiedy wyroby z azbestem zostały już rozpowszechnione. Udowodnienie jego szkodliwych dla organizmu właściwości zajęło ponad dwie dekady i ogłoszone zostało przez Międzynarodową Organizację Pracy i Światową Organizację Zdrowia dopiero w 1986 r. Niektóre kraje (Brazylia, Rosja, kraje azjatyckie) nie uznały tego faktu, nadal wytwarzając i eksploatując wyroby z azbestem, czasem eksportując je do UE, między innymi do Polski (czemu skutecznie zapobiega Inspekcja Ochrony Środowiska, Inspekcja Handlowa oraz inne instytucje kontrolne, przysyłając do badań w ITB próbki importowanych wyrobów). Pomijając trudności w identyfikacji wyrobów oraz ich lokalizacji w starych budynkach, które zazwyczaj nie dysponują dokumentacją techniczną, sam proces usuwania azbestu musi być rozłożony na wiele lat. Nie należy go przyspieszać w celu dotrzymania wcześniej założonych terminów – zwłaszcza eliminacji wyrobów na terenie całego kraju. Wielu wyrobów z azbestem w ogóle nie można usunąć z obiektów lub jest to zadanie zbyt kosztowne i złożone technicznie, a usunięcie azbestu uwalnia do wnętrza budynku duże ilości jego pyłów, których kontrola i eliminacja jest jeszcze trudniejsza niż demontaż samych wyrobów.

Szkodliwe działanie azbestu raportowało wielu badaczy, ale dopiero raport WHO stanowi początek konsekwentnego procesu eliminacji tych wyrobów w wielu krajach. Pojawił się najpierw wymóg oznakowywania wyrobów zawierających azbest, następnie ich ograniczenie, a później wstrzymanie ich produkcji. Następnie pojawiły się wymagania kontroli zagrożenia powodowanego przez pył azbestu, metody opisu tego zagrożenia wraz z metodami określania stężenia pyłów w powietrzu oraz zasady kwalifikacji wyrobów i obiektów do dalszego użytkowania lub do demontażu i depozycji na składowiskach [26, 27, 34]. Opracowano system postępowania z wyrobami i odpadami zawierającymi azbest, a związane z nim akty prawne dostępne są w Internecie [40]. Obecnie przeważa trend usuwania wyrobów azbestowych, bez względu na ich stan techniczny oraz niestety – bez względu na bezpieczne ich usuwanie przez wykonawców i realne możliwości kontroli powstających przy tej okazji zagrożeń [22]. Podejmujący taką decyzję nie zawsze są w stanie udźwignąć

nać wymagania finansowe związane z realizacją specjalistycznych prac, zatrudniając nieodpowiednio przygotowane ekipy wykonawców robót [23].

Usunięcie z budynku wyrobów zawierających azbest stanowi nierzadko poważny problem, np. w przypadku ścian warstwowych w wielu typach obiektów (Bistyp, Boletice, Berlin lub Lipsk), wiąże się z demontażem ściany osłonowej, czasem elementów konstrukcji lub ścian działowych. Oczywiście eliminacja samych wyrobów łatwo widocznych i niewbudowanych do wnętrza obiektów lub dużych urządzeń jest łatwiejsza i proces ten postępuje. W przypadku obiektów budowlanych i budownictwa wielorodzinnego ich usuwanie czasem łączy się z wykwaterowaniem mieszkańców, co wydaje się trudne, jeśli w ogóle możliwe do realizacji w najbliższej perspektywie czasowej. W przypadku obiektów przemysłowych – gdyby chcieć wstrzymać eksploatację tych wyrobów od razu – wiązałoby się to z wstrzymaniem produkcji (różnych wyrobów niezawierających azbestu, ale produkowanych w obiektach zawierających azbest), z wstrzymaniem dostaw energii elektrycznej lub ciepłej itp. Tak więc usuwanie azbestu musi odbywać się sukcesywnie i racjonalnie.

