



**Centrum Szkolenia i Organizacji  
Systemów Jakości**

# **OCHRONA POWIETRZA ATMOSFERYCZNEGO**

## **III część**

**KRAKÓW 2022**

**dr inż. Zbigniew Zuśka**  
[rmzuska@cyfronet.krakow.pl](mailto:rmzuska@cyfronet.krakow.pl)

# Metody zmniejszania emisji zanieczyszczeń

Aby skutecznie na bieżąco kontrolować, prawidłowo określać wielkość emisji zanieczyszczeń oraz oczyszczać atmosferę, znane muszą być rodzaje zanieczyszczeń i ich stężenia, a ponadto procesy fizykochemiczne przebiegające w źródle emisji, wpływ parametrów procesu na wielkość emisji, właściwości gazu nośnego i zawartych w nim zanieczyszczeń.

O prawidłowy skład atmosfery można dbać poprzez:

1) **unowocześnienie** i zmianę procesów technologicznych na mniej emisyjne:

- zmianę paliwa,
- zmianę technologii spalania...

2) **instalację** bardziej wydajnych „filtrów” kominowych (często nazywana „metodą końca rury”).

3) **zwiększanie** inwestycji w ekologiczne środki transportu oraz niskoemisyjne modele samochodów.

4) **ograniczenie** ruchu samochodowego na korzyść transportu publicznego czy rowerów.

5) **wprowadzanie** na szeroką skalę odnawialnych źródeł energii.

# **Ekonomiczne instrumenty oddziaływania w ochronie powietrza**

- **Opłaty za wprowadzanie** zanieczyszczeń do powietrza
- **Subwencje na przedsięwzięcia** o charakterze ekologicznym, zwolnienia i zmniejszenia podatków od towarów i usług w działalności na rzecz ochrony środowiska
- **Bodźce finansowe** w postaci kar pieniężnych  
(za zanieczyszczanie powietrza, za nieterminowe opłaty, za nieprzestrzeganie określonych wymagań)
- **Regulacje bezpośrednie**, czyli instrumenty prawno – administracyjne (ustawy, rozporządzenia, pozwolenia)

# Gazy odlotowe to:

- gazy uwalniane do atmosfery, zawierające substancje zanieczyszczające powietrze, emitowane przy spalaniu paliw lub podczas innych procesów technologicznych.



Standardy emisyjne określające maksymalne emisje do powietrza na podstawie:



Dokument  
podpisany przez  
Marek Głuch  
Data: 2020.10.22  
16:32:05 CEST

# DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

---

Warszawa, dnia 22 października 2020 r.

Poz. 1860

**ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA KLIMATU<sup>1)</sup>**

z dnia 24 września 2020 r.

**w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania  
lub współspalania odpadów<sup>2)</sup>**

1.1. Standardy emisyjne dwutlenku siarki dla źródeł opalanych paliwami stałymi i ciekłymi, z wyłączeniem turbin gazowych i silników, określa tabela 1, z zastrzeżeniem pkt 1.2–1.5.

**TABELA 1.**

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne dwutlenku siarki w $\text{mg/m}^3_u$			
	przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych			przy zawartości 3% tlenu w gazach odlotowych
	biomasa	torf	pozostałe paliwa stałe	paliwa ciekłe
1	2	3	4	5
$\geq 50 \text{ i } \leq 100$	200	300	400	350
$> 100 \text{ i } \leq 300$	200	300	250	250
$> 300$	200	200	200	200



1.1. Standardy emisyjne tlenków azotu dla źródeł opalanych paliwami stałymi i ciekłymi,  
z wyłączeniem turbin gazowych i silników, określa tabela 4, z zastrzeżeniem pkt 1.2–1.6.

**TABELA 4.**

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne tlenków azotu w mg/ m <sup>3</sup> <sub>u</sub>		
	przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych		przy zawartości 3% tlenu w gazach odlotowych
	biomasa i torf	pozostałe paliwa stałe	paliwa ciekłe
1	2	3	4
≥ 50 i ≤ 100	300	300	450
		450 – przy spalaniu pyłu węgla brunatnego	
> 100 i ≤ 300	250	200	200
> 300	200	200	150

1. Standardy emisyjne pyłu dla źródeł opalanych węglem kamiennym, węglem brunatnym i koksem określa tabela 17.

**TABELA 17.**

Nominalna moc cieplna źródła w MW	Standardy emisyjne pyłu w $\text{mg}/\text{m}^3_{\text{u}}$ , przy zawartości 6% tlenu w gazach odlotowych		
	do 31 grudnia 2024 r.	od 1 stycznia 2025 r. do 31 grudnia 2029 r.	od 1 stycznia 2030 r.
1	2	3	4
$\leq 5$	200 – źródła o nominalnej mocy cieplnej $< 5$ MW  100 – źródła o nominalnej mocy cieplnej $= 5$ MW	200 – źródła o nominalnej mocy cieplnej $< 5$ MW  100 – źródła o nominalnej mocy cieplnej $= 5$ MW	50
$> 5$ i $\leq 20$	100	50	50
$> 20$ i $< 50$	100	30	30

# Zmiana paliwa

Najprostszym sposobem na zmniejszenie emisji pyłów jest zmiana paliwa lub zastosowanie odnawialnych źródeł energii do zaspokojenia potrzeb grzewczych oraz produkcji ciepłej wody użytkowej. W tabeli przedstawiono zawartość pyłów dla typowych paliw.

Zawartość pyłów w przykładowych paliwach

Rodzaj paliwa	węgiel	Słoma zbożowa	Odpady drzewne	Trociny	Drewno dębu	Drewno sosny	Suszony osad ściekowy
Zawartość pyłów, [%]	< 12	4,8	1,4	10 ÷ 12	3,6	0,2	30 ÷ 40

# Odpylanie

Odpylanie gazów polega na usuwaniu z nich cząstek aerozolowych (zarówno stałych jak i ciekłych). Proces usuwania cząstek stałych realizowany jest w odpylaczach, a cząstek ciekłych w odkraplaczach. Pełna znajomość właściwości oczyszczanego gazu oraz cząstek aerozolowych jest jednym z podstawowych warunków doboru odpowiedniej metody odpylania gazu i odpowiedniej konstrukcji odpylacza

Sprawność opylania wyraża się na podstawie liczby cząstek aerozolowych usuniętych z gazu lub pozostających w nim po oczyszczaniu:

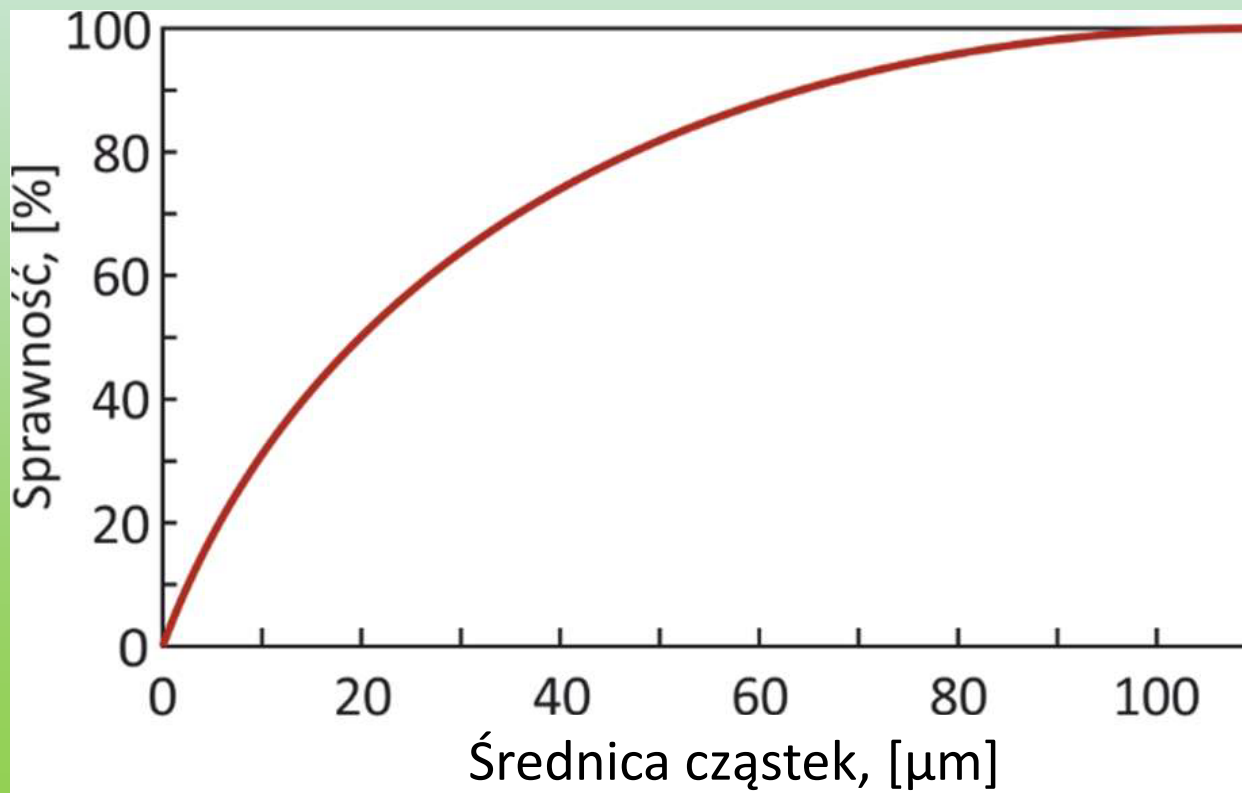
$$\eta = \frac{C_i - C_o}{C_i} \cdot 100\%$$

gdzie:

$C_i$  – stężenie masowe cząstek pyłu w gazie zanieczyszczonym, [ $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ],

$C_o$  – stężenie masowe cząstek pyłu w gazie oczyszczonym, [ $\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$ ].

Sprawność odpylania odnoszona może być do **pojedynczej średnicy** cząstek lub **zakresu ich rozmiarów**. Cząstki różnych rozmiarów o różnej gęstości w stróżnym stopniu podlegają wydzieleniu ze strumienia gazu. Sprawność ogólna jest zatem sumą sprawności odpylania dla poszczególnych frakcji, czyli jest **sumą sprawności frakcyjnych** (przedziałowych).



# Urządzenia do odpylania

Ze względu na niejednorodność układów aerozolowych w praktyce odpylania przemysłowych gazów odlotowych istnieje duża liczba aparatów odpylających, różniących się zasadami działania i rozwiązaniami konstrukcyjnymi.

Najogólniej odpylacze można podzielić na **suche**:

- **grawitacyjne**,
- **bezwładnościowe**,
- **odśrodkowe**,
- **elektrostatyczne**,
- **filtracyjne**.

## **i odpylacze mokre:**

- **barbotażowe,**
- **skrubery bez wypełnienia,**
- **płuczki z wypełnieniem nieruchomym,**
- **płuczki z wypełnieniem ruchomym,**
- **odpylacze Venturiego (ze zwężką Venturiego)**

## Komory osadcze

Jedną z najprostszych metod odpylania gazów **jest grawitacyjne** wydzielanie cząstek aerozolowych ze strumienia gazu. Jest to metoda skuteczna dla cząstek o dużych rozmiarach ( $> 100 \mu\text{m}$ ) i przy dużych stężeniach pyłu. Tylko w niektórych przypadkach może być stosowana jako ostateczna (samodzielna) metoda odpylania. W dużej przestrzeni komory prędkość aerozolu jest mała ( $< 3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ), cząstki mają czas do opadania na dno. Osadzone cząstki usuwane są okresowo (ręcznie lub w sposób mechaniczny za pomocą przenośników).

Zalety jakie posiadają komory osadcze to:

- niskie koszty,
- małe opory przepływu w zakresie od 20-50 Pa,
- niewielkie zapotrzebowanie mocy ( $0,05- 0,3 \text{ KW/Nm}^3\cdot\text{s}^{-1}$ ),
- możliwość zastosowania do odpylania gazów gorących bez ich uprzedniego ochładzania.

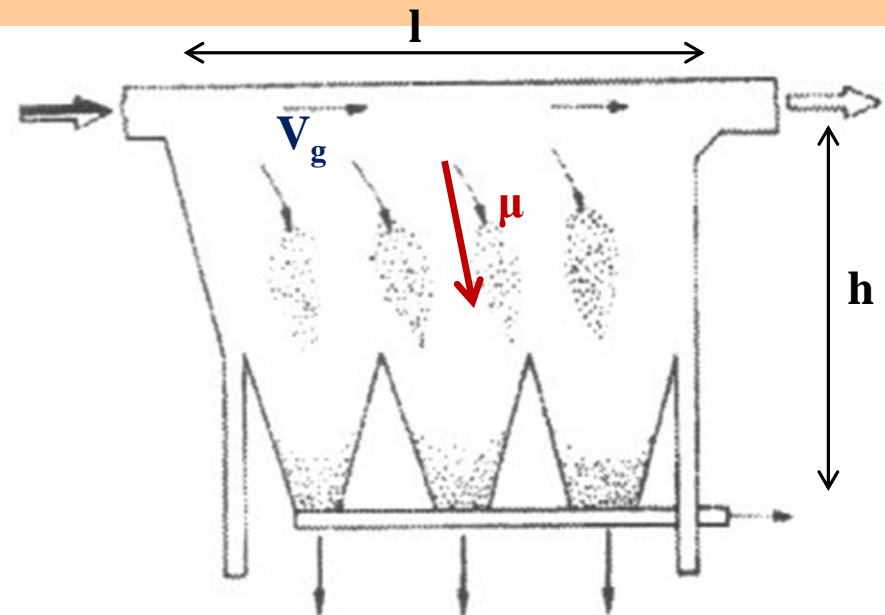
**Wadą jest niski stopień skuteczności odpylania.**

# Komora osadcza

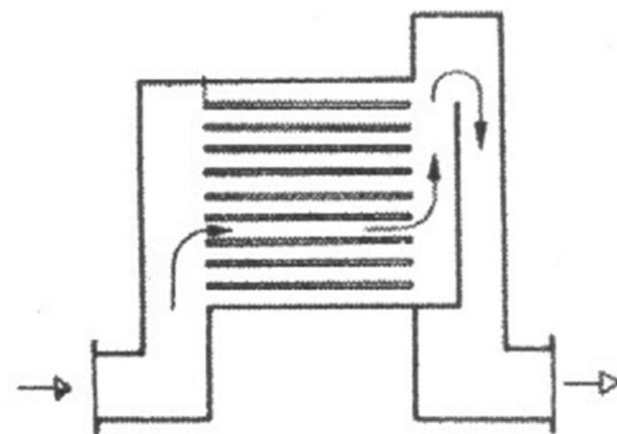
Warunkiem „oddzielenia” w komorze wszystkich ziaren o prędkości opadania  $\mu$  w oczyszczanym gazie, większej od prędkości  $\mu_{gr}$  opadania ziaren o granicznych wymiarach, jest takie dobranie prędkości gazu  $V_g$ , długości komory  $l$  oraz wysokości  $h$ , żeby był spełniony warunek:

$$\mu_{gr} \geq \frac{h \bullet V_g}{l}$$

Warunkiem skutecznego odpylania jest laminarny przepływ gazu przez komorę, dlatego  $V_g$  musi być mniejsze niż 0,5 m/s, wyjątkowo maksymalnie 1-2 m/s. Komory osadcze działają skutecznie wówczas gdy prędkość opadania ziaren jest większa niż 0,5[m/s] (powyżej 100  $\mu$ m).

