

**Instytut Techniki Górniczej**



ul. Pszczyńska 37; 44-101 Gliwice

## **E K S P E R T Y Z A**

Nr 280/AE/2017

**Temat: Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca**

Dokument przeznaczony jest wyłącznie dla Zleceniodawcy i nie może być bez pisemnej zgody KOMAG-u powielany inaczej jak w całości



Posiadamy certyfikowany przez PCBC S.A.  
System Zarządzania - certyfikat nr J - 295/9/2017

Gliwice, grudzień, 2017 rok

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 2/50

**Zleceniodawca:** *Gmina Miejska Kraków  
31-004 Kraków  
Pl. Wszystkich Świętych 3-4*

**Nr zlecenia wewnętrznego:** *UP-DLS-22587/OR*

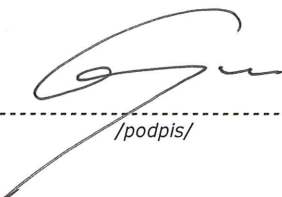
**Nr umowy/zamówienia:** *MR/DLS-22587/2017*

**Data rozpoczęcia:** *18.09.2017 r.*

**Data zakończenia:** *11.12.2017 r.*

**Prowadzący zadanie:**

*dr hab. inż. Beata Gryniewicz-  
Bylina, prof. nadz. ITG KOMAG*  
-----  
*/imię i nazwisko/*

  
-----  
*/podpis/*

**Skład Zespołu opracowującego:**

*dr inż. Bożena Rakwicz*  
-----  
*/imię i nazwisko/*

  
-----  
*/podpis/*

-----  
*/imię i nazwisko/*

-----  
*/podpis/*

-----  
*/imię i nazwisko/*

-----  
*/podpis/*

-----  
*/imię i nazwisko/*

-----  
*/podpis/*

-----  
*/imię i nazwisko/*

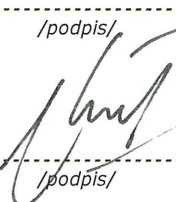
-----  
*/podpis/*

-----  
*/imię i nazwisko/*

-----  
*/podpis/*

**Weryfikujący:**

*dr inż. Antoni Kozieł*  
-----  
*/imię i nazwisko/*

  
-----  
*/podpis/*


**Zatwierdzam**

11. GRU. 2017

**D Y R E K T O R**


-----  
*/data i podpis kierownika komórki organizacyjnej/*

*dr inż. Małgorzata Małec*

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 3/50

## Spis treści

1. Wprowadzenie.....	4
2. Podstawa opracowania, przedmiot, cel i zakres ekspertyzy.....	8
3. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie Gminy Miejskiej Kraków .	8
4. Identyfikacja pomieszczeń w żłobkach, przedszkolach i szkołach oraz liczby dzieci w nich przebywających w Gminie Miejskiej Kraków .....	12
5. Czynniki wpływające na stan powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół .....	13
6. Identyfikacja stanu zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół na podstawie badań.....	14
7. Charakterystyka oczyszczaczy powietrza .....	16
8. Stan formalno – prawny dotyczący stosowania oczyszczaczy powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.....	25
8.1. Akty prawne dotyczące wprowadzania wyrobów na rynek.....	26
8.2. Akty prawne dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół .....	27
9. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza przewidzianych do zastosowanych w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.....	27
9.1. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza jako wyrobów wprowadzanych na rynek.....	27
9.2. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza w świetle wymagań dla jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.....	28
10. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza .....	29
10.1. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza jako wyrobów wprowadzanych na rynek.....	29
10.2. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza w świetle wymagań dla jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.....	32
11. Rodzaje dokumentów, które powinien dostarczyć dostawca oczyszczacza powietrza ....	32
12. Kierunki działań w celu poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.....	39
13. Podsumowanie .....	40
14. Literatura .....	43

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 4/50


## 1. Wprowadzenie

Dzieci są szczególną grupą społeczeństwa narażoną na działanie szkodliwych dla ich zdrowia czynników chemicznych i biologicznych. Zanieczyszczenia powietrza, w tym w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół, w których dzieci spędzają dużo czasu, są istotnym problemem zagrożenia ich zdrowia. Substancje chemiczne emitowane są w tych pomieszczeniach przez źródła wewnętrzne, takie jak: wyposażenie pomieszczeń, przedmioty i materiały wykończeniowe oraz przez źródła zewnętrzne, do których zaliczane są: zanieczyszczenia związane z procesem spalania paliw, motoryzacją, produkcją przemysłową i reakcjami fotochemicznymi (Pastuszka J.S., 2004). Obecność znacznej liczby dzieci i ich opiekunów w pomieszczeniach przyczynia się dodatkowo do zanieczyszczenia powietrza dwutlenkiem węgla (CO<sub>2</sub>) (Bakera, Gawrońska, 2015). Wśród źródeł zanieczyszczeń biologicznych, obok „zagrzybionych” ścian i wyposażenia, wymieniane jest powietrze atmosferyczne z zarodnikami grzybów i pyłkami traw, drzew oraz krzewów. Dominujący wpływ na jakość powietrza pomieszczeń ma zanieczyszczenie powietrza atmosferycznego (Pastuszka J.S., 2004), na które składają się pyły, o stopniu rozdrobnienia cząstek od kilku nanometrów do 100 mikrometrów oraz gazy, takie jak: dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>), tlenki azotu (NO<sub>x</sub>), tlenek węgla (CO) i ozon (O<sub>3</sub>) (WHO, 2005).

Frakcja pyłu z cząstkami o średnicy mniejszej od 10 µm, oznaczana jest PM<sub>10</sub>, a frakcja z cząstkami mniejszymi od 2,5 µm – PM<sub>2,5</sub>. Mieszanina ww. cząstek stałych i kropelek cieczy utrzymujących się w powietrzu tworzy pył zawieszony (Juda-Rezler K. *et. al.*, 2016). Cząstki PM<sub>2,5-10</sub> i większe mogą przenikać wraz z wdychanym powietrzem do górnych dróg oddechowych. Podczas ich kontaktu ze skórą, spojówkami, śluzówkami jamy nosowo-gardłowej może dochodzić do mechanicznego podrażnienia, toksycznego uszkodzenia tkanek przez zawarte w pyłe m.in. wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i metale ciężkie lub reakcji alergicznej (Juda-Rezler K. *et. al.*, 2016; Pająk B. *et. al.*, 2012; Gryniewicz, Rakwic, Pastuszka, 2004). Cząstki PM<sub>2,5</sub> mogą wnikać do pęcherzyków płuc, skąd z krwią mogą przedostawać się do różnych narządów i tkanek (Juda-Rezler K. *et. al.*, 2016; Pająk B. *et. al.*, 2012).

Dwutlenek siarki (SO<sub>2</sub>) może uszkadzać nabłonek dróg oddechowych (nos, gardło, płuca) oraz powodować ich zwężenie (WHO, 2005; van Thriel C. *et. al.*, 2010).

Tlenki azotu (NO<sub>x</sub>) mogą uszkadzać komórki układu immunologicznego w płucach, a przy długotrwałym narażeniu zwiększać ryzyko chorób układu oddechowego. Mogą również

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 5/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

powodować wzrost wrażliwości astmatyków na alergen, zwiększając tym samym prawdopodobieństwo napadu astmatycznego (Pénard-Morand C. *et. al.*, 2010; Weinmayr G. *et. al.*, 2010, Rosenlund M. *et. al.*, 2009).


Długotrwała ekspozycja na tlenek węgla (CO) może wywoływać zmiany w układzie naczyniowo-sercowym i przyczyniać się do zmniejszenia odporności organizmu człowieka na zakażenia (WHO, 2005).

Ozon może powodować obrzęki i stany zapalne dróg oddechowych, upośledzać funkcję płuc, nasilać objawy zapalenia oskrzeli i rozedmy oraz sprzyjać występowaniu ataków astmatycznych (Dear K. *et al.*, 2005, Kim B.J. *et. al.*, 2011).

Według Światowej Organizacji Zdrowia (WHO) w 2013 r. 71 wśród 133 miast w Unii Europejskiej z najbardziej zanieczyszczonym powietrzem, stanowią miasta w Polsce (WHO, 2016). Wśród aglomeracji i miast o liczbie mieszkańców większej niż 100 tys. i z najwyższym wskaźnikiem średniego narażenia na pył zawieszony PM<sub>2,5</sub>, wyliczonym przez Inspekcję Ochrony Środowiska jako średnia z lat 2014-2016, na pierwszym miejscu znajduje jest Aglomeracja Krakowska (GIOŚ, 2016). Na jej terenie w 2016 roku odnotowano również wysokie stężenie dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>) i bezno(a)pirenu (B(a)P) zawartego w pyłe zawieszonym PM<sub>10</sub> (Dębska *et al.*, 2017).

Niekorzystna jakość powietrza, szczególnie w zakresie pyłu PM<sub>10</sub>, znajduje swoje odzwierciedlenie w pojawianiu się jego wysokich stężeń i tworzeniu tzw. „smogu zimowego”. Występujące w zimowej porze wychłodzenie przyziemnych warstw atmosfery, brak chmur, cisza atmosferyczna lub słaby wiatr, powodują powstawanie stałej równowagi atmosfery, w tym inwersji przyziemnych lub wzniesionych. Takie warunki prowadzą do kumulacji pyłu zawieszonego przy powierzchni ziemi w stężeniu przekraczającym od kilku do kilkunastu razy wartość dopuszczalną (Juda-Rezler K. *et. al.*, 2016). Odnotowywane są one w większości miast południowej i środkowej Polski, położonych w niekorzystnych topograficznie warunkach wentylacyjnych (duże kotliny śródgórskie lub doliny rzeczne), w tym w Krakowie.

Narażenie dzieci na zanieczyszczenie powietrza jest większe niż osób dorosłych. Wynika to z uwarunkowań biologiczno-fizjologicznych, w tym dużej aktywności ruchowej, wpływającej na zwiększenie tempa metabolizmu. Dzieci, ze względu na mniejszą pojemność płuc niż dorośli, częściej oddychają, przez co wdychają znacznie większą, niż dorośli, ilość

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 6/50

zanieczyszczonego powietrza, w stosunku do masy ich ciała (Grynkiewicz-Bylina, 2011; Juda-Rezler K. *et. al.*, 2016).


Dzieci są narażone na zanieczyszczenie powietrza już w okresie życia płodowego. Długoletnie badania prowadzone w Krakowie (Pająk B. *et. al.*, 2012) na populacji kilkuset ciężarnych kobiet narażonych na ekspozycję PM<sub>2,5</sub> i wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA) wykazały, że zanieczyszczenie powietrza wpływa na niską masę urodzeniową dzieci, co ma odzwierciedlenie w słabiej wykształconej sprawności i funkcjonowaniu różnych układów u noworodków. W dalszym etapie życia u dzieci mogą występować wczesne objawy rozwoju astmy (świszczący oddech), obniżona objętość wydechowa płuc oraz zwiększona podatność na nawracające zapalenie oskrzeli i płuc. Pod względem psychomotorycznego rozwoju dzieci mogą wykazać również deficyt ilorazu inteligencji, co potwierdziły wyniki badań prowadzonych w Nowym Yorku (Pénard-Morand C. *et. al.*, 2010).

Zapewnienie odpowiedniej jakości powietrza w placówkach opiekuńczych i edukacyjnych jest zatem warunkiem prawidłowego rozwoju dzieci.

Zadanie to na terenie miasta Krakowa realizowane jest na poziomie wojewódzkim i gminnym. W szczególności, w zakresie ograniczenia niskiej emisji, od 1 lipca 2017 roku na obszarze Krakowa obowiązuje Uchwała Nr XXXV/527/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 24 kwietnia 2017 r., która zakazuje stosowania w instalacjach, w których następuje spalanie paliw (kotły, piece, kominki) paliw złej jakości (Uchwała Sejmiku Województwa Małopolskiego, 2017).

Zgodnie z Uchwałą Nr CXXI/1918/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 5 listopada 2014 r. na terenie miasta realizowany jest Program Ograniczania Niskiej Emisji, w ramach którego udzielane są dotacje celowe na:

- 1) trwałą zmianę systemu ogrzewania opartego na paliwie stałym, polegającą na:
  - a) podłączeniu do miejskiej sieci ciepłowniczej,
  - b) zainstalowaniu ogrzewania gazowego,
  - c) zainstalowaniu ogrzewania elektrycznego,
  - d) zainstalowaniu ogrzewania olejowego;
- 2) podłączenie ciepłej wody użytkowej w związku z likwidacją palenisk lub kotłowni opalanych paliwami stałymi;
- 3) instalację kolektorów słonecznych i pomp ciepła.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 7/50


Osobom, które ponoszą zwiększone koszty grzewcze lokalu związane z trwałą zmianą systemu ogrzewania opartego na paliwie stałym na jeden z systemów proekologicznych udzielana jest pomoc w ramach Lokalnego Programu Osłonowego Miejskiego Ośrodka Pomocy Społecznej w Krakowie, przyjętego przez Radę Miasta Krakowa w dniu 24 czerwca 2015 r. (Uchwała Rady Miasta Krakowa, 2015).

Od 1 stycznia 2015 r. Województwo Małopolskie wraz z partnerem – Stowarzyszeniem Krakowski Alarm Smogowy, rozpoczęło realizację projektu „Wdrażanie Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego – Małopolska w zdrowej atmosferze”, którego celem jest przyspieszenie wdrożenia Programu ochrony środowiska. W gminach uczestniczących w projekcie zatrudnionych zostało 60 Eko-doradców, którzy pomagają mieszkańcom np. przy staraniu się o dotację na wymianę pieca. W ramach realizacji projektu zintegrowanego LIFE 15 listopada 2016 r. ruszyła kampania społeczna pod hasłem „Dymem z pieca zabijasz”, mająca na celu uświadomienie mieszkańcom, że ich indywidualne decyzje mają wpływ na zdrowie i życie wielu osób (Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, 2017)

Prowadzona jest również ewidencja niskoemisyjnych urządzeń grzewczych na paliwa stałe na stronie internetowej: [www.powietrze.malopolska.pl/ekoprojekt](http://www.powietrze.malopolska.pl/ekoprojekt). Jej celem jest ułatwienie mieszkańcom i gminom weryfikacji urządzeń grzewczych na paliwa stałe, które spełniają wymagania uchwały antysmogowej dla Małopolski i programów dofinansowania (Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego, 2017).

Zgodnie z informacją zamieszczoną na stronie internetowej: Małopolska w zdrowej atmosferze (<https://powietrze.malopolska.pl/oczyszczacze/>) w miesiącu grudniu 2017 r. Marszałek Województwa Małopolskiego zaplanował akcję społeczną, której elementem będzie zakup oczyszczaczy powietrza do przedszkoli, żłobków i klubów dziecięcych. Zaplanowano przekazanie jednego urządzenia na placówkę. Warunkiem otrzymania urządzenia będzie zadeklarowanie przez placówkę przeprowadzenia akcji edukacyjnej dotyczącej zanieczyszczenia i ochrony powietrza.

Zgodnie z uchwałą Rady Miasta Krakowa Nr LXV/1583/17, planowany jest zakup oczyszczaczy powietrza dla krakowskich, samorządowych placówek edukacyjnych w celu poprawy jakości powietrza.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 8/50

## 2. Podstawa opracowania, przedmiot, cel i zakres ekspertyzy

Podstawą opracowania ekspertyzy jest umowa nr MR/DLS-22587/201, zawarta w dniu 18.09.2017 r. między Gminą Miejską Kraków, a Instytutem Techniki Górniczej KOMAG.

Przedmiotem i celem ekspertyzy jest określenie zakresu i kryteriów oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w pomieszczenia przeznaczonych do zbiorowego przebywania dzieci w żłobkach, przedszkolach i szkołach, zlokalizowanych na terenie Gminy Miejskiej Kraków, w świetle aktualnego stanu formalno – prawnego, oraz wyspecyfikowanie rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć dostawca oczyszczaczy powietrza.

