Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji

Środowisko i Bezpieczeństwo w Inżynierii Produkcji

WYDAWNICTWO P.A.NOVA

Redakcja
Witold BIAŁY
Artur KUBOSZEK

Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji

Środowisko i Bezpieczeństwo w Inżynierii Produkcji

GLIWICE 2013

RECENZENCI:

dr hab. inż. Jarosław BRODNY, prof. Pol. Śl.	Politechnika Śląska
dr hab. inż. Krzysztof KOTWICA	AGH Kraków
doc. Ing. Milan MIKOLÁŠ, Ph.D.	VSB-TU Ostrawa

Każdy z rozdziałów monografii był recenzowany przez dwóch recenzentów, o znacznym, uznanym w kraju i na świecie dorobku w ocenianej dziedzinie.

Układ typograficzny autorów.

Projekt i opracowanie graficzne okładki: Elżbieta MILEWSKA

ISBN 978-83-937845-2-3

© Copyright by Publisher PA NOVA SA. Gliwice
ul. Górnych Wałów 42, 44-100 GLIWICE, POLAND
tel. +4832 400 41 02
fax. +4832 400 41 10

All rights reserved
Printed in Poland

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany, rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych, w tym również nie może być umieszczany ani rozpowszechniany w postaci cyfrowej zarówno w Internecie, jak i w sieciach lokalnych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

Gliwice 2013

Z przyjemnością oddajemy w Państwa ręce kolejną monografię z cyklu „Systemy Wspomagania w Inżynierii Produkcji" pt. „Środowisko i Bezpieczeństwo w Inżynierii Produkcji", zawierającą prace z zakresu takich dyscyplin jak: ochrona środowiska oraz bezpieczeństwo pracy

Rozdziały niniejszej monografii przedstawiają różne podejście do problemów związanych z zapewnieniem odpowiedniego środowiska pracy i życia człowieka. W pierwszym z wymienionych aspektów Autorzy koncentrują się np. na problemach zbiórki, utylizacji odpadów tak komunalnych jak i medycznych. Ponadto poruszają problem ograniczenia zanieczyszczeń związanych z zapyleniami w miejscu pracy, zanieczyszczeniami powietrza w wyrobiskach kopalnianych czy zanieczyszczeniami związanymi z działalnością medyczną.

Druga grupa artykułów koncentruje się na zagadnieniach zapewnienia prawidłowych warunków akustycznych w środowisku życia człowieka. Obejmuje również problemy promowania myślenia w kategorii cyklu życia produktu i kreowania zrównoważonych wzorców konsumpcji.

Redaktorzy i Autorzy mają nadzieję, że Czytelnik odnajdzie w poszczególnych rozdziałach monografii materiał poszerzającą jego wiedzę i inspirujący do własnych badań.

Redaktorzy składają podziękowania wszystkim Autorom poszczególnych rozdziałów za trud włożony w przygotowanie materiałów, a Czytelnikom życzą pasjonującej lektury.

Witold BIAŁY
Artur KUBOSZEK

SPIS TREŚCI

1. ZNACZENIE LOKALNYCH PUNKTÓW GROMADZENIA ODPADÓW W SYSTEMIE GOSPODARKI ODPADAMI BUDOWLANYMI
Janusz ADAMCZYK, Robert DYLEWSKI **9**

2. ANALIZA ZBIÓRKI ORAZ UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH W PROTETYCE I W STOMATOLOGII
Agnieszka ADAMSKA, Kinga KASPEREK, Witold BIAŁY **17**

3. OCENA I OPTYMALIZACJA ZINTEGROWANEJ POLITYKI PRODUKTOWEJ UNII EUROPEJSKIEJ W ASPEKCIE PROMOWANIA MYŚLENIA W KATEGORII CYKLU ŻYCIA I KREOWANIA ZRÓWNOWAŻONYCH WZORCÓW KONSUMPCJI
Anna ANDRYKIEWICZ **36**

4. OKREŚLENIE STOPNIA ZAGROŻENIA POŻAREM ENDOGENICZNYM W ZROBACH ŚCIAN ZAWAŁOWYCH NA PODSTAWIE POMIARÓW TELEMETRYCZNYCH STĘŻENIA TLENKU WĘGLA
Henryk BADURA **57**

5. ANALIZA SKORELOWANIA WYNIKÓW POMIAROWYCH W OCENACH STANU ZAGROŻEŃ HAŁASOWYCH ŚRODOWISKA
Wojciech BATKO, Renata BAL **67**

6. ANALIZA WPŁYWU STRZEMION NA PRACĘ ZŁĄCZA CIERNEGO
Jarosław BRODNY **75**

7. EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO JAKO INSTRUMENT WSPARCIA UPORZĄDKOWANIA GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE – STUDIUM PRZYPADKU
Piotr BUCHTA, Tomasz CISEK **88**

8. PRAWIDŁOWE KSZTAŁTOWANIE ŚRODOWISKA PRACY JAKO JEDEN Z ELEMENTÓW PODNOSZENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY
Anna GEMBALSKA-KWIECIEŃ **95**

8. METODY I SPOSOBY USUWANIA PYŁÓW POWSTAJĄCYCH W PRACOWNI PROTETYCZNEJ
Oliwia HASIUK, Witold BIAŁY **109**

9. OCENA ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY NA STANOWISKACH ZAGROŻONYCH PYŁEM PRZEMYSŁOWYM ORAZ ŚRODKI TECHNICZNE W PROFILAKTYCE
Jolanta IGNAC-NOWICKA **120**

11. WYBRANE PROBLEMY BUDOWY SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI KOMUNALNYMI W ŚWIETLE NOWYCH PRZEPISÓW
Karolina JĄDERKO, Barbara BIAŁECKA **135**

12. ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZARZĄDZANIA ŁADUNKIEM RTĘCI W WĘGLU KAMIENNYM – ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY
Krzysztof KURUS, Barbara BIAŁECKA **145**

13. BADANIA EMISJI DRGAŃ Z CIĄGU KOMUNIKACYJNEGO – STUDIUM PRZYPADKU
Marek PROFASKA, Marek GÓRA **154**

14. KONWENCJONALNE I EKOLOGICZNE TORBY HANDLOWE
Joanna ZARĘBSKA **168**

1

ZNACZENIE LOKALNYCH PUNKTÓW GROMADZENIA ODPADÓW W SYSTEMIE GOSPODARKI ODPADAMI BUDOWLANYMI

1.1 WSTĘP

Odpady z sektora budownictwa, w całym cyklu istnienia budynku, to odpady powstające w fazie budowy, remontów, przebudowy, nadbudowy oraz rozbiórki obiektu budowlanego. Odpady budowlane powstają również w czasie realizacji inwestycji z racji np. zakupu większej ilości materiału niż było wymagane w dokumentacji, docinania materiałów na placu budowy, zakupu wadliwych (popękanych) materiałów. Według Bauma i Katza [4] ilość powstających odpadów w czasie prowadzenia inwestycji budowlanych nie jest bez znaczenia, szacuje się, że na każdy 1m^2 nowej powierzchni mieszkalnej przypada około 0,2m^3 odpadów.

Ilości poszczególnych rodzajów odpadów budowlanych są w głównej mierze uzależnione od:

- rodzaju strefy klimatycznej,
- kultury budowlanej,
- dostępności surowców,
- architektury,
- trendów w budownictwie,
- automatyzmu projektanta, wykonawcy, inwestora,
- zamożności, w kontekście częstości dokonywania remontów w celu dotrzymania kroku zmieniającym się trendom w budownictwie.

Cytując za Wojewódzkim Planem Gospodarki Odpadami (WPGO) można stwierdzić, że na terenie woj. lubuskiego w roku 2007 wytworzono 40 751 Mg odpadów z grupy 17-tej[1] [4], co stanowi 5,64% odpadów z grup 01-19 (łącznie 722, 1 tys. Mg). Biorąc pod uwagę odpady niebezpieczne, wytworzono ich 968 Mg w grupie 17-tej (2,38% tej grupy), a to stanowi już 14,03% odpadów niebezpiecznych z grup 01-19 (*Aktualizacja Planu Gospodarki Odpadami dla województwa lubuskiego*…[5]). W woj. lubuskim poddaje się odzyskowi więcej odpadów niż jest wytwarzanych w poszczególnych latach sprawozdawczych. Instalacje do odzysku są wykorzystywane też do odpadów powstających w innych województwach.

[1] Wg katalogu odpadów grupę 17 stanowią odpady budowlane

Podstawowe problemy w woj. lubuskim, związane z odpadami budowlanymi, utrudniające gospodarowanie nimi to przede wszystkim duże rozproszenie powstających odpadów z racji niskiego wskaźnika gęstości zaludnienia [9]. Kolejny problem w zakresie gospodarowania odpadami budowlanymi w województwie wiąże się z umieszczaniem tych odpadów na dzikich wysypiskach, co utrudnia dokładną identyfikację wartości wskaźnika ilościowego odpadów i generuje straty ekonomiczne związane z koniecznością usunięcia odpadów z terenu przez właściciela gruntu.

Prognozy zamieszczone w WPGO przewidują dla woj. lubuskiego w latach 2009-2020 m.in. wzrost ilości odpadów w przemyśle ogółem, do ok. 1,018 mln Mg w roku 2020, w tym zwiększenie ilości odpadów budowlanych z grupy 17-tej (tabela 1.1). Zakłada się, że stała tendencja wzrostu w budownictwie powodować będzie dalszy systematyczny przyrost ilości powstających odpadów budowlanych generowanych w czasie prowadzenia inwestycji jak i w wyniku wyburzeń starej substancji budowlanej. Wg danych zawartych w WSO w latach 2008-2010 rzeczywiście wzrastała ilość wytwarzanych odpadów w grupie 17-tej w woj. lubuskim. Jedynie dla odpadów zawierających azbest, zakłada się zmniejszanie ilości od 2012 roku [2].

Tabela 1.1 Prognoza ilości wytwarzanych odpadów w woj. lubuskim do roku 2020 (w Mg/rok)

Rok	2012	2016	2020
Ogółem grupy 01-19	960 366	988 995	1 017 563
Grupa 17	68 000	70 000	71 000
Odpady zawierające azbest	9 100	6 300	6 300

Źródło: opracowanie własne na podstawie: *Aktualizacja Planu Gospodarki Odpadami dla województwa lubuskiego na lata 2009-2012 z perspektywą na lata 2013-2020 (2010))*, Zarząd Województwa Lubuskiego, Zielona Góra.

Nadrzędny cel w stosunku do odpadów z grupy 17-tej na okres od 2009 r. do 2018 r. to rozbudowa systemu selektywnego zbierania odpadów tej grupy do odzysku, aby osiągnąć poziom odzysku równy 80% w 2018r.

Celem publikacji jest analiza potencjału rozwoju systemu gospodarowania odpadami w kierunku organizowania w gminach lokalnych punktów gromadzenia odpadów ze szczególnym uwzględnieniem odpadów budowlanych powstających w wyniku prowadzenia remontów i wznoszenia obiektów budowlanych przez inwestorów indywidualnych.

1.2 UWARUNKOWANIA PRAWNE I PRAGMATYCZNE GOSPODAROWANIA ODPADAMI

Zasadniczym aktem prawnym w zakresie gospodarki odpadami budowlanymi jest „nowa" ustawa z 14 grudnia 2012 r. o odpadach [7]. Określa ona sposób postępowania z odpadami, który ma zapewnić ochronę środowiska, życia i zdrowia ludzi zapobiegający i zmniejszający negatywny wpływ na środowisko oraz zdrowie ludzi wynikający z wytwarzania odpadów i gospodarowania nimi oraz ograniczający ogólne skutki użytkowania zasobów i poprawiający efektywność takiego użytkowania (art. 1 *Ustawy o odpadach*). Odpady budowlane powstają między innymi, czy też przede wszystkim jak wcześniej

wspomniano, podczas prowadzenia prac rozbiórkowych obiektów budowlanych. W starej substancji budowlanej powstają przede wszystkim duże ilości gruzu ceglanego, betonowego i innego rodzaju odpady (drewno, stal, papa, szkło) rzadziej styropian, wełna mineralna czy też inne materiały termoizolacyjne. Zgodnie z przepisami obowiązek ich usuwania unieszkodliwiania lub powtórnego wykorzystania spoczywa na wytwarzającym odpady. Ostatecznie, można ten obowiązek zlecić odbiorcy odpadów, który posiada odpowiednie zezwolenia na prowadzenie tego typu działalności (art. 27 *ustawy o odpadach*). Odpady już na placu rozbiórki powinny być segregowane według ich rodzaju, a materiały szkodliwe powinny być zabezpieczone w sposób ograniczający ich oddziaływanie. Daje to nie tylko korzyści dla środowiska ale i oszczędności finansowe dla inwestora. Przedsiębiorstwa, które prowadzą wysypiska i/lub usługi związane z usuwaniem odpadów żądają bowiem wysokich opłat za składowanie „gruzu i odpadów zmieszanych".

W czasie prowadzenia prac rozbiórkowych możliwe jest selektywne gromadzenie odpadów z racji dużych ilości każdego rodzaju odpadu, jednak indywidualny inwestor przeprowadzający remont ma do dyspozycji jeden pojemnik o określonej pojemności, do którego zarzuca odpady zmieszane. Inwestor ten nie jest zainteresowany selektywnym gromadzeniem odpadów z racji kosztów jakie musiałby ponieść za kolejne kontenery. Natomiast firmy świadczące usługi usuwania odpadów nie są zainteresowane „podstawianiem" kilku pojemników na odpady selektywnie gromadzone w ramach kosztu za jeden pojemnik.

Problem z gruzem pojawia się również w momencie, gdy osoba remontująca mieszkanie wytwarza odpady budowlane w niewielkiej ilości. Takie dylematy pojawiają się lokalnie [1], często koszt usługi podstawienia kontenera i wywozu jest na stałe przypisany do objętości, natomiast firma świadcząca usługi dysponuje tylko kontenerami o dużej pojemności. Nawet wysoka świadomość ekologiczna wytwarzającego odpady budowlane w opisanej powyżej sytuacji nie rozwiązuje problemu. Okazuje się w praktyce, że zarządzający składowiskami odpadów nie są chętni do przyjmowania tych niewielkich ilości odpadów od osób prywatnych [1]. W takiej sytuacji wytwarzający ma poważny problem do rozwiązania.

Kolejny problem natury technicznej wiąże się ze wzrostem stawki za usunięcie zarzuconych odpadów budowlanych do kontenera w wypadku jeśli będą one zanieczyszczone. W istocie, w momencie kiedy kontener stoi na osiedlu przy bloku, korzystający nie ma większego wpływu na to co i kto zarzuca do jego wnętrza (Strona internetowa: http://www.jelonka...). Większość firm wyszczególnionych w tabeli 1.2 różnicowało wysokość opłat za „czystość" zarzucanych do kontenera odpadów budowlanych. Jak podano w tabeli 1.2, „TKM RECYKLING" za 7 m^3 „czystego" gruzu pobiera opłatę w wysokości 350 zł, natomiast za gruz „brudny" żąda już przy tej samej objętości kontenera 400 zł, zaś dla „zmieszanych odpadów budowlanych" pobiera opłatę równą 450 zł (w tabeli 1.2 zamieszczono wartości opłat pobieranych tylko za usuwanie gruzu „czystego", pozostałe informacje zaczerpnięto ze stron Internetowych przedsiębiorstw). Nie jest to przykład odosobniony jeśli chodzi o różnicowanie opłat za czystość zarzucanych odpadów, problem polega również na próbie interpretacji zapisu stopnia „czystości" odpadów budowlanych, żaden usługodawca nie zdefiniował tych pojęć.

Część społeczeństwa w celu minimalizacji kosztów remontów, w zaistniałej sytuacji,

wywozi odpady budowlane na dzikie wysypiska.

Tabela 1.2 Zestawienie firm świadczących usługi usuwania odpadów budowlanych

Nazwa firmy	Siedziba firmy	Transport odpadów budowlanych	Wynajem kontenerów na gruz (cena netto za gruz „czysty")	Skup gruzu	Sprzedaż gruzu w formie kruszywa	Inny rodzaj działalności, niezwiązany z gospodarką odpadami
Tona	Wrocław	TAK	1,5 m^3 – 140 zł	NIE	TAK	budowa dróg tymczasowych, wynajem sprzętu budowlanego
Ekologis	Wrocław	TAK	7 m^3 – 300 zł	NIE	TAK	sprzedaż kruszyw
TKM RECYKLING	Wrocław Łódź	TAK TAK	7 m^3 – 300 zł 7 m^3 – 350 zł	NIE	NIE	roboty ziemne
Euro-serwis	Wa-wa	TAK	7 m^3 – 400 zł	NIE	NIE	nie
Warmińsko – Mazurskie Centrum Recyklingu	Olsztyn	TAK	brak danych	TAK + transport firmy - cena ustalana indywidualnie	TAK	roboty wyburzeniowe, kruszenie gruzu, wynajem maszyn budowlanych, wykonawstwo ogrodzeń
REMONDIS	Olsztyn	TAK	brak danych	NIE	NIE	usługi transportowe, obsługa nieruchomości
Eko-gruz	Łódź	TAK	brak danych	NIE	NIE	roboty ziemne i wyburzeniowe, odśnieżanie, sprzedaż kruszyw, wynajem sprzętu budowlanego
SURMA	Poznań	TAK	2 m^3 – 100 zł	NIE	NIE	NIE
City-Recykling	Poznań	TAK	6 m^3 – 250 zł	NIE	TAK	NIE
SKIP	Poznań	TAK	1,7 m^3 – 100 zł	NIE	TAK	sprzedaż kruszywa, prace porządkowe, prace rozbiórkowe, odśnieżanie
Wirex	Będzin	TAK	Brak danych	NIE	TAK	sprzedaż kruszywa, wyburzenia i rozbiórki, rekultywacja, produkcja kontenerów, bramy i ogrodzenia, sprzedaż wyrobów hutniczych
MINEX	Szczecin	TAK	Brak danych	NIE	NIE	wynajem maszyn budowlanych, wyburzanie, kruszenie gruzu
ZGKiM	Zielona Góra	TAK	Brak danych	NIE	NIE	prace porządkowe, utrzymanie zieleni, utrzymanie strefy płatnego parkowania, administracja budynków, windykacja należności
BIMEX	Rogoźno	TAK	Brak danych	NIE	TAK	rozbiórki budowlane, roboty drogowe, transport, produkcja betonu
DARBAGOS	Tarnów	TAK	Brak danych	NIE	TAK	kruszenie betonów, sprzedaż kamieni ozdobnych, usługi transportowe i rozbiórkowe

Źródło: Opracowanie własne na podstawie źródeł on-line

Koszt transportu na dzikie wysypiska w kontekście organizacji w każdej gminie LPGO[2] nie miałby sensu z racji dostępności, a być może i korzyści finansowych jakie mógłby generować indywidualny inwestor za sprzedaż gruzu.

Zgodnie z danymi zamieszczonymi w tabeli 1.2, Warmińsko-Mazurskie Centrum Recyklingu (WMCR) prowadzi skup gruzu. Jest to odosobniony przypadek, jednak godny upowszechnienia w kontekście całego kraju.

Również nieuchronność i odpowiednia wysokość kary za nielegalne pozbywanie się odpadów miałaby „edukacyjny" wpływ na społeczeństwo.

Należy również zauważyć, że WMCR dywersyfikuje swoją działalność gospodarczą, podobnie jak większość wyszczególnionych firm na terenie kraju, świadcząc również inne usługi niezwiązane bezpośrednio z gospodarowaniem odpadami.

Około 50% firm wg zamieszczonych informacji prowadzi również sprzedaż gruzu w formie kruszywa, w tabeli 1.3 zestawiono w celach porównawczych koszt zakupu kruszywa naturalnego i recyklingowego w WMCR. Koszt zakupu 1 Mg gruzu ceglanego (najtańszego kruszywa recyklingowego) jest wyższy niż koszt zakupu 1 Mg piasku sianego, pospółki, gliny i torfu.

Tabela 1.3 Koszt kruszyw naturalnych i pochodzących z recyklingu

Kruszywo	cena netto	jednostka
pospółka	22	Mg
piasek siany 0-4	15	Mg
żwir 2-16	57	Mg
żwir drenażowy 16-32	75	Mg
mieszanka stabilizacyjna 0-31,5	75	Mg
otoczak	120	Mg
brukowiec	180	Mg
kamień polny (głazy)	250	Mg
kamień łupany	300	Mg
ziemia humusowa	35	m^3
torf	30	m^3
glina	6	Mg
gruz betonowy	45	Mg
gruz ceglany	35	Mg

Źródło: http://recykling.olsztyn.pl/pospolka-piasek-zwir-otoczak/

Uwzględniając założenia Adamczyka i Dylewskiego [2] można wnioskować, że najbardziej poprawnym ekonomicznie jest wariant, który uwzględnia budowę gminnych punktów gromadzenia odpadów. Analiza nie uwzględnia konieczności wytyczenia i zajęcia powierzchni nowych gruntów zlokalizowanych „centralnie" lub „w środku ciężkości" powstawania odpadów w gminach. Pojęcie „środka ciężkości" powstawania odpadów budowlanych jest pojęciem subiektywnym z racji nieregularności ilości wytwarzanych lokalnie odpadów budowlanych. Ilość wytwarzanych odpadów budowlanych wynika przede wszystkim z zaludnienia danego terenu, czasu użytkowania i rodzaju konstrukcji danej

[2] LPGO – Lokalne Punkty Gromadzenia Odpadów, miejsca czasowego przetrzymania odpadów m.in. budowlanych z możliwością późniejszego przetworzenia i/lub wykorzystania.

substancji mieszkaniowej i przemysłowej, urbanizacji, itd. Z racji różnorodności sposobów zagospodarowania terenu LPGO nie można jednoznacznie uwzględnić oddziaływania na środowisko takich punktów.

W przypadku rozmieszczenia LPGO w każdej gminie, odległości do najbliższych LPGO wynosiłyby co najwyżej 10 km [2], czyli mniej niż maksymalna ekonomicznie uzasadniona – 25 km [10, 11].

PODSUMOWANIE

Województwo Lubuskie, jest szczególnym regionem, gdzie występuje wysoki wskaźnik zalesienia co bezpośrednio przekłada się na wskaźnik gęstości zaludnienia. Prawidłowo dobrane „punkty ciężkości" powstawania odpadów, w tym również odpadów budowlanych, mogłyby wpłynąć na poprawę gospodarowania odpadami w województwie jak i na terenie całego kraju. Zwiększenie dostępności miejsc przekazywania odpadów warunkuje poprawność działania systemu, szczególnie jeśli chodzi o ilość przekazywanych odpadów budowlanych do LPGO przez inwestorów indywidualnych. Przy najbardziej optymistycznym rozwiązaniu inwestor (wytwarzający odpady) otrzymywałby zwrot kosztów transportu w wysokości uzyskanej płatności za przekazanie (skup) gruzu. W najmniej optymistycznym wariancie uiszczałby opłatę za przekazywane odpady budowlane, nie narażając się na ewentualność kary grzywny w wypadku składania tych odpadów w miejscach do tego nieprzeznaczonych.

Niestety nie wszystkie firmy świadczące usługi usuwania odpadów budowlanych posiadają duży wybór pojemników na gruz pod kątem ich pojemności. Przy niewielkich ilościach gruzu wytwarzający odpady korzystając z pojemnika nadpłaca za niewykorzystaną pojemność. Stanowi to argument do poszukiwania przez wytwarzającego odpady rozwiązań alternatywnych, nie koniecznie poprawnych w kontekście obowiązującego prawa.

Na terenie LPGO poszczególne frakcje odpadów gromadzone są oddzielnie, co ułatwia ich późniejsze zagospodarowanie. System ten działa efektywnie w krajach Europy Zachodniej [6]. Jedyny LPGO na terenie województwa lubuskiego powstał w Bytomiu Odrzańskim, działał do 2006 roku, poczym inicjatywa została zaniechana. Informacje na temat przyczyn zaniechania inicjatywy są niedostępne.

LPGO mogłyby prowadzić również inne rodzaje działalności gospodarczej wzorując się na prezentowanych firmach, np. wynajem sprzętu, kruszenia gruzu, usługi transportowe, rozbiórkowe, co mogłoby przyczynić się do generowania większych zysków.

LPGO, w myśl nowego prawa, mogą pełnić rolę pośrednika i/lub sprzedawcy (brokera) odpadów (art. 27, ust. 7, *Ustawy o odpadach* [7]). W celu minimalizowania wpływu na środowisko najlepiej byłoby żeby były wykorzystywane lokalnie, jednak wykorzystując zasoby Interentu można poszukiwać nabywcy, w każdym regionie kraju przy założeniu konkurencyjności względem wysokości kosztów transportu i ceny zbytu gruzu. Niestety takie rozwiązanie nie sprzyja minimalizowaniu oddziaływania na środowisko transportu tych odpadów.

LITERATURA

1. Olszewski W., *Wielki kłopot z małym gruzem*, Gazeta Lubuska, 11.03. 2010.
2. Adamczyk J., Dylewski R., *Analiza gospodarki odpadami budowlanymi w woj. lubuskim,* Oficyna Wydawnicza Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra, 2012.
3. Strona internetowa: http://www.jelonka.com/news,single,init,article,45252 (dostęp: 03.04.2013 r.)
4. Baum H., Katz A., *Amounts and composition of construction waste from residential buildings*, International RILEM Conference on the Use of Recycled Materials in Buildings and Structures, 8-11 November 2004, Barcelona, Spain.
5. *Aktualizacja Planu Gospodarki Odpadami dla województwa lubuskiego na lata 2009-2012 z perspektywą na lata 2013-2020 (2010))*, Zarząd Województwa Lubuskiego, Zielona Góra.
6. Adamczyk J., *Ocena funkcjonowania systemu gospodarki odpadami opakowaniowymi,* „Ekonomika i Organizacja Przedsiębiorstwa", 723/4, pp. 142-152, 2010.
7. *Ustawa o odpadach* z 14 grudnia 2012 r. Dz.U. Nr 0, poz. 21
8. Strona internetowa: http://recykling.olsztyn.pl/pospolka-piasek-zwir-otoczak/ (dostęp: 05.04.2013 r.)
9. *Informacja o sytuacji społeczno-gospodarczej województw*, 4/2012, GUS, Warszawa, kwiecień 2013.
10. *Ewaluacja gospodarki odpadami komunalnymi w Polsce*, (red.): Kulczycka J., Pietrzyk-Sokulska E., Wyd. IGSMiE PAN, Kraków 2009.
11. Schiller G. IÖR , Deilmann C. IÖR, Reichenbach J. Intecus, *Deutschland 2050 - Mineralische Stoffströme der Gebäudebestandsveränderung*, Fachtagung Recycling R 10 Am 22. und 23. September 2010 Weimar www.ioer.de www.intecus.de.

ZNACZENIE LOKALNYCH PUNKTÓW GROMADZENIA ODPADÓW W SYSTEMIE GOSPODARKI ODPADAMI BUDOWLANYMI

Streszczenie: *Gospodarowanie odpadami budowlanymi jest zagadnieniem szczególnym w kontekście zmienności ilości i rodzaju ich występowania. Po drugiej stronie wytwarzania odpadów budowlanych, w myśl zrównoważonego rozwoju powinien znajdować się recykling, czy też odzysk, w założeniu zmierzający do całościowego (100%) wykorzystania tych odpadów. W artykule zaprezentowano korzyści wynikające z zastosowania Lokalnych Punktów Gromadzenia Odpadów (LPGO). Analizę oparto o funkcjonujące na terenie kraju przedsiębiorstwa zajmujące się odzyskiem i recyklingiem gruzu*.

Słowa kluczowe: *zarządzanie odpadami, odpady budowlane, Lokalne Punkty Gromadzenia Odpadów*

THE IMPORTANCE OF LOCAL WASTE COLLECTION POINTS IN THE SYSTEM OF CONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT

Abstract: *The management of construction waste is a significant issue in the context of the changeability of amount and types of occurrence. On the other side of the generation of construction waste, in accordance with sustainable development, should be recycling, or recovery, leading to the assumption of the overall (100%) use of the waste. The article presents the advantages of using Local Waste Collection Points. The analysis was based on the operating companies in the country engaged in the recovery and recycling of debris*.

Key words: *waste management, construction waste, Local Waste Collection Points*

dr inż. Janusz ADAMCZYK
Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: J.Adamczyk@wez.uz.zgora.pl
dr Robert DYLEWSKI
Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Matematyki, Informatyki i Ekonometrii
ul. prof. Z. Szafrana 4a, 65-516 Zielona Góra
e-mail: R.Dylewski@wmie.uz.zgora.pl

2

ANALIZA ZBIÓRKI ORAZ UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH W PROTETYCE I W STOMATOLOGII

2.1 WPROWADZENIE

Odpady medyczne to substancje stałe, ciekłe i gazowe powstające przy leczeniu, diagnozowaniu oraz profilaktyce, w działalności medycznej prowadzonej w obiektach lecznictwa zamkniętego, otwartego oraz w obiektach badawczych i eksperymentalnych. Powstają w różnych jednostkach opieki zdrowotnej, takich jak: szpitale ogólne, psychiatryczne, sanatoria rehabilitacyjne, ośrodki leczenia odwykowego, rehabilitacyjne dla narkomanów, zakłady pielęgnacyjno-opiekuńcze, leczniczo wychowawcze, opiekuńczo-lecznicze, szpitale uzdrowiskowe, sanatoria uzdrowiskowe, hospicja, przychodnie, ośrodki zdrowia, poradnie, punkty lekarskie, praktyki lekarskie [5, 6, 13].
Odpady medyczne zostały sklasyfikowane zostały w grupie 18 (tabela 2.1).

Tabela 2.1 Grupy odpadów medycznych

KOD	OPIS
18	Odpady medyczne i weterynaryjne
18 01	Odpady z diagnozowania, leczenia i profilaktyki medycznej
18 01 01	Narzędzia chirurgiczne i zabiegowe oraz ich resztki (z wyłączeniem 18 01 03)
18 01 02*	Części ciała i organy oraz pojemnik na krew i konserwanty służące do jej przechowywania (z wyłączeniem 18 01 03)
18 01 03*	Inne odpady, które zawierają żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny oraz inne formy zdolne do przeniesienia materiału genetycznego, o których wiadomo lub co do których istnieją wiarygodne podstawy do sądzenia, że wywołują choroby u ludzi i zwierząt (np. zainfekowane pieluchomajtki, podpaski, podkłady), z wyłączeniem 18 01 80 i 18 01 82
18 01 04	Inne odpady niż wymienione w 18 01 03
18 01 06*	Chemikalia, w tym odczynniki chemiczne, zawierające substancje niebezpieczne
18 01 07	Chemikalia, w tym odczynniki chemiczne, inne niż wymienione w 18 01 06
18 01 08*	Leki cytotoksyczne i cytostatyczne
18 01 09	Leki inne niż wymienione w 18 01 08
18 01 10*	Odpady amalgamatu dentystycznego
18 01 80*	Zużyte kąpiele lecznicze aktywne biologicznie o właściwościach zakaźnych
18 01 81	Zużyte kąpiele lecznicze aktywne biologicznie inne niż wymienione w 18 01 80
18 01 82*	Pozostałości z żywienia pacjentów oddziałów zakaźnych

Źródło: opracowanie własne [14, 15]

W Polsce istnieje podział odpadów medycznych, który został przedstawiony przez

Resort Zdrowia. Został on opracowany zgodnie z ogólnymi i podstawowymi zadaniami oraz funkcjami ośrodków służby zdrowia [13].
Odpady medyczne, tj. szpitalne, zostały podzielone na pięć poszczególnych grup, które jednoznacznie określają ich podstawowe własności [13]:

- GRUPA A lub I – odpady typowo komunalne, jak np. opakowania, zmiotki, odpady biurowe, kwiaty, materiały nieskażone stosowane w leczeniu, m.in. ręczniki jednorazowe itp.
- GRUPA B lub II – odpady potencjalnie zainfekowane.
- GRUPA C lub III – do tej grupy należą odpady zainfekowane, które są bezpośrednim źródłem przenoszenia bakterii i chorób.
- GRUPA D lub IV – materiały utylizowane jako niebezpieczne odpady przemysłowe.
- GRUPA E lub V – odpady z tej grupy nie wymagają specjalnych metod utylizacji.

Istnieją również dwie oddzielne grupy stosowane w podziale odpadów medycznych. Należą do nich [1, 2]:
Grupa OK – odpady komunalne i komunalno podobne,
Grupa OS – odpady pozostałe, nazywane specjalnymi
Najczęściej za kryterium klasyfikacyjne dotyczące odpadów medycznych uznaje się [1, 2]:

- miejsce powstawania odpadów,
- szkodliwość odpadów dla środowiska lub zdrowia ludzi,
- rodzaj materiałów, które wchodzą w skład odpadów.

2.2 EWIDENCJA ODPADÓW MEDYCZNYCH

Aby polepszyć i zwiększyć kontrolę ilości powstawania odpadów medycznych, konieczne jest prowadzenie tzw. ewidencji odpadów. Potrzebę ewidencjonowania odpadów nakładają przepisy ustawy na obiekty wytwarzające odpady medyczne, a także na ich odbiorcę. Prowadzenie ewidencji odpadów ma prowadzić do porządku przy wytwarzaniu odpadów, prowadzić jakościową i ilościową kontrolę powstawania odpadów, a także właściwe pobieranie opłat oraz kar ewidencyjnych związanych ze składowaniem odpadów. Głównym celem prowadzenia ewidencji odpadów jest więc prawidłowe gospodarowanie tymi odpadami, zgodnie z przepisami ustawy [4].

2.3 REGULACJE PRAWNE

Prawo dotyczące odpadów medycznych regulują przede wszystkim 3 podstawowe rozporządzenia na podstawie upoważnień zawartych w ustawie z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach (Dz. U. z 2007 r. Nr 39, poz. 251, z późn. zm.), są to [18, 24, 25, 27]:

1) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 sierpnia 2007 r. w sprawie szczegółowego sposobu postępowania z odpadami medycznymi (Dz. U. Nr 162, poz.1153), (art. 7 ust. 4), które dotyczy odpadów posiadających następujące kody [tab.1.1, 14, 19]:
1) 18 01 02*, 18 01 03* i 18 01 82*;
2) 18 01 06*, 18 01 08*, 18 01 10*;
3) 18 01 01, 18 01 04, 18 01 07, 18 01 09.

Szczegółowo określa sposób postępowania z odpadami, a także postępowania z odpadami medycznymi powstałymi w wyniku udzielania świadczeń zdrowotnych, określa zasady czasowego magazynowania odpadów medycznych przed poddaniem ich procesowi unieszkodliwiania, a jeśli brak jest takich możliwości, przed ich przetransportowaniem do miejsca unieszkodliwiania. Określa również warunki transportu wewnętrznego odpadów medycznych w obiektach, w których udziela się świadczeń zdrowotnych lub prowadzi badania i doświadczenia naukowe w zakresie medycyny.

2) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie rodzajów odpadów medycznych i weterynaryjnych, których poddawanie odzyskowi jest zakazane (Dz. U. z 2003 r. Nr 8, poz. 103, z późn. zm.),
(art. 42 ust. 2), zawiera przede wszystkim wykaz odpadów weterynaryjnych i medycznych nienadających się do odzysku ze względu na niebezpieczeństwo, które za sobą niosą, a są to odpady oznaczone następującymi kodami zawarte w Tabeli 2.1.

3) Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r. w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych (Dz. U. z 2003 r. Nr 8, poz.104 oraz z 2004 r. Nr 200, poz. 2061), (art. 49 ust. 8), odpady medyczne i weterynaryjne mogą być unieszkodliwiane w jeden z następujących sposobów [18, 24, 25]:
a) Termiczne przekształcanie odpadów,
b) Autoklawowanie,
c) Dezynfekcja termiczna,
d) Działanie mikrofalami,
e) Obróbka fizyczno-chemiczna.

2.4 GROMADZENIE I OZNAKOWANIE ODPADÓW MEDYCZNYCH

Odpady medyczne powinny być przechowywane w pojemnikach i opakowaniach, posiadających wymagane i prawnie ustanowione atesty. Worki foliowe, które mają określoną kolorystykę, służą do gromadzenia i transportowania w nich odpadów medycznych z grupy I, tj. odpady komunalne i komunalno-podobne [3, 16].

Odpady z grupy pooperacyjnych, jak i odpady zainfekowane muszą być gromadzone w specjalnych opakowaniach, spełniających narzucone warunki [3, 16]:
- mogą być wykonane z dowolnego materiału,
- muszą być one w pełni sterylne oraz możliwe do wykorzystania w procesie sterylizacji,
- gazoszczelne, płynoszczelne oraz szczelne po zamknięciu,
- jednokrotna możliwość zamknięcia, bez możliwości bezuszkodzeniowego otwarcia.

Pojemniki lub worki koloru niebieskiego (rys. 2.1), przeznaczone są na takie odpady, jak zużyte materiały opatrunkowe, strzykawki, materiały medyczne, rękawiczki jednorazowe, dreny, sondy, kaniule, cewniki, worki na mocz, ssaki, pościel i fartuchy jednorazowe, próbki do pobierania krwi, pozostałości leków cytostatycznych ze sprzętem i bielizną używaną przy ich podawaniu, przeterminowane leki, opakowania po lekach itp. [2].

Rys. 2.1 Worek na odpady medyczne koloru niebieskiego [31]

Pojemniki lub worki koloru czarnego (rys. 2.2), używane są do gromadzenia: tkanek organicznych z oddziałów chirurgicznych, sal operacyjnych i porodowych, tkanki pobrane do badań laboratoryjnych, amputowane części ciała, odpady posekcyjne itp. [2].

Rys. 2.2 Worek na odpady medyczne koloru czarnego [31]

Pojemniki lub worki koloru czerwonego (rys. 2.3), przeznaczone są do gromadzenia wszystkich odpadów ze szpitali zakaźnych i oddziałów zakaźnych, natomiast igły skalpele i inne ostre narzędzia jednorazowe zaleca się gromadzić w specjalnych pojemnikach koloru czerwonego (rys. 2.4, 2.5) [2].

Rys. 2.3 Worek na odpady medyczne koloru czerwonego [31]

Rys. 2.4 Pojemniki do gromadzenia odpadów medycznych [17]

Rys. 2.5 Pojemnik przeznaczony do przechowywania materiału zakaźnego [17]

Odpowiednie kolory worków czy pojemników umożliwiają placówką zdrowia prawidłową identyfikację odpadów. W celu przekazania ich do spalarni, poszczególne worki wkłada się do jeszcze jednych – papierowych. Szczelnie zamknięte, dwuwarstwowe worki z tworzywa sztucznego umieszczane są w kontenerach dzierżawionych od zakładu utylizacji.

Placówki służby zdrowia zobowiązane są stosować do gromadzenia odpadów pojemniki jednorazowego użytku, wykonane z materiału ulegającego rozkładowi termicznemu w procesie unieszkodliwiania. Zakład preferuje stosowanie dwuwarstwowych worków. Pierwsza warstwa to worek polietylenowy, zaś zewnętrzna warstwa to worek papierowy. Podwójne worki dokładnie zabezpieczają odpad, ponadto ma to korzystne znaczenie dla samego procesu pirolizy. Worki z tworzywa sztucznego nie wytrzymują wysokich temperatur

i natychmiast po załadowaniu do pieca pękają. Papierowe worki są trwalsze i tym samym „zapakowane" odpady nie spoczywają na początku komory, lecz spadają na dno. Dzięki wykorzystaniu podwójnych worków piec nie zapycha się i można w nim umieścić odpowiednią ilość odpadów [2].

2.5 DEZYNFEKCJA I STERYLIZACJA [11]

Odpady medyczne zawierają drobnoustroje chorobotwórcze, dlatego też wymagają dokładnej dezynfekcji, w celu niedopuszczenia do zagrożenia epidemiologicznego dla ludzi i środowiska.

Dezynfekcja (odkażanie) polega na zniszczeniu wszystkich form wegetatywnych bakterii i grzybów, wirusów oraz większości zarodników za pomocą czynników fizycznych i chemicznych.

Sterylizacja, czyli wyjaławianie polega na zniszczeniu wszystkich form drobnoustrojów, włączając w to przetrwalniki bakterii.

W praktyce najczęściej wykorzystuje się następujące procesy:

- dezynfekcji parowej,
- dezynfekcji chemicznej,
- dezynfekcji za pomocą mikrofal.

Istnieją trzy formy kontrolowania skuteczności procesu sterylizacji [10]:

- fizyczna,
- biologiczna,
- chemiczna.

Wskaźniki biologiczne informują nas o zabiciu nie tylko drobnoustrojów, ale i form przetrwalnikowych wyselekcjonowanych szczepów bakterii wysoce opornych na dany czynnik wyjaławiający. Jeśli wykryje się tu wzrost mikroorganizmów, oznacza to, że sterylizacja nie była skuteczna. Testy biologiczne zlecane są przez Sanepid najczęściej co kwartał oraz w przypadku kontroli. A także obowiązkowo po każdej naprawie sprzętu. Test biologiczny jest najlepszym sprawdzeniem gwarantującym skuteczność przeprowadzonego procesu sterylizacji. Wyniki testów uzyskuje się po 7 dniach inkubacji na pożywce płynnej, przy wskaźnikach amerykańskich. Wskaźniki umieszcza się wewnątrz pakietów, a te w dwóch różnych, najtrudniej dostępnych dla czynnika wyjaławiającego, miejscach komory autoklawu [10].

Wskaźniki fizyczne: termometry, manometry, kontrolki świetlne, karty kontrolne służą raczej do kontroli stanu technicznego urządzenia. Drukarki i osobiste komputery podłączone do autoklawów rejestrują parametry procesu i winne być zachowane w dokumentacji. Nie wolno zapominać o corocznej kontroli stanu autoklawu wykonywanej przez autoryzowanego serwisanta [10].

Wskaźniki chemiczne zawierają substancje, które po osiągnięciu wymaganych parametrów w procesie sterylizacji zmieniają barwę. Są dwa rodzaje wskaźników chemicznych [10]:

- zewnętrzne – te szybko zmieniają barwę. Umieszczone są na zewnątrz każdego opakowania, a zmiana ich barwy świadczy, że pakiet poddany był sterylizacji. Wskaźniki

zmieniają kolor po zadziałaniu danej temperatury, ale nie wykazują jak długo temperatura się utrzymywała. Pozwalają odróżnić sprzęt wyjałowiony od niesterylizowanego. Spełniają rolę sprawdzianów sterylizacji. Nadruki na papierowo-foliowych torebkach i rękawach do sterylizacji oddzielne są do autoklawów parowych, oddzielne dla sterylizatorów na tlenek etylu. W torebkach papierowo-foliowych często pasek osłaniający klej samoprzylepny jest jednocześnie wskaźnikiem wewnętrznym.

- wewnętrzne wskaźniki umieszcza się wewnątrz pakietu. Zmieniają one kolor powoli, reagując na wysokość temperatury i czas jej działania. Zmiana barwy wskaźnika informuje, że wewnątrz opakowania zostały osiągnięte wszystkie parametry świadczące o prawidłowości przebiegu procesu sterylizacji.

2.6 TRANSPORT ODPADÓW MEDYCZNYCH

Transport odpadów medycznych powinien odbywać się zgodnie z zasadami zatwierdzonymi przez służby epidemiologiczne. Wskazane jest, aby droga, jaką musi pokonać odpad medyczny była odpowiednio zaplanowana, a odpady nie trafiły na zwykłe śmietniska komunalne. Transport wewnątrzzakładowy odpadów medycznych z miejsca powstawania do miejsca przechowywania, unieszkodliwiania lub odbioru powinien odbywać się w sposób gwarantujący maksymalne bezpieczeństwo. Ogólne zasady postępowania z odpadami zakładają także, że należy ograniczać ich przemieszczanie, jest to tzw. zasada bliskości, droga powinna być jak najkrótsza, a jeśli to możliwe, unieszkodliwianie lub odzysk powinien zostać przeprowadzony w miejscu powstawania odpadów [7].

Odbiór odpadów jest dokonywany [12]:

- z zachowaniem wszystkich zasad bezpieczeństwa (m.in. środki ochrony osobistej),
- poprzez sprawdzenie stanu zewnętrznego odbieranych opakowań w których znajduje się odpad z wyznaczonych przez wytwórcę miejscu odbioru,
- jak najkrótszą drogą pomiędzy miejscem odbioru a pojazdem transportowym,
- pomiar wagowy wartości odbieranych odpadów,
- wpis wartości odbieranych odpadów do dokumentów ewidencyjnych takich jak: karta przekazania i list przewozowy,
- potwierdzenie wartości odbieranych odpadów przez placówkę.

Odbiór odpadów jest dokonywany poprzez odpowiednią logistykę transportu wewnętrznego oraz jak najkrótszą drogą pomiędzy miejscem odbioru a pojazdem transportowym [12].

Pojazd przeznaczony do transportu odpadów medycznych powinien być oznakowany w tablice barwy pomarańczowej oraz posiadać nalepki ostrzegawcze nr 6.2. Tak oznakowany pojazd według wyznaczonych przepisów trafia do miejsca utylizacji lub dalszego składowania odpadów medycznych.

Rozładunek odpadów w danej placówce wyznaczonej do magazynowania i dalszego postępowania zgodnie z przepisami odbywa się poprzez [12]:

- rozładunek pojemników jednostkowych do kontenerów zbiorczych,
- rozładunek i wymianę kontenerów zbiorczych,
- dezynfekcję części ładunkowej pojazdu.

Podczas rozładunku odpadów jest dokonywany: pomiar wagowy wartości odbieranych odpadów oraz potwierdzenie rodzaju i ilości odpadów na dokumencie ewidencyjnym [12].

Transport wewnętrzny odpadów medycznych z miejsca ich powstawania do miejsca magazynowania, unieszkodliwienia lub odbioru odbywa się środkami transportu przeznaczonymi wyłącznie do tego celu. Jednakże i w temacie transportu rozporządzenie przewiduje inne rozwiązania w przypadku wytwarzania niewielkich ilości odpadów. Do transportu wewnętrznego można wówczas używać transportowych pojemników zamykanych. W obiektach gdzie udzielane są świadczenia zdrowotne, należy wyznaczyć miejsce przeznaczone do dezynfekcji, mycia i przechowywania wewnątrzzakładowych środków transportu wewnętrznego odpadów medycznych i pojemników wielokrotnego użytku, które powinno posiadać [12]:

- ściany i podłogi wykonane z materiałów gładkich, łatwo zmywalnych i umożliwiających dezynfekcje,
- dostęp do wody bieżącej z możliwością jej odprowadzenia do kanalizacji,
- możliwość swobodnego transportu wewnętrznego odpadów medycznych oraz dostępu pracowników obsługi.

Przykładowy samochód przeznaczony do transportowania odpadów medycznych przedstawiają rysunki 2.6 oraz 2.7.

Rys. 2.6 Samochód przewożący odpady medyczne [30]

Rys. 2.7 Umieszczenie odpadów medycznych w samochodzie [30]

2.7 METODY UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH

Do dopuszczalnych metod unieszkodliwiania odpadów zaliczamy [1, 2, 26]:

- Termiczne przekształcenie odpadów,
- Autoklawowanie,
- Dezynfekcja termiczna,
- Działanie mikrofalami
- Obróbka fizyko – chemiczna.

Autoklaw (sterylizator parowy) jest urządzeniem stosowanym w medycynie od dziesięcioleci. Obecnie używane są dwa typy autoklawów – próżniowy i grawitacyjny. W urządzeniach próżniowych powietrze jest usuwane z komory przed wprowadzeniem pary. W autoklawach grawitacyjnych powietrze jest usuwane przez samą parę. Odpady pozostają w autoklawie przez 30-90 minut, co zapewnia zniszczenie patogenów. Proces ten jest łatwy w obsłudze i kontroli, cechuje się dużą skutecznością w przypadkach zainfekowanych odpadów i może być stosowany do większości typów mikroorganizmów, pod warunkiem, że czas i temperatura reakcji jest wystarczająca do zabicia form przetrwalnikowych (minimum 121°C). Metody tej jednak nie zaleca się do unieszkodliwiania niektórych typów odpadów medycznych, w tym niskoradioaktywnych, rozpuszczalników organicznych odczynników laboratoryjnych, odpadów chemoterapeutycznych, farmakologicznych i patologicznych [8, 9].

Kolejną metodą jest *sanitacja mikrofalowa***.** Technologia ta jest stosowana w wielu krajach na całym świecie. Odpady medyczne są czyszczone parą, by zmniejszyć zanieczyszczenie lotnymi patogenami. Następnie są mechanicznie kruszone, zanim zostaną zamoczone. Tak przetworzone trafiają następnie do wcześniej ogrzanej komory, gdzie poddawane są działaniu promieniowania mikrofalowego przez 30 minut lub dłużej, zależnie od typu urządzenia i rodzaju odpadów. Kiedy działanie promieniowania ustaje, odpady są przetrzymywane w temperaturze co najmniej 95°C, aby zapewnić właściwą dezynfekcję. Następnie odpady, których objętość zmniejsza się o 80%, mogą trafić na zwykłe komunalne wysypisko. Wadą tego urządzenia jest to, że często się zatyka, co wpływa na przestój całości instalacji. Dodatkowym zastrzeżeniem jest fakt, że obsługujący je pracownicy narażeni są na kontakt z nieprzetworzonymi i nie zmielonymi odpadami [8, 9].

Następna metoda to *dezynfekcja chemiczna*. Wiele firm promujących tą metodę używają przede wszystkim związków chloru. Podstawowe działanie polega na nasyceniu odpadów chlorem i następnie fizycznym ich rozdrabnianiu przez młyny. Odpady ciekłe zawierające chlor są filtrowane, aby oddzielić cząstki stałe, zanim jednak zostaną wypuszczone do kanalizacji, przepływają przez filtry węglowe, następnie przetworzone odpady stałe trafiają na wysypisko. Dwie zasadnicze korzyści tej metody to możliwość przetwarzania odpadów na miejscu i fakt, że mielenie zmniejsza ich objętość. Niestety, stosowanie tego sposobu jest związane z emisją chloru i jego związków do otoczenia. W wyniku reakcji z substancjami zawartymi w ściekach mogą one tworzyć niebezpieczne dla ludzi i zwierząt połączenia. A w przypadku awarii młyna, pracownicy narażeni są na kontakt z silnie chlorowanymi na wpół zmielonymi odpadami. Dlatego metoda ta polecana jest głównie dla odpadów farmaceutycznych, a zwłaszcza zawierających metale ciężkie. Nie zaleca się jej jednak do stosowania odpadów o charakterze infekcyjnym [8, 9].

Podstawową metodą utylizacji niebezpiecznych odpadów medycznych w Polsce jest unieszkodliwianie termiczne, innymi słowy spalanie. Tą metodą unieszkodliwia się ponad 95% odpadów medycznych. W Polsce nadal, niestety, dominuje niepoprawna metoda spalania odpadów w piecach CO. Spalanie w kotłowniach CO nie jest metodą akceptowaną. Spalanie i piroliza to stare technologie, które prowadzą do termicznego przekształcania odpadów. Rezultatem zastosowania tej metody unieszkodliwiania odpadów szpitalnych jest powstanie także odpadów niebezpiecznych, tzw. gazów odlotowych i pylistych popiołów zawierających rozpuszczalne frakcje metali ciężkich (grupa 19 – odpady ze spalania i termicznego rozkładu odpadów). Spalarnie i piece do pirolizy są klasyfikowane jako inwestycja szczególnie szkodliwa dla zdrowia i życia ludzi (Rozporządzenie Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 14 lipca 1998 r., Dz. U Nr 93 poz. 589§1 pkt. 13) [14].

Większość organów zdrowotnych zleca unieszkodliwianie odpadów medycznych specjalistycznym zakładom. Wszystko wiąże się z dodatkowymi kosztami obejmujące transport odpadów z miejsca wytwarzania do spalarni oraz kosztami samego spalania. Przeważnie odpady transportowane są do miejsca znajdującego się w znacznej odległości od placówek dlatego, że rozpiętość regionalna w cenach utylizacji odpadów jest ogromna. Zjawisko to nie jest pożądane, albowiem dłuższe przechowywanie odpadów związane z ich transportem przedłuża okres zakaźnej aktywności [9].

Odpady medyczne nie powinny być przechowywane w temperaturze wyższej niż 10°C przez czas dłuższy niż 48 godzin. Istnieją przypadki, że odpady te nie trafiają do utylizacji, a bezpośrednio na składowisko odpadów komunalnych.

Spalanie jest najdroższą z dostępnych opcji unieszkodliwiania odpadów, dodatkowo bardzo nieprzyjazną dla środowiska. Odpady medyczne zawierają albowiem znaczne ilości PCV. Spalanie zachodzące w obecności chloru przyczynia się do powstawania emisji wielu toksycznych związków między innymi: dioksan, furanów, polichlorowanych bifenyl. Wydziela się również: kadm, ołów, pary rtęci, arsenu, chlorowodór i tlenki azotu. W trakcie procesu termicznego przekształcania odpadów minimalna temperatura w komorze spalanie nie może być niższa niż 1100°C. A na ogół stosowaną techniką spalania jest piroliza, bazująca na dwustopniowym beztlenowym lub niskotlenowym rozkładzie odpadów.

Spalarnie odpadów szpitalnych są najczęściej akceptowaną formą pozbywania się tych odpadów. Odgrywają tu niewątpliwie rolę czynniki psychologiczne: obawa przed zagrożeniem stwarzanym chorobotwórczym rodzajem odpadów, wynikającym z bakteryjnego lub wirusowego ich skażenia. Powszechnie uważa się, że spalarnie takich odpadów likwiduje taką groźbę. Często bywa, że ludzie samorzutnie wrzucają stare opatrunki do pieca. Ludziom na ogół nie kojarzy się szpital z groźnymi truciznami typu chemicznego.

Tymczasem istotną część odpadów szpitalnych stanowią wyroby z PCW: zużyty sprzęt jednorazowego użytku- strzykawki, pojemniki na krew, zestawy do kroplówek, pojemniki do analiz i in. Współczesny szpital jest też potężnym źródłem substancji chemicznych zrzucanych do wód [1, 2].

2.8 SPALARNIE ODPADÓW MEDYCZNYCH [12]

W spalarniach odpadów niebezpiecznych spalane są: groźne dla zdrowia związki chemiczne, broń chemiczna, broń bakteriologiczna. Wydaje się, że w Polsce nie ma, poza

incydentalnymi przypadkami (np. pozostałościami po II wojnie światowej) dwóch ostatnich typów niebezpiecznych substancji, które musiałyby być unieszkodliwiane.

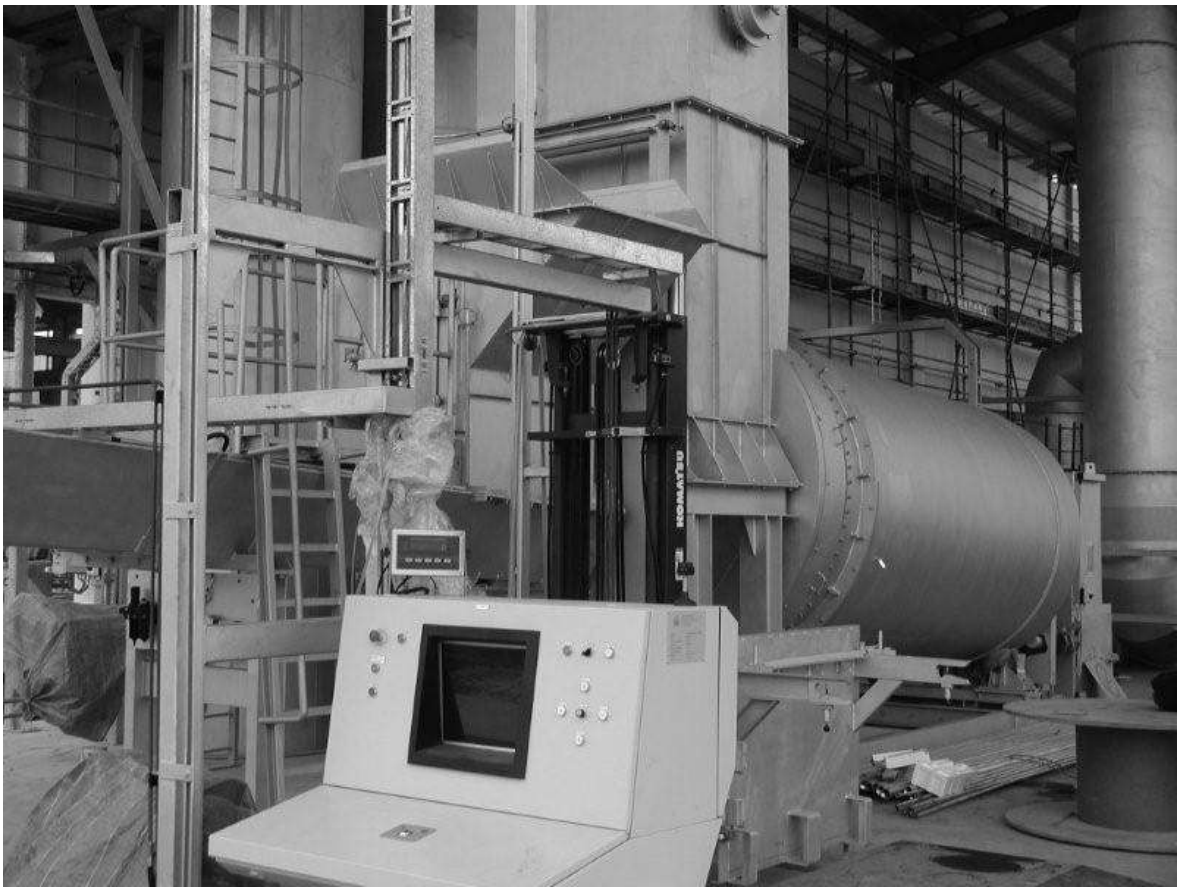
Konieczność spalania niebezpiecznych substancji chemicznych wynika często z potrzeby likwidacji zagrożenia wynikającego z samego istnienia substancji niebezpiecznej (możliwość wykradzenia przez niepowołane osoby, korozji pojemników, zmian chemicznych samej substancji, czyniących ją bardziej niebezpieczną, powodziami i pożarami grożącymi uwolnieniem trucizn do środowiska i wielu innych trudnych do przewidzenia sytuacji).

Emisję dioksan w wyniku spalania odpadów medycznych można ograniczyć między innymi przez zastosowanie systemu segregacji odpadów albo wręcz niedopuszczanie do spalania materiałów toksykogennych, przede wszystkim tworzyw chlorowanych. Głównie jednak ograniczenia emisji substancji szkodliwych można dokonać przez zastosowanie innych, bezpieczniejszych metod unieszkodliwiania lub nowoczesnych systemów spalania. Wiele rozwiązań technologicznych oferowanych na rynku gwarantuje nieprzekraczanie wymaganych poziomów emisji zanieczyszczeń wraz z gazem spalinowym. Wszystkie te czynności i środki zapobiegawcze ograniczające lub eliminujące wiąże się, niestety, z dużymi kosztami. Również koszty wykonania analizy pod względem zawartości dioksan i furanów są bardzo wysokie i tylko kilka ośrodków takie badania wykonuje. Przedstawiona metoda unieszkodliwiania jest jednym z najpowszechniej stosowanych sposobów pozbywania się odpadów niebezpiecznych, ponieważ spalanie pozwala zmniejszyć objętość i masę odpadów. Pojawia się jednak problem powstawania pozostałości po procesie spalania, w tym nie tylko popiołów z komór spalania, ale również odfiltrowanego lotnego popiołu, zużytych sorbentów i ścieków technologicznych, które trzeba w bezpieczny sposób zagospodarować. Jeśli założymy, że najnowocześniejsze instalacje do termicznego unieszkodliwiania odpadów gwarantują znikomą zawartość szkodliwych substancji chemicznych, metali ciężkich i pyłów w gazach spalinowych emitowanych do atmosfery, to wciąż pozostaje problem zagospodarowania pozostałości po procesie spalenia. Zarówno popioły, jak i zużyte sorbenty są materiałami potencjalnie toksycznymi, a obecnie nie ma jeszcze w pełni dopracowanych metod całkowitej detoksykacji pozostałości powstających w procesach spalania odpadów [12].

Na rysunku 2.8, przedstawiono wyposażenie spalarni odpadów medycznych i niebezpiecznych.

Rodzaje odpadów medycznych wytwarzanych w gabinecie stomatologicznym:

- Zużyte strzykawki z igłami
- Wałeczki dentystyczne
- Rękawiczki jednorazowego użytku
- Maseczka ochronna jednorazowego użytku
- Końcówki do ślinociągu
- Wypełnienie amalgamatowe
- Wiertła dentystyczne
- materiał zakaźny (np. krew)
- materiał z biopsji, usunięte zęby i małe fragmenty tkanek



Rys. 2.8 System podajników odpadów medycznych surowych [29]

Rodzaje odpadów medycznych wytwarzanych w pracowni protetycznej:

- wyciski dentystyczne pobrane przez lekarza
- woskowe wały zgryzowe
- uszkodzone protezy
- konstrukcje metalowe, mosty na podbudowie metalowej

2.9 NOWELIZACJA USTAWY O ODPADACH MEDYCZNYCH W ROKU 2013

Dokładnie 23 stycznia 2013 roku straciła ważność ustawa o odpadach medycznych z roku 2001 [20]. Dotychczasowe prawo dotyczące gospodarki odpadami były niespójne z wymogami Unii Europejskiej, stąd należało dokonać zmian [21].

Nową regulację odnośnie gospodarowania odpadami przyjęto w myśl zasad, mających na celu ochronę środowiska, życia i zdrowia ludzi z zachowaniem zrównoważonego rozwoju [23].

Nowa ustawa przyjmuje pewną hierarchię sposobów postępowania z odpadami [22]:

- zapobieganie,
- przygotowanie do ponownego użycia,
- recykling lub inne sposoby odzysku,
- unieszkodliwienie.

Zasadnicze zmiany które wprowadziła nowa ustawa, przedstawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2 Zasadnicze zmiany pomiędzy dotychczasową ustawą a wprowadzoną nowelizacją tej ustawy

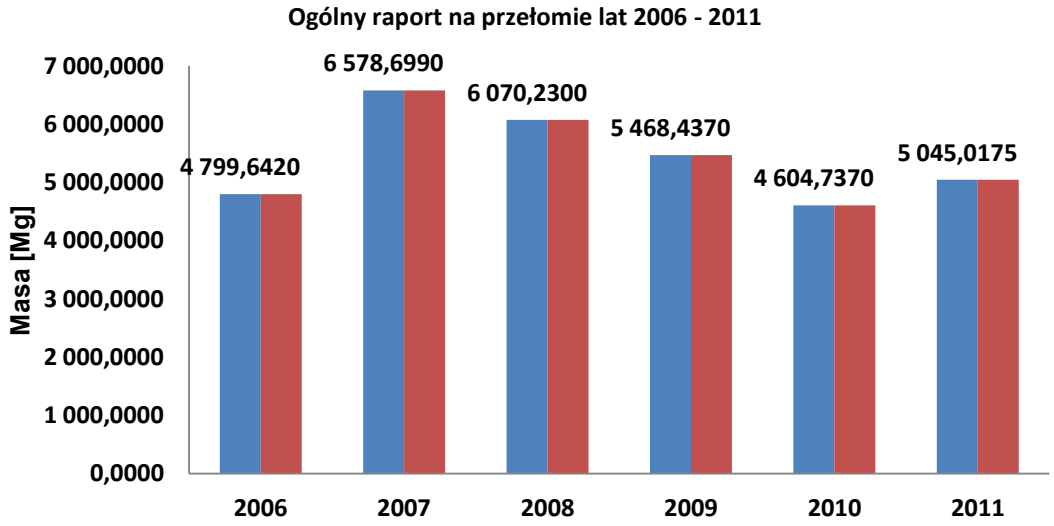
Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. o odpadach medycznych.	Nowelizacja na rok 2013
Założenia ustawy: • Określa zasady czasowego magazynowania odpadów medycznych przed poddaniem ich procesowi unieszkodliwiania, • Warunki transportu wewnętrznego odpadów medycznych w obiektach, w których udziela się świadczeń zdrowotnych lub prowadzi badania i doświadczenia naukowe zakresie medycyny.	**Założenia nowej ustawy:** przyjmują pewną hierarchię sposobów postępowania z odpadami: • zapobieganie, • przygotowanie do ponownego użycia, • recykling lub inne sposoby odzysku, • unieszkodliwienie.
Nie duży nacisk na zapobieganie powstawania odpadów.	Szczególny nacisk nowego prawa skupia się na zapobieganiu powstawania odpadów jak również na ponownym wykorzystaniu odpadów i recyklingu.
Dokumentem "ujawniającym" wobec Marszałka wytwórcę odpadów była informacja o rodzaju wytwarzanych odpadów i sposobie gospodarowania nimi, jaką wytwórcy składali w urzędach powiatowych.	Obecnie ta informacja nie jest wymagana.
Decyzje starostów wydawane na podstawie informacji zamieszczonych wyżej.	Decyzje Starostów straciły też moc prawną.
W przypadku zignorowania obowiązku dotyczącego złożenia zbiorczego zestawienia danych w wyznaczonym, dodatkowym terminie marszałek może nałożyć karę, w wysokości 2000 zł.	W przypadku nie przekazania sprawozdania w terminie kara to 2000 zł.
Powyższe kary mogą być nakładane wielokrotnie, z tym że w danym roku kalendarzowym łączna ich wysokość nie może przekroczyć 10.000 zł.	Kary mogą być wymierzone wielokrotnie, ale ich suma na dany rok kalendarzowy nie może przekroczyć 8.500 złotych.
Odpady medyczne i weterynaryjne mogą być unieszkodliwiane w jeden z następujących sposobów: f) **Termiczne przekształcanie odpadów,** g) **Autoklawowanie,** h) **Dezynfekcja termiczna,** i) **Działanie mikrofalami,** j) **Obróbka fizyczno-chemiczna.**	W nawiązaniu do odpadów medycznych i weterynaryjnych, istotną zmianą jest wprowadzenie przepisu nakazującego unieszkodliwianie tych odpadów dokonywane wyłącznie w spalarniach.
Zgodnie z definicją zawartą w ustawie o odpadach za posiadacza odpadów uznaje się każdego, kto faktycznie włada odpadami.	W ustawie pojawiły się do tej pory niesprecyzowane definicje sprzedawcy odpadów (dealer) i pośrednika w obrocie odpadami (broker).
Nie jasno sprecyzowane pojęcie odzysku i recyklingu.	Zmieniono sposób rozumowania pojęcia odzysku i recyklingu.
Wysokość kary za transport odpadów bez zezwolenia na ich posiadanie lub w przypadku niewpisania do rejestru. (wynosi 1-5 tys. zł).	Niekorzystną zmianą uderzającą w przedsiębiorców jest poprawka w wyniku, której zmianie uległa wysokość kary za transport odpadów bez zezwolenia na ich posiadanie. lub w przypadku niewpisania do rejestru. Obecnie wynosi ona od 2 tys. do 10 tys. zł.
• określa selektywny sposób zbiórki odpadów medycznych • określa sposób gromadzenia odpadów na terenie placówki służby zdrowia • dotyczy odpadów powstałych w trakcie udzielania świadczeń zdrowotnych w jednostkach ochrony zdrowia oraz w podmiotach prowadzących badania i doświadczenia naukowe w zakresie medycyny.	ogólne zasady gospodarki odpadowej, natomiast w przypadku odpadów medycznych, weterynaryjnych i komunalnych osadów ściekowych wymienione są szczegółowe wymagania w zakresie ich przetwarzania termicznego oraz składowania.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [21, 22, 25]

2.10 ODPADY MEDYCZNE W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

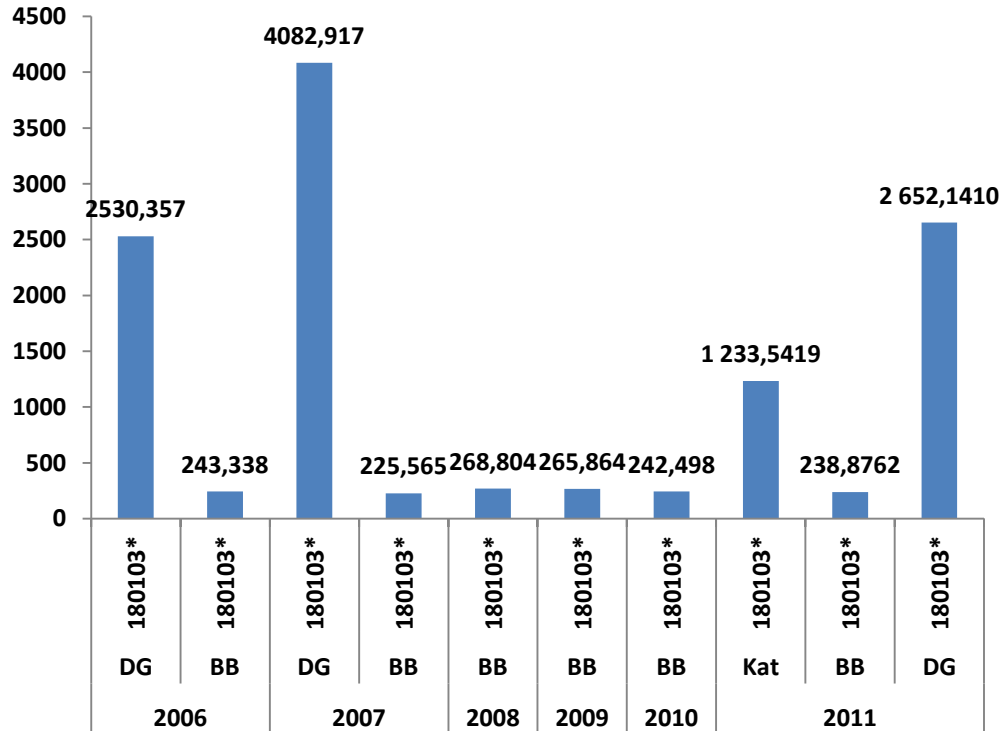
Dane przedstawione w postaci wykresów pochodzą z Urzędu Marszałkowskiego w Katowicach.