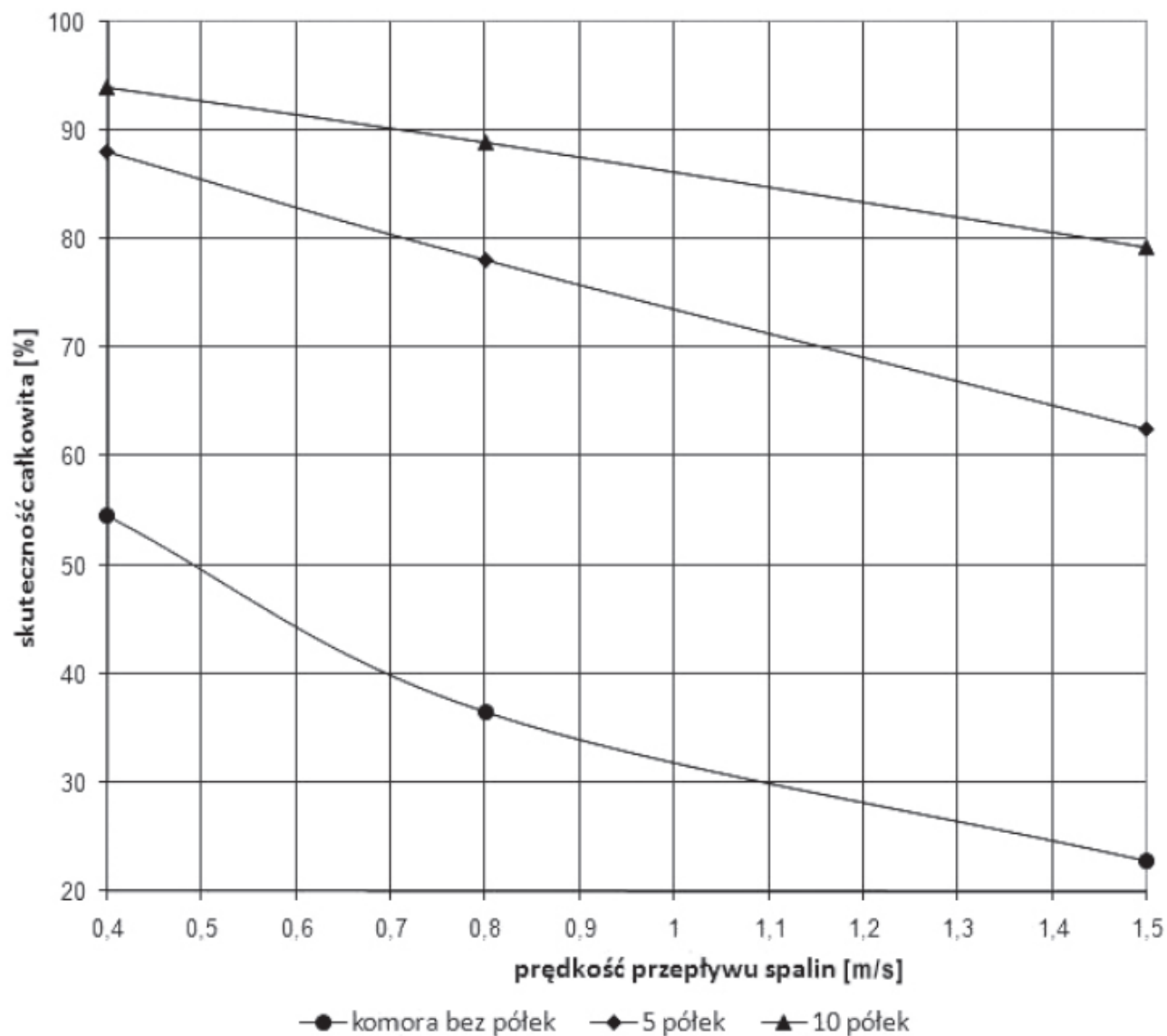


Komora osadcza pyłowa

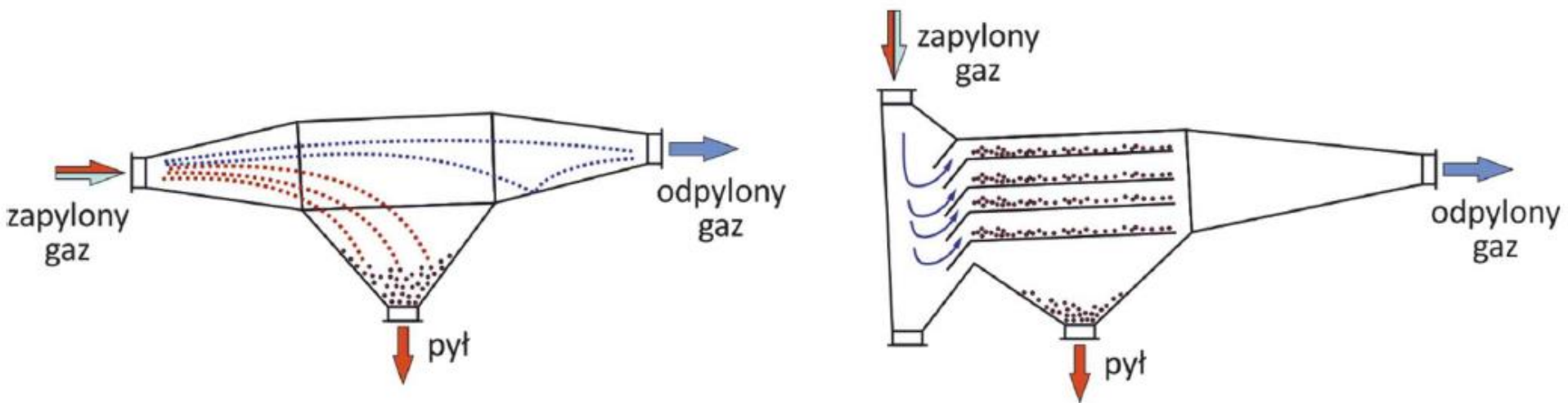


Komora osadcza pyłowa z półkami

## Zależność skuteczności całkowitej odpylania od prędkości przepływu gazu i konstrukcji komory osadczej (proces suszenia kauczuku)



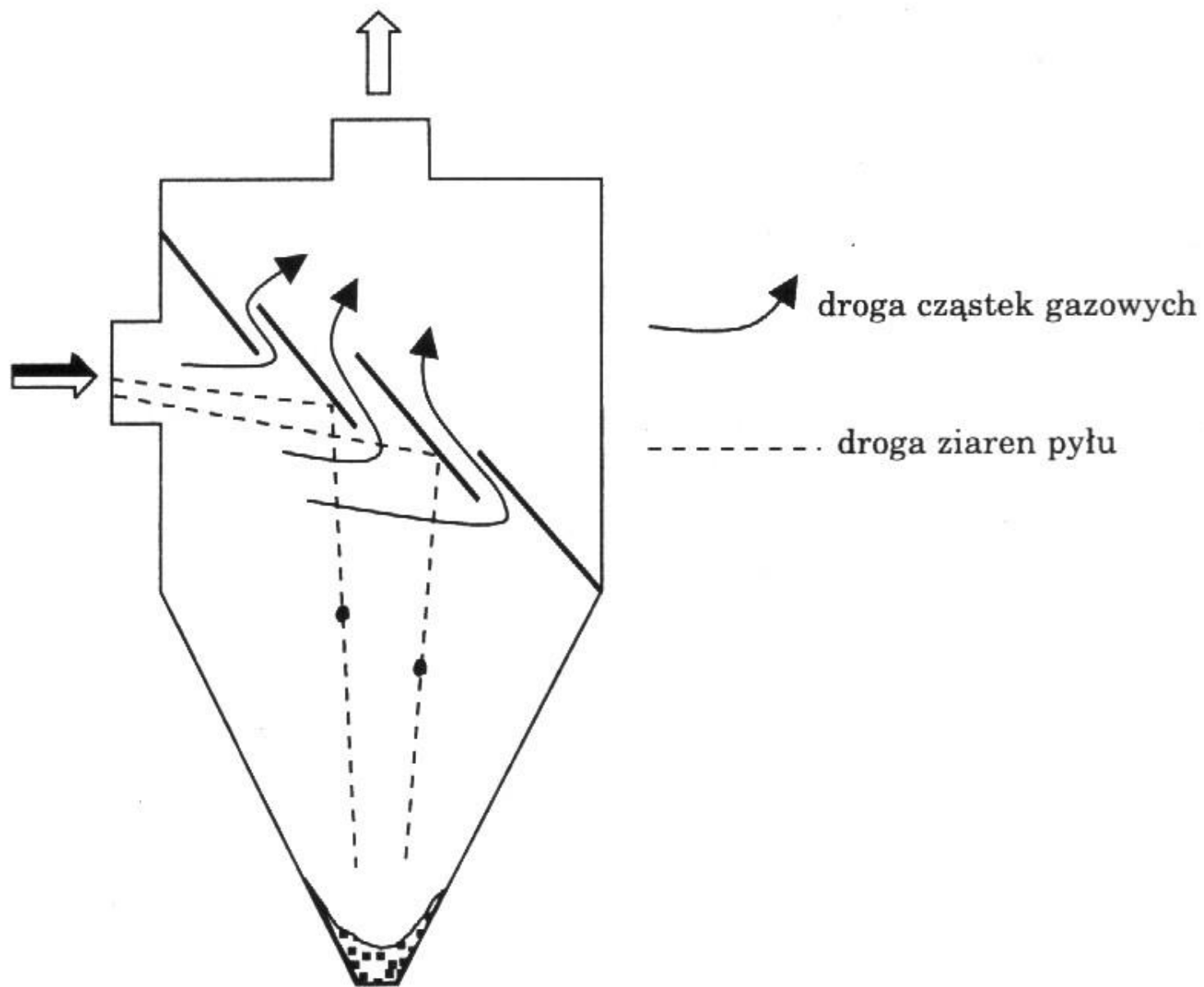
Zainstalowanie wielu poziomów półek polepsza sprawność odpylania, gdyż prędkość strumienia pozostaje ta sama, ale cząstki opadają wówczas z dużo mniejszej wysokości.



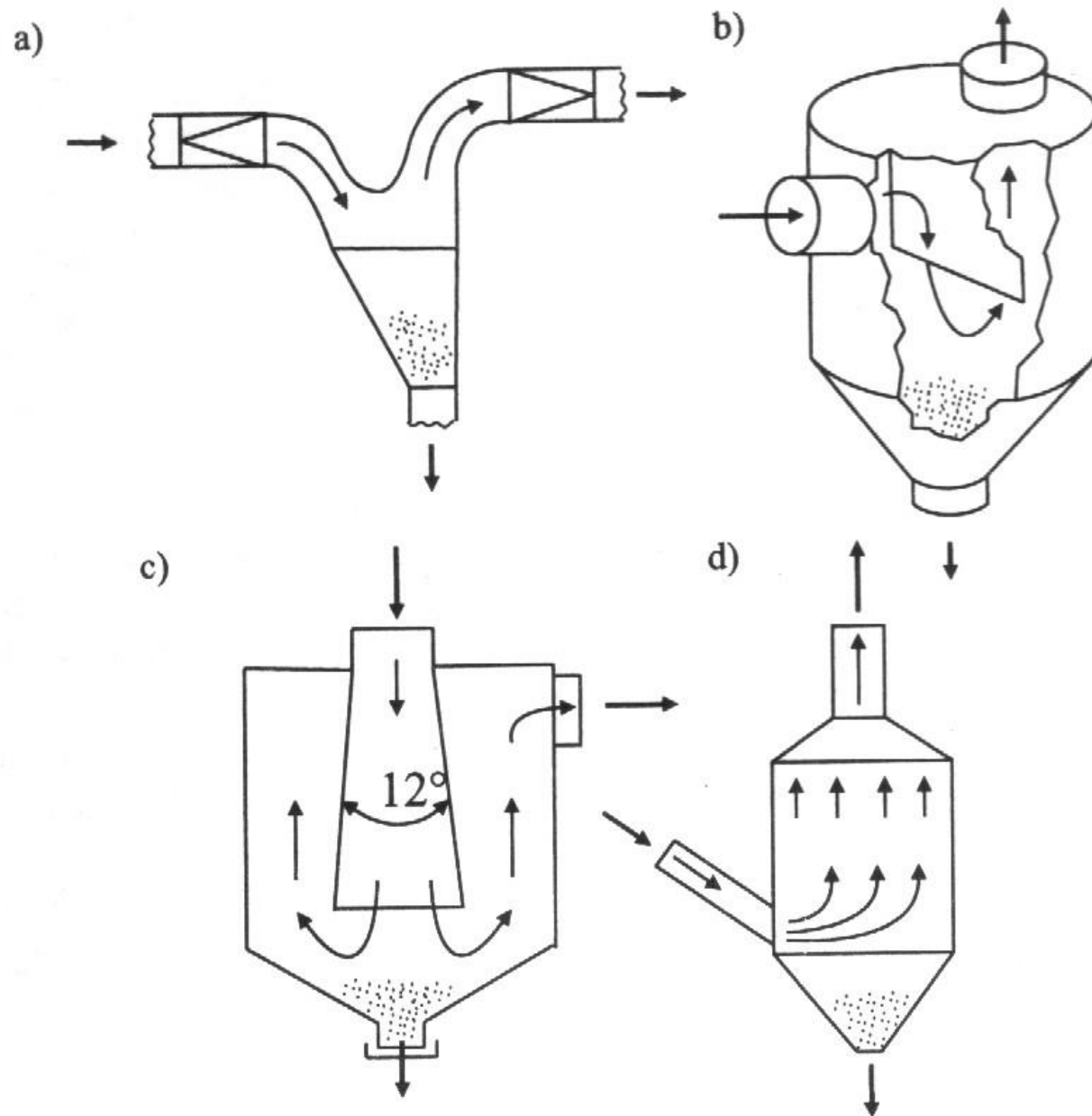
# ODPYŁACZE INERCYJNE

## (bezwładnościowe)

- Wykorzystanie efektu bezwładności ziaren pyłu przy gwałtownej zmianie kierunku.
- (na drodze zapyłonej strugi są „przeszkody” np. płyta z blachy).
- Konstrukcja bardziej złożona lecz zwarta.
- Odpylają cząstki powyżej **20  $\mu\text{m}$**
- **Sprawność do ok. 80% (30  $\mu\text{m}$ ), dla pyłów grubszych powyżej 95 %.**
- **Mała skuteczność odpylania drobnych frakcji pyłu.**



Przykład konstrukcji i ilustracja zasady pracy odpylacza inercyjno-grawitacyjnego

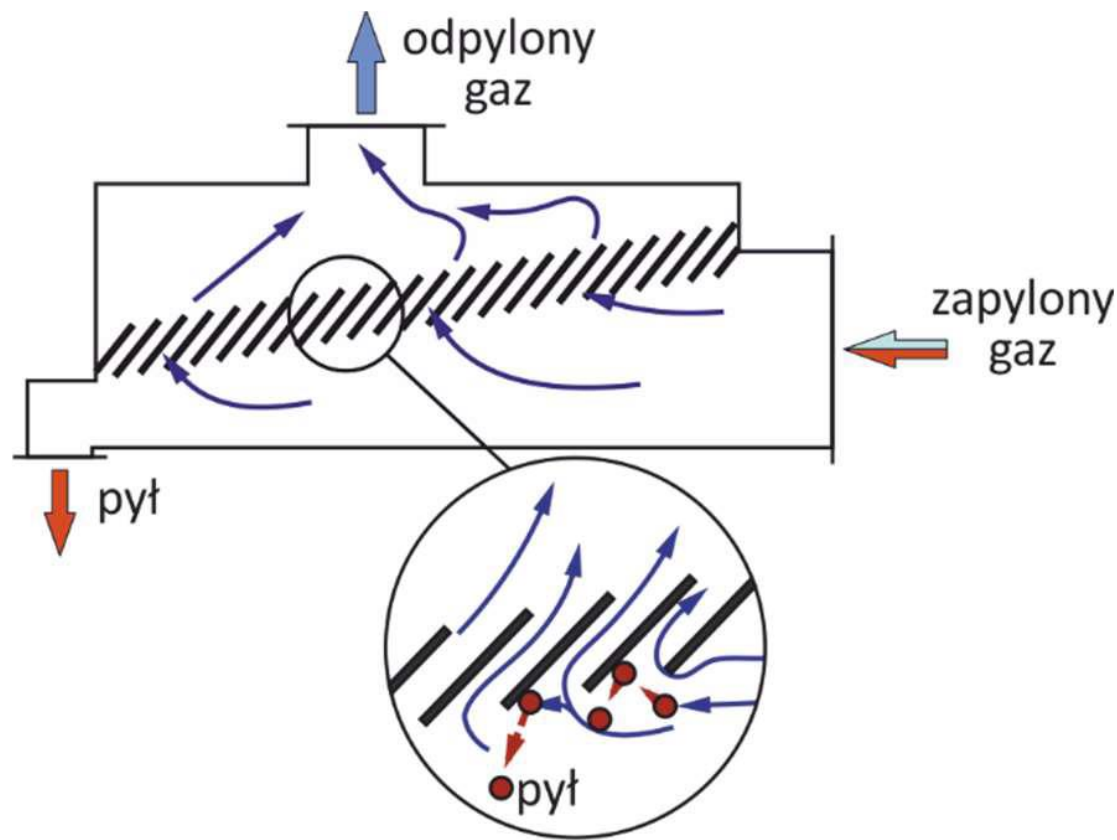


Odpylacze uderzeniowo inercyjne: a) do wbudowania w linię przewodu gazowego; b) z przegrodą uderzeniową; c) z rurą centralną; d) z bocznym wlotem kątowym

Do grupy **uderzeniowo-inercyjnych** należą również **odpylacze żaluzjowe**, w których strumień zapylonych gazów jest rozdzielany na przegrodzie półkowej w postaci żaluzji na dwie części (rys. 20). Zasadnicza część strumienia ok. 80 ÷ 90% w znacznym stopniu odpylona przepływa pomiędzy żaluzje. Pozostała część strumienia o dużej zawartości pyłu kierowana jest do bardziej

sprawnego odpylacza.

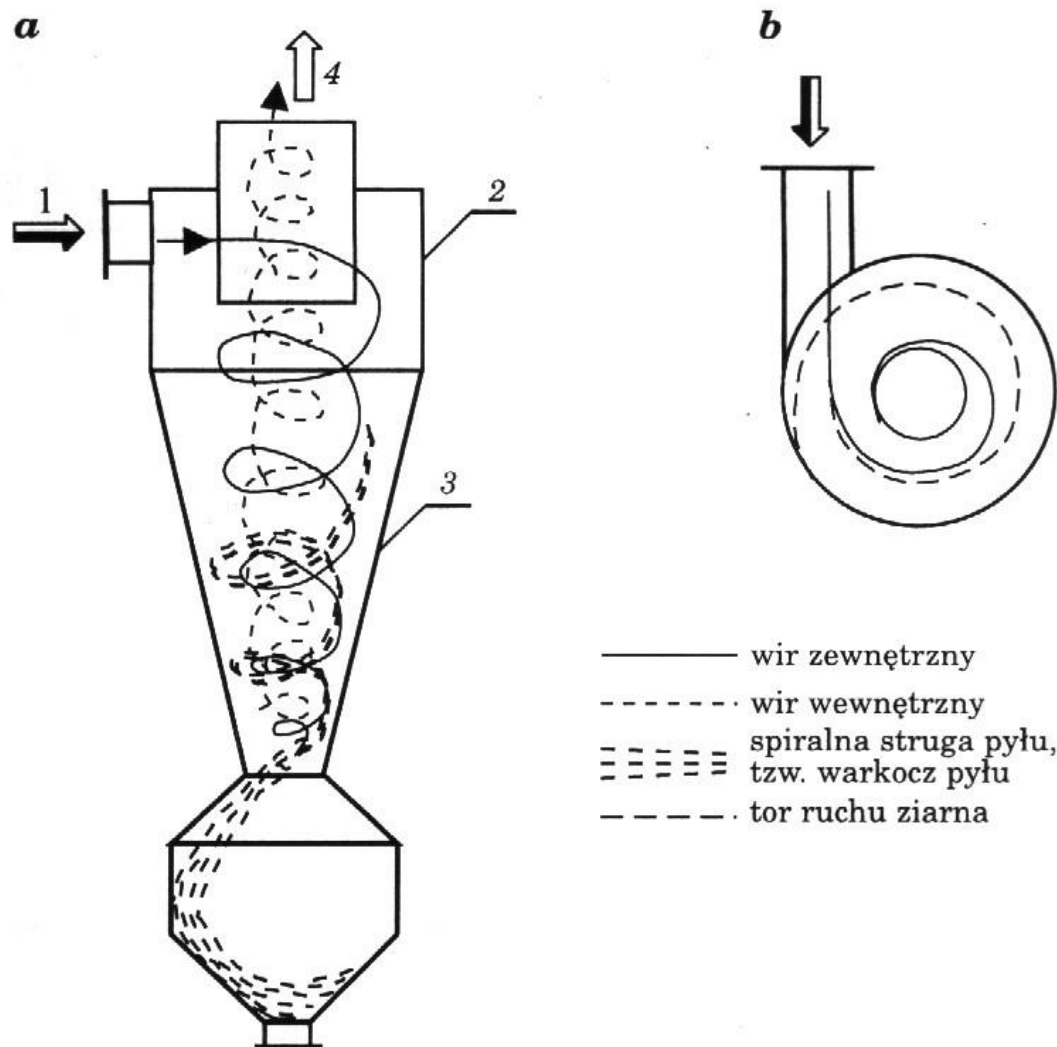
Mogą być stosowane do wydzielania z dobrą skutecznością cząstek powyżej 20  $\mu\text{m}$ .