Zakresem ekspertyzy objęto:


- ocenę stanu zanieczyszczenia powietrza na terenie Gminy Miejskiej Kraków, w tym w żłobkach, przedszkolach i szkołach,
- identyfikację pomieszczeń w placówkach opiekuńczych i edukacyjnych, w których planowane jest zastosowanie oczyszczaczy powietrza,
- scharakteryzowanie budowy, parametrów i działania oczyszczaczy powietrza,
- przedstawienie stanu formalno – prawnego dotyczącego stosowania oczyszczaczy powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół,
- określenie zakresu i kryteriów oceny oczyszczaczy powietrza stosowanych w ww. pomieszczeniach,
- wyspecyfikowanie rodzajów dokumentów, które powinien dostarczyć dostawca oczyszczaczy powietrza.

## 3. Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie Gminy Miejskiej Kraków

Stan zanieczyszczenia powietrza atmosferycznego na terenie Gminy Miejskiej Kraków scharakteryzowano na podstawie danych Wojewódzkiego Inspektoratu Ochrony Środowiska (WIOŚ) w Krakowie za 2016 rok, pozyskanych z pięciu stałych i jednej mobilnej stacji monitoringu środowiska. Stacje zlokalizowane są przy ulicach: Bujaka, Bulwarowej, Żłoty Róg, Dietla, Alei Krasieńskiego i na Osiedlu Piastów. Pomiary prowadzono metodami automatycznymi i manualnymi (Dębska *et al.*, 2017).

Zgodnie z danymi WIOŚ stan powietrza atmosferycznego na ww. terenie kształtowany był i jest kształtowany przez emisje związane z ruchem pojazdów w mieście oraz indywidualnym ogrzewaniem budynków (Dębska *et al.*, 2017).



	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 9/50

Na analizowanym terenie obowiązują wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu, podane w tabeli 1.

**Tabela 1. Wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym [źródło: (Rozporządzenie, 2012)]**

Lp.	Rodzaj zanieczyszczenia	Okres uśredniania stężeń	Wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń w powietrzu atmosferycznym	
			jednostka	wartość
1.	pył zawieszony PM <sub>10</sub>	24 godziny	μg/m <sup>3</sup>	50
		rok kalendarzowy		40
2.	pył zawieszony PM <sub>2,5</sub>	rok kalendarzowy	μg/m <sup>3</sup>	25
3.	dwutlenek azotu (NO <sub>2</sub> )	jedna godzina	μg/m <sup>3</sup>	200
4.	zawartość benzo(a)pirenu (B(a)P) w pyłe zawieszonym PM <sub>10</sub>	rok kalendarzowy	ng/m <sup>3</sup>	1
5.	dwutlenek siarki (SO <sub>2</sub> )	jedna godzina	μg/m <sup>3</sup>	350
		24 godziny		125
		rok kalendarzowy		40
6.	tlenek węgla (CO)	8 godzin	mg/m <sup>3</sup>	10
7.	benzen (C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> )	rok kalendarzowy	μg/m <sup>3</sup>	5
8.	ozon (O <sub>3</sub> )	8 godzin	μg/m <sup>3</sup>	120
9.	zawartość ołowiu (Pb) w pyłe zawieszonym PM <sub>10</sub>	rok kalendarzowy	μg/m <sup>3</sup>	0,5
10.	zawartość arsenu (As) w pyłe zawieszonym PM <sub>10</sub>	rok kalendarzowy	ng/m <sup>3</sup>	6
11.	zawartość kadmu (Cd) w pyłe zawieszonym PM <sub>10</sub>	rok kalendarzowy	ng/m <sup>3</sup>	5
12.	zawartość niklu (Ni) w pyłe zawieszonym PM <sub>10</sub>	rok kalendarzowy	ng/m <sup>3</sup>	20

W 2016 r. przekroczenia wartości dopuszczalnych wynosiły: 148% średniorocznego stężenia dla dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>), 142% dla pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>, 152% dla pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> oraz 520% dla benzo(a)pirenu (B(a)P) zawartego w pyłe zawieszonym PM<sub>10</sub> – rys. 1÷4.



## EKSPERTYZA

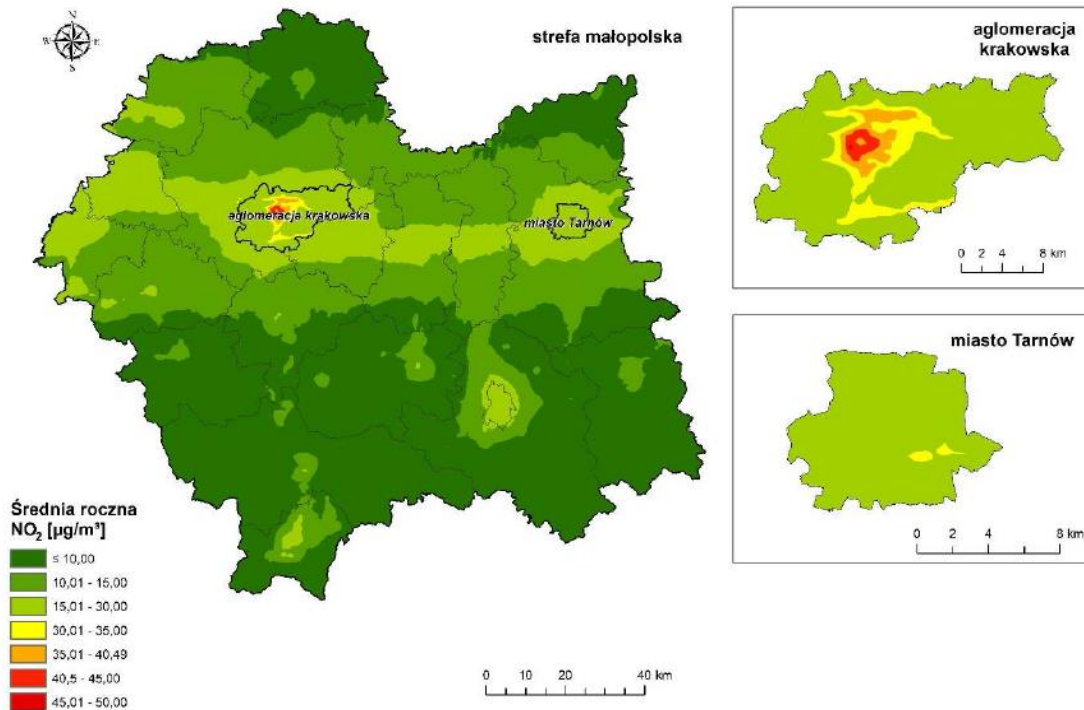
Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca  
/TYTUŁ DOKUMENTU/

Nr dokumentu

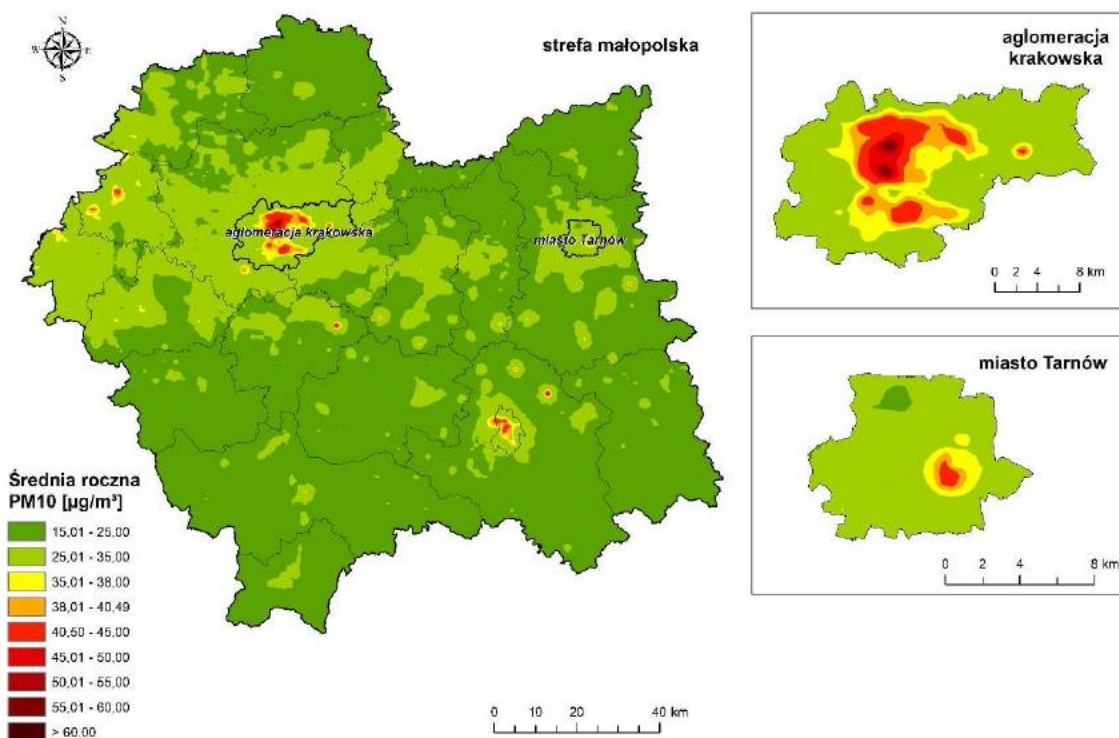
280/AE/2017

Str. 10/50

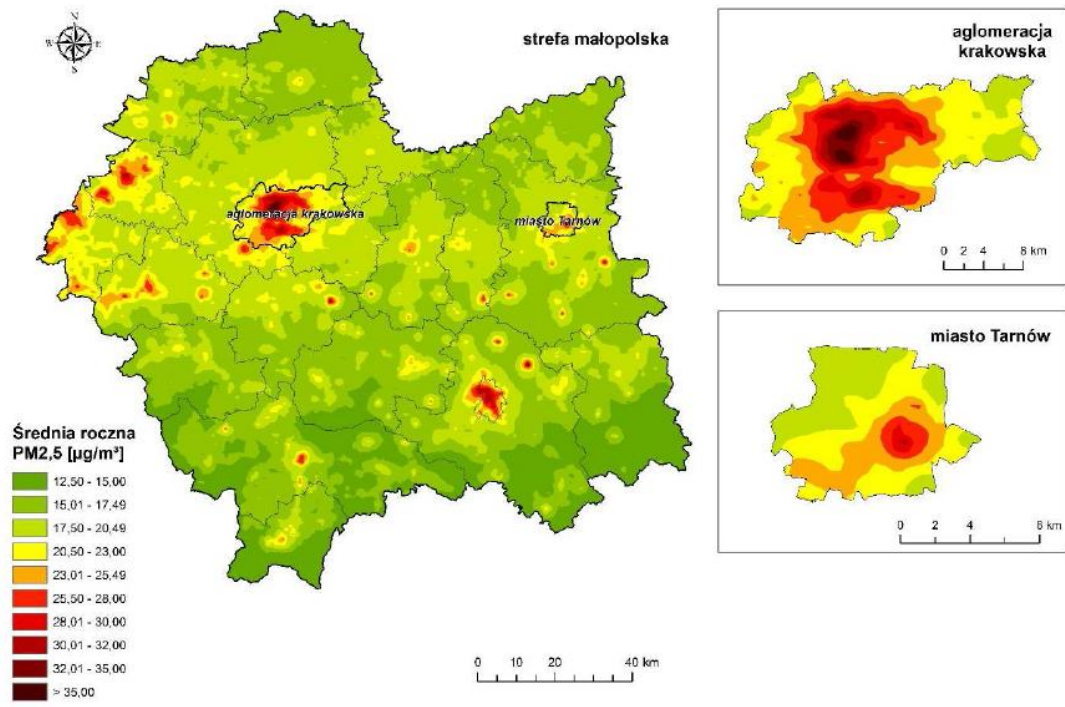
Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska



Rys. 1. Rozkład średniorocznych stężeń dwutlenku na terenie województwa małopolskiego i Aglomeracji Krakowskiej [źródło: (Dębska et al., 2017)]

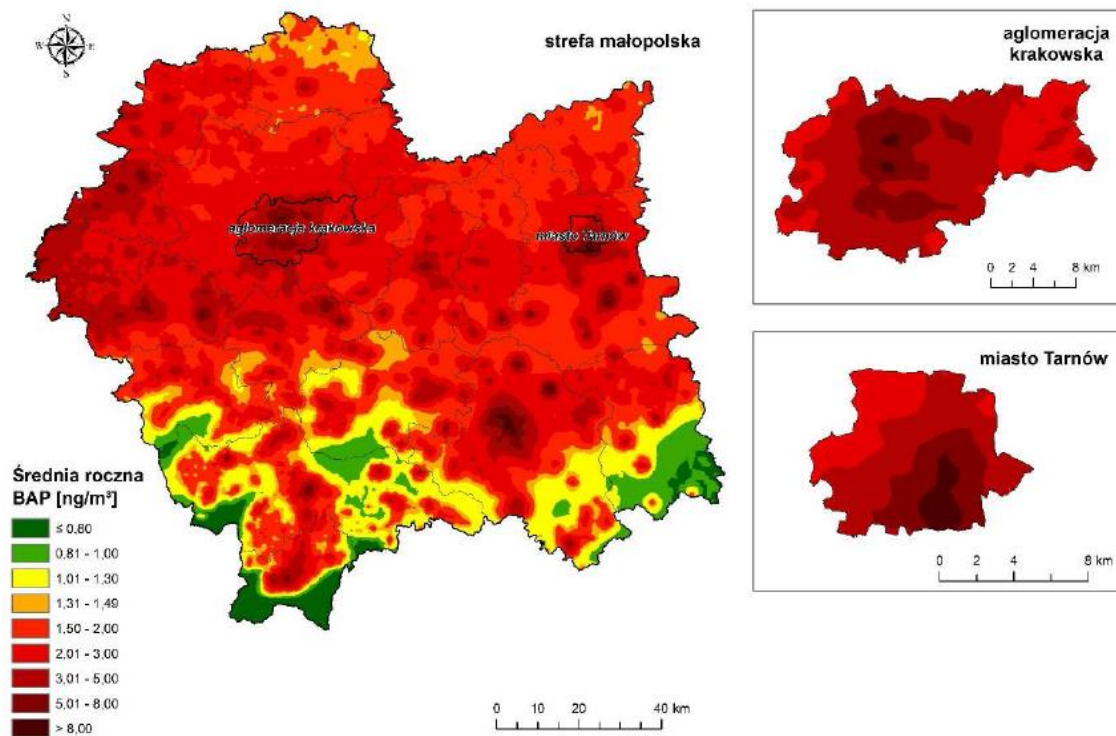


Rys. 2. Rozkład średniorocznych stężeń pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> w 2016 r. na terenie województwa małopolskiego i Aglomeracji Krakowskiej [źródło: (Dębska et al., 2017)]




Rys.

3. Rozkład średniorocznych stężeń pyłu zawieszonego PM<sub>2,5</sub> w 2016 r. na terenie województwa małopolskiego i Aglomeracji Krakowskiej [źródło: (Dębska et al., 2017)]



Rys. 3. Rozkład średniorocznych stężeń benzo(a)pirenu w 2016 r. na terenie województwa małopolskiego i Aglomeracji Krakowskiej [źródło: (Dębska et al., 2017)]

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 12/50

W 2016 r. odnotowano aż 165 dni z przekroczeniem dopuszczalnego, 24-godzinnego stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>, tj. o 130 razy więcej niż wynosi wartość dopuszczalna. Ww. przekroczenia występowały w sezonie grzewczym, w okresie od stycznia do maja i od września do grudnia 2016 r. (Dębska *et al.*, 2017).

W 2016 r. nie stwierdzono przekroczeń dopuszczalnych stężeń: dwutlenku siarki (SO<sub>2</sub>), tlenku węgla (CO), benzenu (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>), ozonu (O<sub>3</sub>) oraz zawartości ołowiu (Pb), arsenu (As), kadmu (Cd), niklu (Ni) w pyłe zawieszonym PM<sub>10</sub> (Dębska *et al.*, 2017).