W najprostszym przypadku – wyrobów zewnętrznych w budynku – „usunięcie azbestu” polega na usunięciu zewnętrznych jego warstw bez wymagania ewakuacji mieszkańców. Usuwanie wyrobów wbudowanych do wnętrza wiąże się na ogół z wstrzymaniem użytkowania obiektu – z uwagi na ryzyko narażenia ludzi na duże stężenia pyłu azbestowego. Czasem bardziej opłacalna jest jego rozbiórka niż rewitalizacja z usunięciem azbestu, jak w przypadku wyeksploatowanych budynków o konstrukcji drewnianej, niespełniających norm cieplnych i budowanych z elementów nietrwałych (np. obiekty Stolbud – Ciechanów, Domont, Sempólno). Oczywiście do kosztów specjalistycznego oczyszczenia lub rozbiórki należy dodać koszt zapewnienia użytkownikom obiektu zastępczego i wzniesienie nowego obiektu w miejsce rozebranego. Dlatego o sposobie postępowania, o naprawie, demontażu lub rozbiórce obiektu decydują ostatecznie fundusze i realna ocena zagrożeń powodowanych przez azbest. Taka ocena, jeśli opiera się wyłącznie na oględzinach wyrobów z azbestem, jest daleka od wiarygodności i często decyzje o usuwaniu azbestu lub rozbiórce budynku są podejmowane przedwcześnie i realizowane w sposób niewłaściwy. Zagrożenia podczas prac usuwania azbestu często są lekceważone. Jednocześnie są one przesadnie okresowo nagłaśniane przez media, bez głębszego rozpoznania merytorycznego, co może powodować niepotrzebną frustrację użytkowników budynków z azbestem, domagających się niezwłocznego jego usunięcia. Warto uświadomić sobie różnicę pomiędzy ekspozycją środowiskową,



z którą spotykają się wszyscy mieszkańcy, będącą na poziomie do kilkuset  $\text{wł/m}^3$ , a ekspozycją zawodową, wynikającą obecnie z procesu usuwania tych wyrobów lub w przeszłości powodowaną procesami produkcji (okładzin ciernych, płyt azbestowo-cementowych, przemysłu izolacji itp.), rejestrowaną na poziomie setek tysięcy, a nawet miliona i więcej  $\text{wł/m}^3$ .

Obecnie roboty demontażowe azbestu wykonywane są w warunkach ostrej konkurencji cenowej, często bez przygotowania logistycznego, technicznego i merytorycznego, z pominięciem kontroli efektów. Sprzyja temu specyfika zapisów prawa, które nie eliminuje sprzeczności pomiędzy jakością pracy i najniższą ceną, stanowiącą podstawę do wyboru usługodawcy [22, 23, 35]. Z doświadczeń autora wynika, że przy demontażach powszechnie popełniane są błędy organizacyjne i wykonawcze na poziomie planowania, jak też realizacji prac w konkretnych obiektach.