## Cyklony (odpylacze odśrodkowe)

- Bardzo rozpowszechnione (patent 1885 r)
- Stosowane w wielu zakładach do wstępnego odpylania
- Połączone równolegle lub szeregowo w baterie – multicyklony
- Rozmiar cząstki granicznej wydzielonej w multicyklonie 5-10  $\mu\text{m}$ ,
- skuteczność odpylania do 90%

**W odpylaczach odśrodkowych – cyklonach** – wykorzystuje się bardziej efektywny mechanizm odpylania polegający na działaniu sił odśrodkowych na cząstki aerozolowe. Strumień aerozolu można wprowadzić w ruch obrotowy (wirowy) kilkoma sposobami. W konstrukcjach klasycznych cyklonów strumień aerozolu jest wprowadzany stycznie do cylindrycznej części aparatu. W innych rozwiązaniach ruch wirowy następuje wskutek przepływu strumienia aerozolu przez nieruchomy wirnik, którego łopatki mają zarys linii śrubowej lub w wyniku wirowania wirnika.

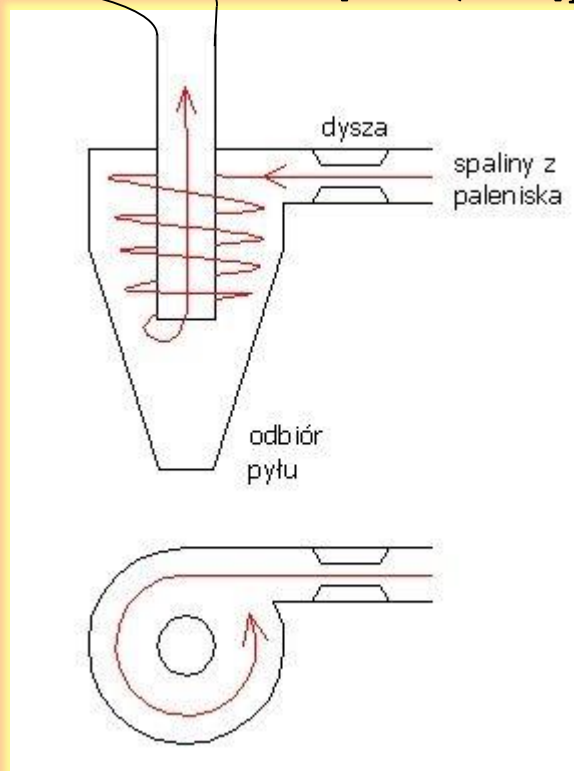


Schemat budowy i działania cyklonu: *a* – przekrój pionowy, *b* – przekrój poziomy na wysokości wlotu gazów, 1 – wlot gazów zapyłonych, 2 – część cylindryczna, 3 – część stożkowa, 4 – wylot gazów oczyszczonych

Dla bardziej skutecznego oczyszczania gazów stosuje się wielostopniowe stacje oczyszczające złożone z szeregowo połączonych urządzeń.

Całkowita skuteczność oczyszczania stacji złożonej z  $n$  elementów wyraża się wzorem:

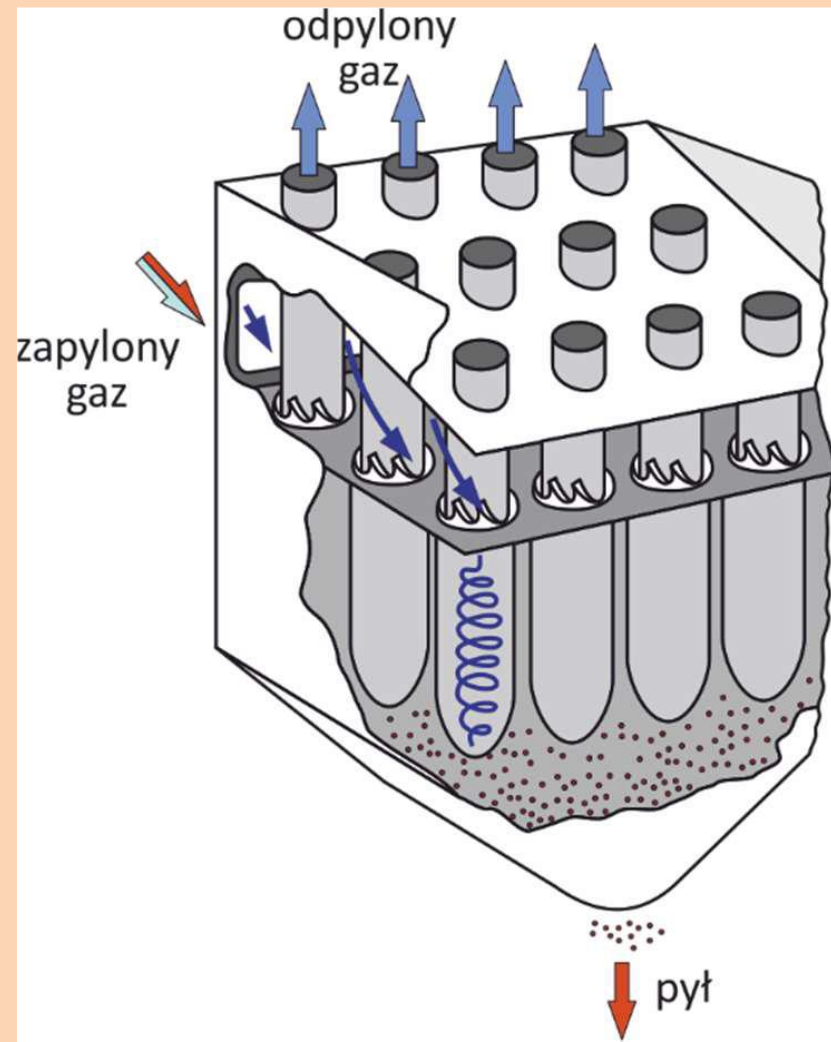
$$\eta = 1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot (1 - \eta_3) \cdot \dots \cdot (1 - \eta_n)$$



Skuteczność odpylania cyklonów dla baterii 4 cyklonów o średnicy 4x920[mm]	
klasa ziarna [ $\mu\text{m}$ ]	skuteczność [%]
0-10	22
10-20	50
20-30	92,5
30-40	98,5
40-60	99
60-100	99,5

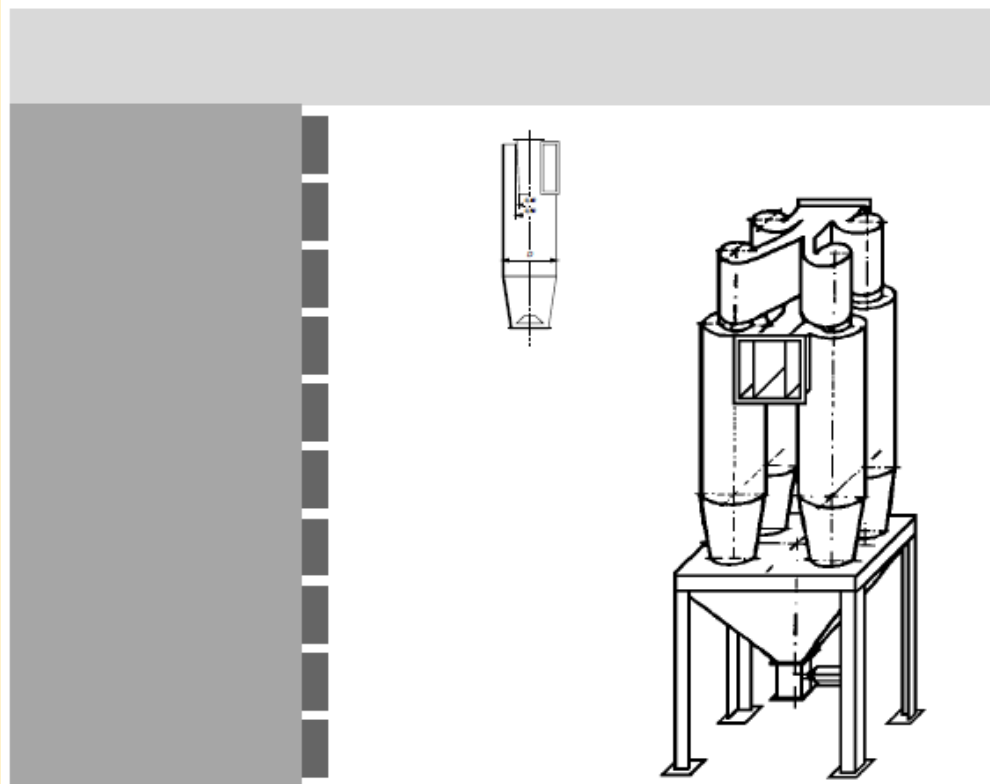
Sprawność odpylania wzrasta wraz ze:

- zwiększeniem średnicy i gęstości cząstek,
- zmniejszeniem średnicy cyklonu przy zachowaniu proporcji pozostałych wymiarów,
- zwiększeniem prędkości gazu,
- wzrostem przyczepności cząstki do ścian cyklonu.



Przykładowy katalog  
cyklonów firmy  
„Kowent”

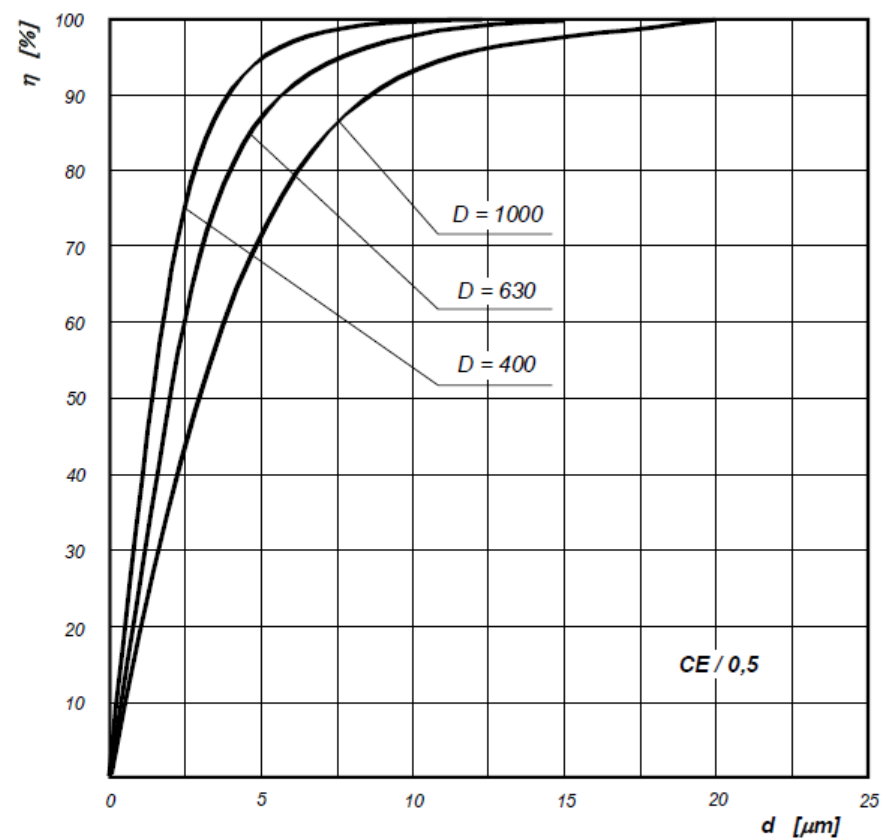
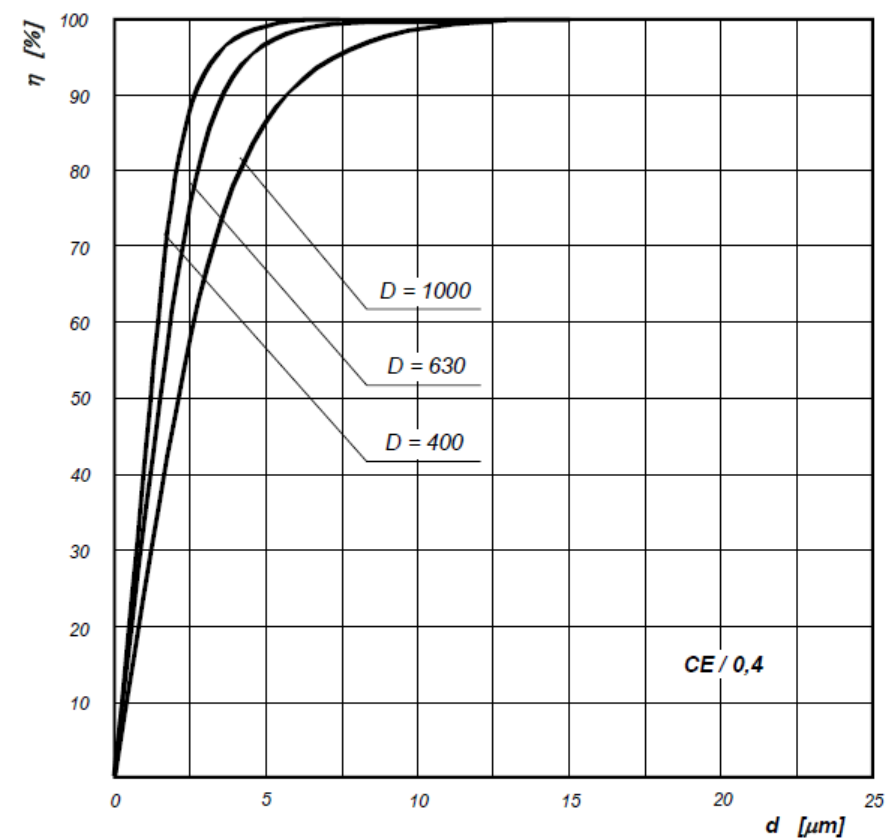
# FABRYKA URZĄDZEŃ ODPYLAJĄCYCH I WENTYLACYJNYCH „KOWENT” w Końskich



ODPYLACZE CYKLONOWE CE-nxD/ 0,4  
POJEDYNCZE I BATERYJNE CE-nxD/ 0,5

EINZELNE- UND CE-nxD/ 0,4  
BATTERIEZYKLONENSTAUBER CE-nxD/ 0,5

ЦИКЛОННЫЕ ПЫЛЕУЛОИТЕЛИ CE-nxD/ 0,4  
ОДИНАРНЫЕ И БАТАРЕЙНЫЕ CE-nxD/ 0,5



Rys. 3. Przedziałowa skuteczność działania  $\eta_p = f(d, D)$  dla pyłów o gęstości  $\rho_p = 2000 \text{ kg/m}^3$

Zeich. 3. Intervalle Wirkungsgute  $\eta_p = f(d, D)$  für Staub mit einer Dichte  $\rho_p = 2000 \text{ kg/m}^3$

Черт. 3. Интервальная эффективность действия  $\eta_p = f(d, D)$  для пылей с удельной массой  $\rho_p = 2000 \text{ kg/m}^3$

# Filtry

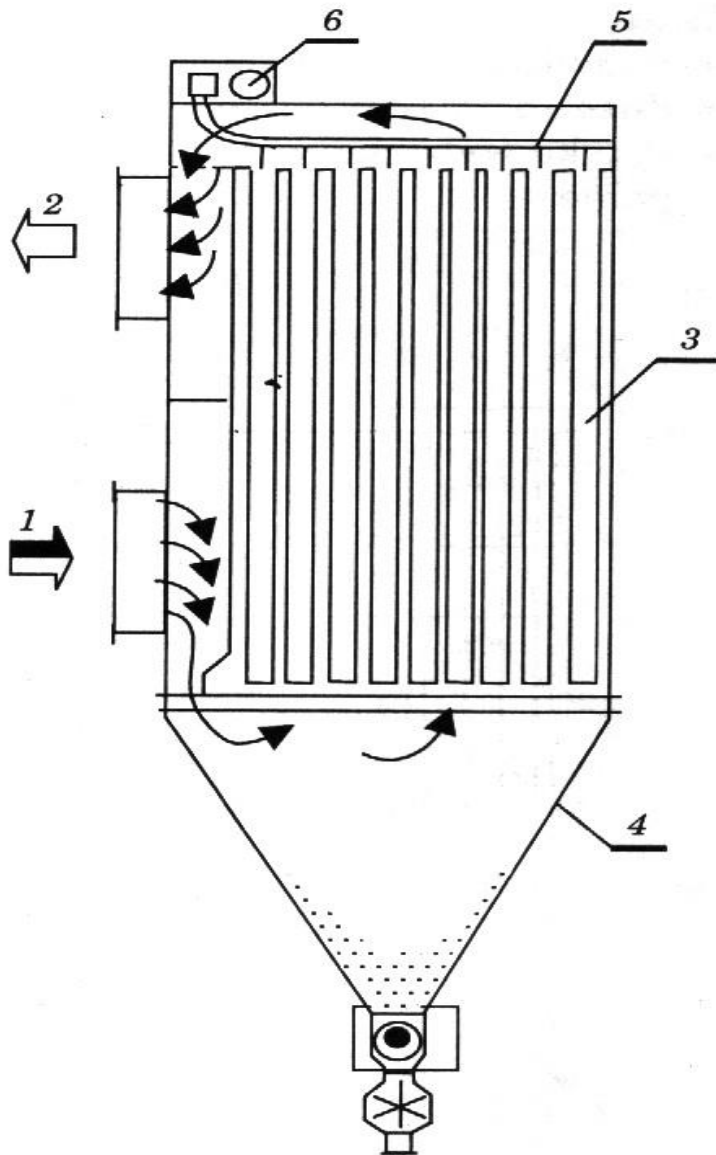
## (filtry tkaninowe)

Zasada działania odpylaczy filtracyjnych oparta jest na przepływie strumienia odpylanego gazu przez zespół porowatych kolektorów.