#### **4. Identyfikacja pomieszczeń w żłobkach, przedszkolach i szkołach oraz liczby dzieci w nich przebywających w Gminie Miejskiej Kraków**

Zgodnie z dokumentami dostarczonymi przez Wydział Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa do wyposażenia w oczyszczacze powietrza wytypowano 3234 pomieszczenia, zlokalizowane w 243 placówkach opiekuńczych i edukacyjnych na terenie Gminy Miejskiej Kraków (Urząd Miasta Krakowa, 2017a; 2017b). Wśród nich jest 21 samorządowych żłobków, 109 samorządowych przedszkoli, 10 zespołów szkolno – przedszkolnych, 69 szkół podstawowych, 19 zespołów szkół ogólnokształcących, 5 zespołów szkół specjalnych, 6 ośrodków szkolno – wychowawczych oraz zespół placówek resocjalizacyjno-socjoterapeutycznych.

Ponad 76% budynków żłobków, przedszkoli i szkół podstawowych wybudowano w okresie od 1950 do 1990 r., 17% do 1950 r., a 7% po 1990 r. (Urząd Miasta Krakowa, 2017d; 2017e). Ww. placówki wyposażone są głównie w wentylację grawitacyjną, poza trzema żłobkami, sześcioma przedszkolami oraz salami gimnastycznymi w niektórych szkołach, w których występuje wentylacja mechaniczna. W placówkach wymieniono 80% okien na drewniane lub plastikowe z nawiewnikami, a w budynkach pięciu żłobków, sześciu przedszkoli, dziewiętnastu szkół i dwóch ośrodków szkolno - wychowawczych przeprowadzono termomodernizacje (Urząd Miasta Krakowa, 2017d; 2017e).

Pomieszczenia w placówkach edukacyjnych, w których planowane jest zastosowanie oczyszczaczy powietrza, to sale (Urząd Miasta Krakowa, 2017a; 2017b):

- zabaw, dydaktyczne, gimnastyczne oraz jadalnie i sypialnie, w łącznej liczbie 168 w żłobkach,
- zabaw, dydaktyczne, gimnastyczne, zajęć dodatkowych oraz sypialnie, w łącznej liczbie 684 w przedszkolach,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 13/50

- dydaktyczne i pracownie, gimnastyczne, rehabilitacyjne, świetlice, biblioteki, pomieszczenia rekreacyjne, sypialnie, w łącznej liczbie 2382 w zespołach szkolno – przedszkolnych, szkołach, ośrodkach szkolno – wychowawczych i zespole placówek resocjalizacyjno-socjoterapeutycznych.

Pomieszczenia te charakteryzują się (Urząd Miasta Krakowa, 2017a; 2017b):

- powierzchnią od 3,29 do 109,51 m<sup>2</sup>, wysokością od 2,33 do 3,5 m i kubaturą od 9,54 do 290,87 m<sup>3</sup> w żłobkach,
- powierzchnią od 6,24 do 130,00 m<sup>2</sup>, wysokością od 2,10 do 6,24 m i kubaturą od 20,59 do 650,00 m<sup>3</sup> w przedszkolach,
- powierzchnią od 5,70 do 792,00 m<sup>2</sup>, wysokością od 2,20 do 14,00 m i kubaturą od 17,17 do 7 732 m<sup>3</sup> w szkołach, ośrodkach szkolno – wychowawczych i zespole placówek resocjalizacyjno-socjoterapeutycznych.

Wśród wymienionych pomieszczeń największą kubaturę posiada 30 sal gimnastycznych, charakteryzujących się powierzchnią powyżej 250 m<sup>2</sup> i wysokością od 3,05 do 14,0 m.

W pomieszczeniach placówek przebywa średnio 25 dzieci (Urząd Miasta Krakowa, 2017c).


Z wyposażenia w oczyszczacze powietrza Urząd Miasta Krakowa (Urząd Miasta Krakowa, 2017a, 2017b) wyłączył, ze względów finansowych, inne miejsca przebywania dzieci tj.: korytarze, klatki schodowe, stołówki, łazienki i pomieszczenia WC.

Nie uwzględniono również pomieszczeń Samorządowego Przedszkola nr 13 i 139, w których działają już takie urządzenia oraz gabinetów dyrektorów i pokoi nauczycielskich, przeznaczonych do przebywania osób dorosłych.

## **5. Czynniki wpływające na stan powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**

Jakość powietrza w pomieszczeniach placówek edukacyjnych kształtowana jest przez zanieczyszczenia przenikające przez drzwi i okna lub systemy wentylacyjne, ze środowiska zewnętrznego (Csobod *et al.*, 2014). Proces przenikania zanieczyszczeń intensyfikuje przewietrzanie pomieszczeń, wymagane przepisami sanitarnymi (Rozporządzenie 2002b, Rozporządzenie, 2014).

Dodatkowo, jakość powietrza w ww. pomieszczeniach może być kształtowana przez substancje chemiczne emitowane z: materiałów budowlanych i wykończeniowych sufitów,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 14/50

ścian i podłóg oraz znajdujących się w salach mebli i przedmiotów, w tym zabawek, pomocy dydaktycznych i środków czystości stosowanych do ich czyszczenia (Csobod *et al.*, 2014).

Wpływ na stan zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach przedszkolnych i szkolnych ma również temperatura, wilgotność względna, prędkość i kierunek ruchu powietrza oraz stężenie dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) wydychanego przez przebywające w nich osoby (Gładyszewska-Fiedoruk, 2010a, 2012a; Griffiths, 2008; Ryssing Menå, Larsen, 2010, Müller, Skrzyniowska, 2012, Danielak M., 2012).

Istotne znaczenie ma wentylacja. Nieprawidłowo zaprojektowana może wpływać na zły rozdział powietrza w pomieszczeniach, prowadząc do powstawania przeciągów w miejscach dostarczania powietrza oraz przestrzeni powietrza nieruchomego, w których mogą kumulować się zanieczyszczenia (Pośniak *et al.*, 2010).

Niewłaściwe funkcjonowanie wentylacji, nieczyszczone kanały wentylacyjne i filtry mogą stanowić również źródło zanieczyszczeń biologicznych i drobnych cząstek (Szmolke, 2015; Kaiser, 2012).


Brak lub niewystarczająca wymiana powietrza w pomieszczeniach może prowadzić do skraplania się pary wodnej na chłodnych powierzchniach ścian i przedmiotów, szybach i stolارce okiennej, co może powodować zwiększenie wilgotności względnej powietrza i sprzyjać rozwojowi grzybów pleśniowych (Gładyszewska-Fiedoruk, 2010c).

## **6. Identyfikacja stanu zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół na podstawie badań**

Zgodnie z informacją Wydziału Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół, do chwili obecnej nie prowadzono pomiarów stężeń zanieczyszczenia powietrza. Trudno zatem ocenić jego rzeczywisty stan.

Pewnych informacji dostarczają wyniki projektu SINPHONIE, zrealizowanego w 2010-2012 r. na terenie 114 szkół podstawowych w 23 krajach europejskich, w tym 5 na terenie Polski, m.in. w Sosnowcu i Ligocie Woźnickiej (Csobod *et al.*, 2014) oraz dane literaturowe (Ryssing Menå, Larsen, 2010; Pośniak *et al.*, 2010; Gładyszewska-Fiedoruk, 2010a; 2010b; 2010c; 2012a; 2012b; Koruba *et al.*, 2014; Telejko, 2014).

Wyniki projektu wykazały występowanie na terenie badanych szkół podstawowych przekroczeń wartości dopuszczalnych zalecanych przez WHO (tabela 2). Wynosiły one: 560% średniorocznego stężenia dla pyłu zawieszzonego PM<sub>2,5</sub>, (Csobod *et al.*, 2014).

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 15/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

Odnotowany w pomieszczeniach przebywania dzieci poziom dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) przekraczał wartość 1000 ppm, zalecaną dla zapewnienia ich komfortu.

Stan ten potwierdziły również badania prowadzone w szkołach zlokalizowanych na terenie Danii, Szwecji i Norwegii (Ryssing Menå, Larsen, 2010)

W ramach projektu SINPHONIE stwierdzono występowanie w pomieszczeniach zanieczyszczeń biologicznych, reprezentowanych najliczniej przez grzyby z rodzajów: *Penicillium*, *Aspergillus* i *Paecilomyces* oraz bakterie z rodzajów: *Mycobacterium* i *Streptomyces* (Csobod *et al.*, 2014).

W analizowanych pomieszczeniach nie odnotowano przekroczeń wartości dopuszczalnych, ozonu i tlenu węgla (CO), zalecanych przez WHO. Stosowana w ww. pomieszczeniach wentylacja nie zapewniała, zalecanego przez WHO, minimalnego przepływu powietrza, wynoszącego 4 l/s na dziecko (Csobod *et al.*, 2014).


Wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach, zalecane przez WHO, podano w tabeli 2 (Csobod *et al.*, 2014).

**Tabela 2. Zalecane przez WHO wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach [źródło: (Csobod *et al.*, 2014; WHO, 2010, 2005)]**

Lp.	Zanieczyszczenie	Wartości dopuszczalne zalecane przez WHO		
		jednostka	czas uśredniania	wartość
3.	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	24-godziny	25
			rok kalendarzowy	10
4.	ozon (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	8-godzin	100
5.	tlenek węgla (CO)	mg/m <sup>3</sup>	15-minut	100

Dane odnośnie pyłu zawieszonego i dwutlenku węgla przedstawiają także wyniki badań prowadzonych na terenie 11 szkół zlokalizowanych na terenie Warszawy (Pośniak *et al.*, 2010). Badania wykazały, ponadto, że stężenie bakterii i grzybów w badanych szkołach było niższe od wartości referencyjnych dla pomieszczeń mieszkalnych i użyteczności publicznych, zalecanych przez Międzyresortową Komisję ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynnikiów Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy. Najliczniej, poza grzybami z rodzajów: *Aspergillus* i *Penicillium*, występowały bakterie z rodzajów: *Micrococcus* i *Bacillus* (Pośniak *et al.*, 2010).

Z kolei wyniki badań prowadzonych w 9 przedszkolach zlokalizowanych na terenie Białegostoku wykazały, że jakość powietrza w pomieszczeniach spełniała wartości zalecane dla zapewnienia komfortu przebywającym w nich osobom w zakresie temperatury i nie spełniała w zakresie stężenia dwutlenku węgla (CO<sub>2</sub>) (Gładyszewska-Fiedoruk, 2010a;

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 16/50

2010b; 2012a; 2012b). Wilgotność względna powietrza w ww. pomieszczeniach, w budynkach bez termomodernizacji, była wyższa niż wartość zalecana dla zapewnienia komfortu cieplnego, a w pomieszczeniach, w budynkach po termomodernizacji, była niższa od niej (Gładyszewska-Fiedoruk, 2010c). Ww. stan zanieczyszczenia powietrza potwierdzają również wyniki badań przeprowadzonych w 4 przedszkolach zlokalizowanych na terenie Ostrowca Świętokrzyskiego (Koruba *et al.*, 2014; Telejko, 2014).

Należy domniemywać, że poziom zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół na terenie Krakowa może być podobny do stanu opisanego w pkt. 3 niniejszej ekspertyzy.


## 7. Charakterystyka oczyszczaczy powietrza

Oczyszczacze powietrza stosowane są coraz częściej w pomieszczeniach domowych oraz użytku publicznego, tj.: restauracje, szpitale, przychodnie lekarskie, hotele, siłownie, gabinety kosmetyczne, przychodnie weterynaryjne, czy toalety (Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza). W ostatnim roku w oczyszczacze powietrza wyposażono placówki edukacyjne m.in w Rzeszowie (Fakt24, 2017) i Warszawie (TVN24, 2017) oraz, zgodnie z informacją Wydziału Kształtowania Środowiska Urzędu Miasta Krakowa, dwa przedszkola w Krakowie (UM Kraków, 2017a).

Są to urządzenia elektryczne, zaliczane do sprzętu AGD, wykorzystujące do usuwania zanieczyszczeń z powietrza w pomieszczeniach zamkniętych proces filtracji. Ich konstrukcja składa się z obudowy, wentylatora, zestawów filtrów odpowiedzialnych za usuwanie zanieczyszczeń oraz panelu sterowania, z przyciskiem zasilania, przełącznikami trybów pracy (automatycznego, ręcznego i uśpienia) oraz regulacji prędkości wentylatora (wydajności oczyszczacza). Większość oczyszczaczy jest wyposażana w czujniki cząstek pyłu, zapachów, ruchu, dźwięku i światła, których wskazania stanowią podstawę sterowania ich pracą w trybie automatycznym. Urządzenia te mogą być zdalnie sterowane, za pomocą pilota lub aplikacji, przy użyciu Wi-Fi. Niektóre z nich posiadają blokadę zabezpieczającą przed użyciem przez dzieci. Oczyszczacze mogą być stawiane na podłodze pomieszczeń lub zawieszane na ścianie. Pierwszy stopień filtracji oczyszczaczy powietrza stanowią siatkowe filtry wstępne do zatrzymywania największych zanieczyszczeń stałych (np. pyłki, włosy), a rodzaje kolejnych filtrów dobierane są w zależności od substancji wymagających usunięcia z powietrza.

Filtry stosowane w oczyszczaczach powietrza, zasady ich działania i rodzaje usuwanych zanieczyszczeń podano w tabeli 3.




	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 17/50

**Tabela 3. Rodzaje filtrów stosowanych w oczyszczaczach powietrza, zasada ich działania i rodzaje usuwanych zanieczyszczeń**

Lp.	Rodzaje filtrów	Zasada działania	Rodzaje usuwanych zanieczyszczeń
1.	filtr HEPA (ang. <i>High Efficiency Particulate Air filter</i> )	zatrzymanie zanieczyszczeń na mikrowłóknach	zanieczyszczenia stałe o wielkości > 0,3 μm, bakterie, grzyby i ich zarodniki, (Schroth, 1996; Waring, Siegel, Corsi, 2008; Zuraimi <i>et al.</i> , 2017; Peck <i>et al.</i> , 2016; Zuraimi, Nilsson, Magee, 2011, Tomczak, 2006, Kaliński, Rusowicz, 2004)
2.	filtr węglowy	adsorpcja zanieczyszczeń na powierzchni węgla aktywnego	lotne związki organiczne, ozon, węglowodory, tlenki azotu, rozpuszczalniki, zapachy (Mucha, Pastuszka, 2010; Tomczak, 2006, Ao, Lee, 2005; Grzybek T., 1996)
3.	filtr jonizujący lub jonizator	przyciąganie zanieczyszczeń naładowanych dodatnio przez jony naładowane ujemnie, wytwarzane przez jonizator, łączenie ich w większe cząstki i osadzanie	zanieczyszczenia stałe, mikroorganizmy (Sockfisch, 2005; Tomczak, 2006; Waring, Siegel, Corsi, 2008; Zuraimi, Nilsson, Magee, 2011; Kostyrko, 2013)
4.	filtr ultrafioletowy (UV)	niszczenie mikroorganizmów za pomocą światła ultrafioletowego	bakterie, wirusy, grzyby (Małecka, Bobrowski, 2011, Kostyrko, 2013)
5.	filtr katalityczny / fotokatalityczny	utlenianie zanieczyszczeń i niszczenie mikroorganizmów w reakcjach chemicznych	zapachy, formaldehyd, amoniak, benzen, mikroorganizmy, tlenki azotu (Baturów, Vorontsov, Kozlov, 2005, Tomczak, 2006; Ao, Lee, 2005; Kostyrko, 2013, Makles, 2005, Charkowska, 2008; Barkalow <i>et al.</i> , 2008)

Filtry są materiałami eksploatacyjnymi i dla zapewnienia stałej, wymaganej skuteczności oczyszczania powinny być wymieniane na nowe i/lub czyszczone (Zuraimi *et al.*, 2017), zgodnie z instrukcjami producentów i przy użyciu odpowiedniego sprzętu. W przypadku filtrów, których producent zaleca czyszczenie wodą, proces ten powinien być prowadzony w odpowiednich warunkach, tj. w miejscu do tego celu przeznaczonym, z dostępem do bieżącej wody i odprowadzaniem ścieków, umożliwiającym ich skuteczne oczyszczenie. Częstotliwość wymiany i/lub czyszczenia filtrów uzależniona jest od stopnia zanieczyszczenia powietrza.