**Odpady zawierające azbest** zostały zakwalifikowane jako odpady niebezpieczne; obecnie trwa planowy, racjonalny proces ich kontroli, poczynając od obiektów, instalacji i wyrobów zawierających azbest w ramach prawnych rozwiązań systemowych, które w większości państw europejskich przyjęto na podstawie dyrektyw (wcześniej EWG, a obecnie Unii Europejskiej). Każde z państw, oprócz przyjętych regulacji unijnych, ma własne przepisy uszczegóławiające rozwiązania systemowe dotyczące azbestu. W UE występują także wspólne kryteria postępowania, takie jak: zakaz produkcji i stosowania, wymóg oceny zagrożenia stanowisk pracy, gospodarka odpadami azbestowymi zaliczonymi do odpadów niebezpiecznych, w tym zasady transportu, wymóg ochrony zdrowia, w tym przyjęcie wartości granicznej narażenia – najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłu azbestowego na stanowiskach pracy (NDS). W Polsce w roku 2002 powstała – jako rządowy organ doradczy przy Ministrze Gospodarki – tzw. Rada Programowa ds. Azbestu, która przyjęła program usuwania azbestu i wyrobów zawierających azbest stosowanych na terytorium Polski. W 2009 r. uchwałą Rady Ministrów przyjęto modyfikację tego programu o nazwie Program Oczyszczania Kraju z Azbestu (POKA) na lata 2009 – 2032 [38]. Ma on koordynować prace demontażu i rejestracji obszarów, gdzie stosowano azbest. Nadzór nad programem utrzymuje Ministerstwo Gospodarki, a od 2015 r. Ministerstwo Rozwoju, zaś koordynację i monitorowanie programu sprawuje Główny Koordynator i Jednostka Koordynująca, którą jest Główny Instytut Górnictwa w Katowicach. Przyjęto i wdrożono szereg rozwiązań prawnych umożliwiających kontrolę drogi odpadów od miejsca ich wytworzenia do składowisk, jednak mimo kompleksowego, systemowego sposobu rozwiązywania pro-

blemów (specjalistyczne wykonawstwo prac demontażowych i transportu, rejestracja obiektów i ilości wyrobów zinwentaryzowanych oraz odpadów), brakuje niektórych kluczowych rozwiązań, które zostaną ogólnie zarysowane w dalszej części monografii. Zaplanowany program poprzez usunięcie ze środowiska wyrobów zawierających kancerogeny składnik ma przynieść pozytywne skutki społeczno-ekonomiczne, poprawiając warunki życia i zdrowie mieszkańców [33]. Program realizowany jest w kilku obszarach: edukacja i szkolenia na poziomie podstawowym, przeznaczonym dla młodzieży i użytkowników (spółdzielni, zarządców budynków), administracji rządowej i samorządowej, służb kontrolujących procesy budowlane i eksploatację obiektów budowlanych (Państwowa Inspekcja Pracy, Nadzór Budowlany, Sanepid). Kolejnymi zadaniami są: kontrola, monitorowanie procesu usuwania azbestu z dużych aglomeracji miejskich, zakładów przemysłowych, prognozowanie i monitorowanie procesu unieszkodliwiania odpadów powstających przy usuwaniu azbestu, między innymi przez szacowanie i nadzorowanie systemu składowisk odpadów, analizę i ocenę zagrożeń zdrowia narażonych. Spodziewanym dodatkowym zadaniem jest aktualizacja legislacji w zakresie stosowania i usuwania wyrobów zawierających azbest oraz postępowania z odpadami powstałymi w trakcie realizacji programu. Program realizowany jest na poziomie: centralnym przez Radę Ministrów i Ministerstwo Rozwoju, wojewódzkim – przez wojewodę, samorząd województwa oraz lokalnym, powiatowym – przez samorządy gmin. Skuteczność przedsięwzięcia, zależna od finansowania tych kosztownych prac, w dużym stopniu przez Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska, fundusze wojewódzkie i gminne oraz środki prywatne, jest wspierana i monitorowana przez Departament Wspierania i Rozwoju przy Ministerstwie Rozwoju [33].

Pierwsze przepisy krajowe w odniesieniu do azbestu pojawiły się w Polsce już na początku lat dziewięćdziesiątych XX w. Były one następnie sukcesywnie rozwijane i doskonalone oraz harmonizowane z przepisami UE. Jednakże w Polsce nie udało się wypracować wielu szczegółowych rozwiązań (czasem bardzo istotnie wpływających na jakość wykonania robót) uzupełniających ogólne prawo unijne. Także nie wypracowano mechanizmów kontrolnych, restrykcyjnych, dyscyplinujących praktykę wykonawstwa. Zabrakło w polskich przepisach ostrych wymagań BHP, jakie stawia się wykonawcom w krajach „starej” UE: szczegółowych zasad organizacji prac demontażowych i wymagań dotyczących technologii prac, szczegółowości ich opisu i kontroli przyjętych założeń, kontroli jakości robót, kontroli używanych urządzeń, jakości i czystości użytkowanego sprzętu, szkoleń wykonawców na odpowiednim poziomie

i komisyjnych egzaminów kończących się tzw. licencjami, wymagań dotyczących badań poziomów zapylenia azbestem i sposobu ich interpretacji oraz szeregu innych działań uzupełniających przepisy ogólne.