W procesach odpylania gazów odlotowych rozróżnić można dwa podstawowe typy przegród filtracyjnych: tkaninowe i warstwowe. Filtry zaliczane są do najbardziej skutecznych odpylaczy. Uzyskuje się przy ich zastosowaniu sprawność odpylania ok. **99%** dla cząstek do **0,5  $\mu\text{m}$**  oraz mniejszych do **0,01  $\mu\text{m}$**

### Wady:

- wrażliwość na zawilgocenie gazów
- duże rozmiary
- ryzyko wybuchu (dla gazów zawierających substancje palne)

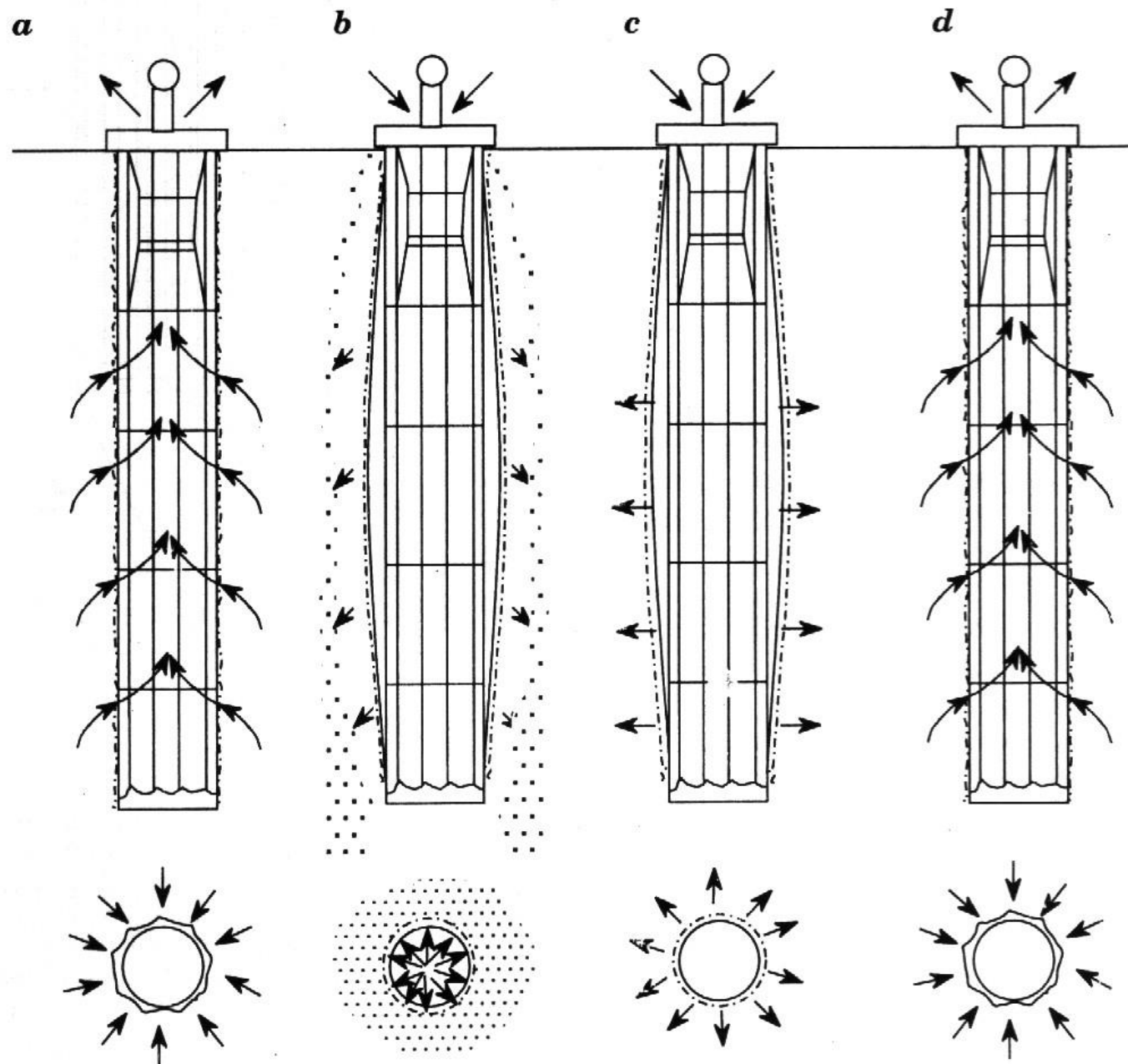


**Rys. 7.10.** Schemat filtra workowego regenerowanego sprężonym powietrzem: 1 – wlot powietrza zapyłonego, 2 – wylot gazu czystego, 3 – worki filtracyjne, 4 – zasobnik pyłu, 5 – nadmuch powietrza sprężonego, 6 – zasobnik sprężonego powietrza

Filtry tkaninowe z przegrodą filtracyjną którą stanowią tkaniny tkane, plecione lub włókna filcowane (formowane w kształcie kieszeni, worków, czy też rozpinane na płaskich ramach).

Filtry tkaninowe są jednymi z najbardziej sprawnych odpylaczy dla cząstek od **0,5  $\mu\text{m}$** .

**Sprężone powietrze (5, 6) służy do regeneracji filtrów workowych (3)**



**Rys. 7.11.** Ilustracja sposobu regeneracji filtrów workowych przy użyciu sprężonego powietrza:  
*a, d* – filtracja gazów odlotowych, *b* – I faza regeneracji – usunięcie placka pyłu, *c* – II faza regeneracji – oczyszczenie tkaniny filtracyjnej

# Odpylacze elektrostatyczne

Są to tzw. elektrofiltry. Działanie ich polega na wykorzystaniu zjawiska jonizacji i wpływu pola elektrostatycznego na jony dodatnie i ujemne.

Zanieczyszczenia zyskują ładunek dodatni i na skutek silnego pola elektrostatycznego przyciągane są do naładowanych przeciwnie okładek kondensatora.

Odpylacze te posiadają wysoką skuteczność odpylania (99%). Stosuje się je do oczyszczania gazów pochodzących z kotłowni energetycznych, przemysłu metalurgicznego oraz przy produkcji kwasu siarkowego metodą kontaktową.

**Nie stosować do gazów palnych i wybuchowych !**

Do elektrod jest przyłożone napięcie 30-100 kV.

Elektrody ujemne (emisyjne) są w postaci cienkich prętów.

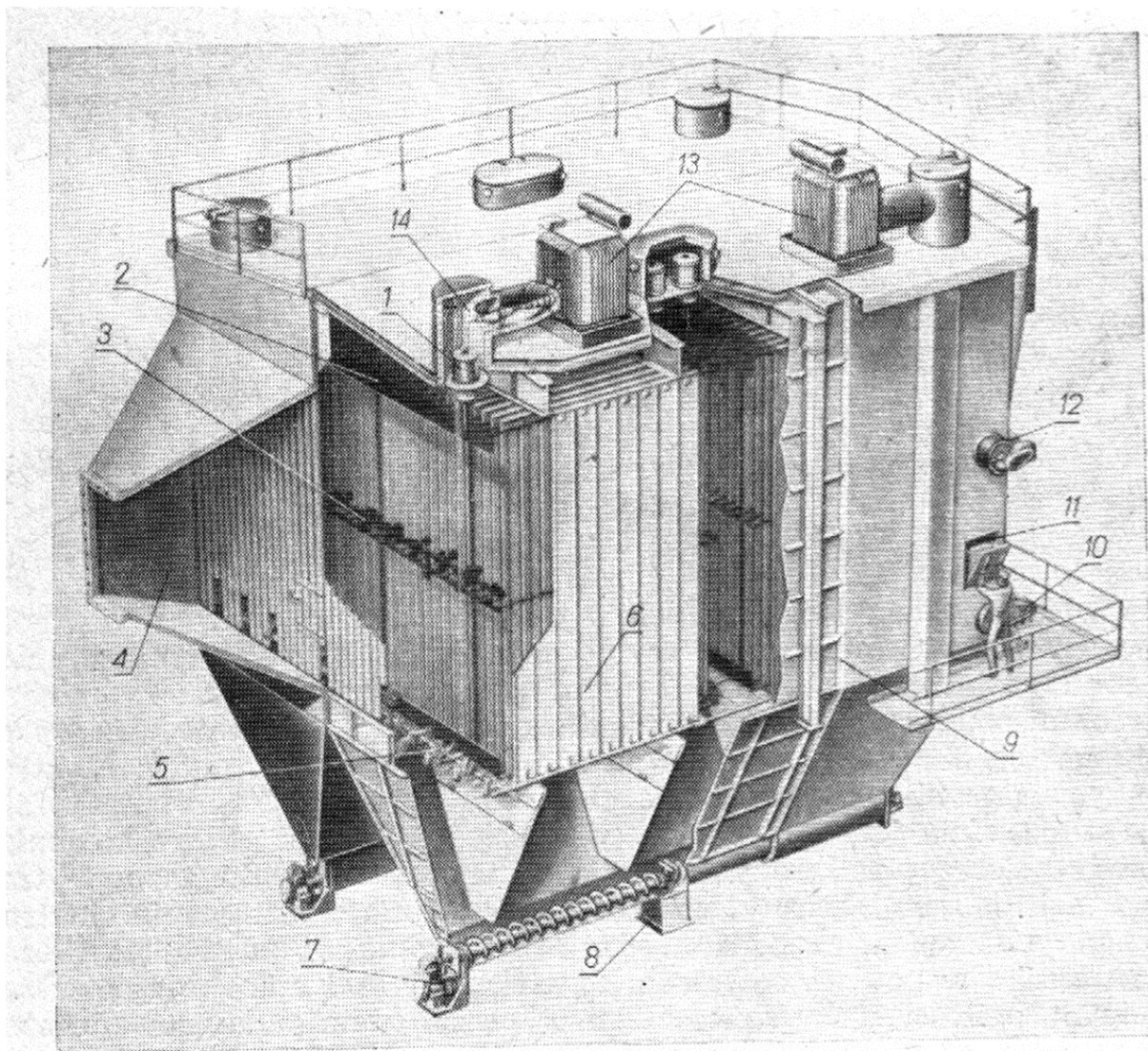
Elektrody dodatnie (zbiorcze, inaczej osadcze) stanowią uziemione płyty.

Elektrody zbiorcze są wprawiane w drgania, co powoduje odpadanie od nich oddzielonego pyłu.

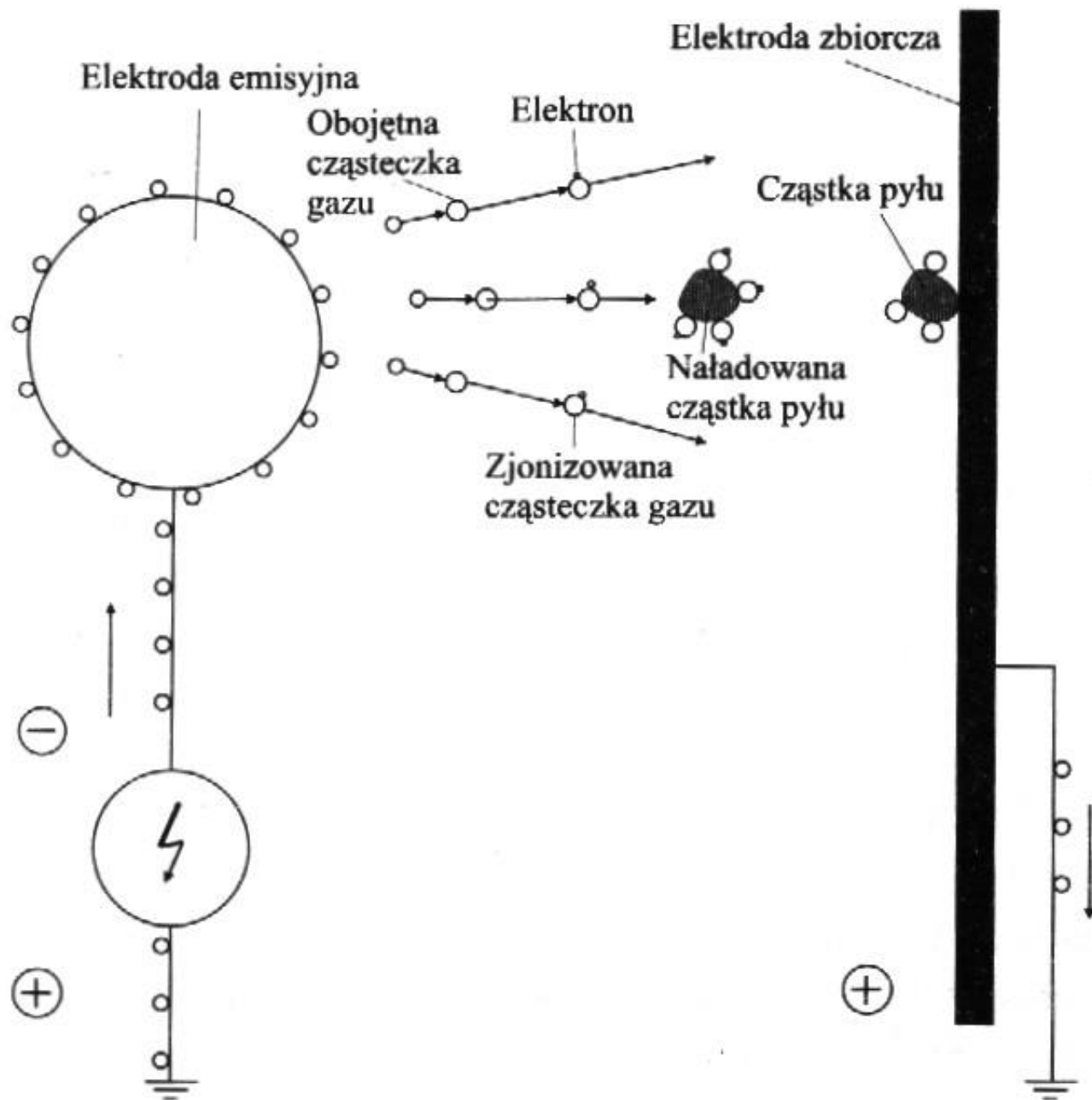
Najpowszechniej stosowanym układem jest szereg, jednakowo oddalonych od siebie, równoległych płyt między, którymi umieszczone są rzędy cienkich prętów.

Optymalna wartość oporności właściwej pyłu wynosi  $10^{10}$ - $10^{11} \Omega \cdot \text{cm}$ ,  
Elektrofiltry charakteryzują się niewielkimi oporami przepływu 30-150 Pa i stosunkowo niewielkim zużyciem energii elektrycznej 0,05- 0,3 kWh/1000m<sup>3</sup> gazu oczyszczanego, wysoką skutecznością odpylania 99[%] (cząstki 0,1[μm]), dużą wydajnością 500 tyś – 3 mln m<sup>3</sup>gazu/h.

Filtry te charakteryzują się dużą efektywnością ponieważ siły pola elektrycznego działają bezpośrednio na cząstki. Możliwe jest zatem odpylanie dużych strumieni nawet przy ich wysokiej temperaturze.