Rysunek 2.9 przedstawia ogólny raport na przełomie lat 2006-2011 dotyczący unieszkodliwiania poszczególnych odpadów medycznych.



Rys. 2.9 Ilość odpadów wytworzonych a unieszkodliwionych

Źródło: opracowanie własne na podstawie [28]



Rys. 2.10 Ilość unieszkodliwianego odpadu medycznego z numerem 18 01 03 na przykładzie trzech wybranych spalarni w latach 2006-2011

Źródło: opracowanie własne [28]

DG - Dąbrowa Górnicza, BB - Bielsko-Biała, Kat - Katowice

Najwięcej odpadów zostało unieszkodliwionych w roku 2007, w ilości 6578, 6990 [Mg]. Następnie w roku 2008 w ilości 6070, 2300 [Mg]. Najmniej odpadów unieszkodliwiono w roku 2010, w ilości 4604, 7370 [Mg]. Uwidacznia się równowaga pomiędzy ilością odpadów a liczbą spalarni.

Na rys. 2.10, przedstawiono ilość unieszkodliwionego odpadu medycznego 18 01 03 w trzech spalarniach, w latach 2006-2011.

Spośród trzech spalarni na terenie województwa śląskiego, wyraźnie widać, że najczęściej utylizowanym odpadem medycznym jest odpad z numerem 18 01 03. Powyższy wykres obrazuje ilość utylizowanego tego odpadu na przestrzeni lat 2006-2011.

Odpad, zawierający żywe drobnoustroje chorobotwórcze lub ich toksyny (18 01 03) najczęściej utylizowany był w Dąbrowie Górniczej kolejno w latach 2007, 2006, 2011 (tendencja malejąca).

Najmniej utylizowała go spalarnia w Bielsku-Białej w roku 2007 i 2006 (tendencja malejąca).

PODSUMOWANIE

Gospodarka odpadami medycznymi, tj. powstającymi w gabinetach stomatologicznych i pracowniach protetycznych, szpitalach i innych placówkach służby zdrowia, jest ściśle uregulowana przepisami prawnymi. Ustawy te posiadają prawne normy i uregulowania, aby jasno określić obowiązki producenta i odbiorcy odpadów. W styczniu br. pojawiła się nowelizacja ustawy dotycząca odpadów medycznych, która określa w sposób szczegółowy zarys gospodarowania tymi odpadami. Ustawa ta kładzie szczególny nacisk na zapobieganie powstawania odpadów oraz ich powtórnym wykorzystaniu. Bardzo istotną zmianą dotyczącą odpadów medycznych jest wprowadzenie przepisu nakazującego unieszkodliwianie tych odpadów dokonywane wyłącznie w spalarniach.

Bezpośrednio po wytworzeniu odpadu medycznego, należy go odpowiednio zabezpieczyć przed ewentualną możliwością zakażenia, a wytwórca danego odpadu ma obowiązek umieszczenia na opakowaniach informacji i oznaczeń, dotyczących danego odpadu. Nadzór nad tym obowiązkiem sprawuje Wojewódzki Inspektor Ochrony Środowiska. Następnie odpad wędruje do zakładu utylizacji, gdzie zostanie unieszkodliwiony, w specjalnie wyznaczonym do tego pojazdem.

Transport odpadów medycznych musi przebiegać z zachowaniem bezpieczeństwa, tym samym stosować się do wszystkich zaleceń dotyczących obcowania z tymi odpadami. Ważna jest tutaj tzw. zasada bliskości, znacząca, iż droga transportu musi być jak najkrótsza, a jeśli to możliwe, unieszkodliwianie lub odzysk powinien zostać przeprowadzony w miejscu powstawania odpadów.

Istnieją różne metody utylizacji odpadów medycznych, do których należą: termiczne przekształcanie odpadów, autoklawowanie, dezynfekcja termiczna, działanie mikrofalami i obróbka fizykochemiczna. Podstawową formą utylizacji odpadów medycznych, niebezpiecznych jest utylizacja termiczna, czyli spalanie. Metodzie tej podlega 95% odpadów.

Spalarnie odpadów medycznych muszą dostosować się do ściśle określonych warunków, aby funkcjonowały bez szkodliwego oddziaływania na środowisko, m.in. muszą ograniczyć emisję szkodliwych substancji i zanieczyszczeń.

W pracowni protetycznej nie powstaje duża ilość odpadów medycznych, gdyż większość odpadów trafia z gabinetu stomatologicznego. Istnieją jednak możliwości powtórnego wykorzystania materiałów, np. stopów metalu, stopów złota.

Gabinet stomatologiczny jest bezpośrednim miejscem powstawania odpadów medycznych. Można zaliczyć do nich m.in. wałeczki nasączone śliną lub krwią, strzykawki, igły, narzędzia chirurgiczne oraz wszelkie materiały jednorazowego użytku. Każdy gabinet musi podporządkować się procedurom sanitarno-epidemiologicznym, które w sposób szczegółowy określają zasady postępowania z odpadami medycznymi.

Analizując drogę odpadów pomiędzy gabinetem stomatologicznym a pracownią protetyczną, można wyraźnie stwierdzić, że głównym producentem odpadów medycznych jest gabinet stomatologiczny, który po części wysyła je do pracowni protetycznej. Laboratorium protetyki stając się odbiorcą tych odpadów, jest zobowiązane do ich unieszkodliwiania, według aktualnych regulacji prawnych. Co roku wytwórca lub posiadacz odpadów musi udokumentować ilości wytworzonych odpadów medycznych. Spośród odpadów powstających w gabinetach stomatologicznych żadne z nich nie nadają się do powtórnego wykorzystania, lecz muszą trafić do unieszkodliwienia, przy zachowaniu odpowiednich procedur. Pomiędzy tymi dwoma placówkami powinna istnieć korzystna współpraca, niosąca ze sobą korzyści, a nie straty w postaci dodatkowych kosztów.

LITERATURA

1. Bendkowski J., *Logistyka odpadów .Tom I. Procesy logistyczne w gospodarce odpadami,* Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
2. Bendkowski J., *Logistyka odpadów. Tom II,* Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
3. Bilitewski B., Hardtle G., Marek K., *Podręcznik gospodarki odpadami. Teoria i praktyka,* Wyd. „Seidel-Przywecki", Warszawa 2003.
4. Ciechanowicz J., *Ustawa o odpadach. Ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach,* Wydawnictwo Prawnicze PWN, Warszawa 1998.
5. Erechemla A., *"Inteligentne regulacje" UE* . Prawo Europejskie w praktyce, 2011 nr 10 s. 22-27.
6. Forowicz K., *Odpady Szpitalne – Bać się czy nie?,* Odpady i Środowisko nr 1/2012.
7. Marciniak R., Ekologistyka: *Zarządzanie przypływem odpadów medycznych,* Logistyka. Czasopismo dla profesjonalistów, Katowice 2008, nr 1 styczeń-luty 2008.
8. Okrasiński K., *NIK o odpadach medycznych*, Odpady i środowisko. Warszawa 30 kwietnia 2008, nr 2 (50)/08.
9. Ostrowska K., *Szczegółowa regulacja postępowania z odpadami medycznymi,* Odpady i środowisko, Warszawa 31 października 2007, nr 5 (47)/2007.
10. Piegdoń G., Grochowska M., *Identyfikacja czynników szkodliwych w środowisku szpitalnym,* IX Ogólnopolskie Sympozjum „Blok operacyjny – organizacja i funkcjonowanie": materiały konferencyjne. Warszawa 2008.
11. Rawski S., *Doskonalenie procesu utylizacji odpadów zakaźnych i inicjowanie procedury minimalizacji odpadów niebezpiecznych w jednostkach służby zdrowia,* Szósta Ogólnopolska Konferencja pt. Jakość w opiece zdrowotnej: standaryzacja w systemie

opieki zdrowotnej – Kraków 2001, s. 354-359.
12. Śliwa K., Odpady i środowisko, *Utylizacja odpadów medycznych*, Warszawa 31 grudzień 2007, nr 6(48)/2007.
13. Wandrasz J., *Gospodarka odpadami medycznymi,* Wyd. Polskie Zrzeszenie Inżynierów i Techników Sanitarnych, Poznań 2000.
14. http://www.zb.eco.pl/article/odpady-medyczne-i-weterynaryjne-a474l1 info: z dnia 14.11.2012.
15. Nowoczesna Klinika, *Unieszkodliwianie odpadów medycznych*, Magazyn prywatnej ochrony zdrowia: http://www.nowoczesnaklinika.pl/pl/artykuly/15/zarzadzanie/1/338/Unieszkodliwianie_odpadow_medycznych- info: z dnia 25.02.2013.
16. http://formularze.iform.pl/karta-ewidencji-odpadu-P7218.html - info: z dnia 16.02.13.
17. http://dentomax.blogspot.com/2011/04/o-wytworcach-i-wyrobach-medycznych.html - info: z dnia 5.03.2013
18. Rozporządzenia dostępne na stronie internetowej Ministerstwa Zdrowia, http://www.mos.gov.pl/artykul/2463_odpady_medyczne_i_weterynaryjne/9129_zestawienie_obowiazujacych_rozporzadzen_dotyczacych_odpadow_medycznych_i_weterynaryjnych_na_podstawie_upowaznien_zawartych_w_ustawie_z_dnia_27_kwietnia_2001_r_o_odpadach_dz_u_z_2007_r_nr_39_poz_251_z_pozn_zm.html- info: z dnia 29.11.2012.
19. http://www.ekoinfo.pl/33/juz-obowiazuje-nowa-ustawa-o-odpadach-uniqueidjXNs7lB4Pu1cRBOGrZTdQtZBj2g2qhpj/?uri_view_type=4 – info: z dnia 7.03.2013.
20. Gierek A., *Odpady medyczne i weterynaryjne,* dostępne http://www.zb.eco.pl/article/odpady-medyczne-i-weterynaryjne-a474l1- info: z dnia 6.11.2012.
21. Już obowiązuje nowa ustawa o odpadach, Wyd. Verlag Dashofer: http://www.ekoinfo.pl/33/juz-obowiazuje-nowa-ustawa-o-odpadach-uniqueidjXNs7lB4Pu1cRBOGrZTdQtZBj2g2qhpj/?uri_view_type=4 – info: z dnia 7.03.2013.
22. Odpady medyczne, nowa ustawa: http://www.dentonet.pl/artykul/3249943-odpady-medyczne-nowa-ustawa/ – info: z dnia 7.03.2013.
23. Opłaty środowiskowe i sprawozdawczość, Styczeń 2013 - Nowelizacja ustawy o odpadach: http://rozliczeniasrodowiskowe.pl/content/news/38,styczen-2013-nowelizacja-ustawy-o-odpadach – info: z dnia 7.03.2013.
24. Ustawa o odpadach Dz.U. z 2013 poz. 21, Brzmienie od 23 stycznia 2013, *Odpady medyczne i odpady weterynaryjne,* Rozdział 3: http://prawo.legeo.pl/prawo/ustawa-z-dnia-14-grudnia-2012-r-o-odpadach/dzial-vii_rozdzial-3_odpady-medyczne-i-odpady-weterynaryjne/?on=23.01.2013&exact=yes – info: z dnia 7.03.2013
25. Ustawa o odpadach 23 stycznia 2013: http://www.wroclaw.pl/ustawa_o_odpadach.dh ml – info: z dnia 7.03.2013.
26. Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 23 grudnia 2002 r., w sprawie dopuszczalnych sposobów i warunków unieszkodliwiania odpadów medycznych i weterynaryjnych.
27. Ustawa o odpadach Dz.U. z 2013 poz. 21, Brzmienie od 23 stycznia 2013, *Odpady*

medyczne i odpady weterynaryjne, Rozdział 3.
28. Lista posiadaczy odpadów wg rodzaju prowadzonej działalności z wykazem odpadów. Wojewódzki System Odpadowy - WOJ. ŚLĄSKIE
29. http://www.sigma-not.pl/publikacja-71616-wp%C5%82yw-powt%C3%B3rnego-przetapiania-na-w%C5%82a%C5%9Bciwo%C5%9Bci-mechaniczne-i-mikrostruktur%C4%99-odlewniczego-stopu-kobaltu-inzynieria-materialowa-2012-5.html – info z dnia 26.02.2013.
30. http://www.oil.org.pl/xml/nil/gazeta/numery/n2006/n200611/n20061104 info z dnia 14.02.2013.
31. http://folbit.pl/worki.php

ANALIZA ZBIÓRKI ORAZ UTYLIZACJI ODPADÓW MEDYCZNYCH W PROTETYCE I W STOMATOLOGII

Streszczenie: *W artykule zostały przedstawione ogólne pojęcia gospodarki odpadami medycznymi, ich rodzaje, zasady gromadzenia i oznakowania oraz transport odpadów z miejsca powstawania do punktu ich unieszkodliwiania. Omówiono metody ich utylizacji, a także wpływ funkcjonowania spalarni na środowisko.*
Przytoczono aktualne regulacje prawne obowiązujące w Polsce. Przybliżono zasady funkcjonowania obiektów utylizacji odpadów medycznych. Przytoczone zostały nowelizacje ustawy o odpadach medycznych z roku 2013.

Słowa kluczowe: *odpady medyczne, gospodarka odpadami, zbiórka i utylizacja, pracownia protetyczna, gabinet stomatologiczny*

ANALYSIS OF SOLID WASTE REBOUNDS AND MEDICAL DEVICES IN PROSTHETICS AND DENTISTRY

Abstract: *The thesis presents the general concepts concerning. The work includes the methods of disposal as well as the import of medical waste incinerators on environment.*
The authors quote actual in Poland law regulations reoffering to the subject. The analysis of the main procedures relating to the effective treatment of medical waste is also discussed.
The work indicates that the effective policy concerning the subject is of great importance due to its potential risks. The date set can serve as a source of information for later research on the topic. The thesis prove that medical waste is an important part of the economy. It also shows the possibilities of improving medical waste management.

Key words: *medical waste, waste management, waste collection and utilization, dental laboratory, dentist's surgery*

inż. Agnieszka ADAMSKA, inż. Kinga KASPEREK
Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej i Nauk Humanistycznych
ul. Słoneczna 2, 43-450 Ustroń
e-mail: adamska1@op.pl
dr hab. inż. Witold BIAŁY, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: wbialy@polsl.pl

3

OCENA I OPTYMALIZACJA ZINTEGROWANEJ POLITYKI PRODUKTOWEJ UNII EUROPEJSKIEJ W ASPEKCIE PROMOWANIA MYŚLENIA W KATEGORII CYKLU ŻYCIA I KREOWANIA ZRÓWNOWAŻONYCH WZORCÓW KONSUMPCJI

3.1 WPROWADZENIE

Postęp cywilizacyjny zmienił wymiar konsumpcji, doprowadził do globalnego obrotu produktów i dynamicznego zwiększania ich całkowitej ilości. Dzięki rozwojowi techniki stają się one bardziej złożone a ich zastosowanie odpowiada różnym funkcją. Sprawia to, że istnieje coraz większa potrzeba kreowania zintegrowanej polityki w dziedzinie produktowej. Komisja Europejska wychodząc na przeciw realizacji potrzeb obecnego pokolenia bez ograniczania szans rozwoju przyszłych pokoleń [8] w 2003 roku przyjęła do realizacji Zintegrowaną Politykę Produktową wykorzystującą podejście środowiskowe, oparte na cyklu życia produktu. Polityka ta, wpisuje się w szerszy kontekst nowoczesnego pojmowania gospodarki w zjednoczonej Europie. Opiera się ona na budowaniu solidnych podstaw do zrównoważonego rozwoju, będącego fundamentalną zasadą polityki państw UE oraz ONZ, nie tylko ze względów ideowych, ale przede wszystkim ze względów utylitarnych. Od jej wprowadzenia minęło 10 lat, warto więc poddać weryfikacji instrumenty wykorzystywane przez ZPP. W pracy zostały przedstawione badania na temat identyfikacji percepcji czynnika ekologicznego jako kryterium wyborów konsumenckich. Wskazano także poziom umiejętności identyfikacji produktów o lepszych parametrach środowiskowych, wśród konsumentów polskich, belgijskich i niemieckich.

3.2 ZINTEGROWANA POLITYKA PRODUKTOWA

Komisja Europejska w 1997 roku rozpoczęła prace nad Zintegrowaną Polityką Produktową (ZPP). Rada Ministrów Środowiska Unii Europejskiej w 1999 roku zdecydowała, że działania te doprowadzą, do powszechnego wdrożenia produkcji bardziej przyjaznych dla środowiska wyrobów. Koncepcja ZPP poszukuje metod zmniejszenia oddziaływania na środowisko w całym cyklu życia wyrobu. Najważniejsze są te etapy, w których istnieją największe możliwości zmniejszenia negatywnej presji na środowisko.

Tabela 3.1 Instrumenty Zintegrowanej Polityki Produktowej

Instrumenty Zintegrowanej Polityki Produktowej	Prawodawstwo i strategie polityczne Unii Europejskiej
upowszechnienie ekoznakowania	Dyrektywa 92/75/EWG w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez urządzenia gospodarstwa domowego
	Rozporządzenie nr 1980/2000 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 lipca 2000 r. w sprawie zrewidowanego programu przyznawania wspólnotowego oznakowania ekologicznego.
	Rozporządzenie nr 106/2008 w sprawie wspólnotowego programu znakowania efektywności energetycznej urządzeń biurowych
	Dyrektywa 2010/30/UE w sprawie wskazania poprzez etykietowanie oraz standardowe informacje o produkcie, zużycia energii oraz innych zasobów przez produkty związane z energią
	Rozporządzenie nr 66/2010 w sprawie oznakowania ekologicznego UE
upowszechnienie zarządzania środowiskowego w przedsiębiorstwach i organizacjach - EMAS	Rozporządzenie nr 1221/2009 w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekozarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS)
stosowanie kryteriów ekologicznych przy przetargach finansowanych ze środków publicznych	Dyrektywa 2004/17/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r. koordynująca procedury udzielania zamówień przez podmioty, działające w sektorach gospodarki wodnej, energetyki, transportu i usług pocztowych
	Dyrektywa 2004/18/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 31 marca 2004 r.w sprawie koordynacji procedur udzielania zamówień publicznych na roboty budowlane, dostawy i usługi
	Zamówienia publiczne na rzecz poprawy stanu środowiska COM (2008) 400
	Rozporządzenie nr 1177/2009 zmieniające dyrektywy 2004/17/WE, 2004/18/WE i 2009/81/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do progów obowiązujących w zakresie procedur udzielania zamówień
	SEC (2008) 2126 Public procurement for a better environment
	Komunikat wyjaśniający Komisji dotyczący prawa wspólnotowego obowiązującego w dziedzinie udzielania zamówień, które nie są lub są jedynie częściowo objęte dyrektywami w sprawie zamówień publicznych Dz.U. C 179 z 1.8.2006
podatki ekologiczne	Dyrektywa 2003/96 w sprawie restrukturyzacji wspólnotowych przepisów ramowych dotyczących opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej
	Dyrektywa 2004/74 zmieniająca dyrektywę 2003/96 w zakresie możliwości stosowania przez określone państwa członkowskie czasowych zwolnień lub obniżek poziomu opodatkowania produkty energetyczne i energię elektryczną
	Dyrektywa 2006/66 w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów
	Dyrektywa 2008/118 w sprawie ogólnych zasad dotyczących podatku akcyzowego
	Rozporządzenie 1013/2006 w sprawie przemieszczania odpadów
porozumienie pomiędzy przedsiębiorcami i władzą publiczną	COM(2011) 681 Odnowiona strategia UE na lata 2011-2014 dotycząca społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw
zapewnienie dostępu do informacji środowiskowych związanych z produktem dla konsumentów	Dyrektywa 2003/4/WE w sprawie publicznego dostępu do informacji dotyczących środowiska i uchylająca dyrektywę Rady 90/313/EWG, Dz.U. L 41 z 14.2.2003.
	Rozporządzenie nr 1151/2012 w sprawie systemów jakości produktów rolnych i środków spożywczych.
	COM (2012) 95 Lepsze wykorzystanie potencjału środków ochrony środowiska UE: budowanie zaufania poprzez większą wiedzę i lepszą zdolność relacji.
	Konwencja o dostępie do informacji, udziale społeczeństwa w podejmowaniu decyzji oraz dostępie do sprawiedliwości w sprawach dotyczących środowiska.
upowszechnienie deklaracji środowiskowych dla produktów	Dyrektywa 2009/125/ ustanawiająca ogólne zasady ustalania wymogów dotyczących ekoprojektu dla produktów związanych z energią
rachunkowość uwzględniająca wszystkie koszty produkcji	DYREKTYWA 2003/51/ w sprawie rocznych i skonsolidowanych sprawozdań finansowych niektórych rodzajów spółek, banków i innych instytucji finansowych oraz zakładów ubezpieczeń

Źródło: opracowanie własne

Wcześniej polityki środowiskowe zajmowały się punktowymi źródłami zanieczyszczeń na wielką skale (emisje przemysłowe, odpady, itp.). Efektywna polityka powinna uwzględniać szereg cech produktów, ważnych dla podejmowania działań ograniczających zanieczyszczenia. W trakcie jej realizacji istotne jest współdziałanie z rynkiem polegające na wspieraniu podaży i popytu produktów przyjaznych dla środowiska. Komisja Europejska określiła podstawowe instrumenty realizacji założeń ZPP, znajdują się w tabeli 3.1.
Główne dokumenty dotyczące instrumentów ZPP:

- Strategia Lizbońska
- Strategia zrównoważonego rozwoju UE
- Zintegrowana Polityka Produktowa, Budowanie w oparciu o środowiskową Metodykę Cyklu Życia, COM (2003) 302
- Plan działania na rzecz zrównoważonej konsumpcji i produkcji oraz zrównoważonej polityki przemysłowej, COM (2008) 397
- Europa 2020
- Zrównoważone wykorzystanie zasobów naturalnych COM (2003) 572

W 2013 roku w trzech krajach Unii Europejskiej: Belgi, Niemczech i Polsce, zostało przeprowadzone badanie ilościowe na grupie 900 konsumentów. Tematyka obejmowała znajomość instrumentów Zintegrowanej Polityki Produktowej i identyfikacji percepcji czynnika ekologicznego jako kryterium wyborów konsumenckich. W badaniu wzięli udział respondenci z kilkunastu miejscowościach UE (o wielkościach: wieś, miasto do 20 tys., miasto od 20 tys. do 100 tys., miasto od 100 tys. do 500 tys. oraz w miastach powyżej 500 tys.). Analizy statystyczne zostały przygotowane w programie R [17].

Konsumenci zostali zapytani czym jest ZPP. Na podstawie wyników można stwierdzić brak wiedzy o tym zagadnieniu, we wszystkich trzech państwach. Najwięcej poprawnych odpowiedzi wskazali Polscy respondenci (9%) – tabela 3.2.

Tabela 3.2 Znajomość Zintegrowanej Polityki Produktowej

kraj/odpowiedź	dobra	zła	nie wiem
Belgia	2%	67%	31%
Niemcy	7%	81%	12%
Polska	9%	72%	19%

Źródło: opracowanie własne

3.2.1 Ekologiczna ocena cyklu życia

LCA (Life Cycle Assessment) jest najważniejszym instrumentem Zintegrowanej Polityki Produktowej. Pozwala na kompleksową ocenę produktu na każdym etapie jego życia: projektowania, produkcji, dystrybucji, użytkowania i likwidacji odpadów poużytkowych [6].
Analiza cyklu życia wyrobu obejmuje:

- ocenę problematyki ekologicznej w odniesieniu do projektowania i procesu wytwarzania, na podstawie zużycia energii i materiałów oraz szkodliwej dla środowiska emisji,
- ocenę oddziaływania wyrobu na środowisko,
- ocenę potencjalnej poprawy stanu środowiska [2].

Ekologiczny cykl życia stanowi podstawowe narzędzie dla kluczowych polityk ochrony środowiska, nie tylko w Europie ale również na pozostałych kontynentach. W ramach działań Wspólnoty znajduje zastosowanie w: polityce zrównoważonego rozwoju i Zintegrowanej Polityce Produktowej, strategii tematycznej w sprawie zrównoważonego wykorzystywania zasobów naturalnych, oraz w sprawie zapobiegania powstawaniu odpadów i ich recyklingu, ramowej dyrektywie w sprawie odpadów, zrównoważonej konsumpcji i produkcji, zrównoważonej polityce przemysłowej, zielonych zamówieniach publicznych, znakowaniu ekologicznym, w systemie EMAS [7] oraz w innych inicjatywach Komisji. Używany jest także w biznesie, tworząc wartość dodatnią dla organizacji pod względem marketingowym, może posłużyć do kreowania image i zwiększenia konkurencyjności przedsiębiorstwa na rynku. Komisja Europejska mając na uwadze dalszy rozwój LCA stworzyła centrum badań Life Cycle Thinking and Assessment, które udostępnia dane, zachęca do wymiany informacji i korzystania z opracowań dotyczących cyklu życia i metod stosowanych do jego opracowania. Publikuje wyniki projektów międzynarodowych zespołów pracujących na rzecz ulepszenia poszczególnych elementów procesu analiz. Celem platformy LCA jest także wspieranie przedsiębiorstw i władz publicznych w realizacji polityki ekologicznej.

Najczęściej stosowanymi programami do analizy LCA są SimaPro i Umberto, oba programy doczekały się wielu edycji i udoskonaleń. Wciąż poszerzają swoje bazy danych o nowe obiekty wychodząc na przeciw potrzeb przemysłu i nauki.

Badani konsumenci zostali zapytani o znajomość LCA (tabela 3.3). Wyniki pokazały, że w tych krajach ekologiczna ocena życia nie jest powszechnie znana. Najwięcej poprawnych odpowiedzi udzielili belgijscy badani – 42 (14%), Polscy i Niemieccy po 25 (8%). Polacy i Belgowie zdecydowanie częściej odpowiadali nie wiem, niż Niemcy.

Tabela 3.3 Znajomość pojęcia LCA

kraj/odpowiedź	dobra	zła	nie wiem
Belgia	14%	59%	27%
Niemcy	8%	77%	15%
Polska	8%	64%	28%

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3.4 Znajomość LCA w Belgii z podziałem na wielkość miejscowości

wielkość miejscowości/odpowiedź	Wieś	Miasto do 20 tys.	Miasto od 20 tys. do 100 tys.	Miasto od 100 tys. do 500 tys.	Miasto powyżej 500 tys.
dobra	16%	14%	15%	21%	9%%
zła	61%	55%	53%	54%	66%
nie wiem	23%	31%	32%	25%	25%

Źródło: opracowanie własne

Między wielkością miejscowości a poprawnymi odpowiedziami w badanych krajach nie stwierdzono statystycznie istotnych zależności. W Belgii najlepiej odpowiadali mieszkańcy miast od 100 tys. do 500 tys., a najgorzej miast powyżej 500 tys., w Niemczech najlepiej

odpowiadali mieszkańcy wsi, najmniejszy procent poprawnych odpowiedzi uzyskiwali mieszkańcy miast od 20 tys. do 100 tys., natomiast w Polsce najwięcej poprawnych odpowiedzi udzielili mieszkańcy miast powyżej 500 tys., najmniej wsi i miast od 20 tys. do 100 tys. mieszkańców (tabela 3.4, 3.5, 3.6).

Tabela 3.5 Znajomość LCA w Niemczech z podziałem na wielkość miejscowości

wielkość miejscowości/odpowiedź	Wieś	Miasto do 20 tys.	Miasto od 20 tys. do 100 tys.	Miasto od 100 tys. do 500 tys.	Miasto powyżej 500 tys.
dobra	14%	11%	5%	2%	8%
zła	67%	78%	83%	76%	92%
nie wiem	19%	11%	12%	22%	

Źródło: opracowane własne

Tabela 3.6 Znajomość LCA w Polsce z podziałem na wielkość miejscowości

wielkość miejscowości/odpowiedź	Wieś	Miasto do 20 tys.	Miasto od 20 tys. do 100 tys.	Miasto od 100 tys. do 500 tys.	Miasto powyżej 500 tys.
dobra	7%	7.%	6%	8%	16%
zła	66%	57%	69%	58%	64%
nie wiem	27%	36%	25%	34%	20%

Źródło: opracowanie własne

3.2.2 Oznakowanie ekologiczne

Oznakowaniem ekologicznym jest umieszczanie informacji w formie symbolicznej na produktach spełniających szczegółowe wymogi środowiskowe. Parlament Europejski i Rada w rozporządzeniu z dania 25 listopada 2009 r. w sprawie oznakowania ekologicznego UE, przedstawili ogólne wymogi dotyczące kryteriów:

- Kryteria oznakowanie ekologicznego UE opierają się na efektywności ekologicznej produktów i uwzględniają najnowsze strategiczne cele Wspólnoty w dziedzinie środowiska.
- Kryteria oznakowania ekologicznego UE określają wymogi środowiskowe, które produkt musi spełniać, aby zostać opatrzony oznakowaniem ekologicznym UE.
- Kryteria oznakowania ekologicznego UE określa się na podstawie danych naukowych oraz z uwzględnieniem całego cyklu życia produktów.
- Kryteria oznakowania ekologicznego UE obejmują również wymogi mające na celu zapewnienie właściwego funkcjonowania produktów opatrzonych oznakowaniem ekologicznym UE zgodnie z planowanym przeznaczeniem.
- Komisja opracowuje specjalne kryteria dla żywności i pasz na podstawie wykonalności wiarygodnych kryteriów, obejmujących efektywność ekologiczną tego rodzaju produktów przez cały cykl ich życia. Komisja zaleca aby znakowanie ekologiczne otrzymały jednie produkty, posiadające certyfikaty produktów ekologicznych, w celu uniknięcia dezorientacji wśród konsumentów.

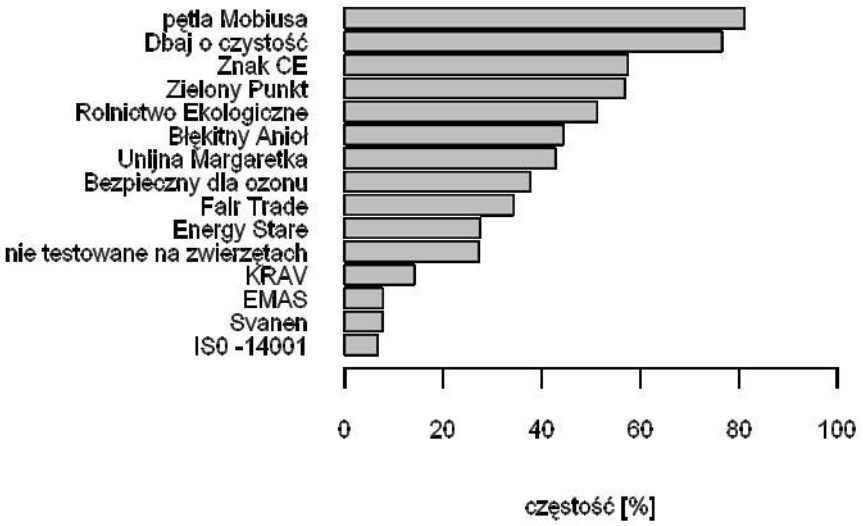
- Oznakowanie ekologiczne UE nie może być przyznawane towarom zawierającym substancje lub preparaty/mieszaniny spełniające kryteria pozwalające zaklasyfikować je jako toksyczne, stwarzające zagrożenie dla środowiska, rakotwórcze, mutogenne lub działające szkodliwie na rozrodczość [19].

Unia Europejska w ramach Zintegrowanej Polityki Produktowej dąży do rozszerzenia możliwości stosowania ekoznakowania na produkty we wszystkich sektorach gospodarki, które mają lub mogą mieć wpływ na środowisko. Ważne jest aby procedury przyznawania symboli były spójne oraz ujednolicone i aby uniknąć tworzenia nowych systemów w tym zakresie. Komisja ustanowiła Komitet Unii Europejskiej ds. Oznakowania Ekologicznego, którego zadaniem jest uczestnictwo w opracowywaniu i zmienianiu kryteriów oznakowania ekologicznego UE, jak również wydawaniu zaleceń związanych z efektywnością ekologiczną.

Komisja zobowiązana jest do stałego monitorowania procesów związanych z funkcjonowaniem systemu oznakowania ekologicznego. Do 19 lutego 2015 roku przedstawi Parlamentowi Europejskiemu i Radzie sprawozdanie z wdrażania programu. Będzie ono miało na celu optymalizacje systemu i wytypowanie elementów do przeglądu.

Eurostat podaje, że w 2010 roku w krajach Wspólnoty było 1067 licencji na oznakowanie ekologiczne. Jest to duży wzrost od roku 2000, w który wydano jedynie 49. Na przestrzeni tych lat widać wyraźną tendencję wzrostową, szczególnie od roku 2007. Najwięcej licencji mają Włosi (331) i Francuzi (245), a cztery kraje UE nie posiadały w 2010 r. jeszcze żadnej. Polska od czasu wprowadzenia krajowego dokumentu dotyczącego Zintegrowanej Polityki Produktowej stopniowo angażuje się w ten proces. W 2010 r. miała 12 licencji.

Rysunek 3.1 przedstawia rozkład częstości poprawnych odpowiedzi z zakresu oznakowania ekologicznego, wśród konsumentów z Belgii, Niemiec i Polski. Do najlepiej rozpoznawalnych ekoznaków należą: pętla Mobiusa (81%) i Dbaj o czystość (76,4%).



Rys. 3.1 Identyfikacja oznakowania ekologicznego

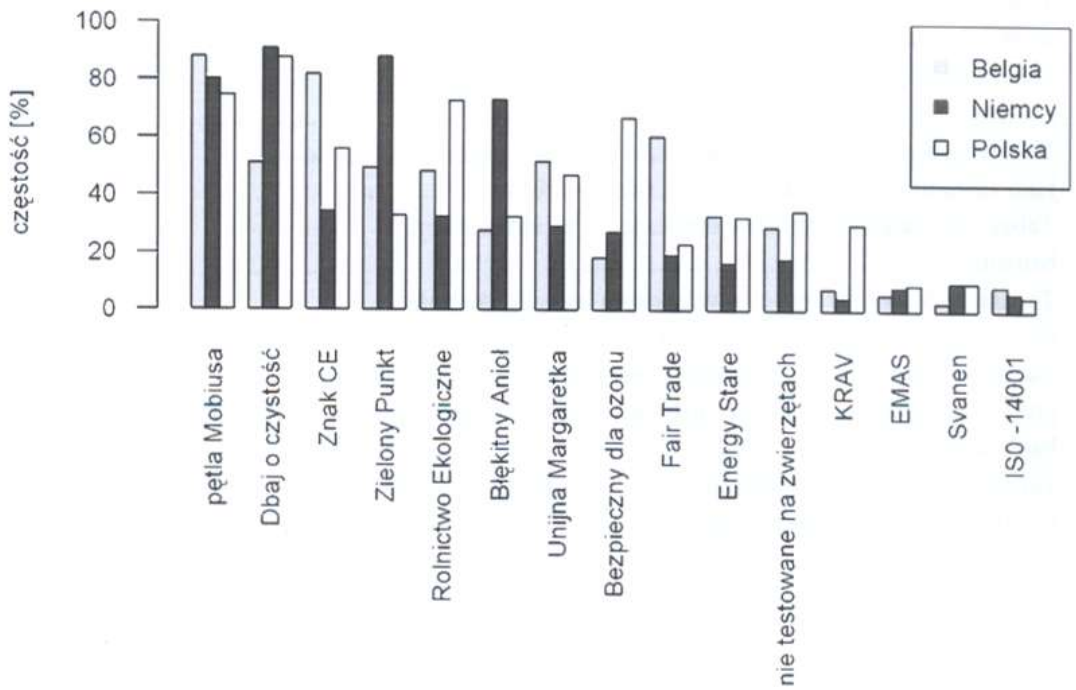
Źródło: opracowanie własne

Najsłabiej rozpoznawalne są znaki: EMAS, Svanen i ISO-14001 (poniżej 10%). ISO-

14001 było przeważnie mylnie kojarzone jako system zarządzania jakością, taką odpowiedź wybrało 36,8% badanych. Znak nie testowane na zwierzętach dla grupy 16,3% respondentów oznaczał testowane na zwierzętach, prawidłową odpowiedź wskazało 27,2%. Może to oznaczać, że znak został błędnie zaprojektowany i dla dużej gruby badanych jest nośnikiem fałszywej informacji. Warto podkreślić, że w pierwszym kwartale 2013 r. Unia wprowadziła całkowity zakaz sprzedaży i importu produktów kosmetycznych testowanych na zwierzętach.

Podział na kraje (rys. 3.2), daje wyraźnie zróżnicowanie w znajomości poszczególnych oznakowań.

Jest to zastanawiające zjawisko, które pokazuje, że pomimo zbliżonej wielkości mediany w badanych krajach, to konsumenci prawidłowo identyfikowali inne znaki. Niezależnie od pochodzenia, najlepiej znają pętle Mobiusa. Belgijscy konsumenci poprawnie identyfikują Znak CE oraz symbol uczciwego handlu, Niemcy Dbaj o czystość, Zielony Punkt i Błękitnego Anioła. Polscy Dbaj o czystość, Ekologiczne Rolnictwo oraz Bezpieczny dla ozonu. Wyniki te mogą wskazywać, że określone ekoznaki są bardziej promowane w poszczególnych państwach, mogą też częściej być stosowane na lokalnych produktach, a także mieć większą wartość społeczną.



Rys. 3.2 Identyfikacja oznakowania ekologicznego - podział na kraje
Źródło: opracowanie własne

Test Kruskal'a-Wallis'a wykazał, istotną różnice w rozkładach liczbowych poprawnych odpowiedzi między analizowanymi krajami (K-W = 19,62, p-v = 5e-5). Test post-hoc wskazuje, że polscy respondenci istotnie częściej poprawnie identyfikują oznakowanie (p - v < 0.01) – tabela 3.7 [1].

Test Kruskala-Wallisa wskazuje, że istnieją pary grup wiekowych, które istotnie różnią się od siebie. Biorąc pod uwagę test post-hoc można stwierdzić, że przedziały wiekowe do 24 i 25-35 nie różnią się istotnie od siebie (p = 0,39), statystycznie różnią się natomiast od

pozostałych ($p < 0.05$). Odpowiedzi respondentów w wieku 36-50 nie różnią się istotnie od tych powyżej 50 roku życia (p-v = 0,39). Średnia liczba poprawnych odpowiedzi jest najwyższa w grupie 25-35 lat (tabela 3.8).

Tabela 3.7 Znajomość oznakowania ekologicznego ze względu na kraj

kraj/ wskaźnik	min.	Q_1	mediana	średnia	Q_3	max.
Belgia	0.00	4.00	6.00	5.64	7.00	12.00
Niemcy	1.00	4.00	5.00	5.39	7.00	12.00
Polska	0.00	5.00	6.00	6.16	8.00	13.00

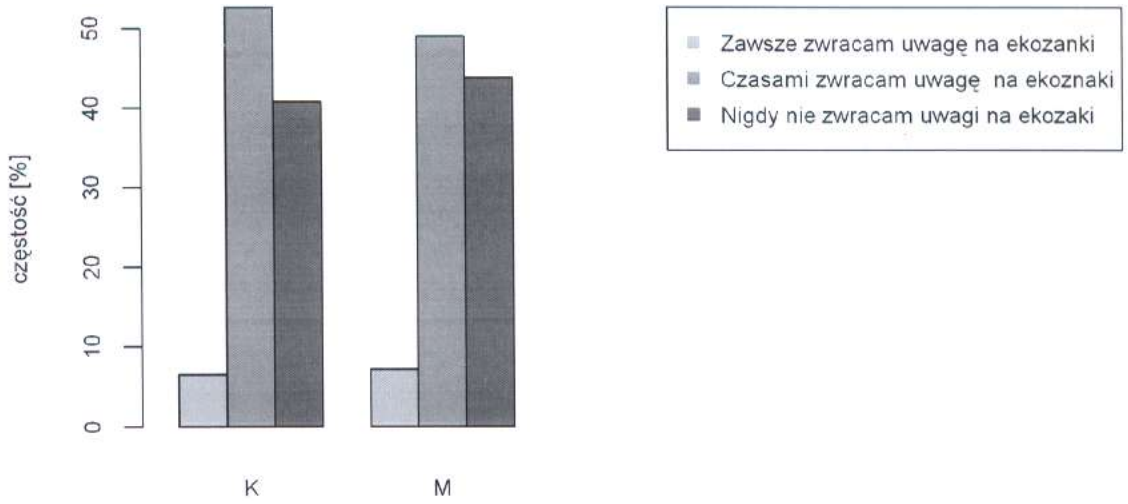
Źródło: opracowanie własne

Tabela 3.8 Znajomość oznakowania ekologicznego ze względu na wiek

wiek/wskaźnik	min.	Q_1	mediana	średnia	Q_3	max.
do 24 lat	0.00	4.00	6.00	5.91	7.00	12.00
25-35	0.00	5.00	6.00	6.20	8.00	13.00
36-50	1.00	4.00	5.00	5.42	7.00	13.00
powyżej 50	0.00	3.00	5.00	5.22	7.00	12.00

Źródło: opracowanie własne

Kolejnym przedmiotem badań było stwierdzenie czy płeć respondentów wpływa na częstotliwość podejmowania decyzji o zakupie produktu na podstawie oznakowania ekologicznego (rys. 3.3). Ankietowani mieli do wyboru trzy odpowiedzi:
1) zawsze zwracam uwagę na ekoznaki,
2) czasami zwracam uwagę na ekoznaki,
3) nigdy nie zwracam uwagi na ekoznaki.



Rys. 3.3 Wpływ znaku ekologicznego na decyzje o zakupie

Źródło: opracowanie własne

Przeprowadzony test Chi-kwadrat nie potwierdza korelacji między płcią a wpływem ekoznakowania na podejmowane decyzje w procesie zakupowym (Chi-k = 1,21, p-v=0,54). Zatem można stwierdzić, że kobiety i mężczyźni w równym stopniu zwracają uwagę na znakowanie. Należy jednak zauważyć, że tylko niewielki odsetek obu płci zawsze zwraca uwagę na znakowanie. Wyniki z roku 2013 wypadają znacznie gorzej niż z 1999 i 2002 roku, kiedy kolejno 12% i 25% konsumentów nigdy podczas zakupów nie zwracało uwagi na ekoznaki [2], obecnie jest to ponad 40%. Tendencja jest niepokojąca zważywszy na, coraz większą ilość programów i kampanii społecznych promujących oznakowanie ekologiczne.

Coraz częściej do programów szkolnych są włączane zajęcia z zakresu ekoznakowania produktów oraz prowadzenia selektywnej zbiórki odpadów. Uczniowie uczestniczą w akcjach zbierania baterii, nakrętek oraz innych przedmiotów mogących znaleźć późniejsze zastosowanie. Przez to kształtują w sobie pozytywne nawyki i korzystają z programów premiowanych nagrodami. Z pośród badanych konsumentów 56,8% podczas nauki na różnych szczeblach edukacji spotkało się ze oznakowaniem ekologicznym. Test K-W wykazuje występowanie grup (szkoła średnia, studia wyższe) istotnie różniących się liczbą poprawnych odpowiedzi (K-W = 46,5; p-v < 19e-9). Najwyższa średnia (6,63) i mediana (7) wystąpiła w grupie – studia wyższe. Niepokojące jest, że osoby, które miały zajęcia o ekoznakowaniu w szkole podstawowej i zawodowej nie różnią się istotnie od badanych, którzy nie spotkali się z oznakowaniem ekologicznym na żadnym z wymienionych w Tabeli 3.9 etapów. Uzyskane wyniki (tabela 3.9), wskazują na słabe efekty osiągane przez szkoły w tym zakresie.

Tabela 3.9 Korelacja pomiędzy poziomem edukacji na którym nauczano o oznakowaniu ekologicznym a wiedzą o nim

poziom edukacji/wskaźnik	min.	Q_1	mediana	średnia	Q_3	max.
szkoła podstawowa	1.00	4.00	6.00	5.86	7.00	12.00
szkoła zawodowa	2.00	4.00	5.00	5.64	7.00	12.00
szkoła średnia: technikum, liceum	2.00	5.00	6.00	6.42	8.00	12.00
studia wyższe	1.00	5.00	7.00	6.63	8.00	13.00
brak ekoznakowania w procesie edukacji	0.00	4.00	5.00	5.21	7.00	13.00

Źródło: opracowanie własne

Zarówno poziom wiedzy jak i zainteresowanie konsumentów z Belgi, Niemiec i Polski oznakowaniem ekologicznym jest znikoma. Istnieje grupa respondentów, która nie potrafiła wskazać ani jednej poprawnej odpowiedzi. Funkcjonuje niewielka grupa ekoznaków dobrze rozpoznawanych przez znaczący procent konsumentów. Prawdopodobnie jest to uwarunkowane kilkoma czynnikami:

- dobrze zaprojektowanym symbolem, który niesie jasny przekaz,
- częstotliwością zamieszczania znaku na produktach,
- napisami zawartymi na etykiecie.

Inne podejście do tej problematyki wykazują przedsiębiorcy, którzy uczestniczą w realizacji zielonych zamówień publicznych. Przepisy z nimi związane często odwołują się do charakterystyki konkretnych ekoznaków. Przykładem takiego działania był przetarg na sprzęt informatyczny ogłoszony w Monachium w 2010 roku. Uwzględniał on szereg kryteriów środowiskowych dotyczących efektywności energetycznej, wykorzystania substancji szkodliwych i emisji hałasu, które oparte były na normach zawartych w ekoznakach Blue Angel i Energy Star. Część kryteriów należała do specyfikacji minimalnej, co oznaczało, że na etapie zamówienia przyznawano za nie dodatkowe punkty za wyższy poziom wykonania. Punkty za wykonanie pod względem środowiskowym dodano do punktów za jakość i podzielono przez cenę, w celu uzyskania oceny końcowej. Zamówienia zostały podzielone na kilka pozycji aby firmy z sektora MŚP miały szanse otrzymać część zamówień. Takie powiązanie instrumentów Zintegrowanej Polityki Produktowej to praktyka mająca na celu podkreślenie istotności poszczególnych systemów [5].

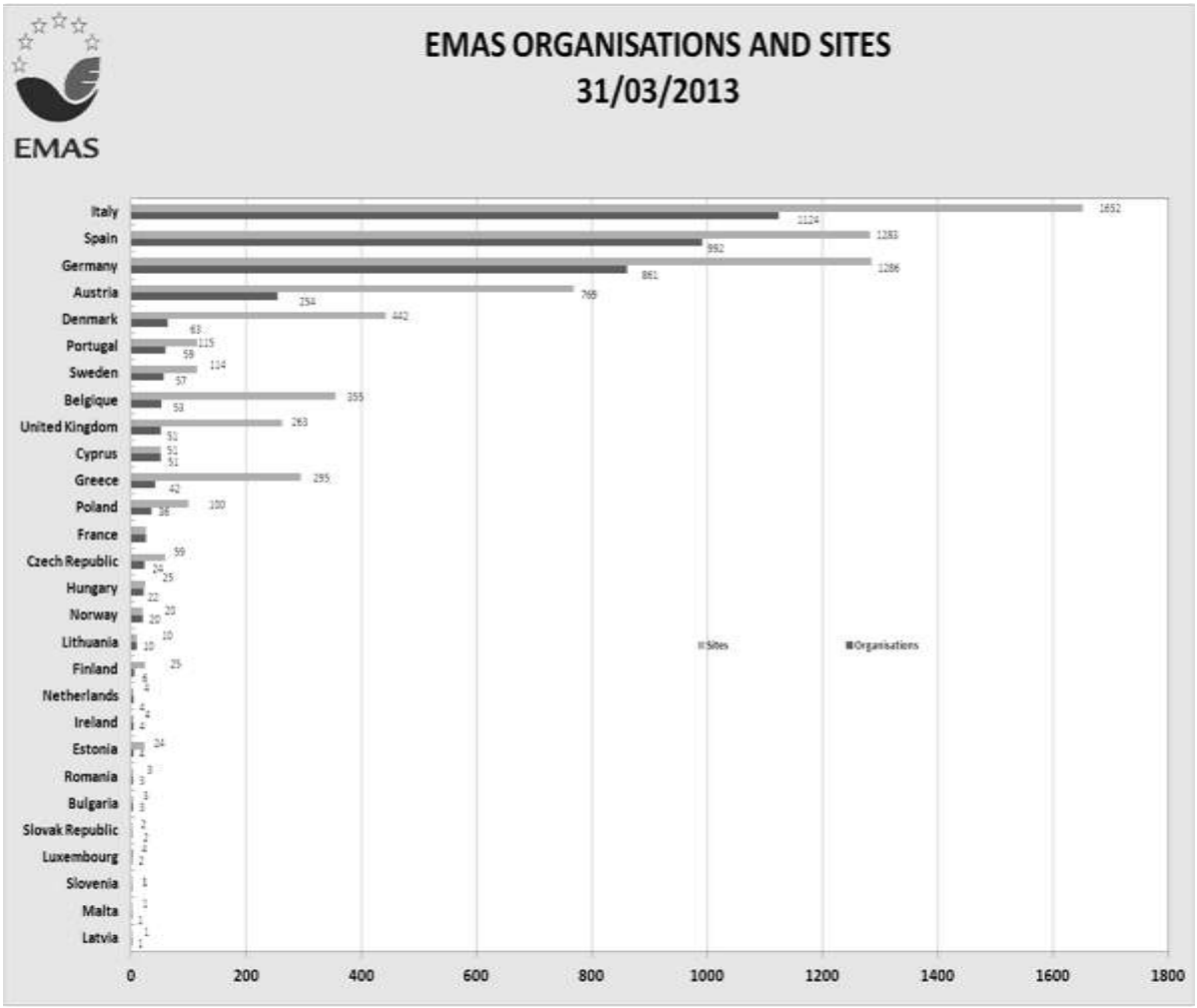
3.2.3 System Ekozarządzania i Audytu Unii Europejskiej

System Ekozarządzania i Audytu Unii Europejskiej **(**EMAS) służy jako narzędzie dla organizacji do oceny, raportowania i kształtowania polityki ekologicznej. Program został wprowadzony w 1995 roku dla przedsiębiorstw przemysłowych. Od 2001 roku jest on dostępny dla wszystkich sektorów gospodarki. W 2009 roku Parlament Europejski i Rada wprowadziły zmiany w rozporządzaniu (WE) 1221/2009 w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekozarządzania i audytu. Nowelizacja dokumentu miała na celu poprawę stosowania i wiarygodności systemu, szczególnie poprzez ułatwienie procedury rejestracyjnej, opracowanie cyklu kontroli, możliwość jednorazowego zgłoszenia organizacji usytuowanych w różnych miejscach. Położono również akcenty na promowanie uczestnictwa małych organizacji oraz klastrów [18].

Głównym założeniem EMAS jest systematyczny wzrost efektów działalności prośrodowiskowej organizacji, która pozwoli na uzyskanie lepszej pozycji na rynku. Ważnym aspektem jest zapewnienie zgodności przepisów prawa ochrony środowiska na poziomie krajowym i unijnym. System zakłada włączenie pracowników i interesariuszy w poszczególne etapy działań oraz informacje o efektach działalności środowiskowej. Obecnie w systemie jest zarejestrowanych 3776 organizacji w 1997 r. było ich 2140 (Rys. 3.4).

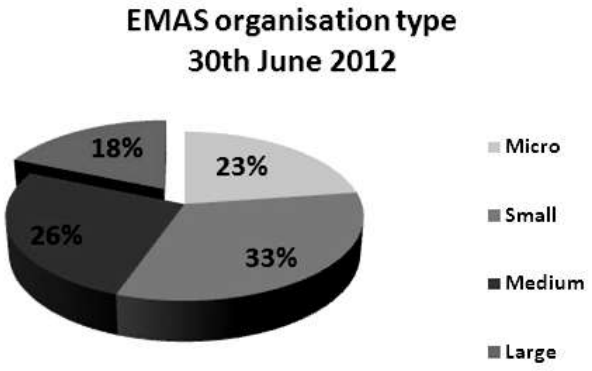
Z pośród krajów Unii Europejskiej najwięcej zarejestrowanych w systemie organizacji mają Włochy (1224), Hiszpania (992) i Niemcy (861) a najmniej Litwa (1), Malta (1), Słowenia (1), Luksemburg (2), Słowacja (2), Bułgaria (3) i Rumunia (3). Polska posiada 36 zarejestrowanych organizacji (Rys. 3.5). Małe i mikro organizacje stanowią 56% wszystkich zarejestrowanych. Może to być efekt prowadzonej polityki, która stwarza im uprzywilejowane warunki. Na mocy rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady nr 1221/2009 organ właściwy może zwolnić je z opłat lub wprowadzić ulgi.

Logo EMAS (Rys. 3.6), z założenia powinno stanowić dla organizacji atrakcyjne narzędzie komunikacyjne i marketingowe, podnoszące świadomość konsumentów oraz zainteresowanych podmiotów. Badania na grupie 900 europejczyków wykazały jednak, że jest to jeden z najsłabiej rozpoznawanych ekoznaków. W Polsce rozpoznało go 9,33% konsumentów, w Niemczech 8,33% a w Belgii zaledwie 5,67%.



Rys. 3.4 Ilość unijnych organizacji zarejestrowanych w systemie EMAS

Źródło: Komisja Europejska, Środowisko - EMAS



Rys. 3.5 Procentowy udział organizacji zarejestrowanych w systemie EMAS

Źródło: Komisja Europejska, Środowisko - EMAS

Rys. 3.6 Znak EMAS

Dane wskazują na brak wiedzy badanych w tym obszarze.

3.2.4 Zielone zamówienia publiczne

Zielone zamówienia publiczne stanowią integralną część ZPP. W ramach tej polityki podmioty publiczne włączają kryteria i/lub wymagania środowiskowe do procedur związanych z realizacją zakupów (ekologiczny cykl życia). Istotnym elementem tych działań jest upowszechnienie innowacji w obszarze ekologicznego przemysłu oraz wykorzystania ich w pozostał sektorach gospodarki [22].

Problematyka związana z zielonymi zamówieniami publicznymi w Unii Europejskiej została oparta na kilku głównych dokumentach: Dyrektywach 2004/18/WE i 2004/17/WE, podręczniku Komisji Europejskiej *Ekologiczne zakupy!, Europa 2020,* Strategii Zrównoważonego Rozwoju UE oraz Strategii Lizbońskiej. Warto wyróżnić także Krajowy Program Reform na lata 2005-2008, Strategie zmian wzorców produkcji i konsumpcji oraz Krajowy Plan Działań w zakresie zielonych zamówień publicznych na lata 2007-2009, 2010-2012.

Instytucje publiczne posiadają dużą siłę nabywczą, gdyż wydają około 2 bilionów euro rocznie, stanowi to 19% PKB UE [5]. Poprzez zielone zamówienia mogą skutecznie wdrażać zintegrowaną politykę produktową, która przyczyni się do zrównoważonego rozwoju efektywnie wpływając nie tylko na gospodarkę i środowisko, ale także na społeczeństwo.

Komisja Europejska w podręczniku dotyczącym zielonych zamówień publicznych określiła zalecenia do realizacji polityki, które pomogą w maksymalizacji korzyści z nich płynących. Jako kluczowy element wyróżnia współprace departamentów i pracowników, wsparcie na wysokim szczeblu oraz:

- zdefiniowanie celów, sektory priorytetowe i ramy czasowe,
- określenie zakresu działań w ramach zamówień (jakie obszary, produkty i usługi obejmuje),
- wskazanie ogólnego zakresu odpowiedzialności za wprowadzenie polityki,
- monitorowanie całego procesu [5].

Unijne kryteria dotyczące zielonych zamówień publicznych obejmują kryteria kwalifikacji i udzielania zamówienia, specyfikację i klauzule odnoszące się do sposobu wykonania zamówienia (tabela 3.10). Oparte są one na danych z bazy dowodowej (dostępne informacje i dane naukowe, podejście LCA), kryteriach dotyczących ekoznakowania i ekoetykietowania oraz informacjach zebranych od interesariuszy [20].

Tabela 3.10 Produkty i usługi objęte kryteriami w zakresie zielonych zamówień publicznych

Produkty i usługi objęte kryteriami w zakresie zielonych zamówień publicznych		
papier do kopiowania i papier graficzny	budownictwo	systemy grzewczych
informatyczne urządzenia biurowe	budowę dróg i znaki drogowe	oświetlenie uliczne i sygnalizację świetlną
meble	oświetlenie wewnętrzne i bibuły	transport
środki czyszczące i usługi w zakresie sprzątania	okna, przeszklone drzwi i świetliki	medyczne urządzenia elektryczne
telefony komórkowe	izolację cieplną	wyroby włókiennicze
produkty wykorzystujące wodę	energię elektryczną	kogeneracja (CHP)
urządzeń do przetwarzania obrazu	twarde pokrycia podłogowe	produkty i usługi ogrodnicze
usługi gastronomiczne i cateringowe	panele ścienne	

Źródło: Ekologiczne Zakupy, wyd. 2 Komisja Europejska 2011

W Polsce z roku na rok wzrasta ilość zielonych zamówień publicznych, w roku 2006 stanowiły one jedynie 4% wszystkich zamówień, w 2009-10% [3], a w 2012-12%. Jest to zdecydowanie poniżej średniej unijnej, która w latach 2009-2010 wynosiła 26%. Polscy urzędnicy najczęściej stosują się do dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/33/WE w sprawie promowania ekologicznie czystych i energooszczędnych pojazdów transportu drogowego.

Dobre praktyki w zakresie zielonych zamówień wskazane przez Komisję Europejską w *Ekologicznych zakupach* i *Zielone Zamówiena Publiczne – kolekcja dobrych praktyk.*

- Flamandzki rząd w ramach polityki proekologicznej założył, że do 2020 roku 100% jego zamówień publicznych będzie musiało spełnić określone kryteria w zakresie zrównoważonych zamówień. Cel ten zamierza osiągnąć poprzez konsekwentną realizacje planów działań obejmujących lata: 2009-2011, 2012-2014, 2015-2017 i 2018-2020.
- Rząd czeski w 2010 roku przyjął decyzje dotyczącą włączenia kryteriów środowiskowych do zamówień publicznych – szczególnie produktów opatrzonych ekoznakami. Ministerstwo Środowiska nadzoruje ten proces i jest odpowiedzialne za zbieranie danych w tym zakresie. Została opracowana szczegółowa procedura zakupu produktów informatycznych i mebli o mniejszym wpływie na środowisko. Efektem wprowadzonych zmian jest zakup przez ministerstwa produktów opatrzonych ekoetykietami za 20 mln euro rocznie, w przeważającej mierze są to kotły, urządzenia informatyczne oraz papier i materiały biurowe.

3.2.5 Opłaty i podatki ekologiczne w Polsce i Unii Europejskiej

Najlepiej realizowanym i egzekwowanym instrumentem Zintegrowanej Polityki Produktowej są opłaty i podatki ekologiczne. Kluczową koncepcje dla rozwoju teorii w tym zakresie stworzył Arthur Pigou. Przedstawiał on efekty zewnętrzne jako rozbieżność pomiędzy kosztami prywatnymi a społecznymi, dostrzegając ich pozytywny i negatywny charakter. W *Ekonomice Dobrobytu* z 1920 roku jako pierwszy opisał przykład negatywnych efektów zewnętrznych, były to straty związane z pożarami lasów, których przyczyną były iskry wywołane przez przejeżdżające pociągi. Kolej nigdy nie zrekompensowała tych strat [5]. Koncepcja podatku Pigou opiera się na ponoszeniu odpowiedzialności przez organizacje,

których działalność niekorzystnie wpływa na środowisko – zasada zanieczyszczający płaci.

Opłaty i podatki ekologiczne służą do realizacji wybranych celów polityki środowiskowej oraz są częścią systemu podatkowego. W praktyce oznacza to, że mają duży wpływ na gospodarkę. Na przykład wysokie podatki od nośników energii wpływają na ogólną cenę dóbr i usług. Modyfikacje systemu podatkowego uwzględniające potrzeby ochrony środowiska mogą doprowadzić do "zazielenienia" systemu podatkowego poprzez:

- wprowadzenie nowych podatków,
- większy udział podatków ekologicznych w dochodach budżetowych,
- przebudowę istniejącego systemu podatkowego, w sposób, który lepiej odpowie na potrzebę ochrony środowiska,
- redukcję lub likwidację subwencji szkodliwych z punktu widzenia ochrony środowiska, a także zmianę niekorzystnych zróżnicowań podatkowych,
- przeprowadzenie ekologicznej reformy podatkowej [4].

Ekologiczna reforma podatkowa nie należy do tradycyjnych instrumentów polityki ochrony środowiska, gdyż polega na skonsolidowanym systemie łączącym w sobie wdrażanie spójnych procesów prawnych, administracyjnych i fiskalnych. Celem jest przesunięcie obciążeń podatkowych z pracy i kapitału na wykorzystywane, przetwarzane, zużywane lub niszczone zasoby środowiska naturalnego. Koncepcja ekologicznej reformy podatkowej w krajach europejskich szczególnie intensywnie rozwijała się w latach 1990-2003. Pierwszym krajem, który podjął takie działania była Szwecja w 1990 roku wprowadzając nowy podatek węglowy i nowy podatek od SO_2, a redukując podatek dochodowy od osób fizycznych. Kolejno na wprowadzenie reform zdecydowały się Dania, Holandia, Wielka Brytania, Finlandia, Norwegia, Włochy i Niemcy. W większości kraje te ‚zdecydowały się na wprowadzenie i/lub podwyższenie podatków energetycznych. Reformy spełniały dwa ważne cele, służyły jako instrument do wypełnienia zobowiązań wynikających z Protokołu z Kioto i pomagały w osiąganiu założeń polityki ekologicznej.

W latach siedemdziesiątych, w krajach europejskich zaczęto wprowadzać opłaty za usługi komunalne, były to pierwsze instrumenty oddziaływujące na ochronę środowiska. Kolejno zostały wprowadzane opłaty celowe, a w latach dziewięćdziesiątych pojawiły się podatki energetyczne, które do dzisiaj są głównym źródłem dochodów z podatków środowiskowych. Stanowiły one także integralną część ekologicznych reform podatkowych, które rozpoczęły się na pod koniec XX wieku.

Podatki i opłaty często wywołują wiele emocji, zasadność stosowania ich w polityce środowiskowej nie ulega wątpliwości. Pojawiają się jednak problemy i zagrożenia związane z ich funkcjonowaniem. Najczęściej poruszanym w literaturze przedmiotu jest konkurencyjność krajowych przedsiębiorstw na rynku międzynarodowym. Organizacje obawiają się o utratę klientów nie tylko na rynku globalnym, ale także krajowym. Często nie mogą sobie pozwolić na przerzucenie skutków podatków na swoich finalnych odbiorców. Powinni jednak oprzeć swoją strategię na nowych technologiach i budowaniu zrównoważonego image. K. Posłuszny przytacza także, hipotezę Portera, która zakłada, że jeżeli regulacje środowiskowe zostaną odpowiednio zaprojektowane to wpłyną pozytywnie na rozwój innowacji, tym samym dojdzie do obniżenia kosztów i poprawy konkurencyjności podmiotu [16]. Do kompetencji państwa

należy wprowadzanie instrumentów mogących w pewnym stopniu neutralizować wpływ podatków i opłat. Należą do nich ulgi i zwolnienia w podatkach ekologicznych, obniżenie innych podatków bądź składek na ubezpieczenia społeczne, ogłaszanie zmian z odpowiednim wyprzedzeniem, wprowadzanie podatków wyrównawczych na importowane dobra, dostosowanie przepisów prawa ochronny środowiska czy prawa podatkowego do międzynarodowych norm, np. w ramach Unii Europejskiej.

Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej w istotny sposób wpłynął na harmonizacje podatków we Wspólnocie, zniwelował różnice negatywnie wpływające na rozwój wspólnego rynku. Komisja regularnie wprowadza dyrektywy i rozporządzenia, które stanowią wzór dla przepisów krajowych. Szczególnie warto wyróżnić:

- przepisy dotyczące podatków samochodowych oraz opłat drogowych,
- przepisy dotyczące podatków pośrednich (podatku akcyzowego i podatku VAT),
- przepisy dotyczące ustalania opłat za wodę,
- przepisy dotyczące opodatkowania produktów energetycznych i energii elektrycznej,
- przepisy regulujące dopuszczalne ulgi i zwolnienia w opłatach i podatkach ekologicznych,
- przepisy dotyczące przemieszczania odpadów.

W 2008 roku według Eurostatu Państwa Unii Europejskiej odnotowały 299 036 mln euro dochodu z podatków środowiskowych. Z tego 72,1 % pochodziło z podatków od energii i paliw, 23% z podatków transportowych a 4,9% z podatków od emisji zanieczyszczeń i zasobów naturalnych. Największy dochód ogólny z pośród krajów Unii odnotowały: Niemcy – 55468 mln, Wielka Brytania – 44034 mln, Francja – 41058 mln i Włochy – 193 mln. Litwa (93,3%), Luksemburg (93,2%) i Czechy (92,7%) miały najwyższy procent udziału podatku od energii i paliw. Cypr (49,9%), Malta (48,3%) i Irlandia (47,4%) miały najwyższe odsetki z pośród krajów UE w dochodach z podatku transportowego, a Dania (30,7%), Holandia (16,8%) i Estonia (14,4%) w podatku od emisji zanieczyszczeń i zasobów naturalnych. Cypr, Grecja, Luksemburg i Portugalia nie uzyskały dochodu z ostatniego z wymienionych podatków. Polska odnotowało ogólny dochód rzędu 9377 mln euro, z tego 87,1% stanowiły podatki od energii i paliw, 9,7% od transportu oraz 3,2% od emisji zanieczyszczeń i zasobów naturalnych.