Producenci oczyszczaczy mogą również stosować inne, indywidualne rozwiązania techniczne, wspomagające proces usuwania zanieczyszczeń, np. pokrywanie kaset filtracyjnych powłokami o działaniu antybakteryjnym (Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza).


	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 18/50

Oczyszczacze mogą być dodatkowo wyposażone w nawilzacze wytwarzające parę wodną, zwiększającą wilgotność powietrza w pomieszczeniach. Oczyszczacz z nawilzaczem wymaga jednak regularnego uzupełniania wody o wysokiej czystości (Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza).

Należy podkreślić, że eksploatacja oczyszczaczy powietrza związana jest z ponoszeniem dodatkowych kosztów wymiany / czyszczenia filtrów oraz zużycia energii elektrycznej. W przypadku zastosowania dodatkowo nawilzaczy w oczyszczaczach koszty obejmują m.in. zakup wody zdemineralizowanej lub części eksploatacyjnych związanych z jej oczyszczaniem oraz zapobieganiem osadzania kamienia, a dla urządzeń z lampami UV, koszty ich wymiany (Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza). Można stwierdzić, że im powietrze w pomieszczeniu jest bardziej zanieczyszczone, tym eksploatacja oczyszczacza będzie droższa. Przykładowo, szacunkowe koszty wymiany jednego filtra rodzaju HEPA, wg danych uzyskanych od dostawców, wynoszą minimum 300 zł. W przypadku wymiany zestawu filtrów: wstępny / HEPA / węglowy, w postaci kasety, koszty te są znacznie wyższe i wynoszą powyżej 1000 zł. Całkowite koszty eksploatacyjne trudno określić na etapie zakupu oczyszczacza na podstawie folderów reklamowych ich dostawców. Można je określić dopiero po wstępnym okresie użytkowania urządzeń, w warunkach rzeczywistych.

Oczyszczacze powietrza można charakteryzować za pomocą następujących parametrów technicznych (Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza):

- rodzaje usuwanych zanieczyszczeń – tabela 3,
- skuteczność usuwania zanieczyszczeń [%] - zdolność do redukcji zanieczyszczeń przepływających przez oczyszczacz, w odniesieniu do wielkości cząstek podawanych w mikrometrach,
- powierzchnia oczyszczania [ $m^2$ ] – wielkość powierzchni pomieszczenia, w którym urządzenie jest w stanie oczyścić powietrze,
- wydajność [ $m^3/h$ ] – ilość powietrza jaką oczyszczacz jest w stanie przefiltrować w ciągu godziny, pracując na najwyższych obrotach wentylatora,
- głośność [dB (A)] – poziom ciśnienia akustycznego emitowanego przez urządzenie podczas pracy, mierzony, zgodnie z normami PN-EN ISO 11201 i PN-EN ISO 11202, w odległości 1 m od urządzenia (PN-EN ISO 11201, 2012; PN-EN ISO 11202 ,2012),
- pobór mocy [W] – ilość zużywanej energii elektrycznej,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 19/50


- długość fali [nm] – długość fali promieniowania ultrafioletowego UV, w przypadku oczyszczaczy z filtrami ultrafioletowymi,
- żywotność lampy [h] – czas pracy lampy UV,
- temperatura pracy [°C] / wilgotność [%] – zakres temperatury i wilgotności względnej powietrza, w jakich może pracować urządzenie,
- parametry zasilania – napięcie [V], częstotliwość prądu [Hz], natężenie prądu [A]
- masa [kg] – masa urządzenia, z filtrami i bez,
- wymiary [mm] – długość, szerokość i głębokość urządzenia,
- rodzaje materiałów, z których wykonane są elementy oczyszczacza, np. obudowa.

Najbardziej istotnym parametrem technicznym, charakteryzującym oczyszczacz w zakresie usuwania zanieczyszczeń z powietrza w pomieszczeniach, jest skuteczność oczyszczania.

W katalogach producentów podawana jest ona głównie w odniesieniu do skuteczności, zastosowanych w oczyszczaczach, filtrów HEPA. Parametr ten określany jest na podstawie badań przewodzonych w warunkach laboratoryjnych przy wykorzystaniu referencyjnych metod, zgodnie z wymaganiami następujących norm:

- PN-EN 1822-1:2009 pt.: „Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 1: Klasyfikacja, badanie parametrów, znakowanie”,
- PN-EN 1822-2:2009 pt.: „Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 2: Wytwarzanie aerozolu, przyrządy pomiarowe, statystyka zliczania cząstek”,
- PN-EN 1822-3:2009 pt.: „Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 3: Badanie płaskiego materiału filtracyjnego”,
- PN-EN 1822-4:2009 pt.: „Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 4: Określanie przecieku filtru (metoda przeszukiwania)”,
- PN-EN 1822-5:2009 pt.: „Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 5: Określanie skuteczności filtru”.

Wyniki badań skuteczności filtrów HEPA odnoszą się do warunków wzorcowych, odbiegających od warunków rzeczywistych, występujących w pomieszczeniach. W badaniach stosuje się wzorcowy aerozol, o określonym składzie i wielkości zawartych w nim cząstek. Próbkę materiału filtracyjnego umieszczana jest na specjalistycznym stanowisku badawczym i poddawana działaniu strumienia powietrza o stałych parametrach (temperatura, wilgotność, przepływ), do którego dozowana jest określona dawka aerozolu (PN-EN 1822-1, 2009;

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 20/50

PN-EN 1822-2, 2009; PN-EN 1822-3, 2009). Zmierzone w tych warunkach wartości nie można zatem interpretować jako skuteczność oczyszczenia powietrza w pomieszczeniu, w którym zainstalowany będzie oczyszczacz.


Dla innych rodzajów filtrów stosowanych w oczyszczaczach nie ma indywidualnych wymagań normowych dla określania ich skuteczności. Problem ten dotyczy również skuteczności całego urządzenia, jakim jest oczyszczacz.

Ze względu na brak jednolitego, znormalizowanego podejścia do oceny oczyszczaczy, jako urządzeń, ich skuteczność może być określana za pomocą różnego rodzaju wskaźników, opracowanych przez niezależne jednostki certyfikujące, w tym:

- szybkość dostarczania czystego powietrza CADR (AHAM, 2017),
- skuteczność usuwania drobnego pyłu i substancji alergizujących (TÜV NORD, 2013),
- skuteczność usuwania alergenów (ECARF, 2017; AAFA, 2017).

Wskaźnik szybkości dostarczania czystego powietrza CADR (ang. *Clean Air Delivery Rate*), określa zdolność oczyszczacza do usuwania z powietrza cząstek dymu tytoniowego, kurzu i pyłu (AHAM, 2017). Wyznaczany jest on na podstawie prowadzonych badań, zgodnie z procedurą badawczą ANSI/AHAM AC-1 „Standard Method for Measuring Performance of Portable Household Electric Cord-Connected Room Air Cleaner” Amerykańskiego Stowarzyszenia Producentów Sprzętu Gospodarstwa Domowego (Association of Home Appliance Manufacturers – AHAM). Badania prowadzone są w komorze badawczej o objętości 1008 cf (ang. *cubic feet* - stóp sześciennych odpowiadających 28,4 m<sup>3</sup>), w której umieszczany jest oczyszczacz. Do komory doprowadzane są: dym tytoniowy, wzorcowy pył ACFTD (Air Cleaner Fine Test Dust / Arizona Road Dust) o rozmiarze cząstek od 0,09 do 1,0 μm i aerozol wytworzony z pyłku morwy papierowej o wielkości cząstek od 0,5 do 11 μm. Wskaźnik CADR wyznaczany jest oddzielnie dla dymu tytoniowego, kurzu i pyłu, na podstawie ich stężeń zmierzonych w komorze przy wyłączonym i włączonym oczyszczaczu, przy uwzględnieniu objętości powietrza komory (Foarde, 1999). Parametr ten określany jest w stopach sześciennych na minutę [cfm] (AHAM, 2017).


Skuteczność usuwania drobnego pyłu i substancji alergizujących określana jest poprzez wskaźniki wyznaczane za pomocą badań realizowanych wg programu opracowanego przez TÜV NORD pt.: „Test higienicznej jakości powietrza wewnątrz pomieszczeń” (TÜV NORD, 2013):

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 21/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

- skuteczność usuwania pyłów z podziałem na frakcje od 0,3 µm do 10 µm,
- skuteczność usuwania frakcji pyłowej o wielkości cząstek ≤ 10 µm,
- skuteczność usuwania frakcji pyłu respirabilnego ≤ 7 µm,
- skuteczność usuwania bakterii,
- zawartość alergenów roztoczy dermatophagoides pteronyssinus Der p1 i dermatophagoides farinae Der f1 w oczyszczonym powietrzu,
- skuteczność usuwania zarodników pleśni,
- obecność zarazków w oczyszczonym powietrzu.

W badaniach wskaźników stosowane są metody, zgodne z niemieckimi oraz normami międzynarodowymi (ISO), europejskimi (EN) i Stowarzyszenia Niemieckich Inżynierów (VDI), w tym (TÜV NORD, 2013):

- VDI 2066: "Particulate matter measurement. Dust measurement in flowing gases. Gravimetric determination of dust load ",
- VDI 3867: "Particulate matter measurement; methods for characterizing and monitoring test aerosols (survey)",
- DIN EN 481: "Workplace atmospheres; Size fraction definitions for measurement of airborne particles",
- DIN EN 779: "Particulate air filters for general ventilation",
- DIN EN 1822: "High-efficiency particulate air filters (EPA, HEPA and ULPA)",
- DIN EN 13725: "Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry",
- DIN ISO 7708: "Air quality. Particle size fraction definitions for health-related sampling",
- DIN EN ISO 5167: "Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices",
- DIN EN ISO 16000-9: "Indoor air. Part 9: Determination of the emission of volatile organic compounds from building products and furnishing – Emission test chamber method",
- ISO 12103-1: "Road vehicles. Test dust for filter evaluation; Arizona test dust",
- ISO 16000-28: "Indoor air. Determination of odour emissions from building products using test chambers",

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 22/50

- TRGS 402: "Determination and assessment of the concentrations of airborne hazardous substances in working areas",
- Allergen analysis by means of monoclonal antibodies ("ELISA test").

Badania prowadzone są w komorze badawczej o objętości 40 m<sup>3</sup> z zastosowaniem aerozolu z olejem parafinowym lub zarodnikami kultur grzybów *Penicillium* i *Cladosporium* w stężeniu 1000 CFU/m<sup>3</sup> (CFU ang. *colony-forming unit* - jednostka tworząca kolonię), dla maksymalnej i standardowej wydajności oczyszczacza powietrza oraz jako długoterminowe przez okres 12 tygodni przez 8 h/d (TÜV NORD, 2013). Zakres badań, dla oczyszczaczy usuwających zapachy, obejmuje również ocenę ich usuwania metodą zgodną z DIN EN 13725 "Air quality. Determination of odour concentration by dynamic olfactometry".


Uzyskane z badań wartości oceniane są w świetle kryteriów (TÜV NORD, 2013):

- skuteczność usuwania pyłów z podziałem na frakcje od 0,3 µm do 10 µm, co najmniej 95%, przy maksymalnej wydajności i co najmniej 98%, przy normalnej wydajności,
- skuteczność usuwania frakcji pyłowej o wielkości cząstek ≤ 10 µm, co najmniej 98%, przy maksymalnej wydajności i co najmniej 98%, przy normalnej wydajności,
- skuteczność usuwania frakcji pyłu respirabilnego ≤ 7 µm, co najmniej 90%, przy maksymalnej wydajności i co najmniej 96%, przy normalnej wydajności,
- skuteczność usuwania bakterii, co najmniej 95%,
- zawartość alergenów roztoczy dermatophagoides pteronyssinus Der p1 i dermatophagoides farinae Der f1 w oczyszczonym powietrzu poniżej 1 ng/m<sup>3</sup>,
- skuteczność usuwania zarodników pleśni, co najmniej 85%,
- brak zarazków w oczyszczonym powietrzu.

Wyniki oceny wskaźników stanowią podstawę oznaczenia oczyszczacza powietrza znakiem opisanym w pkt. 11 ekspertyzy.

Skuteczność usuwania alergenów określana jest przez dwa rodzaje wskaźników wyznaczanych, zgodnie z programami badań, opracowanymi przez niezależne jednostki :

- Fundację Europejskiego Centrum Badania Alergii (European Centre for Allergy Research Foundation – ECARF),
- Amerykańską Fundację Astmy i Alergii (Asthma and Allergy Foundation of America – AAFA).

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 23/50

Wskaźnik określony przez ECARF charakteryzowany jest przez trzy parametry (ECARF, 2017):

- minimalną skuteczność usuwania cząstek najbardziej penetrujących o wielkości do 0,1 do 0,3  $\mu\text{m}$ ,
- skuteczność zbierania bakterii i drobnych pyłów o wielkości 0,5  $\mu\text{m}$ ,
- skuteczność zbierania zarodników pleśni i pyłków o wielkości większej niż 3  $\mu\text{m}$ .


Ww. parametry wyznaczane są za pomocą badań prowadzonych z zastosowaniem wzorcowego aerozolu chlorku potasu (KCl) lub sebacynianu di-2-etyloheksylu (DEHS) z cząstkami o wielkości od 0,1 do 3  $\mu\text{m}$ . Program badań oczyszczaczy ECARF obejmuje również ocenę zapachu powietrza wylotowego metodą, zgodną z VDA 270 (ECARF, 2017).

Drugi rodzaj wskaźników to (AAFA, 2017):

- zdolność do redukcji bioalergenów,
- ilość wychwyconego alergenu w materiale filtra w odniesieniu do całkowitej uzyskanej redukcji alergenu w powietrzu.

Wskaźniki wyznaczane są na podstawie badań prowadzonych, zgodnie z procedurą ASP:08:01/101 Air Cleaner Certification Standard, w standaryzowanych komorach badawczych i warunkach. Wartości wskaźników skuteczności usuwania alergenów uzyskane z badań oceniane są w świetle odpowiednich kryteriów określonych przez (ECARF, 2017; AAFA, 2017):

- ECARF:
  - minimalna skuteczność dla wielkości cząstek najbardziej przenikających ( $\geq 0,1 \leq 0,3 \mu\text{m}$ ) co najmniej 85 %,
  - skuteczność zbierania cząstek o wymiarze 0,5  $\mu\text{m}$  (bakterie, drobny pył), co najmniej 90%,
  - skuteczność zbierania cząstek o wymiarze  $\geq 3 \mu\text{m}$  (zarodniki pleśni, pyłki), co najmniej 95%,
  - neutralny zapach powietrza wylotowego.
- AAFA:
  - zdolność do redukcji bioalergenów w powietrzu w komorze badawczej, co najmniej 75%,
  - ilość wychwyconego alergenu w materiale filtra, co najmniej 50% całkowitej uzyskanej redukcji alergenu w powietrzu.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 24/50

Na podstawie oceny wskaźników usuwania alergenów wydawane są certyfikaty opisane pkt. 11 ekspertyzy.

Poza wymienionymi badaniami, mającymi na celu określenie skuteczności usuwania zanieczyszczeń, zgodnie z programami badań niezależnych jednostek certyfikujących, producenci podejmują działania w celu weryfikacji skuteczności swoich rozwiązań w warunkach zbliżonych do warunków do użytkowania. Ze względu na brak jednolitych metod badań ocena uzyskiwanych wyników jest trudna.

Powierzchnia oczyszczania i wydajność oczyszczacza, podawane są przez producentów jako podstawowe parametry doboru urządzenia. W większości przypadków nie podają oni kubatury pomieszczenia, dla którego przeznaczony jest oczyszczacz. W nielicznych kartach katalogowych występuje wysokość pomieszczenia.

Część producentów podaje też współczynnik oczyszczania, określający liczbę wymian powietrza w pomieszczeniu w ciągu godziny, jaką jest w stanie przeprowadzić oczyszczacz.


Taki sposób prezentacji parametrów technicznych oczyszczaczy utrudnia ich prawidłowy dobór do kubatury pomieszczeń.