Rys. XIV.13. Klasyczne rozwiązanie płytowego odpylacza elektrostatycznego



**Rys. 3.24.** Schemat procesu odpylania w elektrofiltrze

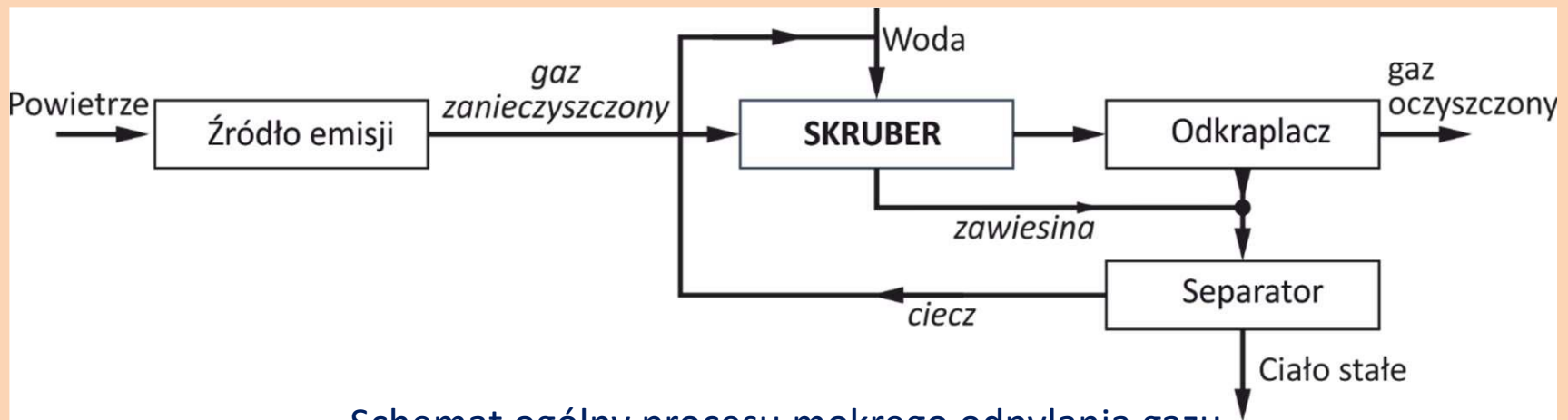
# Elektrofiltr, elektrociepłownia Łęg (Kraków)





# Odpylacze mokre - skrubery

W aparatach zwanych odpylaczami mokrymi (skruberami, płuczkami) strumień zapyłonego gazu jest odpylany wskutek kontaktu z cieczą. W aparatach tych równoległe do odpylania mogą być prowadzone procesy oczyszczania z zanieczyszczeń gazowych oraz chłodzenie i nawilżanie.

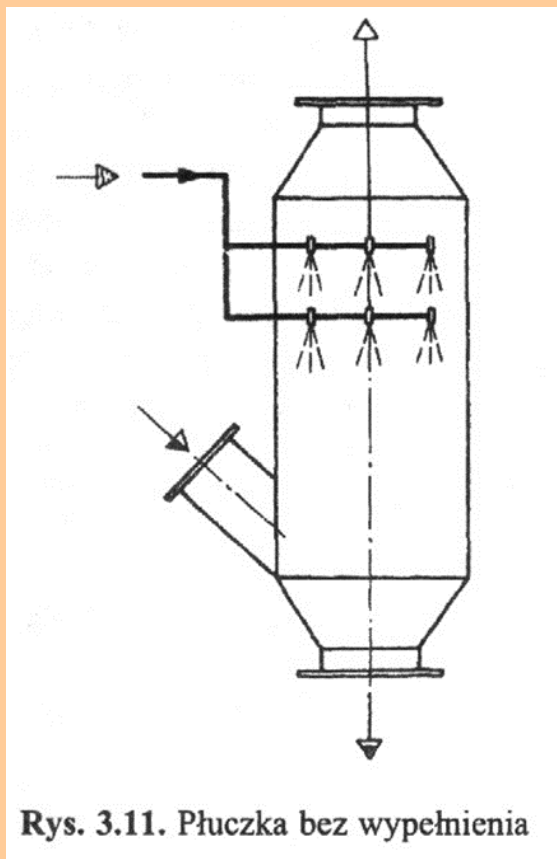


Schemat ogólny procesu mokrego odpylania gazu

Najczęściej stosowaną cieczą jest **woda**. Częstki aerozolowe wydzielane są na kroplach, strugach, warstewkach cieczy bądź na powierzchniach stałych pokrytych warstewką cieczy.

# Płuczki bez wypełnienia

Posiadają prostą budowę oraz niewielkie opory przepływu. Ich skuteczność wynosi jedynie od 30 do 60%. Opory przepływu jakie występują podczas pracy tych urządzeń są niewielkie i wynoszą od 100 do 150Pa. Wysokość płuczek wynosi od 20 do 40 m, średnica ok. 3m.

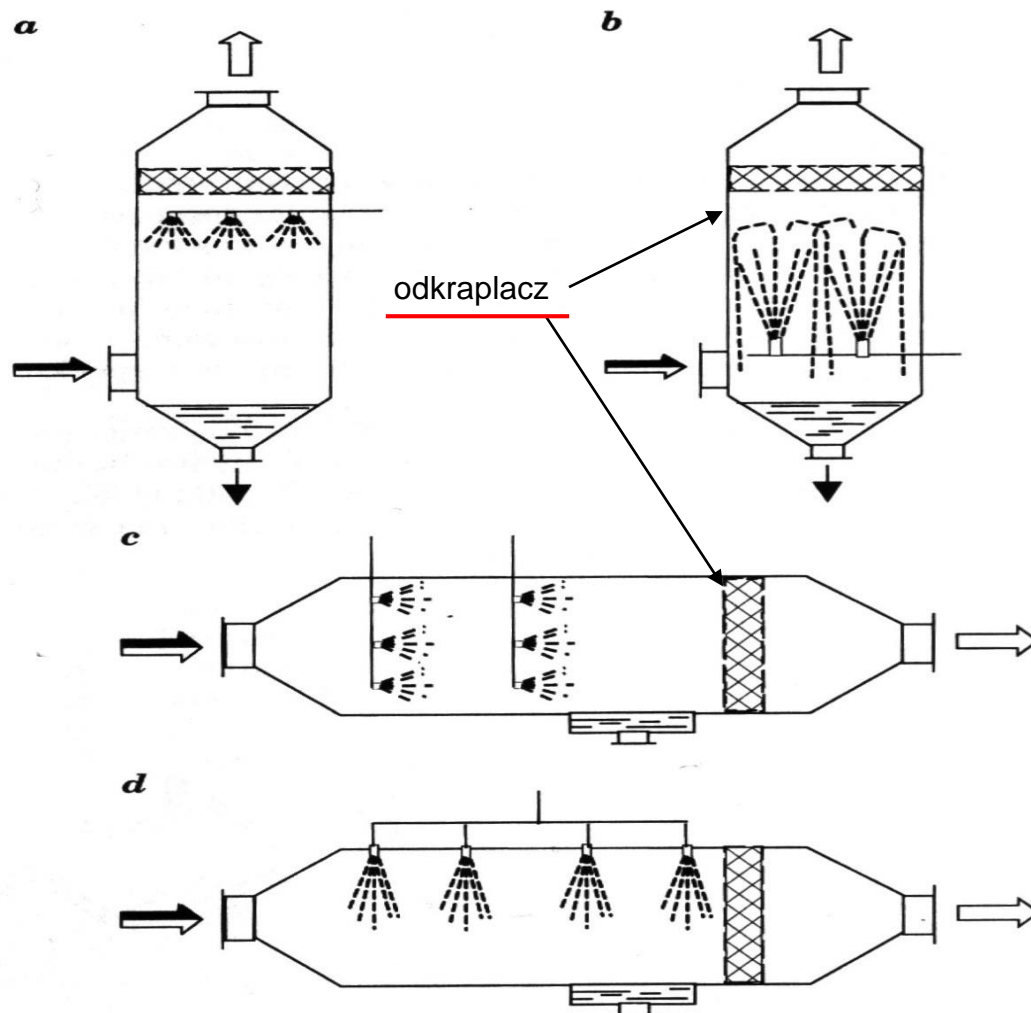


Ziarno pyłu traci energię,  
zostaje nawilżone  
i wchłonięte przez ciecz.

**(można stosować różne ciecze np.  
wodę, oleje ...)**

# W skruberach ciecz zraszająca wypływa z dużą prędkością.

(aktywne pole absorpcji sięga odległości 1m od dyszy)



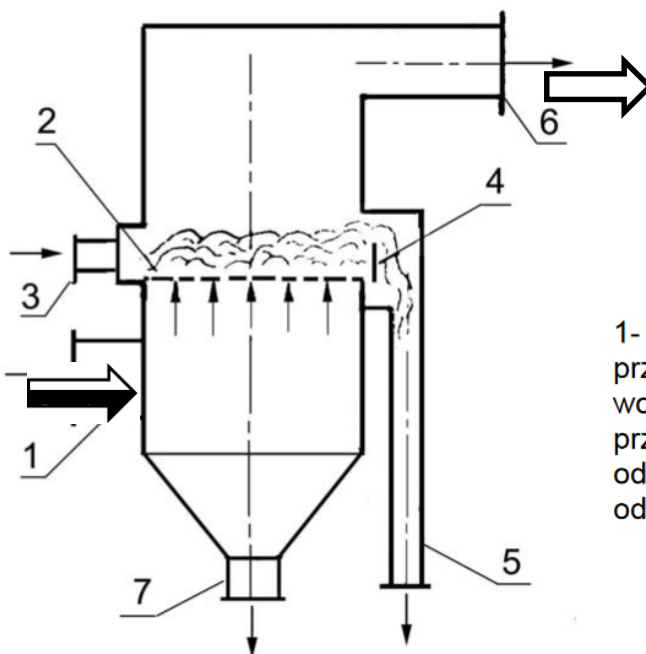
**Rys. 4.4.** Skrubery z przepływem: *a* – przeciwprądowym, *b* – rewersyjnym, *c* – współprądowym, *d* – krzyżowym

# Płuczki pianowe (barbotażowe)

Zasada ich działania opiera się na zjawisku barbotażu, czyli przepływu gazu przez otwory w poziomej półce, na której utrzymywana jest stała warstwa cieczy. Gaz, który przechodzi przez tą ciecz powoduje intensywne mieszanie zanieczyszczeń.

Tego typu płuczki posiadają bardzo wysoką skuteczność dla pyłów o wielkości ziaren powyżej  $1\mu\text{m}$  (do. 98%).

- duże opory przepływu (2000 Pa) - gaz tłoczony pod ciśnieniem.



Schemat odpylacza pianowego;  
1- króciec dopływu gazu zapyłonego, 2- przegroda sitowa, 3- króciec dopływu wody, 4- przegroda przelewowa, 5- przewód odpływu wody, 6- króciec odpływu gazu odpylonego, 7- króciec odpływu części wody

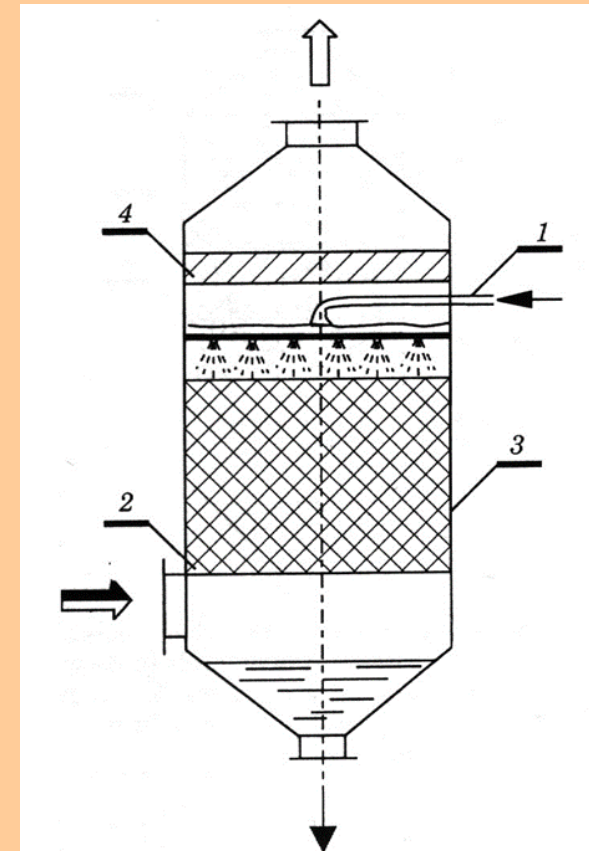
# Płuczki z wypełnieniem

Ich skuteczność jest większa niż płuczek bez wypełnienia, wynosi od **80 do 95%** dla ziaren powyżej **2  $\mu\text{m}$** . Mogą być wykorzystane jako jeden ze stopni wstępnego odpylania gazów.

Opory przepływu wahają się od 100 do 500Pa.

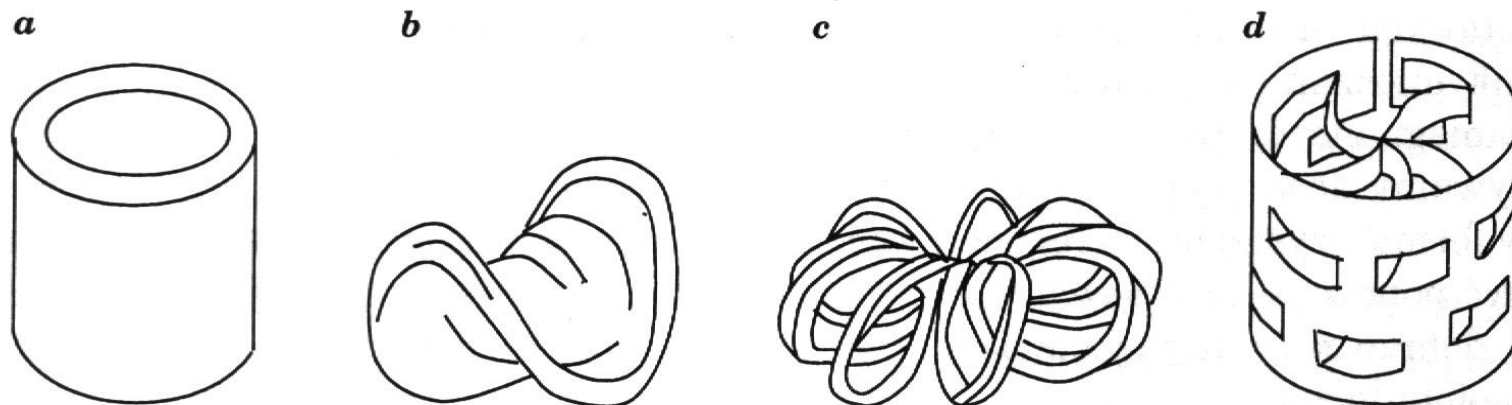
## ABSORBERY z wypełnieniem stacjonarnym lub ruchomym

- Przepływ:
  - współprądowy
  - przeciwproudowy
  - krzyżowy
- Główny element kolumny – warstwa wypełnienia (3).



**Rys. 4.6.** Schemat kolumny z wypełnieniem stacjonarnym o przepływie przeciwproudowym: 1 – zraszacz, 2 – ruszt, 3 – wypełnienie, 4 – odkraplacz

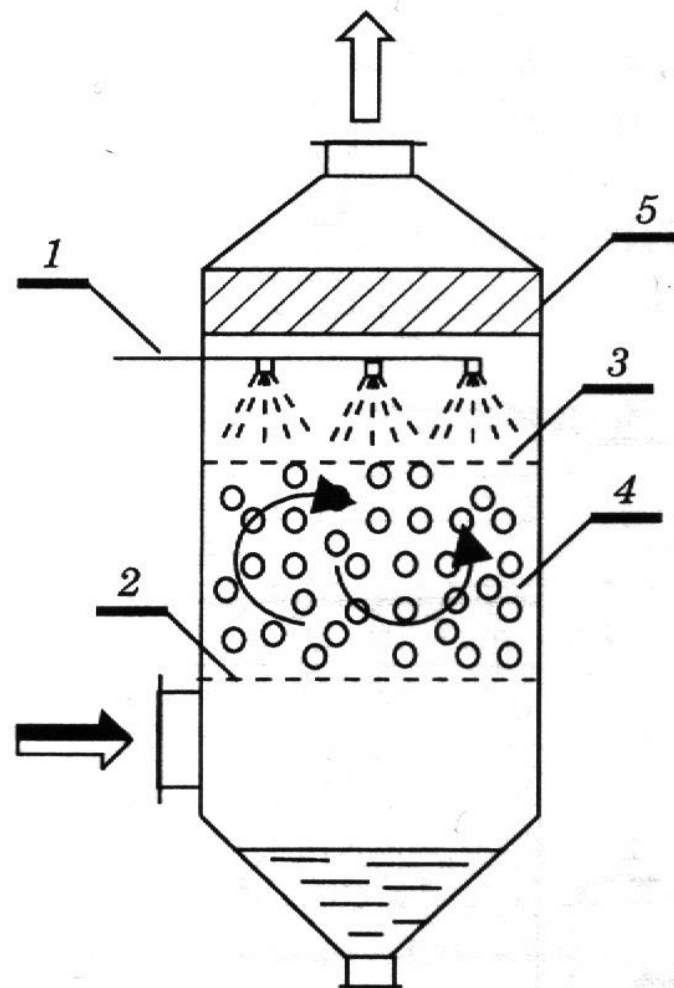
# Przykłady wypełnień.



**Rys. 4.7.** Przykłady wypełnień stacjonarnych do kolumn absorpcyjnych: *a* – pierścienie Raschiga, *b* – siodełka Berla, *c* – rozetki Tellerette, *d* – pierścienie Palla

**Pierścienie wykonuje się z metalu, materiałów ceramicznych lub z tworzyw sztucznych (kamień, żwir, koks, kule, pierścienie, siodełka, lekkie, tanie, odporne na korozję) .**

## Wypełnienie ruchome



**Rys. 4.5.** Schemat absorbera półkowego z ruchomym wypełnieniem:  
1 – zraszacz, 2 – ruszt dolny, 3 – ruszt górny, 4 – ruchome wypełnienie,  
5 – odkraplacz

**Średnica kul :**  
**0,02-0,06 m.**

**Kule**  
**wprowadzane**  
**są w ruch**  
**podczas**  
**przepływu**  
**gazu.**

# Odpylacze Venturiego

Urządzenia z dyszą Venturiego, w których zasadniczym elementem roboczym jest zwężka Venturiego. Zapyłony gaz doprowadzany jest do konfuzora, gdzie następuje gwałtowne przyspieszenie jego przepływu, co skutkuje największą prędkości gazu w przewężeniu zwężki – nawet do  $120 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Następnie dochodzi do obfitego wtrysku wody, która zostaje porwana przez strumień gazu rozbijając się na coraz drobniejsze kropelki.