Państwa Wspólnoty stosują także podatki o charakterze proekologicznym, które mają motywować do wykorzystywania energii w czystszej postaci, na przykład z odnawialnych źródeł.

Wszystkie kraje Unii Europejskiej posiadają celowe fundusze środowiskowe na szczeblu centralnym. Występują pomiędzy nimi różnice związane z formą instytucjonalną, powiązaniem z budżetem oraz źródłami przychodu. W Polsce od 1989 roku funkcjonuje Narodowy Fundusz Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej. Działa on w oparciu o ustawę Prawo Ochrony Środowiska. Do jego głównych zadań należą: efektywne i sprawne wykorzystanie środków UE, wdrażanie projektów ekologicznych oraz dofinansowanie zadań mających na celu osiąganie zobowiązań ekologicznych warunkowanych przez udział w międzynarodowych organizacjach [12].

3.2.6 Społeczna Odpowiedzialność Biznesu

Dla jak najlepszej realizacji polityki zrównoważonego rozwoju potrzebne jest porozumienie i współpraca pomiędzy przedsiębiorcami, władzą publiczną i konsumentami. Instrumentem, który pozwala na to jest Społeczna Odpowiedzialność Biznesu (*ang. Corporate Social Responsibility – CSR*). Komisja Europejska w 2001 roku definiowała ją poprzez podejmowanie działań przez przedsiębiorstwa z własnej inicjatywy i niezależnie od uregulowań prawnych po to, aby w swojej codziennej działalności osiągać cele społeczne i chronić środowisko [21]. Jednakże w odnowionej strategii UE na lata 2011-2014 dotyczącej społecznej odpowiedzialności biznesu wprowadziła nową definicje mówiącą o odpowiedzialności przedsiębiorstw za ich wpływ na społeczeństwo [13].

Strategiczne działanie organizacji w zakresie CSR może przynieść pozytywne efekty również dla państwa, społeczeństwa i środowiska. Sprawozdanie Komisji na temat europejskiej konkurencyjności z 2008 roku wykazało, że firmy społecznie odpowiedzialne mają potencjał ku temu aby lepiej zarządzać ryzykiem, oszczędniej podchodzić do kosztów, mieć dobre relacje z klientami, efektywnie zarządzać zasobami ludzkimi i angażować się w innowacyjne przedsięwzięcia [10]. Jest to ważne z perspektywy tworzenia wzrostu gospodarczego i miejsc pracy. Kryzys gospodarczy i jego społeczno-ekononomiczne konsekwencje spowodowały obniżenie zaufania konsumentów do biznesu. Zaczęto koncentrować uwagę na społecznych i etycznych zachowaniach przedsiębiorstw.

Ważną rolę w koordynacji działań opartych na zrównoważonym rozwoju odgrywa monitorowanie realizacji strategii z nim powiązanych. W 2006 roku Komisja ogłosiła Europejski sojusz na rzecz CSR [9] złożony z ośmiu strategicznych obszarów: zwiększenie świadomości i wymiana najlepszych praktyk, wsparcie dla wielostronnych inicjatyw, współpraca z państwami członkowskimi, informowanie konsumentów i przejrzystość, badania, edukacja, małe i średnie przedsiębiorstwa, międzynarodowy wymiar CSR [13]. Komisja w komunikacie z 2011 roku wykazała pozytywną zmianę w głównych wskaźnikach dotyczących Społecznej Odpowiedzialności Biznesu:

- wzrost liczny przedsiębiorstw UE, które podpisały dziesięć zasad CSR z inicjatywy ONZ "Global Copmact" z 600 w 2006 do 1900 w 2011 roku,
- 4 600 organizacji zarejestrowanych w systemie ekozarządzania i audytu EMAS w 2011 roku,
- ponad 140 unijnych przedsiębiorstw w 2011 r., które podpisały ponadnarodowe porozumienia przedsiębiorstw z organizacjami pracowników o zasięgu światowym lub europejskim, obejmujące takie zagadnienia jak standardy pracy (wzrost o 61 przedsiębiorstw w porównaniu do roku 2006),
- ponad 700 członków Business Social Compliance w 2011 r. w porównaniu z 69 w 2007 r.
- 850 przedsiębiorstw w 2011 r. opublikowało sprawozdanie ze zrównoważonego rozwoju stosownie do wytycznych Globalnej Inicjatywy Sprawozdawczej (GIS), w 2006 zrobiło to 270 organizacji [13].

Komisja Europejska w 2011 roku podała do wiadomości w dokumencie *Odpowiedzialność społeczna przedsiębiorstw: krajowy porządek publiczny w UE,* że spośród 27 krajów Unii Europejskiej, jedynie 15 posiada krajowe ramy polityczne promujące CSR

[14]. Organizacje są zobligowane samodzielnie opracować swoje strategie CSR, jednakże rolą organów publicznych jest promowanie takich działań, poprzez stwarzanie odpowiednich zachęt rynkowych. Komisja Europejska w tym zakresie przyjęła orientacyjny cel, by do roku 2010, 50% wszystkich zamówień publicznych spełniało uzgodnione kryteria środowiskowe. Cel nie został osiągnięty. Kolejnym krokiem było wprowadzenie programu nagród dla partnerstw między przedsiębiorstwami a interesariuszami oraz opublikowanie przewodnika w sprawie społecznej odpowiedzialności zamówień publicznych [11]. Zawiera on informację w jaki sposób włączyć aspekty społeczne do zamówień publicznych. Na 2013 rok zaplanowano utworzenie platform CSR w wielu sektorach gospodarki, w celu zobowiązania się przedsiębiorstw i zainteresowanych stron w kwestii CSR, a także monitorowania efektywności systemu.

Przedsiębiorstwa w celu polepszenia swojej konkurencyjności na rynku z roku na rok publikują coraz chętniej informacje społeczne i środowiskowe. Część z nich robi to w sposób nieformalny. Ważne stało się porównywanie efektów działalności prośrodowiskowej organizacji w oparciu o usystematyzowaną metodologię. Dlatego Komisja jest w trakcie opracowywania polityki, która pozwoli na to przy pomocy LCA i LCC (LIfe Cycle Cost).

Społeczna Odpowiedzialność Biznesu to ważny instrument dla popularyzacji zintegrowanej konsumpcji i polityki zrównoważonego rozwoju, dlatego Unia Europejska w ramach procesu akcesyjnego porusza tę kwestię z państwami chcącymi przystąpić do Wspólnoty.

3.3 IDENTYFIKACJA PERCEPCJI CZYNNIKA EKOLOGICZNEGO JAKO KRYTERIUM WYBORÓW KONSUMENCKICH

Konsumpcja dóbr to jedno z najpowszechniejszych zachowań człowieka. Mnogość dostępnego asortymentu powoduje, że konsumenci na własne potrzeby tworzą swoje hierarchie, które przekładają się na ich późniejsze wybory. Jednym z etapów badania było sprawdzenie jakimi czynnikami kierują się badani z Belgi, Niemiec i Polski. Porównywano jakość, cenę, środowisko, funkcjonalność oraz modę. Respondenci szeregowali kryteria w skali od 1 do 5 – gdzie 1 oznaczało najważniejsze kryterium podjęcia decyzji o zakupie danego produktu. Średnie odpowiedzi respondentów z Belgii i Polski są do siebie zbliżone, kierują się oni kolejno: jakością, ceną, funkcjonalnością, środowiskiem, modą. Niemcy na pierwszym miejscu stawiają cenę a na drugim jakość, pozostałe kryteria układają się w ten sam sposób. Analizy statystyczne wskazują, że pod względem kryterium jakości, funkcjonalności i mody respondenci z Polski i Belgi istotnie różnią się od Niemców (tabela 3.11).

Kryterium środowiskowe, średnio występuje na 4 pozycji. Jednakże, można zaobserwować grupy respondentów, którzy nadali temu kryterium inne rangi. Niemcy wydający na konsumpcje kwotę powyżej 3500 zł miesięcznie, średnio na trzecim miejscu podawali środowisko.

Istnieje, także ciekawa zależność pomiędzy wykształceniem konsumentów z danego kraju a przypisywaną rangą dla kryterium środowiskowego. W Belgii, im wyższy poziom wykształcenia tym jest ono ważniejsze, zupełnie odwrotnie niż w Polsce. Konsumenci Niemieccy reprezentowali zbliżony poziom odpowiedzi (tabela 3.12).

Tabela 3.11 Podział kryteriów wyboru ze względu na kraj

kraj/kryterium	cena	jakość	środowisko	funkcjonalność	moda
Belgia	2.46	1.88	3.86	2.52	4.28
Niemcy	2.22	2.24	3.65	3.12	3.77
Polska	2.41	1.93	3.82	2.63	4.21

Źródło: opracowanie własne

Tabela 3.12 Wpływ wykształcenia na wybór kryterium środowiskowego

wykształcenie/kraj	Belgia	Niemcy	Polska
Podstawowe	5.00	3.78	2.50
Gimnazjalne	4.00	3.48	3.33
Zawodowe	4.00	3.62	3.61
Średnie	3.96	3.76	3.95
Wyższe	3.79	3.60	3.84

Źródło: opracowanie własne

PODSUMOWANIE

Komisja Europejska w latach 1997-2001 opracowała Zintegrowaną Politykę Produktową jako integralną część strategii zrównoważonego rozwoju. W latach 2003-2007 przeznaczyła 5 mln euro na ekspertyzy, prace studyjne, projekty pilotowe oraz pracę urzędników koordynujących działania. Występują zasadnicze różnice pomiędzy wdrażaniem instrumentów przymusowych, takich jak podatki i opłaty, a dobrowolnymi jak oznakowanie ekologiczne, które jest słabo identyfikowane przez konsumentów. Dobrze znają oni jedynie kilka najbardziej rozpowszechnionych znaków, które są właściwie zaprojektowane i niosą jasny przekaz. Wyraźnie z roku na rok spada wpływ ekoznakowania na decyzje o zakupie. System Ekozarządzania i Audytu Unii Europejskiej od roku 2011 odnotował duży spadek zarejestrowanych w nim organizacji. Dane te mogą wskazywać na niewystarczający stopień zaangażowania Komisji i państw członkowskich w promowanie systemu. Przedsiębiorstwa nie widząc zdecydowanych korzyści zaczynają rezygnować z tego narzędzia, które miało ułatwić prowadzenie polityki środowiskowej w firmach i przynosić przewagę nad konkurencją w zielonych zamówieniach publicznym czy lepszym postrzeganiu przez nabywców. Jak pokazały badania logo programu, nie spełnia swoich funkcji, jedynie 5,63% badanych konsumentów potrafiło je zidentyfikować.

W celu optymalizacji polityki należy systematycznie weryfikować poszczególne instrumenty, zaczynając od regionów UE, państw członkowskich, aż do koordynacji na poziomie Wspólnoty. Istotnym elementem są także badania naukowe, które w sposób kompleksowy podejdą do wyzwań stawianych przez strategię zrównoważonego rozwoju. Postęp gospodarczy wpływa na powstawanie nowych produktów. Wraz z wejściem na rynek powinny być oceniane pod względem LCA. Należy wpisać je w istniejące ekozaki, względnie opracować nowe. Dla upowszechnienia zielonych zamówień publicznych, powinno się w większym stopniu preferować jakość i ekologie przy rozstrzyganiu przetargów. Idę CSR rozwijać winny przedsiębiorstwa małe, średnie i duże, instytucje samorządowe oraz korporacje międzynarodowe. Wygląd graficzny części ekoznaków powinien ulec modyfikacji

by były one czytelne i zrozumiałe. Świadomość ekologiczną obywateli UE należy kształtować w całym okresie edukacji, poprzez wyrabianie pozytywnych nawyków, takich jak segregacja odpadów czy wybór produktów opatrzony ekoznakami.

Praca naukowa finansowana za środków budżetowych na naukę w latach 2012-2013 jako projekt badawczy w ramach programu pod nazwą "Diamentowy Grant".

LITERATURA

1. Aczel A. D.: *Complete Business Statistics*, Second Edition, Richard D. Irwin, 1993
2. Adamczyk W.: *Ekologia wyrobów*, wyd. PWE, Warszawa 2004.
3. A. Andrykiewicz, A. Seternus, J. Słonimiec, A. Trześniewski.: *The assessment and use of Integrated Product Policy in Poland*, Management Systems in Production Engineering 4/2012.
4. Bartniczak B., Ptak M.: *Opłaty i podatki ekologiczne, Teoria i praktyka*, wyd. Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu , Wrocław 2011.
5. *Ekologiczne Zakupy*, wyd. 2 Komisja Europejska 2011.
6. Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN
7. Komisja Europejska – Centrum badań Life Cycle Thinking and Assessment
8. Komunikat Komisji dla Rady i Parlamentu Europejskiego, Zintegrowana Polityka Produktowa – Wykorzystanie podejścia środowiskowego opartego na analizie cyklu życia produktu, COM (2003) 302.
9. Komunikat Komisji o realizacji partnerstwa na rzecz wzrostu gospodarczego i zatrudnienia: Uczynienie Europy liderem w zakresie odpowiedzialności społecznej przedsiębiorstw, COM (2006) 136.
10. Komunikat Komisji w sprawie sprawozdania na temat europejskiej konkurencyjności w 2008 r,. COM (2008) 774.
11. *Kupowanie z uwzględnieniem kwestii społeczny: przewodnik dotyczący uwzględniania kwestii społecznych w zamówieniach publicznych,* Komisja Europejska 2011
12. *Odnawialne źródła finansowania – 20 lat na rzecz ekorozwoju*, NFOŚiGW 2009.
13. Odnowiona strategii UE na lata 2011-2014 dotycząca społecznej odpowiedzialności przedsiębiorstw, COM (2011) 681.
14. *Odpowiedzialność społeczna przedsiębiorstw: krajowy porządek publiczny w UE*, Komisja Europejska 2011.
15. Pigou A.: *Economic of Welfare*, Transaction Publichers, New Jersay 2009.
16. Posłuszny K.: *Hipoteza Portera: stan badań nad wpływem regulacji środowiskowych na konkurencyjność firm* [w] E. Lorek (red.) Zrównoważony rozwój regionów uprzemysłowionych, t. II, Wyd. Akademia Ekonomiczna w Katowicach, Katowice 2009.
17. R Core Team, R.: A Language and Environment for Statistical Computing, R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2013, http://www.R-project.org.
18. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1221/2009 z dnia 15.11.2009 r. w sprawie dobrowolnego udziału organizacji w systemie ekozarządzania i audytu we Wspólnocie (EMAS).

19. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 66/2010 z dnia 25 listopada 2009 r. w sprawie oznakowanie ekologicznego UE.
20. Zamówienia publiczne na rzecz poprawy stanu środowiska COM (2008) 400.
21. Zielona Księga, Promowanie europejskich ram odpowiedzialności społecznej przedsiębiorstw, COM (2011) 366.
22. *Zielone Zamówienia Publiczne*, Urząd Zamówień Publicznych, Warszawa 2009.

OCENA I OPTYMALIZACJA ZINTEGROWANEJ POLITYKI PRODUKTOWEJ UNII EUROPEJSKIEJ W ASPEKCIE PROMOWANIA MYŚLENIA W KATEGORII CYKLU ŻYCIA I KREOWANIA ZRÓWNOWAŻONYCH WZORCÓW KONSUMPCJI

Streszczenie: *Praca ma na celu weryfikację instrumentów Zintegrowanej Polityki Produktowej realizowanych przez kraję Unii Europejskiej. Dokonuje przedstawienia najważniejszych elementów ZPP: ekologicznej oceny cyklu życia, oznakowania ekologicznego, systemu ekozarządzania i audytu, zielonych zamówień publicznych, opłat i podatków ekologicznych oraz społecznej odpowiedzialności biznesu. Zawiera badania na temat identyfikacji percepcji czynnika ekologicznego jako kryterium wyborów konsumenckich. Wskazano, także poziom umiejętności identyfikacji produktów o lepszych parametrach środowiskowych, wśród konsumentów polskich, belgijskich i niemieckich*.

Słowa kluczowe: *Zintegrowana Polityka Produktowa, ZPP, rozwór zrównoważony, zrównoważona konsumpcja, LCA, LCT, ELCD, EMAS, ekoznakowanie, podatki i opłaty ekologiczne, zielone zamówienia publiczne, społeczna odpowiedzialność biznesu*

EVALUATION AND OPTIMIZATION OF THE INTEGRATED PRODUCT POLICY OF THE EUROPEAN UNION IN THE RESPECT TO THE PROMOTION OF THINKING IN THE CATEGORY OF LIFE CYCLE AND CREATION OF SUSTAINABLE CONSUMPTION PATTERNS

Abstract: *The paper assesses the progress of the implementation of the Integrated Product Policy in European Union. It presents the main elements of the IPP: LCA, ecolabeling, EMAS, green public procurement, ecotaxes and corporate social responsibility. It contains a study on the perception of the ecological factor identification as a criterion of consumer choices. It has also shown the level of the ability of identification products which has better environmental parameters, among Polish, Belgian and German consumers*.

Key words: *Integrated Product Policy, IPP, sustainable development, sustainable consumption LCA, LCT, ELCD, EMAS, ecolabelling, ecotaxes, green public procurement, corporate social responsibility*

mgr inż. Anna ANDRYKIEWICZ
Uniwersytet Zielonogórski
Koło Naukowe Eko Zarządzania Uniwersytetu Zielonogórskiego
Wydział Ekonomii i Zarządzania
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
e-mail: anna.andrykiewicz@gmail.com

4

OKREŚLENIE STOPNIA ZAGROŻENIA POŻAREM ENDOGENICZNYM W ZROBACH ŚCIAN ZAWAŁOWYCH NA PODSTAWIE POMIARÓW TELEMETRYCZNYCH STĘŻENIA TLENKU WĘGLA

4.1 WPROWADZENIE

Jednym z najpowszechniej występującym zagrożeniem w kopalniach węgla kamiennego jest zagrożenie pożarami endogenicznymi. Pożary te powstają w zrobach ścian zawałowych, czyli takich, w których do likwidacji wyeksploatowanej przestrzeni zastosowano wypełniane gruzowiskiem skalnym powstałym z skutek załamywania się skał znajdujących się ponad wyeksploatowaną częścią pokładu, czyli skał stropowych. W skład tych warstw skał stropowych często wchodzą pokłady nie nadające się do eksploatacji. Jeżeli pokład taki wejdzie do strefy powstawania zawału, staje się źródłem potencjalnego pożaru endogenicznego, czyli powstałego na skutek samoutleniania się węgla. Proces samozagrzewania się węgla w zborach jest procesem długotrwałym. Objawami tego procesu są wydzielające się gazy do atmosfery kopalnianej, charakterystyczne dla tego procesu. Jednym z tych gazów, który wydziela się we wszystkich stadiach powstawania pożaru endogenicznego jest tlenek węgla. Jego zawartość w atmosferze kopalnianej mierzy się w dziesięciotysięcznych procenta, lub w ppm, czyli milionowych częściach całości. Do wykrywania obecności tego gazu w atmosferze kopalnianej stosuje się analizy laboratoryjne składu atmosfery wykonywane na próbach powietrza pobranego w wyznaczonych miejscach wyrobisk. Przepisy górnicze [3] określają tok postępowania, stosownie do stwierdzonego stężenia tlenku węgla w atmosferze kopalnianej lub stwierdzonego strumienia objętości tlenku węgla.

Próby powietrza pobierane są ze zrobów ścian zawałowych oraz w prądach przepływowych powietrza, na wlocie i wylocie z rejonu wentylacyjnego ściany. Do pomiarów stężenia tlenku węgla w przepływowym prądzie powietrza można stosować pomiary telemetryczne.

Systemy telemetryczne pracujące w kopalniach są przeznaczone do pomiarów parametrów fizycznych i chemicznych atmosfery kopalnianej, a także od określania stanu niektórych urządzeń (np. stanu otwarcia tam wentylacyjnych). Urządzeniami końcowymi systemów są czujniki stężenia gazów wchodzących w skład atmosfery kopalnianej, anemometry stacjonarne, mierniki temperatury i ciśnienia lub różnicy ciśnień. Czujniki stężenia gazów w atmosferze kopalnianej najczęściej pracują w systemie ciągłym. Jednak

zapis ich wskazań, prowadzony przez powierzchniowe centrale telemetryczne, jest dyskretny. Okres próbkowania stanu czujnika jest obecnie najczęściej kilkusekundowy (2 do 10 sekund).

Przepisy górnicze dopuszczają do pomiarów stężenia tlenku węgla, w celu określania stopnia zagrożenia pożarem endogenicznym, czujniki, których błąd pomiarowy nie przekracza 0,0003% CO w zakresie pomiarów do 0,0100%. Dopuszczalna zawartość tlenku węgla w atmosferze kopalnianej wynosi 0,0026% CO.

Przyrost strumienia objętości tlenku węgla oblicza się na podstawie różnicy pomiędzy strumieniem objętości CO na wylocie i wlocie do rejonu wentylacyjnego. W praktyce stwierdza się do przyrosty do 20 l CO/min.

Obliczenie strumienia tlenku węgla bazuje na pomiarach przekroju poprzecznego wyrobiska, prędkości przepływu powietrza i stężenia tlenku węgla w powietrzu.

4.2 POMIAR PRZEKROJU POPRZECZNEGO WYROBISKA

Przekrój poprzeczny wyrobiska jest zmienny w czasie, gdyż zachodzą procesy kształtowania strefy odprężonej, co łączy się ze zmniejszaniem się przekroju poprzecznego, a także często z deformacją jego kształtu. Dla celów naukowych pomiar przekroju poprzecznego wykonuje się metodami, dającymi pomiar obarczony małym błędem. Można tutaj wymienić metodę biegunową, dwubiegunową, pomiary profilografami mechanicznymi i profilografami optycznymi. Czas wykonywania pomiaru jest dość długi i wymaga specjalistycznej aparatury. Natomiast do technicznych pomiarów w kopalni, do pomiaru przekroju poprzecznego wyrobiska zabudowanego w obudowie łukowej podatnej, stosowana jest najczęściej metoda polegająca na pomiarze wysokości wyrobiska (W) w osi pionowej przekroju poprzecznego oraz pomiaru szerokości wyrobiska przy spągu (S). Pole przekroju poprzecznego oblicza się jako iloczyn pola prostokąta opisanego na polu poprzecznym wyrobiska ($W \cdot S$) oraz współczynnika korekcyjnego wp, którego wartość przyjmuje się równą 0,8, czyli pole przekroju poprzecznego F jest dane wzorem:

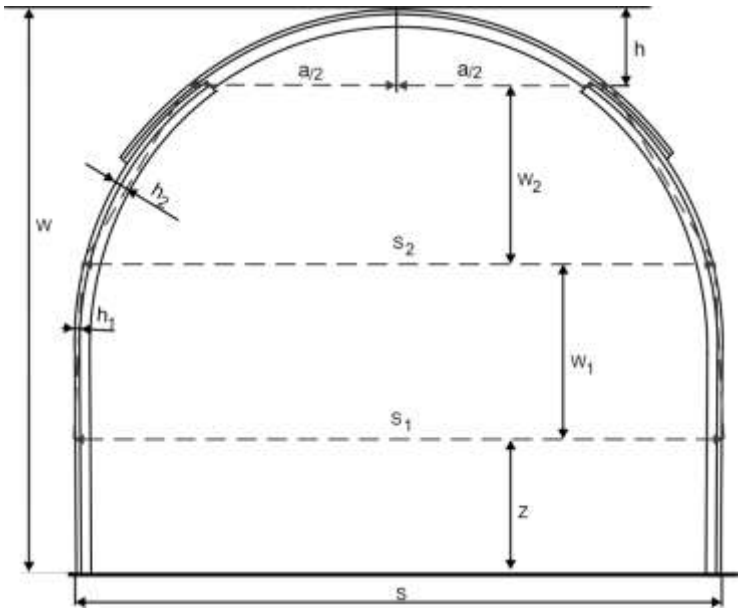
$$F = wp \cdot W \cdot S \tag{4.1}$$

Przyjmowana jest stała wartość współczynnika wp = 0,8. Wartość tego współczynnika została ustalona dla stosowanych dawniej obudów łukowych podatnych, i jak wykazały współcześnie wykonane pomiary, błąd pomiaru przekroju poprzecznego nowo wykonanych wyrobisk wynosi około 8%. Wartość współczynnika nie uwzględnia również zmian kształtu przekroju poprzecznego na skutek zaciskania wyrobiska. Z tego powodu proponuje się przyjąć dwie metody pomiaru przekroju poprzecznego: podstawową i bieżącą.

Jako podstawową, ruchową metodę pomiaru przekroju poprzecznego, można stosować metodę opartą na podziale przekroju poprzecznego na trapezy, trapezy i odcinki koła (rys. 4.1). Metoda ta służyłaby do ustalenia pola przekroju poprzecznego używanego do obliczeń strumienia objętości powietrza oraz do ustalenia wartości współczynnika wp.

Podziału pola poprzecznego należy dokonać liniami poziomymi. Dolną część przekroju poprzecznego będą stanowiły trapezy krzywoliniowe, czyli trapezy o bokach nie będących odcinkami linii prostej. Pole takiego trapezu można traktować jak pole trapezu prostoliniowego, jeżeli wysokość trapezu nie będzie zbyt duża (np. pierwszy i drugi trapez od dołu – rys. 4.1). W przeciwnym przypadku do pola trapezu liniowego należy dodać dwa

odcinki koła zawarte pomiędzy liniowym bokiem trapezu a zewnętrzną linią obudowy (np. trzeci trapez od dołu – rys. 4.1).



Rys. 4.1 Przykładowy podział pola przekroju poprzecznego wyrobiska w obudowie ŁP9/V25/A

Wysokość trapezów powinna zawierać się w granicach od 0,8 m do 1 m. Zbyt duże zagęszczenie podziału prowadzi do zwiększenia błędów związanych z pomiarem długości, a zbyt małe zagęszczenie – do błędów związanych ze zmianą kształtu odrzwi.

Górną część pola przekroju poprzecznego można traktować jako odcinek koła. Aby ustalić wielkość pola przekroju poprzecznego metodą podstawową, pomiar należy wykonać minimum pięciokrotnie. Następnie należy obliczć pole przekroju poprzecznego według wzoru (4.2) oraz odchylenie standardowe według wzoru (4.3) [1, 3].

$$F_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^{m} F_i}{m} \tag{4.2}$$

$$\widehat{s}_F = t_n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} (F_i - F_{śr})^2}{m-1}} \tag{4.3}$$

W powyższych wzorach przyjęto następujące oznaczenia:
F_i – obliczone pole przekroju poprzecznego w i-tym pomiarze,
$F_{śr}$ – wartość średnia pola przekroju poprzecznego,
m – liczba pomiarów pola (m_{min} = 5),
$\hat{s}_F$ – odchylenie standardowe pomiarów (błąd bezwzględny pomiarów),
t_n – jest współczynnikiem krytycznym rozkładu Studenta dla m pomiarów i poziomu ufności 0,6826, czyli poziomu istotności α = 0,3174. Wartości t_n zawiera tabela 4.1.

Tabela 4.1 Wartości krytyczne rozkładu Studenta

m	4	5	6	7	8	9	10	11	12
t_n	1,1414	1,1103	1,0903	1,0765	1,0663	1,0585	1,0524	1,0474	1,0432

Po obliczeniu wartości średniej pola przekroju poprzecznego i odchylenia standardowego należy sprawdzić czy osiągnięto żądaną dokładność pomiaru (d). Jeżeli wartość odchylenia standardowego jest większa niż oczekiwany dopuszczalny błąd pomiaru, należy obliczyć minimalną liczbę pomiarów [2, 3] (wg wzoru 4.4) i przeprowadzić dodatkowe pomiary.

$$m_{\min} = \left(\frac{t_\alpha}{d}\right)^2 * \widehat{s}_F{}^2 \tag{4.4}$$

Po przeprowadzeniu dodatkowych pomiarów należy obliczyć ponownie, według wzorów (4.2) i (4.3) dla zwiększonej liczby pomiarów, wartość średnią pola przekroju poprzecznego wyrobiska (F_{rz}), odchylenie standardowe ($\hat{s}_{Frz}$). Jeżeli dodatkowe pomiary były zbędne to należy przyjąć, że $F_{rz} = F_{śr}$ oraz $\hat{s}_{Frz} = \hat{s}_F$. Błąd względny pojedynczego pomiaru pola przekroju poprzecznego jest równy $\frac{\hat{s}_{Frz}}{F_{rz}}$.

Błąd bezwzględny obliczonej wartości średniej pola przekroju jest mniejszy od wartości obliczonej według wzoru (4.3) i wynosi:

$$\bar{s}_{Frz} = \frac{\hat{s}_{Frz}}{m_{\min}} \tag{4.5}$$

Błąd względny wyznaczenia przekrekroju porzecznego beądzie wynosił $\frac{\bar{s}_{Frz}}{F_{rz}}$.

Po pomiarze pola przekroju poprzecznego należy obliczyć aktualną wartość współczynnika wp, korzystając z przekształconego wzoru (4.1):

$$wp_{rz} = \frac{F_{rz}}{S * W} \tag{4.6}$$

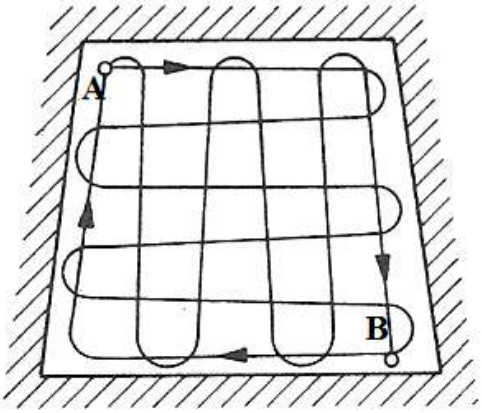
Pomiar metodą przybliżoną będzie polegał na pomiarze wysokości i szerokości wyrobiska. Następnie według wzoru (4.1) należy obliczyć pole przekroju poprzecznego wstawiając wartość współczynnika proporcjonalności obliczoną według wzoru (4.6).

Na skutek oddziaływania górotworu pole przekroju ulegnie zmianie, a także ulegną zmianie proporcje pomiędzy tym polem a opisanym na nim polem prostokąta, a ty samym zmieni się współczynnik korekcji wp. Pomiary pola przekroju za pomocą pomiarów wysokości i szerokości wyrobiska można uznać za wystarczająco dokładne, jeżeli obliczona wartość pola przekroju poprzecznego nie będzie się różniła od obliczonego wcześniej pola rzeczywistego F_{rz} o więcej niż $\pm\ 2 * \hat{s}_{Frz}$. Pomiary wykonane tym sposobem należy traktować jako pomiary sprawdzające.

4.3 POMIAR PRĘDKOŚCI POWIETRZA W WYROBISKU

Pomiar prędkości powietrza w wyrobisku prowadzony jest ręcznie oraz za pomocą anemometrów stacjonarnych. Najczęściej wykorzystywaną w kopalniach metodą pomiaru

prędkości średniej powietrza jest metoda trawersowania ciągłego (rys. 4.2).



Rys. 4.2 Metoda trawersowania ciągłego [2]

Do pomiaru wykorzystuje się anemometry ręczne, skrzydełkowe, z odpowiednim wyposażeniem elektronicznym pozwalającym na bezpośredni odczyt prędkości średniej w wyrobisku w określonym czasie, który jest czasem trawersowania przekroju poprzecznego. Metoda trawersowania ciągłego nie wymaga specjalnych prac w wyrobisku związanych z przygotowaniem wyrobiska do pomiaru (np. rozwieszania siatki). Wymaga jednak obecności pomiarowca w czasie wykonywania pomiarów, z czym wiążą się zaburzenia w przepływie powietrza i powstawanie błędów pomiarowych, których wartość zależy od przekroju poprzecznego wyrobiska oraz od odległości anemometru od człowieka. Najmniejszy błąd powstaje, gdy przekroje wyrobiska są duże, a odległość anemometru od człowieka jest niemniejsza niż 1,2 m [2].

Pomiar prędkości średniej powietrza $v_{śr}$ należy wykonać w przekroju poprzecznym wyrobiska, w miejscu zamontowania anemometru stacjonarnego. Prędkość średnią vr_i należy pomierzyć kilkakrotnie, co najmniej 5 razy. Na podstawie charakterystyki anemometru należy odczytać rzeczywiste prędkości vrz_i, odpowiadające poszczególnym prędkościom pomiarowym vr_i. Jako prędkość średnią $v_{śr}$ powietrza w wyrobisku należy przyjąć średnią arytmetyczną prędkości rzeczywistych:

$$v_{śr} = \frac{\sum_{i=1}^{k} vrz_i}{k} \tag{4.7}$$

gdzie:
k oznacza liczbę pomiarów manualnych średniej prędkości powietrza w wyrobisku.

Na podstawie ręcznych pomiarów prędkości średniej można obliczyć estymator odchylenia standardowego prędkości średniej $\widehat{s}_{vrz}$, czyli średni błąd bezwzględny pojedynczego pomiaru. Będzie on dany wzorem:

$$\widehat{s}_{vrz} = t_n \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{k} (vrz_i - v_{śr})^2}{k-1}} \tag{4.8}$$

Wartości krytyczne rozkładu Studenta t_n zawiera tabela 4.1.

Jeżeli błąd $\hat{s}_{vrz}$ będzie przekraczał dopuszczlna wartość błędu (ustaloną przez głównego inżyniera wentylacji), wtedy należy zwiększyć liczbę pomiarów prędkości średnich, a ich liczbę k_{min} należy określić według wzoru (4.4) wstawiając odpowiednie wartości zmiennych odnoszących się do prędkości powietrza. Następnie, dla nowej wartości liczby pomiarów należy ponownie obliczyć wartość średnią i odchylenie standardowe.

Błąd bezwzględny średniej prędkości przepływu powietrza wynosi [3]:

$$\bar{s}_{vrz} = \frac{\hat{s}_{vrz}}{\sqrt{k_{\min}}} \tag{4.9}$$

Wartość k_{min} jest rzeczywistą wartością pomiarów prędkości średniej powietrza.

Błąd względny pomiaru prędkości średniej wynosi $\frac{\bar{s}_{vrz}}{v_{śr}}$.

4.4 POMIAR STRUMIENI OBJĘTOŚCI POWIETRZA I TLENKU WĘGLA

Wyrobiska górnicze posiadają wyposażenie np. rurociągi, lutniociągi, które zajmują część przekroju poprzecznego wyrobiska. Przez F_w oznaczono przekrój poprzeczny wyrobiska zajęty przez wyposażenie.

Strumień objętości powietrza Q, przepływający z prędkością $v_{śr}$ wyrobiskiem posiadającym pole przekroju poprzecznego $F = (F_{rz} – F_w)$, obliczony na podstawie pomiarów wykonanych w okresie Δt dany jest wzorem:

$$Q = (F_{rz} - F_w)v_{śr} = Fv_{śr} \tag{4.10}$$

Jeżeli przyjąć, że pole przekroju poprzecznego wyrobiska, zajęte przez wyposażenie jest pomierzone z zaniedbywalnym błędem, to błąd względny $\frac{\bar{s}_Q}{Q}$ obliczenia strumienia objętości powietrza jest równy [3]:

$$\frac{\bar{s}_Q}{Q} = \sqrt{\left(\frac{\bar{s}_F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\bar{s}_{vrz}}{v_{śr}}\right)^2} \tag{4.11}$$

Stężenie tlenku węgla w atmosferze określone na podstawie analizy laboratoryjnej można traktować jako pojedynczy pomiar, wykonany w krótkim, kilkusekundowym okresie. Pomiary są powtarzane w odstępach trzydniowych lub dwudniowych. Przy zmieniającym się zagrożeniu pożarowym taki pomiar może nie oddawać właściwej oceny stanu zagrożenia pożarowego. Dokładniejszą może być ocena wykonana na podstawie średniego stężenia tlenku węgla w okresie doby lub dwunastogodzinnym, a jeżeli zachodzi potrzeba również w krótszych okresach, do bieżących obserwacji włącznie.

Pomiar stężenia tlenku węgla w przepływowym prądzie powietrza prowadzony jest czujnikami tego gazu. Przykładowo przedstawiony na rys. 4.3 czujnik tlenku węgla SC-CO/* jest przeznaczony do ciągłego pomiaru stężenia tlenku węgla w zakresie 0÷200 ppm (wersja n) lub 0÷1000 ppm (wersja s).

Czujnik pracuje w trybie stacjonarnym. Posiada dwa progi wyłączające, pozwalające na sterowanie urządzeniami zewnętrznymi. Progi posiadają dowolną wartość w zakresie 0÷26

ppm. Pomiar stężenia CO dokonywany jest na zasadzie elektrochemicznej.

Rys. 4.3 Czujnik tlenku węgla

Błąd pomiaru wynosi dla wersji n ±3ppm CO dla zakresu 0÷100 ppm CO, ±5 ppm CO dla zakresu 100÷200 ppm CO, a dla wersji s ±25 ppm CO dla zakresu 0÷1000 ppm CO. Czas odpowiedzi T90 jest niewiększy niż 20 sekund. Czujnik mierzy w sposób ciągły, a czas próbkowania wynosi kila sekund, najczęściej od 2 do 10 sek.

Strumień objętości tlenku węgla można obliczyć ze wzoru:

$$Q_{CO} = \frac{C_{CO}}{100} Q \tag{4.12}$$

gdzie:

C_{CO} – stężenie tlenku węgla wyrażone w procentach.

Wzór (4.12) można stosować do pomiarów punktowych, które są obarczone znacznym błędem, lub do pomiarów opartych na wartościach średnich stężenia i strumienia objętości powietrza wykonanych w dłuższym czasie np. w ciągu jednej doby.

Systemy telemetryczne pracujące w kopalniach posiadają możliwość odczytu wartości średniej mierzonego parametru w ustalonym okresie. We wzorze (4.12) w miejsce zmiennych C_{CO} i Q można wpisać wartości średnie tych parametrów. Wzór (4.12) przyjmie wtedy postać:

$$\overline{Q}_{CO} = \frac{\overline{C}_{CO}}{100} \overline{Q} = \overline{S}_{CO} \overline{Q} \tag{4.13}$$

Pozioma kreska nad zmiennymi oznacza ich wartości średnie w ustalonym okresie. Jeżeli za okres pomiarowy przyjąć jedną dobę, podczas gdy czas próbkowania wynosi kilka sekund, to można przyjąć, że błąd wyznaczenia średniego stężenia tlenku węgla jest zerowy.

Natomiast wartość średnią strumienia obliczoną na podstawie pomiarów ręcznych należy przeliczyć na warunki w okresie pomiarowym. Współczynnik przeliczeniowy można ustalić w następujący sposób.

Pomiary ręczne prędkości przepływu powietrza prowadzi się na stacji pomiarowej. W tym samym miejscu jest zainstalowany anemometr stacjonarny. Pomiary ręczne były wykonywane przez okres kilkudziesięciu minut, np. 20 minut. Wartość prędkości średniej wynosi $v_{śr}$ = 1,92 m/s. Odczytana wartość prędkości średniej punktowej, pomierzonej anemometrem wynosi $va_{śr}$ = 1,58 m/s. Założono, że okres próbkowania wynosi 10 s. W ciągu 20 minut dokonano 120 odczytów. Błąd pojedynczego pomiaru anemometrem stacjonarnym

wynosi 0,05% wartości pomiarowej plus 0,05 m/s. Wartość średnia pojedynczego pomiaru wynosi około 1,58 m/s·0,005+0,05 m/s = 0,06 m/s. Pierwiastek z liczby odczytów stanu anemometru wynosi 11. Przy powyższych założeniach średnia prędkość punktowa została wyznaczona z błędem bezwzględnym 0,06/11 = 0,005 m/s. Można więc przyjąć, że błąd względny średniej prędkości obliczonej na podstawie wskazań anemometru wynosi 0.

Aby obliczyć średnią prędkość powietrza w dowolnym okresie Δt można założyć proporcjonalność prędkości mierzonej anemometrem ręcznym i anemometrem stacjonarnym, czyli:

$$\frac{v_{śr}}{va_{śr}} = \frac{v_{\Delta t}}{va_{\Delta t}} \tag{4.14}$$

Stąd:

$$v_{\Delta t} = \frac{v_{śr}}{va_{śr}} va_{\Delta t} = kp * v_{śr} \tag{4.15}$$

gdzie:

$v_{\Delta t}$ – prędkość średnia powietrza obliczona w okresie Δt,

$va_{\Delta t}$ – średnia prędkość punktowa, pomierzona anemometrem stacjonarnym, w okresie Δt,

$kp = \frac{va_{\Delta t}}{va_{śr}}$ – współczynnik proporcjonalności pomiędzy prędkością średnią w okresie wykonywania pomiarów ręcznych, a prędkością średnią w okresie Δt.

Ponieważ błędy wyznaczenia $va_{śr}$ i $va_{\Delta t}$ są praktycznie równe 0, zatem błąd bezwzględny prędkości $v_{\Delta t}$ jest równy:

$$\bar{s}_{v\Delta t} = kp\bar{s}_{vrz} \tag{4.16}$$

gdzie:

analogicznie do wzoru (3.11), błąd względny średniego strumienia objętości powietrza wynosi:

$$\frac{\bar{s}_{\bar{Q}}}{\bar{\bar{Q}}} = \sqrt{\left(\frac{\bar{s}_F}{F}\right)^2 + \left(\frac{kp\bar{s}_{vrz}}{kpv_{śr}}\right)^2} = \sqrt{\left(\frac{\bar{s}_F}{F}\right)^2 + \left(\frac{\bar{s}_{vrz}}{v_{śr}}\right)^2} \tag{4.17}$$

Ponieważ błąd względny średniego stężenia tlenku węgla jest praktycznie równy 0, błąd względny strumienia objętości tlenku węgla jest równy błędowi względnemu strumienia objętości powietrza, czyli:

$$\frac{\bar{s}_{\bar{Q}CO}}{\bar{\bar{Q}}_{CO}} = \frac{\bar{s}_{\bar{Q}}}{\bar{\bar{Q}}} \tag{4.18}$$

PODSUMOWANIE

Zwalczania zagrożenia pożarowego powinno być oparte na profilaktyce adekwatnej do stopnia zagrożenia metanowego. W obecnie obowiązujących przepisach zawarto ogólny podział rodzaju profilaktyki w zależności od stwierdzonego stężenia tlenku węgla w atmosferze kopalnianej, strumienia objętości tlenku węgla w prądzie powietrza przepływającego przez rejon wentylacyjny ściany i współczynnika Grahama. Ocena stanu zagrożenia pożarami opiera się w głównej mirze na analizie składu atmosfery w próbkach

powietrza pobieranych z częstotliwością nie mniejszą niż dwa razy w tygodniu. Mała częstotliwość pobierania prób powoduje, że w przypadku nagłego narastania zagrożenia może ono nie zostać dostrzeżone w porę. Z uwagi na stałość pomiarów stężenia tlenku węgla przez systemy telemetryczne wykorzystanie ich do oceny zagrożenia pożarowego może się okazać bardzo przydatne. Warunkiem uzyskania odpowiedniego materiału do oceny zagrożenia pożarowego jest odpowiednie przygotowanie materiału statystycznego. Niniejszy artykuł wskazał, jak obliczyć strumień objętości tlenku węgla wydzielającego się do powietrza wentylacyjnego i jak ocenić popełniane błędy. Wartości dopuszczalnych błędów pomiarowych strumienia objętości tlenku węgla powinny być również ujęte w przepisach górniczych, gdyż obecnie uwzględniają one jednokrotne pomiary, traktowane jako bezbłędne.

LITERATURA

1. Maliński M.: Weryfikacja hipotez statystycznych wspomagana komputerowo. *Wydawnictwo Politechniki Śląskiej.* Gliwice 2004.
2. Roszczynialnski W., Trutwin W., Wacławik J.: Kopalniane pomiary wentylacyjne. *Wydawnictwo „Śląsk”.* Katowice 1992.
3. Taylor J.R.: Wstęp do analizy błędu pomiarowego. *Wydawnictwo Naukowe PWN.* Warszawa 1995.
4. Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28czerwca 2002 r. wraz z późniejszymi zmianami w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych. *Dz. U. Nr 139, poz. 1169.*

OKREŚLENIE STOPNIA ZAGROŻENIA POŻAREM ENDOGENICZNYM W ZROBACH ŚCIAN ZAWAŁOWYCH NA PODSTAWIE POMIARÓW TELEMETRYCZNYCH STĘŻENIA TLENKU WĘGLA

Streszczenie. *W artykule przedstawiono metodę pomiarów strumienia objętości tlenku węgla, wydzielającego się do powietrza przepływającego przez rejon ściany. Strumień ten jest wykorzystywany jako jeden ze wskaźników zagrożenia pożarami endogenicznymi. Przedstawiona metoda opiera się na tzw. pomiarach technicznych, możliwych to wykonania przez pracowników kopalń i z wykorzystaniem dostępnego w kopalniach wyposażenia. Przedstawiono sposób pomiaru pola przekroju poprzecznego wyrobiska, prędkości przepływu powietrza, strumienia objętości powietrza oraz tlenku węgla. Podano również sposób obliczania błędów pomiarów.*

Słowa kluczowe: *kopalnie węgla, zagrożenie pożarowe, pomiary telemetryczne, błędy pomiarowe*

DETERMINATION OF THE DANGER DEGREE OF ENDOGENOUS FIRE IN GOAF CAVING WALL BASED ON TELEMETRY MEASUREMENTS OF CARBON MONOXIDE CONCENTRATION

Abstract: *This paper presents a method for measuring the flow rate of carbon monoxide evolved into the air passing through the area of the wall. This flow is used as one of the indicators of endogenous fire hazard. The presented method is based on the so-called technical measurements which are possible to perform by the coal mines staff and with the use of available in mine equipment. The way of measuring cross-sectional area of excavation, air flow velocity, air volume flow and carbon monoxide was presented. The method of calculating measurement errors was also provided.*

Key words: *coal mines, fire hazard, telemetry measurements, measurement errors*

dr inż. Henryk BADURA
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Eksploatacji Złóż
ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice
e-mail: henryk_badura@o2.pl

5

ANALIZA SKORELOWANIA WYNIKÓW POMIAROWYCH W OCENACH STANU ZAGROŻEŃ HAŁASOWYCH ŚRODOWISKA

5.1 WPROWADZENIE

Zalecane zasady postępowania, przy analizie niepewności pomiaru w różnych dziedzinach techniki pomiarowej zostały ujęte w *Przewodniku po niepewności* (I wydanie 1993, poprawione, 1999) [8], wydanym przez Międzynarodową Organizację Standaryzacji ISO [4]. Ten dokument, opracowany pod auspicjami siedmiu organizacji międzynarodowych przewodnik, zawiera ogólne reguły obliczania i wyrażania niepewności pomiarów, zalecane do stosowania: w Służbie Miar, akredytowanych laboratoriach, i innych placówkach do badań podstawowych i technicznych .

Jego zalecenia są również obecne w aktach prawnych i normatywnych określających reguły estymacji zagrożeń akustycznych środowiska. Zgodnie z przewodnikiem, niepewność jest traktowana jako swoista miara wpływu czynników losowych na niedokładność zbioru wyników pomiarowych, uzyskanych w tych samych warunkach pomiarowych. Składniki niepewności procesu kontrolnego są klasyfikowane do dwóch kategorii A i B, w zależności od metody ich estymacji. Niepewność typu A obliczana jest na podstawie serii wyników próby losowej, natomiast niepewność typu B określa błąd systematyczny, którego poziom jest szacowany na podstawie wiedzy eksperta, tj. osoby wykonywującej pomiar kontrolny, w sposób inny, niż przez wykonywanie pomiarów.

Przy obliczaniu niepewności typu A wyniku pomiaru kontrolnego [1, 9], podstawą procedury obliczeniowej jego estymacji jest formuła matematyczna polegająca na wyliczeniu średniej:

$$\bar{x} = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n} x_t \tag{5.1}$$

z wyników próby losowej x_t , t =1,2,. .,n w kolejnych chwilach czasu. Jest ona reprezentantem kontrolowanej zmiennej. Niepewność takiej oceny jest wyrażana poprzez odchylenie standardowe średniej dane wzorem:

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_t)}{\sqrt{n}} = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}{n(n-1)}} \tag{5.2}$$

Takiemu postępowaniu obliczeniowemu towarzyszą założenia, wymagające aby losowość obserwacji kontrolnych podlegała prawu rozkładu normalnego, obserwacje były

nieskorelowane oraz aby nie występowały w próbie pomiarowej wyniki nietypowe (*odstające*).

Z tych podstawowych wzorów do szacowania niepewności pomiarowej typu A wynika, że jej zmniejszenie wymaga kwadratowego wzrostu liczby pomiarów kontrolnych. Realizacja takie wymogu może prowadzić do zbyt częstego powtarzania pomiarów, do skorelowania ich obserwacji, czyli powiązania ze sobą statystycznie wyników pomiarów kontrolnych. Z sytuacja taką możemy mieć miejsce w praktyce kontroli zagrożeń akustycznych środowiska. Duży poziom zakłóceń hałasowych może bowiem w istotny sposób oddziaływać na kolejne wartości wyliczeń równoważnego poziomu dźwięku. Również próbki pomiarowe równoważnego poziomu dźwięku; niezbędne do wyliczeń kontrolowanych wskaźników hałasu; estymowane w niezbyt odległych przedziałach czasowych mogą być skorelowane przez zewnętrzne czynniki, wymuszające generację hałasu. Z przesłanek tych wynika, że dla prawidłowego stosowania obecnych formuł wyliczeń niepewności pomiarów akustycznych konieczne jest, aby odległość pomiędzy kolejnymi obserwacjami kontrolnymi stanu zagrożeń akustycznych środowiska wykluczała ich skorelowanie, tj. aby odległość przekraczała pewien promień autokorelacji przy której jej wartość jest mała. Wymóg ten sformalizował M. Drozhovetz [5], który przedstawił prosty sposób ujęcia wpływu autokorelacji poprzez zastępczą liczbę niezależnych obserwacji n_{eff}. Podobną koncepcję reprezentowała praca ZHanga [10] z *National Institute of Standards and Technology* – głównej amerykańskiej placówki metrologicznej, która nie posługiwał się jednak tym pojęciem. Pełniejszym rozwinięciem koncepcji zastępczej liczby niezależnych obserwacji n_{eff} były prace [7, 9], w których uściślono wzory na niepewność standardową oraz analizowano dokładność metod wyznaczania estymaty funkcji autokorelacji.

Niniejszy artykuł ma na celu zbadanie obecności autokorelacji w szeregach czasowych utworzonych z pomiarów wartości poziomów L_{Di}, L_{Wi}, L_{Ni}, $L_{DWN\,i}$, $i=1,2.\quad .,365$ w danym roku kalendarzowym, służących do wyznaczenia średniorocznych wskaźników hałasu, których znajomość jest podstawą kształtowania polityki ochrony akustycznej środowiska zewnętrznego. Artykuł prezentuje sposób wyliczeń niepewności estymacji kontrolowanych wskaźników hałasu, w przypadku skorelowania wyników pomiarowych. Podstawą prezentacji dla analiz oceny zmienności oszacowań niepewności kontrolowanych wskaźników hałasu były wyniki z ciągłego, wieloletniego monitoringu zagrożeń akustycznych środowiska na terenie miasta Krakowa [6]. Posłużyły one do weryfikacji szerszej akceptowalności hipotezy o braku skorelowania zbioru wielkości pomiarowej w kontrolach stanu zagrożeń akustycznych środowiska, a także konieczności wprowadzenia niezbędnych modyfikacji w estymacji niepewności kontrolowanych wskaźników hałasu. Ich omówienie jest treścią prezentowanego artykułu.

5.2 BAZA WYNIKÓW BADAŃ TESTOWYCH

Podstawą weryfikacji poprawności założenia o normalności rozkładu wyników badań kontrolnych, były całoroczne, wieloletnie rejestracje poziomu dźwięku $L_{A\,i}$; $i=1,2,..\quad ..,n$ w odstępach 1-sekundowych, zebrane na jednej ze stacji systemu ciągłego monitoringu hałasu na terenie miasta Krakowa. Opis jej funkcjonowania i adaptacji do warunków istniejącej infrastruktury sprzętowo-programowej stacji monitoringu powietrza w Krakowie, został

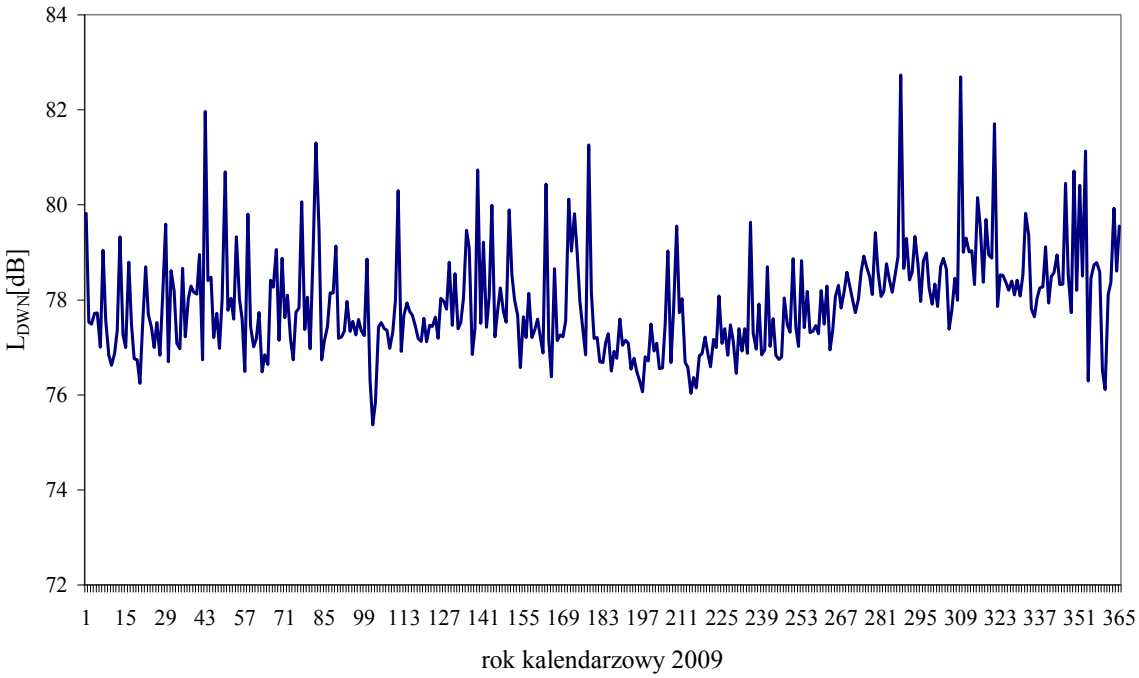
przedstawiony w pracy [6]. Pozwoliła on na rozpoczęcie systemowej analizy procesu zagrożenia hałasem terenów zlokalizowanych wokół jednej z głównej arterii komunikacyjnej Krakowa. Stworzyła warunki do podjęcia badań i ocen kwalifikacji stanu zagrożeń akustycznych, bazujących na akwizycji danych pomiarowych z reprezentatywnych dla ocen okresów. Dane te, posłużyły do sprawdzenia powiązań czasowych wyników poziomu w porach: dziennej L_{Di} (6:00-18:00), wieczorowej L_{Wi} (18:00-22:00) oraz w porze nocnej L_{Ni} (22:00-6:00), w kolejnych dnach roku kalendarzowego *i=1,2,.. ..,365,* a także estymacji poziomu dzienno-wieczorowo-nocnego $L_{DWN\,i}$ [4]:

$$L_{DWN\,t} = 10\log\left[\frac{1}{24}\left(12\cdot 10^{0,1L_{Dt}} + 4\cdot 10^{0,1\left(L_{Wt}+5\right)} + 8\cdot 10^{0,1\left(L_{Nt}+10\right)}\right)\right] \quad (5.3)$$

Stanowiły one również bazą dla estymacji ich długookresowych-średniorocznych oszacowań $L_{LT}{}^{(j)}$:

$$L^{(j)} = 10\log\left[\frac{1}{365}\sum_{k=1}^{365} L_{AeqLTk}^{(j)}\right] \quad (5.4)$$

dla pory:
dnia – j *=1*,
wieczoru – j *=2,*
nocy – j*=3*,
w całym roku kalendarzowym, a które są konieczne w procesie decyzyjnych związanym opracowaniem programów ochrony akustycznej środowiska.



Rys. 5.1 Przebieg zmienności wskaźnika długookresowego dla roku 2009

Z ich wartości utworzono populacje generalne wyników analizowanych wskaźników hałasu [L_{Di}, L_{Wi}, L_{Ni}, L_{DWNi}] ; *i=1,2 . .,365*, dla których analizowano poprawność założenia

o braku skorelowania wyników kontrolnych.

Przykładowy przebieg zmienności poziomu dźwięku L_{DWNi}, *i=1,2,.. ..,365* dla jednego z analizowanych lat; *(określający populację generalną dla wyników losowej próby kontrolnej)*; stanowiącej przedmiot analiz występowania powiązań czasowych wyników kontrolnych z kolejnych dni roku kalendarzowego zaprezentowano na rys. 5.1.

5.3 WYZNACZENIE NIEPEWNOŚCI STANDARDOWEJ ŚREDNIEJ DLA OCEN KONTROLNYCH O SKORELOWANYCH WYNIKACH OBSERWACJI POMIAROWYCH

Proces oceny zagrożeń hałasowych środowiska można zrealizować na podstawie dostępnego fragmentu szeregu czasowego, który dla ciągu ocen zmienności dzienno-wieczorowo-nocnego wskaźnika hałasu $L_{DWN\,t}$ można zapisać w postaci:

$$L_{DWNt} = \langle L_{DWN1}, L_{DWN2}, \ldots, L_{DWNn} \rangle \tag{5.5}$$

wyznaczanej dla kolejnych dni *t= 1, 2, ... ,n*. roku kalendarzowego. Przykład tej realizacji ocen zmienności dla roku 2009 znajduje się na rys. 5.1.

Dla analizowanego stacjonarnego szeregu kontrolowanych zmiennych L_{DWN} oraz poziomów L_D, L_W, L_N ich podstawowe własności statystyczne są opisywane przez: średnią, wariancję. Wielkością, która odróżnia szereg czasowy od ciągu realizacji ocen akustycznych są ich powiązania dane funkcją autokorelacji. Przeprowadzone badania wykazały, że obecne w nich zmienności są ze sobą skorelowane. Badania te zostały opisane w pracach [2, 3].

W krajowych i międzynarodowych publikacjach, a także instrukcjach szacowania niepewności pomiarów akustycznych nie zajmowano się dotychczas analizą tego zjawiska. Nie uwzględnia się wpływu autokorelacji pomiędzy obserwacjami pomiarowymi na niepewność oszacowania kontrolowanych wskaźników hałasu zakładając, że obserwacje kontrolne są niezależne.

W podjętych przez autorów badaniach postanowiono zweryfikować tą własność, w odniesieniu do zmienności wskaźnika zaprezentowanego na rys. 5.1.

Obliczono współczynnik autokorelacji r_k

$$r_k = \frac{\sum_{i=1}^{n-k}(x_i - \bar{x})(x_{i+k} - \bar{x})}{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2} \tag{5.6}$$

a następnie zgodnie z zaleceniami prac[5, 7, 9] wyznaczono odchylenie standardowe średniej dla obserwacji skorelowanych zgodnie ze wzorami:

$$s(\bar{x}) = \frac{s(x_i)}{\sqrt{n_{eff}}} \tag{5.7}$$

$$n_{eff} = \frac{n}{1 + 2\sum_{k=1}^{n-1}\frac{n-k}{n} r_k} \tag{5.8}$$

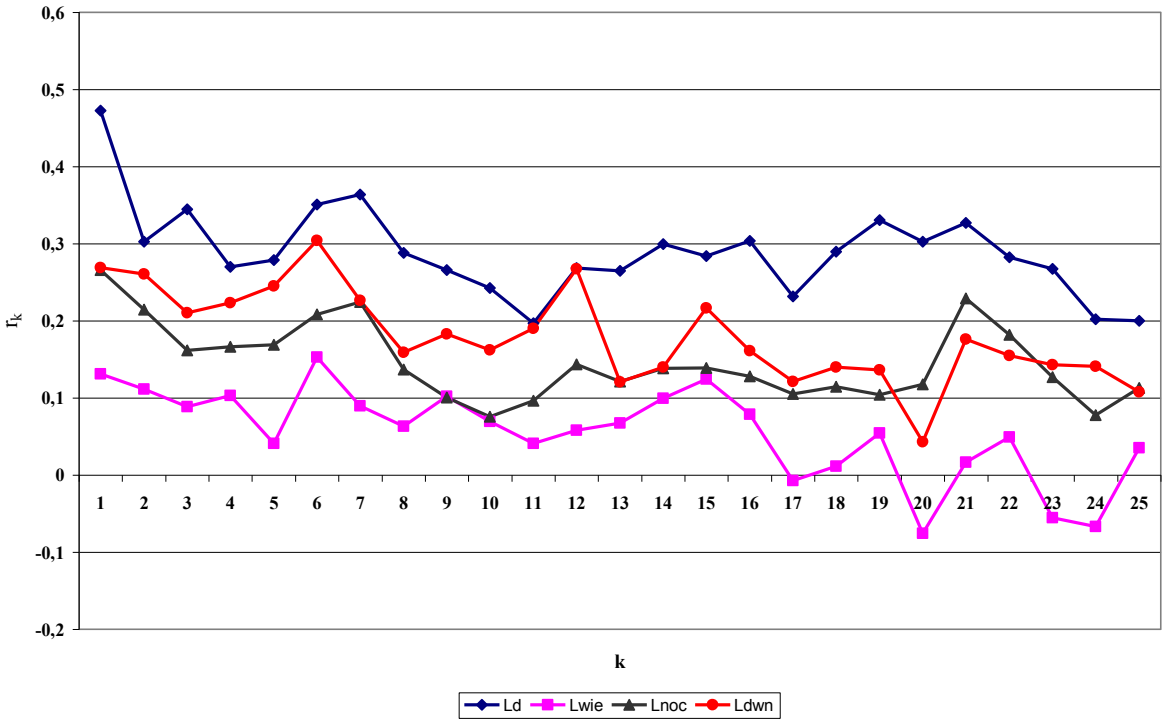
gdzie:

n_{eff} jest efektywną liczbą pomiarów mającą własność $n_{eff} \langle n$.

5.4 WYNIKI ANALIZ

Prezentowany w pracy przykład analizy dotyczy oszacowania niepewności dla zmienności wskaźnika dzienno-wieczorowo-nocnego L_{DWN} przedstawionego na rys. 5.1 i powiązanych z nim zmienności poziomu dźwięku L_D, L_W, L_N. Wszystkie dane wykorzystane do przeprowadzenia badań pochodziły z omówionego wcześniej ciągłego monitoringu poziomu dźwięku w Krakowie.

Wyznaczone dla nich funkcję autokorelacji L_{DWN} L_D, L_W, L_N, zostały przedstawione na rys. 5.2.



Rys. 5.2 Funkcja autokorelacji wyznaczona dla pory dnia, wieczoru i nocy oraz wskaźnika L_{DWN} z wyników całorocznych (2009)

Z uwagi na fakt występowania autokorelacji w obserwowanych przebiegach poziomu hałasu dla analizownych wskaźników hałasu dokonano skorygowanych obliczeń niepewności, według propozycji obliczeniowych [5, 7, 9]. Określające wynik obliczeń niepewności estymacji kontrolowanych wskaźników hałasu, według zmodyfikowanej procedury zamieszczono w tabeli 5.1

Jak wynika z przeprowadzonych badań, próba n= 365 skorelowanych obserwacji wskaźnika L_{DWN} jest równoważna próbce o średniej liczbie, tylko 39 $\approx n_{eff}$ = 38.9 nieskorelowanych obserwacji. Oznacza to, że poprawna estymacja a L_{DWN} jest możliwa przy mniejszej liczbie wyników pomiarowych, równej wartości n_{eff}. Nie ma więc potrzeby wykonywania pomiarów przez cały rok (n = 365).

Standardowa niepewność wartości średniej wynosi 0.12 dB, jeżeli nie uwzględnia się możliwości skorelowania pomiędzy wynikami estymacji wartości poziomu hałasu wskaźnika dzienno-wieczorowo-nocnego L_{DWNi}, jakie może mieć miejsce w kolejnych dniach roku kalendarzowego. Ocena ta jest zbyt optymistyczna, około 3-krotnie mniejsza niż przy

obliczeniach nie biorących pod uwagę faktu możliwości skorelowania wyników badan kontrolnych, a w przypadku estymacji wartości poziomu hałasu wskaźnika nocnego ponad 5-krotna. Tendencja ta jest powszechna z uwagi na fakt, że całym procesie estymacji wszystkich analizowanych wskaźników hałas liczba obserwacji n_{eff} jest mniejsze od liczby pomiarów w całym roku kalendarzowym.

Tabela 5.1 Wyniki obliczeń niepewności estymacji kontrolowanych wskaźników hałasu

Wielkość	Wartość oczekiwana [dB]	Odchylenie standardowe $S(X_i)$ pojedynczego pomiaru [dB]	Niepewność U dla pomiarów nieskorelowanych [dB]	Niepewność U_s dla pomiarów skorelowanych [dB]	Różnica $\Delta U = U_s - U$ [dB]	Efektywna liczba pomiarów n_{eff}
L_{DWN}	77,93	1,11	0,12	0,36	0,24	38,9
L_D	74,52	0,92	0,10	0,38	0,28	25,2
L_W	74,28	1,92	0,20	0,38	0,18	102,1
L_N	69,79	1,31	0,14	0,80	0,66	46,7

WNIOSKI

Jak wynika z analizy hałasowych danych pomiarowych (*regularnie próbkowanych) z* jednej ze stacji ciągłego monitoringu hałasu; (*zlokalizowanej przy jednej z głównych arterii drogowych miasta Krakowa*); w ich przebiegach zauważalne jest skorelowanie ich wartości. Jest ono tym silniejsze im krótszy jest czas pobierania próbek dla estymacji równoważnego poziomu dźwięku $L_{eq\,A}$ i przyjmowanych do obliczeń kontrolowanych wskaźników hałasu L_{Di}, L_{Wi} oraz L_{Ni}. Zjawisko to wynika z sposobu obliczeń równoważnego poziomu dźwięku, w którym kolejne wartości bazowe procesu kontrolnego są określone zbiorem poprzednich chwilowych wartości wykorzystanych do obliczeń równoważnego poziomu dźwięku i zaburzonym wynikiem ostatniego pomiaru poziomu dźwięku. W efekcie mamy do czynienia z pewnym ciągłym procesem stochastycznym $L_{eq\ A}\ (t)$ określonym na dyskretnym ciągu obserwacji L_A i próbkowanych w odstępach jedno sekundowych. Fakt ten oznacza, że przy ograniczonym czasie przeprowadzania pomiarów akustycznych, stosowane w praktyce sposoby zmniejszania niedokładności pomiarów kontrolnych, polegające na zwiększeniu liczebności próbek wartości $L_{eq\,A\,i}$, $i = 1,2,..\ .,n$ mogą być zawodne.

Fakt występowania skorelowania wyników pomiaru poziomu hałasu narzuca konieczność modyfikacji sposobu liczenia niepewności estymacji kontrolowanego wskaźnika hałasu. Jej opis wykonawczy jest treścią opracowanego artykuł. Wpływ skorelowania obserwacji kontrolnych, na wartość obliczeń niepewności estymacji średniej, ujmowany jest, poprzez wyznaczenie zastępczej liczby niezależnych obserwacji n_{eff}, którą zaproponował M. Dorozhovetz [5] do wyznaczenia niepewności pomiarów z uwzględnieniem autokorelacji. Nawiązuje ona do prac Bayley'a i Hammersley' (1946), którzy do opisu autoskorelowanych danych metrologicznych po raz pierwszy wprowadzili pojęcie n_{eff}. Proste zastąpienie liczby n obserwacji w obliczeniu odchylenia standardowego średniej, liczbą n_{eff} niezależnych obserwacji wskazuje, że obecne w literaturze oraz odpowiednich aktach prawnych sposoby oceny niepewności pomiarów akustycznych, dają zbyt korzystne oszacowania niepewności. Ilustracją tego faktu mogą być zamieszczone w pracy przykłady.