#### Podsumowanie

W przypadku pomieszczeń żłobków, przedszkoli i szkół, oczyszczacze powinny być przede wszystkim wyposażone w filtr wstępny i filtr HEPA. Umożliwiają one usunięcie dużych i drobnych zanieczyszczeń stałych, w tym pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub>, wraz z zawartymi w nim substancjami chemicznymi (metale ciężkie, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne). Na filtrze osadzają się również unoszące się w powietrzu bakterie, grzyby i ich zarodniki. Należy jednak zwrócić uwagę, że wychwycone na filtrze mikroorganizmy mogą się rozwijać, dlatego należy je systematycznie wymieniać lub czyścić. Do usuwania lotnych związków organicznych i zapachów należy zastosować filtr węglowy.

Uzupełnienie ww. zestawu filtracyjnego o filtry jonizacyjne lub ultrafioletowe, celem zintensyfikowania procesu usuwania zanieczyszczeń stałych i mikroorganizmów może budzić obawy z uwagi na emisję szkodliwego dla zdrowia ludzi ozonu. Ten silny utleniacz może powodować bóle głowy, podrażnienie górnych dróg oddechowych lub oczu (Makles, Galwas-Zakrzewska, 2004). Jego ilość może się kumulować zwłaszcza w pomieszczeniach źle wentylowanych.



	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 25/50

Ponadto, w przypadku filtrów jonizujących, zanieczyszczenia stałe, poddane ich działaniu mogą ponownie uwalniać się do powietrza.

Do usuwania tlenków azotu przenikających do pomieszczeń ze środowiska zewnętrznego służą filtry fotokatalityczne. Część producentów podaje również, że mogą być one adsorbowane przez filtry węglowe. Rozwiązania te wymagają jednak użycia zmodyfikowanego węgla aktywnego. (Grzybek, 1996).

Z kolei zastosowanie nawilżaczy może stwarzać zagrożenie rozwoju mikroorganizmów.

Miejsce i sposób zainstalowania oczyszczacza, jako urządzenia zasilanego energią z sieci elektrycznej, zapewniające brak dostępu dzieciom, jest także istotnym parametrem, w przypadku pomieszczeń żłobków, przedszkoli i szkół.


Skuteczność filtru HEPA nie może być interpretowana jako skuteczność całego oczyszczacza powietrza.

Wskaźniki skuteczności usuwania zanieczyszczeń, określone zgodnie z programami badawczymi opracowanymi przez jednostki AHAM i TÜV NORD, dotyczą redukcji pyłów, a wskaźniki ECARF i AAFA odnoszą się do jedynie do alergenów. Należy zaznaczyć, że ww. wskaźniki wyznaczane są w warunkach laboratoryjnych i powinny odbiegać od wartości uzyskiwanych w rzeczywistych warunkach użytkowania.

Rzeczywista skuteczność oczyszczenia powietrza w pomieszczeniu powinna być określona po zainstalowaniu urządzenia poprzez badania weryfikujące, w normalnych warunkach użytkowania.

## **8. Stan formalno – prawny dotyczący stosowania oczyszczaczy powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**

Oczyszczacze powietrza, zgodnie z §2 ust. 16 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lipca 2014 r. w przypadku żłobków oraz §9 ust. 3 Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002 r., w przypadku przedszkoli i szkół, powinny posiadać atesty lub certyfikaty. Ten ogólny zapis nie precyzuje zawartości ww. dokumentów oraz nie wskazuje jednostek odpowiedzialnych za ich wydanie. Należy rozumieć, że dostawca oczyszczacza powietrza powinien potwierdzić spełnienie przez urządzenie wymagań zawartych w aktach prawnych dotyczących wprowadzania wyrobów na rynek (Ustawa, 2016), jak również zweryfikować parametry techniczne, w tym skuteczność,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 26/50

zapewniającą dotrzymanie wymaganej w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół jakości powietrza.

### **8.1. Akty prawne dotyczące wprowadzania wyrobów na rynek**

Oczyszczacze powietrza podlegają pod wymagania dla wyrobów wprowadzanych na rynek określone w:


1) Dyrektywach Parlamentu Europejskiego i Rady:

- 2001/95/WE dotyczącej ogólnego bezpieczeństwa produktów,
  - 2014/35/UE dotyczącej sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia,
  - 2014/30/UE dotyczącej kompatybilności elektromagnetycznej,
  - 2011/65/UE dotyczącej ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym – RoHS,
  - 2012/19/UE dotyczącej zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego
- oraz implementujących je do ustawodawstwa polskiego ustawach i rozporządzeniach:
- Ustawie z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów,
  - Rozporządzeniu Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego,
  - Rozporządzeniu Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym,
  - Ustawie z dnia 11 września 2015 r. o zużytym sprzęcie elektrycznym i elektronicznym.

2) Rozporządzeniu Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1907/2006 w sprawie (...) stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów – REACH,

3) Rozporządzeniu (WE) nr 850/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady dotyczącym trwałych zanieczyszczeń organicznych – TZO,

Dodatkowo, oczyszczacze powietrza z zamontowanymi lub dołączonymi bateriami podlegają pod wymagania Dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2006/66/WE i Ustawy z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 27/50

## **8.2. Akty prawne dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**

Wymagania dotyczące jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół wynikają z:


- 1) Ustawy Prawo budowlane i wydanego na jej podstawie Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie,
- 2) Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lipca 2014 r. w sprawie wymagań lokalowych i sanitarnych jakie musi spełniać lokal, w którym ma być prowadzony żłobek lub klub dziecięcy,
- 3) Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny w publicznych i niepublicznych szkołach i placówkach,
- 4) Zarządzenia Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi.

## **9. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza przewidzianych do zastosowanych w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**

### **9.1. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza jako wyrobów wprowadzanych na rynek**

Ocena oczyszczaczy powietrza, w świetle wymagań określonych w aktach prawnych podanych w pkt. 8.1 niniejszej ekspertyzy, powinna obejmować sprawdzenie zgodności:

- 1) właściwości elektrycznych z wymaganiami Dyrektyw: 2001/95/WE (ogólne bezpieczeństwo produktów), 2014/35/UE (niskonapięciowy sprzęt elektrycznego) i 2014/30/UE (kompatybilność elektromagnetyczna), Ustawy z dnia 12 grudnia 2003 r. i Rozporządzenia Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r.,
- 2) zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w elementach elektrycznych i elektronicznych oczyszczaczy powietrza z wymaganiami Dyrektywy 2011/65/UE (RoHS) i Rozporządzenia Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 21 grudnia 2016 r.,
- 3) zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w materiałach oczyszczaczy powietrza z wymaganiami Rozporządzeń: nr 1907/2006 – REACH i nr 850/2004 – TZO,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 28/50

- 4) zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w bateriach z wymaganiami Dyrektywy 2006/66/WE (baterie i akumulatory) i Ustawy z dnia 24 kwietnia 2009 r.,
- 5) oznakowania z wymaganiami Dyrektywy 2012/19/UE (zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny) i Ustawy z dnia 11 września 2015 r.

## **9.2. Zakres oceny oczyszczaczy powietrza w świetle wymagań dla jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**


Żłobki, przedszkola i szkoły, na podstawie ustawy Prawo budowlane, zaliczane są do kategorii IX obiektów budowlanych (Ustawa, 1994) i podlegają pod wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Rozporządzenie 2002b). Wentylacja tego rodzaju obiektów, zgodnie z § 147 pkt. 1 ww. rozporządzenia, powinna zapewniać odpowiednią wymianę powietrza, jego czystość, temperaturę, wilgotność względną i prędkość ruchu w pomieszczeniach, przy zachowaniu wymagań przywołanej, w załączniku nr 1 do ww. rozporządzenia, normy PN-B-03430:1983+Az3:2000. Ww. norma określa minimalny dopuszczalny strumień objętości powietrza wentylacyjnego wynoszący: 15 m<sup>3</sup>/h na osobę dla pomieszczeń w żłobkach i przedszkolach oraz 20 m<sup>3</sup>/h na osobę dla pomieszczeń w szkołach.

W placówkach edukacyjnych niewyposażonych w wentylację mechaniczną lub klimatyzację, zgodnie z § 155 pkt. 1 rozporządzenia, okna, w celu okresowego przewietrzania, powinny mieć konstrukcję umożliwiającą otwieranie co najmniej 50% powierzchni.

Dla pomieszczeń żłobków, niewyposażonych w wentylację mechaniczną nawiewno-wywiewną lub klimatyzację, § 2 pkt. 19 Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lipca 2014 r., doprecyzowuje, że powinny być one wietrzone w ciągu dnia co najmniej 4 razy, przez co najmniej 10 minut (Rozporządzenie, 2014).

W przypadku pomieszczeń szkół i innych placówek § 12 Rozporządzenia Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002 r., uszczegółowia, że pomieszczenia, w których odbywają się zajęcia, wietrzy się w czasie każdej przerwy, a w razie potrzeby także w czasie zajęć (Rozporządzenie, 2002a).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w § 310 pkt. 1 określa, że emisja zanieczyszczeń wydzielanych przez materiały budowlane i wykończeniowe oraz wyposażenie pomieszczeń, nie powinna powodować przekroczeń wartości dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia (Rozporządzenie 2002b), określonych w Zarządzeniu Ministra

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 29/50

Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. (Zarządzenie, 1996). Zarządzenie to kwalifikuje pomieszczenia w budynkach oświatowych przeznaczone do stałego pobytu dzieci i młodzieży do kategorii A, a podane dla nich wartości dopuszczalne nie obejmują stężeń: pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub> i PM<sub>2,5</sub> i zawartych w nim wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (w tym benzo(a)pirenu) oraz dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>).

Ze względu na brak innych, krajowych aktów prawnych i norm określających wymagania dla jakości powietrza w pomieszczeniach przebywania żłobków, przedszkoli i szkół, w Komitecie Technicznym 317 ds. Wentylacji i Klimatyzacji PKN prowadzone są prace nad opracowaniem normy PN-EN 16798-1, dotyczącej parametrów wejściowych środowiska wewnętrznego do projektowania i oceny charakterystyki energetycznej budynków, w odniesieniu do jakości powietrza wewnętrznego, środowiska cieplnego, oświetlenia i akustyki (PKN, 2017).

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury obliguje również do stosowania do oceny poziomu hałasu w ww. pomieszczeniach wymagań zawartych w normie PN-B-02151-02 (PN-B-012151-02, 1987).

W związku z powyższym, ocena oczyszczaczy powietrza, w świetle wymagań dla jakości powietrza i poziomu hałasu, powinna obejmować sprawdzenie zgodności (poprzez pomiary):


- stężeń zanieczyszczeń w powietrzu pomieszczeń żłobków, przedszkoli i szkół z wymaganiami Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. (Zarządzenie, 1996), uzupełnionymi o wartości dopuszczalne stężeń pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, benzo(a)pirenu (B(a)P) i dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>), określone w Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. dla środowiska zewnętrznego (Rozporządzenie, 2012),
- poziomu hałasu w ww. pomieszczeniach z wymaganiami zawartymi w normie PN-B-02151-02 (PN-B-012151-02, 1987).

## **10. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza**

### **10.1. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza jako wyrobów wprowadzanych na rynek**

Kryteria oceny właściwości elektrycznych oczyszczaczy powietrza zawarte są w normach zharmonizowanych z:

- 1) Dyrektywą 2014/35/UE (niskonapięciowy sprzęt elektrycznego):


	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 30/50

- PN-EN 60335-1:2012 +AC:2014-03 +A11:2014-10 +A12:2017-07 +Ap1:2017-10 +A13:2017-11 pt.: „Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego. Bezpieczeństwo użytkowania. Część 1: Wymagania ogólne”,
  - PN-EN 60335-2-65:2004+A1:2008+A11:2012 pt.: „Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego. Bezpieczeństwo użytkowania. Część 2-65: Wymagania szczegółowe dotyczące urządzeń do oczyszczania powietrza”.
- 2) Dyrektywą 2014/30/UE (kompatybilność elektromagnetyczna):
- PN-EN 55014-1:2017-06 pt.: „Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja”,
  - PN-EN 55014-2:2015-06 pt.: „Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 2: Odporność. Norma grupy wyrobów”,
  - PN-EN 61000-3-2:2014-10 pt.: „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC).Część 3-2: Poziomy dopuszczalne. Poziomy dopuszczalne emisji harmoniczných prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika  $\leq 16$  A)”,
  - PN-EN 61000-3-3:2013-10 pt.: „Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-3: Poziomy dopuszczalne. Ograniczanie zmian napięcia, wahań napięcia i migotania światła w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia, powodowanych przez odbiorniki o fazowym prądzie znamionowym  $<$  lub  $= 16$  A przyłączone bezwarunkowo”.

Kryteria oceny elementów elektrycznych i elektronicznych oczyszczaczy powietrza stanowią wartości dopuszczalne zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w materiałach, podane w Załączniku II do Dyrektywy 2011/65/UE (RoHS) wynoszące (Dyrektywa, 2011):

- 0,1% dla ołowiu (Pb), rtęci (Hg), sześciowartościowego chromu (CrVI), polibromowanych bifenyli (PBB), polibromowanych eterów difenyłowych (PBDE), ftalanu di-2-etyloheksylu (DEHP), ftalanu benzylu butylu (BBP), ftalanu dibutylu (DBP), ftalanu diizobutylu (DIBP),
- 0,01% dla kadmu (Cd).

Zgodnie z wymaganiami ww. aktów prawnych, oczyszczacz powietrza spełniający kryteria oceny właściwości elektrycznych oraz zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w jego elementach elektrycznych i elektronicznych posiada oznakowanie CE – rys. 5.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 31/50



Rys. 5. Oznakowanie CE [źródło: (Rozporządzenie (WE), 2008)]

W Załączniku XVII do Rozporządzenia nr 1907/2006 – REACH określone są wartości dopuszczalne dla zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w materiałach oczyszczaczy powietrza stanowiące kryteria ich oceny. Wartości te wynoszą (Rozporządzenie WE, 2006):

- 0,1% dla organicznych związków cyny: dibutylocyny (DBT) i tributyllocyny (TBT) i trifenylocyny (TPT),
- 0,01% dla kadmu (Cd) w tworzywach sztucznych,
- 1 mg/kg dla wielopierścieniowych węglowodorów aromatycznych (WWA): benzo[a]piren (BaP), benzo[e]piren (BeP), benzo[a]antracen (BaA), chryzen (CHR), benzo[b]fluoranten (BbF), benzo[j]fluoranten (BjF), benzo[k]fluoranten (BkF), dibenzo[a,h]antracen (DBahA).


Kryterium oceny zawartości krótkołańcuchowych parafin chlorowanych (SCCP) w materiałach oczyszczaczy powietrza jest wartość dopuszczalna stężenia, podana w załączniku I do Rozporządzenia nr 850/2004 – TZO i wynosząca 0,15 % (Rozporządzenie WE, 2004).

Kryteria oceny baterii zamontowanych lub dołączonych do oczyszczaczy powietrza stanowią wartości dopuszczalne zawartości w nich niebezpiecznych substancji chemicznych, zawarte w art. 4 pkt. 1. Dyrektywy 2006/66/WE, które wynoszą: 0,0005 % dla rtęci (Hg), 0,002 % dla kadmu (Cd) (Dyrektywa, 2006).

Wzór symbolu selektywnego zbierania określony jest w Dyrektywie 2012/19/UE (zużyty sprzęt elektryczny i elektroniczny) – rys. 6.



Rys. 6. Symbol selektywnego zbierania [źródło: (Dyrektywa, 2012)]

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 32/50

## 10.2. Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza w świetle wymagań dla jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół

Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza, w świetle wymagań dla jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół, stanowią wartości dopuszczalne stężeń substancji chemicznych szkodliwych dla zdrowia zawarte w Zarządzeniu Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. (Zarządzenie, 1996) oraz Rozporządzeniu Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. (Rozporządzenie, 2012), podane w tabeli 4.