W dyfuzorze zachodzi intensywne osadzanie się drobnych kropelek mgły wodnej na drobnych ziarnach pyłu. W wyniku tego krople wody osiadają na wylocie dyfuzora stosunkowo duże rozmiary. Skuteczność odpylania ponad 99%. Idealny do pyłów wybuchowych.

# Oczyszczanie z zanieczyszczeń gazowych

Do oczyszczania gazów z zanieczyszczeń gazowych wykorzystuje się prawie wszystkie podstawowe procesy wymiany masy:

- **absorpcję**,
- **adsorpcję**,
- **procesy spalania bezpośredniego i katalicznego**
- **kondensację**

# Metody usuwania zanieczyszczeń gazowych

## Metody absorpcyjne

Polegają one na pochłonięciu zanieczyszczeń gazowych przez ciecz. W trakcie trwania tego procesu następuje wymiana masy przy udziale dyfuzji i konwekcji, która polega na przenikaniu gazu przez warstwę graniczną rozdzielającą fazę gazową i ciekłą. Warunkiem, który musi zostać spełniony, aby zaszło zjawisko **absorpcji** jest rozpuszczalność składników gazu w absorbującej cieczy.

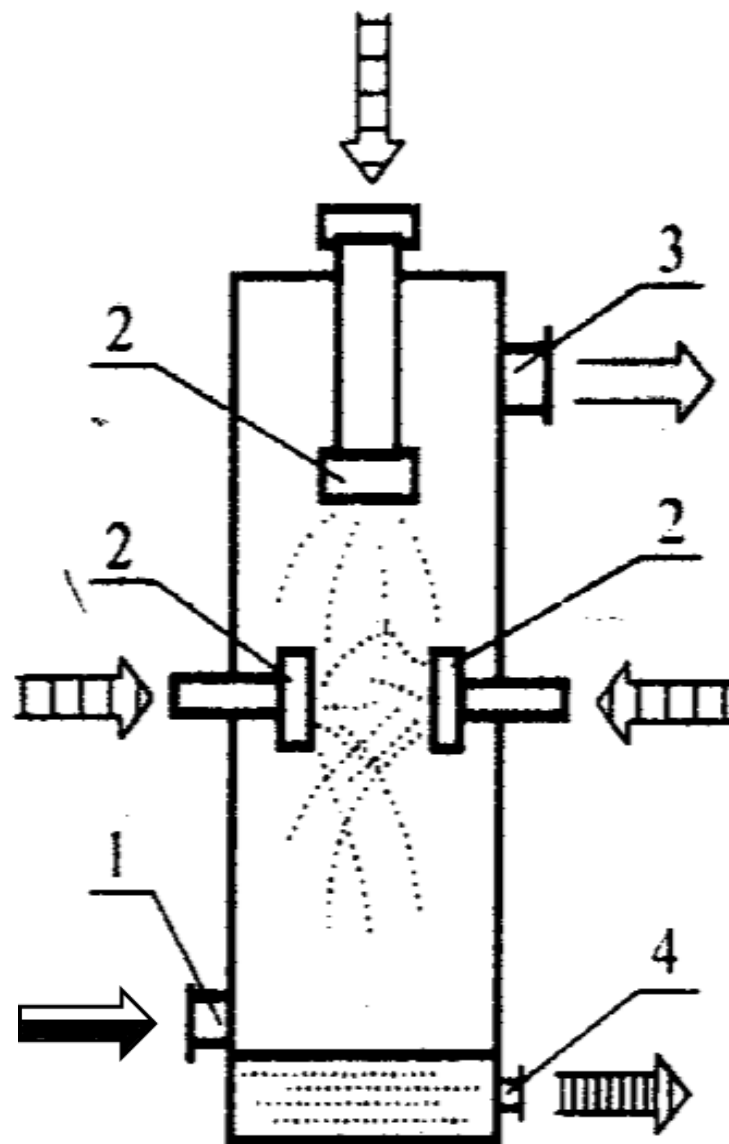
Proces ten przeprowadza się w absorberach.

W technice najczęściej stosuje się następujące absorbery:

- **kolumny natryskowe,**
- **kolumny z wypełnieniem,**
- **kolumny rurowe,**
- **kolumny barbotażowe,**
- **kolumny półkowe.**

## Absorber natryskowy

-mogą być stosowane do jednoczesnego oczyszczania gazów odlotowych z zanieczyszczeń gazowych i pyłowych.



Absorber natryskowy wieżowy: 1 – króciec dopływowy gazu, 2 – urządzenie rozpylające ciecz, 3 – króciec odpływowy gazu, 4 – króciec odpływowy cieczy.

# Usuwane zanieczyszczenia

- amoniak,
- ditlenek siarki,
- chlorowodór,
- fluorowodór,
- ditlenek węgla,
- tlenki azotu
- opary kwasów,
- mieszaniny gazowe,
- siarkowodór, odory i inne

## Zalety ABSORBERÓW z wypełnieniem:

- prosta budowa
- niskie koszty budowy
- prosta obsługa
- niskie opory hydrauliczne,
- wysoka sprawność  
i selektywność (95-99%)
- łatwa obsługa

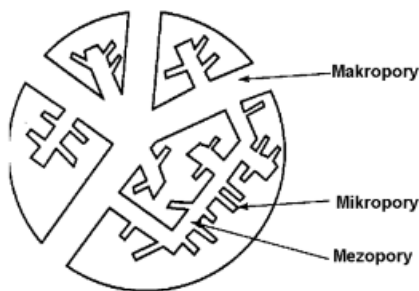
Wydajność: 5 - 20 tys. Nm<sup>3</sup>/h

## Wada ABSORBERÓW z wypełnieniem:

- Podatność wypełnienia na zarastanie osadem – nie mogą być stosowane do gazów o wysokim stopniu zapylenia.

ADSORPCJA -zjawisko polegające na zagęszczaniu składników gazów odlotowych lub roztworów na powierzchni lub otworach ciała stałego zwanego adsorbentem.

- Adsorbentami są ciała stałe o dobrze rozwiniętej powierzchni (węgiel aktywny, żel krzemionkowy).

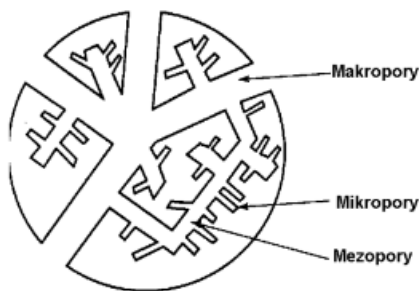


Schemat układu porów w węglu aktywnym



ADSORPCJA -zjawisko polegające na zagęszczaniu składników gazów odlotowych lub roztworów na powierzchni lub otworach ciała stałego zwanego adsorbentem.

- Adsorbentami są ciała stałe o dobrze rozwiniętej powierzchni (węgiel aktywny, żel krzemionkowy).



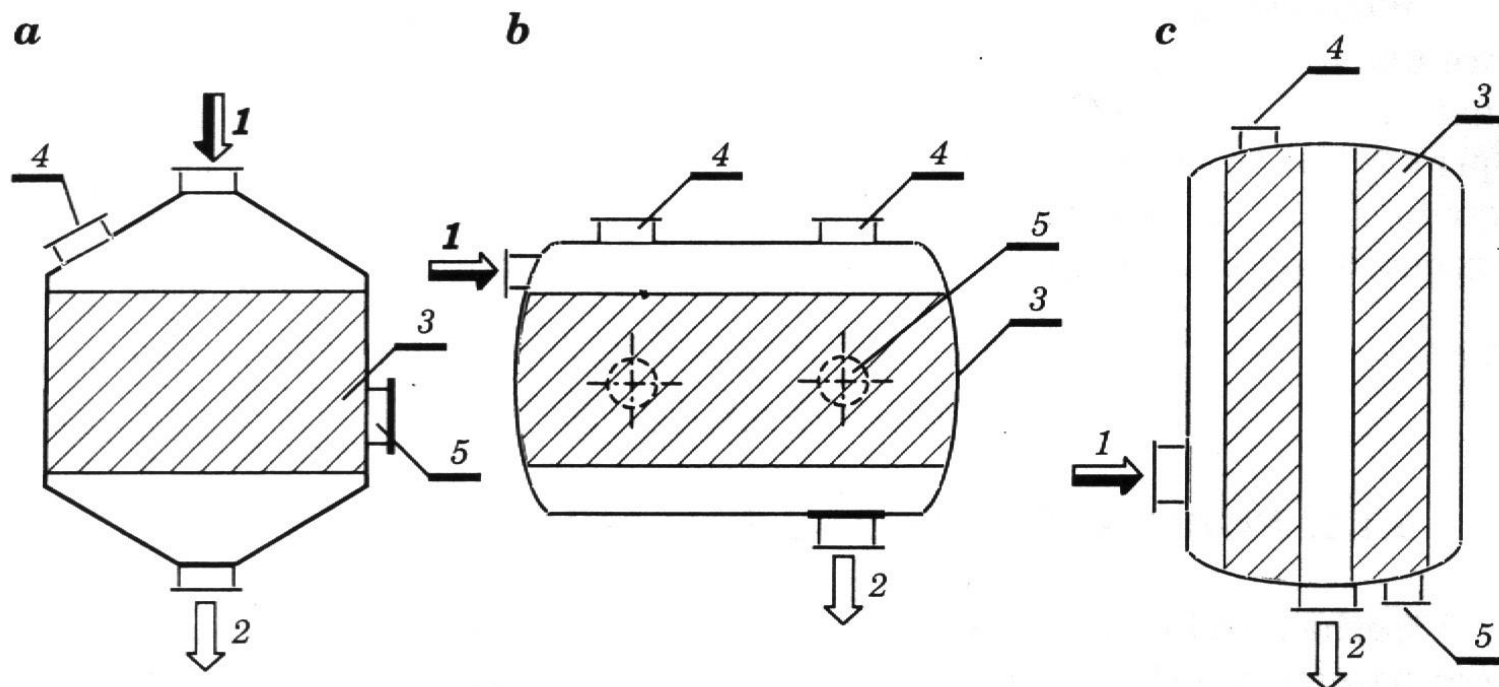
Schemat układu porów w węglu aktywnym



## Adsorbery ze złożem są stosowane do adsorpcji gazowych zanieczyszczeń takich jak:

- PCDD/PCDF (dioksyny)
- metale ciężkie np. rtęć
- związków węglowodorowych
- gazowych związków nieorganicznych takich jak HCl, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S
- oczyszczanie powietrza
- oczyszczanie spalin
- oczyszczanie biogazu
- oczyszczanie gazów kopalnianych
- oczyszczanie gazu ze zgazowania / pirolizy
- dezodoryzacja
- osuszanie powietrza
- usuwanie oparów
- ograniczenie emisji z procesów technologicznych

Obecnie największe zastosowanie mają adsorbery ze złożem stacjonarnym.



**Rys. 4.10.** Konstrukcje adsorberów ze złożem stacjonarnym: *a* – pionowy, *b* – poziomy, *c* – cylindryczny, 1 – wlot gazów surowych, 2 – wylot gazów oczyszczonych, 3 – złożo, 4 – luk załadunkowy, 5 – luk wyładunkowy

Złożo może być wymieniane cyklicznie w sposób automatyczny.

## Specyfika:

- proces prowadzony za pomocą węgla aktywnego/koksu aktywnego lub innych gruboziarnistych sorbentów.
  - duża wydajność separacji nawet przy wysokiej koncentracji zanieczyszczeń na wlocie. Zachowane są bardzo niskie limity emisji
  - zużyty adsorbent wymienia się (można zautomatyzować wymianę)
- temp. gazów  $<150^{\circ}\text{C}$

SPRAWNOŚĆ około 99,9%

Zalety:

- wysoka sprawność i selektywność
- bezawaryjność
- niskie koszty inwestycyjne
- niskie opory hydrauliczne
- niskie koszty eksploatacji

# ZANIECZYSZCZENIA GAZOWE można eliminować:

## Metodą kondensacyjną

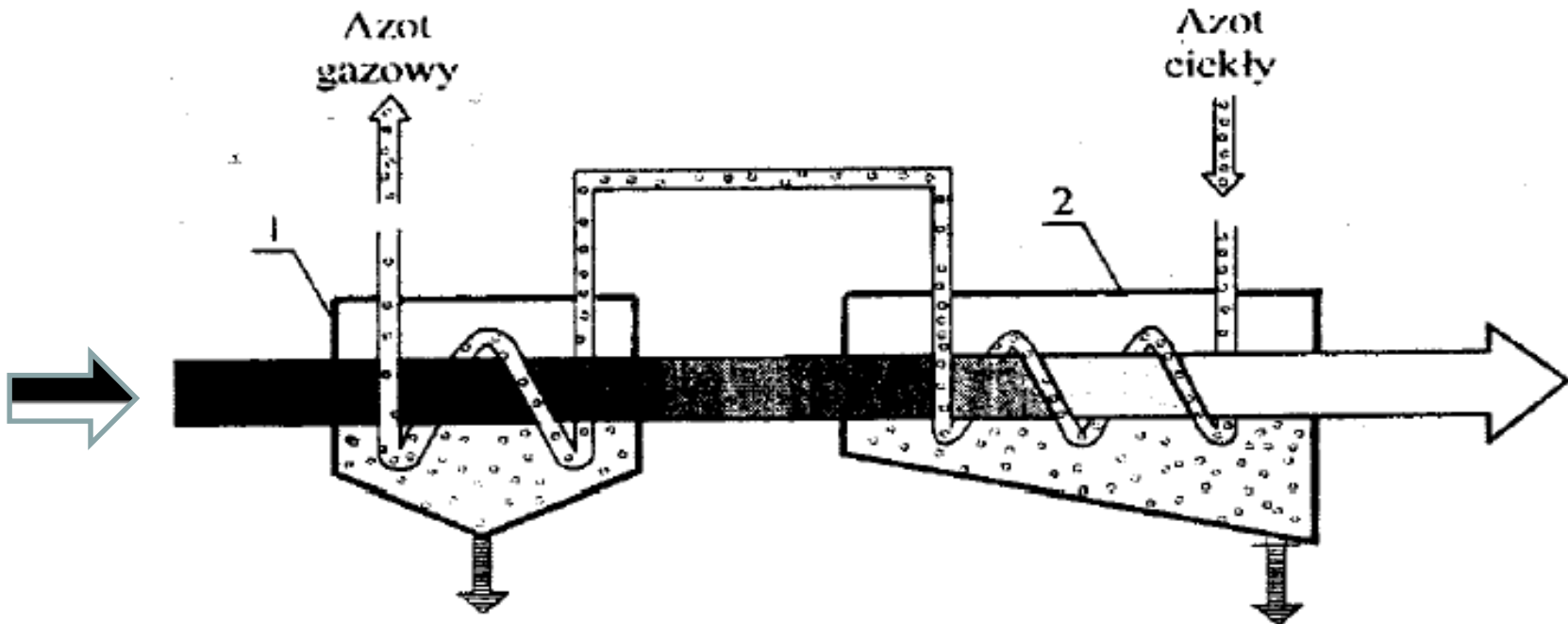


Zanieczyszczony gaz jest oziębiany przy stałym ciśnieniu do temperatury niższej od temperatury kondensacji par substancji zanieczyszczających. W ten sposób zanieczyszczenia gazowe przechodzą w stan ciekły (łatwiejszy w dalszych etapach do usuwania lub zagospodarowania)

Na początku procesu, strumień gazu jest chłodzony w wyniku kondensacji strumienia ciepłego gazu na zimnej powierzchni ściany lub kropeł w wymienniku przeponowym.

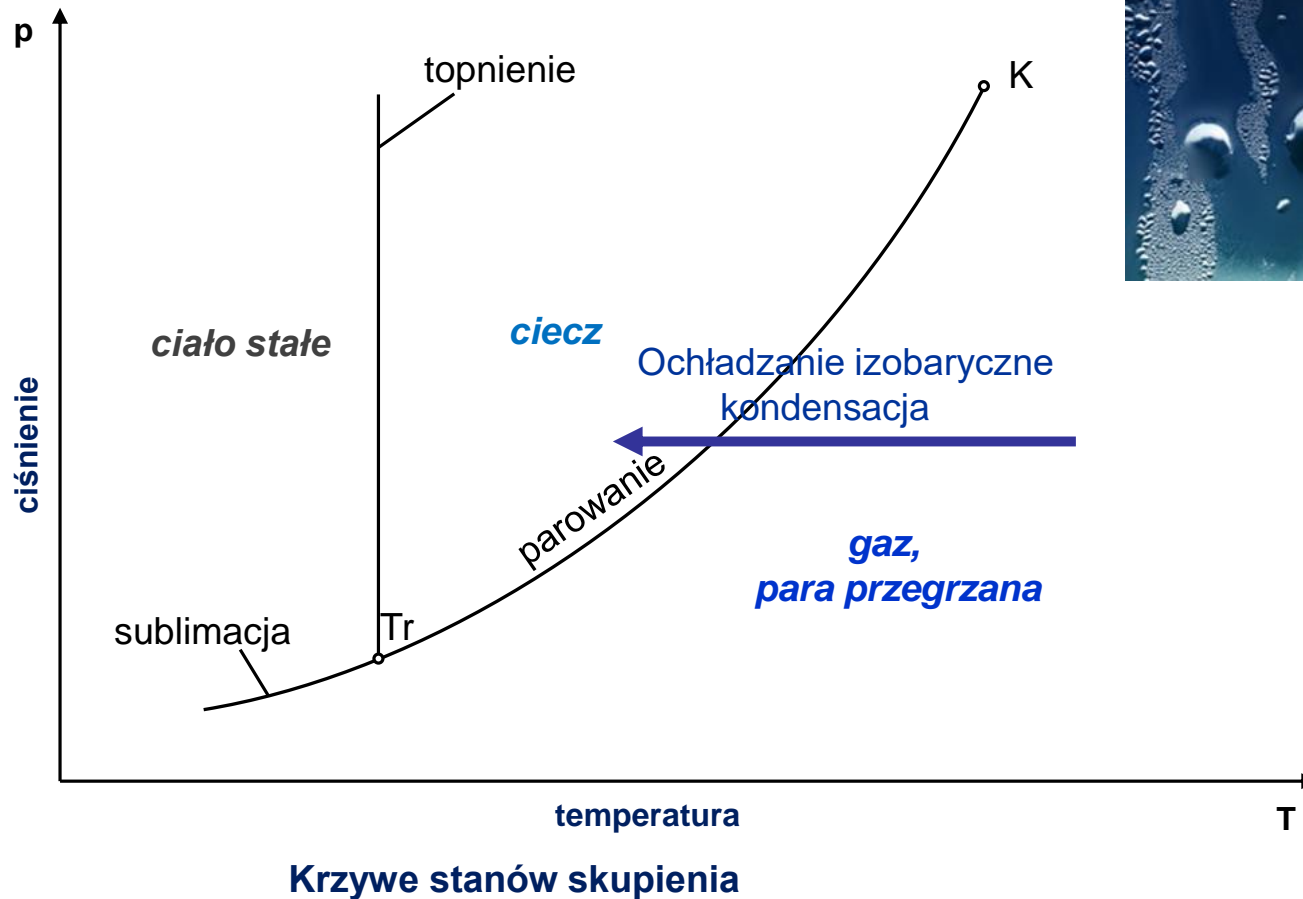
Pobieranie ciepła od gazu będzie trwało do momentu, w którym gaz stanie się nasycony względem składników oczyszczonej mieszaniny.

temperatura ciekłego azotu:  $-210$  do  $-198^{\circ}\text{C}$



Rys. 10 Schemat kondensacji dwustopniowej: 1 – chłodnica wstępna, 2 – kondensator.