Jak wynika z rozważań zamieszczonych w pracy, w realizacji procesu oszacowań niepewności standardowej typu A kontrolowanych wskaźników hałasu, niezbędne jest wykonanie analiz skorelowania wyników pomiarowych. Oznacza to konieczność uzupełnienia istniejących programów komputerowych do obliczeń niepewności, algorytmami do wyznaczania funkcji autokorelacji oraz zmodyfikowanie stosownych wzorów obliczeń niepewności wartości estymowanych wskaźników hałasu, tak aby uwzględniały efektywną liczbę obserwacji.

LITERATURA

1. Arendarski I. (2003) *Niepewność pomiarów.* Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
2. Batko W., Bal-Pyrcz R. (2006) *Uncertainty analysis in the assessment of long – term noise indicators.* Archives of Acoustics vol.31, No 4 , str 253-260.
3. Batko W., Bal-Pyrcz R., (2007) *Analysis of stochastic acoustical hazards in environment.* Archives of Acoustics vol. 32, No4 (supplement) , Warszawa, str. 235-245.
4. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
5. Dorozhovetz M., Warsa Z. L. (2007) *Wyznaczanie niepewności typu A pomiarów o skorelowanych rezultatach obserwacji.* Pomiary Automatyka Kontrola Nr 2, s. 200-204.
6. Turzański P., Batko W. (1998). *Stan zagrożenia hałasem na terenie miasta Krakowa.* Oficyna Wydawnicza „Text" Kraków, 18-39.
7. Warsza Z. L., Zięba A. (2012): *Niepewność typu A pomiaru o obserwacjach samoskorelowanych.* Pomiary, Automatyka, Kontrola, vol. 58 nr 2 s. 157-162.
8. *Wyrażanie niepewności pomiaru. Przewodnik GUM* (1999) Wydawnictwo Główny Urząd Miar, Warszawa.
9. Zięba A. (2008): *Niepewność pomiaru obserwacji skorelowanych.* VII Sympozjum: 11-15 luty2008, Świnoujście, s. 72-76.
10. ZHang N. (2006). *Calculation of the uncertainty of the mean of autocorrelated measurements*. Metrologia 43, s. 276-281.

ANALIZA SKORELOWANIA WYNIKÓW POMIAROWYCH W OCENACH STANU ZAGROŻEŃ HAŁASOWYCH ŚRODOWISKA

Streszczenie: *Wyznaczenie niepewności pomiaru jest koniecznością każdej procedury kontrolnej. Zgodnie z ograniczeniami metody wyznaczenia niepewności pomiarów; (zalecanej w Przewodniku GUM opracowanym pod egida Międzynarodowego Biura Miar (BIPM)); wystąpiła konieczność analizy powiązań czasowych chwilowych wartości poziomu dźwięku L_{Ai} , które służą do wyliczeń kontrolowanych wskaźników hałasu. Autorzy rozpatrzyli problem występowania autokorelacji w wynikach pomiaru, regularnie próbkowanych poziomów dźwięku. Przedstawiono niezbędna identyfikację funkcji autokorelacji, dla kontrolowanej zmienności w roku kalendarzowym, równoważnych poziomów dźwięku L_{Di}, L_{Wi}, L_{Ni}, i = 1,2,. .,365. Wskazano niezbędną korektę dotychczasowych rozwiązań oceny niepewności, poprzez wyznaczenie efektywnej liczby nieskorelowanych obserwacji kontrolnych n_{eff}, zależnej od funkcji autokorelacji. Rozważania uzupełniono przykładem liczbowym ilustrującym możliwe różnice w ocenach niepewności estymacji wartości kontrolowanych wskaźników hałasu.*

Słowa kluczowe: *poziom dźwięku, hałas, autokorelacja, ocena niepewności*

AUTOCORRELATION OCCURRENCE IN MEASUREMENT RESULTS OF REGULARLY SAMPLED SOUND LEVELS IN ENVIRONMENTAL NOISE RISK ASSESSMENT

Abstract: *The determination of the uncertainty of measurement is a necessity of each control procedure. According to the limitations of the method of uncertainty of measurement determination; (recommended in the Guide of the Central Office of Measurements prepared under auspices of the International Bureau of Measurements); the necessity of analysis of time links of instantaneous sound level L_{Ai} values, which are used for calculations of the controlled noise indicators, occurred. The authors considered the problem of an autocorrelation occurrence in measurement results of the regularly sampled sound levels. The indispensable identification of the autocorrelation function for the controlled variability in the calendar year of equivalent sound levels L_{Di}, L_{Wi}, L_{Ni}, I = 1,2,. .,365 – was presented. The necessary correction of the up to now solutions of uncertainty assessments - by determining the effective number of uncorrelated control observations n_{eff}, depended on the autocorrelation function – was indicated. These considerations were supplemented by the numerical example illustrating possible differences in uncertainty assessments in the estimation of the controlled noise indicators values*.

Key words: *sound level, noise, autocorrelation, uncertainty evaluation*

prof. dr hab. inż**.** Wojciech BATKO
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie
Katedra Mechaniki i Wibroakustyki
Al. Mickiewicza 30, 30-059 Kraków
e-mail: batko@agh.edu.pl
dr inż. Renata BAL
Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie, Instytut Politechniczny
ul. Rynek 1, 38-400 Krosno
e-mail: renbal@pwsz.krosno.pl

6

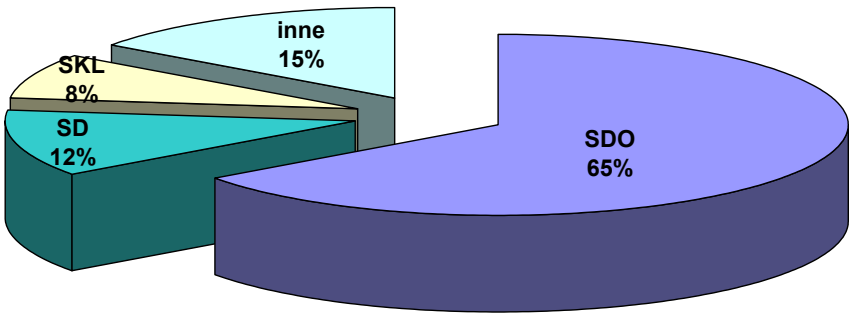
ANALIZA WPŁYWU STRZEMION NA PRACĘ ZŁĄCZA CIERNEGO

6.1 WPROWADZENIE

Głównym zadaniem strzemion w złączu ciernym jest zapewnienie odpowiedniej siły docisku między współpracującymi kształtownikami. Siła ta decyduje o parametrach pracy złącza ciernego, a w dalszej kolejności stojaków ciernych i odrzwi stanowiących podstawowe elementy konstrukcji podporowej górniczej obudowy wyrobisk korytarzowych. Strzemiona mają więc bardzo istotny wpływ na parametry pracy tej obudowy. Prawidłowa konstrukcja oraz poprawne wykonanie i montaż strzemion mogą w sposób istotny wpłynąć na poprawę parametrów pracy złączy ciernych oraz bezpieczeństwa pracy w wyrobiskach korytarzowych zabezpieczanych obudową podatną [2, 3].

W ostatnich kilkunastu latach powstało wiele konstrukcji strzemion, z których szerokie praktyczne zastosowanie znalazły dwa typy: kabłąkowe i dwujarzmowe [4, 5].

Obecnie najczęściej są stosowane strzemiona dwujarzmowe typu SDO i SD, stanowiące w sumie około 77% ogólnej liczby nowo montowanych strzemion (rys. 6.1). W pozostałych przypadkach są stosowane inne rodzaje strzemion, to jest strzemiona kabłąkowe typu SKL oraz KX, w których jarzma są wykonane z żeliwa, oraz strzemiona kabłąkowe typu KXW, w których jarzma są wykonane ze staliwa. W strzemionach tych kabłąki są wykonane ze stali.



Rys. 6.1 Rodzaje strzemion stosowanych w 2011 roku

Na rysunku 6.2 przedstawiono dwa najczęściej stosowane obecnie strzemiona, a mianowicie: strzemię kabłąkowe typu SKL29 (rys. 6.2a), w którym jarzmo jest wykonane z żeliwa oraz strzemię dwujarzmowe typu SDO29 (rys. 6.2b) wykonane ze stali S480W.

W oparciu o informacje pozyskane od użytkowników obudowy podatnej wyrobisk korytarzowych można stwierdzić, że złącza cierne z obecnie stosowanymi strzemionami nie

zapewniają optymalnego wykorzystania parametrów wytrzymałościowych kształtowników, z jakich wykonane są odrzwia i stojaki cierne oraz są źródłem niestabilnej pracy obudowy [3].

Na podstawie analizy literatury oraz uwzględniając informacje i opinie uzyskane od użytkowników strzemion ustalono, że głównymi problemami związanymi z ich eksploatacją są:

- zbyt duże wartości momentu dokręcenia nakrętek śrub powodujące usztywnienie złączy ciernych,
- zbyt małe wartości momentu dokręcenia nakrętek śrub, co powoduje brak odpowiedniej nośności i zbyt szybkie zsuwy w złączach ciernych,
- duża odkształcalność kołnierzy strzemion typu SDO,
- zbyt duża sztywność jarzm dolnych strzemion typu SKL,
- duże deformacje śrub strzemion będące wynikiem działania momentów zginających i deformacji jarzm strzemion,
- znaczne zmniejszenie nośności odrzwi po wystąpieniu zsuwu,
- duży ciężar strzemion SDO,
- różne typy strzemion znajdujące się na rynku, dla których brak jednoznacznych badań porównawczych,
- zbyt duże odchyłki geometryczne elementów strzemion (szczególnie typu SDO).

a) **b)**

Rys. 6.2 Rodzaje strzemion:
a) strzemię kabłąkowe SKL29, b) strzemię jarzmowe SDO29

Informacje te wykazały także, że niestabilna praca złączy ciernych powoduje, iż w wielu przypadkach obudowa podatna wyrobisk korytarzowych nie spełnia swojej funkcji w zakresie zabezpieczenia tych wyrobisk. Jednocześnie w ocenie użytkowników obudowy podatnej wyrobisk korytarzowych strzemiona są zdecydowanie najsłabszym jej ogniwem.

Mając na uwadze zadanie, jakie w złączu ciernym pełnią strzemiona oraz problemy związane z ich eksploatacją, w celu oceny ich pracy oraz roli w złączu ciernym przeprowadzono badania stanowiskowe, które swoim zakresem objęły jarzma strzemion oraz całe strzemiona kabłąkowe i jarzmowe.

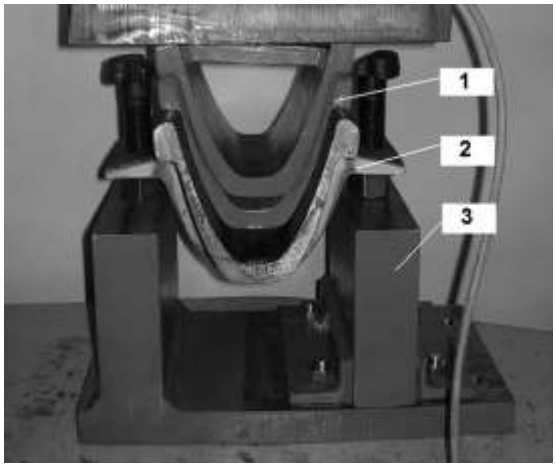
Celem badań było wyznaczenie charakterystyk pracy strzemion oraz ich jarzm i na tej podstawie określenie wartości obciążeń, przy których dochodzi do ich trwałego odkształcenia

oraz zniszczenia. Założono, że stan deformacji strzemion ma bardzo istotny wpływ na wartość siły, z jaką są dociskane współpracujące w złączu ciernym kształtowniki, co bezpośrednio przekłada się na parametry pracy złącza ciernego. Potwierdziły to zgłaszane przez użytkowników obudowy podatnej uwagi o nadmiernym odkształcaniu kołnierzy jarzm i kabłąków strzemion, a także wyniki analizy pracy połączenia gwintowego [1, 3].

6.2 BADANIA JARZM STRZEMION

Celem badań stanowiskowych jarzm strzemion było określenie wartości obciążenia przenoszonego przez jarzmo, przy którym dochodzi do jego trwałej deformacji lub zniszczenia.

Badania przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej z wykorzystaniem zaprojektowanego i wykonanego specjalnego przyrządu, którego widok wraz z zamontowanym jarzmem dolnym strzemienia SDO29 przedstawiono na rys. 6.3.



**Rys. 6.3 Badanie jarzma dolnego strzemienia SDO29 na zginanie:
1 – obciążnik przyrządu, 2 – badane jarzmo, 3 – podstawa przyrządu**

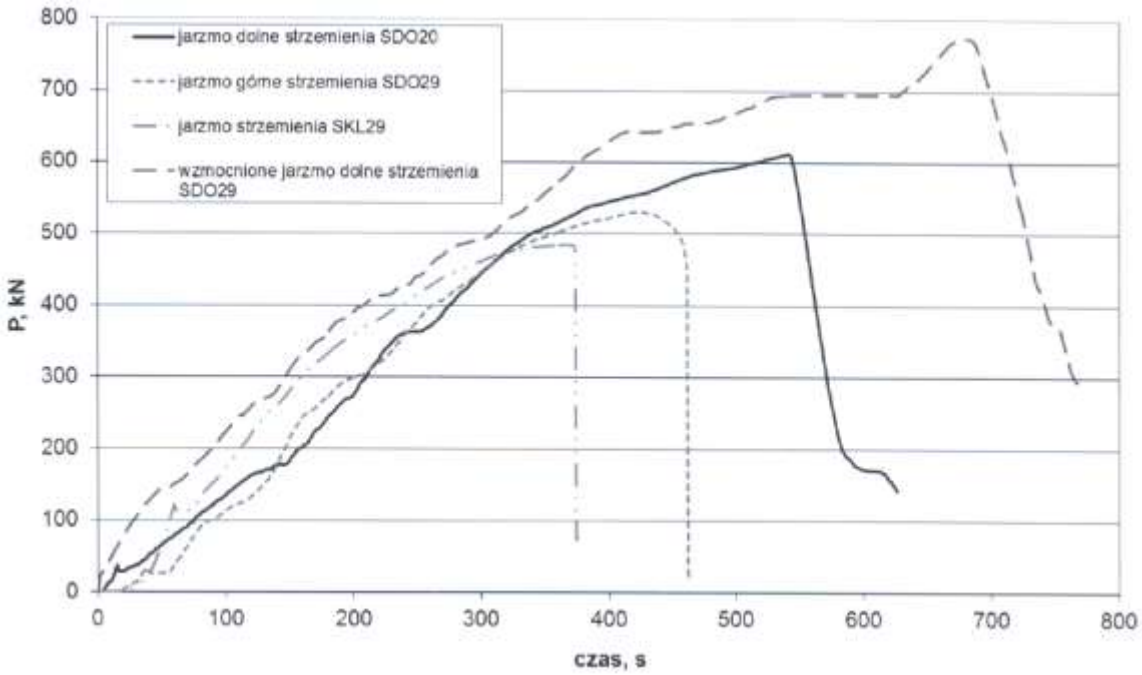
Badania polegały na zginaniu jarzma (2) siłą działającą symetrycznie względem niego poprzez specjalny obciążnik (1). W trakcie badań rejestrowano wartość siły, z jaką obciążano jarzmo oraz wartość przemieszczenia uchwytu górnego maszyny wytrzymałościowej, która odpowiadała przemieszczeniu kołnierzy jarzma.

Rys. 6.4 Jarzmo dolne strzemienia SKL29 po próbie zginania

Badaniom poddano jarzma dolne i górne strzemienia SDO29, jarzmo dolne strzemienia SKL29 (rys. 6.4) oraz wzmocnioną konstrukcję jarzma dolnego strzemienia SDO29 (rys. 6.5).

Rys. 6.5 Wzmocniona konstrukcja jarzma dolnego strzemienia SDO29 w trakcie badania

W wyniku badań wyznaczono charakterystyki pracy tych jarzm, określające czasowe zmiany wartości siły obciążającej jarzmo do momentu jego zniszczenia (rys. 6.6).



Rys. 6.6 Charakterystyki pracy jarzm strzemion

Analizując uzyskane wyniki można stwierdzić, że najwyższą wytrzymałość na zginanie posiada wzmocnione jarzmo dolne strzemienia SDO29. Jest to jednak konstrukcja prototypowa nie stosowana w praktyce. Natomiast spośród obecnie stosowanych konstrukcji strzemion najwyższą wytrzymałość na zginanie posiada jarzmo dolne strzemienia SDO29, natomiast najniższą jarzmo strzemienia SKL29 wykonane z żeliwa.

Zakładając symetryczne obciążenie jarzm strzemion, można przyjąć, że aby doszło do ich zniszczenia, na każdy z kołnierzy jarzm musi działać siła o wartości około 240 kN. Można

więc stwierdzić, że wartości sił, przy których doszło do zniszczenia badanych jarzm, są wysokie i w zakresie obciążeń, jakie są rejestrowane w śrubach strzemion złączy ciernych [1, 2], jarzma te nie powinny ulec zniszczeniu w czasie eksploatacji. Duże wątpliwości budzi natomiast stan deformacji jarzm, który bezpośrednio przekłada się na stan obciążenia śrub. Spośród badanych jarzm tylko wzmocniona konstrukcja jarzma dolnego strzemienia SDO29 wykazywała odpowiednią sztywność w zakresie przewidywanych wartości obciążenia.

Na podstawie uzyskanych wyników można także stwierdzić, że badania poszczególnych elementów strzemion nie uwzględniają wzajemnego ich oddziaływania, jakie ma miejsce w przypadku badania całych strzemion lub złączy ciernych. Z tego względu wyniki te należy traktować jako wstępne i porównawcze w stosunku do wyników uzyskanych z badania całych strzemion oraz złączy ciernych.

6.3. BADANIA STANOWISKOWE STRZEMION

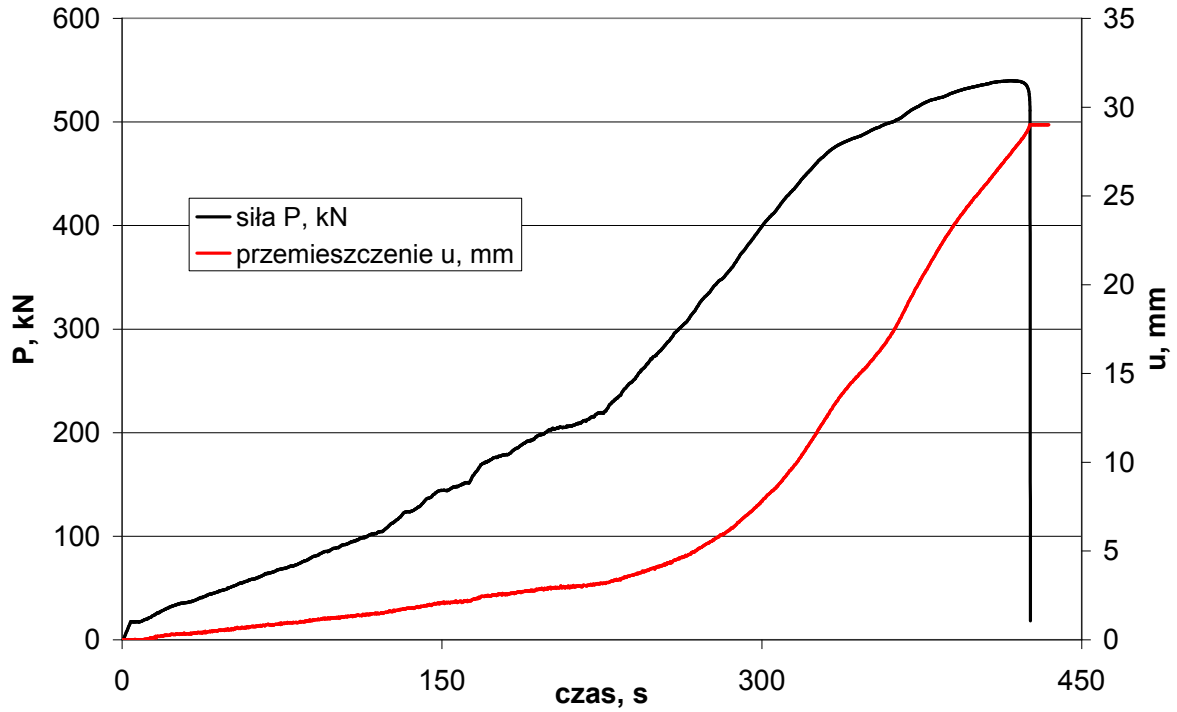
Oprócz badań jarzm strzemion, na podstawie których można określić ich parametry wytrzymałościowe, bardzo istotne znaczenia ma badanie całych strzemion, które stwarza możliwość także analizy współpracy tych elementów.

Badania strzemion przeprowadzono na maszynie wytrzymałościowej z wykorzystaniem specjalistycznego przyrządu zaprojektowanego przez autora. Zastosowanie tego przyrządu umożliwiło wyznaczenie charakterystyki pracy strzemienia obciążonego siłą rozciągającą. Widok przyrządu wraz z zamontowanym strzemieniem SDO29 przedstawiono na rys. 6.7

Celem badań było wyznaczenie charakterystyk pracy strzemion, określających zmianę wartości siły przenoszonej przez rozciągane strzemię do momentu jego zniszczenia lub takiego stanu deformacji, który uniemożliwiał dalszą jego pracę. W trakcie badania wyznaczano także wydłużenia strzemion, których miarą było przemieszczenie pionowe tłoka maszyny wytrzymałościowej.

Rys. 6.7 Przyrząd do badania strzemion na rozciąganie z zamontowanym strzemieniem SDO29

Na rys. 6.8 przedstawiono charakterystykę pracy strzemienia SDO29 wykonanego ze stali S480W oraz zmianę wartości jego przemieszczenia (u), a na rys. 6.9 widok tego strzemienia po badaniu.



Rys. 6.8 Charakterystyka pracy strzemienia SDO29

Analizując uzyskane przebiegi, można stwierdzić, że maksymalna wartość siły, jaką przeniosło strzemię SDO29, wyniosła 539 kN, natomiast proces jego odkształcenia plastycznego rozpoczął się przy wartości siły obciążającej wynoszącej około 280 kN. Zakładając równomierne obciążenie kołnierzy jarzm tego strzemienia, można przyjąć, że przy obciążeniu rozciągającym wynoszącym około 140 kN rozpoczyna się proces trwałej deformacji kołnierzy jego jarzma dolnego.

Rys. 6.9 Widok strzemienia SDO29 po badaniu na rozciąganie

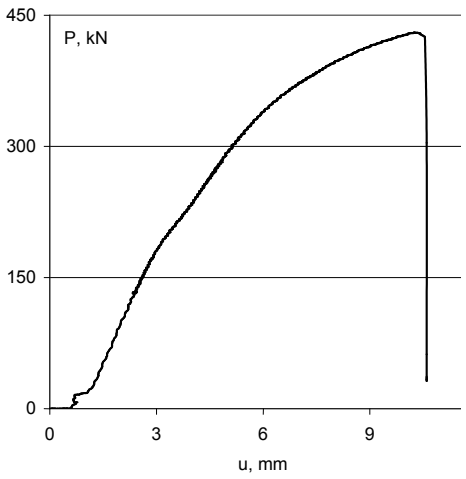
Informacja ta jest bardzo istotna przy ustalaniu wstępnych wartości sił osiowych w śrubach strzemion. Można przyjąć, że dla złącza ciernego ze strzemionami SDO29

wykonanymi ze stali S480W wartość wstępnej siły osiowej w śrubie strzemienia nie powinna przekroczyć 140 kN. Powyżej tej wartości nastąpi proces trwałej deformacji kołnierzy jarzma dolnego strzemienia powodujący mimośrodowe obciążenie śrub.

Oprócz strzemion SDO29 badaniom poddano strzemiona SKL29, KX29 i KX29W, dla których charakterystyki pracy oraz ich widoki po badaniu przedstawiono na rysunkach 6.9, 6.10 i 6.11. W prezentowanych przykładach charakterystyka pracy strzemienia określa zmianę wartości siły (P) działającej na strzemię w funkcji jego przemieszczenia (μ).

Na rys. 6.13 przedstawiono wyniki badania na rozciąganie wzmocnionej konstrukcji strzemienia SDO29, jako rozwiązania prototypowego. W tym przypadku przebiegi zmian wartości siły przenoszonej przez strzemię oraz jego odkształcenia ujęto w funkcji czasu obciążenia.

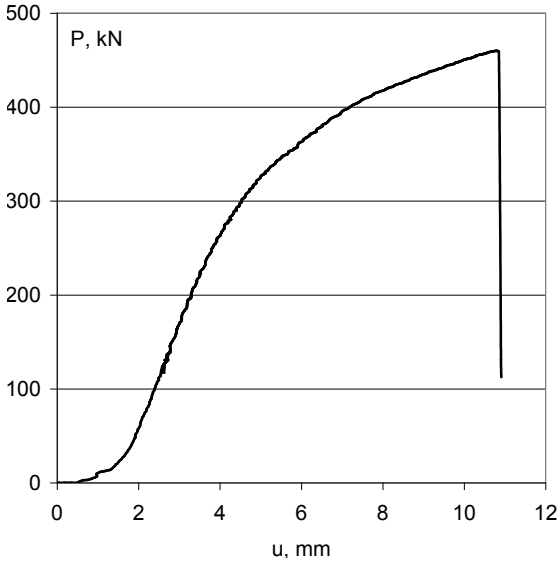
a)



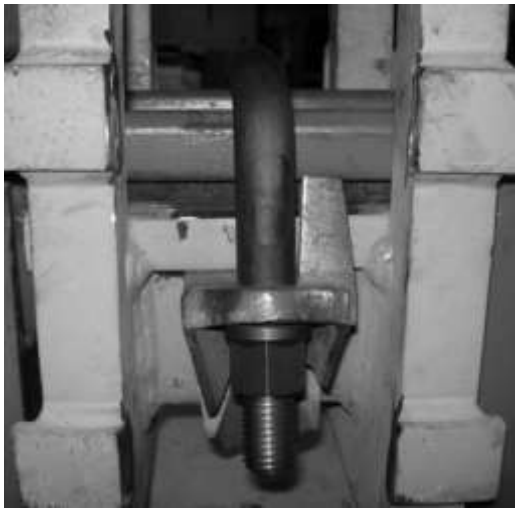
b)

Rys. 6.10 Badanie strzemienia SKL29:
a) charakterystyka pracy, b) widok po badaniu

a)

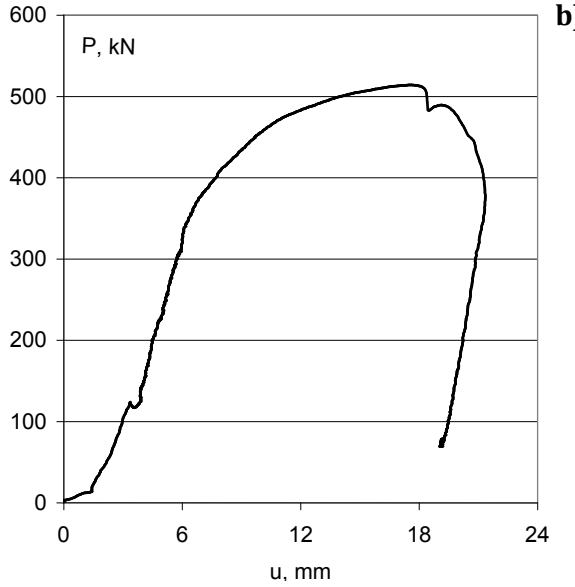


b)



Rys. 6.11 Badanie strzemienia KX29:
a) charakterystyka pracy, b) widok po badaniu

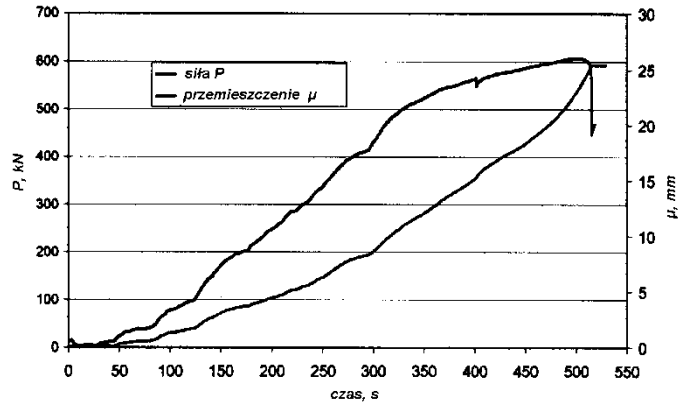
a)



b)

Rys. 6.12 Badanie strzemienia KX29W:
a) charakterystyka pracy, b) widok po badaniu

a)



b)

Rys. 6.13 Badanie wzmocnionego strzemienia SDO29:
a) charakterystyka pracy, b)widok po badaniu

Analizując uzyskane charakterystyki, można stwierdzić, że największe obciążenie wynoszące 609 kN przeniosło wzmocnione strzemię SDO29 (rys. 6.13). Wartość siły, przy której następuje trwałe odkształcenie elementów tego strzemienia, jest najwyższa spośród badanych i wynosi około 512 kN.

Wysokie obciążenie wynoszące 512 kN przeniosło strzemię kabłąkowe KX29W, którego jarzmo dolne wykonane jest ze staliwa. Również wartość siły, przy której następuje trwałe odkształcenie elementów tego strzemienia, jest wysoka i wynosi około 450 kN.

W strzemionach typu SKL29 i KX29, których jarzma dolne są wykonane z żeliwa, zanotowano niższe wartości sił, przy których doszło do ich zniszczenia. W strzemionach tych wystąpiły mniejsze odkształcenia, które objęły ich kabłąki. Zniszczeniu uległy natomiast ich żeliwne jarzma.

Na podstawie uzyskanych wyników można stwierdzić, że charakterystyki pracy

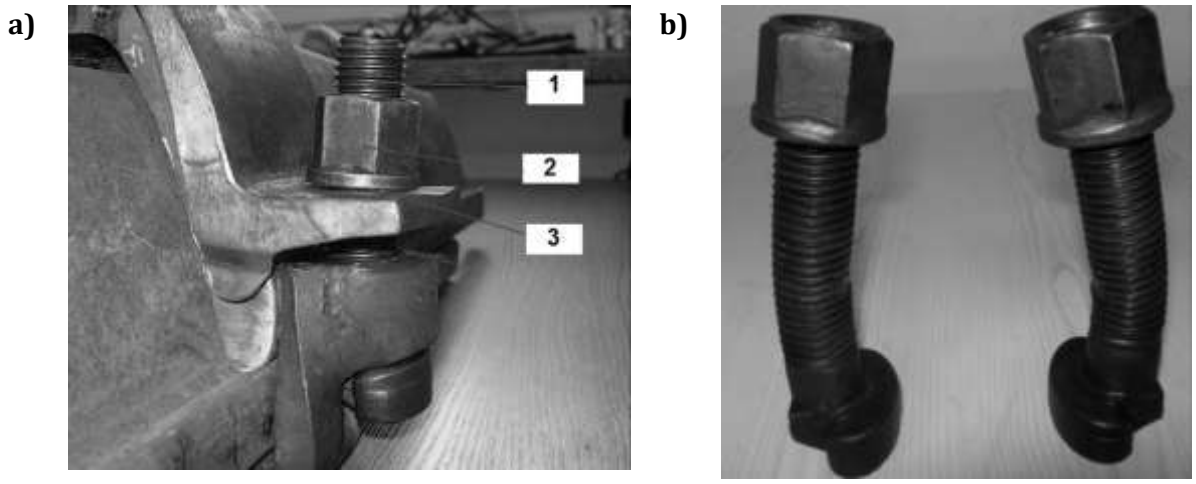
strzemion oraz proces ich zniszczenia są uzależnione w istotnym stopniu od materiału, z jakiego je wykonano oraz od ich kształtu. W szczególności świadczy o tym charakterystyka pracy wzmocnionego strzemienia SDO29. Zwiększenie sztywności kołnierzy poprzez wprowadzenie bocznych wzmocnień znacznie poprawiło parametry pracy tego strzemienia.

Z punktu widzenia pracy złącza ciernego najkorzystniejszymi parametrami pracy spośród obecnie stosowanych strzemion charakteryzuje się strzemię KX29W, które uległo zniszczeniu przy najwyższym obciążeniu zewnętrznym. Również proces trwałej deformacji tego strzemienia rozpoczyna się przy wysokich wartościach obciążenia, co umożliwia uzyskanie wysokich wartości wstępnych sił osiowych w jego śrubach.

W przypadku najczęściej obecnie stosowanych strzemion typu SDO maksymalna wartość obciążenia, przy której doszło do jego zniszczenia, jest również wysoka, natomiast przy niższych wartościach obciążenia dochodzi do trwałej deformacji jarzma dolnego tego strzemienia. Wydaje się jednak, że zarejestrowane wartości tego obciążenia w praktyce są wystarczające, aby zapewnić odpowiednią wartość siły docisku współpracujących w złączu ciernym kształtowników.

6.4 WPŁYW STRZEMION NA PARAMETRY PRACY ZŁĄCZA CIERNEGO

Analizując uzyskane wyniki badań strzemion oraz ich jarzm można stwierdzić, że stosowane obecnie strzemiona nie do końca spełniają swoją funkcję w złączach ciernych. Uzyskane wyniki jednoznacznie wskazują, że w konstrukcjach tych bardzo trudno jest zapewnić osiowe obciążenie śrub.



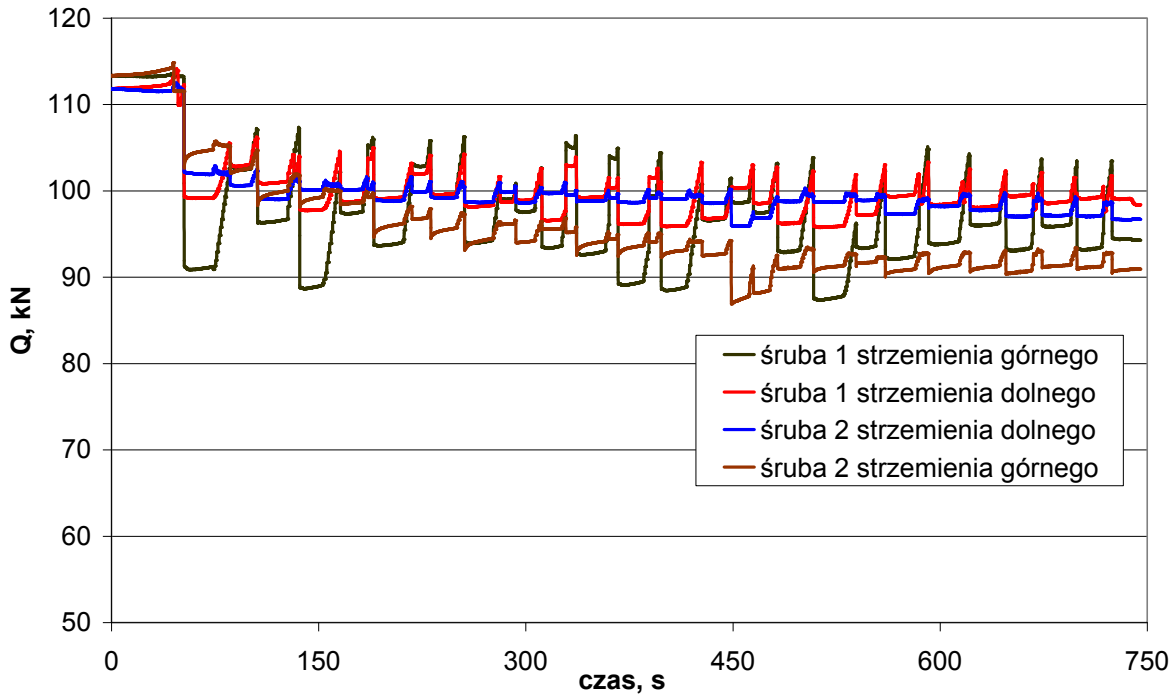
Rys. 6.14 Stan deformacji strzemienia i śrub w złączu ciernym po montażu

Na rys. 6.14 przedstawiono stan deformacji strzemienia SDO29 oraz jego śrub w złączu ciernym po montażu, w którym śruby dokręcono momentem 450 Nm, a na rys. 6.15 widoki jarzm dolnych strzemienia SDO29 przed i po badaniu. W jarzmie dolnym (3) strzemienia górnego (rys. 6.14a) nastąpiła deformacja kołnierza, która spowodowała, że powierzchnia oporowa nakrętki (2) śruby (1) nie jest równoległa do powierzchni oporowej kołnierza jarzma. Konsekwencją tego stanu jest pojawienie się w śrubie (1) oprócz siły rozciągającej także momentu zginającego. Zjawisko deformacji kołnierzy jarzm strzemion oraz ich ścian

bocznych (rys. 6.15) jest bardzo niekorzystne i wywołuje w śrubie złożony stan naprężenia powodujący jej zginanie (rys. 6.14b). Proces ten negatywnie wpływa na pracę śrub, a w dalszej kolejności stanowi jedną z przyczyn niestabilnej pracy złączy ciernych [6, 7].

Rys. 6.15 Widoki jarzm dolnych strzemienia SDO29 przed i po badaniu

Stan obciążenia śrub strzemion ma bowiem fundamentalne znaczenie dla pracy złącza ciernego, o czym świadczą przedstawione na rys. 6.16 przebiegi zmian wartości sił osiowych w tych śrubach w czasie pracy złącza ciernego. Przebiegi te także wskazują, że w wyniku zsuwu w złączu ciernym następuje zmniejszenie wartości sił w śrubach strzemion, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia wartości siły, z jaką dociskane są współpracujące kształtowniki.



Rys. 6.16 Przebiegi czasowe sił osiowych w śrubach strzemion

W oparciu o uzyskane wyniki można stwierdzić, że proponowane obecnie przez konstruktorów wysokie wartości momentów, z jakimi mają być dokręcane śruby strzemion, zamiast zwiększyć wartość siły, z jaką są dociskane współpracujące w złączu kształtowniki, mogą doprowadzić do trwałego odkształcenia elementów tych strzemion. Przy obecnie stosowanych konstrukcjach strzemion może to spowodować efekt odwrotny, czyli obniżyć wartość tej siły. Zmniejszenie wartości siły, z jaką dociskane są współpracujące w złączu kształtowniki skutkuje zmniejszeniem nośności złącza i obudowy, a w dalszej kolejności pogorszeniem stanu bezpieczeństwa pracy w wyrobiskach zabezpieczanych tą obudową.

PODSUMOWANIE

W oparciu o przeprowadzone badania oraz informacje uzyskane od użytkowników obudowy podatnej wyrobisk korytarzowych można stwierdzić, że strzemiona mają bardzo istotny wpływ na parametry pracy złączy ciernych.

Aby prawidłowo wykonać swoje zadanie ich konstrukcja musi stanowić skuteczne zabezpieczenie śrub i kabłąków przed zginaniem w trakcie wstępnego montażu i w czasie pracy złącza. Stanowi to warunek konieczny do zapewnienia odpowiedniej i stabilnej siły docisku współpracujących w złączu ciernym kształtowników.

Podstawowymi cechami konstrukcyjnymi, jakimi powinny charakteryzować się strzemiona stosowane w obudowie podatnej wyrobisk korytarzowych są:

- odpowiednie sztywności kołnierzy strzemion umożliwiające ich pracę bez większych deformacji w zakresie wartości siły osiowej w śrubie strzemienia do ok. 140 kN,
- małe tolerancje wymiarów geometrycznych strzemion,
- mała masa strzemion w celu ułatwienia montażu oraz obniżenia ich kosztów,
- odpowiedni stan śrub (bez uszkodzeń gwintu i bez korozji),
- odpowiednie parametry wytrzymałościowe materiałów, z jakich wykonuje się strzemiona.

Bardzo istotne znaczenie dla prawidłowej pracy złączy ciernych stosowanych w obudowie podatnej wyrobisk korytarzowych ma odpowiednia metodyka oceny i kontroli stanu technicznego ich strzemion. W tym zakresie konieczna jest:

- kontrola stanu śrub strzemion przed ich montażem (stwierdzenie braku korozji oraz uszkodzeń gwintu),
- odpowiedni montaż strzemion niepowodujący uszkodzeń gwintu,
- sprawdzanie stanu smarowania śrub przed montażem i w czasie eksploatacji,
- określenie wartości momentu dokręcenia nakrętek śrub strzemion w zależności od smarowania połączenia gwintowego oraz powierzchni oporowych nakrętek i kołnierzy jarzm, co zapewni uzyskanie wymaganej wartości siły osiowej w śrubie,
- sprawdzanie stanu śrub strzemion w czasie użytkowania obudowy,
- w przypadku wystąpienia zsuwu w złączu ciernym konieczne jest dokręcenie śrub strzemion lub zastosowanie konstrukcji klina oporowego powodującego samo napinanie się śrub.

Dużym problemem dla użytkowników obudowy podatnej jest także brak kontroli sił osiowych w śrubach strzemion. W wyniku występujących zsuwów i złożonego stanu obciążenia oraz pełzania siły te ulegają znacznemu zmniejszeniu, co powoduje zmniejszenie

nośności zsuwnej złącza ciernego, a w dalszej kolejności odrzwi i stojaków ciernych. Zasadnym wydaje się zatem zastosowanie podkładek deformacyjnych oraz sprężyn talerzowych w celu kontroli wartości tych sił.

W kontekście przeprowadzonych badań krytycznie należy ocenić obecnie stosowane metody podwyższenia nośności obudowy podatnej wyrobisk korytarzowych polegające na stosowaniu coraz cięższe profili z jakich wykonuje się obudowę, złączy cierne z trzema strzemionami oraz rosnących wartości momentów, z jakimi dokręca się nakrętki śrub strzemion. Rozwiązania te, w wielu przypadkach, ze względu na małą efektywność pracy strzemion, a co za tym idzie i złączy ciernych oraz problemy z montażem ciężkich konstrukcji obudowy nie przynoszą spodziewanych efektów. Powodują natomiast znaczny wzrost kosztów związany z wysokimi cenami stali oraz problemami z transportem i montażem obudowy.

LITERATURA

1. Brodny J.: *Analiza wytężeniowa strzemion odrzwi obudowy chodnikowej*. Prace Naukowe GIG, Kwartalnik nr 2/1/2009, Katowice 2009.
2. Brodny J.: *Analyse des Einflusses der Dynamischen Belastung auf die wirkung der Reibverbindung des nachgiebigen Ausbaus*. Glückauf-Forschungshefte, 7/8, 2011.
3. Brodny J.: *Wstępna analiza uszkodzeń elementów górniczej korytarzowej obudowy podatnej na podstawie badań ankietowych*. Studia i materiały Polskiego Stowarzyszenia Zarządzania Wiedzą, tom 45/2011.
4. Ciałkowski B.: *Nowe konstrukcje strzemion do obudowy chodnikowej*. Materiały Seminarium SITG, Nowoczesne technologie górnicze. Ustroń 2006.
5. Ciałkowski B., Juraszek J., Słoma I.: *Badania typoszeregu strzemion do łukowej obudowy odrzwiowej.* Konferencja Budownictwo Górnicze 2000. Kokotek k. Lublińca 1986.
6. Ditrich M.: *Podstawy konstrukcji maszyn*. Wydanie II zmienione, tom 1,2,3, WNT, Warszawa 1999.
7. Skoć A., Spałek J.: *Podstawy konstrukcji maszyn.* Tom 2, WNT. Warszawa 2008.

ANALIZA WPŁYWU STRZEMION NA PRACĘ ZŁĄCZA CIERNEGO

Streszczenie: *W opracowaniu przedstawiono wyniki badań wpływu strzemion oraz ich jarzm na pracę złącza ciernego wykorzystywanego w górniczej obudowie podatnej wyrobisk korytarzowych. Oprócz połączenia konstrukcyjnego głównym zadaniem strzemion w złączu ciernym jest zapewnienie odpowiedniej siły docisku między współpracującymi kształtownikami, co wiąże się z koniecznością zapewnienia osiowego obciążenia w stosowanym w strzemionach połączeniu gwintowym. W tym celu przeprowadzono badania całych strzemion i ich jarzm określając wartość obciążenia, przy którym dochodzi do ich trwałej deformacji. Deformacje te są główną przyczyną nieosiowego obciążenia połączenia gwintowego. Badaniom poddano najczęściej obecnie stosowane konstrukcje strzemion oraz wzmocnioną wersję strzemienia SDO29. Uzyskane wyniki jednoznacznie dowodzą, że strzemiona mają bardzo istotny wpływ na pracę złączy ciernych oraz bezpieczeństwo pracy obudowy.*

Słowa kluczowe: *obudowa podatna, złącze cierne, strzemiona*

ANALYSIS OF INFLUENCE OF CLEVISES ON FUNCTIONING OF FRICTION JOINT

Abstract: *The paper presents the results of research on influence of clevises and their yokes on functioning of friction joint used in mining housing of corridor excavation. Apart from the construction joint, the main role of the clevis in friction joint is ensuring sufficient downforce among working profiles, which is related with the necessity of ensuring axial load in threaded joints. For this reason there was performed research on whole clevises and their yokes concentrated on determining the value of the load, at which they get permanently deformed. These deformations are the main reason for non-axial load of threaded joint. The research was done on the most commonly used constructions of clevises and the reinforced version of SDO29 clevis. The results prove that the clevises have crucial impact on functioning of friction joints and safety of work of the housing*.

Key words: *mining housing, friction joints, clevises*

dr hab. inż. Jarosław BRODNY, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice
tel. +4832 237 2465, e-mail: jaroslaw.brodny@polsl.pl

7

EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO JAKO INSTRUMENT WSPARCIA UPORZĄDKOWANIA GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE – STUDIUM PRZYPADKU

7.1 WPROWADZENIE

Polska przystępując do Wspólnoty Europejskiej poprzez podpisanie Traktatu Akcesyjnego wzięła na siebie wypełnienie szeregu obowiązków związanych bezpośrednio bądź pośrednio z szeroko rozumianą ochrona zasobów naturalnych. Znaczna ich część jest związana z produkcja i zagospodarowaniem odpadów w tym płynnych – ścieków. Pomimo, iż w dokumencie tym są zawarte klauzule zakładające pełne obowiązywanie przepisów prawnych Unii Europejskiej w zakresie odprowadzania i oczyszczania ścieków komunalnych w Polsce od dnia 31 grudnia 2015 r. [1] to rząd i samorządy zdają sobie sprawę z nieuchronności tego terminu podejmują odpowiednie działania.

Przepisy ogólne zawarte w powyżej wzmiankowanym dokumencie zostały uszczegółowione przez polskie akty prawne w formie ustaw. I tak artykuł 43 ustawy Prawo Wodne stanowi: „Aglomeracje o równoważnej liczbie mieszkańców powyżej 2000 powinny być wyposażone w systemy kanalizacji zbiorczej dla ścieków komunalnych, zakończone oczyszczalniami ścieków, zgodnie z ustaleniami krajowego programu oczyszczania ścieków komunalnych" oraz „Aglomeracja oznacza teren, na którym zaludnienie lub działalność gospodarcza są wystarczająco skoncentrowane, aby ścieki komunalne były zbierane i przekazywane do oczyszczalni ścieków komunalnych, natomiast przez jednego równoważnego mieszkańca rozumie się ładunek substancji organicznych biologicznie rozkładalnych wyrażony jako wskaźnik pięciodobowego biochemicznego zapotrzebowania na tlen w ilości 60 g tlenu na dobę" [2]. Oznacza, iż na terenie każdej gminy nawet małej musi powstać ww. system.

7.2 GOSPODARKA WODNO ŚCIEKOWA W GMINIE LĘDZINY

Problem gospodarki ściekowej w Gminie Lędziny narastał od momentu uzyskania samodzielności gminy w roku 1991. Lędziny, jako gmina górnicza dzięki kopalni „Ziemowit" i jej pomocy mogła się rozwijać i powiększać. Powstające sukcesywnie wraz z rozwojem kopalni osiedla górnicze zasiedlane były nowymi mieszkańcami, którzy tutaj dostali pracę i związali się nie tylko z górnictwem, ale wtopili się w lokalną społeczność. Powstające osiedla pierwotnie, jako „domki fińskie" później bloki 3-4 kondygnacyjne były wyposażone już w

system kanalizacji zbiorczej. Wobec powyższego tereny zagospodarowywane przez kopalnię do celów mieszkaniowych miały swoje odprowadzenia ścieków zarówno sanitarnych jak i deszczowych. Kopalnia regulowała również w pewnej części spływ wód powierzchniowych i opadowych, jako działania mające usuwać skutki wpływów eksploatacji górniczej. Również dzięki mechaniczno-biologicznej oczyszczalni ścieków będącej własnością kopalni oczyszczane były ścieki o charakterze sanitarnym nie tylko z terenu zamkniętego kopalni, ale również z przyległych osiedli górniczych. Gorzej sytuacja przedstawiała się w rejonach typowo rolniczych i osiedlach domów jednorodzinnych gminy. Niestety ścieki z tych rejonów w przeważającej większości odprowadzano do lokalnych rowów i cieków.

Władze na nowo odrodzonej gminy Lędziny mimo ważkości problemu odprowadzania i oczyszczani a ścieków nie zdołały do końca ubiegłego wieku wyraźnie poprawić sytuacji. W roku 1996 powstała co prawda koncepcja uporządkowania gospodarki ściekowej ale nie podjęto intensywnych działań w celu jej realizacji. Jedynym pozytywnym aspektem istnienia tej koncepcji była realizacja nowej oczyszczalni ścieków w dzielnicy Hołdunów, która została oddana do użytkowania w 2004 r.

Problem uporządkowania gospodarki ściekami powrócił z chwilą wstąpienia Polski w szeregi państw Unii Europejskie i zapisach w ustawie Prawo Wodne o konieczności oczyszczania ścieków w aglomeracjach wyznaczającej sztywne zapisy o wielkościach aglomeracji i datach osiągania redukcji zanieczyszczeń. Z drugiej jednak strony dzięki dostępności funduszy europejskich otworzyły się nowe możliwości finansowania inwestycji komunalnych w tym również w dziedzinie ochrony środowiska. W 2004 r. Gmina Lędziny podjęła decyzję o ubieganiu się o środki na uporządkowanie gospodarki ściekowej z Funduszu Spójności. W pierwszym budżecie Unii, który w przypadku Polski obejmował lata 2004-2006 warunki graniczne dostępności środków z Funduszu Spójności tj. kompleksowość rozwiązań oraz wartość projektu powyżej 10 mln Euro były przez Gminę spełnione.

Niestety fakt możliwości sięgnięcia po środki unijne nie oznacza łatwości ich dostępu i wymaga wielkiej determinacji w ich pozyskaniu.

7.3 ZAGROŻENIA ZWIĄZANE Z PROWADZENIEM PROJEKTU UPORZĄDKOWANIA GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ WSPÓŁFINANSOWANEGO Z EFRR W RAMACH PO INFRASTRUKTURA I ŚRODOWISKO

Podstawowe bariery na jakie napotyka się podczas aplikowania o środki w ramach PO Infrastruktura i Środowisko na przykładzie projektu: „Uporządkowane gospodarki ściekowej w Gminie Lędziny" są następujące:

Termin aplikacji

Podejmując w 2004 r. decyzję o aplikowaniu o środki z Funduszu Spójności założeniem Gminy było sfinansowanie i wykonanie projektu ze środków dostępnych w budżecie 2004-2006. Wpływ na to miał również stan instalacji oczyszczania ścieków na terenie oczyszczalni „Ziemowit" (rys. 7.1 i 7.2).

Dlatego już w sierpniu 2005 r. czyli niespełna rok od podjęcia tej decyzji złożono wniosek aplikacyjny, który jak się później okazało nigdy nie był zweryfikowany i rozpatrzony.

Rys. 7.1 Oczyszczalnia ścieków „Ziemowit" przed modernizacją

Rys. 7.2 Element konstrukcyjny podtrzymujący napęd szczotek napowietrzających przed modernizacją

Z uwagi na doświadczenia w pierwszym okresie programowania zapowiadano pojawienie się nowych wytycznych związanych z warunkami składania wniosków aplikacyjnych. Niestety Gmina trafiła nieszczęśliwie na okres przejściowy między dwoma budżetami Unii i jej wniosek aplikacyjny mógł być rozpatrzony po wejściu w życie nowych wytycznych. Ostatecznie wniosek aplikacyjny zgodnie z nowymi, długo oczekiwanymi wytycznymi został złożony dopiero w 2008 r. Przesunięcie w czasie o 3 lata złożenia wniosku nie było by tak bolesne gdyby nie zmiana wartości projektu. Otóż okazało się, że to co gmina wyceniła w 2004 r. jako wartość projektu różni się dokładnie o 100% od wartości w 2008 r.

Zmiany na rynku wykonawców i dostawców oraz środki z uruchomionych funduszy europejskich doprowadziły do wzrostu cen robót budowlanych. Dla projektu lędzińskiego oznaczało to zmianę ceny z ok. 120 mln zł do ponad 240 mln zł przy nie zmienionym zakresie rzeczowym. Skutkiem było zmniejszenie zakresu rzeczowego do możliwości finansowych beneficjenta i Gminy zachowując jak największy procent skanalizowania miasta.

Krajowy program oczyszczania ścieków komunalnych

Przystępując do KPOŚK Gmina Lędziny dysponowała tylko koncepcją gospodarki ściekowej z lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku i bazując na tym dokumencie określiła swoje potrzeby. Niestety założenia przyjęte do stworzenia tego dokumentu nie przystawały do rzeczywistości roku 2005. I tak przy założeniu zużycia wody na mieszkańca w granicach 150 l/osobę/dzień błędnie określono przepustowość oraz ilość oczyszczalni ścieków. Nowa koncepcja opracowana na potrzeby stworzenia dokumentów aplikacyjnych do Funduszu Spójności zakładała zużycie wody na poziomie 94 l/osobę/dzień zmieniając tym samym zakres inwestycji ściekowej w mieście. Tak duża zmiana w założenia projektowych wymusiła konieczność zmiany ilości oczyszczalni ścieków w mieście oraz dróg przesyłowych. Tym samym zaszła konieczność zmiany zapisów w KPOŚK dla gminy Lędziny ponieważ dokumenty aplikacyjne musiały w swoim zakresie inwestycyjnym być zgodne z zamierzeniami Gminy wynikającymi z zapisów KPOŚK. Niestety zmian zapisów w KPOŚK nie dokonuje się z dnia na dzień dlatego dostosowanie treści zapisów studium wykonalności oraz wniosku aplikacyjnego wymagało czasu. W przypadku projektu „Uporządkowanie gospodarki ściekowej w Gminie Lędziny" istotnych zmian w KPOŚK dokonano dwukrotnie a zważywszy na fakt, że możliwość takich zmian istnieje tylko raz w roku to właśnie tyle czasu zajęło ujednolicenie zapisów w dokumentach.

Jeden właściciel jeden operator

Przystępując do tworzenia założeń będących podstawą dokumentów aplikacyjnych dla projektu: "Uporządkowanie gospodarki ściekowej w Gminie Lędziny" nikt w Gminie nie przypuszczał, że dokona się swoista rewolucja związana z rozwiązaniami gospodarki ściekowej. Już w studium wykonalności będącym dokumentem wyjściowym dla wniosku aplikacyjnego należało określić dokładnie beneficjenta pomocy. W tym konkretnym przypadku alternatywy były dwie, tj. Gmina, lub istniejąca gminna spółka komunalna.

Z uwagi na możliwość rozliczania podatku VAT wybór był oczywisty – to spółka miała być przyszłym beneficjentem pomocy. Jak się jednak okazało istniejąca wielobranżowa

spółka komunalna „Partner” właśnie z uwagi na szeroki zakres działalności nie może zostać beneficjentem.

Rys. 7.3 Komora stabilizacji tlenowej w trakcie modernizacji

Rys. 7.4 Reaktor biologiczny w trakcie modernizacji

Powód – możliwość finansowania skrośnego innych działalności. Tak postawiony przez NFOŚiGW w Warszawie problem niejako wymusił powstanie w Gminie zakładu

budżetowego – Zakład Usług Komunalnych. Właśnie tam przeniesiono ze spółki „Partner" działalności nie związane z gospodarką ściekową zostawiając spółkę tylko przy działalności ściekowej spełniając „sugestie" NFOŚ i GW. Niestety i w tym przypadku to nie koniec problemów ponieważ zapisy wytycznych były jednoznaczne – „jeden właściciel, jeden operator". W przypadku firmy „Partner" spółkę przewidziano jako operatora nowo wytworzonego majątku natomiast spółka musiała dodatkowo spełnić warunek bycia właścicielem majątku ściekowego w mieście. Wymóg ten jak się okazało pociągnęło za sobą konieczność przejęcia majątków aż trzech podmiotów: Gminy Lędziny, KW. S.A. KWK Ziemowit oraz RPWiK Tychy. Proces ten wymagający rozmów, wycen majątków, aktów notarialnych, umów trwał ponad rok. Pozwoliło to jednak nad przeprowadzeniem zakładanych modernizacji bez konieczności konsultowania z różnymi podmiotami (rys. 7.3 i 7.4).

Czerwony czy żółty FIDIC

Kolejnym do rozstrzygnięcia problemem na etapie tworzenia studium wykonalności była decyzja czy prowadzić roboty według żółtej czy czerwonej książki FIDIC. Stanowisko Gminy i beneficjenta było zawsze takie samo – prowadzenie robót powinno być systemem "zaprojektuj i wybuduj". Powody były dwa: po pierwsze w przypadku żółtego FIDIC'a koszty projektów są kosztami kwalifikowanymi, po drugie projektowanie bezpośrednio przed robotami w przypadku terenów, na których występują szkody górnicze zmniejsza koszy ewentualnych dodatkowych projektów związanych ze zmianami rzędnych terenu. W tej sprawie negocjacje z NFOŚiGW trwały długo i zakończyły się zgodą na prowadzenie robót wg Żółtej książki FIDIC. W praktyce okazało się, że beneficjent dzięki takiej decyzji zaoszczędził środki unikając podwójnego projektowania (rys. 7.4). Zakładając wcześniejsze projektowanie i moment rozpoczęcia robót budowlanych to w przypadku projektu lędzińskiego ewentualne decyzje pozwolenia na budowę utraciły by ważność.

PODSUMOWANIE

Obecnie dobiegający końca okres programowania Unii Europejskiej 2007-2013 postawił przed polskimi samorządami i podmiotami działającymi na ich zlecenie, jakim jest przedstawiana w artykule spółka Partner, nowe, inne wymagania. W poprzednim okresie 2004-2006 korzystały one bezpośrednio z Funduszy Spójności i opanowały odpowiednie procedury oraz nauczyły się osiągać określone korzyści [3]. Podmioty te są w stanie przy życzliwej pomocy Instytucji Zarządzającej – Ministerstwa Rozwoju Regionalnego oraz Instytucji Pośredniczącej – Ministerstwa Środowiska podołać określonym zadaniom. Jednakże otwartym pozostaje pytanie jaki zmiany i nowe uwarunkowania czekają te instytucje i ich odpowiedniki w nadchodzącym okresie 2014-2020, który jak powszechnie wiadomo będzie ostatnim, w którym polska będzie tak znaczącym beneficjentem środków i Funduszy Strukturalnych Unii Europejskiej ?.

LITERATURA

1. Traktat o przystąpieniu RP do UE z 16.04.2003r. Urząd Komitetu Integracji Europejskiej, Warszawa 2005.
2. Ustawa z dnia 18 lipca 2001 r. Prawo wodne Dz. U. z 2012 r. poz. 145, 951.
3. Korzyści i zagrożenia płynące z realizacji projektu uporządkowania gospodarki wodno-ściekowej w gminie z wykorzystaniem Funduszu Spójności – studium przypadku, Systemy Zarządzania w Inżynierii Produkcji 2011, Nr 3(3), s. 3-5.

EUROPEJSKI FUNDUSZ ROZWOJU REGIONALNEGO JAKO INSTRUMENT WSPARCIA UPORZĄDKOWANIA GOSPODARKI ŚCIEKOWEJ W GMINIE – STUDIUM PRZYPADKU

Streszczenie: *W artykule przedstawiono szanse i zagrożenia występujące w procesie realizacji projektu uporządkowania gospodarki ściekowej na przykładzie wybranej gminy – Lędziny. Główny nacisk położono na specyfikę realizacji projektu współfinansowanego z Europejskiego Funduszu Rozwoju Regionalnego w ramach Programu Operacyjnego Infrastruktura i Środowisko. W referacie pokazano ponadto problem prowadzenia inwestycji w oparciu o tzw. czerwony lub żółty FIDIC.*

Słowa kluczowe: *gospodarka ściekowa, Europejski Funduszu Rozwoju Regionalnego, ścieki komunalne, kanalizacja*

EUROPEAN REGIONAL DEVELOPEMENT FOUND AS A COMMUNAL SEWAGE MANAGEMENT ARRANGEMENT SUPPORT INSTRUMENT

Abstract: *The paper presents opportunities and threats which occurs in process of sewage management arrangement project realization, on a case of Lędziny commune. Main stress has been given on specific of project which has been co-found by European Regional Development Found in Infrastructure and Environment Operational Programme. Problem of investment provide by red or yellow FIDIC is also considered.*

Key words: *sewage management, European Regional Development Found, communal sewage, sewerage*

mgr inż. Piotr BUCHTA
Przedsiębiorstwo Gospodarki Komunalnej
"Partner" sp. z o. o.
ul. Lędzińska 47, 43-143 Lędziny
e-mail: biuro@pgk-partner.pl
dr inż. Tomasz CISEK
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Tomasz.Cisek@polsl.pl

8

PRAWIDŁOWE KSZTAŁTOWANIE ŚRODOWISKA PRACY JAKO JEDEN Z ELEMENTÓW PODNOSZENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY

8.1 WPROWADZENIE

Bezpieczeństwo i higiena pracy to podstawowe czynniki mające istotny wpływ na pomyślny rozwój każdej działalności gospodarczej. Dbałość o bezpieczeństwo pracy nakazują także obowiązujące przepisy, korzyść ekonomiczna, oraz etyka zawodowa. Dlatego też tematyka podnoszenia bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie w oparciu o prawidłowe kształtowanie środowiska pracy jest stale aktualna i ważna.

Jednym z kluczowych zagadnień związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa i ochrony zdrowia pracowników, według GUS jest organizacja pracy i kultura bezpieczeństwa . Wśród ogółu zidentyfikowanych przyczyn wypadków przy pracy w 2011 r. – 82,6% stanowiły przyczyny związane bezpośrednio lub pośrednio problemem organizacji pracy [25]. W 2011 roku liczba wypadków indywidualnych i zbiorowych wyniosła 96573. W liczbie tej 429 to wypadki zbiorowe, które stanowią 0,4% ogółu wypadków (w 2010 r. – na tym samym poziomie). W wypadkach zbiorowych poszkodowanych zostało 1078 osób (103,5% w stosunku do 2010 r.). Liczba poszkodowanych w wypadkach zbiorowych stanowiła 1,1% ogółu poszkodowanych w wypadkach przy pracy w kraju, tj. była na poziomie poprzedniego roku. Liczba przyczyn, które spowodowały wydarzenia wypadkowe na sto wydarzeń od 1990 r. (161,1), po nieznacznym zmniejszeniu w latach 2002 i 2003, do 2010 r. wykazywała tendencję rosnącą(do osiągnięcia wartości 195,2). W 2011 r. odnotowano niewielki spadek do 194,2.

Zdaniem J. Lewandowski powiązania przyczyn organizacyjnych mogą być wielostronne i łańcuchowe. Przyczyny tego samego wypadku mogą być związane zarówno z samym poszkodowanym pracownikiem, jak i majstrem czy dyrektorem zakładu, mogą też jednocześnie być powiązane „poziomo" z kolegami poszkodowanego pracownika i osobami postronnymi [8]. Dane podawane przez GUS wykazują, że niewłaściwa organizacja warunków pracy stanowi jedną z ważniejszych przyczyn w powodowaniu wypadków, dlatego też w celu podnoszenia poziomu bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie, należy spojrzeć na ten problem wielowymiarowo.

Mniej liczną grupę przyczyn, ale równie istotną, stanowiły przyczyny niezwiązane z czynnikiem ludzkim, tj. niewłaściwy stan czynnika materialnego (9,0% ogólnej liczby przyczyn w 2011 r.) [25]. Jednakże eliminacja tych przyczyn jest znacznie trudniejsza,

ponieważ dotyczą one głównie: wad konstrukcyjnych lub niewłaściwych rozwiązań technicznych i ergonomicznych czynnika materialnego.

8.2 ŚRODOWISKO MATERIALNE PRACY

Pomimo, iż przyczyny wypadków przy pracy dotyczące materialnego środowiska pracy w roku 2011 stanowiły mniej liczną grupę przyczyn, są one jednak grupą bardzo ważną i istotną z punktu widzenia podnoszenia bezpieczeństwa w przedsiębiorstwie. Często także związek pomiędzy parametrami materialnego środowiska pracy a powstawaniem wypadków, nie jest w pełni zauważany, gdyż systemy ewidencji danych o wypadkach nie generują kompleksowej informacji o cechach środowisk, w których zdarzył się wypadek [7, 8]. Jak zostało to już zaznaczone we wprowadzeniu, eliminacja tych przyczyn jest znacznie trudniejsza, ponieważ dotyczą one głównie: wad konstrukcyjnych lub niewłaściwych rozwiązań technicznych i ergonomicznych czynnika materialnego(49,0% liczby przyczyn w tej grupie), wad materiałowych(19,8% liczby przyczyn w tej grupie, w tym głównie ukrytych wad– 12,5%), niewłaściwego wykonania czynnika materialnego, głównie ze względu na niedotrzymywanie wymaganych parametrów technicznych lub zastosowanie materiałów zastępczych (6,7% liczby przyczyn w tej grupie). Znaczna część tej grupy to przyczyny związane z niewłaściwą eksploatacją czynnika materialnego, tj.: nadmierną eksploatacją, niedostateczną konserwacją oraz niewłaściwymi naprawami i remontami(24,5% liczby przyczyn w tej grupie) [25].

Dlatego też kształtowanie materialnego środowiska pracy jest wyzwaniem stojącym przed przedsiębiorstwami, ponieważ warunkiem racjonalnego działania człowieka, jest takie „ukształtowanie" pracy i jej materialnego środowiska, w tym takich jego elementów jak: oświetlenie i barwy, drgania i hałas, mikroklimat, skład powietrza i stopień jego zapylenia oraz promieniowanie, aby były respektowane prawa rządzące strukturą psychofizyczną pracownika, by mógł on pracować harmonijnie i bez przeciążeń. Nieprzestrzeganie tych wymagań zmusza człowieka do wzmożonego wysiłku i pokonywania dodatkowego, zbędnego obciążenia, które powoduje nadmierne zmęczenie, mogące wywołać nawet trwałe zmiany w organizmie, prowadzące do jego wyniszczenia i upośledzenia zdolności do pracy [7, 16]. Porównując zakłady o niskiej i wysokiej wypadkowości. R. Studenski w swoich badaniach na podstawie wszystkich wyników stwierdził, że zakłady o niskiej wypadkowości były lepiej zaprojektowane i czystsze oraz że warunki fizycznego środowiska pracy były w nich w większym stopniu dostosowane do możliwości i potrzeb pracowników, niż w zakładach o dużej wypadkowości [17, 18].