Administracyjny przydział tematyki azbestowej do określonych ministerstw sprawił, że budownictwo – największy konsument wyrobów azbestowych – jest umiarkowanie zainteresowane istotnymi rozstrzygnięciami legislacyjnymi. Nie są rozwijane i wdrażane koncepcje odpowiednich modyfikacji standardów jakościowych prac, ich kontroli, poprawy procedur i ich kontroli, np. wzorowanych na krajach starej UE (bo jest to kosztowne). Nie są rozwijane techniki badań, a liczba akredytowanych laboratoriów do analiz powietrza lub wyrobów ciągle maleje.

W Polsce przeważa koncepcja jak najszybszego pozbycia się problemu przez liberalizację przepisów i wymagań dla firm demontujących azbest oraz ich swobodną konkurencję w oparciu o najniższe ceny. Dlatego zachodnioeuropejskie licencjonowane ekipy dobrze wyszkolonych i wyekwipowanych wykonawców, nawet przy skromnych ofertach za swoje usługi, przekraczają cenowo co najmniej 10-krotnie oferty krajowych wykonawców prac demontażowych. Usuwania wyrobów zawierających azbest dokonuje się najczęściej przedwcześnie (zanim zostaną zgromadzone potrzebne środki finansowe) i wadliwie, uruchamiając większe zanieczyszczenia niż prawidłowa eksploatacja tych wyrobów. Widać to na przykładzie wielu badań zamieszczonych w dalszej części monografii. Prawidłowy proces eliminacji azbestu z budynków powinien uwzględniać powolne, precyzyjne, dokładne usuwanie, poprzedzone rozpoznaniem zagrożeń, dokładnym przygotowaniem obiektu, realizowane z kontrolą zagrożenia, a przede wszystkim właściwym rozpoznaniem warunków eksploatacji i stanu wyrobów z azbestem. Formularze „Oceny stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest” (dalej „Ocena”) są uznaniowe, stanowiąc przedmiot manipulacji w punktacji końcowej w celu wykazania z góry założonej potrzeby usunięcia azbestu lub przeciwnie – potrzeby udowodnienia niezasadności prac naprawczych. „Ocena” wykonana w prawidłowy sposób ma wpływ na krajowy rynek usług demontażu azbestu z budynków. Pozostawienie w eksploatacji nawet zabezpieczonych wyrobów z azbestem niesie ryzyko zdarzeń incydentalnych, przy których poziom uwolnionych pyłów może być całkowicie niekontrolowany i równie wysoki jak przy demontażu wyrobów w sposób niekontrolowany (upadek drzewa na dach z eternitu, pożar itp.). Częstotliwość takich wydarzeń można starać się świadomie zmniejszać, poza tym mają one charakter lokalny, w przeciwieństwie do planowanego demontażu. Demontaż powinien być dokonany tylko po bardzo

precyzyjnym ustaleniu warunków gwarantujących jak najniższe zanieczyszczenie powietrza, które i tak przewyższy zanieczyszczenie eksploatacyjne. Decyzja o usunięciu azbestu powinna zostać uzasadniona oceną ekologiczno-higieniczną i techniczną – stanem wyrobów i obiektu oraz sposobu jego eksploatacji, a także możliwościami technicznymi ekip demontażowych (co uzależnione jest od środków finansowych).