# Kondensacja



Metoda kondensacji znalazła zastosowanie do odzyskiwania rozpuszczalników (z gazów technologicznych) rzadko stosowana do oczyszczania gazów odlotowych.

# Odsiarczanie spalin lub paliwa



piryt

Prawie wszystkie paliwa energetyczne zawierają w swoim składzie związki siarki. Związki siarki ze spalanego paliwa w płomieniu ulegają utlenieniu do tlenków ( $\text{SO}_x$ )

### Ograniczenie emisji dwutlenku siarki poprzez:

- ograniczenie zawartości siarki w paliwach i surowcach
- przekształcenie  $\text{SO}_2$  w substancję łatwą do usunięcia z gazu i układu oczyszczania

## Oczyszczanie fizyczne paliwa

Siarka w węglu występuje w postaci pirytu- $\text{FeS}_2$  (około 0,2-11%)

- wzbogacanie na mokro przez wykorzystanie

4x większej gęstości pirytu

- możliwa redukcja zawartości pirytu o 40-60%



## Oczyszczanie chemiczne

- ługowanie z wykorzystaniem stopionej sody kaustycznej

- rozpuszczanie węgla w aromatycznym rozpuszczalniku w

wysokiej temperaturze ( $450^{\circ}\text{C}$ ) i pod dużym ciśnieniem (14 atm)

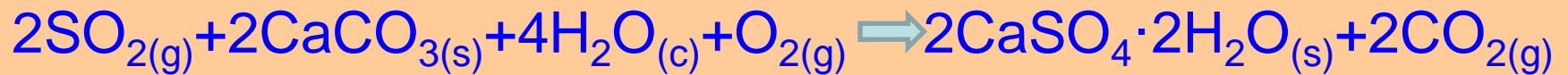
w obecności wodoru. Następuje przemiana siarki w  $\text{H}_2\text{S}$

i w dalszej kolejności przeróbka na siarkę elementarną.

## Metody mokre odsiarczania spalin

Metoda wapniowo-wapienna polega na przemywaniu spalin wodną zawiesiną wapna lub kamienia wapiennego ( $\text{CaCO}_3$ ) w wieży absorpcyjnej, z wytworzeniem siarczynu wapnia ( $\text{CaSO}_3$ ).

Dodatkowe natlenienie  $\text{CaSO}_3$  powoduje konwersję do  $\text{CaSO}_4$ , który po wytrąceniu z roztworu po obróbce daje w efekcie gips ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ )



Zwykle uzyskany gips jest 98% czystości (2% to  $\text{CaCO}_3$ ) i zawiera do 8% wody,

- wskaźnik produkcji gipsu  $W_p$  wynosi:

$$W_p = 3,02 \left[ \frac{\text{kg}}{\text{kg}_{\text{so}_2}} \right]$$

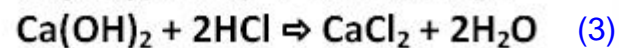
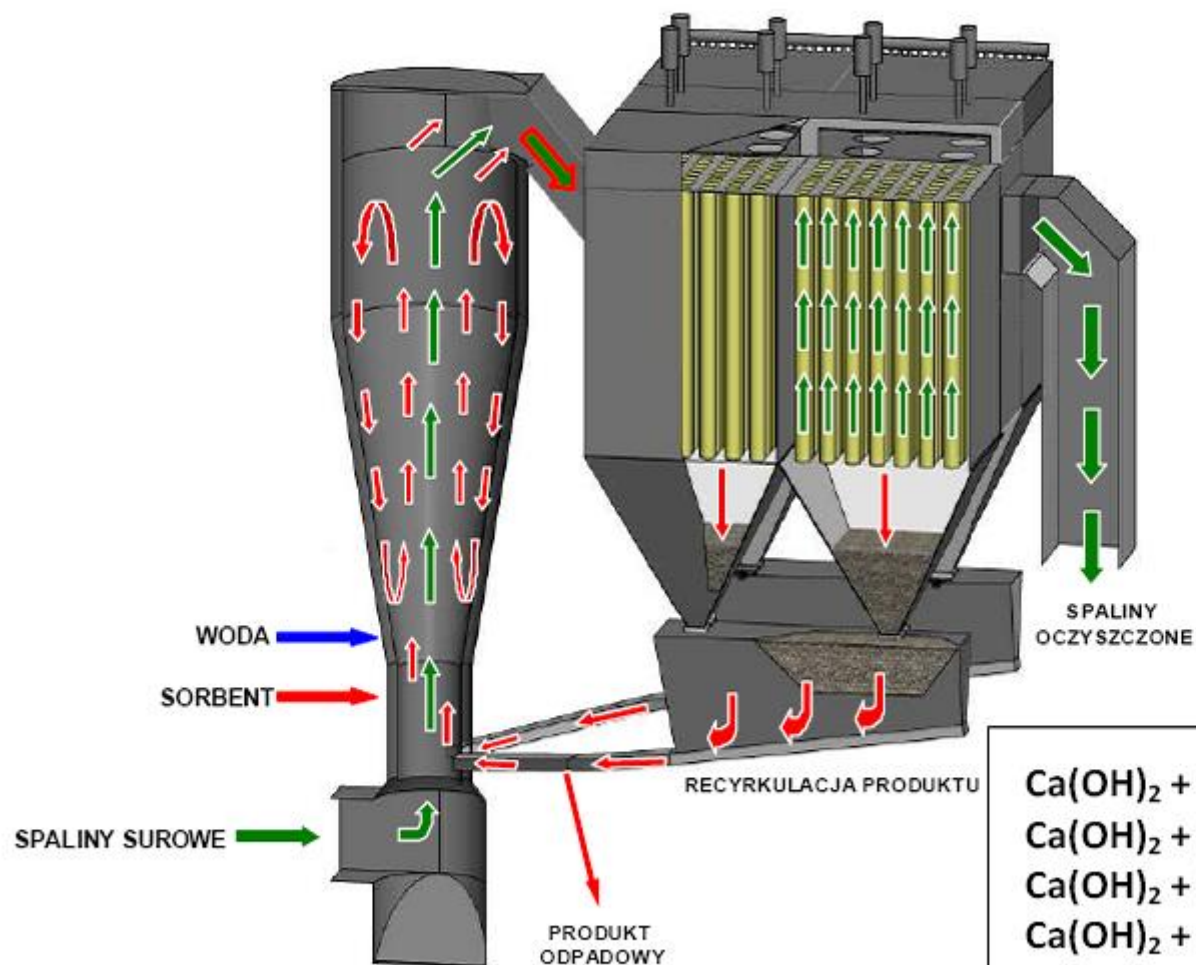
## Zalety:

- prostota i niewielka liczba operacji
- wysoka skuteczność odsiarczania, 90-95%
- dostępność sorbentu ( $\text{CaCO}_3$ )
- umiarkowane koszty inwestycyjne

## Wady:

- wytrącanie się z roztworu związków wapnia i osadzanie ich na powierzchni elementów instalacji odsiarczającej
- duża ilość odpadów do składowania
- produkty resztkowe w postaci ścieków chlorkowych i osadu pofiltracyjnego z gipsem i metalami ciężkimi

Metoda mokra dodatkowo eliminuje z gazów odlotowych HCl i HF



### (3) - $\text{CaCl}_2$ – chlorek wapnia

- w lecznictwie: w niedoborach wapnia
- w przemyśle spożywczym jako regulator kwasowości, sól emulgująca, substancja wiążąca,
- Bezwodny  $\text{CaCl}_2$ : do osuszania gazów i ciekłych substancji organicznych,
- do otrzymywania związków wapniowych,
- razem z chlorkiem sodu jako substancja zapobiegająca tworzeniu się lodu na jezdniach,
- mieszaninę uwodnionego chlorku wapnia z lodem stosuje się jako mieszaninę oziębiającą (osiąga się temperatury rzędu  $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ )

### (4) - $\text{CaF}_2$ – fluorek wapnia

- sól kwasu fluorowodorowego i wapnia, biały i bezwonny
- nazwa potoczna to fluoryt, służy do otrzymywania ceramiki przezroczystej stosowanej w technice



### (5) - $\text{CaCO}_3$ – węglan wapnia

- używany jako materiał budowlany.
- jest chemicznym dodatkiem do żywności,
- jest też stosowany w przemyśle kosmetycznym



## Metody półsuche

- proces wieloetapowy
- metoda odsiarczania spalin przez absorpcję  $\text{SO}_2$  podczas suszenia rozpyłowego w kroplach roztworu alkalicznego ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{NaHCO}_3$ ,  $\text{NaOH}$  i zawiesina  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ). Produkty oczyszczania w postaci proszku.

### Zalety:

- zmniejszenie zapylenia spalin przed elektrofiltrem
- zmniejszenie ilości niewykorzystanego sorbentu
- zwiększenie skuteczności odsiarczania spalin

## Wady:

- zwiększenie kosztów inwestycyjnych  
i eksploatacyjnych
- większe zapotrzebowanie miejsca pod  
zabudowę i obsługę zraszacza

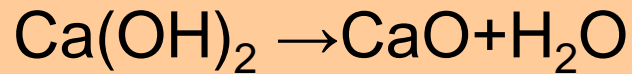
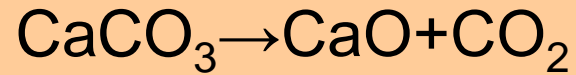
## Metoda sucha odsiarczania spalin

Proces wiązania chemicznego  $\text{SO}_2$  przebiega w stanie suchym (układ gaz-ciało stałe),  
lub też produkty odsiarczania są otrzymywane w stanie suchym.

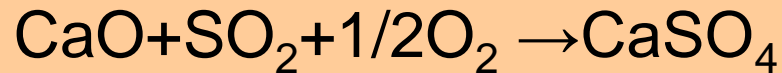
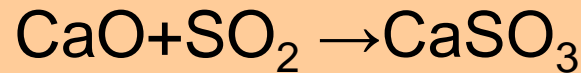
Dozowanie do komory paleniskowej sorbentów:

- kamień wapienny  $\text{CaCO}_3$
- wapno hydratyzowane  $\text{Ca(OH)}_2$
- wapno palone  $\text{CaO}$
- dolomit  $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$

Sorbent w komorze paleniskowej ulega rozkładowi, dekarbonizacji lub dehydryzacji wg reakcji:



-następnie tlenek wapnia CaO w obecności tlenu reaguje z SO<sub>2</sub>



W odpowiednich warunkach spalania może następować proces bezpośredniego wiązania SO<sub>2</sub> przez kamień wapienny:



Optymalizacja wszystkich procesów chemicznych jest trudna  
zatem efekt odsiarczenia wynosi zazwyczaj 20-45%.

### Zalety:

- nie wymaga budowy kosztownych instalacji
- instalacje są proste i tanie
- niska cena sorbentu i suchy produkt końcowy

### Wady:

- obniżenie sprawności cieplnej kotła (zanieczyszczenie powierzchni ogrzewalnych)
- ograniczona skutecz. odsiarczania przy nadmiarze sorbentu
- nieużyteczny produkt odsiarczania
- wzrost zapylenia spalin

## Odsiarczanie spalin metodą magnezytową

Pierwsze próby zastosowania zawiesiny tlenku magnezu ( $\text{MgO}$ ) do absorpcji  $\text{SO}_2$  były w roku 1964.

Spaliny przemywa się zawiesiną tlenku magnezu, w wyniku czego powstają nierozpuszczalne produkty, które oddziela się, suszy i poddaje przeróbce. Powstaje strumień  $\text{SO}_2$  i odtwarza się sorbent.

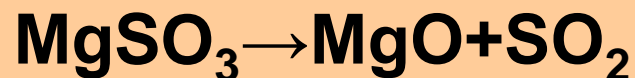
Zachodzą następujące reakcje chemiczne:



Łatwiej oddzielić 6-wodny siarczyn magnezowy, dlatego proces przeprowadza się w absorberze w cieczy o temp. poniżej 325K i pH 6 – 7,5.

Powstaje krystaliczny osad, który jest suszony (temp. 450-500K) i prażony (temp. 1070-1270K), aby rozłożyć siarczyn magnezowy na tlenek magnezu i ditlenek siarki.

Skuteczność odsiarczania wynosi 99%.



Przy założeniu 10% nadmiaru w stosunku do stechiometrycznego zapotrzebowania i 97% czystości ilość  $W_z$  potrzebnego MgO na 1 kg  $\text{SO}_2$  wynosi:

$$S=32 \quad \text{SO}_2=64$$

$$\text{Mg}=24,3 \quad \text{MgO}=40,3$$

$$W_z = \frac{40,3}{64} \times \frac{1,1}{0,97} = 0,71 \left[ \frac{\text{kgMgO}}{\text{kgSO}_2} \right]$$

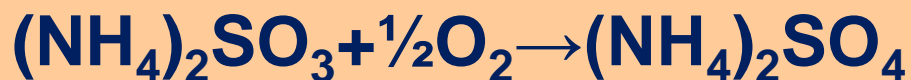
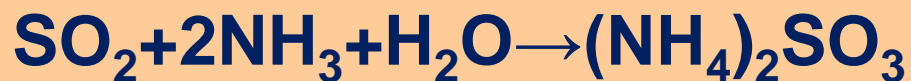
## Odsiarczanie spalin metodą amoniakalną firmy Walther (1974-1984)

Kwas siarkowy jest głównie używany do produkcji nawozów sztucznych.

Opracowano metodę produkcji nawozów sztucznych z ditlenku siarki zawartego w spalinach.

Metoda polega na przemianie SO<sub>2</sub> w siarczan amonu [(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] w drodze reakcji z wprowadzonym amoniakiem.

Proces przebiega wg następujących reakcji:



**Siarczan amonu**  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$  powstaje w wyniku barbotażu\* powietrza przez siarczyn amonu.

Metoda polega na wprowadzeniu gazowego amoniaku do odpylonych gorących spalin i osadzaniu się w filtrze workowym nawozu gotowego do konfekcjonowania.

\*-proces przepływu gazu przez warstwę cieczy; stosowany w celu zwiększenia powierzchni kontaktu cieczy z gazem

# Tlenki azotu

Głównym źródłem tlenków azotu jest spalanie paliw w kotłach energetycznych, metalurgia, produkcja kwasu azotowego, nawozów azotowych oraz komunikacja samochodowa.

Tlenki azotu powstają ze spalania azotu organicznego zawartego w paliwie oraz utlenienia azotu zawartego w powietrzu.