Praca wykonywana w warunkach komfortu jest pracą bardziej ekonomiczną i wydajną, ponieważ na jej koszt biologiczny składa się prawie wyłącznie wysiłek efektywny, konieczny do jej wykonania, a organizm nie ponosi niepotrzebnych strat energetycznych związanych z koniecznością przystosowania się do trudnych warunków pracy Komfort pracy zapewniają takie warunki materialnego środowiska pracy, w których człowiek nie odczuwa uciążliwości wykonywanej pracy (niezadowolenie, przykrości), a doznaje pozytywnych emocji (zadowolenia, akceptacji), które wywołują u niego przyjemny nastrój i tym samym wpływają na jego działanie i motywacje do pracy [13]. Komfort pracy zależy od wielu czynników wpływających na zdrowie i estetyczne środowisko pracy, jak: odpowiednie oświetlenie,

właściwa kolorystyka, dobra akustyka, harmonia rozwiązań przestrzennych itp. W praktyce komfort pracy występuje bardzo rzadko. Środowisko pracy najczęściej jest niekorzystne, w wyniku czego staje się dla człowieka uciążliwe, szkodliwe i niebezpieczne. Różne czynniki tego środowiska, takie jak: podwyższona lub obniżona temperatura, nadmierna wilgotność, wzmożony hałas, wibracje, zanieczyszczenia powietrza czy promieniowanie, oddziałując na ludzki organizm mogą wywoływać zakłócenia w przebiegu procesów psychofizjologicznych i wpływać dezorganizująco na czynności zawodowe.

Ich działanie – zdaniem K. Gałubińskiej – może powodować między innymi [1]:

- zmniejszoną sprawność receptorów (zmysłów), co może prowadzić do niewłaściwych spostrzeżeń, do utrudnień w prowadzeniu obserwacji (np. osłabienie ostrości wzroku, ograniczenie pola widzenia, zaburzenia słuchu),
- zmniejszoną sprawność umysłową (np. trudności kojarzenia, rozumowania, ograniczenie szybkości i jasności myślenia, utrudnienie właściwej oceny sytuacji i podejmowania decyzji, zaburzenia pamięci, trudności koncentracji uwagi),
- obniżenie sprawności psychomotorycznej (np. zwolnienie szybkości reakcji na bodźce proste i złożone, brak koordynacji wzrokowo-ruchowej, osłabienie tempa ruchów, obniżenie ich precyzji),
- zmiany w stanie emocjonalnym charakteryzujące się wzrostem pobudliwości, napięciem, rozdrażnieniem, stanami niepokoju, lęku lub przygnębienia,
- zmiany w strukturze motywacji zawodowej (np. niechęć do działania lub wysiłku, negatywne ustosunkowanie się do swoich zajęć, a nawet zawodu).

Środowisko pracy w każdej organizacji stanowi złożony układ warunków i czynników. Trudne warunki pracy są powodowane niedostatecznym poziomem nowoczesności maszyn i urządzeń, ich nieergonomiczną budową i zawodnością, ponadto, przestarzałymi technologiami, niedostosowanymi do rodzaju pracy pomieszczeniami czy wreszcie zanieczyszczeniem wewnętrznym i zewnętrznym [13]. Poszczególne elementy tego układu „współdziałają" ze sobą na zasadzie nakładania się, bądź efektu synergicznego, co sprawia, że w każdej organizacji (firmie, zakładzie pracy), uciążliwość tych samych czynników może być w różny sposób odczuwana. Dlatego w analizie uciążliwości lub szkodliwości środowiska pracy należy uwzględnić czynniki uznawane w danym przedsiębiorstwie za krytyczne.

Z badań przemysłowych wynika, że najczęściej za takie czynniki uważa się: niekorzystny mikroklimat, zanieczyszczenie powietrza, złą jakość oświetlenia oraz nadmierny hałas [7, 13, 14, 16, 17]. Dlatego też na te czynniki zwrócono szczególną uwagę w prezentowanej pracy.

Mikroklimat stanowi zespół czynników określających środowisko cieplne w przestrzeni określonego pomieszczenia, w jego skład wchodzą takie czynniki jak: temperatura, ruch i wilgotność powietrza, promieniowanie cieplne. Zachowanie odpowiednich parametrów jest konieczne do prawidłowego przebiegu procesów fizjologicznych i psychologicznych. Komfort cieplny jest warunkiem normalnego funkcjonowania organizmu ludzkiego, jego sprawności psychofizycznej. Stwarza on pracownikowi odpowiednie warunki w zakresie wymiany ciepła i umożliwia długotrwałe wykonywanie pracy. Podwyższona temperatura otoczenia może spowodować naruszenie systemu termoregulacji organizmu i w konsekwencji

jego przegrzanie, naruszenie systemu sercowo-naczyniowego, oddychania, a także bilansu wody i soli w organizmie [12, 13, 16]. Zmiany te z kolei mogą doprowadzić do wczesnego wystąpienia objawów zmęczenia oraz chorób dróg oddechowych, chorób serca itp. Podwyższona temperatura powoduje także gwałtowne osłabienie uwagi, upośledzając tym samym zdolność do wykonywania pracy [1].

Temperatura obniżona powoduje ochłodzenie organizmu człowieka, co osłabia reakcje uodpornienia organizmu. Przechłodzenie może doprowadzić do chorób górnych dróg oddechowych, zapalenia płuc, a także chorób reumatycznych. Badania P. Silvicka, W. Kerra i W. Kosinara, przytaczane przez K. Gałubińską [1], przedstawiają wpływ temperatury określony metodą statystyczną. W badaniach tych stwierdzono związek między wskaźnikiem ciężkości wypadków a narażeniem na wysoką temperaturę przy wykonywaniu pracy (r = + 0,55). Bardziej szczegółowe wyniki badań N. H. Marckortha nad wpływem temperatur różnej wysokości na skłonność do popełniania błędów są przytaczane przez X. Gliszczyńską [3]. Procent błędów popełnionych przy odbiorze telegraficznego kodu w różnej temperaturze otoczenia jest różny. Liczba popełnionych błędów wzrasta wraz z podwyższeniem temperatury otoczenia. Podobne wyniki podaje także D. C Fraser. Eksperymenty nad grupą 72 osób poddaną działaniu temperatury 38ºC wykazały, iż w ciągu 20 minut jej działania, liczba opuszczonych sygnałów (osoby badane miały reagować na sygnały wzrokowe) wzrosła z 0 do 12,5% [1].

Także zanieczyszczenia powietrza gazami, dymami, cząstkami pyłu, kurzu, sadzy, a także niekiedy też drobnoustrojami, mogą powodować duże utrudnienia w normalnym przebiegu procesów fizjologicznych, a nawet wywoływać u pracowników poważne schorzenia. Szkodliwość substancji toksycznych uzależniona jest od ich dawki i czasu wystawienia na ich działanie, a także od stopnia obciążenia pracą. Szczególnie szkodliwa dla człowieka jest praca w skażonym środowisku, ponieważ w czasie jej wykonywania wzmaga się wymiana powietrza w płucach i przyśpiesza obieg krwi, co zwiększa przedostanie się trucizn do organizmu. Niektórzy ludzie mają o wiele bardziej zwiększoną wrażliwość indywidualną (np. alergicy), wówczas przy niewielkich stężeniach substancji toksycznych zaczynają odczuwać dużą ich uciążliwość. Praca w środowisku skażonym, wykonywana intensywnie, może prowadzić po pewnym czasie do wyniszczenia organizmu, co w konsekwencji powoduje patologiczny spadek wydolności i sprawności pracownika, a także zdolności do zwalczania szkodliwego wpływu różnych trucizn przemysłowych. Może doprowadzić do degradacji wartości zawodowej pracownika i utraty zdrowia, ze wszystkimi tego negatywnymi skutkami dla przedsiębiorstwa i samego pracownika [5, 7, 11, 12, 13, 16].

Kolejny bardzo ważny element materialnego środowiska pracy stanowi oświetlenie. Sprawność narządu wzroku i prawidłowe widzenie w zasadniczy sposób wpływa na przebieg pracy, jej jakość i tempo. Dobre oświetlenie zapewnia wymaganą ostrość widzenia, szybkość postrzegania i odpowiednią akomodację tak, aby pracownik mógł wykonywać pracę bezbłędnie, bez nadmiernego zmęczenia oraz z dobrym samopoczuciem [12, 16]. Złe oświetlenie bądź nieodpowiednia odległość źródła światła, na przykład od obrabianego przedmiotu mogą powodować nadmierne obciążenie narządu wzroku, co może być przyczyną zmęczenia oczu a co za tym idzie zmęczenia nerwowego, zmniejszenia szybkości spostrzegania, odczuwania uczucia niechęci do pracy, spadku wydajności, wzrostu liczby

braków, a w konsekwencji może prowadzić do wzrostu wypadkowości. Oddziaływanie światła może działać aktywizująco bądź też hamująco. Oświetlenie powinno stwarzać pracownikowi tzw. komfort świetlny, tzn. wywoływać korzystny stan psychofizyczny organizmu, który zapobiega ogólnemu zmęczeniu i zniechęceniu do pracy.

W ostatnich latach przeprowadzono wiele obserwacji, które wykazały istnienie korelacji dodatniej pomiędzy natężeniem oświetlenia a liczbą wypadków [15]. Badania te prowadzono w USA, w Anglii, we Francji, a także w innych krajach, w stoczniach, hutach, odlewniach, halach montażowych i warsztatach mechanicznych [7, 12, 13, 16]. W sprawozdaniu amerykańskiej Krajowej Rady Bezpieczeństwa (National Safety Council) podano, że niewystarczające oświetlenie było bezpośrednią przyczyną 5% wypadków przy pracy, a pośrednią 20% wypadków [16]. W przemyśle amerykańskim, zaobserwowano podniesienie wydajności pracy od 4% do 35% po zwiększeniu intensywności oświetlenia.

Jakość oświetlenia w pomieszczeniu zależy także od zastosowanych barw. W wyniku odpowiedniego doboru kolorów ścian, a także przedmiotów, można uzyskać korzystne efekty świetlne i psychologiczne. Użycie odpowiednich barw znacznie polepsza wykorzystanie źródeł światła. Jest to związane z różnymi współczynnikami odbicia promieni widzialnych przez płaszczyzny o różnych kolorach. Barwy spełniają także istotne i znaczące funkcje w tworzeniu klimatu psychologicznego w środowisku pracy, gdyż kolor wpływa na system nerwowy człowieka, może pobudzać lub uspakajać, stwarzać wrażenie ciężkości lub lekkości przedmiotu, chłodu bądź ciepła, a także wpływać na podwyższenie chęci do pracy [5, 7, 9, 12, 16]. Stwierdzono, że kolor i światło wpływają na system wegetatywny w sposób nie podlegający świadomej kontroli. Zaobserwowaną na przykład na pewnych stanowiskach pracy (zwłaszcza przy monitorach) wzrastającą agresję udało się zlikwidować po zmianie oświetlenia i barw. Odpowiednia kolorystyka ma także wpływ na podniesienie wydajności pracy oraz zmniejszenie liczby błędów przez likwidację monotonii i zdenerwowania, wyrównanie jednostronnego obciążenia zmysłów (w wyniku wytwarzania bodźców optycznych) oraz ograniczenie zmęczenia [9, 13, 16].

Bardzo ważnym składnikiem materialnego środowiska pracy człowieka jest hałas, który tworzą dźwięki niepożądane, uciążliwe bądź szkodliwe dla zdrowia i przeszkadzające w pracy. Jest on jednym z największych zagrożeń współczesnego człowieka. Odczuwanie hałasu jest zależne od stopnia natężenia fizycznego i umysłowego wysiłku przy wykonywaniu określonego zadania, od charakteru i rozmiaru obciążenia, a także od budowy fizycznej ciała człowieka i stopnia jego stabilności psychicznej. Przy obciążeniu fizycznym, podrażnienia akustyczne przeszkadzają mniej, niż przy wysiłku umysłowym. Także o stopniu tego podrażnienia decyduje subiektywna percepcja hałasu, zależna najczęściej od tego, w jakim stanie psychicznym i emocjonalnym znajduje się narażony na hałas człowiek [7, 16].

Przystosowanie człowieka do hałasu praktycznie jest niemożliwe, może ono jedynie polegać na pogorszeniu słuchu (zmiany chorobowe) bądź na odwracaniu uwagi i nieuświadomieniu sobie działania hałasu, czyli na tzw. izolacji psychicznej, która wiąże się z dodatkowym wysiłkiem psychicznym i powoduje zmęczenie [11, 12, 13, 16].

Hałas przekraczający normy wskazane z uwagi na zdrowie powoduje wiele niepożądanych skutków, między innymi [15]:

- zmęczenie słuchowe, czyli przejściowe obciążenie ostrości słuchu, przy czym procesy regeneracyjne są coraz wolniejsze w rezultacie, czego może dojść do trwałych zmian słuchu,
- pogorszenie wydajności pracy, wzrost liczby błędów, zwłaszcza przy pracy wymagającej napięcia uwagi (przy pracy monotonnej pewien stopień hałasu może działać pobudzająco),
- wzrost liczby wypadków przy pracy.

Dodatkowo, hałas wywołuje wiele negatywnych reakcji człowieka, mogących być przyczyną: dużego napięcie nerwowego, bezsenności, niestałości nastrojów, apatii, smutku, przyśpieszenia tętna, wzmożenia pocenia się, podwójnego widzenia, osłabienia uwagi, spadku poziomu glukozy we krwi, zaburzeń hormonalnych, spadku wydolności mięśnia sercowego, podniesienia progu słyszalności, zmęczenia nerwowego, itp. Niewiele wiadomo jednak o zależności pomiędzy hałasem a wypadkami przy pracy. Zdaniem J. Lewandowskiego, w wielu publikacjach uznaje się związek między tymi zmiennymi za oczywisty pomimo braku empirycznych dowodów [5, 7].

Oprócz środowiska materialnego i jego wpływu na wypadkowość w pracy, kolejnym istotnym czynnikiem decydującym o bezpieczeństwie pracy jest jej organizacja.

8.3 ORGANIZACJA PRACY W PRZEDSIĘBIORSTWIE

Zdaniem J. Zieleniewskiego jeszcze stosunkowo niedawno, opracowania z dziedziny organizacji pracy, rozważania o organizacji produkcji, badania dotyczące organizacji przedsiębiorstw, należało zaczynać od podkreślenia ważności omawianej problematyki. Obecnie hasło „dobrej roboty" jest w naszym społeczeństwie powszechnie znane i uznawane, rozpowszechniło się także przekonanie, że nie ma dobrej roboty bez dobrej organizacji pracy w przedsiębiorstwie [6, 24].

Coraz powszechniejszy staje się pogląd, że organizacja pracy decyduje o bezpieczeństwie, a jej nieprawidłowości to mechanizm inicjujący powstawanie lub uaktywnianie innych czynników wypadkogennych. Zdaniem wielu praktyków czynnik organizacyjny to bezpośrednia lub pośrednia przyczyna od 80 do 95% wypadków, a wszystkie inne przyczyny od niego zależą [8].

Pojęcie organizacji jest definiowane i stosowane w różny sposób. Bardzo szeroki zakres ma pojęcie organizacji w ujęciu T. Kotarbińskiego: „pewien rodzaj całości ze względu na stosunek do niej jej własnych elementów, mianowicie taka całość, której wszystkie składniki współprzyczyniają się do powodzenia całości" [6].

Organizacja w znaczeniu czynnościowym oznacza przedsięwzięcia mające na celu projektowanie i wprowadzanie w życie nowego lub usprawnienie istniejącego modelu organizacyjnego [10, 24].

Według J. Lewandowskiego na organizację pracy składa się [7]:

- planowanie,
- obsługa dokumentacyjna,
- obsługa narzędziowa,
- obsługa materiałowa,
- rozdzielnictwo pracy,

- przerwy w pracy
- oraz inne czynniki.

Przez niewłaściwą organizację pracy według GUS należy rozumieć nieprawidłowości, które doprowadziły do zdarzenia wypadkowego w tym [4, 7]:

- nieprawidłowy podział pracy lub rozplanowanie zadań,
- niewłaściwe polecenia przełożonych,
- brak nadzoru,
- niewłaściwą koordynację prac zbiorowych,
- wykonywanie z polecenia nadzoru prac niewchodzących w zakres obowiązków pracownika,
- brak instrukcji posługiwania się czynnikiem materialnym,
- dopuszczenie do pracy czynnika materialnego bez wymaganych kontroli przeglądów,
- tolerowanie przez nadzór odstępstw od zasad bezpiecznej pracy,
- niedostateczne przygotowanie zawodowe pracownika,
- brak lub niewłaściwe przeszkolenie w zakresie bezpieczeństwa pracy i ergonomii,
- tolerowanie przez nadzór stosowania niewłaściwej technologii,
- dopuszczenie do pracy człowieka z przeciwwskazaniami lekarskimi lub bez badań lekarskich,
- wykonywanie pracy w zbyt małej obsadzie osobowej,
- wykonywanie pracy pomimo niewłaściwego wyposażenia w narzędzia i surowce,
- inne niewłaściwości związane z ogólną organizacją pracy.

Przeprowadzone przez J. Lewandowskiego badania wykazały niski poziom organizacji pracy w polskich zakładach pracy. Autor badania uważa, że ta sytuacja dotyczy szczególnie małych i średnich przedsiębiorstw. Badania między innymi wykazały [8]:

- nieprawidłowe opisanie procesów technologicznych;
- nieporządek i złą organizację stanowisk pracy w aspekcie BHP;
- brak prewencyjnych systemów oceny bezpieczeństwa pracy (na wzór audytów), w małych i średnich przedsiębiorstwach.

Jak już zauważono we wprowadzeniu wśród ogółu zidentyfikowanych przyczyn wypadków przy pracy w 2011 r. – 82,6% stanowiły przyczyny związane bezpośrednio lub pośrednio z problemem organizacji pracy. Przyczyny te zostały zakwalifikowane w następujących grupach: nieprawidłowe zachowania pracownika, niewłaściwa ogólna organizacja, brak lub niewłaściwe posługiwanie się czynnikiem materialnym, nieużywanie sprzętu ochronnego, niewłaściwe, samowolne zachowanie się pracownika i jego zły stan psychofizyczny. Ponad połowę liczby przyczyn powodujących wypadki w Polsce, w kolejnych latach po 2000 r., stanowiła grupa nieprawidłowych zachowań pracownika. W 2011 r. grupa ta obejmowała 54,2% przyczyn ogółem (w 2010 r. – 55,2%). Wśród tej grupy w 2011 r. niedostateczna koncentracja uwagi na wykonywanej czynności stanowiła44,9%, zaskoczenie niespodziewanym zdarzeniem 34,2%, nieznajomość zagrożenia i zasad bhp oraz niewłaściwe tempo pracy i brak doświadczenia 11,4% [25].

Dość liczną grupę (10,6% wszystkich przyczyn powodujących wypadki w 2011 r.)

stanowiła niewłaściwa ogólna organizacja, która wyróżniła znaczną część osób poszkodowanych na skutek: uderzenia przez obiekt w ruchu (53,0%) lub uderzenia w nieruchomy obiekt (51,2%), posługiwania się przedmiotem ostrym lub szorstkim (28,1%), nadmiernego obciążenia fizycznego lub psychicznego (21,2%), uwięzienia lub zmiażdżenia ciała (18,5%). W grupie tej szczególnie dominowała niewłaściwa organizacja pracy, a głównie: niewłaściwa koordynacja prac zbiorowych, tolerowanie przez osoby sprawujące nadzór odstępstw od zasad bezpieczeństwa pracy, wykonywanie pracy w zbyt małej obsadzie osobowej (41,0%).

Na uwagę również zasługiwała niewłaściwa organizacja stanowiska pracy, w wyniku której najczęstszą przyczyną wypadku przy pracy były: nieodpowiednie przejścia i dojścia do stanowiska pracy lub rozmieszczanie, składowanie i nieusuwanie zbędnych przedmiotów i substancji wokół stanowiska pracy oraz brak środków ochrony indywidualnej (66,2%) [25].

Czynniki zwiększające bezpieczeństwo w funkcjonowaniu przedsiębiorstwa, a tym samym zmniejszające zagrożenia to:

- właściwe opracowanie i przestrzeganie procedur technologicznych;
- przestrzeganie systemu zapewniającego jakość produkcji;
- świadomość pracodawcy w zakresie BHP (co stanowi istotny czynnik sprawczy w działaniach na rzecz poprawy bezpieczeństwa pracy);
- zwiększenie kultury pracy;
- motywacja ekonomiczna wynikająca z systemu prawnego i ubezpieczeniowego.

Dlatego tez wydaje się być sprawą celową i aktualną prowadzenie działań zachęcających pracodawców i środowiska (związane z organizacją produkcji oraz technicznym jej wyposażeniem) do większego zainteresowania problematyką bezpieczeństwa, ze szczególnym zwróceniem uwagi na aspekt organizacji pracy i kultury technicznej, w kontekście korzyści finansowych [8, 19].

Niewłaściwa organizacji pracy może prowadzić także do sytuacji zagrożenia w przedsiębiorstwie.

8.4 SYTUACJE ZAGROŻENIA Z UWZGLĘDNIENIEM SYTUACJI NIEDOSTATKU INFORMACJI I DEFICYTU CZASU W PRZEDSIĘBIORSTWIE

„Sytuacje zagrożenia są wynikiem takiej gwałtownej zmiany jednego elementu lub kilku elementów sytuacji, że następuje groźba utraty lub poważnego uszczerbku jakiejś wartości człowieka, jako podmiotu tej sytuacji, lub innych ludzi. Może to być życie lub zdrowie działającego podmiotu lub też życie albo zdrowie innych osób: współpracowników, pasażerów, mieszkańców miast itp.” [14]. W sytuacjach zagrożenia ludzie zachowują się zupełnie inaczej niż w pozostałych rodzajach sytuacji trudnych takich jak, na przykład pogorszenie się fizycznych warunków pracy, wzrost temperatury lub przyspieszenia, nadmierne wibracje bądź też spadek ciśnienia atmosferycznego. Siła i czas trwania tych sytuacji w dużym stopniu zależą od psychicznego stanu człowieka. Człowiek w stanie paniki inaczej ocenia treść zmian, które zachodzą w otoczeniu, i może spotęgować groźne skutki. Awaria w takim przypadku może być poważniejsza niż w przypadku, gdyby zdarzyła się w obecności człowieka zdolnego do szybkiej i trzeźwej oceny, sformułowania strategii działania

i wykonywania błyskawicznie zaplanowanych czynności.

Psychiczna gotowość człowieka do działania w sytuacji awaryjnej zależy od następujących czynników:

- pełnej informacji o tym co się zdarzyło,
- czasu niezbędnego do usunięcia awarii,
- informacji o efektywności własnych działań korekcyjnych,
- stopnia wyrazistości zaburzenia dotychczasowego stereotypu działania

T. Tomaszewski przedstawia następującą klasyfikację trudnych sytuacji, mających szczególne znaczenie dla zrozumienia istoty niezawodności człowieka [20]:

- sytuacje przeciążenia (wymagania przewyższają możliwości),
- sytuacje typu przeszkody (bodźce nieoczekiwane, trudne itp.),
- sytuacje konfliktowe (konflikt wymagań, potrzeb, wartości, norm),
- sytuacje zagrożenia (awaryjne),
- sytuacje deprywacji (deficyt czasu, deficyt informacji, brak środków).

Identyfikacja zagrożeń – jak pisze T. Tyszka – rządzi się odpowiednimi prawami. Decydują one o tym, co pracownik ocenia jako groźne, a co jako niegroźne. Znane są różne charakterystyki zagrożeń, można wymienić takie, jak [22]:

- bezpośredniość negatywnych skutków, tj., czy negatywne skutki następują natychmiast, czy są odroczone w czasie,
- katastroficzny bądź chroniczny charakter zagrożenia, tj. czy skutki są rozłożone w czasie, czy są „zmasowane”,
- stopień obycia z zagrożeniem, tj. czy potrafimy myśleć o zagrożeniu spokojnie, czy wzbudza ono przez swoją nieznajomość lęk,
- kontrolowalność negatywnych skutków, tj. czy czujemy że możemy coś zaradzić na zagrożenie czy jest ono całkowicie od nas niezależne.

W przypadku samego zachowania (a nie tylko spostrzegania i oceny), to przyjmuje się, że bywa ono wyznaczane na trzech drogach:

- analizy korzyści (za) i strat (przeciw) związanych z danym działaniem,
- nawykowej,
- naśladownictwa lub podporządkowania się normom grupowym.

Pierwszy z tych mechanizmów jest w zasadzie świadomy, to znaczy pracownik zna powody, dla których wybiera określone zachowanie. Ogólnie zakłada się, że dokonując wyboru miedzy bardziej i mniej bezpiecznym zachowaniem, pracownicy porównują korzyści związane z podniesieniem poziomu bezpieczeństwa (spostrzeganie zagrożeń) ze stratami związanymi z podejmowaniem działań zabezpieczających. Dwa pozostałe mechanizmy wyboru zachowania przez pracowników są w zasadzie nieświadome. Nawyk jest zautomatyzowanym sposobem reagowania na określone sytuacje. Trzeci sposób prowadzący do wyboru zachowania polega na podporządkowaniu się zwyczajom (normom przyjętym w grupie). Udział każdego z wyróżnionych mechanizmów w ostatecznym wyborze zachowania przez pracownika może być różny. W określonych warunkach przewagę może uzyskać zachowanie oparte na refleksji, w wielu jednak przypadkach zachowanie ulega zautomatyzowaniu, niezależnie od tego, na jakiej drodze zostało wcześniej wybrane. Różne

też mogą być formy i sposoby oddziaływania na pracownika zmierzające do skłonienia go, by wybierał zachowanie bezpieczniejsze.

Zarówno w spostrzeganiu zagrożeń jak i w skłonności do podejmowania ryzyka istotną rolę odgrywają stany specjalne pracownika, przede wszystkim stany emocjonalne, a także zmęczenie. „W świetle znanych błędów, złudzeń i pomyłek, które się zdarzają w tych sprawach jest to szczególnie ważne zadanie. Znajomość samych błędów jak i skutecznych sposobów ich pokonywania powinna się przydać projektantom i konstruktorom urządzeń, organizatorom produkcji, instruktorom bhp i osobom prowadzącym szkolenia" [22].

Podsumowując to, co zostało przedstawione powyżej na temat sytuacji zagrożenia w miejscu pracy, należy przypomnieć, że ogólna zasada stosowana w doborze działań profilaktycznych głosi, że zagrożenie należy najpierw usunąć lub zredukować u źródła, a gdy nie jest to możliwe należy wyposażyć pracownika w sprzęt ochronny, wiedzę i umiejętności, które umożliwią mu bezpieczne funkcjonowanie pomimo zagrożenia. Skoncentrowanie działań profilaktycznych jedynie na materialnych warunkach pracy, bez działań skoncentrowanych na zagrożeniu, nie prowadzi do zadowalających wyników. Pracownik nie umiejący lub nie chcący pracować bezpiecznie może zniweczyć efekt profilaktyczny każdej, nawet najbardziej bezpiecznej technologii.

Dlatego przedstawiony problem zachowania się pracownika w warunkach zagrożenia prowadzi do wniosków praktycznych, ważnych dla kształtowania bezpiecznych zachowań i nawyków u pracowników, a tym samym do tworzenia programów profilaktycznych bardziej przystosowanych do pracownika. Pierwszym elementem jest przekazywanie pracownikowi pełnej rzetelnej informacji o występujących w pracy zagrożeniach i ich konsekwencjach. Kolejnym elementem jest wytworzenie u pracownika adekwatnej oceny sytuacji zagrożenia, czyli wytworzenie u niego prawidłowych ocen wielkości niepożądanych skutków i szans ich wystąpienia. Następnym elementem kształtowania bezpiecznych zachowań u pracowników jest tworzenie warunków pracy skłaniających do wyboru zachowań bezpiecznych.

Przy tworzeniu programów profilaktycznych jest to bardzo ważny problem, mogący po jego uwzględnieniu w znaczący sposób wpłynąć na ich skuteczność, a tym samym na ograniczenie wypadkowości.

W literaturze przedmiotu spotyka się dwa zasadnicze rodzaje deficytu niezbędnych środków do działania lub zaspokajania potrzeb człowieka. Najczęściej spotykanymi brakami są brak czasu (duża szybkość działania) oraz brak informacji. Ważne jest także rozróżnienie polegające na tym, że wymienione deficyty mogą być realnymi brakami bądź brakami, które człowiek odczuwa subiektywnie. Za przykład może posłużyć względnie trwała cecha temperamentna człowieka, jaką jest zapotrzebowanie na stymulacje, która może powodować, że napływająca informacja dla jednych będzie wystarczająca, a dla innych zbyt ograniczona [14, 18, 21, 22]. Kryterium pozwalającym na stwierdzenie, czy ma się do czynienia z brakiem czy z nadmiarem informacji jest treść zadań, jakie są stawiane człowiekowi w pracy. Sytuacje deficytu czasu lub deficytu informacji mogą mieć charakter ciągły, trwały, chronicznie blokując i utrudniając aktywność człowieka na dłuższe okresy (prowadzące niekiedy do poważnych zaburzeń jego zachowania się), bądź charakter chwilowy (skrajnym przypadkiem deficytu informacji jest całkowita deprywacja sensoryczna, całkowite odcięcie człowieka od dopływu wszelkiej stymulacji) [14, 21]. Także nadmiar informacji może występować

obiektywnie lub subiektywnie, obciążając zmysły i mózg człowieka. Sytuacja taka występuje wtedy, gdy człowieka cechuje wysoka reaktywność i małe zapotrzebowanie na stymulację oraz gdy brak mu wprawy w odbieraniu i przetwarzaniu informacji określonego typu.

Zarówno nadmiar, jak i brak informacji mogą mieć niekorzystny wpływ na działanie, mogą powodować błędy, pomyłki. Mogą one mieć różny charakter i człowiek może podjąć różne strategie w celu radzenia sobie z nimi. W sytuacji braku informacji człowiek będzie uruchamiał dodatkowe rezerwy pomagające w jej poszukiwaniu i pozyskiwaniu, będzie tworzył hipotezy i próbował je sprawdzić, by uzupełnić luki w informacji. W sytuacji nadmiaru informacji natomiast będzie wybiórczo reagował na napływające informacje i dokonywał ich selekcji. W przypadku przedłużania się tego stanu może nastąpić całkowite wyłączenie się człowieka z toku pracy. Stany te tłumaczy hipoteza jednokanałowego przewodnictwa Welforda, która mówi że możliwość jednoczesnego przetwarzania informacji napływającej z dwu odrębnych kanałów informacyjnych jest u człowieka ograniczona [23].

W sposobach przekazywania informacji człowiekowi muszą być uwzględnione nie tylko procesy odbioru i dekodowania, ale także podejmowania na ich podstawie decyzji. Ważne są więc relacje miedzy jakością informacji a trafnością decyzji. Jednym z poważniejszych źródeł stresu jest brak czasu niezbędnego do wykonania określonych zadań i prac. Sytuacje tego rodzaju nazywa się często w psychologii stresem czasu. „Nieodpowiednia organizacja pracy, polegająca na tym, że czas przeznaczony na wykonanie określonych prac jest zbyt krótki, powoduje niekorzystna subiektywne skutki pracy w postaci długotrwałego zmęczenia” [8].

Stres czasu traktowany jest także jako główny powód wielu chorób somatycznych, takich jak choroby układu krążenia, choroby nadciśnieniowe, a także choroby serca. B. F Łomonow i in. w celu odróżnienia czasu niezbędnego do wykonania danej czynności od czasu niewystarczającego do jej wykonania wprowadzili pojęcie tzw. limitu czasu [9]. Limit to czas ograniczony, nie pozwalający na zwłokę, namysł, zwlekanie itp. Zaś deficyt czasu stanowi ostry brak czasu, drastycznie odczuwany przez człowieka jako przeszkoda w jego działaniu stwarzająca przykre poczucie napięcia psychicznego, czyli stresu czasu. Deficyt czasu sięga granic możliwości ludzkiego działania i dlatego jest postrzegany jako szczególnie silnie oddziałujący czynnik stresu. Limit czasu można spotkać w wielu zawodach, deficyt występuje z reguły w sytuacjach awaryjnych. Limit dotyczy prac, w których trzeba dokonywać odbioru i przetwarzania dużej ilości informacji w określonym czasie oraz prac wymagających szybkiego tempa wykonywania złożonych czynności, a także prac gdzie występuje zarówno pierwszy jak i drugi rodzaj czynności. Warunkami powstawania sytuacji deficytu czasu są [14, 21]:

- warunki obiektywne, dotyczące prędkości charakterystyki sterowanych obiektów (samoloty, samochody), duże tempo napływu informacji,
- krótkotrwałość działania sygnału na człowieka,
- złożoność sterowania obiektami, która powoduje, że w określonej jednostce czasu napływa zbyt duża ilość informacji o każdym elemencie, wymagająca wykonania w tym samym czasie różnorodnych złożonych czynności, gwałtowne i drastyczne zakłócenia w

funkcjonowaniu sterowanego obiektu, wymagające dodatkowej interwencji, błyskawicznej i odpowiedniej.

„Sytuacje deficytu czasu mogą powodować różnorakie błędy (głównie są to błędy typu opuszczenia), mogą prowadzić również do tego, że zamiast czynności istotnych, zostaną wykonane czynności nieistotne oraz czynności w zwykłych warunkach wykonywane szybciej, w sytuacji deficytu czasu mogą ulec dezautomatyzacji". Subiektywne poczucie braku czasu, czyli poczucie, że się ma mniej czasu niż to jest obiektywnie konieczne może doprowadzić nawet do sparaliżowania wszelkiego działania człowieka.

„Czas sam w sobie jest ważną obiektywną możliwością człowieka. Wiele porażek przekształciłoby się w powodzenie, gdyby pracy ludzkiej towarzyszyło poczucie komfortu czasu, a nie stresu czasu" [14].

PODSUMOWANIE

Mając na uwadze prawidłową organizację warunków pracy należy pamiętać, że warunki fizycznego środowiska pracy w znacznym stopniu decydują o sprawności postępowania człowieka. Oświetlenie, hałas i drgania, mikroklimat czy promieniowanie, mogą bezpośrednio spowodować urazy. Częściej jednak warunki fizycznego środowiska wpływają na powstanie zmęczenia i na zmniejszenie sprawności organizmu. Wskutek zmęczenia ludzie stają się mniej sprawni, bardziej nieuważni i bardziej skłonni do stosowania w pracy niebezpiecznych ułatwień [19].

Także problemy dotyczące sytuacji niedostatku informacji i deficytu czasu są bardzo istotne dla doskonalenia metod profilaktycznych związanych z zagadnieniem poprawy organizacji pracy, a także doskonalenia procesu komunikowania się w przedsiębiorstwie. Dobrze funkcjonujący system wewnętrznej komunikacji zdaniem wielu praktyków pod warunkiem, że nie jest przeładowany informacjami, może przyczynić się do poprawy pro bezpiecznych zachowań pracowników, wiedzy o rzeczywistych zagrożeniach i ich skutkach, a tym samym przyczynić się do kompleksowej poprawy bezpieczeństwa w zakładzie pracy [13, 19, 22].

Wiedza o zachowaniach człowieka w warunkach zagrożenia, niedostatku informacji, deficytu czasu oraz uwarunkowaniach materialnego środowiska pracy, w jakich przypada żyć i pracować człowiekowi, jest ważna i pozwala na podejmowanie działań przystosowujących wymienione warunki i sytuacje do potrzeb i możliwości pracownika w celu poprawy bezpieczeństwa pracy. Jednak wybiórcze stosowanie określonego rodzaju działań skoncentrowanych na redukcji zagrożenia i materialnych warunkach pracy, zdaniem wielu specjalistów nie prowadzi do zadowalających wyników.

Dlatego należy podkreślić, iż istnieje konieczność i potrzeba kumulacji wymienionych powyżej działań profilaktycznych z działaniem skoncentrowanym także na człowieku, pozwalającym na usprawnienie jego postępowania [2, 19, 22].

LITERATURA

1. Gałubińska K.: *Środowisko pracy a sprawność psychofizyczna*. Warszawa, PZWL 1976.

2. Gembalska-Kwiecień A.: *Zarządzanie bezpieczeństwem – badania nad wpływem czynnika ludzkiego w zapobieganiu wypadkom przy pracy*, w: Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, „Zarządzanie" zeszyt 11, Gliwice 2002.
3. Gliszczyńska X.: *Udział człowieka w powstawaniu wypadków przy pracy*. Warszawa, Wyd. Związkowe CRZZ 1970.
4. Hansen H.: *Zarys wypadkoznastwa*. Warszawa 1992.
5. Koradecka D.: *Bezpieczeństwo pracy i ergonomia – podstawowe kierunki badań i zastosowań*. Bezpieczeństwo Pracy 1998 nr 12.
6. Kotarbiński T.: *Traktat o dobrej robocie*, wyd.3. Wrocław-Warszawa, Zakł. Nar. Im. Ossolińskich. 1965.
7. Lewandowski J.: (red.): *Ergonomia – materiały do ćwiczeń i projektowanie*. Łódź, Wydawnictwo naukowe „Marcus" s.c. 1995.
8. Lewandowski J.: *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*. Łódź, Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej 2000.
9. Łomonow B.F.: *Mietodologiczeskije i tieorieticzeskije problemy psychologii*, Moskwa, Izol. Nauka 1984.
10. Mikołajczyk Z.: *Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania.* Warszawa, PWN 1994.
11. Olszewski J.: *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*. Akademia Ekonomiczna, 1993.
12. Pacholski L.: *Ergonomia. Praca zbiorowa*, Poznań, 1986.
13. Penc J.: *Motywowanie w zarządzaniu*. Kraków, Wyd. Profesjonalnej Szkoły Biznesu 1996.
14. Ratajczak Z.: *Niezawodność człowieka w pracy, studium psychologiczne*, Warszawa, PWN 1988.
15. Reykowski J.: *Motywacja, postawy prospołeczne a osobowość*. Warszawa, PWN 1986.
16. Rosner J.: *Podstawy ergonomii*. Warszawa, PWN 1982.
17. Studenski R.: *Przystosowanie człowieka do wymagań w pracy*. X. Gliszczyńska (red.) Psychologiczny model efektywności pracy. Warszawa, PWE 1991.
18. Studenski R.: *Społeczne wzory postępowania a wypadkowość*. T. Tyszka (red.) Psychologia i bezpieczeństwo pracy. Warszawa, PWN 1992.
19. Studenski R.: *Organizacja bezpiecznej pracy w przedsiębiorstwie*. Gliwice, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 1996.
20. Tomaszewski T.: *Podstawowe formy organizacji i regulacji zachowania*. T. Tomaszewski (red.) Warszawa, Psychologia. PWN 1975
21. Tomaszewski T.: (red.) *Psychologia*. Warszawa, PWN 1975.
22. Tyszka T. (red.): *Psychologia i bezpieczeństwo pracy*. Praca zbiorowa. Warszawa, Instytut Psychologii PAN 1992.
23. Welford A.T.: *The single – channel hypothesis,* w: A.T. Welford (red.) Reaction time. London, Academic Press 1980.
24. *Wypadki przy pracy w 2011 r.. Informacje i opracowanie statystyczne. GUS*, Warszawa 2012.
25. Zieleniewski J.: *Nauka o organizacji i zarządzaniu*. Warszawa-Poznań, PWN 1996.

PRAWIDŁOWE KSZTAŁTOWANIE ŚRODOWISKA PRACY JAKO JEDEN Z ELEMENTÓW PODNOSZENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY

Streszczenie: *W prezentowanym artykule zajęto się tematyką organizacji warunków pracy, zwrócono uwagę na środowisko pracy i wpływ jego elementów, takich jak: mikroklimat, jakość oświetlenia, zanieczyszczenie powietrza, odpowiedni dobór barw a także hałas na organizm pracującego człowieka. Zwrócono uwagę na problem organizacji pracy w przedsiębiorstwie. Przedstawiono zachowania pracownika w warunkach zagrożenia, oraz sytuacji niedostatku informacji i deficytu czasu. Zagadnienia poruszone w artykule w istotny sposób wpływają na doskonalenie metod profilaktycznych związanych z warunkami środowiska i organizacji pracy, w tym także poprawy procesu komunikowania się w przedsiębiorstwie.*

Słowa kluczowe: *zarządzanie bezpieczeństwem, organizacja pracy, błąd ludzki, czynnik ludzki, środowisko pracy, wypadki przy pracy*

APPROPRIATE WORKPLACE ENVIRONMENT MANAGRMENT AS ONE OF ELEMENTS OF WORKPLACE SAFETY IMPROVEMENT

Abstract: *In the present paper addresses the issues organizations working conditions, drew attention to the work environment and the impact of its components, such as climate, quality of light, air pollution, an appropriate choice of color and noise in the human body working. Drew attention to the problem of the organization of work in the company. Shows the behavior of workers in hazardous conditions, and the situation of lack of information and lack of time. The issues raised in the article have a significant impact on the improvement of methods of prevention in improving the organization of work, as well as improving the communication process within the company*.

Key words: *safety management, human factor, organization of work, human error, work environment, accidents at work*

dr inż. Anna GEMBALSKA-KWIECIEŃ
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Rosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Anna.Gembalska-Kwiecien@polsl.pl

9

METODY I SPOSOBY USUWANIA PYŁÓW POWSTAJĄCYCHW PRACOWNI PROTETYCZNEJ

9.1 WPROWADZENIE

Chcąc wyposażyć pracownię (laboratorium protetyczne), należy uwzględnić funkcjonalność, estetykę, bezpieczeństwo pracy, ergonomię, wymogi przepisów, ustaw i norm dotyczących zawodu technika dentystycznego [8]. Wyposażenie naszego miejsca pracy można dostosować do indywidualnych potrzeb technika dentystycznego [8].

Zaprojektowanie i wyposażenie pracowni w odciąg miejscowy można zlecić firmie zajmującej się tym profesjonalnie lub w miarę możliwości wykonać we własnym zakresie [8].

Projekt uzależniony jest od wielu specyficznych czynników, takich jak: charakterystyka stanowiska pracy, technologia stosowana na stanowisku, koszty [8].

9.2 ŹRÓDŁA I CHARAKTERYSTYKA ZANIECZYSZCZEŃ. JAKOŚĆ POWIETRZA WEWNĄTRZ POMIESZCZEŃ

Na warunki komfortu w pomieszczeniach ma wpływ czystość powietrza. Miarą czystości powietrza jest stopień zanieczyszczenia pyłami, gazami i parami oraz zapachami. Powietrze atmosferyczne, a także powietrze usuwane z pomieszczeń, zawsze zawierają pewną ilość zanieczyszczeń pochodzących ze źródeł naturalnych, bądź będących efektem działalności człowieka. Substancje zanieczyszczające powietrze mogą występować w postaci gazowej, ciekłej lub stałej [5].

Pył to zbiór cząstek stałych, które wyrzucane do powietrza atmosferycznego pozostają w nim przez pewien czas. Najczęściej są to cząstki o wymiarach poniżej 300 mm (mikrometrów) [6].

Pod względem pochodzenia rozróżnia się pyły organiczne i nieorganiczne:

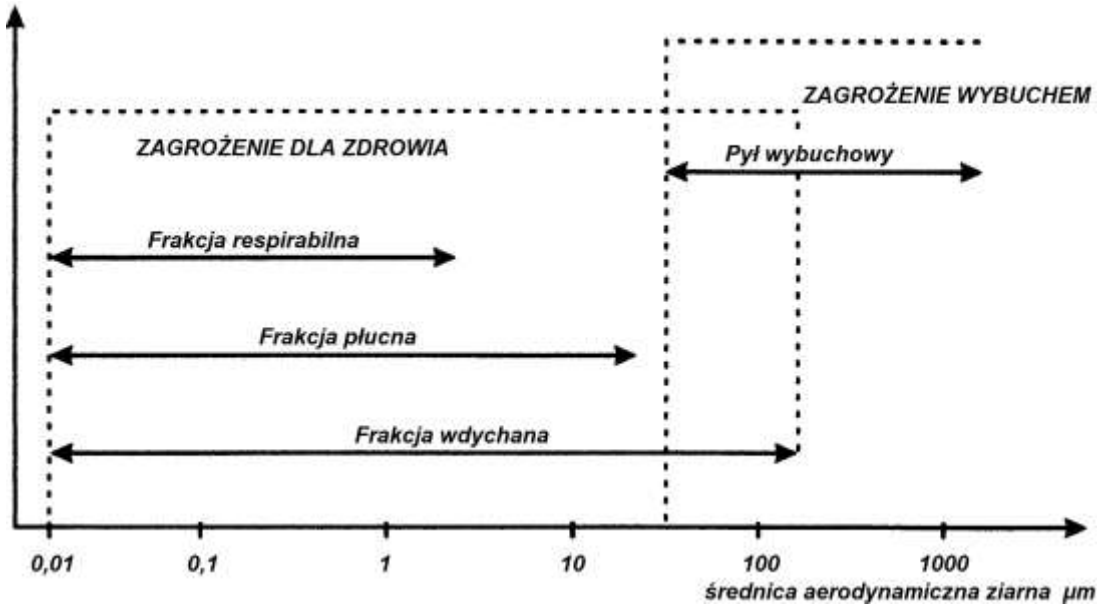
- do organicznych należą pyły roślinne, np. pył drzewny, bawełniany, mączny, pył z traw, oraz zwierzęce, np. wełniany, z włosia, kości.
- do pyłów nieorganicznych zalicza się pyły metali: żelaza, ołowiu, miedzi oraz pyły mineralne, np. kwarcu, cementu, wapnia.

W praktyce często spotykane są pyły mieszane [3].

Pojęcia takie jak: drobny pył, pył, proszek, drobny proszek często są uznawane za równoważne. Mają jedną cechę wspólną, tj. odnoszą się do rozdrobnionego ciała stałego w postaci drobnych ziaren, które często nazywane są cząstkami. Pyły są cząstkami ciał stałych wytwarzanych w procesach mechanicznych, które są rozproszone i unoszone w gazach,

zwłaszcza w powietrzu [1].

Pojęcie to jest również powszechnie stosowane, gdy odnosi się do stałych cząstek wytrącanych z fazy gazowej i osadzających się na powierzchni. W tym przypadku stosuje się termin "pył osiadły". Zakłada się, że wielkość ziarna pyłu można scharakteryzować jedną miarą – jego średnicą. Charakter pyłu zależy od wielkości ziarna – fakt ten został potwierdzony eksperymentalnie. Powyższa zależność została przedstawiona na rys. 9.1 [1].



Rys. 9.1 Charakter zagrożenia pyłu w zależności od rozmiaru ziaren pyłu [1]

Źródła zanieczyszczeń pyłowych powietrza atmosferycznego mogą być naturalne i sztuczne. Do najbardziej pyłotwórczych procesów technologicznych zalicza się: kruszenie, mielenie, przesiewanie surowców, procesy transportowe i mieszanie ciał sypkich, czynności oczyszczania, toczenia, szlifowania, polerowania itp. [6].

9.3 ODDZIAŁYWANIE PYŁÓW NA ORGANIZM LUDZKI

Szkodliwe działanie pyłu przemysłowego na organizm ludzki zależy od [6]:

- rodzaju pyłu,
- wielkości poszczególnych cząstek,
- wdychanej ilości (stężenia pyłu w powietrzu i czasu ekspozycji),
- rozpuszczalności pyłu w cieczach ustrojowych,
- kształtu cząstek (włókna, kształty ostre, obłe),
- zawartości wolnej krystalicznej krzemionki.

Pyły w zależności od działania na organizm ludzki można podzielić na [6]:

- pylico twórcze (kalogenowe i niekalogenowe),
- drażniące,
- alergiczne,
- toksyczne,
- rakotwórcze.

9.4 OCENA NARAŻENIA NA PYŁ

Podstawą oceny narażenia na pył są wartości NDS pyłów (NDS – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie). Najwyższe dopuszczalne stężenie dla pyłów dotyczy całkowitych stężeń pyłu, stężeń frakcji respirabilnej i ilości włókien o długości powyżej 5 mm [6].

Pył całkowity – zbiór cząstek pyłu, który w procesie oddychania może wnikać do organizmu człowieka [6].

Pył respirabilny – zbiór cząstek przechodzących przez selektor wstępny o charakterystyce przepuszczalności według wymiarów cząstek opisanej logarytmiczną normalną funkcją prawdopodobieństwa ze średnią wartością średnicy aerodynamicznej 3,5±0,3 μm i z geometrycznym odchyleniem standardowym 1,5±0,1 (ogólnie rzecz biorąc chodzi o frakcję poniżej 5 μm) [6].

Włókno – jest to cząstka pyłu, której długość jest większa od 5 μm, a stosunek długości do średnicy jest większy niż 3:1 (na podstawie pomiarów w mikroskopie świetlnym, wyposażonym w urządzenie do kontrastu fazowego przy całkowitym powiększeniu mikroskopu ok. 500 razy) [6].

Pomiary zawartości pyłu w powietrzu sprawiają na ogół wiele trudności, ze względu na zmienność tej zawartości w czasie, jak i na duże zróżnicowanie pyłów pod względem składu chemicznego i wielkości cząsteczek. W praktyce stosuje się metody oparte na liczeniu cząstek pyłu (konimetryczne) oraz metody wagowe (grawimetryczne). W ustawodawstwie polskim obowiązuje dla celów sanitarno-higienicznych oznaczanie metodą wagową. Wielkość najwyższych dopuszczalnych natężeń podana jest w Dzienniku Ustaw z 1985 r. [3].

Przeciwdziałanie zapyleniu wymaga stosowania wielu środków technicznych. Ogólne zasady obowiązujące na stanowiskach pracy są następujące [3]:

1. Pyły powstające w czasie procesów technologicznych powinny być wychwytywane u źródła ich powstawania.
2. Trzeba stosować możliwie pełną hermetyzację procesów technologicznych.
3. Stopień zagrożenia należy zmniejszać przez zmiany technologii, jeśli nie dość skutecznie działają zabezpieczenia technologiczne.
4. Na wylocie instalacji odpylającej należy stosować skutecznie działające urządzenia.
5. Jeżeli systemy hermetyzacji są nieskuteczne, trzeba stosować indywidualne środki zabezpieczające.
6. Pyły nie powinny zalegać na stanowisku pracy.
7. Instalacja techniczna musi mieć odpowiednie zabezpieczenie przeciwpyłowe w razie zaistnienia awarii.
8. Należy prowadzić systematyczną kontrolę zapylenia w celu dokonania oceny stopnia zapylenia.

Podczas pracy w pracowni protetycznej z wykorzystaniem różnego rodzaju materiałów czy urządzeń właściwie każdego dnia technik dentystyczny jest narażony na rozmaite zagrożenia.

9.5 ŹRÓDŁA POWSTAWANIA PYŁÓW W PRACOWNI PROTETYCZNEJ

Głównymi źródłami powstawania zapylenia są:

- opracowywanie modeli gipsowych, prac z masy akrylowej, odlewów metalowych za pomocą silnika protetycznego,
- piaskowanie odlewów metalowych,
- przycinanie modeli gipsowych,
- wywiercanie otworów w modelach gipsowych,
- używanie produktów sypkich, typu gips, masa ogniotrwała,
- inne.

Termin wentylacja (jak podaje encyklopedia PWN), oznacza przewietrzanie, wymianę powietrza w pomieszczeniach, wyrobiskach górniczych, maszynach itp., polegającą na usunięciu powietrza zanieczyszczonego (lub o zbyt wysokiej temperaturze) i doprowadzeniu świeżego; naturalna wykorzystuje naturalną różnicę ciśnień na zewnątrz i wewnątrz obiektu, mechaniczna jest przeprowadzana za pomocą wentylatorów [9].

Prawidłowo działająca wentylacja jest niezbędna w pomieszczeniach, gdzie przebywają ludzie lub przebiegają określone procesy technologiczne. Jest to niezmiernie ważne, ze względu na zapewnienie odpowiednich warunków higieniczno zdrowotnych oraz komfortu osobom przebywającym w pomieszczeniach zamkniętych.

9.6 STANOWISKO PRACY TECHNIKA DENTYSTYCZNEGO

Stanowisko pracy technika dentystycznego powinno być wyposażone w krzesło z oparciem pod lędźwie i przedramiona, podkładkę amortyzacyjną pod tłocznię i kowadełko, indywidualne źródło oświetlenia pola pracy oraz mechaniczny odciąg miejscowy do odprowadzania pyłów [7].

Pomieszczenia pracowni protetycznej powinny posiadać wentylację grawitacyjno-kanałową, zapewniającą co najmniej półtora-krotną wymianę powietrza na godzinę. Pomieszczenia pracowni protetycznych, w których wydzielają się gazy, pary lub pyły szkodliwe dla zdrowia, poza wentylacją grawitacyjno-kanałową powinny posiadać wentylację mechaniczną, zapewniającą co najmniej taką wymianę powietrza, jaka jest potrzebna do rozrzedzenia gazów, par lub pyłów do wartości obowiązujących dopuszczalnych stężeń [7].

Rys. 9.2 Przykładowa pracownia protetyczna

Źródło: [12]

Pracownia protetyczna (rys. 9.2) powinna składać się z: pracowni podstawowej, gipsu, polimeryzacji, odlewnictwa i obróbki metali, ceramiki. Często w pracowniach nie jest możliwy taki podział pomieszczeń na stanowiska pracy, gdzie powinny być wykonywane poszczególne etapy wykonawstwa uzupełnień protetycznych. Brak wyraźnego zarysu lub osobnych pomieszczeń może być kompensowany poprzez instalowanie odciągów, lub użycia odciągów przenośnych do prac, podczas których emitowane są pyły i gazy, co znaczeni zredukuje zanieczyszczenia w całej pracowni, a co za tym idzie dostanie się ich do wyrobów.

9.7 PODZIAŁ SYSTEMÓW WENTYLACYJNYCH

Tabela 9.1 pokazuje podział systemów wentylacyjnych ze względu na wybrane czynniki.

Tabela 9.1 Rodzaje wentylacji w zależności do różnych kryteriów podziału [4]

Rodzaj energii wprowadzającej powietrze w ruch	
Wentylacja naturalna	Działa w wyniku różnicy temperatur i ciśnień powietrza na zewnątrz i wewnątrz pomieszczeń oraz energii wiatru
Wentylacja mechaniczna	Działa dzięki zastosowaniu urządzeń mechanicznych wytwarzających ruch powietrza
Sposób wymiany powietrza	
Wentylacja ogólna	Zapewnia wymianę powietrza w całym pomieszczeniu lub jego części
Wentylacja miejscowa	Zapewnia wymianę powietrza w określonej przestrzeni pomieszczenia, stanowiska roboczego lub urządzenia produkcyjnego
Kierunek ruchu powietrza w stosunku do wentylowanego pomieszczenia	
Wentylacja nawiewna	Powietrze nawiewa się mechanicznie, usuwane jest w sposób naturalny
Wentylacja wywiewna	Powietrze usuwane jest mechanicznie, dostarczane w sposób naturalny
Wentylacja nawiewno-wywiewna	Dostarczanie i usuwanie powietrza odbywa się mechanicznie
Różnica ciśnień wewnątrz i na zewnątrz pomieszczenia	
Wentylacja nadciśnieniowa	Strumień objętości powietrza nawiewanego jest większy od wywiewanego
Wentylacja podciśnieniowa	Strumień objętości powietrza nawiewanego jest mniejszy od wywiewanego
Możliwość uzyskania określonych parametrów powietrza w pomieszczeniu	
Wentylacja „zwykła"	Zapewnia wymaganą temperaturę w pomieszczeniach tylko w chłodnych okresach roku
Wentylacja z chłodzeniem	Zapewnia wymaganą temperaturę w pomieszczeniach w ciągu całego roku (zimą i latem)
Wentylacja z dowilżaniem	Zapewnia zwiększenie wilgotności powietrza w pomieszczeniach
Wentylacja z osuszaniem	Zapewnia zmniejszenie wilgotności powietrza w pomieszczeniu
Klimatyzacja	Zapewnia wymaganą temperaturę i wilgotność względną powietrza w pomieszczeniach w ciągu całego roku (zimą i latem)

Przedstawiona konstrukcja urządzenia wentylacyjnego będzie spełniała funkcję wentylacji miejscowej, mechanicznej jak i wywiewnej.

9.7.1 Wentylacja miejscowa

Bardzo często wentylowanie całej objętości pomieszczeń technologicznych jest zbędne lub nieopłacalne. Stosuje się wtedy wentylację miejscową, związaną z konkretnym urządzeniem lub wydzielonym obszarem w pomieszczeniu [5].

Zasadniczą funkcją wentylacji miejscowej jest zredukowanie emisji zanieczyszczeń poprzez usuwanie ich bezpośrednio z miejsc powstawania. Wskutek tego osiąga się najbardziej skuteczne i ekonomiczne eliminowanie zanieczyszczeń środowiska powietrznego oraz nie dopuszcza się do rozprzestrzeniania się ich w pomieszczeniach. Każde stanowisko pracy, urządzenie lub wyodrębniona strefa w pomieszczeniu, w obrębie których są emitowane zanieczyszczenia do powietrza, prowadzące do narażenia na nie pracowników, powinny być wyposażane w odciągi miejscowe [4]. Wentylacja miejscowa może przybrać formę odciągu miejscowego lub nawiewu miejscowego.

Urządzenie wentylacji lokalizującej, zwane odciągiem miejscowym, ma za zadanie wychwycenie, w miejscu powstania zanieczyszczeń, powietrza o możliwie największym ich stężeniu i przetransportowanie go do urządzeń oczyszczających, magazynujących lub usunięcie na zewnątrz w miejscu, w którym substancje te nie będą ujemnie wpływały na otoczenie. Za pomocą odciągów miejscowych nie likwidujemy zanieczyszczeń z powietrza, lecz wychwytujemy powietrze zanieczyszczone i usuwamy je poza obszar, gdzie się znajdują [5].

9.7.2 Projekt instalacji odciągu miejscowego w pracowni protetycznej

Przy projektowaniu instalacji odciągu miejscowego, należy mieć świadomość ograniczeń dotyczących konstrukcji związanych z regulacjami prawnymi dopuszczającymi go do użytku. Dlatego podczas dobierania elementów składowych takiego urządzenia należy zwrócić uwagę na to, aby każdy z nich posiadał atest dopuszczający go do użytku lub oznaczenie CE. Poszczególne elementy i zespoły odciągu miejscowego powinny stanowić zwartą całość i sprawnie ze sobą współpracować.

Oznaczenie CE (Conformité Européenne) umieszczone na wyrobie jest deklaracją producenta, że oznakowany produkt spełnia wymagania dyrektyw tzw. "Nowego Podejścia" Unii Europejskiej (UE). Dyrektywy te dotyczą zagadnień związanych z bezpieczeństwem użytkowania, ochroną zdrowia i ochroną środowiska, określają zagrożenia, które producent powinien wykryć i wyeliminować. Producent oznaczając swój wyrób znakiem CE deklaruje, że wyrób ten spełnia wymagania wszystkich odnoszących się do niego dyrektyw [13].

Zgodnie z przepisami skoro każdy z elementów posiada wyżej wymienione oznaczenie to całość również. Mamy wtedy pewność, iż odciąg miejscowy nie będzie wchodził w reakcję z otoczeniem i będzie spełniał wszelkie wymogi dopuszczające go do użytku.

Odciąg miejscowy to nieodzowne urządzenie przy każdym stanowisku pracy, takim jak: stół protetyczny, polerka, piaskarka czy obcinarka.

Do wykonania odciągu miejscowego można wykorzystać:

- turbinę z silnikiem lub silnik odkurzacza,
- rury do odkurzacza,
- separator pyłów do czyszczenia kominka z zamontowanym wewnątrz filtrem,
- obudowa,

- filtr wymienny standardowy,
- worek z fizeliny,
- układ pochłaniaczy pyłów

W obudowie wyciągu została zainstalowana turbina. Znajduje się tam również filtr standardowy i worek z fizeliny (rys. 9.3).

Rys. 9.3 Worek z fizeliny umieszczony wewnątrz obudowy

Jeden koniec rury wyciągu (1) podłączony jest do piaskarki, a drugi jej koniec podłączony został do separatora pyłów. Druga rura (2) zamocowana jest do separatora (zamiennie z osłoną) i jej drugi koniec do wnętrza skrzynki (obudowy), w której znajduje się filtr standardowy (rys. 9.4).

Rys. 9.4 Odciąg miejscowy wraz z separatorem podłączony do piaskarki

Dodatkowo sam wyciąg bez separatora można podłączyć do osłony (rys. 9.5, 9.6). Zabezpiecza ona powierzchnię wokół miejsca pracy przed pyłami i odpryskami (szczególnie przydatny przy obróbce modeli gipsowych, protez akrylowych, czy metalu).

Rys. 9.5 Odciąg miejscowy podłączony do osłony

Rys. 9.6 Osłona odciągu

Separator pyłów

Dobrym rozwiązaniem w układzie wyciągu pyłów jest zastosowanie urządzenia, zwanego separatorem pyłów. Można użyć go np. do odzyskiwania zużytego piasku z wyciągu zamontowanego przy piaskarce piórowej, który jest powtórnie używany w piaskarce cyrkulacyjnej do wstępnej obróbki odlewu. Oprócz dużej oszczędności materiału zabezpiecza silnik przed uszkodzeniem. Separator pyłów można wykonać z pojemnika po gipsie, rury od odkurzacza, dwóch uszczelek gumowych i samochodowego filtra powietrza lub zastąpić go

separatorem (zbiornikiem pośrednim przenośnym) używanym do czyszczenia kominków (rys. 9.7).

Rys. 9.7 Separator pyłów

Warunki jakie powinien spełniać skuteczny odciąg miejscowy to przede wszystkim odpowiednia siła ssąca (średniej mocy) oraz układ filtrujący [11].

PODSUMOWANIE

Profesjonalne urządzenia do odsysania pyłów i oparów dostępne na rynku spełniają bardzo dobrą relację koszt – efekt działania. Mają wiele zaawansowanych funkcji, są niezwykle ciche i mają nowoczesny wygląd. Jednakże początkujący technik dentystyczny przy wyposażaniu pracowni protetycznej nie jest w stanie pozwolić sobie na wydatek rzędu kilku tysięcy złotych. Wychodząc naprzeciw drogim sprzętom i elementom wyposażenia, w powyższej pracy przedstawiono w jaki sposób można wykorzystać przedmioty codziennego użytku, tworząc „profesjonalny sprzęt". Nie ma on tak wielu funkcji użytkowych, jednak spełnia swoje wymagania co do funkcjonalności. Proponowany w powyższej pracy odciąg miejscowy w pełni spełnia swoją funkcję, przy tym nie obciążając finansowo osoby, która chce urządzić własną pracownię protetyczną.

Całkowite wyeliminowanie źródeł nadmiernego stężenia pyłu z pomieszczeń jest technicznie niewykonalne. Aby zmienić ten stan rzeczy, wiele technicznych i organizacyjnych środków zostało przedsięwziętych, mających na celu obniżenie poziomu stężenia pyłu. Głównym zadaniem kierownika laboratorium techniki dentystycznej jest zaopatrzenie pracownika w odpowiednie środki ochrony indywidualnej jak również dbałość o stały monitoring pracy oraz zwiększenie świadomości pracowników w odniesieniu do zdrowia. Taki sprzęt powinien być wybrany na podstawie parametrów i komfortu użytkowanych miejsc. Użyteczność i ergonomia sprzętu w dużej mierze sprzyjają łatwej obsłudze oraz mogą zachęcić pracowników do korzystania z niego [10].

Problem zanieczyszczenia powietrza w pracowni protetycznej nie powinien być ignorowany. Bezpieczeństwo i komfort pracy są niezmiernie ważne, dlatego powinno się o

nie dbać wykorzystując środki dostępne do tego celu na rynku, takie jak środki ochrony indywidualnej oraz odciągi miejscowe. Dbając o odpowiednie wyposażenie stanowiska pracy dbamy o nasze zdrowie i minimalizujemy narażenie na choroby zawodowe.

LITERATURA

1. Biały W.: *Środowiskowe warunki pracy a choroby zawodowe w górnictwie węgla kamiennego*, Zeszyt Naukowy Akademia Morska w Szczecinie, 2012, 31(103), s. 37-44.
2. Bryła R.: *Przepisy prawa w kontekście bezpieczeństwa pracy: bezpieczeństwo i ergonomia w pracowni protetyki* dentystycznej, „Vademecum technika dentystycznego. Aspekty prawne", 2012 s. 37-41.
3. Gadomska H.: red. *Człowiek, praca, środowisko: poradnik z zakresu bezpieczeństwa pracy i ergonomii*, Warszawa: Instytut Wydawniczy Związków Zawodowych, 1989.
4. Gliński M.: *Optymalizacja parametrów powietrza w pomieszczeniach pracy: miejscowa wentylacja wywiewna: poradnik.* Stan prawny: maj 2007 r., Warszawa. Wydawnictwo Medium, 2007.
5. Pełech A.: *Wentylacja i klimatyzacja – podstawy.* Wydanie 2. Wrocław. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2009
6. Rączkowski B.: *BHP w praktyce.* Gdańsk. Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, 1998.
7. Stychlerz A.: *W zgodzie z przepisami BHP.* „Nowoczesny technik dentystyczny". 2006, nr 3, s. 48-52.
8. Zdziech T.: *Zrób to sam. Praktyczne porady przy urządzaniu pracowni protetycznej.* „Nowoczesny technik dentystyczny". 2010, nr 4, s. 101-103.
9. http://encyklopedia.pwn.pl/haslo/3994818/wentylacja.html z dnia 3.12.2012
10. http://www.imp.lodz.pl/home_pl/offert/tematyka_bad/choroby_zawodowe/ z dnia 6.12.2012
11. http://www.kavo.pl/PL/Produkty/Technika-dentystyczna/Wyci%C4%85gi-protetyczne.aspx z dnia 5.01.2013
12. http://meritumdental.pl/o-pracowni-protetycznej z dnia 15.05.2013
13. http://pl.wikipedia.org/wiki/Oznaczenie_CE z dnia 15.05.2013

METODY I SPOSOBY USUWANIA PYŁÓW POWSTAJĄCYCH W PRACOWNI PROTETYCZNEJ

Streszczenie: *W artykule przedstawiono rodzaje zanieczyszczeń w pracowni protetycznej oraz metody ich usuwania. Stanowiska pracy w pracowni podstawowej powinny posiadać:*

- *indywidualne źródło oświetlenia pola pracy o natężeniu światła 1000 luksów, oddalone od płyty stołu laboratoryjnego o 0,6-0,7 m,*
- *krzesło z oparciem pod lędźwie i przedramiona,*
- *mechaniczny wyciąg miejscowy do odprowadzania pyłów.*

Wykazano, jak bardzo ważnym zagadnieniem w pracowni dentystycznej jest sprawne działanie urządzeń wentylacyjnych z powodu szczególnie dużego zagrożenia pyłami. Podstawowe zagrożenie w tym zakresie niosą ze sobą pyły gipsu – również obrabianie tworzywa akrylowego powoduje intensywne pylenie. Ponadto, źródłem zapylenia jest także proces szlifowania metali.
Zaprezentowano elementy urządzenia oraz przedstawiono krótką instrukcję do samodzielnego wykonania odciągu miejscowego, spełniającego wymogi bezpieczeństwa.

Słowa kluczowe: *zanieczyszczenie, pył, wentylacja, odciąg miejscowy*

METHODS AND MANNERS FOR REMOVING DUST GENERATED IN THE DENTAL LABORATORY

Abstract: *In this article the types of pollution in the dental laboratory and the methods for their disposal were presented. Work station in the laboratory should be equipped with:*

- *individual light source of working area of 1000 lux light intensity, remote 0.6-0.7 m away from the laboratory table top,*
- *back and forearm rest,*
- *mechanical local exhaust to extraction dust.*

It has been shown, that very important issue in a dental laboratory is smooth operation of ventilation due to the particularly high risk of dust. The main risk in this respect carry along gypsum dust. Also acrylic, which is machined, causes intense dusting. The source of dust is the process of grinding metal as well.There were presented items of equipment and short self-performance mechanical local exhaust system, that meets the security requirements.