Reasumując ocenę sytuacji w Polsce, można przyjąć, że bardzo pozytywne społecznie założenia Programu Oczyszczania Kraju z Azbestu i wymagania zdrowotne, wynikające z eliminacji azbestu, są w kraju ogólnie realizowane. Program ma jednak wady, co nie umniejsza jego ogólnie pozytywnych założeń i wartości. Przedstawienie ocen krytycznych pozwoli – w przekonaniu autora – na dokonanie właściwych korekt Programu w przyszłości.

Proces demontażu azbestu trwa w Polsce od końca XX w. i uwzględniając zakładane zakończenie tego procesu w 2032 r., można prognozować, że osiągnął półmetek. Usunięto w przybliżeniu 1,6 mln t odpadów azbestowych [33], głównie wiele widocznych i łatwych do zauważenia wyrobów w budynkach mieszkalnych i zakładach przemysłowych, jak pokrycia dachowe, elewacje budynków czy elementy zraszalników chłodni kominowych i obudowy niektórych chłodni (kominowych czy wentylatorowych) oraz innych obiektów przemysłowych. Część wyrobów została usunięta nieświadomie, zatem najczęściej niewłaściwie, powodując zanieczyszczenie obszaru prac w ramach remontu zużytych instalacji i maszyn, bez szczególnej intencji usuwania azbestu. Można spodziewać się, że z biegiem czasu do likwidacji pozostaną wyroby najtrudniej demontowane albo najtrudniejsze do rozpoznania.

W polskich zakładach przemysłowych problematyką usunięcia azbestu zazwyczaj nie zajmują się specjaliści ds. azbestu, tak jak ma to miejsce w krajach starej Unii. W naszych zakładach najczęściej ten problem mają do rozwiązania komórki BHP, „Ochrony Środowiska”, czyli wewnętrzne struktury danego zakładu, które mają szczegółową wiedzę o odbywających się w zakładzie procesach produkcyjnych, a nie mają jej w zakresie azbestu i wyrobów azbestowych.

Poleca się też inwentaryzację bezpośrednio firmom wykonawczym usuwającym azbest. To skutecznie redukuje koszty, łącząc prace inżynierskie, laboratoryjne i wykonawcze – ale takie działanie obarczone jest często niewłaściwym podejściem i służy wygodzie usługodawcy. Z tej przyczyny w monografii przedstawiono obszerny rozdział dotyczący własności, wyglądu, możliwych zastosowań wyrobów, aby osoby pragnące poszerzyć swą wiedzę i specjalizujące się w inwentaryzowaniu

azbestu mogły skutecznie prowadzić taką działalność. Oczywiście ich wiedza na temat funkcji, specyfiki i działania różnych zakładów przemysłowych nie może równać się z wiedzą wewnętrznych jednostek danego zakładu, takich jak BHP czy „Ochrona Środowiska”, ale przy ich udziale wspólnie wykonywana praca może przynieść najlepsze efekty.

## 1.4. Terminologia

**ACM** (ang. *Asbestos Containing Materials*) – materiały (wyroby) zawierające azbest.

**Big-bag** – duża torba o objętości ok. 1 m<sup>3</sup> i ładowności kilkuset kg, wykonana z tkaniny polipropylenowej, stanowiąca zbiorcze opakowanie worków na odpady z folii PE (polietylenowej).

**BIOZ** – plan bezpieczeństwa i ochrony zdrowia wymagany przez Prawo budowlane, przedstawiający w szczegółowy sposób rozplanowanie robót z opisem zagrożeń oraz sposobem ich kontroli i minimalizacji.

**Ekspozycja (narażenie)** – oddziaływanie czynnika niebezpiecznego, np. pyłu azbestowego, w związku z wykonywaniem pracy (ekspozycja zawodowa), kontaktem ze środowiskiem oraz ludźmi podlegającymi ekspozycji zawodowej (ekspozycja parazawodowa), obecnością w środowisku bytowania określonego czynnika szkodliwego (ekspozycja środowiskowa).

**Ekstraktor** – jednostka wytwarzająca podciśnienie w strefie pracy, zaopatrzona w filtr Hepa, po przefiltrowaniu powietrza wyrzucająca je poza strefę pracy.