**Tabela 4. Wartości dopuszczalne stężeń zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół [źródło: (Zarządzenie, 1996; Rozporządzenie, 2012)]**

Lp.	Zanieczyszczenie	Wartości dopuszczalne				
		jednostka	Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej		Rozporządzenie Ministra Środowiska	
			czas uśredniania	wartość	czas uśredniania	wartość
1.	PM <sub>10</sub>	µg/m <sup>3</sup>	-	-	24-godziny	50
					rok kalendarzowy	40
1.	PM <sub>2,5</sub>	µg/m <sup>3</sup>	-	-	rok kalendarzowy	25
2.	dwutlenek azotu (NO <sub>2</sub> )		-	-	24-godziny	200
					rok kalendarzowy	40
3.	zawartość benzo(a)pirenu w PM <sub>10</sub>	ng/m <sup>3</sup>	-	-	rok kalendarzowy	1
3.	benzen	µg/m <sup>3</sup>	24-godziny	10	rok kalendarzowy	5
4.	tlenek węgla (CO)	mg/m <sup>3</sup>	24-godziny	3	-	-
			30-minut	10	-	-
5.	formaldehyd	µg/m <sup>3</sup>	24-godziny	50	-	-
6.	ozon (O <sub>3</sub> )	µg/m <sup>3</sup>	24-godziny	100	8 godzin	120

Ocena oczyszczaczy powietrza w świetle ww. kryteriów wymaga przeprowadzenia w pomieszczeniach badań (pomiarów) stężeń zanieczyszczeń powietrza po ich zainstalowaniu.


## 11. Rodzaje dokumentów, które powinien dostarczyć dostawca oczyszczacza powietrza

Dostawca oczyszczaczy powietrza do żłobków, przedszkoli lub szkół, powinien dostarczyć dokumenty potwierdzające:

- 1) spełnienie wymagań dla wyrobów wprowadzanych na rynek,
- 2) deklarowane przez producenta parametry techniczne.

Zgodnie z Ustawą o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku dokumentem potwierdzającym spełnienie wymagań dla wyrobów wprowadzanych na rynek jest deklaracja



	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 33/50

zgodności wydana przez producenta (Ustawa, 2016), potwierdzająca zgodność oczyszczacza powietrza z wymaganiami Dyrektyw: 2014/35/UE (niskonapięciowy sprzęt elektrycznego), 2014/30/UE (kompatybilność elektromagnetyczna) i 2011/65/UE (RoHS).

W przypadku oczyszczaczy powietrza, dla których przeprowadzono badania typu UE, dostawca do deklaracji zgodności powinien dołączyć certyfikat tego badania, wydany przez jednostkę notyfikowaną w tym zakresie (Dyrektywa, 2014a).

W przypadku Dyrektywy 2011/65/UE (RoHS), oprócz deklaracji zgodności, dostawca oczyszczacza powietrza powinien dostarczyć sprawozdania z badań przeprowadzonych przez laboratoria badawcze posiadające akredytację stanowiącą, zgodnie z normą EN ISO/IEC 17025, uznanie kompetencji w tym zakresie.

Dyrektywy: 2001/95/WE (ogólne bezpieczeństwo), 2014/35/UE (niskonapięciowy sprzęt elektrycznego) i 2014/30/UE (kompatybilność elektromagnetyczna) obligują dostawcę do dołączenia do oczyszczacza powietrza instrukcji jego obsługi oraz informacji o środkach ostrożności, jakie należy podjąć podczas montowania, instalacji, konserwacji i użytkowania, których znajomość i przestrzeganie są warunkiem bezpieczeństwa podczas użytkowania (Dyrektywa, 2001; Dyrektywa, 2014a; Dyrektywa, 2014b).


Celem potwierdzenia dotrzymania kryteriów zawartości niebezpiecznych substancji chemicznych w materiałach, podanych w Rozporządzeniach nr 1907/2006 – REACH i nr 850/2004 – TZO (Rozporządzenie, 2004; Rozporządzenie, 2006) dostawca oczyszczacza powinien dostarczyć sprawozdania z badań przeprowadzonych przez akredytowane laboratoria badawcze.

Do oczyszczaczy powietrza wyposażonych w filtry HEPA niezbędne jest dostarczenie sprawozdań z badań całkowitej i miejscowej skuteczności filtracji, których wyniki stanowiły podstawę ich klasyfikacji, zgodnie z normą PN-EN 1822-1:2009, do klasy H12, H13, H14 (PN-EN 1822-1, 2009). Wykaz akredytowanych laboratoriów badawczych, zlokalizowanych na terenie Polski, dostępny jest na witrynie internetowej Polskiego Centrum Akredytacji:

<https://www.pca.gov.pl/akredytowane-podmioty/akredytacje-aktywne/laboratoria-badawcze/>.

Ww. badania prowadzone są przez:

- Laboratorium Badawcze Ochrony Dróg Oddechowych Wojskowego Instytutu Chemii i Radiometrii z siedzibą w Warszawie, kod pocztowy 00-910, przy Alei Gen. A. Chruściela "Montera" 105 – akredytacja nr AB 380,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 34/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

- Paweł Lisowski Ekspertkie Biuro Zarządzania Bezpieczeństwem Pracy z siedzibą w Ostrowcu Świętokrzyskim przy ulicy Sandomierskiej 40 – akredytacja nr AB 752.


W celu potwierdzenia parametrów technicznych oczyszczacza powietrza dostawca może dołączyć:

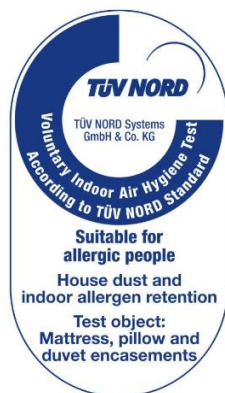
- 1) certyfikaty i etykiety wydane na podstawie wyników badań i analizy dokumentacji:
  - certyfikat wydawany przez Stowarzyszenie Producentów Sprzętu. Gospodarstwa Domowego (Association of Home Appliance Manufacturers – AHAM) dla oczyszczaczy powietrza, określający szybkość dostarczania czystego powietrza CADR wyznaczoną, zgodnie z procedurą ANSI/AHAM AC-1, opisaną w pkt. 7 ekspertyzy – rys. 7 (AHAM, 2017).



Rys. 7. Znak CADR [źródło: (AHAM, 2017)]

- znak „Test higienicznej jakości powietrza wewnątrz pomieszczeń – odpowiednie dla alergików (ang. *Indoor Air Hygiene Test – Suitable for Allergic People*) przyznawany jest TÜV NORD oczyszczaczom powietrza spełniającym wymagania określone w programie „TEST and Assessment Criteria fo the Issue of TÜV NORD Test Mark” – Rys. 8 (TÜV NORD, 2013).

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 35/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	



Rys. 8. Znak TÜV NORD „*Indoor Air Hygiene Test – Suitable for Allergic People*”


[źródło: (TÜV NORD, 2013)]

Ww. wymagania dla wskaźników skuteczności usuwania drobnego pyłu i substancji alergizujących, opisano w pkt. 7 ekspertyzy. Pozostałe dotyczą przepływu powietrza, mocy elektrycznej i akustycznej / poziomu ciśnienia akustycznego, emisji ozonu i skuteczności filtrów HEPA. Odchylenie wartości przepływu powietrza i mocy elektrycznej zmierzonych podczas badań od wartości podawanych przez producenta nie powinno przekraczać 5%, a dla mocy akustycznej / poziomu ciśnienia akustycznego nie powinno przekraczać 2 dB. Emisja ozonu nie powinna przekraczać 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Skuteczność filtrów HEPA powinny być oceniona zgodnie z normami, opisanymi w pkt. 7 ekspertyzy (TÜV NORD, 2013).

- certyfikat „Seal of quality – Allergy-friendly Quality Tested” przyznawany przez Fundację Europejskiego Centrum Badania Alergii (European Centre for Allergy Research Foundation – ECARF) oczyszczaczom powietrza spełniającym kryteria dla wskaźników skuteczności usuwania alergenów, opisane w pkt. 7 – rys. 9 (ECARF, 2017).



Rys. 9. Znak jakości ECARF „Przyjazny dla osób z alergiami”[źródło: (ECARF, 2017)]

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 36/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

- certyfikat „Produkt przyjazny alergikom i astmatykom” (ang. *astma & allergy friendly*) przyznawany przez Amerykańską Fundację Astmy i Alergii (Asthma and Allergy Foundation of America – AAFA) oczyszczaczom powietrza spełniającym wymagania dla wskaźników skuteczności usuwania alergenów, opisane w pkt. 7 ekspertyzy oraz limitu emisji ozonu, wynoszącego 0,05 ppm – rys. 10 (AAFA, 2017).



Rys. 10. Znak „Certyfified astma & allergy friendly” [źródła: (AAFA, 2017)]


- etykieta „Energy Star” przyznawana w ramach dobrowolnego programu przez Amerykańską Agencję Ochrony Środowiska (U.S. Environmental Protection Agency – EPA) energooszczędnym oczyszczaczom powietrza – rys. 11 (EPA, 2017).



Rys. 11. Symbol „Energy Star” [źródło: (EPA, 2017)]

Kryteria oceny oczyszczaczy powietrza stanowią (EPA, 2017):

- współczynnik CADR co najmniej 50 dla pyłu,
  - minimalny pobór mocy dla pyłu: 2,0 CADR / W,
  - pobór mocy w trybie gotowości urządzenia do pracy (STANDBY): 2,0 W,
  - emisja ozonu poniżej 0,05 ppm.
- certyfikat przyznawany przez Kalifornijską Radę ds. Zasobów Powietrza (California Air Resources Board – CARB), dla oczyszczaczy powietrza sprzedawanych

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 37/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	

w Kalifornii, spełniających wymagania dla bezpieczeństwa elektrycznego i limitu emisji ozonu wynoszącego 0,05 ppm (CARB, 2016).

- 2) certyfikaty, atesty, opinie i rekomendacje wydane na podstawie analizy dokumentacji:
- certyfikat „Seal of Approval” (rys. 3) przyznawany przez Brytyjską Fundację Badań nad Alergią (ang. *The British Allergy Foundation – BAF*) – brytyjską organizację medyczną produktów, których skuteczność w ograniczaniu lub usuwaniu alergenów ze środowiska została potwierdzona badaniami – rys. 12 (BAF, 2017).




Rys. 12. Logo „Seal of Approval” [źródło: (BAF, 2017)]

- atest higieniczny wydawany przez Państwowy Zakład Higieny (PZH) dla wyrobu, którego stosowanie zgodnie z zaleceniami producenta nie wpływa negatywnie na zdrowie i środowisko. Podstawą wydania atestu są dokumenty określające deklarowany przez producenta skład chemiczny materiałów, przeznaczenie i zakres stosowania wyrobu. Atest nie dotyczy parametrów technicznych i walorów użytkowych – rys. 13 (PZH, 2017).



Rys. 13. Logo PZH [źródło: (PZH, 2017)]

- rekomendacje wydawane przez Polskie Towarzystwo Alergologiczne (PTA), produktom przebadanym pod kątem alergologicznym i bezpiecznym dla alergików. Podstawą wydania rekomendacji są wyniki przeprowadzonych w ośrodkach alergologicznych, badań podstawowych i uzupełniających (np. toksykologicznych, mikrobiologicznych) oraz analiza dokumentacji producenta – rys. 14 (PTA, 2017),

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 38/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	



Rys. 14. Znak „Produkt rekomendowany przez Polskie Towarzystwo Alergologiczne”

[źródło: (PTA, 2017)]

- pozytywna opinia wydawana przez Instytut Matki i Dziecka (IMiD) na podstawie analizy dokumentacji producenta – rys. 15 (IMiD, 2017).




Rys. 15. Znak „Pozytywna opinia Instytutu Matki i Dziecka” (IMiD, 2017)

W celu potwierdzenia skuteczności oczyszczaczy powietrza w usuwaniu bakterii, wirusów, grzybów i alergenów jego dostawca powinien dostarczyć odpowiednie sprawozdania z badań.

Ze względu na brak określenia zakresu atestu lub certyfikatu, jakie powinien być dołączony do oczyszczaczy powietrza, jako wyposażenia dostarczonego do placówek opiekuńczych i edukacyjnych, oraz jednostek zobligowanych do ich wydania, w świetle wymagań Rozporządzeń Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lipca 2014 r. oraz Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002 r., (pkt. 8), trudno jednoznacznie wskazać, które z wymienionych powyżej certyfikatów, atestów i rekomendacji spełniają powyższe wymagania. Zasadnym jest wymaganie od producentów certyfikatów potwierdzających parametry techniczne oczyszczaczy, w tym skuteczność usuwania zanieczyszczeń pyłowych, gazowych i mikrobiologicznych.

Należy jednak zauważyć, że dokumentem potwierdzającym skuteczność usuwania zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach żłobów, przedszkoli i szkół przez oczyszczacze powinny być sprawozdania z badań przeprowadzonych w warunkach rzeczywistego ich

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 39/50

użytkowania. Przedstawione w nich wyniki powinny być odniesione do wartości dopuszczalnych, określonych w pkt. 10.2 ekspertyzy.


## **12. Kierunki działań w celu poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół**

Zaleca się, aby działania w celu poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół były prowadzone w dwóch etapach.

W pierwszym, w ramach programu pilotażowego, należy przeprowadzić działania dla wybranych, ze względu na niekorzystną lokalizację w pobliżu źródeł emisji (trasy komunikacyjne, skupiska niskiej emisji), placówek opiekuńczych i edukacyjnych. Uzyskane z tego etapu doświadczenia pozwolą na sprawne przeprowadzenie drugiego etapu, dla pozostałych placówek.

Zakres działań etapu pierwszego (dla ograniczonej liczby pomieszczeń) i drugiego (dla pozostałych pomieszczeń) powinien obejmować:

- 1) inwentaryzację pomieszczeń zbiorowego przebywania dzieci w żłobkach, przedszkolach i szkołach, wraz z określeniem ich wymiarów, powierzchni i kubatury, liczby dzieci i czasu ich przebywania, rodzaju istniejących systemów wentylacji, liczby i umiejscowienia przegród budowlanych, wyposażenia, liczby i rodzaju okien oraz drzwi,
- 2) przegląd stanu technicznego systemów wentylacji w budynkach żłobków, przedszkoli i szkół oraz przeprowadzenie działań w celu poprawy wentylacji pomieszczeń obejmujących: czyszczenie i udrożnienie kanałów wentylacyjnych, czyszczenie / wymiana filtrów,
- 3) przegląd stanu izolacji, okien i drzwi oraz przeprowadzenie działań w celu zwiększenia ich szczelności,
- 4) określenie zasad postępowania w celu ograniczenia przenikania zanieczyszczeń ze środowiska zewnętrznego i innych przestrzeni do pomieszczeń z oczyszczaczami,
- 5) przeprowadzenie badań stanu zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniach i na podstawie ich wyników, wyspecyfikowanie substancji wymagających usunięcia,
- 6) dobór rodzajów oczyszczaczy powietrza i parametrów ich pracy, w tym wydajności na podstawie danych o pomieszczeniach oraz konfiguracji filtrów, których zastosowanie pozwoli na usunięcie zanieczyszczeń,

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 40/50

- 7) ustalenie miejsca lokalizacji oczyszczaczy powietrza ograniczającego dostęp dzieci i umożliwiający ich obsługę i konserwację,
- 8) wytypowanie osób odpowiedzialnych za obsługę i konserwację oczyszczaczy powietrza,
- 9) przygotowanie miejsca / pomieszczenia przeznaczonego do konserwacji oczyszczaczy, w tym wymiany / czyszczenia filtrów,
- 10) zakup oczyszczaczy powietrza i ich montaż w pomieszczeniach przebywania dzieci,
- 11) przeprowadzenie badań weryfikujących skuteczność usuwania zanieczyszczeń z powietrza przez oczyszczacze,
- 12) szkolenia dla personelu odpowiedzialnego za obsługę i konserwację oczyszczaczy powietrza,
- 13) założenie dziennika eksploatacji oczyszczaczy powietrza, zawierającego adnotacje o dacie wymianie filtrów, konserwacjach i naprawach,
- 14) korekta miejsca lokalizacji oraz parametrów pracy oczyszczaczy powietrza na podstawie wyników badań weryfikujących ich skuteczność.

Biorąc pod uwagę ograniczony stan personelu placówek opiekuńczych i edukacyjnych oraz konieczność zapewnienia odpowiednich warunków technicznych należy przeanalizować możliwość realizacji działań dotyczących wymiany filtrów i konserwacji przez dostawców oczyszczaczy powietrza.