Key words: *pollution, dust, ventilation, local exhaust*

inż. Oliwia HASIUK
Wyższa Szkoła Inżynierii Dentystycznej i Nauk Humanistycznych
ul. Słoneczna 2, 43-450 Ustroń
e-mail: o.hasiuk@gmail.com
dr hab. inż. Witold BIAŁY, prof. Pol. Śl.
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail: wbialy@polsl.pl

10

OCENA ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY NA STANOWISKACH ZAGROŻONYCH PYŁEM PRZEMYSŁOWYM ORAZ ŚRODKI TECHNICZNE W PROFILAKTYCE

10.1 ZAGROŻENIA PYŁEM NA PRZEMYSŁOWYCH STANOWISKACH PRACY

Wiodącym źródłem zanieczyszczenia powietrza cząstkami pyłu jest przede wszystkim działalność człowieka w sferze produkcji przemysłowej. Prawie każdemu procesowi przemysłowemu towarzyszą mniejsze lub większe miejscowe zanieczyszczenia pyłowe, powstające podczas operacji obróbczych, wydobywczych, przeładunkowych, przetwórczych itp. [1]. Pyłem nazywa się zbiór cząstek stałych, które wyrzucone do powietrza pozostają w nim przez pewien czas. Najczęściej są to cząstki o wymiarach poniżej 300 μm. Ze względu na rodzaj materiału cząstki pyłu można podzielić na nieorganiczne (np. pyły mineralne, tworzyw sztucznych, metaliczne) oraz organiczne pochodzenia zwierzęcego i roślinnego. Kształt cząstki pyłu zależy przede wszystkim od jej pochodzenia oraz od właściwości fizykochemicznych (kruchość, łupliwość, porowatość, włóknistość) materiału, z którego cząstka powstała [2]. Kilka przykładowych kształtów cząstek pyłu przedstawiono na rys. 10.1. Z punktu widzenia higieny przemysłowej pył analizuje się jako rozproszone ciało stałe (faza rozproszona) i unoszące się w powietrzu (faza rozpraszająca). Taki dwufazowy układ nazywa się aerozolem.

Rys. 10.1 Przykłady kształtu cząstek pyłu [2]

Pył zawieszony w powietrzu stanowi groźbę wystąpienia chorób zawodowych zwanych pylicami płuc. Pod względem pylicotwórczym najistotniejsze znaczenie ma tzw. frakcja respirabilna pyłu (ultra pyły o średnicy cząstek poniżej 7 μm) docierająca do pęcherzyków płucnych. Pomiaru stężenia frakcji respirabilnej pyłu dokonuje się za pomocą selektorów cyklonowych, które wydzielają część respirabilną z pyłu całkowitego. W zależności od

wielkości ziaren, pył dociera do części układu oddechowego człowieka (tabela 10.1).
Można wyodrębnić trzy podstawowe drogi wnikania substancji pyłowych do organizmu:

- przez osiadanie pyłu na skórze i błonach śluzowych – w tym przypadku substancje wchłaniane są bezpośrednio poprzez skórę, miseczki włosowe i gruczoły łojowe,
- przez drogi oddechowe,
- przez układ pokarmowy.

W ocenie stopnia zagrożenia pyłami o działaniu pylicotwórczym obok czasu narażenia zasadnicze znaczenie mają trzy czynniki: poziom stężenia, stopień rozdrobnienia i zawartość wolnej krystalicznej krzemionki w pyle. Tabela 10.2 przedstawia cechy pyłu decydujące o ich szkodliwym działaniu na organizm człowieka.

Tabela 10.1 Klasyfikacja oddziaływania pyłów z odcinkami układu oddechowego [3]

Średnica cząstek (µm)	Zdolność cząstek pyłu do przenikania i retencji (zatrzymywania) w płucach człowieka
do 0,2	Zdolne do przenikania i zatrzymywania się w płucach
0,2-5,0	Z łatwością przenikają do płuc i często w nich występują
5,0-10,0	Mogą przenikać do płuc, ale występują w nich rzadko
10,0-50,0	Zazwyczaj nie przenikają do płuc, zatrzymują się w górnych drogach oddechowych i oskrzelach, stąd stopniowo są wydalane
ponad 50,0	Nie wnikają do płuc, zatrzymują się w górnych drogach oddechowych i z łatwością są wydalane na zewnątrz.

Tabela 10.2 Cechy pyłów decydujące o szkodliwości ich oddziaływania na organizm [4]

Cecha	Szkodliwości oddziaływania
Skład chemiczny	Decyduje o rodzaju szkodliwości oddziaływania
Struktura krystaliczna	Wzmaga szkodliwość pyłu krzemionkowego i pyłów krzemianowych
Skład ziarnowy (stopień rozdrobnienia - dyspersja)	• aktywność fizykochemiczna i biologiczna drobniejszych ziaren jest większa • ziarna o wielkości poniżej 5 µm łatwo przedostają się do pęcherzyków płucnych
Kształt ziaren	Włókniste cząstki azbestu i szkła są bardziej szkodliwe
Ostrość krawędzi ziaren	Zwiększa intensywność działania drażniącego
Rozpuszczalność w płynach ustrojowych	Zwiększa intensywność oddziaływania toksycznego pyłów

Stopień wnikania i osadzania pyłu w drogach oddechowych zależy od wymiaru cząsteczek pyłu i pod tym względem pyły można podzielić na trzy frakcje. Frakcję wdychaną czyli pył wdychany do układu oddechowego stanowią cząsteczki o w miarach poniżej 100 µm. W górnym odcinku dróg oddechowych obejmującym, nos, jamę ustną, gardło i krtań cząsteczki o dużych rozmiarach powyżej 30 µm są zatrzymywane, a następnie wydalane ze śluzem. Do środkowego odcinka dróg oddechowych obejmującego tchawicę, oskrzela i oskrzeliki przedostają się cząsteczki określane frakcją płucną pyłu – ich wymiar nie przekracza 20 µm. Do obszaru wymiany gazowej (pęcherzyki płucne) dostają się cząsteczki o wymiarach ziaren poniżej 7µm. Czas usuwania pyłu z pęcherzyków płucnych jest długi (ok. 50% na miesiąc) [2].

Wśród schorzeń wywołanych zapyleniem powietrza najgroźniejsze są pylice płuc, a zwłaszcza pylica krzemowa. Pylice dzielimy na zwłókniające kolagenowe i niekolagenowe. Pylice zwłókniające kolagenowe charakteryzuje uszkodzenie struktury pęcherzyków płucnych

i zmiany bliznowe tkanki płucnej. Do pyłów o silnym działaniu zwłókniającym należą przede wszystkim pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę i pyły azbestu oraz pyły o umiarkowanym działaniu zwłókniającym miki lub grafitu. W wyniku ogniskowego lub rozsianego włóknienia zmniejsza się powierzchnia oddechowa płuc i zarastają drobne naczynia krwionośne. Proces ten rozwija się w czasie od 3 do 10 lat i prowadzi do niewydolności układu krążenia, przedwczesnej utraty zdolności do niewydolności układu krążenia, przedwczesnej utraty zdolności do pracy i śmierci. Włókna azbestu prowadzą do rozwoju pylicy płuc i nowotworów, cząstki krzemionki do krzemienicy i rozedmy płuc. Pylice niekolagenowe powstają w wyniku działania pyłów nie posiadających właściwości zwłókniających. Pylice niekolagenowe charakteryzuje brak uszkodzenia struktury pęcherzyków płucnych, minimalna reakcja tkanki płucnej oraz odwracalność reakcji na pył (pył siarczanu barowego, tlenku cyny) [2]. Po wchłonięciu pyłów zawierających w swym składzie dwutlenek krzemu przez tkankę płucną, uwalnia się w tkance kwas ortokrzemowy, polimeryzujący i łączący się z białkiem, co powoduje zwłóknienie tkanki płucnej.

Długotrwałe działanie pyłów drażniących nie stanowi takiego zagrożenia dla zdrowia jak proces zwłóknienia tkanki płucnej, ale niejednokrotnie może doprowadzić do przedwczesnej niezdolności do pracy. Zmiany w błonie śluzowej dróg oddechowych pod wpływem drażnienia jej przez cząsteczki pyłu przebiegają w dwóch fazach, tj. przerostowej i zanikowej. W pierwszej fazie błona śluzowa przystosowuje się do nowych warunków w formie fizjologicznej, obronnej reakcji organizmu na jej stany zapalne. Powstają odwracalne zmiany, jak rozrost komórek śluzowych i rzęskowych, zwiększenie wydzielania śluzu, intensywne poruszanie się rzęsek [4]. Fizjologiczna forma reagowania po długim (kilkuletnim) okresie czasu może przerodzić się w formę zanikową, najczęściej trwałą, która charakteryzuje się stopniowym zanikiem wydzielania śluzu przez komórki śluzowe, zanikiem rzęsek i samych komórek tej błony. Naraża to organizm na bezpośrednie działanie cząsteczek pyłów i prowadzi do rozległych trwałych zmian chorobowych błony śluzowej, a także sprzyja zakażeniom bakteryjnym [5].

10.2 NAJWYŻSZE DOPUSZCZALNE STĘŻENIA PYŁÓW PRZEMYSŁOWYCH I OCENA RYZYKA ZAWODOWEGO

Problem ustalenia kryterium oceny stopnia zagrożenia zdrowotnego powodowanego przez pyły przemysłowe jest wciąż dyskutowany, zwłaszcza jeśli chodzi o pyły mieszane i pyły o strukturze włóknistej. Wielkość ekspozycji, przy której nie obserwuje się zmian zdrowotnych, jest dość dokładnie ustalona dla pyłów czystej krzemionki krystalicznej. Ze względów czysto praktycznych dopuszczalne wartości stężeń są ustalane w wielu krajach dla różnych pyłów i są one bardzo często przykładem kompromisu pomiędzy wymaganiami zdrowotnymi a realnymi możliwościami realizacji w warunkach przemysłowych.

W Polsce obowiązują wartości Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń (NDS) dla pyłów przemysłowych, ustalone Rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 29 listopada 2002 roku [6]. Dla pyłu całkowitego zawierającego wolną (krystaliczną) krzemionkę powyżej 50%, wartość NDS wynosi 2 mg/m^3 i tylko 0,3 mg/m^3 dla pyłu respirabilnego o takim samym składzie. Natomiast dla pyłu zawierającego azbest (substancja o działaniu rakotwórczym) w postaci włókien o długości powyżej 5 μm dopuszcza się NDS

równy 0,5 włókna/cm^3. Dla nietrujących pyłów przemysłowych o zawartości wolnej krzemionki poniżej 2%, NDS wynosi 10 mg/m^3 dla pyłu całkowitego. Różnice w wartościach dopuszczalnych są bardzo duże.

Najwyższe Dopuszczalne Stężenie pyłu rozumiane jest jako średnie stężenie ważone, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8 godzinnego dnia pracy przez cały okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie jego zdrowia oraz stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń. Dla poszczególnych typów pyłów (całkowity i respirabilny) oraz ich zróżnicowanego składu chemicznego odpowiednie wartości NDS są podstawą dla oceny narażenia [6].

Do szacowania ryzyka zawodowego wynikającego z ekspozycji pracownika na pyły mogą być wykorzystywane różne metody i skale. Poniżej przedstawiono szacowanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły w skali trójstopniowej, zalecanej w normie [7]. W celu oszacowania ryzyka zawodowego, jako kryterium odniesienia przyjęto wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń pyłów (NDS) w odniesieniu do ekspozycji pracownika na pyły. W tabeli 10.3 przedstawiono zależności między stopniem ryzyka a wartościami NDS.

Tabela 10.3 Szacowanie ryzyka zawodowego związanego z narażeniem na pyły w skali trójstopniowej [7]

Wskaźnik ekspozycji W	**Stopień ryzyka zawodowego**
W > NDS	RYZYKO DUŻE
NDS ≥ W > 0,5 NDS	RYZYKO ŚREDNIE
W ≤ 0,5 NDS	RYZYKO MAŁE
gdzie: W – wartość wskaźnika ekspozycji, NDS – wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia pyłu	

Ryzyko duże jest ryzykiem niedopuszczalnym. Jeżeli ryzyko zawodowe jest związane z pracą już wykonywaną, działania w celu jego zmniejszenia należy podjąć natychmiast (np. przez zastosowanie środków ochronnych). Planowana praca nie może być rozpoczęta do czasu zmniejszenia ryzyka zawodowego do poziomu dopuszczalnego. Ryzyko średnie jest ryzykiem dopuszczalnym. Wówczas zaleca się zaplanowanie i podjęcie działań, których celem jest zmniejszenie ryzyka zawodowego. Ryzyko małe jest ryzykiem dopuszczalnym. Konieczne jest zapewnienie, takich warunków pracy, aby ryzyko zawodowe pozostało co najwyżej na tym samym poziomie [7].

10.3 ORGANIZACJA POMIARÓW DLA OCENY NARAŻENIA PRACOWNIKÓW NA PYŁY PRZEMYSŁOWE

Wielkość dawek substancji toksycznych, wchłanianych do organizmu pracowników drogą inhalacyjną zależy od średnich stężeń w powietrzu i czasu narażenia [6], pomijając ze względów praktycznych czynniki indywidualne wpływające na wchłanianie, takie jak ewentualna zmiana wielkości retencji substancji w płucach podczas ekspozycji czy zależność wchłaniania dawek od wielkości wymiany oddechowej (stopnia obciążenia pracą). Ocenę narażenia zawodowego pracowników przeprowadza się na podstawie porównania wyników

pomiarów stężeń substancji szkodliwych w powietrzu z wartościami normatywnymi NDS w środowisku pracy.

Warunkiem uzyskania wiarygodnych wyników jest właściwe zaplanowanie badań. Plan taki jest możliwy do ustalenia po uzyskaniu odpowiednich informacji w zakładzie pracy lub po wnikliwej obserwacji toku pracy na badanych stanowiskach. Konieczna jest znajomość:

- rodzaju i przebiegu procesów technologicznych stosowanych w zakładzie,
- czynności wykonywanych w określonych operacjach technologicznych, powodujących zagrożenie dla zdrowia zatrudnionych,
- rodzaju i stanu stosowanych środków zapobiegawczych (technicznych, organizacyjnych) i sprzętu ochrony osobistej,
- czasu przebywania pracowników w określonych miejscach przestrzeni roboczej,
- liczby zatrudnionych pracowników na poszczególnych stanowiskach.

Dla celów oceny narażenia na pył plan pobierania próbek powietrza powinien dokładnie określać miejsce pobierania, liczbę próbek, czas poboru jednej próbki i łączny czas ich pobierania. Ważnym jest rozplanowanie momentów poboru próbek zważywszy na często zmieniający się proces technologiczny oraz rytm pracy w czasie 8-godzinnej zmiany roboczej [6].

Strategia pobierania próbek ma decydujący wpływ na wyniki oznaczeń stężeń. Istnieją również ruchome stanowiska pracy, zmianie mogą ulegać także inne parametry wpływające na stopień narażenia ludzi. W związku z tym rozróżnia się 3 podstawowe grupy metod poboru prób do badań toksykologicznych [8]:

- indywidualne pobieranie próbek polegające na poborze powietrza w strefie oddychania przez odpowiedni zestaw pomiarowy (miniaturowe aspiratory i pochłaniacze noszone przez pracownika i pobierające powietrze z okolicy ust i nosa badanego),
- pobieranie próbek w strefie oddychania przez inną osobę zestawem aspiracyjnym ogólnego stosowania,
- stacjonarne pobieranie próbek rozmieszczonymi nieruchomo w stałych punktach poboru zestawami aspiracyjnymi.

Metody pomiaru stężeń pyłu w środowisku pracy dzieli się na: metody wagowe i liczbowe – stężenie wagowe wyraża się w mg/m^3 oraz stężenie liczbowe jako ilość $ziaren/cm^3$.

Oznaczanie pyłu całkowitego i respirabilnego na stanowiskach pracy wykorzystuje się najczęściej metodą filtracyjno-wagową (grawimetryczną). Przy oznaczaniu pyłu całkowitego zapylone powietrze jest zasysane ze znaną prędkością przepływu w określonym czasie przez sączek pomiarowy. Masę pyłu zatrzymanego na sączku wyznacza się jako przyrost masy sączka ważonego przed pobraniem i po pobraniu próbki pyłu. Stężenie pyłu całkowitego oblicza się jako stosunek masy pyłu na sączku do objętości przefiltrowanego powietrza. Rozróżnia się pobieranie próbek powietrza z zastosowaniem pyłomierza stacjonarnego lub pyłomierza osobistego (dozymetru). W przypadku pomiarów stacjonarnych próbki powietrza należy pobierać na stanowisku pracy w strefie oddychania. Zaleca się umieścić pyłomierz w odległości nie większej niż 1 m od pracownika, a głowicę pomiarową na statywie na wysokości jego twarzy. Czas pobierania próbki należy ustalić zależnie od poziomu zapylenia

[9]. W przypadku zastosowania pyłomierza osobistego, dozymetr indywidualny należy umocować do pasa podtrzymującego założonego pracownikowi, a głowicę pomiarową przyczepić do ubrania tak, aby wlot powietrza znajdował się w strefie oddychania. Czas pobierania pojedynczej próbki należy ustalić zależnie od poziomu zapylenia. Próbki powinny być pobrane w sposób ciągły przez okres równy co najmniej 75% czasu trwania zmiany roboczej.

Podczas oznaczania pyłu respirabilnego zapylone powietrze przechodzi kolejno przez mikrocyklon stanowiący selektor wstępny, zatrzymujący frakcje gruboziarniste, a następnie przez sączek, na którym osadza się pozostała respirabilna frakcja pyłu. Masę pyłu zatrzymanego na sączku wyznacza się jako przyrost masy sączka ważonego przed pobraniem i po pobraniu próbki pyłu. Stężenie pyłu respirabilnego oblicza się jako stosunek masy pyłu na sączku do objętości przefiltrowanego powietrza [10].

Oznaczanie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle całkowitym i respirabilnym na stanowiskach pracy wykonuje się metodą kolorymetryczną zgodnie z polską normą [11] przy przeprowadzaniu kontroli warunków sanitarno-higienicznych. Metoda polega na przeprowadzeniu wolnej krystalicznej krzemionki zawartej w próbce pyłu w rozpuszczalny krzemian sodowy i kolorymetrycznym oznaczaniu jonów krzemianowych. W celu uzyskania próbek pyłu całkowitego i respirabilnego próbki powietrza pobiera się wg norm [9, 10].

Tryb i częstotliwość wykonywania badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia [12]. Pracodawca, w którego zakładzie pracy występują szkodliwe dla zdrowia pyły, jest obowiązany do dokonywania badań i pomiarów stężeń pyłów. W przypadku pyłów o działaniu rakotwórczym pomiary przeprowadza się:

- co najmniej raz na 3 miesiące – przy stwierdzeniu stężeniu pyłu powyżej 0,5 NDS,
- co najmniej raz na 6 miesięcy – przy stwierdzeniu stężenia pyłu powyżej 0,1 do 0,5 NDS,
- w każdym przypadku wprowadzenia zmiany w warunkach występowania tego pyłu.

W przypadku pyłów innych niż pyły rakotwórcze, pomiary przeprowadza się:

- co najmniej raz w roku – przy stwierdzeniu stężenia pyłu powyżej 0,5 wartości NDS,
- co najmniej raz na dwa lata – przy stwierdzeniu stężenia pyłów powyżej 0,1 do 0,5 NDS,
- w każdym przypadku wprowadzenie zmiany w warunkach występowania pyłów.

Pomiarów pyłów w środowisku pracy nie przeprowadza się, jeżeli wyniki dwóch ostatnio przeprowadzonych pomiarów nie przekroczyły 0,1 wartości NDS, a w procesie technologicznym nie dokonała się zmiana mogąca wpłynąć na stężenie pyłów.

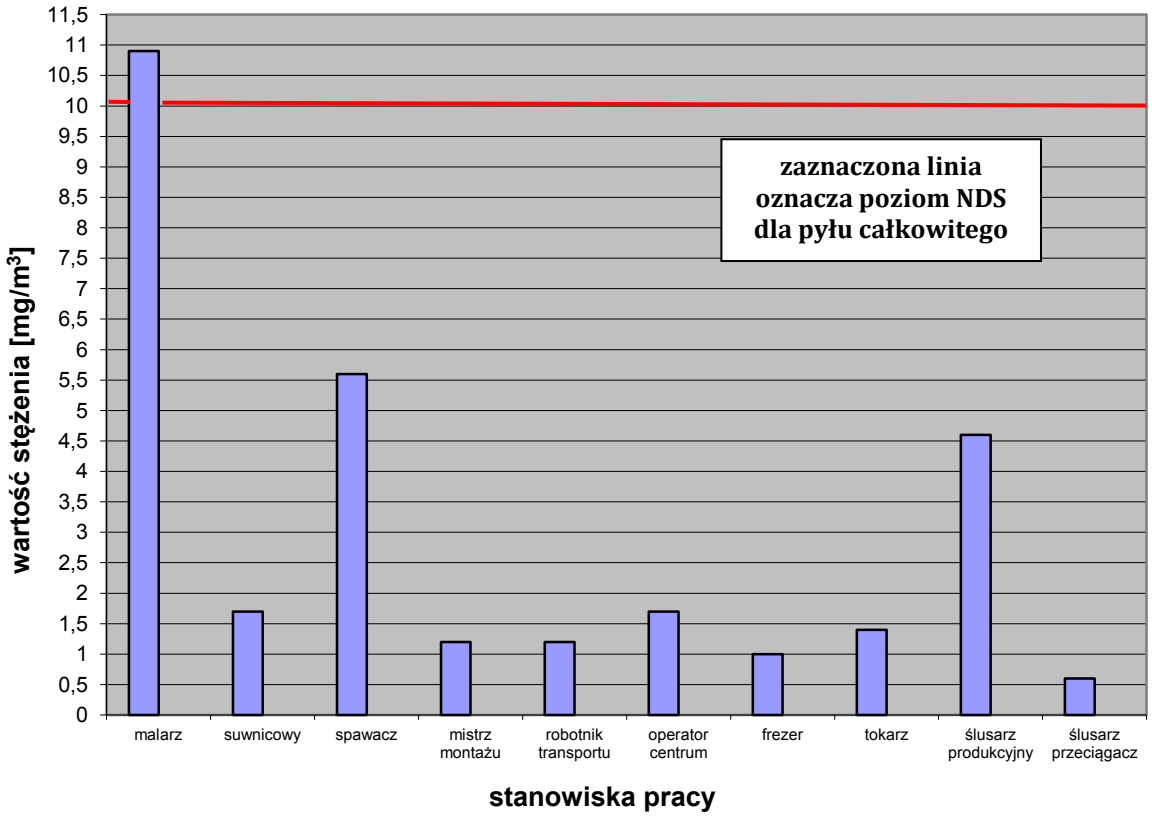
Jeżeli z badań wyniknie, że obliczone wartości wskaźników narażenia na pyły są wyższe od wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń NDS, to pracodawca powinien niezwłocznie podjąć działania i środki zmierzające do zlikwidowania przekroczeń.

10.4 ANALIZA NARAŻENIA NA PYŁY PRACOWNIKÓW PRZEMYSŁU MASZYNOWEGO

Z danych statystycznych opublikowanych przez GUS za 2011 rok wynika, że ogółem w Polsce pracownicy zatrudnieni w warunkach zagrożenia pyłem stanowią grupę 62200 osób, z czego pyły o działaniu zwłókniającym (zawierające wolną krystaliczną krzemionkę) obecne

są na stanowiskach pracy 42500 osób – dane nie zawierają przypadków występowania pyłów o działaniu rakotwórczym (pyły zawierające azbest). Jednocześnie wśród tej liczby pracowników w 2011 roku zlikwidowano lub ograniczono występowanie pyłów w 27770 przypadkach w tym zidentyfikowane nowe zagrożenia pyłem [13].

Wśród pracowników przemysłu maszynowego narażenie na zanieczyszczenia pyłowe występuje u osób pracujących przy różnego rodzaju maszynach obróbczych typu tokarki, frezarki oraz inne maszyny, które mają zastosowanie w pracach ślusarskich i szlifierczych. Poniżej przeanalizowano wybrane stanowiska pracy przykładowego przedsiębiorstwa (dane przedsiębiorstwa znane autorowi) z branży przemysłu maszynowego pod względem narażenia na pyły przemysłowe. Wybrano 10 typów stanowisk pracy narażonych na występowanie pyłów przemysłowych. Wybrane stanowiska to: malarz, suwnicowy, spawacz, mistrz montażu, robotnik transportu, operator centrum obróbczego, frezer, tokarz, ślusarz produkcyjny, ślusarz przeciągacz. Przeanalizowano wyniki pomiarów stężeń pyłów przeprowadzonych w ramach okresowych badań higienicznych warunków pracy w przedsiębiorstwie. Z udostępnionego sprawozdania [14] wynika, że analizę stężeń pyłów zawierających wolną krystaliczną krzemionkę przeprowadzono metodą dozymetrii indywidualnej przy użyciu aspiratorów AP-2.



Rys. 10.2 Zestawienie średnich wartości stężeń pyłu całkowitego o składzie (zawartość wolnej krystalicznej krzemionki poniżej 2%) dla 10 analizowanych stanowisk pracy w wybranym przedsiębiorstwie X przemysłu maszynowego w latach 2008-2009.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z pomiarów higienicznych udostępnionych przez przedsiębiorstwo X [14]

Próbki pobrano na filtry polipropylenowe w sposób ciągły przez okres 6h, co stanowi 75% czasu trwania zmiany roboczej na badanych stanowiskach. Do analizy zostały pobrane średnie wyniki kilkudniowych pomiarów stężeń pyłów dla badanych stanowisk pracy. Pyły przemysłowe były badane jako pył całkowity i pył respirabilny dla wybranych przypadków. Najczęściej na analizowanych stanowiskach pracy występowały pyły zawierające wolną krystaliczną krzemionkę w ilości poniżej 2% masy pyłu, dla którego pomiar stężenia pyłu respirabilnego nie podlega ocenie [14].

Na rys. 10.2 przedstawiono zestawione wyniki pomiarowe stężeń pyłu całkowitego o zawartości wolnej krzemionki poniżej 2% występującego na analizowanych stanowiskach pracy.

Prezentowane wielkości są wartościami średnimi dla kilku dniowych pomiarów. Na stanowisku pracy malarz, próbki powietrza do analizy były pobierane podczas takich czynności jak:

- prace przygotowawcze do malowania,
- odtłuszczanie elementów metalowych przy użyciu sprężonego powietrza,
- transport elementów metalowych przy użyciu suwnicy,
- malowanie natryskowe podkładem dwuskładnikowym,
- malowanie elementów metalowych podkładem ftalowym,
- malowanie elementów metalowych przy użyciu pistoletu natryskowego,
- prace porządkowe.

Na wyżej opisywanym stanowisku pracy podczas pomiarów najwyższe dopuszczalne stężenie pyłu całkowitego zawierającego wolną krystaliczną krzemionkę poniżej 2% (NDS = 10 mg/m^3) zostało przekroczone 1,09 krotnie. Stosunkowo wysokie stężenia odnotowano na stanowisku spawacza, gdzie stężenie pyłu całkowitego wyniosło 5,6 mg/m^3 co stanowi wartość powyżej 0,5 NDS. Próbki powietrza na stanowisku pracy spawacza były pobierane do analizy w kabinie spawalniczej podczas następujących czynności:

- spawanie elektryczne półautomatem spawalniczym,
- spawanie elektryczne elektrodą,
- podgrzewanie palnikiem acetylenowo-tlenowym,
- szlifowanie szlifierką pneumatyczną tarczową,
- łączenie i spawanie elementów metalowych,
- prace przygotowawczo-porządkowe.

Na zwrócenie uwagi zasługuje również stanowisko pracy ślusarza produkcyjnego, gdzie próbki powietrza do analizy były pobierane podczas takich czynności jak:

- obróbka ślusarska elementów metalowych przy użyciu szlifierki pneumatycznej,
- szlifowanie obudów żeliwnych szlifierką pneumatyczną, tarczą kamienną,
- gwintowanie otworów w obudowie przy użyciu wiertarki stołowej,
- nawiercanie otworów na wiertarce stołowej,
- obróbka ślusarska obudów przy użyciu szlifierki pneumatycznej z frezem metalowym,
- obróbka ręczna przy użyciu pilnika,
- prace przygotowawczo-porządkowe.

Na analizowanym stanowisku pracy ślusarza produkcyjnego niewątpliwie w wyżej wymienionych pracach powstaje najwięcej pyłów, jednak w obszarze stanowiska pracy nie stwierdzono przekroczeń wartości stężenia pyłu całkowitego. Obliczona wartość średnia wyniosła 4,6 mg/m^3, co stanowi wartość poniżej 0,5 NDS. Dla pozostałych analizowanych stanowisk pracy przedstawionych na rys. 10.2 stężenie średnie pyłu całkowitego nie przekracza wartości 2 mg/m^3.

Dalsza analiza warunków pracy na wybranych stanowiskach ujawniła zróżnicowane wyposażenie stanowisk w urządzenia odciągowe, które w różnych odmianach były zainstalowane na takich typach stanowisk jak: operator centrum obróbczego, frezer, tokarz, ślusarz produkcyjny oraz ślusarz przeciągacz. Zastosowanie urządzeń odpylających znacznie ułatwia utrzymanie odpowiednio niskiego (poniżej wartości NDS) poziomu stężenia pyłu przemysłowego na analizowanych stanowiskach pracy.

W odniesieniu do trójstopniowej skali szacowania ryzyka zawodowego (tabela 10.3) analizowane stanowiska pracy w większości charakteryzują się małym ryzykiem, które uznaje się za akceptowalne. Tylko w przypadku jednego stanowiska (malarz) można mówić o występowaniu dużego ryzyka zawodowego oraz dla stanowiska spawacza – określa się poziom ryzyka jako średnie. W tych przypadkach fakt zwiększonego ryzyka powinien skutkować działaniami ze strony przedsiębiorstwa. Poziom ryzyka zawodowego dla poszczególnych stanowisk pracy wg wielkości obowiązującej NDS przedstawia tabela 10.4.

Tabela 10.4 Poziom ryzyka dla poszczególnych stanowisk pracy

Stanowisko	Stopień ryzyka zawodowego
Malarz	Ryzyko duże
Suwnicowy	Ryzyko małe
Spawacz	Ryzyko średnie
Mistrz montażu	Ryzyko małe
Robotnik transportu	Ryzyko małe
Operator centrum obróbczego	Ryzyko małe
Frezer	Ryzyko małe
Tokarz	Ryzyko małe
Ślusarz produkcyjny	Ryzyko małe
Ślusarz przeciągacz	Ryzyko małe

Źródło: opracowanie własne

Z analiz dodatkowych sprawozdań [X] wynika, że istnieją stanowiska pracy, gdzie są obecne pyły przemysłowe, które mimo iż nie przekroczyły średniej zawartości najwyższego dopuszczalnego stężenia podczas badań są bardziej szkodliwe dla organizmu ze względu na wyższą zawartość wolnej krystalicznej krzemionki (WKK). Pył o zawartości powyżej 2% (WKK) pojawił się na stanowisku ślusarz produkcyjny. Pomimo że, średnia ocena stężenia pyłu na tym stanowisku nie przekroczyła najwyższego dopuszczalnego stężenia to jednak zaistniał incydent, w którym odnotowano podczas jednego dnia badań zawartość wolnej krystalicznej krzemionki powyżej 2% na tym stanowisku, gdzie jednocześnie wartość najwyższego dopuszczalnego stężenia została przekroczona 3 krotnie dla pyłu całkowitego oraz 1,2 krotnie pyłu respirabilnego. W takich przypadkach obecność na stanowisku pracy urządzeń odpylających daje możliwość reakcji na zaistniałą sytuację w postaci czasowego zwiększenia wydajności ssącej tych urządzeń.

10.5 PROFILAKTYKA W ZAGROŻENIACH PYŁEM PRZEMYSŁOWYM

Celem działań profilaktycznych w stosunku do osób narażonych na szkodliwe działanie pyłów jest zapobieganie przede wszystkim przypadkom pylicy krzemowej, pylicy azbestowej oraz zmianom nowotworowym. Pylice płuc w zależności od wielkości narażenia mogą się ujawnić już po 5 latach pracy. Liczba chorych rośnie wraz ze stażem pracy. Średni okres rozwoju pylic płuc wynosi 15 lat, a nowotworów powyżej 20 lat. W profilaktyce medycznej należy zwrócić szczególną uwagę na badania wstępne i okresowe. Do pracy w środowisku o wysokim zapyleniu nie należy przyjmować osób z wrodzonymi lub nabytymi zmianami układu oddechowego i krążenia. W przypadku narażenia na azbest istotne jest ograniczenie nawyku palenia papierosów, który wielokrotnie zwiększa ryzyko rozwoju zmian nowotworowych u osób narażonych [15].

Sposoby zapobiegania i eliminowania zagrożeń pyłami przemysłowymi na stanowiskach pracy można pogrupować w następujące zespoły działań:

- stosowanie wentylacji,
- stosowanie hermetyzacji,
- stosowanie ochron indywidualnych,
- działania prawno-organizacyjne.

Rozprzestrzenianie się emitowanych na stanowiskach pracy zanieczyszczeń można ograniczać wykorzystując różne typy środków ochrony zbiorowej przed zapyleniem, których stosowanie, zgodnie z dyrektywami Unii Europejskiej, jest priorytetowe w stosunku do stosowania środków ochrony indywidualnej [15]. Środki ochrony zbiorowej przed zapyleniem obejmują systemy wentylacji mechanicznej ogólnej oraz instalacje i urządzenia wentylacji mechanicznej miejscowej wyposażone w filtry powietrza. Ogólne przepisy dotyczące wentylacji pomieszczeń w zakładach pracy określa rozporządzenie ministra pracy i polityki socjalnej [16]. Wentylacja jako świadomie realizowana wymiana powietrza w pomieszczeniu ma na celu, oprócz zwiększenia ilości tlenu zużytego przez oddychanie, osuszania (nawilżania) czy zmiany temperatury powietrza, ale przede wszystkim zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń. Celem wentylacji, polegającej na ciągłej lub okresowej wymianie powietrza w pomieszczeniach, jest:

- poprawa stanu i składu powietrza na stanowiskach pracy zgodnie z wymaganiami higienicznymi (ochrona zdrowia człowieka) i technologicznymi (konieczność uzyskiwania produktów o określonych własnościach),
- regulacja takich parametrów środowiska powietrznego w pomieszczeniach, jak: stężenie zanieczyszczeń, temperatura, wilgotność oraz prędkość i kierunek ruchu powietrza.

Wentylacja miejscowa ma na celu usunięcie zanieczyszczeń powietrza otaczającego stanowisko robocze, wydzielających się ze zorganizowanego źródła (np. opary i dymy znad stołu spawalniczego, opary znad wanny galwanicznej, okapy wywiewne nad piecem, suszarką itp.) i wyeliminowanie możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń na całe pomieszczenie. Wentylacja ogólna stosowana jest wówczas, gdy wydzielające się zanieczyszczenia rozprzestrzeniające się w całym pomieszczeniu (hali) są niezorganizowane, nie ma możliwości ich uchwycenia bądź zlokalizowania miejsca wydzielania się (np. magazyny z substancjami emitującymi gazy, pary trujące) [6].

Zarówno w systemach wentylacji ogólnej, jak i w urządzeniach wentylacji miejscowej elementami odpowiedzialnymi za jakość powietrza odprowadzanego lub doprowadzanego do pomieszczeń są systemy oczyszczające (jedno lub wielostopniowe) wyposażone w odpowiednie filtry powietrza [15].

Wentylacja miejscowa polega na wychwytywaniu pyłu bezpośrednio u źródła i wydaleniu zużytego powietrza na zewnątrz, zapobiega rozprzestrzenianiu się szkodliwości na całe pomieszczenie. Odciągi miejscowe mogą być rozwiązane w postaci okapu, ssawki lub obudowy zamykającej w swoim wnętrzu źródło emisji zanieczyszczeń. Wentylacja ta powinna być instalowana przy aparatach i maszynach, które ze względów konstrukcji i przeznaczenia są otwartym źródłem wydzielania pyłów. Skuteczność działania urządzeń wentylacji miejscowej można poprawić, stosując miejscowy nawiew, który zapobiega ujemnym efektom ruchów poprzecznych powietrza [6].

Hermetyzacja urządzeń, stanowisk pracy, instalacji jako środek zabezpieczania pracowników przed zagrożeniami pyłowymi stosowana jest wszędzie tam, gdzie można zabudowaniem stosunkowo niewielkiej przestrzeni odizolować od całego pomieszczenia źródło emisji pyłów. Odprowadzane ze stref hermetyzowanych, pyły ze względu na większe stężenie są łatwiejsze do unieszkodliwiania w systemach oczyszczających niż występujące w instalacjach wentylacyjnych ogólnych, a przez to ekonomiczniejszy jest cały proces oczyszczania (metodą dopalania katalitycznego, adsorpcji, chemisorpcji) [6]. W pozostałych przypadkach, na podstawie analizy parametrów pobranego u źródła emisji pyłu, należy dobrać odpowiedni system odciągowy lub urządzenie filtracyjno-wentylacyjne, odpowiednie do rodzaju i stężenia pyłu. Na rys. 10.3 przedstawiono przykładowe urządzenie odciągowe ze stołem spawalniczym. Natomiast na rys. 10.4 zaprezentowano urządzenie filtrowentylacyjne do prac szlifierskich.

Rys. 10.3 Urządzenie odciągowe ze stołem spawalniczym (stanowisko spawalnicze typu S-1000) bez filtracji, wyposażone w wentylator 0,75kW, ramię Oskar (zasięg max 2m) [17]

Bardzo często stosowanym sposobem zabezpieczającym człowieka przed szkodliwym oddziaływaniem pyłów jest grupa środków i ochron indywidualnych. Indywidualne środki ochrony przed zanieczyszczeniami powietrza to:

- sprzęt filtrujący (maski gazowe z filtrami pochłaniającymi substancje toksyczne i pyły),
- sprzęt izolujący (aparaty tlenowe z doprowadzeniem powietrza, np. z butli oraz kombinezony hermetyczne).

Rys. 10.4 Urządzenie filtrowentylacyjne do prac szlifierskich - stanowisko wyposażone w kompaktowy wkład filtracyjny i filtr wstępny metalowy [17]

Sprzęt taki stosuje się, gdy zawartość tlenu w powietrzu środowiska pracy zmniejsza się poniżej 17% objętości lub gdy stężenie zanieczyszczeń jest bardzo duże bądź skład zanieczyszczeń nie jest znany dokładnie. Użytkowanie środków ochrony osobistej powoduje dodatkowy wydatek energetyczny, w związku z koniecznością pokonania dodatkowych oporów. Ten dodatkowy wydatek energetyczny, częściowa dekoncentracja uwagi związana z niewątpliwym dyskomfortem, ograniczony kontakt ze środowiskiem powodują zwiększenie zmęczenia, obniżenie wydajności oraz wzrost liczby wypadków przy pracy. Z tych też powodów, sprzęt ochrony osobistej powinien być stosowany tylko doraźnie i przy tych stanowiskach, gdzie zastosowanie drogich i skomplikowanych urządzeń wentylacyjnych jest niecelowe i nieekonomiczne (np. prowadzenie prac krótkotrwałych na otwartym powietrzu) [6].

Znaczna liczba zatrudnionych w warunkach narażenia na szkodliwe działanie pyłów, obliguje zarówno pracodawców, jak i pracowników do podejmowania wszelkich działań zmierzających do ograniczenia występowania tego zagrożenia w ich zakładach przemysłowych. Prace zmierzające do likwidacji zagrożenia pyłami powinny obejmować zarówno działania umożliwiające eliminację zagrożenia (stosowanie środków ochrony zbiorowej i indywidualnej), jak i popularyzację wiedzy z zakresu szkodliwości działania pyłów i metod ich eliminacji ze środowiska pracy (szkolenie pracodawców i pracowników). Prawno-organizacyjne metody zapobiegania zagrożeniom toksycznym to głównie zbiór przepisów i norm z zakresu BHP:

- ustawowy obowiązek przestrzegania norm higienicznych,
- obowiązek wykonywania kontrolnych pomiarów stężeń substancji toksycznych na stanowiskach pracy (minimum raz na 2 lata),
- obowiązek lekarskich badań pracowników na zagrożonych stanowiskach itp.

Nie ulega wątpliwości, że właściwe dokonana ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem pracowników na substancje chemiczne jest procesem pracochłonnym i kosztownym. Wymaga szybkiego dostępu do informacji oraz właściwego ich przetworzenia.

Z tego względu pracodawcy oraz pracownicy zarządzający bezpieczeństwem i higieną pracy w celu ułatwienia realizacji zadań mogą korzystać z narzędzi komputerowego wspomagania posiadających systemy rejestrowania zagrożeń, wypadków oraz oceny ryzyka zawodowego.

PODSUMOWANIE

Zagrożenia pyłowe w procesach produkcji przemysłu maszynowego występują na ogromnej ilości typów stanowisk. Można wymienić tu w szczególności produkcję wyrobów metalowych, gdzie dochodzi do wytworzenia pyłów zawierających wolną krystaliczną krzemionkę. Do takich procesów wytwarzania wyrobów metalowych można zaliczyć:

- wykonywanie odlewów,
- obróbkę mechaniczną – gradowanie, szlifowanie, toczenie, frezowanie, polerowanie, matowienie itp.
- obróbkę plastyczną – kucie, wyciąganie, ciągnięcie, walcowanie i inne,
- obróbka wykończeniowa typu nakładanie warstwy ochronnej lub ozdobnej metodą malowania lub natryskowo,
- obróbka wykończeniowa metodą galwaniczną,
- łączenie elementów – spawanie, zgrzewanie, lutowanie.

W wyżej wymienionych procesach na szczególną uwagę zasługują procesy spawania i lutowania różnymi metodami. Są one przyczyną pojawiania się pyłów z zawartością wolnej krystalicznej krzemionki powyżej 2% zawartości, a w niektórych przypadkach nawet powyżej 10% jak to pokazuje autorka w opracowaniu [18]. Podwyższona zawartość krzemionki obecnej w pyle automatycznie sprawia, że stężenie pyłu przekracza dopuszczalne wartości NDS. Również autorzy opracowania [19] na podstawie elektronicznej ogólnopolskiej bazy danych informują, że produkcja metalowych wyrobów gotowych jako profil produkcji charakteryzuje się odsetkiem przekroczenia normatywów higienicznych na poziomie 9,40% ponad NDS. Odsetek ten dla produkcji maszyn i urządzeń wynosi 8,8% ponad NDS. Ponadto stwierdzono więcej niż 10% pomiarów pyłu respirabilnego przekraczających NDS dla takich branż jak: produkcja wyrobów metalowych (13,2%) oraz produkcja samochodów (10%) [19]. Należy dodać, że pokazanym zagrożeniom pyłowym na stanowiskach pracy branż przemysłu metalowego i maszynowego prawie zawsze towarzyszą zagrożenia substancjami chemicznymi w postaci zanieczyszczenia powietrza gazami i oparami co dodatkowo wpływa na pogorszenie się warunków pracy.

LITERATURA

1. Knapik S., *Ergonomia i ochrona pracy*, AGH im. S. Staszica, Kraków, 1996
2. Uzarczyk A., *Czynniki szkodliwe i uciążliwe w środowisku pracy*, Wyd. ODiDK, Warszawa, 2007
3. Lewandowski J., *Ergonomia. Materiały do ćwiczeń i projektowania*, Łódź, 1995
4. Hasińska Z., *Ergonomia,* wyd. Akademii Ekonomicznej we Wrocławiu, Wrocław, 1984
5. Jasińska-Zublewicz, E.J., *Ergonomia – toksykologia przemysłowa środowiska*, Warszawa, 1988
6. *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w*

sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 217)
7. PN-N-18002:2000, *Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy*. *Ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego*
8. PN-EN 689:2002, *Powietrze na stanowiskach pracy. Wytyczne oceny narażenia inhalacyjnego na czynniki chemiczne przez por równanie z wartościami dopuszczalnymi i strategia pomiarowa*
9. PN-91/Z-04030/05 *Ochrona czystości powietrza. Badanie zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu całkowitego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*
10. PN-91/Z-04030/06, *Ochrona czystości powietrza. Badanie zawartości pyłu. Oznaczanie pyłu respirabilnego na stanowiskach pracy metodą filtracyjno-wagową*
11. PN-91/Z-04018/04, *Ochrona czystości powietrza. Badania zawartości wolnej krystalicznej krzemionki. Oznaczanie wolnej krystalicznej krzemionki w pyle całkowitym i respirabilnym w obecności krzemianów na stanowiskach pracy metodą kolorymetryczną*
12. *Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. W sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy*, (Dz.U.11.33.166 z dnia 16 lutego 2011 r.)
13. *Rocznik Statystyczny Przemysłu 2012 rok,* Główny Urząd Statystyczny
14. *Sprawozdania z badań higienicznych – udostępnione przez przedsiębiorstwo X* (na życzenie podmiotu badanego nazwa zastrzeżona).
15. Jankowska E., Więcek E., *Pyły a Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia*, Red. Nauk. Koradecka D., Warszawa, CIOP, t.1
16. *Rozporzadzenie Ministra Pracy I Polityki Socjalnej z dnia 26 wrzesnia 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczenstwa i higieny pracy,* (Dz. U. z dnia 23 pazdziernika 1997r.)
17. http://www.czystepowietrze.pl/oap/pdf/Crawlair.pdf – katalog sprzętu
18. Gawęda E., *Zagrożenia chemiczne i pyłowe w procesach produkcji wyrobów metalowych,* Bezpieczeństwo Pracy, nr 4, 2008
19. Bujak-Pietrek S., Mikołajczyk U., Szadkowska-Stańczyk I., Stroszejn-Mrowca G., *Narażenie pracowników wybranych gałęzi gospodarki na pyły – wykorzystanie elektronicznej ogólnopolskiej bazy danych*, Medycyna Pracy, nr 59(3), 2008.

OCENA ZAGROŻENIA BEZPIECZEŃSTWA PRACY NA STANOWISKACH ZAGROŻONYCH PYŁEM PRZEMYSŁOWYM ORAZ ŚRODKI TECHNICZNE W PROFILAKTYCE

Streszczenie: *W artykule przedstawiono analizę narażenia pracowników przemysłu maszynowego w przykładowym przedsiębiorstwie na pył przemysłowy. Zaprezentowano klasyfikację pyłów przemysłowych, ich cechy decydujące o szkodliwości oraz skutki wywołane w organizmie pracownika. Wskazano najczęściej stosowane metody pomiarowe stężeń pyłu dla oceny narażenia pracowników na pył przemysłowy. Badaniom poddano 10 wybranych stanowisk pracy o różnych typach zadań. Określono stanowiska najbardziej narażone na obecność pyłu w odniesieniu do wartości NDS oraz określono poziom ryzyka zawodowego. Przeanalizowano wyposażenie stanowisk pracy w urządzenia odpylające. Ponadto przedstawiono metody działań profilaktycznych w odniesieniu do zagrożeń pyłami przemysłowymi o dużej toksyczności w badanym zakładzie*.

Słowa kluczowe: *zagrożenie pyłem, choroba zawodowa, ryzyko zawodowe, wartości NDS*

HAZARD ASSESSMENT OF SAFETY ON THE WORK POSITIONS THREATENED INDUSTRIAL DUSTS AND TECHNICAL DEVICE IN THE PREVENTION

Abstract: *This paper presents an analysis of the exposure of workers in the sample engineering company for industrial dust. Presents the classification of industrial dust, the features that determine the harmfulness and effects to the body of the employee. Identified the most commonly used method of measuring dust concentrations to assess the exposure of workers to industrial dust. The study involved 10 selected positions of the various types of working tasks. Determined the position of the most exposed to the presence of dust in relation to the MAC values, the level of occupational risk presented too. Analyzed equipment workstations in dust extraction equipment. In addition, the methods of prevention for industrial dust hazards of acute toxicity presented in test workplace*.

Key words: *dust hazard, occupational disease, occupational risk, MAC values*

dr inż. Jolanta IGNAC-NOWICKA
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze
e-mail. Jolanta.Ignac-Nowicka@polsl.pl

11

WYBRANE PROBLEMY BUDOWY SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI KOMUNALNYMI W ŚWIETLE NOWYCH PRZEPISÓW

11.1 WPROWADZENIE DO PROBLEMU

Gospodarka odpadami komunalnymi jest złożoną kwestią, gdyż ich zbiórka wymaga odrębnego postępowania z określonymi frakcjami odpadów, a odzysk i unieszkodliwianie mogą dla gminy przynieść wymierne korzyści. O efektywności systemu gospodarki odpadami komunalnymi decyduje nie tylko ilość selektywnie zebranych frakcji, ale również procent odzysku. Przy opracowaniu strategii potrzebna jest wielokryterialna analiza, która będzie punktem odniesienia do powstania różnych modeli zintegrowanego systemu gospodarki odpadami. Realizując selektywną zbiórkę należy brać pod uwagę efektywność pozyskania każdego ze strumieni odpadów. Przy ocenie bieżącego stanu potrzebne jest również określenie potencjału technicznego badanego obszaru. Dzięki takiej analizie będzie możliwe określenie nie tylko warunków istnienia systemu, ale również jego potrzeb, które decydują o ilościowych i jakościowych efektach realizowanych procesów.

Analiza wspomnianej problematyki ma za zadanie wykazanie najważniejszych elementów systemu uwzględniając również aspekt logistyczny jako jeden z elementów koordynujących system. Podejście to stanowi punkt wyjścia podczas analizy wielu problemów, a w przypadku gospodarki odpadami tworzy modele rozwiązań optymalnych. Racjonalne gospodarowanie odpadami porządkuje wszystkie elementy systemu, które mają silny wpływ na realizację jego celów. Wprowadzenie do problematyki wiąże się również z analizą aspektów prawnych, które w bieżącym roku nakreślają nowe ramy organizacyjne gospodarki odpadami. Tak jak w przypadku ustaw i przepisów krajowych, jak również europejskich, sposób realizacji systemu jest ściśle określony. Przełożenie go na aktualną sytuację okazuje się dużym wyzwaniem, ponieważ jest to bezpośrednio związane z faktem, iż ustalenia te nie są na tyle elastyczne, aby odnieść je do istniejącego stanu. Gminy powinny zatem dążyć do stworzenia najlepszych warunków, aby mógł zaistnieć efekt synergiczny tych składowych.

Wszystkie akty prawne regulują zatem obszar organizacyjny, jednak to reszta elementów systemu stanowi o efektach jego realizacji. Dostępna technologia, realizowane działania proekologiczne oraz edukacja społeczna w ramach zbiórki odpadów stanowią zatem fundamenty analizowanego systemu.

11.2 ASPEKT PRAWNY

Wraz z dniem 1 stycznia 2012 roku weszła w życie Ustawa z dnia 1 lipca 2011 roku o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011 nr 152 poz. 897). Wspomniany dokument w istotny sposób wpływa na funkcjonowanie dotychczasowego systemu gospodarki odpadami egzekwując prawa i obowiązki nie tylko obywateli i przedsiębiorstw, ale przede wszystkim określa zadania gminy jako organu będącego jednostką nie tylko zarządczą, ale również operacyjną. Gminne jednostki administracyjne i samorządy zostały tym samym aktywowane do działań zmierzających do zapobiegania powstawaniu odpadów i ułatwienia ich ponownego wykorzystania (Ustawa o odpadach z dn. 14 grudnia 2012r., Dz. U. z 2013 r.poz.21).

W praktyce oznacza to gospodarowanie odpadami komunalnymi przez gminę, która do połowy roku 2013 zobowiązana jest do zorganizowania logistycznego systemu zbiórki odpadów. Wymogi dotyczące koordynacyjnej roli samorządów województw zostały skupione na opracowaniu szczegółowego planu gospodarki odpadami, który w sposób kompleksowy miałby opisywać podejście do problemu. Gminy zapewniając czystość i porządek są zatem zobowiązane m.in. do :

- utrzymania odpowiednich instalacji i urządzeń przeznaczonych do zbierania, transportu i unieszkodliwiania odpadów;
- organizacji selektywnej zbiórki odpadów, osiągając przy tym określony poziom recyklingu i odzysku, jak również do ograniczania w sposób objęty przepisami, masę odpadów komunalnych ulegających biodegradacji i przekazywanych do składowania.

Należy jednak pamiętać, że ustawa nie tylko określa ramy dla tworzonego systemu gospodarki odpadami, ale również długoterminowe cele, które gminy zobowiązane są osiągnąć. Wliczamy tu:

- poziom recyklingu i przygotowania do ponownego użycia wybranych frakcji odpadów komunalnych, jak również,
- poziom biodegradowalnych odpadów komunalnych trafiających na składowiska, które do dnia 16 lipca 2013 roku należy ograniczyć do 35% całkowitej masy odpadów komunalnych.

Wspomniane przepisy regulują zatem wszystkie działania związane ze zbiórką, unieszkodliwianiem i odzyskiem odpadów. Realizacja tych wszystkich celów wymaga efektywnej logistyki odzysku, która w chwili obecnej w sposób jak najbardziej wydajny musi wykorzystywać dostępne instalacje i powierzchnie wszystkich działających składowisk. Gdyby stale rosnąca ilość wytwarzanych odpadów nie była uznana za jeden z poważniejszych aktualnych problemów komunalnych, nie aktualizowane byłyby przepisy poszerzające gamę składowanych odpadów objętych przepisami, jak również gminy nie byłyby zobowiązane do osiągania określonych wskaźników odzysku i recyklingu. Budowanie systemu gospodarki odpadami powinno być zatem uznane za zadanie priorytetowe wszystkich rządzących i mieszkańców.

11.3 ZAŁOŻENIA DO BUDOWY LOGISTYCZNIE ZORIENTOWANEGO MODELU SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI

Uwzględniając wszystkie przepisy samorządy są zobowiązane do stworzenia planu

gospodarki odpadami dla województwa śląskiego, opisującego nie tylko stan aktualny, ale prognozującego zmiany i określającego cele, które mają być realizowane dzięki działaniom zmierzającym do poprawy lokalnej gospodarki odpadami. Kwintesencją takiego dokumentu powinno być opracowanie logistycznej procedury, która będzie obejmować gospodarkę odpadami, w sposób zapewniający jej realizację zgodną z hierarchią sposobów postępowania z odpadami (rys. 11.1). Jest to zadanie złożone i wymaga wypełnienia wszystkich działań w myśl zrównoważonego rozwoju, a także egzekwowania wszystkich zadań i obowiązków wynikających z formalno-prawnej organizacji systemu.

Rys. 11.1 Hierarchia sposobów postępowania z odpadami
Źródło: opracowanie własne na podstawie [8]

Biorąc pod uwagę przytoczone rozważania dotyczące indywidualnej organizacji zbiórki każdego ze strumieni odpadów, ważne jest rozpatrzenie najważniejszych reguł stanowiących o istocie logistycznego podejścia do problemu. Właściwe opracowanie założeń do budowy takiego systemu powinno zatem uwzględniać zasadę 5W, analogicznie opracowaną dla tematyki przewodniej.

Z przedstawionej tabeli 11.1 wynika, iż istota podejścia logistycznego w ramach gospodarki odpadami, nie ogranicza się wyłącznie do przyporządkowania właściwych pojemników do wytwórców odpadów i określenia optymalnej częstotliwości odbiorów, ale również do określenia wielkości strumieni odpadów, które będą maksymalizowały możliwości ich ponownego użycia (odzysk, recykling, energia).

Gminy stoją zatem przed dużym wyzwaniem organizacji takiego systemu logistycznego gospodarki odpadami, który byłby wypadkową wspomnianych elementów. Prawidłowo i wyczerpująco sporządzone plany wojewódzkie są jednak dobrym punktem wyjścia do stworzenia pełnego modelu, którego konsekwencją będzie wdrożony na terenie danego województwa zintegrowany system gospodarki odpadami.

Aby skutecznie zarządzać odpadami komunalnymi należy podkreślić, iż logistycznie zorientowany model systemu gospodarki odpadami ma charakter dynamiczny.

Tabela 11.1 Zasada 5R dla gospodarki odpadami

Właściwy produkt	Grupy odpadów z którymi związane jest indywidualne zarządzanie to przede wszystkim: ⇒ odpady ulegające biodegradacji; ⇒ odpady opakowaniowe i surowce wtórne; ⇒ odpady wielkogabarytowe; ⇒ odpady zmieszane; ⇒ odpady niebezpieczne; ⇒ oraz odpady pozostałe. Przyjęty podział bezpośrednio wpływa na dalszy sposób postępowania z odpadami – od realizacji zbiórki, przez transport do właściwego zutylizowania. Ważne jest w tym wypadku dokładne określenie procedur, które formalnie będą stanowiły o organizacyjnym fundamencie każdego z podsystemów.
Właściwe miejsce	Odpady, których powstaniu nie udało się zapobiec, według obowiązujących przepisów powinny być we właściwy sposób zebrane i przetransportowane do punktu unieszkodliwiania. W myśl obowiązującej ustawy, odpady powinny być w pierwszej kolejności analizowane pod kątem odzysku bądź recyklingu. Jeżeli taki proces nie jest możliwy następuję ich transport do odpowiedniego punktu, do którego zaliczamy sortownie, centra segregacji odpadów, punkty zbierania odpadów niebezpiecznych, spalarnie, kompostownie, składowiska lub zakłady produkcji paliw alternatywnych. Ważnym aspektem w wyborze miejsca unieszkodliwiania każdego strumienia odpadów jest zapis dotyczący wyboru jak najbliższego miejsca przetwarzania od źródła powstania odpadu. Jest to zgodne z obowiązującą polityką ochrony środowiska, która uwzględniając wpływ zbiórki i transportu odpadów na otoczenie, ogranicza tym samym ich negatywne oddziaływanie.
Właściwy czas	Na drodze kalkulacji liczby wytworzonych odpadów przez mieszkańców, jak również wielkości pojemników i dostępnej infrastruktury gmina i/lub przedsiębiorstwa odpowiedzialne za zbiórkę odpadów określają częstotliwości opróżniania pojemników. Ważnym aspektem w tym przypadku jest nie tylko optymalizacja ekonomiczna, ale w myśl zrównoważonego rozwoju - kwestia ekonomiczna i środowiskowa. W zależności od wielkości gmin, problem prawidłowej organizacji zbiórki jest problemowy i często wymaga udoskonalenia. Nowe przepisy wymagają od gmin takiego opracowania planu gospodarki, który uwzględniać będzie system zbiórki odpadów jako pochodną systemu ich gromadzenia.
Właściwa ilość	W zależności od rodzaju zabudowań wytwórców odpadów i uwarunkowań logistyczno-technicznych wykorzystywane są różnego rodzaju rozwiązania, które kwalifikują pojemniki i pojazdy do obsługi zbiórki odpadów. Do zbiórki odpadów komunalnych zmieszanych przede wszystkim stosuje się pojemniki 110 l lub 120/140l. Poza tym w zabudowie wielorodzinnej gdzie stosowany jest system donoszenia odpadów, swoje zastosowanie mają kontenery lub pojemniki 1100 litrowe. Wybór rozwiązania uwarunkowany jest przez liczbę obsługiwanych mieszkańców i ich średnią ilość wytworzonych odpadów. Według przepisów wytwórcy powinni zapobiegać powstawania odpadów, jednak statystyki pokazują, że z roku na rok średnia przypadająca na jednego mieszkańca się powiększa, stąd aktualizacje przepisów prawnych mających na celu walkę ze źródłem tego problemu.
Właściwa jakość	Kwestia jakości w gospodarce odpadami może być rozpatrywana na wiele sposobów. Idąc za definicją jakości- jako zgodności z wymaganiami, istotnym jest gospodarowanie odpadami w ramach obwiązującej zasady dotyczącej selektywnej zbiórki. Rozumie się przez to zbieranie, adekwatne do właściwości i cech odpowiedniego strumienia odpadów, który ze względu na specyficzny rodzaj unieszkodliwiania kierowany jest w odpowiednie miejsce. Dzięki prawidłowej organizacji takiej zbiórki nie tylko możliwy jest znaczny odzysk lub recykling, ale również wykorzystanie odpowiedniej frakcji w celach energetycznych.

Źródło: opracowanie własne

Jego elementy jak również otoczenie cechuje się silnym oddziaływaniem stąd można uznać, iż zmienną jest nie tylko czas, ale również:

- dynamika powstawania odpadów,

- ograniczona wydajność i przepustowość instalacji, urządzeń i obiektów będących częścią łańcucha logistycznego,
- przestrzenne możliwości terenów objętych jednolitą gospodarką odpadami, oraz dostępność obiektów wykorzystujących BAT (*Best Available Techniques)* w ramach unieszkodliwiania odpadów,
- aktualizacje ustaw, rozporządzeń i przepisów tworzących fundament systemu,
- światowy trend dotyczący koncepcji zagospodarowania odpadów.

11.4 UWAGI O AKTUALNYM SYSTEMIE GOSPODARKI ODPADAMI W WOJEWÓDZTWIE ŚLĄSKIM

Na terenie województwa śląskiego istnieje system selektywnej zbiórki odpadów komunalnych, który obejmuje pięć głównych frakcji odpadów – odpady zmieszane, odpady opakowaniowe, bioodpady, wielkogabarytowe i niebezpieczne.

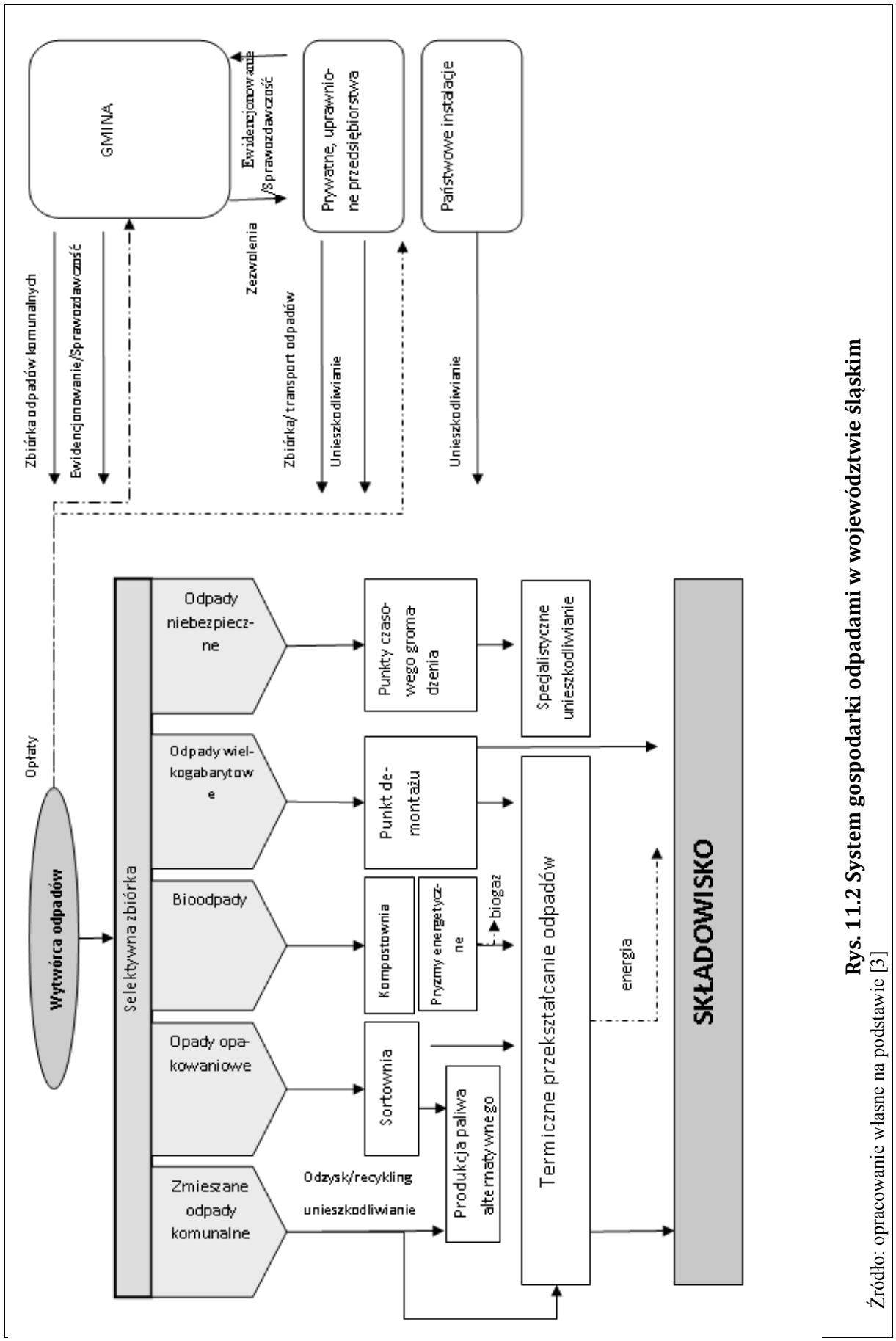
Jak zostało to już wcześniej wspomniane, każda z tych grup wymaga osobnego traktowania, a drogę tych strumieni odpadów generuje wybór systemu zbiórki – niesegregowanych odpadów komunalnych bądź zbiórki systemem workowym „u źródła" z podziałem na tworzywa sztuczne, papier, szkło i metale (rys. 11.2).

Plany gospodarki odpadami dla województwa śląskiego z każdą aktualizacją proponują nowy podział całego obszaru województwa na regiony, które miałyby tworzyć najbardziej efektywny system zbiórki. W przypadku planu z 2009 roku – zakładano powstanie jedenastu regionów. Bieżący dokument proponuje ograniczenie tej ilości do czterech regionów. Mapę proponowanych obszarów przestawia rys. 11.3.

W województwie śląskim zbiórka odpadów komunalnych wg ostatnich danych GUS dotyczy ok. 1,4 mln Mg co stanowi ok. 84% wszystkich odpadów wytworzonych. Z tego wynika, iż ok. 224 tys. Mg trafia w sposób niekontrolowany do otoczenia. Z przeprowadzonych badań ankietowych wynika również, że mieszkańcy posiadający umowy na wywóz odpadów komunalnych obejmują 92% populacji województwa śląskiego. Pozostali mieszkańcy nie posiadający stosownych umów również są uczestnikami systemu, stąd kontrolę nad zbiórką odpadów komunalnych przejmuje gmina z Funduszem Ochrony Środowiska i Gospodarki Wodnej.