**Filtr Hepa** – tzw. filtr absolutny (od ang. *High-Efficiency Particulate Absorption*), stosowany obowiązkowo w odkurzaczach i w urządzeniach wymiany powietrza w strefie pracy – tzw. ekstraktorach. Jest to wysoko skuteczny filtr cząstek stałych wykorzystywany do różnych urządzeń przy pracach z azbestem, pozwalający na zmniejszenie zanieczyszczenia powietrza dzięki zatrzymaniu ok. 99,97% włókien respirabilnych azbestu.

**Friable, non friable** (ang. kruche, niekruche) – wyroby zwyczajowo nazywane też „miękkimi” lub „twardymi”; grupy wyrobów różniące się na podstawie możliwości kruszenia ich w palcach, co uzależnione jest od stężenia procentowego azbestu w wyrobie i rodzaju zastosowanego w nim spoiwa.

**Impregnaty (preparaty) ochronne** – substancje płynne, nakładane na wyroby azbestowo-cementowe przy pomocy pędzla, wałka lub natryskiwane powierzchniowo. Zadaniem preparatów impregnujących (nazywanych też preparatami włącznie penetrującymi) jest przeniknięcie

wgłąb wyrobu i wzmocnienie spoiwa. Ponadto spełniają one zadanie związania z powierzchnią wyrobu słabo przytwierdzonych do niej włókien azbestu. Wzmacniając mechanicznie strukturę wyrobu, poprawiają odporność impregnowanych wyrobów na uszkodzenia mechaniczne i działanie czynników atmosferycznych. Zmniejszają także ryzyko uwalniania włókien azbestu podczas prac demontażowych.

**Inwentaryzacja azbestu** – określenie na podstawie wizji lokalnej miejsca występowania wyrobów według spisu z natury w danym obiekcie, często połączone jest z poborem próbek wyrobów i analizą składu.

**Kabina dekontaminacyjna** – 5-komorowa (dawniej 3-komorowa) hermetyczna przenośna konstrukcja składanych ścian, podłóg i sufitu, w której pracownicy wchodzący do strefy zanieczyszczonej pyłem azbestowym zaopatrują się w odzież ochronną, a po opuszczeniu strefy oczyszczają się z pyłu i pozostawiają zanieczyszczoną odzież ochronną i maskę; zaopatrzona jest w prysznic, filtrowany odpływ zużytej wody oraz hermetyczne podłączenie do strefy pracy (pyły azbestu gromadzone są na filtrach ekstraktorów – maszyn obniżających ciśnienie, usytuowanych wewnątrz strefy pracy).

**NDS** – najwyższe dopuszczalne stężenie i natężenie czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy; na podstawie rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 23 czerwca 2014 r. (Dz.U. poz. 817), w załączniku B, przyjęto dla pyłów zawierających azbest: aktynolit, antofylit, gruneryt (amozyt), krokidolit, tremolit, chryzotyl – wartość NDS 0,5 mg/m<sup>3</sup> dla frakcji wdychanej (frakcja aerozolu wnikażąca przez nos i usta, która zalegając w drogach oddechowych stwarza zagrożenie dla zdrowia) oraz 0,1 włókien w cm<sup>3</sup> (w odniesieniu do liczby włókien respirabilnych zawartych we wdychanym powietrzu).

**Ocena wyrobów** – formularz „Ocena stanu i możliwości bezpiecznego użytkowania wyrobów zawierających azbest” (w skrócie „Ocena”), zawarty w rozporządzeniu 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).

**Ocena ryzyka, ocena zagrożenia (ocena narażenia na pył azbestu)** – szacowanie zagrożenia pyłem respirabilnych włókien azbestu, który może uwolnić się podczas wykonywanych robót, w celu opracowania planu BIOZ; ocena ta jest prognozowana na podstawie doświadczeń własnych, dostępnej literatury, bazy internetowej (np. Evalutil) – omawiającej rodzaje robót i możliwe do wytworzenia poziomy zanieczyszczenia powietrza w danej sytuacji budowlanej.