### 13. Podsumowanie

1. Wyniki Państwowego Monitoringu Środowiska wykazały, że w 2016 r. odnotowano na terenie miasta Krakowa:
  - 1,5-krotne przekroczenia wartości dopuszczalnych średniorocznych stężeń pyłu zawieszonego (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>) i dwutlenku azotu (NO<sub>2</sub>),
  - 5-krotne przekroczenie zawartości benzo(a)pirenu w pyłe zawieszonym w powietrzu atmosferycznym,
  - występowanie przez połowę roku przekroczeń dopuszczalnego 24-godzinnego stężenia pyłu zawieszonego PM<sub>10</sub>.

Ww. stan zanieczyszczenia powietrza ma decydujący wpływ na jakość powietrza w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół.

2. Pomieszczenia zbiorowego przebywania dzieci, w których planowane jest zastosowanie oczyszczaczy powietrza to 3234 sale w 243 placówkach edukacyjnych. Wśród nich



	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu 280/AE/2017
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	Str. 41/50
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	


znajduje się 30 sal gimnastycznych, dla których, ze względu na dużą kubaturę, zastosowanie oczyszczaczy powietrza może nie przynieść oczekiwanych efektów.

3. Z wyposażenia w oczyszczacze powietrza wyłączono korytarze, klatki schodowe, stołówki, łazienki i pomieszczenia WC, w których przebywają dzieci, co może wpływać na ograniczenie ich ochrony przed zanieczyszczeniami powietrza. Przestrzenie te, ze względu na nieszczelności drzwi, mogą stanowić źródło przenikania zanieczyszczenia do sal wyposażonych w oczyszczacze powietrza.
4. Brak jest wyników badań stężeń zanieczyszczeń w powietrzu w pomieszczeniach żłobków, przedszkoli i szkół na terenie Krakowa.
5. W celu poprawy jakości powietrza w pomieszczeniach zbiorowego przebywania dzieci powinny być podjęte odpowiednie działania organizacyjno-techniczne, podane w pkt. 12. Pierwszym krokiem w tym kierunku była przyjęta przez Radę Miasta Krakowa uchwała Nr LXV/1583/17.
6. Konstrukcja oferowanych na rynku oczyszczaczy powietrza oparta jest głównie na filtrach HEPA, których skuteczność badana jest w warunkach laboratoryjnych i odnosi się do usuwania cząstek pyłów. Brak jest norm określających metody badań skuteczności usuwania zanieczyszczeń przez pozostałe rodzaje filtrów stosowanych w oczyszczaczach powietrza.
7. Metody badań skuteczności usuwania przez oczyszczacze powietrza zanieczyszczeń, opracowane przez jednostki certyfikujące AHAM i TÜV NORD, jak również wykorzystywane przez producentów w celu weryfikacji deklarowanych w tym zakresie wartości, odnoszą się do warunków laboratoryjnych i wyniki uzyskane przy ich zastosowaniu mogą odbiegać od warunków normalnego użytkowania.

Zakres badań opracowany przez TÜV NORD obejmuje skuteczność usuwania poszczególnych frakcji pyłowych, bakterii, alergenów roztoczy, zarodników pleśni i zarazków, jak również emisję ozonu i odchylenia rzeczywistych wartości parametrów elektrycznych od deklarowanych przez producenta.


W przypadku wskaźnika CADR podawana jest wartość zdolności oczyszczacza do usuwania z powietrza cząstek dymu, kurzu i pyłu.

Umieszczone na oczyszczaczach znaki ECARF i AAFA wskazują, że na podstawie uzyskanych z badań wartości skuteczności usuwania alergenów urządzenia oceniono jako

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 42/50

przyjazne dla alergików i astmatyków. Nie zamieszczają jednak informacji o wartościach liczbowych wskaźników skuteczności.


8. Podstawą wytypowania rodzaju oczyszczacza do stanu zanieczyszczenia powietrza w pomieszczeniu powinny być wyniki badań, identyfikujące zanieczyszczenia, które powinny być usunięte z pomieszczeń przebywania dzieci.
9. Należy wykluczyć oczyszczacze powietrza, które podczas działania wytwarzają szkodliwe dla zdrowia gazy, np. ozon, lub których obsługa może prowadzić do wtórnego zanieczyszczenia powietrza rozwijającymi się na filtrach lub w wodzie mikroorganizmami (nawilżacze).
10. Dobór oczyszczaczy powietrza do pomieszczeń powinien być przeprowadzony w oparciu o ich kubaturę, przy uwzględnieniu znajdujących się w nim przegród budowlanych i wyposażenia (mebli), ograniczającego cyrkulację powietrza. Wydajność oczyszczaczy powinna zapewniać odpowiednią filtrację objętości powietrza w wyznaczonym pomieszczeniu. Miejsce montażu oczyszczaczy powinno wykluczać dostęp dzieci do oczyszczacza i umożliwiać jego obsługę i konserwację.
11. Przy doborze oczyszczacza należy przeanalizować częstotliwość, złożoność i koszty jego konserwacji, w tym wymianę filtrów i innych części eksploatacyjnych.
12. Dostawcy oczyszczaczy powietrza powinni dostarczyć wraz z urządzeniem deklarację zgodności wystawioną przez producenta oraz dokumenty wymienione w pkt. 11 niniejszej ekspertyzy, potwierdzające spełnienie wymagań dla wyrobów wprowadzanych na rynek i deklarowane przez producenta parametry techniczne.
13. W celu zapewnienia prawidłowej obsługi i konserwacji oczyszczaczy powietrza ich dostawca powinien dostarczyć szczegółowe instrukcje ich użytkowania. Należy również wyznaczyć osoby uprawnione do obsługi i konserwacji oczyszczaczy, posiadające w tym zakresie odpowiednie kwalifikacje, poparte szkoleniami prowadzonymi przez dostawców / producentów.
14. Rzeczywista skuteczność usuwania zanieczyszczeń powietrza w pomieszczeniach żłobów, przedszkoli i szkół przez oczyszczacze powinna być zweryfikowana za pomocą badań przeprowadzonych, po zamontowaniu urządzeń w miejscach ich planowanego użytkowania.
15. Z uwagi na brak znormalizowanej metody badań skuteczności oczyszczaczy powietrza, jak też stosowanie przez producentów różnych wskaźników do jej oceny, wyznaczanych

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 43/50


na podstawie badań prowadzonych w różnych warunkach laboratoryjnych (pkt. 7 ekspertyzy), weryfikacja rzeczywistej skuteczności oczyszczaczy w placówkach opiekuńczych i oświatowych powinna być przeprowadzona, zgodnie z opracowaną w tym celu procedurą badawczą. Ten sposób postępowania zagwarantuje powtarzalne warunki badań i oceny ich wyników.

#### 14. Literatura


1. AAFA (2017): *Asthma & allergy friendly. Certification Program*, Asthma and Allergy Foundation of America, <http://asthmaandallergyfriendly.com/USA/certification-standards-science>.
2. AHAM (2017): *Room air cleaners. Independently Tested. Consumer Trusted*, Association of Home Appliance Manufacturers, <http://ahamverifide.org/search-for-products/room-air-cleaners/>.
3. Ao C.H., Lee S.C. (2005): *Indoor air purification by photocatalyst TiO2 immobilized on an activated carbon filter installed in an air cleaner*, Chemical Engineering Science 60 (2005) 103-109.
4. Barkalow G. et. al. (2008): *Evaluation of Titanium Dioxide as a Photocatalyst for removing air pollution*, Public Interest Energy Research Program, California Energy Commission.
5. BAF (2017): *British Allergy Foundation Seal of Approval. Ecolabel index*, The British Allergy Foundation <http://www.ecolabelindex.com/ecolabel/british-allergy-foundation-seal-of-approval>.
6. Baturov I. A. , Vorontsov A.V., Kozlov D. V. (2005): *Regularities of decomposition of organic vapors using a photocatalytic air cleaner*, Russian Chemical Bulletin , International Edition, Vol. 54, No. 8, pp. 1866-1863.
7. CARB (2016): *Instruction for air cleaning device certification application. Version 4.2*, California Air Resources Board, <https://www.arb.ca.gov/research/indoor/aircleaners/certification.htm>.
8. Charkowska A. (2008): *Filtracja i oczyszczanie powietrza (cz.4)*, Rynek Instalacyjny 9/2008
9. Csobod É. (2014): *SINPHONIE. Schools Indoor Pollution and Health. Observatory Network in Europe. Final Report*, European Commission, Regional Environmental Center for Central and Eastern Europe, Szentendre.
10. Danielak M. (2012): *Jakość powietrza i wentylacja w budynkach szkolnych*, Rynek instalacyjny 10/2012.
11. Dear K. et al. (2005): *Effects of temperature and ozone on daily mortality during the August 2003 heat wave in France*, Arch. Environ. Occup. Health, 2005; 60 (4): 205-212.
12. Dębska et. al. (2017): *Ocena jakości powietrza w województwie małopolskim w 2016 roku*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 44/50


13. Dyrektywa (2001): *Dyrektywa 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów*, Dz.U. L 11 z 15.1.2002, str. 4-17 z późn. zm.
14. Dyrektywa (2006): *Dyrektywa 2006/66/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 6 września 2006 r. w sprawie baterii i akumulatorów oraz zużytych baterii i akumulatorów oraz uchylająca dyrektywę 91/157/EWG*, Dz.U. L 266 z 26.9.2006, str. 1-14 z późn. zm.
15. Dyrektywa (2011): *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2011/65/UE z dnia 8 czerwca 2011 r. w sprawie ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym*, Dz.U. L 174 z 1.7.2011, str. 88-110 z późn. zm.
16. Dyrektywa (2012): *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2012/19/UE z dnia 4 lipca 2012 r. w sprawie zużytego sprzętu elektrycznego i elektronicznego (WEEE)*, Dz.U. L 197 z 24.7.2012, str. 38-71.
17. Dyrektywa (2014a): *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej*, Dz.U. L 96 z 29.3.2014, str. 79-106.
18. Dyrektywa (2014b): *Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia*, Dz.U. L 96 z 29.3.2014, str. 357-374.
19. ECARF (2017): *ECARF Seal of Quality. Criteria for allergy-friendly Air Purifiers*, European Centre for Allergy Research Foundation, <http://www.ecarf-institute.org/en/seal/>.
20. EPA (2017): *Room Air Cleaners Key Product Criteria*, United States. Environmental Protection Agency, Energy Star, [https://www.energystar.gov/products/appliances/air\\_purifiers\\_cleaners/key\\_product\\_criteria](https://www.energystar.gov/products/appliances/air_purifiers_cleaners/key_product_criteria).
21. Fakt24 (2017): *W Rzeszowie oczyszczają dzieciom powietrze*, <http://www.fakt.pl/wydarzenia/polska/rzeszow/rzeszow-oczyszczacze-powietrza-w-zlobkach-i-przedszkolach/g7k5e24>.
22. Foarde K.K. et. al. (1999): *Methodology to perform Clean Air Delivery Rate Type Determinations*, Aerosol Science and Technology 30:235-245.
23. GIOŚ (2016): *Inspekcja Ochrony Środowiska: Badania zanieczyszczenia powietrza pyłem PM<sub>2,5</sub> pod kątem monitorowania wskaźnika średniego narażenia*, GIOŚ, [http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/exposure\\_dust\\_pm#](http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/exposure_dust_pm#).
24. Gładyszewska-Fiedoruk K. (2010a): *Analiza jakości powietrza wewnętrznego w małym przedszkolu*, Aparatura Badawcza i Dydaktyczna 2/2010, 9-14.
25. Gładyszewska-Fiedoruk K. (2010b): *Analiza stanu środowiska wewnętrznego w wybranych przedszkolach. Część 1: Temperatura*, Civil And Environmental Engineering 1(2010), 281-285.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 45/50


26. Gładyszewska-Fiedoruk K. (2010c): *Analiza stanu środowiska wewnętrznego w wybranych przedszkolach. Część 2: Wilgotność względna*, Civil And Environmental Engineering 1(2010), 287-291.
27. Gładyszewska-Fiedoruk K. (2012a): *Jakość powietrza wewnętrznego w typowym przedszkolu w Białymstoku*, Civil And Environmental Engineering 3(2012), 33-38.
28. Gładyszewska-Fiedoruk K.(2012b): *Korelacja wilgotności i stężenia dwutlenku węgla w przedszkolach*, Civil And Environmental Engineering 3(2012), 127-131.
29. Grynkiewicz-Bylina B. (2013): *Identyfikacja i ocena wybranych zagrożeń występujących w środowisku życia dzieci*. Prace Naukowe - Monografie KOMAG nr 40, Instytut Techniki Górniczej KOMAG, Gliwice, s. 1-188; 13,75 ark. wyd., ISBN 978-83-60708-74-3.
30. Grynkiewicz-Bylina B., Rakwicz B., Pastuszka J.S. (2005): *Assessment of exposure to traffic related aerosol and to particle associated PAHs in Gliwice, Poland*. Pol. J. Environ. Stud. 2005 nr 1 s. 117-123.
31. Griffiths M., Eftekhari M. (2008): *Control of CO2 in a naturally ventilated classroom*, Energy and Buildings 40 (2008) 556–560.
32. Grzybek T. (1996): *Zastosowanie materiałów węglowych do usuwania tlenków azotu z gazów odlotowych*, Przemysł chemiczny 75/7 (1996) s 249-251
33. IMiD (2017): *Opiniowanie produktów*, Instytut Matki i Dziecka, <http://www.imid.med.pl/pl/wspolpraca/opiniowanie-produktow-i-badania-kliniczne/opiniowanie-produktow>.
34. Juda-Rezler K. et. al. (2016): *Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce*, Inspekcja Ochrony Środowiska, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa.
35. Kaiser K. (2012): *Filtry powietrza w szpitalnych instalacjach klimatyzacji i wentylacji (cz.2)*, Rynek Instalacyjny 4/2012.
36. Kaliński A., Rusowicz A. (2004): *Bio Hepa filtr jutra*, Chłodnictwo & Klimatyzacja 3/2004.
37. Karty katalogowe oczyszczaczy powietrza zebrane dla celów opracowania ekspertyzy
38. Kim B.J. et. al. (2011): *Association of ozone exposure with asthma, allergic rhinitis, and allergic sensitization*, Ann. Allergy Asthma Immunol., 2011; 107 (3): 214-219.
39. Koruba D. et. al. (2014): *Próba poprawy jakości powietrza wewnętrznego w przedszkolu*, Budownictwo i Architektura 13(4) (2014), 7-13.
40. Kostyrko K. (2013): *Zapachy w pomieszczeniach. Postrzeganie, pomiar i eliminacja. Część 3. Eliminacja zapachów*, Instal 4/2013, 30-36.
41. PKN (2017): *PKN Komitet Techniczny 317 ds. Wentylacji i Klimatyzacji: Harmonogram prPN-prEN 16798-1E, Polski Komitet Normalizacyjny*, <https://pzn.pkn.pl/kt/standard/plan/9009434990/9013266994>.
42. Makles Z. (2005): *Nanomateriały – nowe możliwości, nowe zagrożenia*, Bezpieczeństwo Pracy 2/2005, 2-4.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 46/50