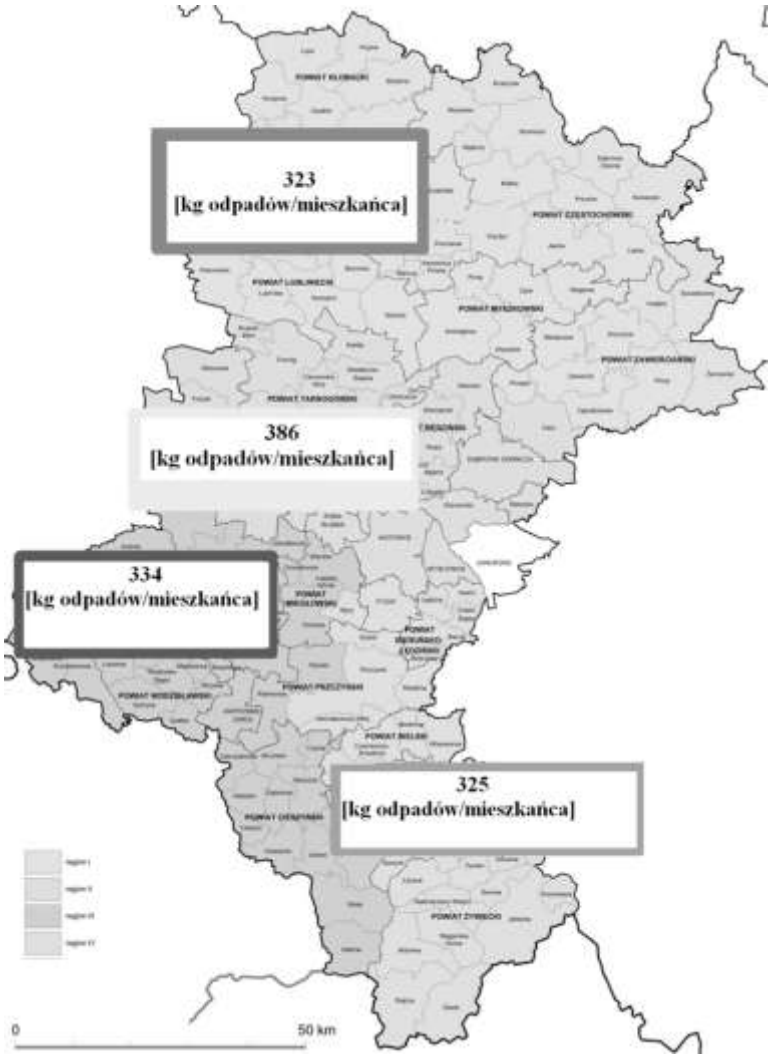
Zbiórka odpadów od mieszkańców prowadzona jest dwoma sposobami: w sposób wykorzystujący selektywną zbiórkę, jak również konsolidując zmieszane odpady. Rys. 11.4, przedstawia ten podział z uwzględnieniem ilości generowanych opadów. Jak można zauważyć odpady zmieszane dalej stanowią przeważającą większość pomimo, iż ich zbiórka obejmuje wyższe stawki (na 23 Mg zebranych odpadów – 1 Mg zebrany jest selektywnie). Pomimo finansowych zachęt, które również zapewnione są odpowiednimi przepisami – mniejszość mieszkańców korzysta z systemu segregowania odpadów „u źródła".

Przy tak niepokojących prognozach dotyczących ilości generowanych odpadów w pewnym momencie może to wiązać się z przeładowaniem składowisk oraz zatłoczeń w procesie sortowania i unieszkodliwiania. W związku z takim obrazem bliskiej przyszłości nasilają się kampanie informacyjne mające za zadanie zachęcić mieszkańców do selektywnej zbiórki.



Rys. 11.2 System gospodarki odpadami w województwie śląskim

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]



Rys. 11.3 Proponowany podział województwa śląskiego na regiony

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

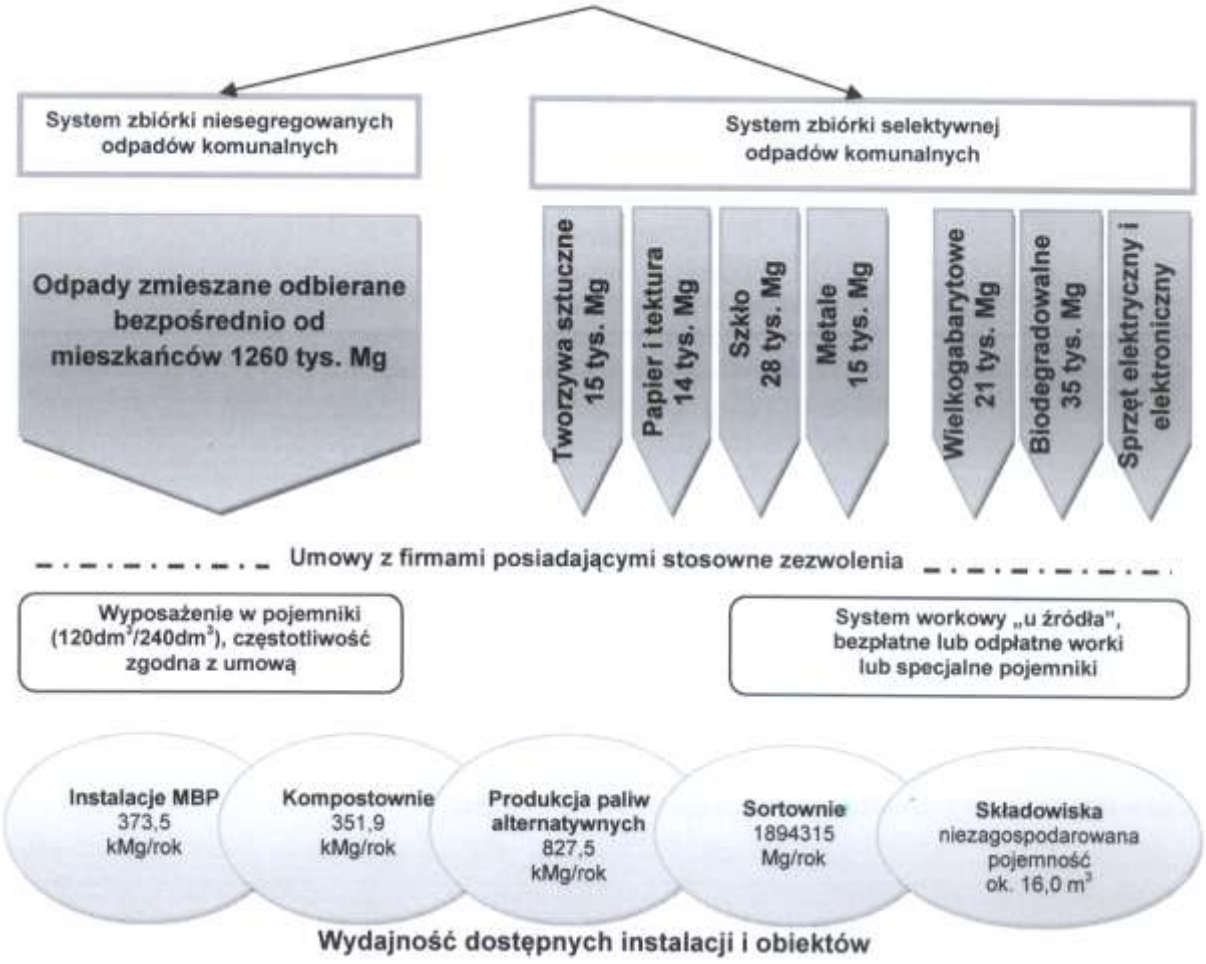
Większość gmin prowadzi już bezpłatną zbiórkę zużytego sprzętu elektronicznego jak również przeterminowanych leków.

Dostępne są również dla opinii publicznej informatory, które w sposób jasny i zrozumiały wskazują właściwy sposób postępowania z każdego rodzaju odpadami. Z przedstawionych danych na rok 2010 r. wynika, że w województwie śląskim średnia wielkość wytworzonych odpadów komunalnych wynosiła ok. 342 Mg/mieszkańca. Przeprowadzone badania w ramach krajowego planu gospodarki odpadami prognozują, iż wielkość ta będzie sukcesywnie się zwiększać, a w roku 2022 może już wynieść 399 Mg odpadów/mieszkańca, co w praktyce oznacza 17% wzrost w ciągu 9 lat. Prognozy te, są na tyle niepokojące, gdyż sumaryczna przepustowość instalacji, obiektów i urządzeń służących do unieszkodliwiania odpadów będzie niewystarczająca do przetworzenia wszystkich strumieni odpadów.

W chwili obecnej, na terenie województwa śląskiego funkcjonuje:

- instalacji służących przetwarzaniu mechaniczno-biologicznemu odpadów komunalnych zmieszanych, którego przepustowość wynosi 373,5 kMg/rok;
- 40 sortowni o wydajności 1894315 Mg/rok;

- 30 kompostowni (przepustowość łączna 351,9 kMg/rok)
- 14 instalacji do produkcji paliw alternatywnych (o wydajności 827,6 kMg/rok);
- 29 składowisk odpadów innych niż niebezpieczne (niezagospodarowana pojemność ok. 16,0 mln m^3).



Rys. 11.4 Systemy zbiórki odpadów

Źródło: opracowanie własne na podstawie [3]

Kwestia gromadzenia odpadów jest zatem analizowana pod kątem nie tylko wyboru właściwej technologii, ale również dostępności i wydajności funkcjonujących instalacji. Efektywne działanie systemu wiąże się z koniecznością ciągłego doskonalenia strumieni i wyboru takich technik, które będą pozwalały na maksymalny poziom odzysku i recyklingu. Należy tu również zwrócić uwagę na wartość dodaną tego łańcucha, którą niewątpliwie jest energia pozyskiwana podczas unieszkodliwiania. Marnotrawstwem byłoby niewykorzystywanie tych odpadów, które z punktu widzenia wartości energetycznej i opałowej zostały w końcowej fazie procesu składowane zamiast efektywnie odzyskiwane. System obrazuje całość przez pryzmat każdego z jego elementów stąd czynniki ekonomiczne, społeczne, ekologiczne i prawne są równie ważne i wymagają maksymalizacji w każdym aspekcie.

PODSUMOWANIE

Niniejszy artykuł ukazuje potrzebę stałego doskonalenie działań związanych z systemową gospodarką odpadami. Należy szczególnie zwrócić uwagę na budowę logistycznie zorientowanego modelu gospodarki odpadami co zdecydowanie wpłynie na obniżenie kosztów całego systemu.

Dostępna literatura, często nawiązuje do bardzo niskiego udziału selektywnej zbiórki odpadów, nie tylko w obszarze województwa śląskiego, ale również całego kraju. Okazuje się bowiem, iż wykorzystanie dostępnych technologii umożliwia w sposób efektywny odzysk bądź recykling unieszkodliwianych odpadów pod warunkiem, iż zwiększy się udział selektywnej zbiórki odpadów u źródła. Konkluzje prowadzonych analiz wykazują, iż pomimo większych kosztów związanych z zbiórką odpadów segregowanych nad zmieszanymi, ich koszt unieszkodliwiania jest mniejszy w procesie ich finalnego zagospodarowania. Jest to sygnałem do działania oraz do najlepszego wykorzystania dostępnych technologii, które nie tylko umożliwiają odzysk ciepła, ale również produkcję paliwa alternatywnego. To ostatnie, w sposób najbardziej efektywny pozwala wykorzystać wartość opałową wybranych frakcji odpadów.

Analizowane elementy systemu, które determinują stan gospodarki odpadami, wykazują potrzebę realizacji dodatkowych działań. Do proponowanych udoskonaleń, można zaliczyć:

- zwiększenie zakresu selektywnej zbiórki poprzez propagowanie idei oraz specjalistyczną edukację społeczną,
- maksymalne wykorzystanie dostępnych instalacji w realizacji systemowego gospodarowania odpadami komunalnymi,
- redukcja składowanych odpadów poprzez wykorzystanie innych możliwości unieszkodliwiania odpadów,
- maksymalizowanie zdolności pozyskiwania energii z procesu unieszkodliwiania odpadów,
- stałe monitorowanie wszystkich strumieni odpadów wraz z realizacją działań związanych z jego zbiórką jak i zagospodarowaniem,
- wykorzystanie najlepszych dostępnych technologii w ramach unieszkodliwiania wszystkich frakcji odpadów,
- stworzenie logistycznych powiązań pomiędzy wszystkimi elementami systemu.

Województwo śląskie wykazuje olbrzymi potencjał pod względem nie tylko wielkości wytwarzanych odpadów, ale również dostępności technologii do ich unieszkodliwiania. Najlepsze efekty z wykorzystania dostępnej infrastruktury będą możliwe tylko dzięki opracowaniu racjonalnych zasad postępowania przy wyborze metod i technologii unieszkodliwiania oraz określenia uzasadnionego technologicznie i przepisowo – poziomu wydajności. Spełnienie wymaganych limitów odzysku wymaga od gminy natychmiastowych działań, związanych również z niezbędnymi inwestycjami. Cele systemu są jednak ustanowione, w wyniku czego w obowiązku gmin i społeczności pozostaje wspólne działanie na rzecz poprawy efektów realizacji zadań gospodarki odpadami komunalnymi.

LITERATURA

1. Jąderko K., Białecka B.: *Analiza systemu zbiórki odpadów medycznych w śląskich gminach,* Studia i Materiały Polskiego Towarzystwa Zarządzania Wiedzą, 2012.
2. Draniewicz B.: *Odbieranie odpadów komunalnych a ich transport*, „Recykling" 2012, nr 12, s. 28.
3. Praca zbiorowa: *Plan gospodarki odpadami dla województwa śląskiego*, Katowice 2014.
4. Przybycin W., Fechner I.: *Rola centrum segregacji odpadów w systemowym podejściu do gospodarki odpadami*, „Recykling" 2003, nr 11, s. 28.
5. Przybycin W., Fechner I.: *Logistyczne aspekty gromadzenia stałych odpadów komunalnych*, „Recykling" 2003, nr 7, s. 25.
6. Przybycin W.: *Logistyczny system gospodarki stałymi odpadami komunalnymi*, „Recykling" 2006, nr 11, s. 56.
7. Ustawa z dnia 1 lipca 2011 roku o zmianie ustawy o utrzymaniu czystości i porządku w gminach oraz niektórych innych ustaw (Dz. U. 2011 nr 152 poz. 897).
8. Ustawa z dnia 14 grudnia 2012 r. o odpadach z 2012 r. (Dz. U. z 2013 r. poz. 21).

WYBRANE PROBLEMY BUDOWY SYSTEMU GOSPODARKI ODPADAMI KOMUNALNYMI W ŚWIETLE NOWYCH PRZEPISÓW

Streszczenie: *Artykuł przedstawia analizę bieżącego stanu systemu gospodarki odpadami komunalnymi w województwie śląskim. Badania obejmowały ocenę przygotowania technologicznego w ramach nowych przepisów, które zobowiązują gminę do opracowania i zarządzania systemem gospodarki odpadami komunalnymi. Efektem analiz jest wskazanie potrzeby ciągłego doskonalenia systemu, w tym selektywnej zbiórki jak również efektywnego wykorzystania dostępnych technologii i działań logistycznych pod kątem wzrostu odzysku i recyklingu odpadów komunalnych*.

Słowa kluczowe: *system gospodarki odpadami, odpady komunalne, aspekt prawny, logistyka, ustawa o utrzymaniu porządku i czystości w gminach*

SELECTED PROBLEMS OF THE URBAN WASTE SYSTEM STRUCTURE ACCORDING TO NEW REGULATIONS

Abstract: *The paper presents the results of the urban waste system analysis in the present moment in Silesia. The researches were encompassed consideration of technological preparation regarding to new regulations that obligate commune to logistic urban waste system elaboration and management. As a result of analysis is necessity for continuous improvement which involve selective collection and effective usage of available technology considering level of urban waste recycling*.

Key words: *waste management system, municipal waste, legal aspect, logistic, act of maintaining cleanliness and order in municipalities.*

mgr inż. Karolina JĄDERKO, prof. dr hab. inż. Barbara BIAŁECKA
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevetla 26, 41-800 Zabrze
e-mail: Barbara.Bialecka@polsl.pl

12

ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZARZĄDZANIA ŁADUNKIEM RTĘCI W WĘGLU KAMIENNYM – ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

12.1 WPROWADZENIE

Węgiel kamienny jest skałą osadową pochodzenia organicznego stanowiącą mieszaninę substancji organicznej oraz składników mineralnych i wody. Zawartość składników mineralnych w węglu kamiennym pogarsza jego właściwości opałowe oraz sprawia znaczące trudności z jego dostosowaniem do potrzeb odbiorców [1, 3]. Jedną z najbardziej szkodliwych grup pierwiastków i związków chemicznych występujących w węglu kamiennym są metale ciężkie, a w szczególności rtęć. Zawartość Hg w 95% próbek węgla surowego kopalń górnośląskich wynosi około 0,08-0,11 ppm, co nie jest znaczącą wartością, jednak szerokie zastosowanie go jako paliwa dla potrzeb energetyki, ciepłownictwa oraz gospodarstw domowych powoduje emisję znacznych ilości rtęci do środowiska [5, 8]. Zauważono również, że deponowane odpady pochodzące z przeróbki mechanicznej węgla wpływają na zanieczyszczenie środowiska gruntowo-wodnego związkami rtęci [6]. Zawartość rtęci w węglu generuje dla Polski liczne problemy z których najistotniejsze to:

- z jednej strony wysoki poziom karbonizacji naszej gospodarki, co powoduje znaczną emisję rtęci do atmosfery,
- możliwość wstrzymania eksportu polskiego węgla, jeżeli nie będzie jakościowo dostosowany do nowego prawodawstwa w zakresie ograniczenia emisji atmosferycznych [5].

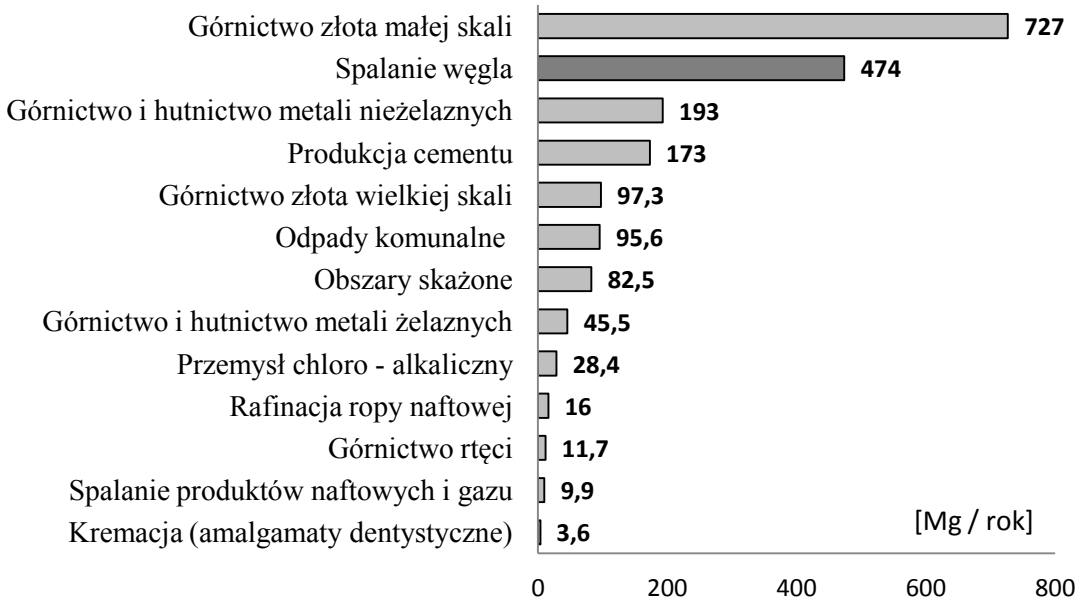
Obecnie w ramach Organizacji Narodów Zjednoczonych trwają prace na rzecz stworzenia globalnego systemu umożliwiającego redukcję antropogenicznej emisji rtęci. Jedną z pierwszych prac wykonanych w ramach Programu Środowiskowego Narodów Zjednoczonych była ocena źródeł zanieczyszczenia atmosfery związkami rtęci. Oszacowano, że spalanie węgla odpowiada za około 25 % zanieczyszczeń pochodzenia antropogenicznego.

Nowe prawodawstwo międzynarodowe, a zwłaszcza Konwencja Rtęciowa UNEP (decyzja 24/3 Rady Zarządzającej Programu Narodów Zjednoczonych ds. Ochrony Środowiska) poprzez podatki i opłaty wymusi podjęcie aktywności na rzecz zmniejszenia ładunku rtęci w węglu handlowym. Dotychczas w praktyce przemysłowej nie podejmowano świadomych, ukierunkowanych działań mających na celu ograniczenie ładunku rtęci poprzez aktywność na etapie precombustion (przed rozpoczęciem spalania lub procesów koksowniczych) [7, 10, 14].

Nie ulega wątpliwości, że problem rtęci spowoduje poważne wyzwanie dla polskiej gospodarki opartej na węglu. Analiza procesów technologicznych w cyklu życia węgla i ocena możliwości obniżenia zawartości rtęci w węglu oraz ostatecznie wykonanie narzędzia – systemu informatycznego wspomagającego proces produkcji węgla może przyczynić się do uniknięcia drastycznych obciążeń podatkowych.

12.2 SKALA PROBLEMU

W raporcie Programu Środowiskowego Narodów Zjednoczonych „Global mercury assessment 2013" światową emisję rtęci oszacowano na około 1960 Mg, z tego 475 Mg pochodzi ze spalania węgla kamiennego i brunatnego. Dokument podkreśla jednak bardzo dużą niepewność w ocenie emisji spowodowaną zróżnicowaną zawartością pierwiastka w węglach. Rys. 12.1 zawiera szczegółowe informacje dotyczące źródeł emisji Hg.



Rys. 12.1 Roczna antropogeniczna emisja rtęci do atmosfery [10]

Zdecydowanie najwięcej, bo aż około 37% emisji Hg związania jest z górnictwem złota małej skali. Rtęć jest w nim stosowana do uzyskiwania złota z urobku, po czym jest odparowywana. Problem stwarza wykorzystanie prymitywnych technologii wzbogacania stosowanych głównie w państwach Afryki Środkowej oraz Ameryki Południowej [10].

W Polsce około 90% emisji rtęci pochodzi ze spalania węgla kamiennego i brunatnego, pozostałą część stanowi zanieczyszczenie powstające w związku z działalnością hutnictwa oraz produkcją cementu. W 2000 roku polska emisja Hg była szacowana na 25,9 Mg/rok. W 2009 roku Główny Urząd Statystyczny podał, że emisja roczna wyniosła około 14,6 Mg. Należy w tym miejscu podkreślić, że w latach 2000-2009 nie nastąpiła znacząca zmiana w zakresie zużycia węgla przez gospodarkę oraz nie podejmowano działań zmierzających do obniżenia emisji. Duży rozrzut między wartościami spowodowany jest brakiem dostatecznych badań w zakresie emisji rtęci. Powszechnie uznaje się Polskę za największego emitenta rtęci w Unii Europejskiej, co jest nie do końca zrozumiałe biorąc pod uwagę zadeklarowaną emisję

roczną Niemiec sięgającą „jedynie" 9 Mg rocznie. Warto zaznaczyć, że aż 44% produkowanej energii w tym państwie pochodzi ze spalania węgla brunatnego, w którym zawartość rtęci w pokładzie sięga często 0,5 ppm [13].

Tabela 12.1 zawiera dane dotyczące krajowego zużycia węgla kamiennego z podziałem na jego użytkowników.

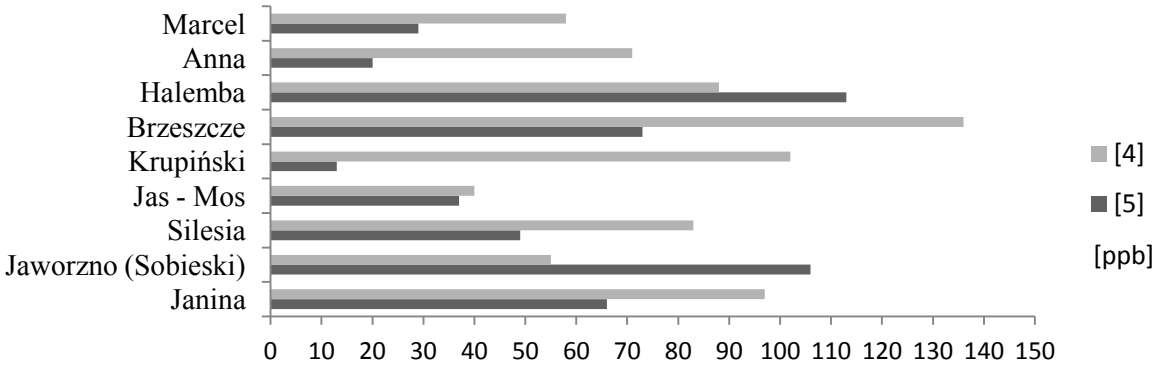
Tabela 12.1 Zużycie węgla kamiennego według użytkowników w Polsce w 2011 roku [9]

Grupa	Zużycie węgla [tys. Mg]
Elektrownie i elektrociepłownie	43816
Kotły ciepłownicze energetyki zawodowej i ciepłownie zawodowe	4928
Ciepłownie niezawodowe	290
Przemysł i budownictwo	18533
Transport	41
Sektor drobnych odbiorców, w tym gospodarstwa domowe, rolnictwo oraz pozostali odbiorcy	11500
Zużycie ogółem	79108

Około 62%, czyli 49034 tys. Mg węgla z 79108 tys. Mg, jest spalane przez energetykę zawodową oraz ciepłownie. Oznacza to, że znacząca część węgla spalana jest w warunkach dających możliwość zastosowania technik zmniejszających emisję rtęci na etapie postcombustion (po spaleniu).

Nie są znane natomiast dane dotyczące zużycia poszczególnych sortymentów przez poszczególne grupy odbiorców, co uniemożliwia dokładne oszacowanie potencjału oczyszczania spalin. Trudno powiedzieć, gdzie spalany jest węgiel z grupy „Przemysł i budownictwo", gdyż znajdują się w niej także pośrednicy w handlu węglem". W 2011 roku wydobycie węgla brunatnego w Polsce wynosiło 62780 tys. Mg, który zawiera znacznie większe ilości rtęci [9].

Na rys. 12.2 zestawiono dane dotyczące średniej zawartości rtęci w wybranych, czynnych kopalniach Górnośląskiego Zagłębia Węglowego. Wyniki pochodzą z dwóch niezależnych źródeł. Na podstawie powyższego porównania można stwierdzić, że średnia zawartość rtęci w węglu surowym wynosi kilkadziesiąt ppb (55 ppb oraz 81 ppb). Rozrzut pomiędzy wynikami sięga nawet 90 ppb – może to być wynikiem dużej zmienności zawartości rtęci w złożu węgla lub prowadzonych aktualnie robót górniczych wpływających na jakość nadawy.



Rys. 12.2 Zawartość rtęci w węglu surowym wybranych kopalń GZW (na podstawie [4, 5])

Przytoczone dane pozwalają oszacować teoretyczną emisję rtęci od 4,35 Mg do 6,4 Mg pochodzącą ze spalania surowego węgla kamiennego (szacunki własne).

Rzeczywisty ładunek rtęci może być w dużej mierze zredukowany na etapie przeróbki mechanicznej węgla oraz w procesie oczyszczania spalin. Nieznany jest jednak wpływ zanieczyszczeń nadawy pochodzących z prowadzonych robót udostępniających oraz przygotowawczych w podziemiach zakładu górniczego. Badania składu odpadów pogórniczych wskazują, że zawierają one znaczące ilości rtęci (średnio 86 ppb) oraz w przypadku drobnego uziarnienia mogą być kłopotliwe do usunięcia podczas przeróbki kopaliny.

12.3 WYMAGANIA PRAWNE I UZGODNIENIA MIĘDZYNARODOWE

Uzgodnienia zawarte w Konwencji Rtęciowej dotyczą w skali globalnej:

- wprowadzenia aparatu kontroli emisji atmosferycznych z określonych źródeł oraz określenia ich limitów (wyrażonych w ustalonych jednostkach),
- przyjęcia wytycznych dotyczących obowiązku stosowania BAT/BEP (Best Available Technology/ Best Enviromental Technology,
- określenia celów ilościowych zmniejszenia emisji rtęci wyrażonych w liczbach bezwzględnych lub względnych [5].

Do tej pory regulacje w zakresie emisji rtęci zostały wprowadzone jedynie w Stanach Zjednoczonych oraz w Kanadzie. Prace w USA zostały rozpoczęte od stworzenia krajowej bazy jakości węgli surowych. Po zbadaniu ponad 7000 próbek stwierdzono, że średnia zawartość rtęci wynosi około 200 ppb, choć odnotowano przypadki, gdy w węglu znajdował się nawet ponad 1 ppm rtęci. Przeciętną zdolność przeróbki węgla w zakresie obniżenia zawartości rtęci określono na około 37%. Wprowadzona w 2011 roku ustawa Mercury and Air Toxics Standards (MATS) określiła limity emisyjne dla instalacji o mocy powyżej 25 MW. Za punkt odniesienia uznano 12% instalacji o najmniejszej względnej emisji, zaś czas dostosowania pozostałych instalacji do tego poziomu określono na 3 do 5 lat w zależności od decyzji władz stanowych. Emisję oblicza się w przeliczeniu na wytworzoną energię elektryczną [11, 12]. *Zakup węgla o jak najniższej zawartości rtęci jest więc w interesie producenta energii. Paliwo zawierające znaczące ilości Hg straci na wartości, jeśli nie zostanie odpowiednio wzbogacone.*

W ramach Unii Europejskiej obniżenie emisji Hg ma zostać osiągnięte poprzez opodatkowanie rtęci w węglu handlowym oraz ustanowienie limitów emisyjnych. W pierwszym i drugim przypadku uzasadnione wydaje się ograniczenie zawartości rtęci już na poziomie zakładu górniczego. Brak podjęcia działań zmierzających do określenia skali problemu oraz opracowania systemu obniżenia zawartości rtęci na etapie przed spaleniem, doprowadzi do utraty konkurencyjności polskiego węgla spowodowanego wysokim opodatkowaniem. Beneficjentami analizy zawartości rtęci w cyklu życia węgla handlowego będą spółki górnicze, energetyka oraz organy administracji państwowej.

12.4 CO WPŁYWA NA ZAWARTOŚĆ RTĘCI W WĘGLU ?

Węgiel handlowy nim trafi do odbiorcy jest poddawany procesom przeróbczym mającym na celu podniesienie jego użyteczności.

W tabeli 12.2 przedstawiono hipotetyczne czynniki w zasadniczy sposób wpływające na zawartość rtęci w produkcie handlowym.

Tabela 12.2 Mapa interwencji w zakresie minimalizacji zawartości rtęci w węglu handlowym

Grupa czynników	Geologiczne	Technologiczne dołowe	Technologiczne powierzchniowe	Uwagi
naturalna zawartość związków rtęci w pokładzie węgla kamiennego	=			Zawartość rtęci uwarunkowana naturalnie
zawartość przybieranych skał spągowych i stropowych		↗		Pogorszenie zdolności przeróbki kopalin; wtórne zanieczyszczenie rtęcią. Zawartość rtęci w odpadach wydobywczych (średnio 86 ppb) [5]
zawartość kamienia z robót przygotowawczych i udostępniających		↗		
odpady trafiające do odstawy (np. materiał z zapór pyłowych, zużyte opakowania, woda z rozlewisk)		↗		
wzbogacanie w cieczy ciężkiej			↘	Dobra zdolność redukcji zawartości rtęci, jednak ziarno +20 mm zawiera jej niewiele [5]
wzbogacanie w osadzarkach			↘	Dobra zdolność redukcji zawartości rtęci, jednak ziarno -20 mm + 0,5 mm zawiera jej stosunkowo niewiele [5]
flotacja			↘	Brak powszechnego wzbogacania tą metodą. Trudna do oszacowania skuteczność procesu. Znacząca zawartość rtęci we frakcji poniżej 0,5 mm (zwłaszcza < 0,1 mm) [2]

Legenda:
- wzrost zawartości, ↗
- zmniejszenie zawartości, ↘
- czynnik nie należy do grupy – szary

Źródło: opracowanie własne

Pierwszym i najważniejszym czynnikiem wpływającym na jakość produktu są procesy geologiczne, które wpłynęły na powstanie węgla cechującego się danymi parametrami. W

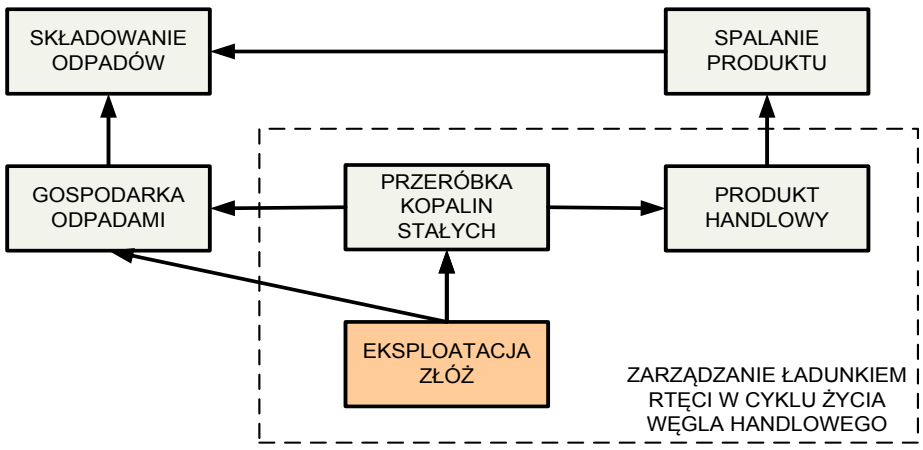
tym przypadku przedsiębiorstwo górnicze może jedynie podejmować decyzję o eksploatacji, bądź jej zaniechaniu w złożu węgla o danej zawartości rtęci.

W literaturze sporadycznie zwraca się uwagę na wpływ czynników technologicznych dołowych na jakość produktu. Praktycy przeróbki kopalin stałych dostrzegają jednak konieczność kontroli strumieni węgla z różnych ścian dla utrzymania odpowiedniej jakości produktu [15]. Nie bez znaczenia pozostaje fakt, że w polskich kopalniach węgla właściwie cała odstawa prowadzona jest przenośnikami taśmowymi bez podziału na odpady z robót chodnikowych oraz strumień urobku. Znacząca ilość składników mineralnych w nadawie może negatywnie wpływać na zdolności procesów przeróbczych zwłaszcza flotacji, a przez to doprowadzać do wtórnego zanieczyszczenia węgla rtęcią.

Pełny cykl wzbogacania węgla pozwala na obniżenie zawartości popiołu we wszystkich frakcjach nadawy. W 2008 roku w Polsce jedynie 14 zakładów górniczych z 41 stosowało flotację do wzbogacania najdrobniejszych ziaren węgla (w tym 6 produkujących węgiel koksujący) [16, 17]. Oznacza to, że znacząca część miałów węglowych nie jest wzbogacana oraz zawiera pełny ładunek rtęci w zakresie ziarna poniżej 0,5 mm [2]. Zawartość rtęci w produkcie poniżej 0,1 mm sięga nawet 2 ppm. Wydaje się, że wzbogacanie w płuczkach cieczy ciężkiej oraz w osadzarkach w optymalnym zakresie usuwa rtęć z poddawanego procesowi produktu [17]. W tabeli 12.2 zawarto zestawienie czynników wpływających na zawartość rtęci w węglu handlowym z podziałem na czynniki, które mogą być podmiotem dalszych badań w zakresie poprawy jakości produktu.

12.5 BUDOWA SYSTEMU ZARZĄDZANIA ŁADUNKIEM RTĘCI

Zarządzanie ładunkiem rtęci oznacza możliwość podejmowania decyzji wpływających na zawartość Hg w węglu handlowym oraz w odpadach. Działanie to umożliwi dostosowanie produktu do wymagań odbiorców oraz regulacji, które zostaną wdrożone zgodnie z Konwencją Rtęciową. Autorzy niniejszego artykułu proponują stworzenie systemu zarządzania ładunkiem rtęci zgodnym ze schematem przedstawionym na rys. 12.3.



Rys. 12.3 Zarządzanie ładunkiem rtęci w cyklu życia węgla handlowego

Źródło: opracowanie własne

Narzędzie służące do zarządzania ładunkiem rtęci w cyklu życia węgla handlowego realizowane jest w ramach pracy doktorskiej Krzysztofa Kurusa.

Działania skupiają się przede wszystkim na etapie precombustion – przed spaleniem produktu dla zmniejszenia opodatkowania węgla oraz ograniczenia obciążenia instalacji filtracyjnych. Podjęcie skutecznych działań na tym etapie nie będzie skutkowało znaczącym podniesieniem cen węgla, gdyż obecnie jego przeróbka stanowi jedynie kilka procent kosztu produkcji [14].

Skuteczny system zarządzania ładunkiem rtęci w cyklu życia węgla handlowego musi być oparty na bazie danych dotyczących rozkładu Hg w produkcie oraz w odpadach we wszystkich procesach produkcyjnych. Nieodłącznym elementem będzie narzędzie do planowania odpowiednich parametrów procesu produkcyjnego oraz szacowania jego kosztów.

DYSKUSJA

Analiza dostępnej literatury odnoszącej się do problemu rtęci w węglu kamiennym uprawnia do sformułowania następujących stwierdzeń:

- obecna wiedza na temat zawartości rtęci w węglu kamiennym jest zbyt mała, aby podjąć skuteczne działania zmierzające do kompleksowego zarządzania jej ładunkiem w węglu handlowym. Stworzenie bazy danych o zawartości rtęci w cyklu życia węgla handlowego pozwoliłoby na opracowanie szeregu działań umożliwiających redukcję jej zawartości, co jest szczególnie istotne dla kopalń produkujących węgiel o znacznym zanieczyszczeniu rtęcią, a przez to zagrożonych przez akty wykonawcze Konwencji Rtęciowej,
- na chwilę obecną trudno jest ocenić jak będzie skonstruowany system opodatkowania rtęci w węglu. Należy jednak podkreślić, że wprowadzenie pełnego wzbogacania węgla energetycznego w znaczący sposób mogłoby przyczynić się do obniżenia ładunku rtęci trafiającego do atmosfery. Znaczące wyniki mogłyby zostać uzyskane poprzez zatrzymanie sprzedaży węgla o uziarnieniu poniżej 0,5 mm lub nawet poniżej 0,1 mm odbiorcom indywidualnym. Z punktu widzenia przeróbki kopalin nie są to działania szczególnie skomplikowane, jednak zmusiłyby spółki węglowe do inwestycji dla dostosowania zakładów przeróbczych,
- należy podkreślić, że w Polsce nie można podjąć decyzji o zaniechaniu eksploatacji pokładów o wysokiej zawartości rtęci – jak w przypadku Stanów Zjednoczonych. Konieczne jest zbadanie potencjału ograniczenia zawartości rtęci w całym procesie produkcyjnym, także z uwzględnieniem technologii dołowych. Zapewnienie reżimu czystości nadawy jest potencjalnie możliwe, gdyż wiele kopalni nie wykorzystuje w pełni swojej infrastruktury (75% zdolności przeróbki) [14]. Szczególną wartością byłoby doprowadzenie do stanu, aby do węgla handlowego nie dostawały się najmniejsze ziarna mineralne (poniżej 0,1 mm), w których zawartość rtęci jest bardzo wysoka.

LITERATURA

1. Cierpisz St.: *Pomiary jakości węgla – pomiary i sterowanie*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice 2005

2. Aleksa H.: Dyduch F., Wierzchowski K.: C*hlor i rtęć w węglu i możliwości ich obniżenia metodami przeróbki mechanicznej*. Górnictwo i geoinżynieria, zeszyt 3/1, 2007
3. Kurus K., Białecka B.: *Dobre praktyki zarządzania zakładem górniczym*. Zeszyty naukowe Wydziału Organizacji i Zarządzania Politechniki Śląskiej. 4/2012
4. Bojakowska I., Sokołowska G. *Rtęć w kopalinach wydobywanych w Polsce jako potencjalne źródło zanieczyszczeń środowiska.* Biuletyn PIG 394. Sosnowiec 2001
5. Michalska A., Białecka B.: *Zawartość rtęci w węglu i odpadach górniczy*ch. Prace naukowe GIG, Kwartalnik 3, 2012
6. Susan J., Tewalt S.J., Bragg L.J., Finkelman R.B.: *Mercury in U.S. Coal – Abundance, Distribution and Modes of Occurrence*. Report of U.S. Department of the Interior U.S. Geological Survey. 2001
7. Pyka I. Wierzchowski K.: *Problemy z rtęcią zawartą w węglu kamiennym*. Geologia i Geoinżynieria, Tom 34, Zeszyt 4/1, 2010
8. Hławiczka S.: *Rtęć w środowisku atmosferycznym*. Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska Polskiej Akademii Nauk. Zabrze, 2008
9. *Zużycie paliw i nośników energii w 2011 r. Raport GUS. Warszawa 2012*
10. *Global Mercury Assessment 2013. UNEP* 2013
11. *Geologic studies of mercury by the U.S*. Geological Survey. U.S. Department of Interior. Reston Virginia 2003
12. Macedonia J. *Summary of EPA Power Sector Regulation: Air Toxics Standards*. Washington 2012
13. Olkuski T.: *Porównanie zawartości rtęci w węglach polskich i amerykańskich*. Polityka Energetyczna, Tom 10, Zeszyt specjalny, 2007
14. Blaschke W.: *Technologie czystego węgla rozpoczynają się od wzbogacania. Czysta energia – czyste środowisk*o. Małopolsko-podkarpacki klaster czystej energii. Kraków 2008
15. Fuchs H., Mielniczuk L., Włodarczyk K.: *Sterowanie jakością węgla kamiennego w kopalni podziemnej.* Szkoła Eksploatacji Podziemnej. Kraków 2005
16. Lutyński A., *Mechaniczna przeróbka węgla kamiennego w perspektywie 2020 roku*. Gospodarka surowcami mineralnymi. Gospodarka Surowcami Mineralnymi Tom 24. Kraków 2008.
17. Nycz. R., Zieleźny A.*: Kompania Węglowa SA – technologia wzbogacania węgla i jakość produkcji.* Inżynieria Mineralna. Lipiec – Grudzień 2004.

ANALIZA MOŻLIWOŚCI ZARZĄDZANIA ŁADUNKIEM RTĘCI W WĘGLU KAMIENNYM – ARTYKUŁ PRZEGLĄDOWY

Streszczenie: *Artykuł zawiera analizę literaturową dotyczącą problemu emisji rtęci pochodzącej ze spalania węgla kamiennego. Na podstawie istniejących danych oszacowano aktualną emisję rtęci do atmosfery oraz wskazano problemy z jakimi będzie musiała się zmierzyć polska gospodarka oparta na węglu. W artykule dokonano wstępnej oceny czynników oraz technologii wpływających na zawartość Hg w produkcie handlowym.*

Słowa kluczowe: *rtęć, górnictwo, energetyka, ochrona środowiska, emisje*

ANALYSIS OF MERCURY MANAGEMENT POSSIBILITES IN HARD COAL – REVIEW ARTICLE

Abstract: *The article contains literature analysis concerning on mercury emissions coming from bituminous coal combustion. On the basis of existing data there has been estimated current air mercury emission. There have been mentioned problems Polish carbonised economy is going to face. The article presents also preliminary assesment of factors and technology effecting on Hg content in coal*.

Key words: *mercury, mining, power engineering, environment protection, emmisions*

mgr inż. Krzysztof KURUS, prof. dr hab. inż. Barbara BIAŁECKA
Politechnika Śląska, Wydział Organizacji i Zarządzania
Instytut Inżynierii Produkcji
ul. Roosevelta 26, 41-800 Zabrze, Polska
e-mail: krzysztof.kurus@polsl.pl

13

BADANIA EMISJI DRGAŃ Z CIĄGU KOMUNIKACYJNEGO – STUDIUM PRZYPADKU

13.1 WPROWADZENIE

Drgania mechaniczne towarzyszące ludziom w życiu codziennym, są efektem występowania zjawisk naturalnych lub też działalności człowieka. Do zjawisk naturalnych zalicza się m.in. trzęsienia ziemi czy wiatr, natomiast działalność człowieka jest bardzo szeroka i obejmuje: pracę maszyn i urządzeń, przemieszczanie pojazdów (drgania komunikacyjne), detonacje materiałów wybuchowych, prace budowlane, poszukiwania geofizyczne metodami sejsmicznymi, przelot samolotów [4].

Drgania o różnej częstotliwości mogą być przyczyną, dyskomfortu, zmniejszenia aktywności psychofizycznej, a także mogą stanowić czynnik uszkadzający zdrowie. Przez wiele lat nie doceniano działania otaczających nas drgań środowiska, a także ich chorobotwórczego wpływu na zdrowie człowieka. Drganiami takimi są często te które doświadczamy w miejscu zamieszkania, a pochodzące od ciągów komunikacyjnych. Ciągły rozwój transportu kołowego, sprzyja wzrostowi obciążenia komunikacyjnego nie tylko na obszarze ośrodków przemysłu czy w aglomeracjach. Przez niedostatecznie rozwiniętą sieć dróg, tak jak na terenie naszego kraju, wzrost natężenia ruchu doświadcza również tereny mniej zurbanizowane. Ciągły wzrost cen paliw i kosztów eksploatacyjnych, zmusza przedsiębiorców z zakresu logistyki do szukania oszczędności, co często skutkuje wytyczaniem tras poza odcinkami płatnych dróg. Drgania takie nie tylko pochodzą od transportu samochodowego, ale bliskie sąsiedztwo linii kolejowych czy tramwajowych generuje, również drgania odczuwalne w sąsiedztwie tych ciągów komunikacyjnych.

Negatywny wpływ ekspozycji na wibracje wiąże się przede wszystkim z czasem działania i wielkością przekazywanej dawki energii drgań. Zaburzenia pracy organizmów (czy też również wypływ na konstrukcje budowlane) narażonych na takie czynniki obserwujemy wówczas, gdy czas oddziaływania przekracza kilka godzin dziennie w ciągu wielu miesięcy i lat. Wraz z rozwojem cywilizacyjnym kontakt z drganiami mechanicznymi i ich niepożądanymi skutkami przeniósł się również poza pracę [8, 9].

Komfort życia mieszkańców mieszkających wzdłuż ciągów komunikacyjnych często zależy od klimatu akustycznego ale również od emisji drgań generowanych przez przemieszczające się pojazdy. W celu poprawy klimatu akustycznego zostało już poczynionych wiele kroków związanych między innymi z wykonaniem ekranów akustycznych lub innych środków technicznych. Natomiast zabezpieczenie mieszkańców w zakresie emisji drgań z ciągów komunikacyjnych pozostawia wiele do życzenia tym samym

pozostaje jeszcze wiele do zrealizowania.

Wielu ludzi oraz budynków borykających się z nadmierną emisją drgań z ciągów komunikacyjnych. Jednym z przykładów, gdzie mieszkańcy podnoszą problem uciążliwości wynikającej z nadmiernej emisji drgań jest ciąg komunikacyjny – droga 5343S na odcinku ul. Zabrzańskiej i ul. Jesionka w dzielnicy Dębieńsko gminy i miasta Czerwionce-Leszczynach.

13.2 DRGANIA MECHANICZNE – WYBRANE ZAGADNIENIA

Drgania są to zmiany stanu układu fizycznego, polegające na wychyleniach z położenia przyjętego, jako położenie równowagi. Zaliczane są do zjawisk falowych. W ujęciu fizycznym są to zaburzenia propagujące się w ośrodku materialnym.

Natomiast w inżynierii środowiska drgania rozumie się, jako drgania mechaniczne zwane wibracjami. Czyli zachodzące w czasie zmiany położenia cząsteczek oscylujących wokół położenia równowagi i rozprzestrzeniających się w ośrodku sprężystym – to są fale sprężyste. Ciało (ciała) powodujące zaburzenie nazywamy źródłem drgań. Propagacja następuję przez wzbudzenie coraz bardziej oddalonych od źródła cząsteczek aż do wygaszenia. Przy opisie zjawisk falowych stosuje się następujące wielkości fizyczne: przemieszczenie, przyśpieszenie, prędkość [7, 8].

Dzięki znajomości równania ruchu możemy określić w dolnym momencie czasu parametry ruchu. Należy znać okres drgania i jedną z trzech wartości maksymalnych, zwanych wartościami szczytowymi: A_{max}, X_{max}, V_{max} [3, 7, 8].

$$A_{max} = \omega \cdot V_{max} = X_{max} \cdot \omega^2 \left[\frac{m}{s^2}\right] \tag{13.1}$$

gdzie:

A_{max} – maksymalne przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

V_{max} – maksymalna prędkość $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

X_{max} – maksymalne wychylenie [m],

ω – przyśpieszenie kątowe $\left[\frac{rad}{s^2}\right]$.

Dla oceny szkodliwego wpływu na organizm ludzki przyjmuje się wartość przyśpieszenia (wibracji) na stanowisku pomiarowym. Wartość tą wyznacza się poprzez uśrednienie chwilowych wartości przyśpieszeń w ciągu jednego okresu.

Wyznaczanie wartości odbywa się przy wykorzystaniu jednego z dwóch sposobów uśredniania:

- wyznaczenie średnich arytmetycznych przyśpieszeń (2)

$$a_{sr} = \frac{1}{T}\int |a| \cdot dt \left[\frac{m}{s^2}\right] \tag{13.2}$$

gdzie:

$a_{śr}$ – średnie przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

T – okres [s],

a – przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$.

- wyznaczenie przyśpieszenia skutecznego (3)

$$a_{skut} = \sqrt{\frac{1}{T}\int a^2(t)\cdot dt}\ \left[\frac{m}{s^2}\right] \tag{13.3}$$

gdzie:

a_{skut} – skuteczne przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

T – okres [s],

a – przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

t – czas [s].

Związek wartości skutecznej przyspieszenia i szczytowej określa się z następującej zależności:

$$\mathrm{a_{skut}} = \frac{1}{\sqrt{2}}a_{szcz} = \frac{1}{k}a_{szcz} \tag{13.4}$$

gdzie:

a_{skut} – skuteczne przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

a_{szcz} – szczytowe przyśpieszenie $\left[\frac{m}{s^2}\right]$,

k – współczynnik szczytu.

Drgania występujące w środowisku pozazawodowym, to w dużej mierze drgania jakie dotykają nas w miejscu zamieszkania. Źródła takich drgań mogą być umiejscowione:

a) wewnętrznie – na konstrukcji budynku,
b) zewnętrznie – drgania z tych źródeł są przekazywane za pośrednictwem gruntu:
   - sejsmiczne – wywołane trzęsieniami ziemi,
   - parasejsmiczne – spowodowane działaniem człowieka, np.:
     - przejazdy pojazdów kołowych: ruch samochodów ciężarowych, pojazdów rolnych autobusów oraz ruch samochodów osobowych; szynowych: transport kolejowy, komunikacja miejska z wykorzystaniem tramwajów i metra,
     - roboty górnicze,
     - roboty budowlane i inne.

13.3 WPŁYW DRGAŃ NA KONSTRUKCJĘ BUDYNKU I LUDZI W NIM PRZEBYWAJĄCYCH

Prowadzenie badań konstrukcji polega między innymi na określeniu rodzaju obciążeń występujących. Stosowane metody dynamiczne można podzielić na dwie grupy:

- quasi dynamiczne,
- dynamiczne.

Quasi dynamiczna metoda analizy opiera na rejestracji maksymalnych sił bezwładności na podstawie częstotliwości i postaci drgań własnych – obecnie jej znaczenie maleje.

W pełni dynamiczną metoda jest THA (Time History Analysis), które pozwala na rejestrację w czasie rzeczywistym zmiany analizowanej odpowiedzi. Zalecana jest przy analizie wypływów drgań na wysokie budynki o znacznej smukłości, jak również o nieregularnej budowie i rozbudowanym rzucie poziomym. Ponadto metoda ta zalecana się przy zastosowaniu wibroizolatorów. Dużą trudnością w tej metodzie jest dobór odpowiedniego sygnału wymuszenia, czyli akcelerogramu [1, 2, 3].

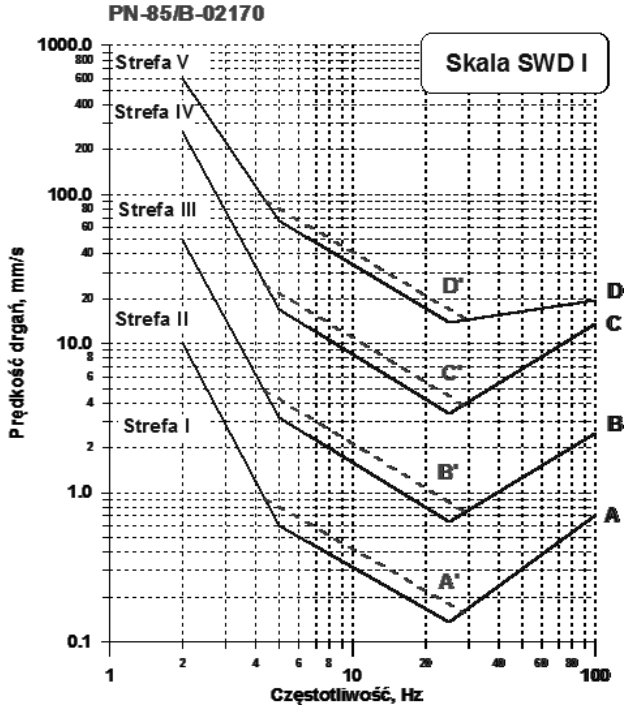
Dla pełnej oceny wpływu drgań wyznacza się charakterystykę dynamiczną i sprawdza się czy nie wystąpi zjawisko rezonansu. Zjawisko rezonansu polega na znacznym wzroście amplitudy drgań w przypadku identycznych wartości częstotliwości drgań własnych konstrukcji z częstotliwością wymuszenia. W celu rozpatrywania jego wpływu na budowle wyznacza się współczynniki dynamiczny jako stosunek częstotliwości tłumienia i ułamka tłumienia. Lub wyznacza wartość siły bezwładności działającej na konstrukcję w wyniku wpływów dynamicznych, w warunkach całkowitego obciążenia modelu obliczeniowego wszystkimi statycznymi i dynamicznymi siłami [10, 11, 12].

Przy czym do analizy wpływów parasejsmicznych na budynki niskie stosuje się najczęściej skale wpływów dynamicznych SWD-I i SWD-II. Podczas tworzenia skali wybrano dwie kategorie budynków najbardziej popularnych; murowanych jedno-, dwukondygnacyjnych oraz wyższych do 5 kondygnacji i dla nich wykonano symulacyjne obliczenia dynamiczne (budynków zbudowanych z elementów układanych ręcznie takich jak cegła czy pustaki). W skali SWD wyodrębniono klasy budowli, dla których można stosować mierniki skutków drgań i podzielono skutki drgań parasejsmicznych na budowle wg kryteriów ich rodzaju oraz warunków [16, 17]:

- wrażliwości (odczuwalności),
- sztywności,
- wytrzymałości,
- stateczności.

Skala SWD-I [16, 17]

Skala SDW-I odnosi się do budynków zwartych o małych wymiarach rzutu poziomego (do 15 m) o jednej lub dwóch kondygnacjach i wysokości takiej aby nie przekraczała żadnego z wymiarów rzutu poziomego (rys. 13.1).



Rys. 13.1 Skala SWD-I

Źródło: [16]

Niekorzystne skutki wibracji

Ludzie przebywający w budynku narażonym na wpływy parasejsmiczne są narażeni na niekorzystny ich wpływ. Drgania mogą być odbierane przez ludzi w sposób czynny lub w sposób bierny. Mieszkańcy budynku, do którego docierają drgania komunikacyjne, pracownicy biurowca znajdującego się obok hal produkcyjnych są narażeni na bierny wpływ wibracji. W tych przypadkach diagnostyka wpływu drgań na ludzi wykonywana jest w Polsce na podstawie normy PN-88/B-02173, zgodnej ze standardami ISO. Norma określa dopuszczalne wartości parametrów drgań mechanicznych w celu zapewnienia wymaganego komfortu przebywania ludzi w pomieszczeniach, w zależności od [16, 17, 18]:

- przeznaczenia pomieszczenia w budynku: mieszkalne, biura, warsztaty pracy, szpitale, precyzyjne laboratoria,
- pory występowania drgań,
- charakteru i powtarzalności drgań,
- kierunku działania drgań (drgania poziome lub pionowe),
- pozycji człowieka podczas odbioru drgań (stojąca lub leżąca).

Prócz negatywnego wypływu na człowieka, wibrację wpływają negatywnie na pracę wielu urządzeń znajdujących się w budynkach. Wyniki uzyskane w trakcie pomiarów, konfrontuje się z wartościami dopuszczalnymi amplitud drgań podanymi przez producenta urządzenia. Ograniczenie wpływu drgań może wynikać z wymagań technologicznych np.: stabilność pracy urządzeń elektronicznych jak komputery, wagi; urządzenia optyczne. Jeżeli nie są znane wymagania producenta urządzenia, to można posłużyć się dopuszczalnymi wartościami skutecznymi prędkości drgań, podanymi w normie dla urządzeń zakwalifikowanych do poszczególnych klas:

I – bardzo wrażliwe,
II – średnio wrażliwe,
III – mało wrażliwe,
IV – prawie niewrażliwe,
V – zupełnie niewrażliwe.

13.3 OPIS OBIEKTU BADAŃ

Pomiary były prowadzone w dzielnicy Dębieńsko znajdującej się na terenie Gminy Czerwionka-Leszczyny. Badania dotyczyły wpływu drgań pochodzących od ciągów komunikacyjnych na budynki mieszkalne znajdujące się w pierwszej linii zabudowy na ul. Zabrzańskiej i Jesionka poprzez rejestracji drgań występujących podczas ruchu pojazdów. Droga 5343S jest drogą powiatową, jednopasmową charakteryzująca się dużym natężeniem ruchu. Jest to droga prowadząca do wjazdu na autostradę A1, która już teraz jest ważną arterią komunikacyjną w obrębie GOP i nie tylko. Prowadzony tędy transport kołowy z wykorzystaniem ciągników siodłowych w znaczący sposób zmniejsza jakość życia mieszkańców zamieszkałych w bezpośrednim jej sąsiedztwu.

Zgodnie z przyjętymi wcześniej zasadami i normami wyznaczono trzy punkty pomiarowe (rys. 13.2).

Rys. 13.2 Umiejscowienie przestrzenne punktów pomiarowych
Źródło: Google maps

W każdym z wybranych punktów przed przystąpieniem do wykonania właściwych pomiarów wykonano rozpoznanie godzinowego rozkładu natężenia ruchu. Pomiary przeprowadzano przy jak największym natężeniu ruchu.

Punkt pomiarowy nr 1 (rys. 13.3, 13.4) znajduje się na granicy strefy zamieszkania i terenu nie zabudowanego. W związku z takim usytuowaniem, częstym jest, przekraczanie dopuszczalnej prędkości w terenie zabudowanym, co może mieć istotny wpływ na uzyskiwane pomiary. Nie bez znaczenia dla uzyskiwanych pomiarów jest bardzo zły stan nawierzchni jezdni na tym odcinku drogi. Budynek znajduje się w pierwszej linii zabudowy, lecz odseparowany jest od jezdni przez występujący na tym odcinku rów.

Rys. 13.3 Miejsce pomiarów względem drogi

Rys. 13.4 Usytuowanie punktu pomiarowego

Punkt pomiarowy nr 2 (rys. 13.5,13.6) budynek przy którym wykonywano pomiary również jest odseparowany od jezdni poprzez rów znajdujący się przy jezdni. Przy czym w tym miejscu droga wykazuje zwiększone nachylenie, a nawierzchnia jest w wielu miejscach uszkodzona co może powodować zwiększenie występujących drgań.

Rys. 13.5 Miejsce pomiarów względem drogi

Rys. 13.6 Usytuowanie punktu pomiarowego

Rys. 13.7 Miejsce pomiarów względem drogi

Rys. 13.8 Usytuowanie punktu pomiarowego

Punkt pomiarowy nr 3 (rys. 13.7, 13.8) budynek dla którego wykonywane były pomiary, znajduje się w bezpośrednim sąsiedztwie zjazdu z autostrady A1. Wstępujące w tym miejscu bardzo duże natężenie ruchu, może wypływać w dużej mierze na rejestrowane wartości wibracji. W tym wypadku budynek znajduje się poniżej poziomu jezdni, która jest prowadzona nasypem o niewielkiej wysokości.

13.5 POMIAR DRGAŃ POCHODZĄCYCH OD CIĄGÓW KOMUNIKACYJNYCH – DROGA 5343S

Opis aparatury pomiarowej

W przedstawionej pracy do wykonywania pomiarów był wykorzystywany miernik poziomu hałasu i drgań SVAN 948 (miernik czterokanałowy pierwszej klasy) wraz z akcelerometr firmy Dytran Instruments, inc model 3185D S/N 2723, który był mocowany do sondy własnej konstrukcji. Sądę wykonano z pręta o długości 1200mm i średnicy 20mm wraz z miejscami do zamocowania akcelerometru a wykonanej w taki sposób by była zdolna do absorbowania jak największej energii z podłoża.

Opis metody badawczej

Pomiary przeprowadzane były w miejscach reprezentatywnych dla badanego środowiska. Lokalizację i liczbę punktów pomiarowych określono przez rozróżnialność badanego środowiska.

Procedura wykonywania pomiarów została wykonana w oparciu o wytyczne zawarte w normie PN-85 B-02170 oraz PN-88 B02171.

Po wyborze miejsca pomiaru, wprowadzano sondę do gruntu w możliwie minimalnej odległości od fundamentu budynku. Kolejno instalowano akcelerometr w miejscach przygotowanych do jego instalacji na sondzie i podłączano do niego analizator SVAN 948.

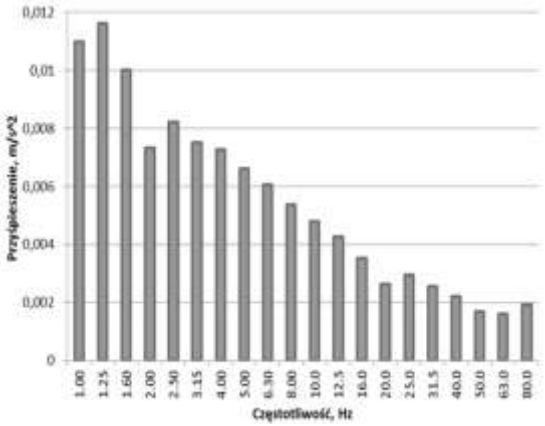
Pomiary wykonywano w godzinach największego obserwowanego obciążenia komunikacyjnego. Parametry pomiaru obejmowały:

- czas rejestracji sygnału wynosił 1min,
- zakres 1Hz-80Hz jednocześnie PEAK, P-P, RMS, MAX,
- stała czasu detektora 100ms,
- pomiar w 1/3 oktawy.

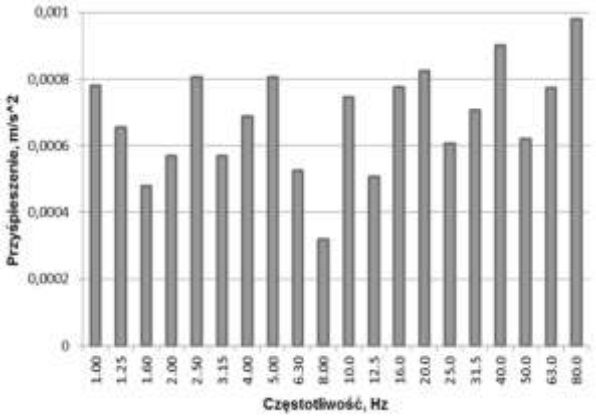
Wyniki pomiarów

Badania zostały wykonane w dniach 05.05.2011-05.10.2011 w wcześniej wyznaczonych miejscach.

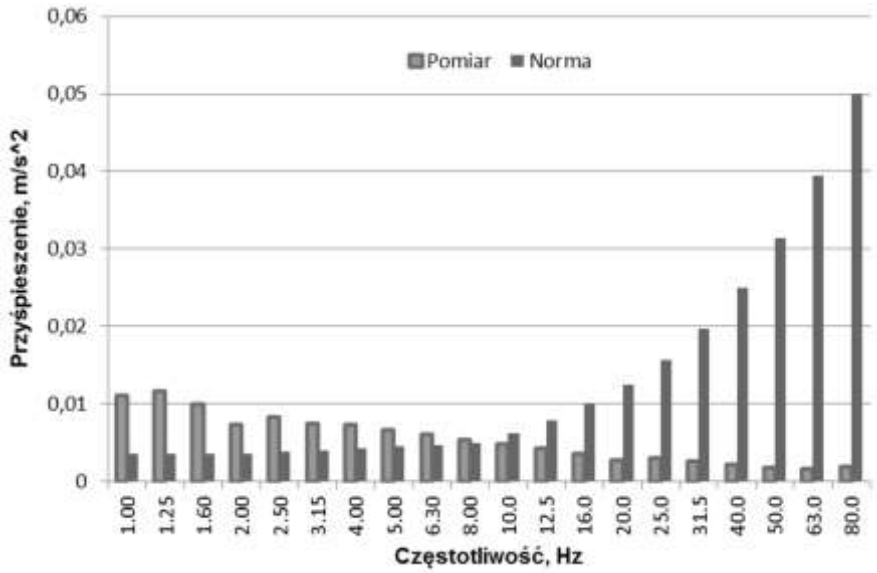
W niniejszej publikacji zostały przedstawione tylko wybrane najwyższe zarejestrowane wartości uzyskane podczas przejazdu samochodów osobowych i osobno samochodów ciężarowych. Dla punktu pomiarowego nr 1 zarejestrowano następujące przyspieszenia drgań – ul. Zabrzańska 74 (rys. 13.9, 13.10, 13.11).



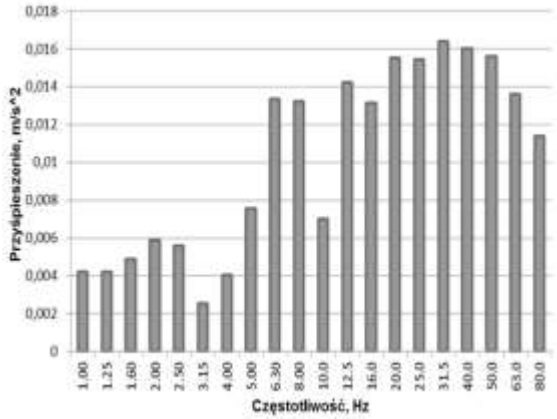
Rys. 13.9 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany zarejestrowany po przejeździe ciężarowych samochodów



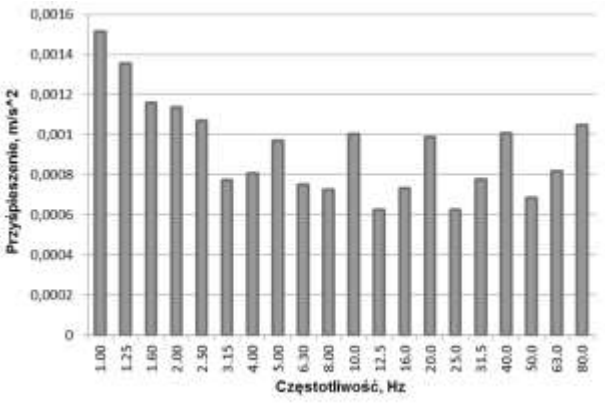
Rys. 13.10 Wykres przyśpieszeń po przejeździe samochodów osobowych



Rys. 13.11 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany po przejeździe samochodów ciężarowych wraz z wartościami normowymi

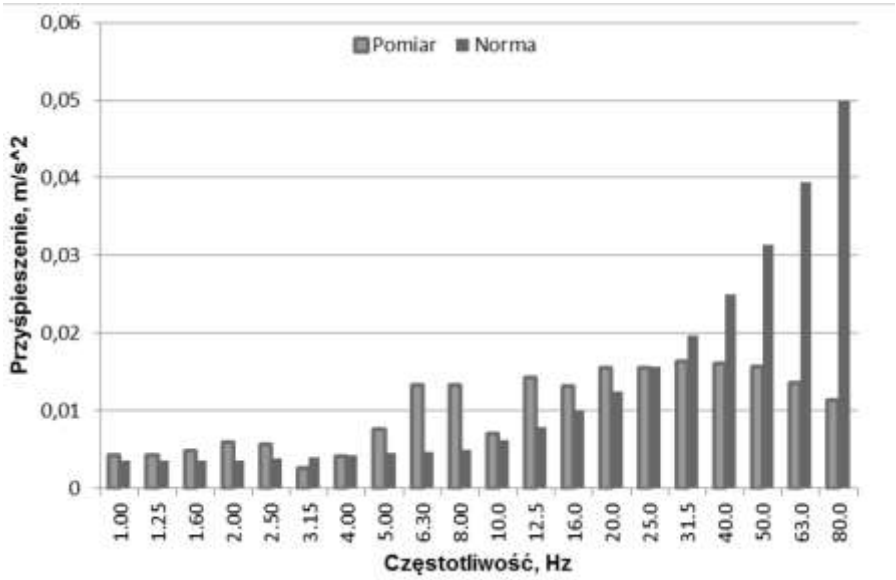


Rys. 13.12 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany zarejestrowany po przejeździe ciężarowych samochodów



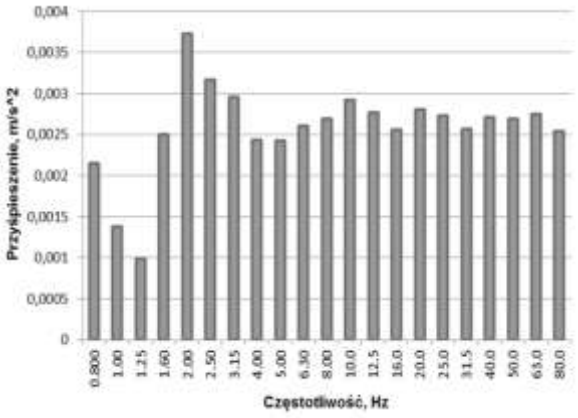
Rys. 13.13 Wykres przyśpieszeń po przejeździe samochodów osobowych

Dla punktu pomiarowego nr 2 zarejestrowano następujące przyspieszenia drgań – ul. Zabrzańska 40 (rys. 13.12, 13.13, 13.14).