**Odpady azbestowe** – demontowane wyroby zawierające azbest lub nienadające się do użycia materiały budowlane zawierające azbest (fragmenty płyt, materiałów osłonowych), a także luźny materiał pylisty powstający podczas pracy: wióry, opiłki, ścinki i śmieci zmiecione z podłogi (np. przy maszynach); odpadami azbestowymi są także zużyte środki ochrony indywidualnej (maski, filtry, kombinezony).

**Plan robót** – schemat wykonania robót, kolejność czynności z uwzględnieniem stosowanej metodyki i zasad BHP (może być uproszczony w stosunku do BIOZ).

**Pomiary indywidualne** – pomiary stężenia włókien azbestu dokonywane pyłomierzami zamocowanymi przy kombinezonie pracownika, które pobierają powietrze w strefie oddychania (blisko twarzy pracownika); aparat pobierający próbkę powietrza jest noszony przez 6 do 8 godzin przez pracownika; przepływ powietrza wynosi zazwyczaj ok. 1 do 2 l/min.

**Pomiary stacjonarne** – pomiary wykonywane w określonej strefie przez urządzenie stacjonarne, nieprzemieszczane w trakcie trwania poboru próbki; czas poboru próbek jest dostosowany do wymagań analitycznych i wynosi zazwyczaj od 1 do 3 godzin przy przepływie ok. 10 do 15 l/min.

**Program gospodarki odpadami** – składany wraz z wnioskiem o jego zatwierdzenie na dwa miesiące przed planowanym rozpoczęciem robót demontażowych; program powinien być zatwierdzony przez właściwego wojewodę lub starostę; zawiera następujące informacje: określenie ilości i rodzaju odpadów zawierających azbest otrzymanych podczas prac prowadzonych w ciągu roku wraz z podaniem ich kodów, opis „gospodarowania odpadami”, uwzględniający rodzaj prac, stosowane techniki pracy i powstające odpady, sposób ich zabezpieczenia, gromadzenia (magazynowania) i transportu, miejsce unieszkodliwiania.

**Stężenia  $wl/cm^3$**  –  $wl/m^3 \times 1\ 000\ 000$ .

**Strefa pracy** – zamknięty obszar prowadzenia robót, oddzielony hermetycznie od pozostałej części budynku; wyróżnia się strefę „czarną” – zanieczyszczoną azbestem, strefę „białą” – pozbawioną azbestu, także w powietrzu (podczas demontażu nie trzeba nosić ochron indywidualnych).

**Strip renovation system** (ang.) – metoda zmniejszenia pylenia z demontowanego wyrobu „miękkiego”, realizowana poprzez wstrzyknięcie pod ciśnieniem środka impregnującego do wnętrza usuwanego wyrobu. Stosować można w tym celu pompę i system połączonych igieł wprowadzanych do wnętrza wyrobu.

**Szczelna zabudowa** – przegroda nieprzenikliwa dla pyłów azbestu, oddzielająca wyrób zawierający azbest od otoczenia. Po jednostkowej opinii specjalistycznej (opracowanej np. przez ITB) dopuszcza się „przy-

krycie” istniejącej elewacji z płyt azbestowo-cementowych odpowiednią warstwą płyt ocieplających budynek, np. wełną mineralną lub styropianem i stosowną wyprawą tynkarską, zgodnie z projektem docieplenia; warstwa docieplająca wraz z wyprawą zewnętrzną stanowi dla płyt azbestowo-cementowych tzw. „szczelną zabudowę”. Innymi przykładami „pyłoszczelnej przegrody” są przegrody budowlane, wykonane z cegły, blachy, płyty kartonowo-gipsowej lub innego tworzywa nieprzepuszczającego pyłów azbestu; krajowe przepisy nie zezwalają na stosowanie technik zabezpieczających wyroby azbestowe w sposób naruszający je mechanicznie (wiercenie, szlifowanie, cięcie).