43. Makles Z., Galwas-Zakrzewska M. (2004): *Ozon – bezpieczeństwo ludzi i środowisko*, Bezpieczeństwo Pracy 6/2004, 25-28.
44. Małecka I., Borowski G. (2011): *Dezynfekcja powietrza promieniami UV i promieniową jonizacją katalityczną w instalacjach wentylacyjnych*, Zeszyty Naukowe – Inżynieria Lądowa i Wodna w Kształtowaniu Środowiska Nr 3, 2011, 25-30.
45. Mucha W., Pastuszka J. S. (2010): *The use of carbon filter in the portable cleaning device for filtration and sterilization of indoor air*, Architecture Civil Engineering environment, No. 4/2010, 109-114.
46. Müller J., Skrzyniowska D. (2012): *Jakość powietrza a wentylacja pomieszczeń*, Środowisko, Czasopismo Techniczne, Wydawnictwo Politechniki Krakowskiej, 4 –Ś/2012, Zeszyt 28, Rok 109.
47. Pająk B. et. al. (2012): *Raport o stanie środowiska w województwie małopolskim w 2011 roku. Rozdział 3. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie ludzkie*, Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Katedra Epidemiologii i Medycyny Zapobiegawczej UJ CM, Fundacja Zdrowie i Środowisko, Kraków.
48. Pastuszka J.S., (2004): *Zanieczyszczenie powietrza pomieszczeń*. [http://www.ietu.katowice.pl/wpr/Dokumenty/e-biuletyn/e-biuletyn\\_numer4.pdf](http://www.ietu.katowice.pl/wpr/Dokumenty/e-biuletyn/e-biuletyn_numer4.pdf).
49. Peck R.L. et. al. (2016): *Efficiency of portable HEPA air purifiers against traffic related combustion particles*, Building and Environment 98 (2016) 21-29.
50. Pénard-Morand C. et. al. (2010): *Long-term exposure to close-proximity air pollution and asthma and allergies in urban children*, Eur. Respir. J., 2010; 36 (1): 33-40.
51. PN-B-02151 (1987): PN-B-02151-02:1987+Ap1:2015-05 *Akustyka budowlana. Ochrona przed hałasem pomieszczeń w budynkach. Część 2. Wymagania dotyczące dopuszczalnego poziomu dźwięku w pomieszczeniach*.
52. PN-B-034030 (1983): PN-B-03430:1983+Az3:2000 *Wentylacja w budynkach mieszkalnych zamieszkania zbiorowego i użyteczności publicznej. Wymagania*.
53. PN-EN 1822-1 (2009): *PN-EN 1822-1:2009 Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 1: Klasyfikacja, badanie parametrów, znakowanie*.
54. PN-EN 1822-2 (2009): *PN-EN 1822-2:2009 Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 2: Wytwarzanie aerozolu, przyrządy pomiarowe, statystyka zliczania cząstek*.
55. PN-EN 1822-3 (2009): *PN-EN 1822-3:2009 Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 3: Badanie płaskiego materiału filtracyjnego*.
56. PN-EN 1822-4 (2009): *PN-EN 1822-4:2009 Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 4: Określanie przecieku filtru (metoda przeszukiwania)*.
57. PN-EN 1822-5 (2009): *PN-EN 1822-5:2009 Wysokoskuteczne filtry powietrza (EPA, HEPA i ULPA). Część 5: Określanie skuteczności filtru*.
58. PN-EN 55014-1 (2012): *PN-EN 55014-1:2012 Kompatybilność elektromagnetyczna. Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Część 1: Emisja*.


	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 47/50

59. PN-EN 55014-2 (1999): *PN-EN 55014-2:1999+A1:2004 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Wymagania dotyczące przyrządów powszechnego użytku, narzędzi elektrycznych i podobnych urządzeń. Odporność na zaburzenia elektromagnetyczne. Norma grupy wyrobów.*
60. PN-EN 6100-3-2 (2014): *PN-EN 61000-3-2:2014-10 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-2: Poziomy dopuszczalne. Poziomy dopuszczalne emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A).*
61. PN-EN 6100-3-3 (2013): *PN-EN 61000-3-3:2013-10 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-3: Poziomy dopuszczalne. Ograniczanie zmian napięcia, wahań napięcia i migotania światła w publicznych sieciach zasilających niskiego napięcia, powodowanych przez odbiorniki o fazowym prądzie znamionowym < lub = 16 A przyłączone bezwarunkowo.*
62. PN-EN 60335-1 (2012): *PN-EN 60335-1:2012+AC:2014-03+A11:2014-10+A12:2017-07+A13:2017-11 Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego. Bezpieczeństwo użytkownika. Część 1: Wymagania ogólne.*
63. PN-EN 60335-2-65 (2004): *PN-EN 60335-2:2004+A1:2008+A12:2017-07+A11:2012 Elektryczny sprzęt do użytku domowego i podobnego. Bezpieczeństwo użytkownika. Część 2-65: Wymagania szczegółowe dotyczące urządzeń do oczyszczania powietrza.*
64. PN-EN ISO 11201 (2012): *PN-EN ISO 11201:2012 Akustyka. Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia. Wyznaczanie poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach w warunkach zbliżonych do pola swobodnego nad płaszczyzną odbijającą dźwięk z pomijalnymi poprawkami środowiskowymi*
65. PN-EN ISO 11202 (2012): *PN-EN ISO 11202:2012 Akustyka. Hałas emitowany przez maszyny i urządzenia. Wyznaczanie poziomów ciśnienia akustycznego emisji na stanowisku pracy i w innych określonych miejscach z zastosowaniem przybliżonych poprawek środowiskowych*
66. Pośniak M. et. al. (2010): *Kształtowanie jakości powietrza w pomieszczeniach szkolnych*, Centralny Instytut Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa, 2010.
67. PTA (2017): *Produkty rekomendowane*, Polskie Towarzystwo Alergologiczne, <https://www.pta.med.pl/dla-alergikow/produkty-rekomendowane/>.
68. PZH (2017): *Atestacja produktów i wyrobów w Zakładzie Higieny Środowiska*, Narodowy Instytut Zdrowia Publicznego Państwowy Zakład Higieny, <http://www.pzh.gov.pl/szkolenia-kursy-oraz-wyklady/struktura/pion-zdrowia-srodowiskowego/zaklad-higieny-srodowiska/atestacja-produktow-i-wyrobow/>.
69. Rosenlund M. et. al. (2009): *Traffic-related air pollution in relation to respiratory symptoms, allergic sensitisation and lung function in schoolchildren*. Thorax., 2009; 64 (7): 573-580.
70. Rozporządzenie (2002a): *Rozporządzenie Ministra Edukacji Narodowej i Sportu z dnia 31 grudnia 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny w publicznych i niepublicznych szkołach i placówkach*, Dz.U. 2003 nr 6 poz. 69 z późn. zm.


	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 48/50

71. Rozporządzenie (2002b): *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, Tekst jednolity: Dz.U. 2015 poz. 1422.
72. Rozporządzenie (2012): *Rozporządzenie Ministra Środowiska z dnia 24 sierpnia 2012 r. w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu*, Dz.U. 2012 poz. 1031.
73. Rozporządzenie (2014): *Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 10 lipca 2014 r. w sprawie wymagań lokalowych i sanitarnych jakie musi spełniać lokal, w którym ma być prowadzony żłobek lub klub dziecięcy*, Dz.U. 2014 poz. 925.
74. Rozporządzenie (2016a): *Rozporządzenie Ministra Rozwoju i Finansów z dnia 21 grudnia 2016 r. w sprawie zasadniczych wymagań dotyczących ograniczenia stosowania niektórych niebezpiecznych substancji w sprzęcie elektrycznym i elektronicznym*, Dz.U. 2017 poz. 7.
75. Rozporządzenie (2016b): *Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 2 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla sprzętu elektrycznego*, Dz.U. 2016 poz. 806.
76. Rozporządzenie WE (2006): *Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH), utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywy Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE*, Dz.U. L 396 z 30/12/2006, str. 1-794 z późn. zm.
77. Rozporządzenie WE (2008): *Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93*, Dz.U. L 218 z 13.8.2008, str. 30-47 z późn. zm.
78. Rozporządzenie WE (2014): *Rozporządzenie (WE) nr 850/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 29 kwietnia 2004 r. dotyczące trwałych zanieczyszczeń organicznych i zmieniające dyrektywę 79/117/EWG*, Dz.U. L 158 z 30.4.2004, str. 7-49.
79. Ryssing Menå H., Larsen E.M. (2010): *Indoor Environment in Schools*. Master's Thesis February 2010, *International Centre for Indoor Environment and Energy*, DTU Civil Engineering, Department of Civil Engineering.
80. Schroth T. (1996): *New HEPA/ULPA filters for clean-room technology*, *Filtration & Separation*, 1996, 245-250.
81. Stockfisch N. (2005): *Jonizacja Powietrza*, *Chłodnictwo* tom XL 2005 r. nr 10, 32-34.
82. Szmolke N. (2015): *Audytorskie Spojrzenie na wentylację szkół*, *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury*, t.XXXII, z. 62 (2/15), 2015, s.459-467.
83. Telejko M. (2014): *Ocena jakości powietrza wewnętrznego w wybranych przedszkolach*, *Budownictwo i Architektura* 13(4) (2014), 41-48.
84. Tomczak I. (2006): *Filtry – oczyszczacze powietrza*, *Wentylacja, Chłodnictwo & Klimatyzacja* 4/2006, 47-50.



	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 49/50

85. TÜV NORD (2013): *Scope of Test and Assessment Criteria for the Issue of the TÜV NORD Test Mark. Indoor Air Hygiene Test – Suitable for Allergic People – for Indoor Air Purifiers (as at 08/13)*, [https://www.tuv-nord.com/cps/rde/.../indoor-air-purifier\\_2.pdf](https://www.tuv-nord.com/cps/rde/.../indoor-air-purifier_2.pdf)
86. TVN24 (2017): *Oczyszczą dzieciom powietrze. Wytypowali 117 przedszkoli*, TVN24, <https://tvnwarszawa.tvn24.pl/informacje,news,oczyszczaja-powietrze-w-przedszkolach-wytypowali-117-placowek,245324.html>.
87. Uchwała Sejmiku Województwa Małopolskiego (2017): *Uchwała Nr XXXV/527/17 Sejmiku Województwa Małopolskiego z dnia 24 kwietnia 2017 r. w sprawie wprowadzenia na obszarze Gminy Miejskiej Kraków, w okresie od dnia 1 lipca 2017 roku do dnia 31 sierpnia 2019 roku, zakazów w zakresie eksploatacji instalacji, w których następuje spalanie paliw*, <https://bip.malopolska.pl/umwm,a,1316501,uchwala-nr-xxxv52717-sejmiku-wojewodztwa-malopolskiego-z-dnia-24-kwietnia-2017-r-w-sprawie-wprowadze.html>.
88. Uchwała Rady Miasta Krakowa (2014): *Uchwała Nr CXXI/1918/14 Rady Miasta Krakowa z dnia 5 listopada 2014 r. w sprawie przyjęcia Programu Ograniczania Niskiej Emisji dla Miasta Krakowa*, [https://www.bip.krakow.pl/?dok\\_id=167&sub\\_dok\\_id=167&sub=uchwala&query=id%3D20552%26typ%3Du](https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=167&sub_dok_id=167&sub=uchwala&query=id%3D20552%26typ%3Du).
89. Uchwała Rady Miasta Krakowa (2015): *Uchwała Nr XVIII/317/15 Rady Miasta Krakowa z dnia 24 czerwca 2015 r. w sprawie lokalnego programu pomocy społecznej w postaci Lokalnego Programu Osłonowego dla osób, które ponoszą zwiększone koszty grzewcze lokalu związane z trwałą zmianą systemu ogrzewania opartego na paliwie stałym na jeden z systemów proekologicznych*, [https://www.bip.krakow.pl/?dok\\_id=167&sub\\_dok\\_id=167&sub=uchwala&query=id%3D20945%26typ%3Du](https://www.bip.krakow.pl/?dok_id=167&sub_dok_id=167&sub=uchwala&query=id%3D20945%26typ%3Du).
90. Ustawa (1994): *Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane*, Tekst jednolity: Dz.U. 2017 poz. 1332.
91. Ustawa (2003): *Ustawa z dnia 12 grudnia 2003 r. o ogólnym bezpieczeństwie produktów*, tekst jednolity: Dz.U. 2016 poz. 2047.
92. Ustawa (2009): *Ustawa z dnia 24 kwietnia 2009 r. o bateriach i akumulatorach*, Tekst jednolity: Dz.U. 2016 poz. 1803.
93. Ustawa (2015): *Ustawa z dnia 11 września 2015 r. o zużytych sprzęcie elektrycznym i elektronicznym*, Dz.U. 2015 poz. 1688 z późn. zm.
94. Ustawa (2016): *Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku*, Tekst jednolity: Dz.U. 2017 poz. 1398.
95. Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego (2017): *Podsumowanie realizacji Programu ochrony powietrza dla województwa małopolskiego w 2016 rok*, <https://powietrze.malopolska.pl/wp/wp-content/uploads/2017/11/PodsumowaniePOP2016-1.pdf>.
96. Urząd Miasta Krakowa (2017a): *Wyniki ankiet dotyczących udziału w programie zakupu i montażu oczyszczaczy powietrza przeprowadzonych w szkołach i przedszkolach z wyszczególnieniem parametrów sal*, Wydział Kształtowania Środowiska, Urząd Miasta Krakowa, 2017.

	<b>E K S P E R T Y Z A</b>	Nr dokumentu
	Zakres i kryteria oceny urządzeń stosowanych do poprawy jakości powietrza w środowisku przebywania dzieci wraz ze specyfikacją rodzajów dokumentów, które zobowiązany jest dostarczyć ich dostawca /TYTUŁ DOKUMENTU/	280/AE/2017
	Laboratorium Inżynierii Materiałowej i Środowiska	Str. 50/50

97. Urząd Miasta Krakowa (2017b): *Wyniki ankiet dotyczących udziału w programie zakupu i montażu oczyszczaczy powietrza przeprowadzonych w żłobkach z wyszczególnieniem parametrów sal*, Wydział Kształtowania Środowiska, Urząd Miasta Krakowa, 2017.
98. Urząd Miasta Krakowa (2017c): *Dane dotyczące żłobków przedszkoli i szkół*, Wydział Kształtowania Środowiska, Urząd Miasta Krakowa, Informacje przekazane drogą elektroniczną, 2017.
99. Urząd Miasta Krakowa (2017d): *Dane dotyczące przedszkoli i szkół*, Referat Infrastruktury Oświaty, Wydział Oświaty, Urząd Miasta Krakowa, Informacje przekazane drogą elektroniczną, 2017.
100. Urząd Miasta Krakowa (2017e): *Dane dotyczące żłobków* Referat ds. Żłobków. Biuro Ds. Ochrony Zdrowia Urzędu Miasta Krakowa, Informacje przekazane drogą elektroniczną, 2017.
101. van Thriel C. *et. al.* (2010): *Sensory and pulmonary effects of acute exposure to sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>)*, *Toxicol. Lett.*, 2010; 196 (1): 42-50.
102. Waring M.S, Siegel J.A., Corsi R.L. (2008): *Ultrafine particle removal and generation by portable air cleaners*, *Atmospheric Environment* 42 (2008) 5003-5014.
103. Weinmayr G. *et. al.* (2010): *Short-term effects of PM<sub>10</sub> and NO<sub>2</sub> on respiratory health among children with asthma or asthma-like symptoms: a systematic review and meta-analysis*, *Environ. Health Perspect.*, 2010; 118 (4): 449-457.
104. WHO (2005): *World Health Organization: Air Quality Guidelines. Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide*, WHO, Europe, 2005.
105. WHO (2010): *World Health Organization: WHO Guidelines for Indoor Air Quality: selected pollutants*, WHO, Regional Office for Europe, 2010.
106. WHO (2015): *World Health Organization: Economic cost of the health impact of air pollution in Europe*, [http://www.euro.who.int/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf](http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/276772/Economic-cost-health-impact-air-pollution-en.pdf).
107. WHO (2016): *World Health Organization: WHO Global Urban Ambient Air Pollution Database (update 2016)*, [http://www.who.int/phe/health\\_topics/outdoorair/databases/cities/en/](http://www.who.int/phe/health_topics/outdoorair/databases/cities/en/).
108. Zarządzenie (1996): *Zarządzenie Ministra Zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 12 marca 1996 r. w sprawie dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia, wydzielanych przez materiały budowlane, urządzenia i elementy wyposażenia w pomieszczeniach przeznaczonych na pobyt ludzi*, M.P. 1996 nr 19 poz. 231.
109. Zurami M.S. *et. al.* (2017): *Impact of dust loading on long term portable air cleaner performance*, *Building and Environment* 112 (2017) 261-269.
110. Zurami M.S., Nilsson G.J., Magee R.J. (2011): *Removing indoor particles using portable air cleaners: Implications for residential infection transmission*, *Building and Environment* 46 (2011) 2512-2519.