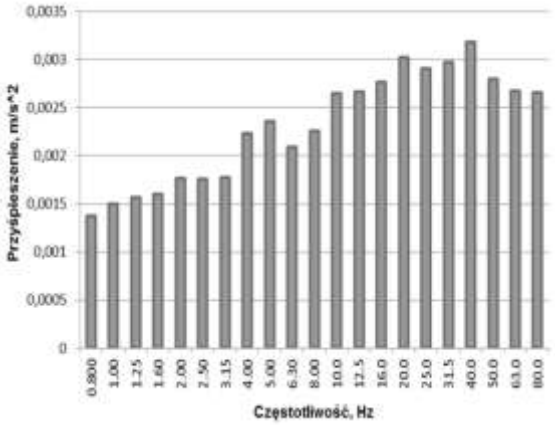


Rys. 13.14 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany po przejeździe samochodów ciężarowych wraz z wartościami normowymi

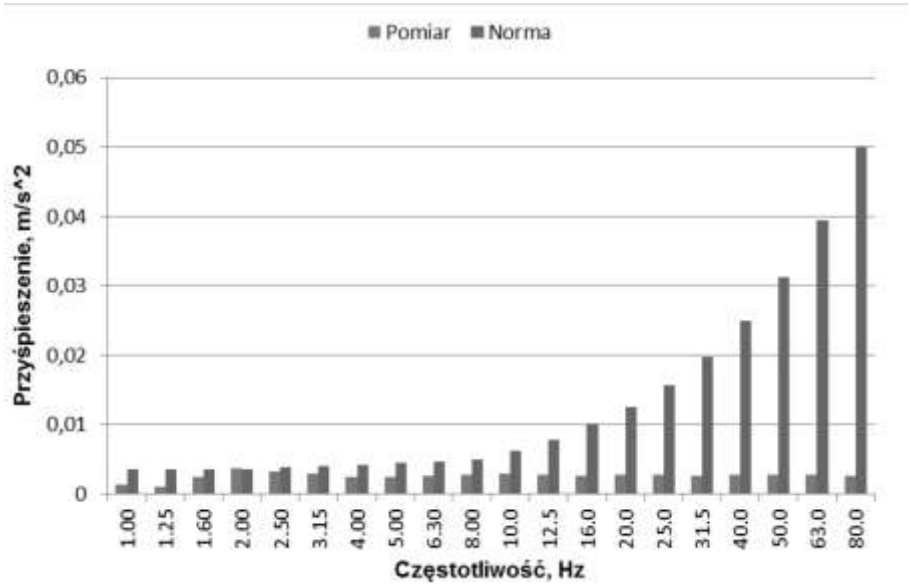
Dla punktu pomiarowego nr 3 zarejestrowano następujące sygnały – ul. Jesionka 57 (rys. 13.15, 13.16, 13.17).



Rys. 13.15 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany zarejestrowany po przejeździe ciężarowych samochodów



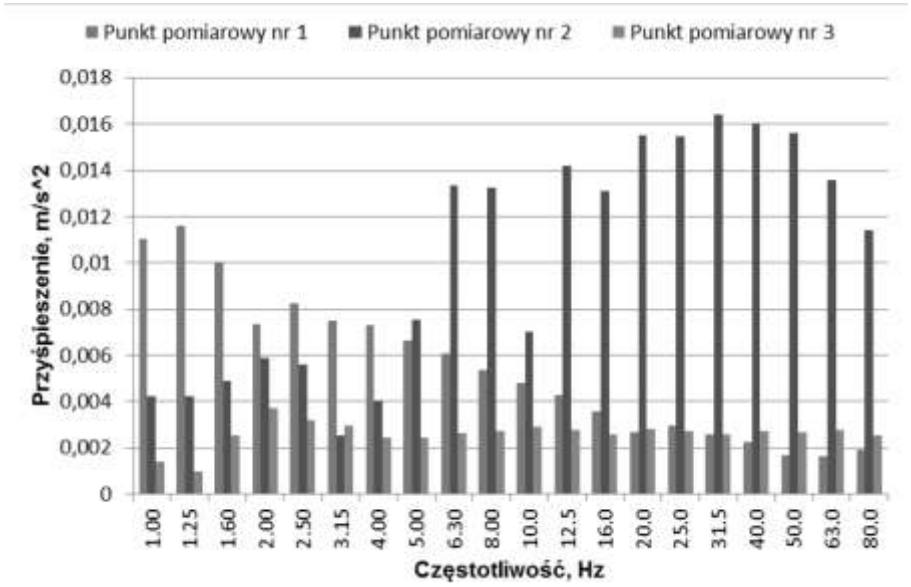
Rys. 13.16 Wykres przyśpieszeń po przejeździe samochodów osobowych



Rys. 13.17 Wykres przyśpieszeń zarejestrowany po przejeździe samochodów ciężarowych wraz z wartościami normowymi

Analiza otrzymanych wyników pomiarów

Zgodnie z Polską Normą PN-87/B02171 w każdym z punktów pomiarowych wstępowały przekroczenia dopuszczalnych wartości przyśpieszeń. Za taki stan rzeczy odpowiedzialne jest występujące na tym odcinku drogi duże natężenie ruchu oraz stan nawierzchni drogi. Bliskie sąsiedztwo nowopowstałej autostrady A1 dodatkowo powoduje wzrost obciążenia. Przez dostęp do trasy A1 wzrosła liczba przejeżdżających samochodów ciężarowych. Z obserwacji przeprowadzonych podczas zbierania danych wynika, że transport ciężki jest głównym sprawcą wzrostu drgań rejestrowanych. Zestawienie wyników badań z trzech punktów pomiarowych przedstawiono na rys. 13.18.



Rys. 13.18 Porównanie przyśpieszeń występujących we wszystkich punktach pomiarowych

Jedynie pomiar wykonany na ul. Jesionka 57 w punkcie nr 3 oznaczał się niewielkim przekroczeniem wartości dopuszczalnych określonych normą. Wartość przekroczenia była niewielka tylko dla częstotliwości 2Hz. Natomiast w pozostałych dwóch miejsca wykonywania pomiarów uzyskiwane przekroczenia były znacznie wyższe. Najwyższe przekroczenie dla pojedynczego pasma częstotliwości (1,25Hz) wystąpiło na ul. Zabrzańskiej 74 (punkt nr 1) i wynosiło ponad trzykrotną wartość dopuszczalną. Przy czym najwyższe wartości dla całego zakresu częstotliwości zarejestrowano dla punktu pomiarowego na ul. Zabrzańskiej 40 (punkt nr 2).

Punkty pomiarowe nr 1 i nr 2 były odseparowane od jezdni przez rów natomiast punkt pomiarowy nr 3 znajdował się poniżej poziomu jezdni, również większa odległość budynku od drogi miał zapewne wpływ na uzyskiwane wartości przyśpieszeń. Dla budynków które znajdowały się znacząco bliżej drogi wartości uzyskiwanych przyśpieszeń były większe niż w punkcie pomiarowy nr 3. Przy czym należy zaznaczyć, że wszystkie budynki stanowiły pierwszą linię zabudowy, spełniając tym samym warunek przyjęty na początku pracy badawczej.

PODSUMOWANIE I WNIOSKI

Oddziaływanie drgań w aspekcie nowych inwestycji budowlanych jak i wpływu na budynki już istniejące, a także na ludzi w nich przebywających ma bardzo duże znaczenie. Nie tylko na wzrost kosztów inwestycji, ale na zmniejszenie bezpieczeństwa i komfortu ludzi w nich przebywających.

Często zabudowania powstałe przed rokiem 1930 znajdowały się w małej odległości od ciągów komunikacyjnych, wynikało to z niewielkiego natężenia ruchu oraz mniejszej szerokości drogi. Wraz z rozwojem transportu samochodowego w kraju i zagranicą zagrożenie drganiami powstającymi podczas przemieszczania się dużych samochodów ciężarowych wzrosło na przełomie ostatnich lat.

Wykonane badania wykazały, że w wybranych punktach drgania pochodzące od ciągu komunikacyjnego przekraczają dopuszczalne wartości. Najwyższe wartości rejestrowano na ul. Zabrzańskiej 40 w punkcie pomiarowym nr 2. Wartości te przekroczyły znacząco poziom dopuszczalny, potwierdza to również wywiad przeprowadzony z mieszkańcami budynku, którzy uskarżali się na odczuwalne drgania szczególnie po przejeździe samochodów o dużej ładowności. Taki stan rzeczy może być wynikiem uszkodzeń nawierzchni jezdni, oraz jej nachylenie. Częstym jest również przekraczanie prędkości przez kierowców w tym obszarze. Ze względu na lokalizację miejscowości pomiędzy dużymi zakładami produkcyjnymi jak i przebiegającą autostradę A1 natężenie ruchu ciągle wzrasta. W punkcie pomiarowym nr 2 przy ul. Zabrzańskiej 74 zarejestrowano nieco niższe przekroczenia przyśpieszeń, może to być spowodowane mniejszym pofałdowanie jezdni.

Odczyty przyśpieszeń w punkcie pomiarowym nr 3 na ul. Jesionka 57 przekroczyły wartości dopuszczalne tylko dla jednego zakresu częstotliwości. Taki stan rzeczy mógł być spowodowany większą odległością budynku od jezdni, jak i tym, że droga prowadzi w tym miejscu na niewielkim nasypie. Prawdopodobnie nasyp utrudniał przekazywanie drgań do gruntu, a tym samym uzyskiwane wartości przyśpieszeń był najniższe dla tego punktu pomiarowego.

Występujące drgania można ograniczyć poprzez zastosowanie przegród wibroakustycznych, które są zagłębiane w grunt w sąsiedztwie drogi. Dzięki takiemu rozwiązaniu zmniejsza się intensywność rejestrowanych drgań, które ulegają częściowemu rozproszeniu i pochłonięciu przez barierę wibroizolacyjna.

Bardzo ważnym czynnikiem zmniejszającym wartości przyśpieszeń występujących drgań jest stan nawierzchni dróg. Należy więc wykonywać regularne naprawy nawierzchni dróg już istniejących, a przy projektowaniu nowych odcinków uwzględniać wpływ drgań na otaczające środowisko. W badanym przypadku w celu zmniejszenia występujących drgań, konieczne jest wykonanie kapitalnego remontu naprawy nawierzchni jezdni drogi, która na przestrzeni czasu ulega dalszemu pogorszeniu.

LITERATURA

1. Adamczyk J., Targosz J.: Ochrona przed drganiami wywołanymi przez transport samochodowy, AGH Wydział Inżynierii Mechanicznej i Robotyki. Monografia nr 2, Kraków 2002.
2. Ciesielski R., Maciąg E.: Drgania drogowe i ich wpływ na budynki. Publishing House WKi, Warszawa 1990, 248.
3. Dulińska K.: Odpowiedź dynamiczna budowli wielopodporowych na nierówno-mierne wymuszenie parasejsmiczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2006.
4. Engel Z.: Ochrona środowiska przed drganiem i hałasem, PWN, Warszawa 1993.
5. Fedorowicz L., Fedorowicz J.: Cińcio A., Problemy oceny wytężenia konstrukcji budynków jednorodzinnych na terenach górniczych, Inżynieria i budownictwo, 2001, 168-170.
6. Grzegorczyk L., Walaszek M.: Drgania i ich oddziaływanie na organizm człowieka, IW CRZZ, Warszawa 1979.
7. Harazin B.: Drgania mechaniczne, Instytut medycyny pracy i zdrowia środowiskowego, Sosnowiec 1996.
8. Jurczak M.: Wibracje, PWN, Warszawa 1974.
9. Jurczak M.: Wpływ wibracji na ustrój, PZWL, Warszawa 1974.
10. Kawecki J., Stecz P., Stypuła K.: Influence of chosen traffic-road parameters on the shape of the acceleration response spectrum of transport vibration, Proc. 2nd Intern. Conf. on Dyn. of Civil Eng. and Transport Structures and Wind Eng., Žilina 2003, 238-241.
11. Kawecki J., Szypuła K.: Metodyka pomiarowo-interpretacyjna wyznaczania modelu budynku przydatnego w ocenie wpływów drgań parasejsmicznych na ludzi, Czasopismo Techniczne B, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007, 39-46.
12. Korentz J., Marcinowski J.: Analiza numeryczna drgań parasejsmicznych budynku mieszkalnego z uwzględnieniem właściwości sprężystych podłoża, Czasopismo Techniczne B, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, Kraków 2007, 75-82.
13. Korzeb J.: Analiza drga komunikacyjnych z zastosowaniem teorii falek, Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2011, 45-57.
14. Zaborowski T.: Żukowski P., Podstawy zagrożeń hałasem i wibracją zdrowia człowieka, Gorzów Wlkp. 1995.

15. PN-85/B-02170, Ocena szkodliwości drgań przekazywanych z podłoża na budynki.
16. PN-87/B02171, Ocena wpływu drgań na ludzi w budynkach.
17. PN-87/B-03002, Konstrukcje murowe. Obliczenia statyczne i projektowanie.
18. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30 września 1980 w sprawie ochrony środowiska przed drganiem i hałasem, Dz. U. Nr 24 z dnia 5 listopada 1980r. poz. 90.
19. http://www.bsw-schwingungstechnik.de
20. http://www.gerb.com

BADANIA EMISJI DRGAŃ Z CIĄGU KOMUNIKACYJNEGO – STUDIUM PRZYPADKU

Streszczenie: *W publikacji przedstawiono wyniki badań emisji drań z ciągu komunikacyjnego drogi 5343S na odcinku ul. Zabrzańskiej i ul. Jesionka w dzielnicy Dębieńsko, gminy i miasta Czerwionka-Leszczyny. Przedstawiono również wybrane zagadnienia z zakresu drgań mechanicznych oraz wpływu drgań na konstrukcję budynków i ludzi w nich przebywających.*

Słowa kluczowe: *drgania z ciągów komunikacyjnych, badania drgań, drgania budynków*

VIBRATION EMISSIONS TEST FROM THE COMMUNICATION ROUTE – A CASE STUDY

Abstract: *The publication presents the results of vibration emission from the communication route on the section 5343S ul. Zabrzańskiej and ul. Jesionka Dębieńsko District in the municipality and city Czerwionka-Leszczyny. Also were presented selected issues in the field of mechanical vibration and the influence on the construction and design of buildings and people living in them*.

Key words: *vibrations from communication routes, vibration test, vibration of buildings*

dr inż. Marek PROFASKA
Politechnika Śląska, Wydział Górnictwa i Geologii
Instytut Mechanizacji Górnictwa
ul. Akademicka 2A, 44-100 Gliwice
tel.: +4832 237 2317, 48609 130 910
e-mail: marek.profaska@polsl.pl
mgr inż. Marek GÓRA
Kompania Węglowa S.A.
tel. +48665 126 110

14

KONWENCJONALNE I EKOLOGICZNE TORBY HANDLOWE

14.1 WPROWADZENIE

Opakowanie jest to wyrób, w tym wyrób bezzwrotny, wykonany z jakiegokolwiek materiału pojedynczego lub kilku ze sobą nierozerwalnie złączonych (czyli tzw. opakowanie kartonowe opakowanie wielomateriałowe – „wykonane co najmniej z dwóch różnych materiałów, tak że nie można ich rozdzielić w sposób ręczny lub przy zastosowaniu prostych metod mechanicznych" [10]). Ponadto opakowanie w rozumieniu ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi jest to wyrób przeznaczony do: przechowywania, ochrony, przewozu, dostarczania, prezentacji produktów od surowców do towarów przetworzonych włącznie, w tym mogą to być części opakowań i elementy pomocnicze połączone z opakowaniami i przeznaczone do tego samego celu co dane opakowanie [10, 27].

Torba handlowa jest to wyrób z materiału jednorodnego lub kilku materiałów przeznaczony do pakowania zakupionych towarów. Jej przeznaczenie powoduje, iż w myśl ustawy, można ją nazwać opakowaniem zbiorczym. Dlatego też mówiąc o torbach handlowych, mamy najczęściej na myśli takie miejsca jak: zakłady usługowe, restauracje, kawiarnie, a przede wszystkim wszelkiej wielkości jednostki handlowe, targowiska, giełdy i bazary.

Jeszcze kilka lat temu torby handlowe (najczęściej określane mianem „reklamówek", „foliówek") dodawane były bezpłatnie w sklepach do nabytego towaru w momencie pakowania zakupów. Szczególnie sklepy wielkopowierzchniowe oferowały i oferują do dzisiaj swoim klientom szeroki wybór toreb na zakupy z uwzględnieniem ich różnorodnej przyjazności dla środowiska. Wybór torby zależy jednak wyłącznie od klienta, od jego świadomości ekologicznej dotyczącej materiału, z którego opakowanie zostało wykonane oraz wiedzy na temat zastosowanych chwytów marketingowych producentów tychże opakowań, które nie zawsze są zgodne z rzeczywistością.

W artykule zaprezentowano wybrane torby handlowe występujące w kilku zielonogórskich sklepach wielkopowierzchniowych i sieciach sklepów typu: Auchan, Biedronka, Carrefour, InterMarche, Lidl, Piotr i Paweł, Netto, Spar, Tesco, Żabka. Celem badania jest przybliżenie asortymentu oferowanych toreb na zakupy z uwzględnieniem ich ekologicznego kryterium i wskazanie luk w prowadzeniu ich odzysku. Z uwagi na priorytety polityki ekologicznej Unii Europejskiej jakimi są: minimalizacja powstawania odpadów, zrównoważona produkcja i konsumpcja dóbr, tematyka artykułu dotycząca zastosowania

toreb jednorazowych i wielokrotnego użytku oraz toreb biodegradowalnych z tworzyw sztucznych, jest bardzo aktualna. Ostatnie zmiany w ustawodawstwie krajowym w tym obszarze również przyczyniają się do aktualności tego tematu.

14.2 UREGULOWANIA PRAWNE DOTYCZĄCE OPAKOWAŃ I ODPADÓW OPAKOWANIOWYCH

Unia Europejska oprócz dyrektyw dotyczących gospodarowania odpadami, wydała również specjalną dyrektywę dotyczącą opakowań i odpadów opakowaniowych, tj. dyrektywę 94/62/WE. Dyrektywa ta nakłada na państwa członkowskie wymogi zapobiegania wytwarzania odpadów opakowaniowych, dopilnowania, aby do minimum ograniczono masę i liczbę opakowań (jednorazowych i wielokrotnego użytku) wprowadzanych do obrotu, opracowania systemów opakowań wielokrotnego użytku, które przyczynią się do obniżenia ich wpływu na środowisko oraz do wprowadzenia do obrotu opakowań przydatnych do przemysłowych metod odzysku (recyklingu materiałowego, organicznego, odzysku energii). Dyrektywa mówi również o ograniczeniu zawartości substancji niebezpiecznych dla środowiska, w tym metali ciężkich (limit 100 mg/kg) oraz określa poziomy odzysku i recyklingu opakowań, które kraje członkowskie mają osiągnąć do 2014 roku.

Komisja Europejska 11 lutego 2004 roku uchwaliła dyrektywę 2004/12/WE zmieniającą dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych, w której proponuje się uszczegółowienie definicji opakowania oraz podwyższenie poziomu odzysku odpadów opakowaniowych do poziomu co najmniej 60% wagowo i poziomu recyklingu pomiędzy 55% i 80% (nie później niż do 31 grudnia 2008 r.) [1, 2]. Według dyrektywy 2004/12/EC dla poszczególnych rodzajów opakowań minimalny poziom recyklingu ustalono w wysokości [1]:

- szkło – 60%;
- papier i tektura – 60%;
- metale – 50%;
- tworzywa sztuczne – 22,5%;
- drewno – 15%.

Wymienione wymagania wprowadzone były w Polsce początkowo ustawą z dnia 11 maja 2001 roku o opakowaniach i odpadach opakowaniowych, a następnie nowelizowane kolejnymi zmianami (ostatni tekst jednolity Dz. U. 2005, nr 175, poz. 1458 ze zm.) oraz projektami ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi – ostatni z dnia 10 października 2012 roku. Wyżej wymieniona ustawa miała wejść w życie dnia 1 stycznia 2013 roku ale jeszcze w kwietniu 2013 roku trwały prace nad jej uchwaleniem.

Jako pierwsza ukazała się jednak ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 roku (dnia 8 stycznia 2013 roku w Dz. U. nr 0, poz. 21), która ma za zadanie uszczelnienie i lepszą kontrolę dotychczas funkcjonującego systemu gospodarki produktami i odpadami w kraju. Nowa ustawa zmienia lub porządkuje system prawny związany z odpadami opakowaniowymi (np. zmieniają się zapisy ustawy o obowiązkach przedsiębiorców w zakresie gospodarowania niektórymi odpadami oraz o opłacie produktowej – tj. Dz. U. z 2007 roku, nr 90, poz. 607 ze zm.). Nowe prawo na przykład nie uwzględnia procesów odzysku R14 i R15, a aby wykazać

się odzyskiem odpadów opakowaniowych należy poddać je procesom odzysku od R1 do R9 i R13, recyklingu – od R2 do R9. Ponadto zarejestrowane w bazie (przez marszałka województwa) przedsiębiorstwa mają obowiązek składania tylko dwóch sprawozdań: jedno dotyczące gospodarki opakowaniami i odpadami opakowaniowymi i drugie – dotyczące zagospodarowania odpadów [3, 12, 13].

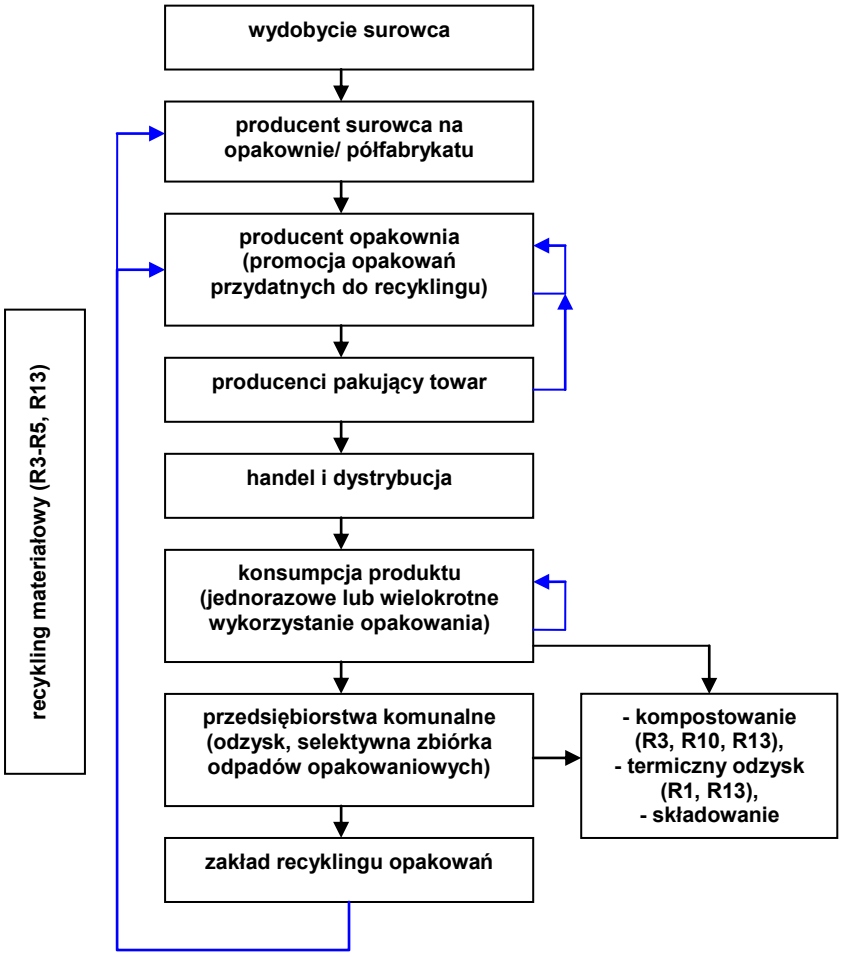
Projekt ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi uwzględniający powyższe zmiany wprowadzone ustawą o odpadach, zakłada również:

- obowiązkowy audyt zewnętrzny jednostek prowadzących recykling i odzysk oraz eksportujących odpady o masie przekraczającej 400 Mg rocznie (szerzej w przepisach dotyczących EMAS);
- uwolnienie opakowań po środkach ochrony roślin z obowiązku wnoszenia kaucji;
- zmianę w zwolnieniach od opłaty produktowej;
- zmianę dla organizacji odzysku (np. przeznaczenie 5% przychodów na edukację ekologiczną).

Każda ze zmian i każde działanie zmierzające do poprawy stanu środowiska jest działaniem niezwykle potrzebnym. Niestety dotychczas obowiązujące przepisy prawne nie doceniały wartości ekonomicznych drzemiących w surowcach wtórnych. Ministerstwo Środowiska ma nadzieję, iż obecnie wprowadzane zmiany i zmiany ustawowe zaproponowane w kolejnych dokumentach, dostosują system gospodarki odpadami opakowaniowymi do realiów panujących w Polsce, zwiększą jego efektywność oraz odzysk i recykling surowców wtórnych przyczyniając się do ochrony środowiska, jak również oszczędności w pozyskaniu nieodnawialnych surowców naturalnych [4].

14.3 OCENA EKOLOGICZNA I EKONOMICZNA TOREB HANDLOWYCH

Wpływ opakowań, w tym toreb handlowych, na środowisko powinien być oceniany w całym cyklu ich życia, począwszy od pozyskania surowców naturalnych (np. ropy naftowej) potrzebnych do ich wytworzenia, a kończąc na fazie odzysku lub unieszkodliwiania odpadów. Rys. 14.1 prezentuje uproszczony cykl życia opakowań uwzględniający procesy odzysku obowiązujące wg załącznika do ustawy o odpadach. Ocena tylko jednego etapu cykl życia może nie uwzględniać istotnych zagrożeń obserwowanych w innych etapach dlatego też, w celu jak największego zobiektywizowania oceny wpływu opakowań na środowisko, proponuje się w literaturze przedmiotu zastosowanie narzędzia oceny jakim jest LCA- Life Cycle Assessment. W ocenie tej, wykorzystującej różne oprogramowanie komputerowe (SimaPro, Umberto, BaGi, EcoPro), uwzględnia się różne kryteria ekologiczne, takie jak na przykład: zużycie zasobów naturalnych, zniszczenia środowiska, zużycie energii, wody, emisje do powietrza, gleby, zakwaszenie i eutorfizację wód powierzchniowych, przemysłowe wykorzystanie odpadów, wpływ na zdrowie ludzi i ekosystemy [14]. LCA dla opakowań można uprościć i wykonać ocenę jedynie od wydobycia surowca do etapu producenta pakującego towar, np. producenta groszku pakującego towar w puszki ocynowane lub tylko do producenta puszek. Taka ocena będzie jednak nierzetelna, gdyż mały odzysk blachy stalowej i jej niska cena powodują, iż większość tych odpadów opakowaniowych trafia na składowiska odpadów zanieczyszczając środowisko.



Rys. 14.1 Uproszczony cykl życia opakowania

Źródło: opracowanie własne.

Ostatni etap cyklu życia opakowania jest bardzo istotny w całościowej ocenie i często może decydować o jej końcowym wyniku. Tak więc, biorąc pod uwagę tylko fazę odpadów opakowaniowych można stwierdzić, że korzystniejsze dla środowiska są opakowania, które po wykorzystaniu można poddać procesom odzysku czyli: recyklingowi materiałowemu i organicznemu lub odzyskowi energii. Chodzi tu zarówno o potencjalną przydatność ze względu na materiały, z których wykonane są opakowania (w tym przypadku tworzywo sztuczne wykorzystywane do produkcji toreb handlowych), jak również o dostępność zakładów odzysku.

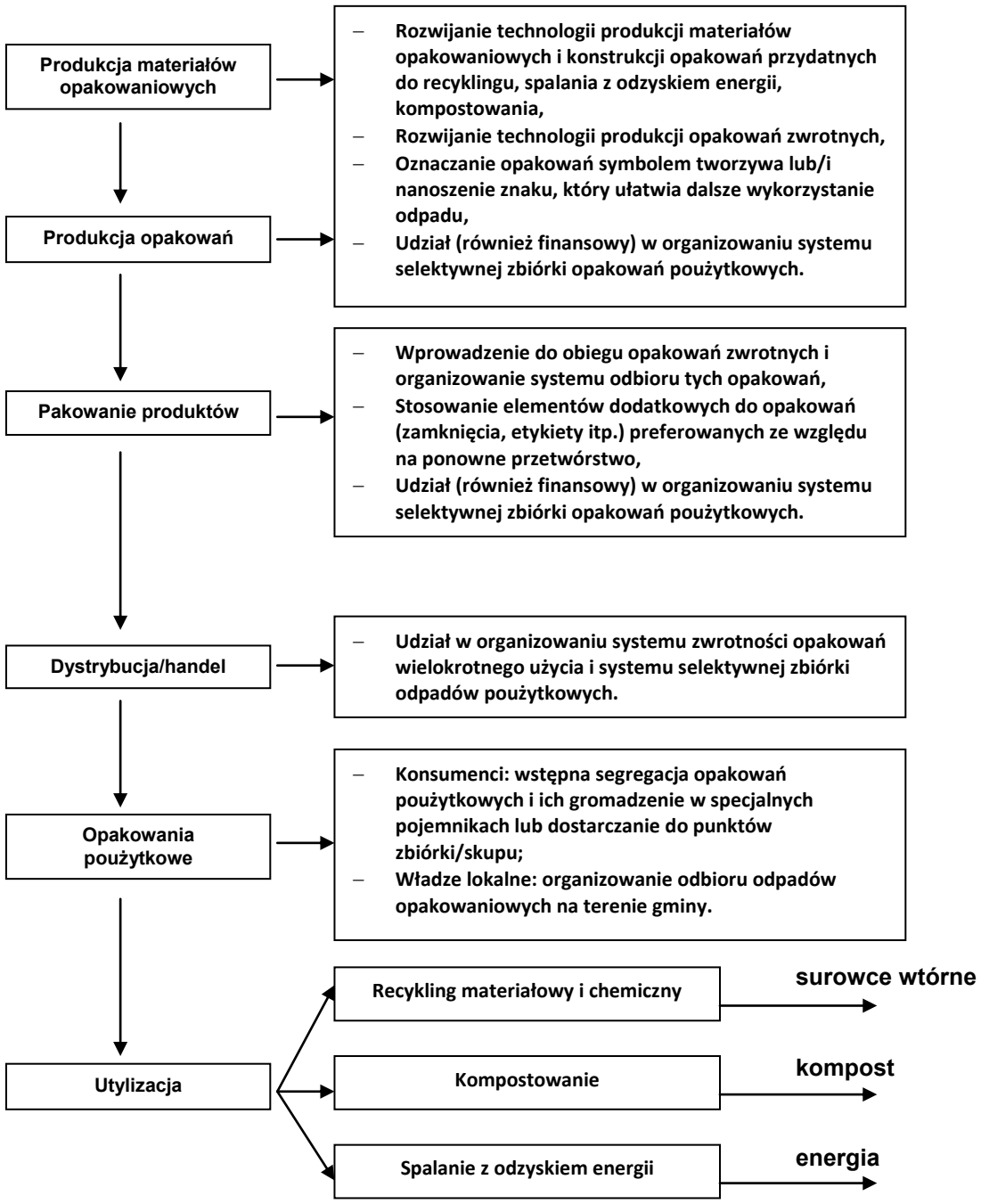
W przypadku odzysku energii powszechnie wiadomo, że w Polsce dostępność instalacji w tym przypadku jest ograniczona (spalarnia odpadów komunalnych funkcjonuje tylko jedna w Warszawie), i dlatego też powinny być preferowane opakowania przydatne do recyklingu [15].

Przykład odpowiedzialności za opakowanie i jego końcową formę unieszkodliwiania (wg Matuszak-Flejszman – odpowiedzialności ogniw logistycznego łańcucha) na poszczególnych etapach cyklu życia prezentuje rys. 14.2.

Tabela 14.1 Średnie ceny surowców wtórnych w Polsce w latach 2009-2012, w zł/t

L.p.	Rodzaj odpadu opakowaniowego	2009	2010	2011	2012
1.	tworzywo sztuczne	513	1198	1186	883
2.	papier i tektura	104	364	335	580
3.	blacha stalowa	281	639	667	658
4.	aluminium	2007	3525	4112	3955
5.	szkło	155	158	113	206
6.	drewno	29	31	33	48

Źródło: [8, s. 38]



Rys. 14.2 Odpowiedzialność ogniw logistycznego łańcucha produkcji, dystrybucji, użytkowania i utylizacji opakowań w przeciwdziałaniu powstawania odpadów

Źródło: [7, s. 173].

Duże znaczenie w odzysku ma również **czynnik ekonomiczny**. Na portalach internetowych można przeczytać, iż co roku na polski rynek trafia 4,5 mld plastikowych butelek z napojami, z czego zaledwie 1,1 mld jest ponownie przerabianych. Oznacza to, że co roku marnowany jest surowiec warty nawet 400 mln zł [25].

W przypadku toreb handlowych wartość ta jest trudna do oszacowania, gdyż w raportach dotyczących odpadów opakowaniowych z tworzyw sztucznych, nie widnieje rubryka torby handlowe. Szacuje się jednak (wg danych z produkcji), że rocznie w Europie wytwarzanych jest 3,4 mln Mg foliówek, z czego w Polsce około 23,1 tys. Mg, co w przeliczeniu na jednego Polaka wynosi 300 szt. rocznie. Recyklingowi poddaje się tylko 10% foliówek zużywanych na świecie, a rozkład takiej konwencjonalnej torby handlowej wynosi od 100 do 400 lat. Średnie życie torby handlowej jednorazowej to 12 minut [11]. I choć według najnowszych cenników (patrz tabela14.1), cena tworzywa sztucznego jako surowca wtórnego w ostatnim roku spadła, to ze względu na tak powszechne zaśmiecanie środowiska tego typu odpadami (rys. 14.3), ich recykling powinien być priorytetem.

Rys. 14.3 Środowisko zaśmiecone torbami handlowymi – popularnymi „foliówkami"
Źródło: [19]

14.4 KONWENCJONALNE TORBY HANDLOWE

Najpopularniejsze foliowe torby handlowe (typu: koszulka, z uchwytem zgrzewanym, marketka) produkowane są z różnych odmian polietylenu – PE. Różnią się one technologią wytwarzania, przeznaczeniem i grubością zastosowanej folii. I tak **torby handlowe typu koszulka** z nadrukiem lub bez nadruków:

a) z cienkiej folii PE-HD (grubość od 7 mm i więcej) charakteryzują się bardzo niską masą i przewidziane są do jednorazowego użycia (rys. 14.4);
b) z grubszych folii PE-LD (od 30 do 100 mm) charakteryzują się większą wytrzymałością, efektownym nadrukiem, są najczęściej sprzedawane i wielu klientów używa ich kilkakrotnie (stają się wówczas opakowaniami wielokrotnego użycia) – rys. 14.5.

Torby wykonane z polietylenu są przydatne do recyklingu materiałowego i najczęściej też producenci oznakowują je odpowiednimi znakami określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska pt. „*Wzory oznakowania opakowań wskazującego na rodzaj materiałów wykorzystywanych do wytworzenia opakowania*" oraz popularnym znakiem „dbaj o czystość" (patrz zdjęcia, rys. 14.4 i 14.5).

Rys. 14.4 Torba handlowa z cienkiej folii PE-HD z pętlą Mobiusa „recykling - polietylen wysokiej gęstości„ i znakiem „dbaj o czystość” (oferta sklepów Biedronka)
Źródło: zdjęcie własne oraz [17]

Z uwagi jednak na masowe ich stosowanie, szczególnie torby typu koszulka, stwarzają duże uciążliwości dla środowiska (patrz rys. 14.3):

- zanieczyszczają drogi i lasy (przez nieodpowiedzialnych konsumentów, silne podmuchy wiatru),
- zbiórka ich jest nieopłacalna z uwagi na bardzo niską masę jednostkową (około 2 g).

Rys. 14.5 Torby handlowe z grubszej folii PE-LD z pętlą Mobiusa oznaczającą „recykling - polietylen niskiej gęstości„ i znakiem „dbaj o czystość” oraz druga bez jakichkolwiek znaków (Biedronka, Netto)
Źródło: zdjęcie własne oraz [17]

Bardzo często ich powszechne zastosowanie wykorzystywane jest przez producentów toreb z polietylenu w celu umieszczania na nich różnych napisów i oznaczeń, chwytów marketingowych mówiących o ich przyjazności dla środowiska. Znaki te przedstawiają na przykład: drzewko, listek, trawę, zwierzęta (symbole kojarzące się z ekologią, dbałością o środowisko i przyrodę), są w kolorze zielonym oraz posiadają napisy typu: „torba degradowana”, „torba przyjazna środowisku”, „razem dbamy o środowisko”, „bądź EKO!”.

Na zdjęciu (rys. 14.6), zamieszczono przykład znaków nanoszonych na torbach z cienkiej folii polietylenowej (HD-PE) z symbolem drzewka i napisem „torba degradowana”, co sugeruje, że torba ta w środowisku naturalnym powinna rozłożyć się w krótkim czasie, podobnie jak torby z udziałem dodatków inicjujących przyspieszoną degradację (takich jak np. skrobia, kukurydza, kreda).

Rys. 14.6 Torba handlowa z cienkiej folii PE-HD z symbolem drzewka i napisem „torba degradowalna"

Źródło: zdjęcie własne

Większość konsumentów z czystym sumieniem kupuje takie torby wierząc, że przyczynia się do ochrony środowiska, a zakupiona torba jest lepsza od innych. Uważają ponadto, iż takie torby z powodzeniem można wykorzystać jako worki na odpady domowe, które ulegną bezpiecznemu rozkładowi na składowiskach odpadów lub, że można je spalić – nie mają świadomości, że odpady opakowaniowe mogą być poddawane termicznym metodom odzysku tylko w odpowiednich instalacjach. Przykładem takiej dezinformacji jest nadruk na spodzie torby z Netto, gdzie obok znaku pętli Mobiusa LD-PE widnieje tekst sprzyjający spalaniu toreb – „*Ochrona środowiska: Nie zaśmiecaj środowiska naturalnego. Podczas procesu spalania torba nie wydziela szkodliwych gazów*".

Hanna Żakowska zwraca uwagę, iż często producenci wprowadzają konsumentów w błąd lub stosują dezinformację używając na torbach znaków przeciwstawnych. Torby z polietylenu PE „nie nadają się do kompostowania (polietylen nie ulega biodegradacji), nie spełniają więc wymagań normy EN 13432:2000 [9], a wykorzystanie do recyklingu jest ograniczone zawartością dodatku TDPA. Jest więc to typowy przykład świadomych nadużyć dobrej praktyki handlowej, mający na celu wprowadzenie w błąd klientów. Dodatki chemiczne, tzw. degradanty, które powodują fotodegradację polietylenu połączoną z procesem utleniania, mogą być pożądane dla niektórych zastosowań. Z punktu widzenia stosowanej w Polsce dla odpadów opakowaniowych podstawowej metody odzysku, tj. recyklingu materiałowego, dodatki takie nie są wskazane, gdyż mogą negatywnie wpływać na jakość uzyskanego surowca wtórnego" [16, 18].

Innym rodzajem toreb są torby **wielokrotnego użycia.** Są one alternatywą dla jednorazowych, cienkich toreb z folii polietylenowych. Torby wielokrotnego użycia są bardzo wytrzymałe i pojemne, producenci wykonują je z tkaniny polipropylenowej – PP. Polipropylen jako materiał jednorodny nadaje się do powtórnego przetworzenia w granulat (recykling materiałowy) poprzez etapy: rozdrabnianie, mycie, suszenie, prasowanie, wytłaczanie i rozdrabnianie. PP podobnie jak PE jako tworzywo sztuczne nie nadaje się do kompostowania, spalania (wyjątek stanowią instalacje specjalnie do tego celu przeznaczone) i deponowania na składowiskach odpadów, gdyż jako materiał prawie niedegradowalny, oporny na działanie czynników środowiskowych, może zalegać na składowiskach setki lat. Większość sklepów wielkopowierzchniowych, badanych dla celów niniejszego artykułu,

posiada jako alternatywę oprócz mocnych toreb polietylenowych wielokrotnego zastosowania (rys. 14.6), również torby z polipropylenu (rys. 14.7).

Rys. 14.7 Kolorowa torba handlowa wielokrotnego użytku z grubszego splotu polipropylenu PP (oferta Carrefour oraz „ekologiczna torba greenbag")
Źródło: zdjęcie własne oraz [22]

Torby wykonane z polietylenu, bez pozostałości pakowanych produktów, są przydatne do recyklingu materiałowego, jednak warunkiem koniecznym jest tutaj odpowiednia segregacja odpadów.

14.5 TORBY Z FOLII PE WYTWORZONE Z UDZIAŁEM DODATKÓW INICJUJĄCYCH PRZYSPIESZONĄ DEGRADACJĘ TWORZYWA A TORBY BIODEGRADOWALNE

Nie tylko moda na ekologię, ale również dylematy współczesnej gospodarki opakowaniami i odpadami opakowaniowymi, zmusiły producentów opakowań do szukania coraz to nowych, innowacyjnych rozwiązań w dziedzinie opakowalnictwa towarów. Skutkiem wieloletnich badań nad zastosowaniem w opakowalnictwie nowych materiałów przyjaznych środowisku, było pojawienie się na rynku opakowań o zwiększonej degradowalności łańcucha polimeru, który może ulegać hydrolizie, utlenianiu, termo- lub fotodegradacji lub opakowań wykonanych z polimerów biodegradowalnych, które są wrażliwe na działanie enzymów wytwarzanych przez bakterie i grzyby. **Degradacja polimeru** to wg Leksykonu naukowo-technicznego „*rozpad makrocząsteczek pod działaniem czynników fizycznych, chemicznych lub biologicznych, w wyniku którego zmienia się budowa chemiczna polimeru i zmniejsza stopień polimeryzacji*" [6].

Ustawa o odpadach (art. 3 pkt 10) definiuje **odpady ulegające biodegradacji** jako „*odpady, które ulegają rozkładowi tlenowemu lub beztlenowemu przy udziale mikroorganizmów*". Biodegradacja toreb foliowych przebiega kilkustopniowo i zaczyna się od degradacji polimeru (następuje skrócenie długości łańcucha i eliminowanie jego fragmentów, zmniejszanie stopnia polimeryzacji oraz masy cząsteczkowej). Proces ten w sprzyjających warunkach jest zakończony depolimeryzacją i wytworzeniem prostych związków chemicznych, które z kolei stanowią materiał odżywczy dla mikroorganizmów. Końcowymi produktami biodegradacji tworzywa polimerowego są biomasa (kompost), woda i gazy (CO_2 w przypadku kompostowania tlenowego i metan, amoniak – w przypadku

biometanizacji). Większość polimerów syntetycznych nie jest biodegradowalna. Szybkość przebiegu procesu biodegradacji zależy od:

- warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, pH, sole mineralne, tlen, światło itp.);
- warunków prowadzenia procesu (kompostowania);
- budowy chemicznej materiału opakowaniowego;
- struktury powierzchni, grubości materiału.

Materiały polimerowe ulegające biodegradacji to [5]:

- Polihydroksymaślan (PHB) – produkowany przez mikroorganizmy, sztywny i kruchy, temperatura topnienia zaledwie o 10^{o}C niższa od temp. termicznego rozpadu;
- Polilaktyd (PLA) – produkowany na drodze syntezy monomerów pochodzenia roślinnego, stanowi około 40% wszystkich polimerów biodegradowalnych, sztywny i kruchy, temp. topnienia 170-180^{o}C, dobre właściwości wytrzymałościowe;
- Polikaprolakton (PCL) – wytwarzany z surowców petrochemicznych, właściwości elastyczne, niska temp. zeszklenia (-60^{o}C), niska temp. topnienia (60^{o}C);
- Polihydroksyalkanolan (PHA) – materiał termoplastyczny, odporny na działanie promieniowania UV, niska przepuszczalność wilgoci, stopień krystaliczności wynosi od kilku do 70%;
- Poli (3-hydroksymaślanko-3 hydroksywalerian) (PHBV) – wytwarzany na bazie surowców petrochemicznych, bardzo elastyczny, wydłużenie przy zerwaniu ponad 1000%, temp. zeszklenia ok. – 22^{o}C, temp. topnienia ok. 120-130^{o}C;
- Poliglikolid, Poli(kwas glikolowy) (PGA) – materiał wysokokrystaliczny 45-55%, temp. mięknienia 220-225^{o}C, temp. zeszklenia 35-40^{o}C, nierozpuszczalny w większości rozpuszczalników organicznych.

Początkowo polimery te były wykorzystywane głównie w przemyśle medycznym, a wprowadzenie ich do powszechnego użytku ograniczały wysokie koszty produkcji. Obecnie, wraz z rozwojem nowych technologii i większym przepływem towarów, polimery biodegradowalne znajdują szersze zastosowanie. Przykładowo PLA – polilaktyd stosuje się w produkcji folii ogrodniczych, biodegradowalnych doniczek, worków na śmieci, toreb, siatek na owoce i warzywa, jednorazowych talerzy, kubków i sztućców. Z polihydroksymaślanu (PHB) wytwarza się opakowania na szampony i kosmetyki, a ze skrobi termoplastycznej (TPS) wytwarza się: folie, torby na zakupy, artykuły jednorazowego użytku [5].

W Polsce do tej pory tylko jedna sieć handlowa Carrefour (5 czerwca 2008 r.) wprowadziła torby w 100% biodegradowalne, kompostowane, wykonane z surowców odnawialnych - skrobi. Torby te ulegają rozkładowi na wodę, dwutlenek węgla oraz resztki organiczne, czyli kompost. Posiadają certyfikat DIN CERTCO potwierdzający, że są to opakowania ulegające biodegradacji i nadają się do kompostowania (recykling organiczny) oraz zostały specjalnie tak zaprojektowane, aby mogły służyć jako worek na śmieci (patrz torba Carrefour na Rys. 14.7) [20].

Ponadto w celu przyspieszenia **degradacji folii** polietylenowej wprowadza się do tworzywa 1-3% dodatku przyspieszającego rozkład fotochemiczny lub chemiczny, który powoduje, iż torba taka w ciągu kilkunastu miesięcy staje się krucha i ulega defragmentacji na drobne kawałki (rozsypuje się). Obecnie na krajowym rynku znajdują się torby z dodatkami:

1) TDPA – *Totally Degradable Plastik Additive*, wprowadzany przez kanadyjską firmę EPI Environmental Plastics Inc.; po określonym czasie torba zaczyna się „rozpadać" na mniejsze części. Rozkład ten nastepuje pod wpływem wody, światła, promienie UV (tzw. katalizatora);
2) d2w® – *degradable to water*, produkowany przez brytyjską firmę Symphony Environmental Ltd.; według normy dotyczącej oksybiodegradacji z 2011 roku BS8472 wydanej przez British Standard Institute – torba z tym dodatkiem ulegają oksybiodegradacji (od łac. oxygenium – tlen, biodegradacja – biochemiczny rozkład związków organicznych pod wpływem naturalnych czynników przez organizmy żywe na prostsze składniki chemiczne) [21]; rozkład torby zachodzi przy udziale tlenu i jest inicjowany przez naturalne czynniki takie jak: woda, temperatura, światło.

Dodatki te stanowią tajemnicę handlową i dlatego ich skład chemiczny nie jest ujawniany przez dostawców, a nadane tajemnicze nazwy, tak na prawdę nic nie mówią konsumentom o składnikach. Torby te (rys. 14.8 – oferta sklepów: Spar, InterMarche), według producentów „w 100% ulegają degradacji i nadają się do ponownego przetworzenia". Dzięki dodaniu TDPA, po określonym czasie wyrzucona torebka ulega defragmentacji (zaczyna się rozpadać na mniejsze części) pod wpływem działania czynników środowiskowych (tzw. katalizatora czyli: wody, powietrza, promieni UV). Następnie torba ulega biodegradacji, dzięki czemu cząsteczki folii PE zostają rozłożone na H_2O, CO_2 i nietoksyczną biomasę całkowicie przyjazną środowisku. Czas rozkładu zależy od ilości dodanego składnika – średnio oksybiodegradacja następuje w czasie 18-24 miesięcy (firma Symphony Environmental Ltd. podaje czas od 3 miesięcy do 5 lat).

Rys. 14.8 Torby handlowe z polimerów biodegradowalnych
(oferta sklepów: Spar, InterMarche, Carrefour)
Źródło: zdjęcie własne oraz [24]

Zdjęcie (rys. 14.9), prezentuje podobną torbę foliową z wydrukowaną informacją o jej oksybiodegradacji, a poza tym nie ma jakiegokolwiek oznakowania, które uwiarygodniłoby prezentowane informacje, czy informowało klientów o jej składzie materiałowym. Na torbie widnieje jedynie napis: „Chrońmy naturalne środowisko. Torba wykonana z tworzywa biodegradowalnego, ulega całkowitemu rozkładowi w okresie 2-18 miesięcy. Biodegradowalna folia firmy Sinplast ulega oksybiodegradacji w naturalnym środowisku. Tlen zawarty w powietrzu powoduje rozpad łańcuchów polimerowych do dwutlenku węgla i

wody oraz śladowych ilości biomasy. Proces nie wymaga obecności mikroorganizmów.

Rys. 14.9 Torba handlowa z cienkiej folii z papugą i informacją o jej oxybiodegradacji
Źródło: zdjęcie własne

Wspomagająco działa światło, podwyższona temperatura i ciśnienie. Biodegradowalna folia poddana bezpośredniemu działaniu czynników atmosferycznych ulega całkowitemu rozkładowi w okresie 2-6 miesięcy, zakopana w gruncie do 18 miesięcy. Biodegradowalna folia zachowuje swoje wszystkie cechy i zalety folii standardowej. Jest wytrzymała, elastyczna, nieprzepuszczalna dla wody, przeznaczona do kontaktu z żywnością."

Producenci toreb foliowych często wykorzystują brak świadomości ekologicznej konsumentów. Większa edukacja w tym zakresie spowoduje, iż nie wszyscy konsumenci dadzą zwieść się takiej fałszywej reklamie toreb i będą wiedzieli, iż każda taka informacja wymaga odpowiedniej certyfikacji. Znak certyfikowany związany z normą EN 13432 to symbol **zielonej kropli** (patrz zdjęcie, rys. 14.10) umieszczany na torbach oksybiodegradowalnych oferowanych przez sieci Tesco i Lewiatan (wytwarzane z polimerów syntetycznych z dodatkiem d_2w lub TDPA). Podobnie torby biodegradowalne są oznaczone znakiem **„seedling"** (sadzonka, kompostowalny) – oferowane przez sieć Carrefour. Torby te najczęściej wykonane są z biopolimerów – zmodyfikowanej skrobi kukurydzianej, pszenicznej lub ziemniaczanej i doskonale nadają się do kompostowania.

Rys. 14.10 Torba handlowa oksybiodegradowalna wyprodukowana z cienkiej folii PE z dodatkiem pro-degradantu pod nazwą „d_2w" oraz przykład certyfikatu uzyskanego przez producenta opakowania
Źródło: [23, 26]

Najmniej szkodzą środowisku torby handlowe wykonane z naturalnych (odnawialnych) surowców typu: papier z recyklingu, surówka bawełniana, juta, len. Torby te nadają się zarówno do wielokrotnego stosowania, jak i do recyklingu materiałowego, spalenia z odzyskiem energii (patrz rys. 14.11).

Rys. 14.11 Ekologiczne torby handlowe wykonane z materiałów naturalnych typu: papier z recyklingu, surówka bawełniana, juta, len

Źródło: zdjęcie własne oraz [28]

W tabeli 14.2 przykłady toreb handlowych występujących w kilku wybranych zielonogórskich sklepach wielkopowierzchniowych typu: Auchan, Biedronka, Carrefour, InterMarche, Lidl, Netto, Piotr i Paweł, Spar, Tesco, Żabka.

Tabela 14.2 Wybrane torby handlowe proponowane przez sklepy wielkopowierzchniowe (przykład Zielonej Góry)

Lp.	Nazwa sklepu	Dodatek lub oznaczenie			Informacja umieszczona na torbie	Informacja o torbie
		TDPA	d_2w	oznaczenie[A]		
1	Auchan	+	-	+	Rozkład do 24 miesięcy w temp. ~25°C, do ponownego przetwarzania;	Zgodna z opisem;
2	Biedronka	-	-	+	Korzystając z torby wielokrotnego użytku chronisz środowisko; razem dbamy o środowisko; Znak: 2 HDPE	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
3	Biedronka	-	-	+	Korzystając z torby wielokrotnego użytku chronisz środowisko; razem dbamy o środowisko; Znak: 4 LDPE	Torba wielokrotnego użytku z LDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
4	Carrefour	-	-	-	Wytrzymałość 8 kg. Jestem biodegradowalna, kompostowalna z miłości do środowiska; wykonana na bazie skrobi – kukurydzy i ziemniaków, naturalnego surowca odnawialnego. Rozkładają ją bakterie i grzyby już od 6 tygodni do 1 roku. Certyfikat DIN CERTCO. Zgodna z Normą EN 13432. Znak „kompostowany”	Zgodna z opisem;

5	Carrefour	-	-	+	Torba z polipropylenu PP;	Torba wielokrotnego użytku; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
6	InterMarche	-	-	-	Chrońmy naturę razem by żyło się piękniej; przyjazna naturze torba oxy-biodegradowalna; brak jakichkolwiek oznaczeń;	Nie do końca zgodna z opisem;
7	InterMarche	-	-	+	Torba wielokrotnego użytku; nadaje się do ponownego przetworzenia - recyklingu; Znak:	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
8	InterMarche	-	-	-	Muszkieterowie; brak jakichkolwiek oznaczeń;	Torba wielokrotnego użytku z LDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
9	Lidl	-	-	+	Używaj wielokrotnie; Znaki:	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
10	Lidl	-	-	+	Torba z polipropylenu PP;	Torba wielokrotnego użytku; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
11	Netto	-	-	-	Brak jakichkolwiek oznaczeń;	Torba wielokrotnego użytku z LDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
12	Piotr i Paweł	-	-	+	Torba wykonana z papieru z recyklingu; Znaki:	Torba wielokrotnego użytku wykonana z papieru; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
13	Piotr i Paweł	-	-	+	Ekologiczna torba greenbag;	Torba wielokrotnego użytku wykonana z PP; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu; informacja na torbie nie do końca zgodna z opisem;
14	Spar	+	-	-	Folia zawiera dodatek TDPA oxybiodegradowalny; ulega rozkładowi w ciagu 24 miesięcy.	Zgodna z opisem;
15	Spar	-	+	++	Torba ekologiczna, w pełni degradowana, może być użyta powtórnie. Ulega przyspieszonemu rozkładowi w środowisku naturalnym. Torba oxy-biodegradowalna. Znaki:	Zgodna z opisem;
16	Spar	-	-	-	Torba zielona bez jakichkolwiek oznaczeń;	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;

17	Tesco	-	-	+	Torba przyjazna środowisku, Znak:	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
18	Tesco	-	-	-	Zielona torba z PP bez jakichkolwiek oznaczeń z napisem „jestem eko”	Torba wielokrotnego użytku z PP; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
19	Tesco	-	-	-	Szara torba z papieru z recyklingu bez jakichkolwiek oznaczeń z napisem „jestem eko”;	Torba wielokrotnego użytku z papieru z recyklingu; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;
20	Żabka	-	+	-	W pełni degradowalna, oxybiodegradowalna; Znak:	Zgodna z opisem;
21	Żabka	-	-	-	Torba biała bez jakichkolwiek oznaczeń;	Torba wielokrotnego użytku z HDPE; jako surowiec jednorodny nadaje się do recyklingu;

gdzie: A – oznaczenie znakami określonymi w rozporządzeniu Ministra Środowiska „Wzory oznakowania opakowań wskazującego na rodzaj materiałów wykorzystywanych do wytworzenia opakowania” - załącznik do ustawy o gospodarowaniu opakowaniami i odpadami opakowaniowymi.
Źródło: opracowanie własne.

W większości badanych sklepów oferowane torby handlowe występowały w asortymencie 3-4 rodzajowym (opisanym powyżej), ale najczęściej są to torby, o których nie można powiedzieć, że są ekologiczne lub przyjazne środowisku z uwagi na ich szybki rozkład.

Analiza tabeli 14.2 pozwala na wyciagnięcie wniosku, iż większość oferowanych toreb to opakowania z tworzyw sztucznych. Warunkiem prawidłowego zagospodarowania odpadów z tych opakowań jest ich odzysk „u źródła”, segregacja i przekazanie do odpowiedniego zakładu w celu przeprowadzenia recyklingu materiałowego bądź odpowiedniej utylizacji. Brak w kraju rozpowszechnionych systemów segregacji odpadów organicznych oraz brak zainteresowania ze strony kompostowni przyjmowaniem odpadów, innych niż organiczne, powoduje włączenie odpadów toreb kompostowalnych (typu Carrefour) do strumienia odpadów trafiających na składowiska odpadów. O odzysku energii ze spalania toreb również nie można mówić ze względu na brak takiej instalacji dla celów komunalnych (wyjątek stanowi Warszawa).

Dodatkowo biodegradacja posiada ukryte koszty:

1) środowiskowe, gdyż biologiczny rozkład polimeru biodegradowalnego powoduje emisję gazów cieplarnianych – dwutlenku węgla i metanu;
2) finansowe, gdyż wytworzenie polimerów z roślin wymaga wykorzystania większej ilości energii z paliw kopalnych – do wytworzenia 1 kg PLA potrzebne jest 56 MJ energii, natomiast do wytworzenia 1 kg PE potrzeba 29 MJ energii.

Większe koszty związane z produkcją opakowań biodegradowalnych powodują, iż ceny tych toreb są kilkakrotnie większa od ceny toreb konwencjonalnych o takich samych

rozmiarach i wytrzymałości. Wybór torby na zakupy przez mniej zamożnego konsumenta jest więc prosty.

PODSUMOWANIE

Torby handlowe jako odpady opakowaniowe stanowią dla gospodarki odpadowej duże wyzwanie, które niestety nie zostanie w najbliższym czasie rozwiązane, pomimo zmian prawnych w systemie gospodarowania. Jednorazowe torby handlowe z tworzyw sztucznych stosowane na masową skalę zaśmiecają środowisko, gdyż są wyrzucane do pojemników na odpady komunalne i trafiają na składowisko odpadów lub są wyrzucane gdziekolwiek i trafiają bezpośrednio na ulice miast, do lasu, na poboczach dróg.

Duże znaczenie w gospodarce odpadami opakowaniowymi ma przedsiębiorca wprowadzający na polski rynek torby handlowe, który zgodnie z dobrą praktyką handlową i produkcyjną, powinien stosować rzetelną informację na torbach i przekazywać ją klientom. Sama edukacja ekologiczna konsumentów, przy dezinformacji o opakowaniu, tu nie wystarczy.

W Polsce nie wykonano oceny cyklu życia – LCA dla toreb handlowych pod kątem wielu kryteriów ekologicznych. W artykule autorka zaprezentowała wytyczne i propozycje narzędzi do przeprowadzenia takiej oceny w całym cyklu życia opakowań sugerując, iż ważne jest zrobienie tej oceny w całym cyklu „od kołyski po grób".

Z przeprowadzonej analizy i badań dotyczących stosowania z Zielonej Górze różnorodnych opakowań na zakupy wynika, iż torby handlowe aby mogły spełniać wymagania ochrony środowiska powinny być (patrz Tabela 14.2):

- prawidłowo oznakowane w celu identyfikacji surowcowej;
- posiadać właściwości do ponownego wielokrotnego użycia,
- przydatne do recyklingu materiałowego, spalenia z odzyskiem energii, kompostowania lub ulegać biodegradacji (zgodnie z hierarchią UE dotyczącą postępowania z odpadami),
- posiadać niską masę,
- nie zawierać substancji niebezpiecznych.

Tak więc, torby handlowe nie powinny trafiać do lasu, na pobocza dróg, na składowiska odpadów, gdyż wówczas bezpowrotnie traci się materiał/surowiec do ponownego przetworzenia i możliwość odzysku energii. Tradycyjne torby handlowe powinny być umieszczane w pojemnikach przewidzianych na opakowania z tworzyw sztucznych, natomiast te z dodatkami degradowalnymi nie powinny trafiać do kompostowania (pozostałości po defragmentacji to ciągle tworzywa sztuczne). Do kompostowni (w Polsce jest ich około 80) powinny trafiać torby kompostowalne (typu Carrefour), odpowiednio oznakowane i zbierane w pojemnikach do zbiórki odpadów organicznych.

LITERATURA

1. Dyrektywa z dnia 11 lutego 2004 roku zmieniająca dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych 2004/12/WE (Dz. Urz. WE L nr 47/26).
2. Dyrektywa z dnia 9 marca 2005 roku zmieniającą dyrektywę 94/62/WE w sprawie opakowań i odpadów opakowaniowych 2005/20/WE (Dz. Urz. WE L nr 70/17).

3. Fidziński B., *Nowa ustawa o odpadach już obowiązuje!*, Logistyka odzysku 2/2013(7), s. 45-46.
4. Fidziński B., *Co nowego w opłacie produktowej za opakowania?,* Logistyka odzysku 4/2012(5), s. 47-48.
5. Kurcek A., *Biodegradacja*, http://www.e-biotechnologia.pl/Artykuly/Biodegradacja/ [20.04.2013].
6. Leksykon naukowo-techniczny. Wyd. N-T, Warszawa 2001.
7. Matuszak-Flejszman A., *Od zarządzania środowiskowego do zintegrowanego*, Wyd. PZITS, Poznań 2002, s. 173.
8. *Pierwsza analiza cen na rynku surowców wtórnych za lata 2009-2012 – cykl marketingowy cz. 2/10*, Logistyka Odzysku nr 1/2013 (6), s. 38.
9. PN-EN 13432:2002 Opakowania – Wymagania dotyczące opakowań przydatnych do odzysku przez kompostowanie i biodegradację. Program badań i kryteria oceny do ostatecznej akceptacji opakowań.
10. Rządowy projekt ustawy o gospodarce opakowaniami i odpadami opakowaniowymi z dnia 10 października 2012 r.; http://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/druk.xsp?nr=815 [data dostępu: 04.03.2013].
11. *Torby foliowe w impasie*, Logistyka Odzysku nr 4/2012 (5), s. 35-36.
12. Ustawa o odpadach z dnia 14 grudnia 2012 roku (Dz. U. 2013, nr 0, poz. 21),
13. Ustawa o opakowaniach i odpadach opakowaniowych z dnia 11 maja 2001r. (tekst jednolity Dz. U. 2005r., nr 175, poz. 1458).
14. Zarębska J., *Ekologiczne i ekonomiczne aspekty gospodarki odpadami opakowaniowymi w województwie lubuskim*, Oficyna Wydaw. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra 2013, s. 92-125.
15. Żakowska H.: *Ekologiczne torby handlowe?*, Opakowanie nr 11/2007, s.16-21.
16. Żakowska H., Torby handlowe przyjazne środowisku? Opakowanie 11/2007, s. 16-21.
17. http://gdziewyrzucacsmieci.republika.pl/symbole.html [20.04.2013].
18. http://gospodarka-odpadami.pl/konferencje/24_25_marca_2011_selektywna_zbiorka/ Zakowska.pdf [08.03.2013].
19. http://naszymzdaniem.dlastudenta.pl/artykul/Ekologiczna_goraczka_czy_chwyt_marketingowy,23595.html [20.04.2013].
20. http://www.carrefour.pl/page/pl/korporacyjny/dla-mediow/wiadomosci/carrefour-polska-rezygnuje-z-t/ [20.04.2013].
21. http://www.d2w.com.pl/schemat_rozkladu.html [20.04.2013].
22. http://www.plastech.pl/wiadomosci/Torba-ekologiczna-Greenbag,n541 [20.04.2013].
23. http://www.polipak.com.pl/oksy [10.04.2013].
24. http://www.portalspozywczy.pl/handel/wiadomosci/intermarch-rezygnuje-z-darmowych-reklamowek-i-wprowadza-torby-ekologiczne,8284.html&docid=3DGs7AvV1oisgM&imgurl [20.04.2013].
25. http://www.portalspozywczy.pl/opakowania [10.04.2013].
26. http://www.romark.bialystok.pl/index.php?str=produkt&p=80 [20.04.2013]
27. http://www.sejm.gov.pl/sejm7.nsf/druk.xsp?nr=815 [04.03.2013].
28. http://www.uniscale.pl/pl/firma/aktualnosci/id/39 [20.04.2013].

KONWENCJONALNE I EKOLOGICZNE TORBY HANDLOWE

Streszczenie: *Torby handlowe są nieodłącznym towarem sprzedawanym lub dodawanym (do niedawna w większości sklepów bezpłatnie) przez handlowców w momencie pakowania zakupów. Szczególnie sklepy wielkopowierzchniowe oferują klientom szeroki wybór toreb na zakupy z uwzględnieniem ich różnorodnej przyjazności dla środowiska. Wybór torby zależy jednak od świadomości ekologicznej konsumenta oraz wiedzy na temat zastosowanych chwytów marketingowych producentów toreb, które nie zawsze są zgodne z prawdą. Torby handlowe stanowią również część odpadów opakowaniowych i komunalnych, i jako takie są poważnym zagrożeniem dla osiągnięcia celów określonych w krajowych regulacjach prawnych dostosowanych do Dyrektywy 2008/98/EC i Dyrektywy 94/62/WE, a przede wszystkim są zagrożeniem dla środowiska*.

Słowa kluczowe: *torby konwencjonalne, torby biodegradowalne, ocena cyklu życia opakowań – LCA, gospodarowanie odpadami opakowaniowymi, recykling*

THE CONVENTIONAL AND THE ECOLOGICAL PLASTIC BAGS

Abstract: *The plastic bags are an inseparable commodity selling or adding (in most shops free until recently) by the traders at the time of packing shopping. Shops, especially those of a large area, offer customers a wide selection of plastic bags taking into account their diverse usefulness for the environment. The choice of a bag, however, depends on the consumer's greenness and the knowledge of sales pitches used by the bags' producers that are not always truthful. The plastic bags also constitute the part of packing and municipal waste and as such materials they are a serious risk for achieving the goals which are defined in the national legal regulations adapted to the Directive 2008/98/EC and the Directive 94/62/WE, and, most of all, they are a danger to the environment.*

Key words: *the conventional plastic bags, the biodegradable plastic bags, Life Cycly Assessment – LCA, packaging waste management, recycling*

dr inż. Joanna ZARĘBSKA
Uniwersytet Zielonogórski, Wydział Ekonomii i Zarządzania
Katedra Zarządzania Środowiskiem i Gospodarką Publiczną
ul. Podgórna 50, 65-246 Zielona Góra
tel.: +4868 32 82 289,
e-mail: j.zarebska@wez.uz.zgora.pl

WYDAWNICTWO
P.A.NOVA