**Ściana warstwowa** – przegroda ściany zewnętrznej lub ściany działowej o konstrukcji szkieletowej, składająca się z warstw, najczęściej w przypadku ściany osłonowej z warstwy elewacyjnej, pakietu płyt warstwowych (np. PW3/A), warstwy wewnętrznej z suchego tynku lub płyt kartonowo-gipsowych (GK); płyty azbestowo-cementowe stanowią w tym przypadku osłonę rdzenia termoizolacyjnego płyty warstwowej; ściany warstwowe działowe z dodatkiem azbestu są rzadziej spotykane w budownictwie ogólnym, zdarzają się w budynkach typu Lipsk, MOA, Berlin oraz w obiektach przemysłowych z uwagi na funkcje użytkowe pomieszczeń.

**Torby rękawicowe, *Glove bag*** – przezroczyste „mikroopakowanie” strefy pracy (worek z folii polietylenowej (PE) z hermetycznie wbudowanymi wewnętrznymi rękawicami – manipulatorami), stosowane do ręcznego usuwania otulin azbestowych na małych odcinkach rur, wokół których torba rękawicowa jest rozpinana.

**Wartość odniesienia** – związana z pozwoleniem na wprowadzanie gazów i pyłów do powietrza; wartość określająca dopuszczalną emisję jest dotrzymana, jeśli nie przekracza rocznie więcej niż 0,2% przyjętej uśrednionej wartości; jeśli chodzi o azbest, to uśredniona wartość w ciągu godziny wynosi  $2350 \text{ w}\ell/\text{m}^3$ , zaś w ciągu roku to  $250 \text{ w}\ell/\text{m}^3$ .

**Włókna respirabilne azbestu** – włókna szkodliwe dla zdrowia, zliczane w pomiarach zanieczyszczenia powietrza, o długości  $L \geq 5 \mu\text{m}$  i  $\phi < 3 \mu\text{m}$  i stosunku  $L:\phi > 3:1$ .

**WWA** – wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (ang. PAH), zawierające w cząsteczce od dwóch do kilkunastu pierścieni benzenowych, występujące w mieszaninie, oddziałują na DNA, mają pochodzenie antropogeniczne.

**Wykorzystywane rodzaje płyt azbestowo-cementowych** – płyty o gęstości objętościowej większej niż  $1000 \text{ kg}/\text{m}^3$ , zawierające od ok. 11% do 15% azbestu (w tym 15% azbestu chryzotylowego lub w sumie 12% azbestu chryzotylowego i 3% azbestu krokidolitowego). Płyty te stoso-



wane były jako pokrycie dachowe lub jako elewacja, a także jako elementy płyt warstwowych (np. PW3). Do celów pokryć dachowych stosowano płyty faliste nieprasowane (niska, wysoka fala), płyty prasowane płaskie AC-1 (Karo). Jako elewacje w systemach dociepleń z użyciem wełny mineralnej lub styropianu stosowano płyty płaskie prasowane (okładzinowe); jako elewacje stosowano też płyty Karo. Do płyt azbestowo-cementowych elewacyjnych zaliczane są następujące płyty:

- prasowane płaskie okładzinowe (niemalowane),
- azbestowo-cementowe Acekol (fabrycznie jednostronnie pokryte powłoką farby akrylowej),
- azbestowo-cementowe Kolorys P (powierzchnia licowa wzorzysta przez wtłoczenie w płytę barwnej posypki, najczęściej kwarcowej),
- azbestowo-cementowe Kolorys G (powierzchnia licowa dwubarwna przez wtłoczenie barwnej posypki w kolorową powierzchnię płyty),
- prasowane płaskie (Karo),
- ligno-cementowe Fibrobet,
- ligno-cementowe modyfikowane, zawierające do 5% azbestu chryzotylowego.