# Tlenki azotu

## Trzy mechanizmy powstawania tlenków azotu (NO<sub>x</sub>)

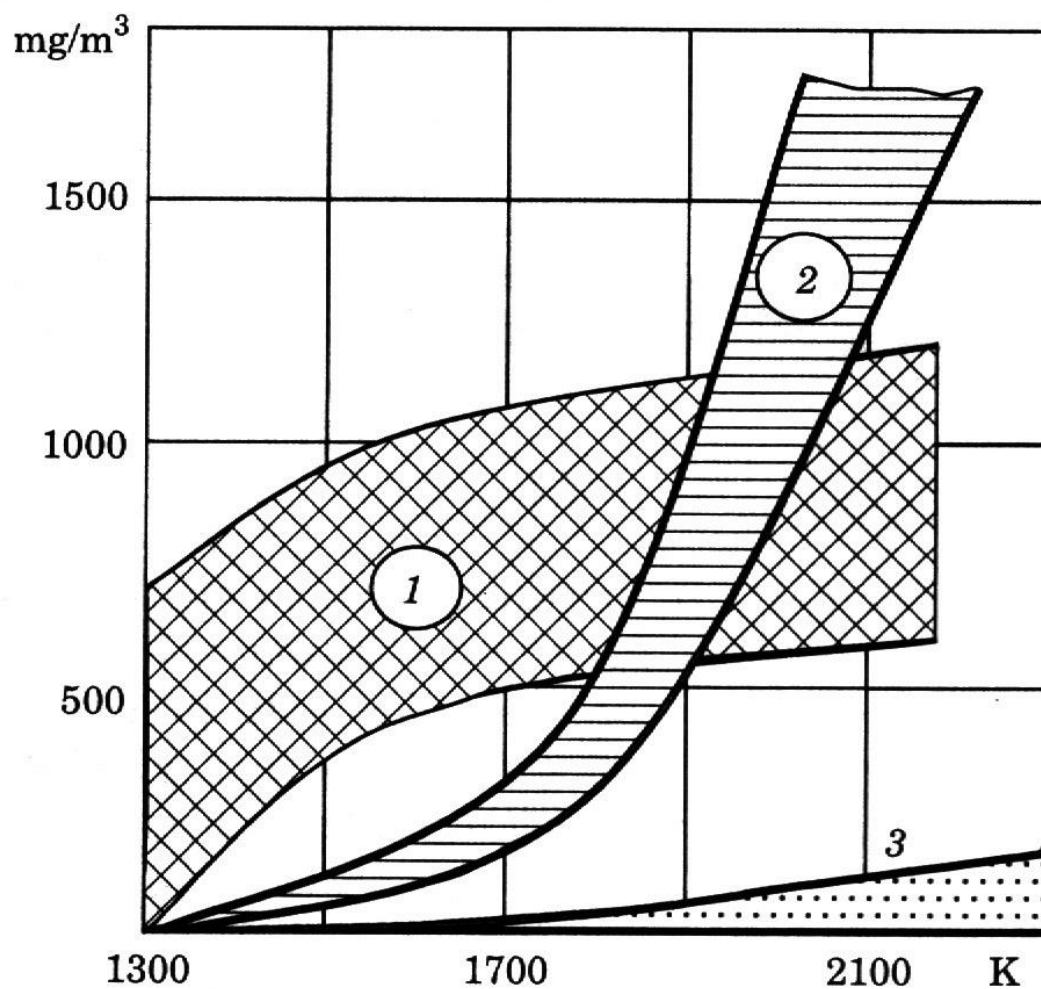
1. Termiczne: (uwolniony termicznie tlen reaguje z  $N_2 \rightarrow NO$ )
2. Szybkie: (w płomieniu są węglowodory  $C_xH_y \rightarrow HCN$  (cyjanowodór),  $NH$ ,  $CN$  (cyjanki), a te z kolei utleniają się w płomieniu do  $NO$ ).

Tlenki termiczne i szybkie powstają w wyniku utleniania azotu cząsteczkowego  $N_2$  w powietrzu spalania

3. Paliwowe:

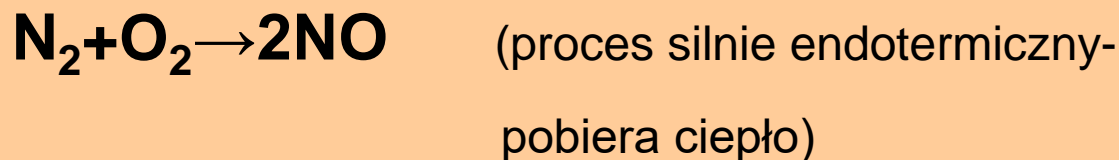
tlenki azotu powstają w wyniku utleniania azotu zawartego w paliwie

(0,1-0,5% w oleju opałowym, 0,5-2,0% w węglu).

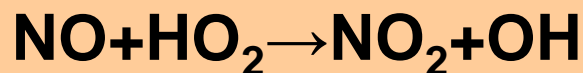


Powstawanie tlenków azotu w zależności od temperatury spalania: 1 – paliwowe, 2 – termiczne, 3 – szybkie

Podczas procesów spalania, **NO** powstaje zawsze jako produkt pierwotny, natomiast **NO<sub>2</sub>** jest produktem wtórnym



**NO<sub>2</sub>** powstaje w wyniku utleniania **NO**. W procesie tym najważniejsza jest reakcja z rodnikiem **HO<sub>2</sub>**



-**NO<sub>2</sub>** jest brunatnym, silnie trującym gazem.

**HO<sub>2</sub>** – rodnik wodoronadtlenkowy

# Ograniczenie emisji tlenków azotu

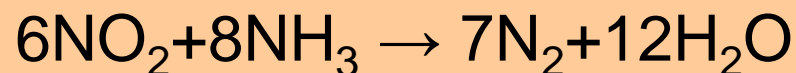
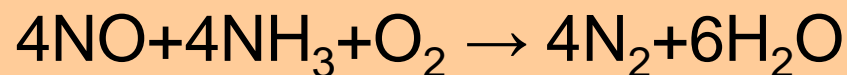
- 1. Obniżenie temperatury spalania** (dodanie wody lub pary do powietrza, paliwa lub płomienia, recyrkulację spalin, zwiększenie zdolności radiacyjnych płomienia, zmianę składu mieszanki palnej na ubogi lub bogaty)
- 2. Zmniejszenie nadmiaru powietrza** (przy spalaniu węgla ograniczenie nadmiaru powietrza skutkuje natychmiastowym zmniejszeniem emisji  $\text{NO}_x$ , nawet o 10-25%)

**3. Stopniowanie powietrza** (w I strefie spalanie z niedoborem tlenu, w II z kontrolowanym nadmiarem powietrza).

**4. Stopniowanie paliwa-reburning** (doprowadzenie dodatkowego paliwa w strefę popłomienną, a następnie powietrze dopalające zapewniające zupełne wypalenie).

Skuteczność sięga 70%

**5. Iniekcja amoniaku do komory spalania.** W obecności tlenu zachodzi redukcja tlenku azotu do azotu atmosferycznego. Istotna jest temperatura procesu (1250 K) oraz dobre wymieszanie fazy gazowej. Dodatek wodoru polepsza wydajność procesu.



ROZWIĄZANIA WPŁYWAJĄCE  
NA OCHRONĘ POWIETRZA  
I OGRANICZAJĄCE EMISJĘ  
ZANIECZYSZCZEŃ W SPALINACH  
SAMOCHODOWYCH.

# ROZWIĄZANIA WPŁYWAJĄCE NA OCHRONĘ POWIETRZA I OGRANICZAJĄCE EMISJĘ ZANIECZYSZCZEŃ W SPALINACH SAMOCHODOWYCH.

## Reaktor katalityczny (katalizator w silniku benzynowym)

Reaktor katalityczny zawiera w swojej budowie substancje chemiczne - katalizatory, które pobudzają zawarte w spalinach substancje (węglowodory (CH), tlenek węgla (CO) i tlenki azotu ( $\text{NO}_x$ )) do reakcji ze sobą, same nie zużywając się.

Odpowiedni dobór substancji katalitycznych powoduje, że w wyniku takich wymuszonych reakcji powstają związki chemiczne mniej (lub wcale) nie uciążliwe dla środowiska ( $\text{N}_2$ , lub np. z tlenku węgla powstaje dwutlenek węgla).

Obudowa katalizatora  
ze stali nierdzewnej T409

Mata uszczelniająca

Ochrona termiczna

Miejsce na czujnik  
zawartości tlenu-  
sonda lambda

Emisja spalin

H<sub>2</sub>O- woda

CO<sub>2</sub> – dwutlenek węgla

N<sub>2</sub> - azot

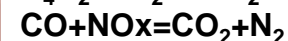
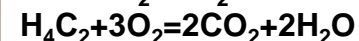
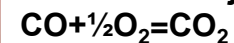


Spaliny nieoczyszczone  
HC-węglowodór  
CO-tlenek węgla  
NOx-tlenek azotu

Aktywny materiał katalityczny  
Tlenek glinu, tlenek ceru oraz  
Pierwiastki rzadko występujące w przyr.  
Pt/Pd/Rh(Płatyna/Pallad/Rod)

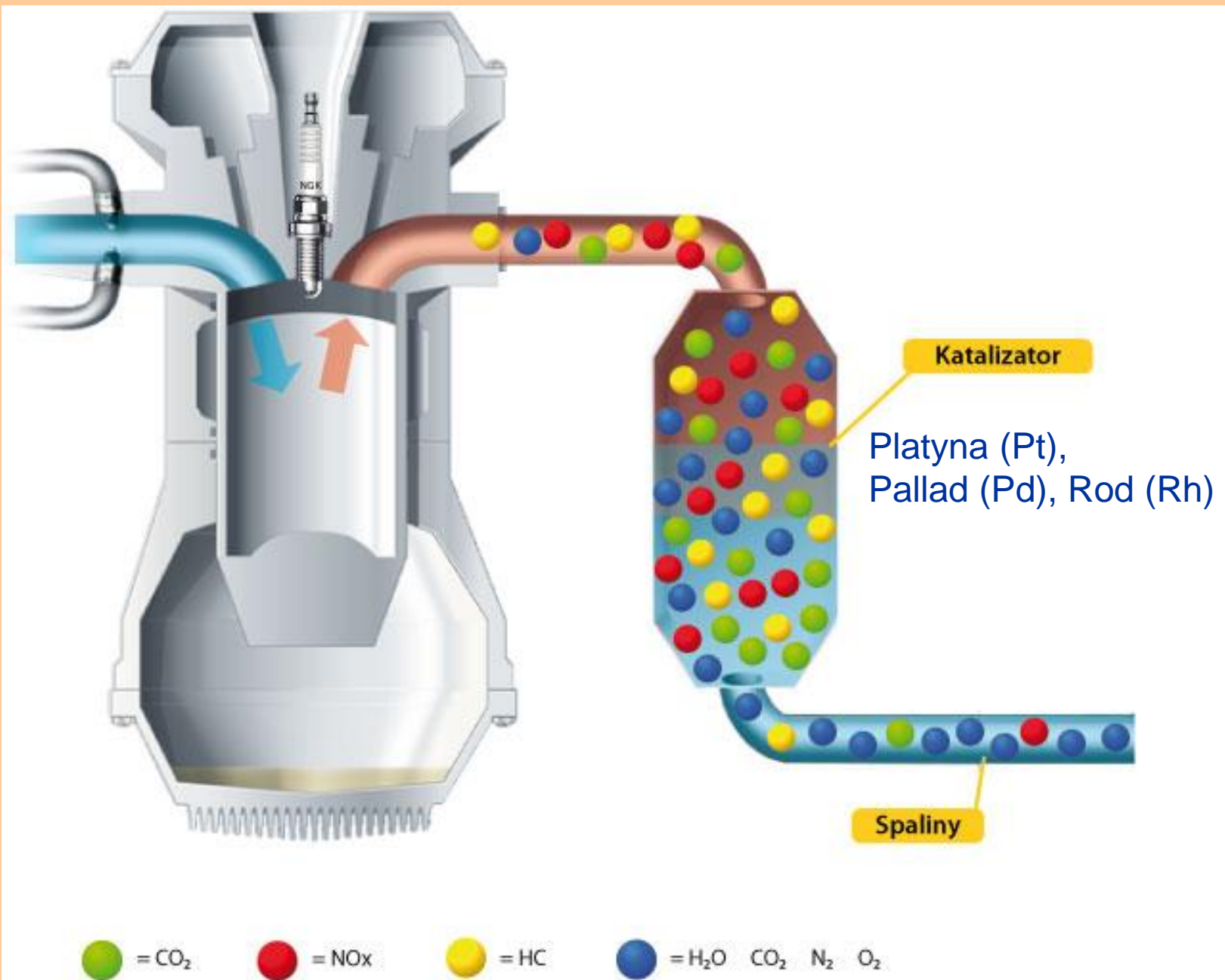
Podłoże katalizatora  
Aktywny materiał  
katalizujący

Główne reakcje:



**Przekrój samochodowego reaktora katalitycznego.**

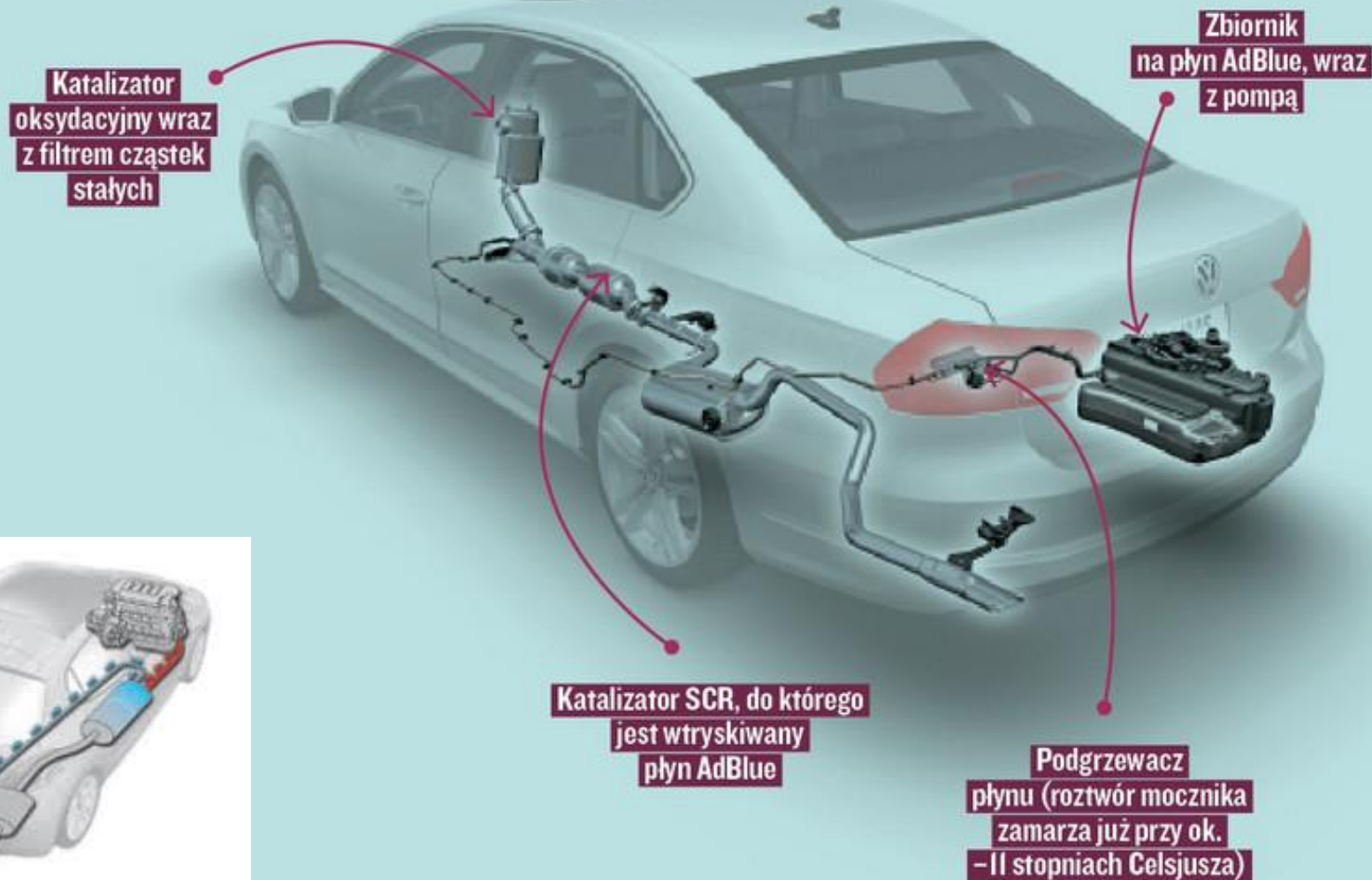
(źródło: [www.autokult.pl](http://www.autokult.pl))



Katalizator mocno się nagrzewa, a jako że zwykle znajduje się w dolnej części pojazdu nie należy stawiać pojazdu nad łatwopalnymi substancjami i rzeczami (np. wysuszoną trawą). Natomiast nie musimy zbytnio martwić się trwałością katalizatora. Nowoczesne i dobrze eksploatowane urządzenia wytrzymują co najmniej 80 -90 tys. km – w praktyce można je użytkować nawet dwa razy dłużej (ale ich sprawność spada wtedy o ok. 25%)



W silnikach Diesla stosuje się do układu wydechowego domieszkę czynnika zwanego AdBlue (wodny roztwór mocznika)



**SCR** – Selektywna Redukcja Katalityczna

W układzie wydechowym pojazdu pod wpływem wysokiej temperatury **mocznik** zamienia się w **amoniak** ( $\text{NH}_3$ ), który wykorzystywany jest do redukcji toksycznych tlenków azotu do nieszkodliwego azotu i pary wodnej.

Od 2014 roku, kiedy to wprowadzono normę emisji spalin Euro 6, niemal wszystkie mocniejsze diesle wyposażano na etapie produkcji w układy SCR.

(SCR-Selekt. Redukcji Katalitycznej)

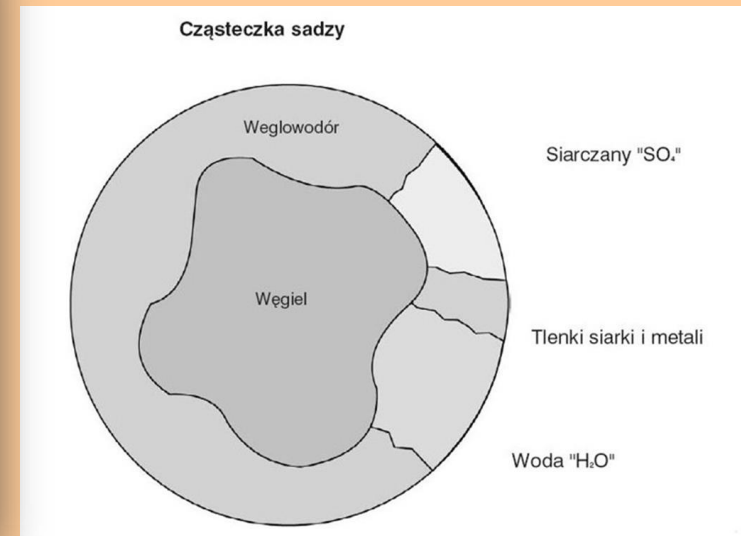
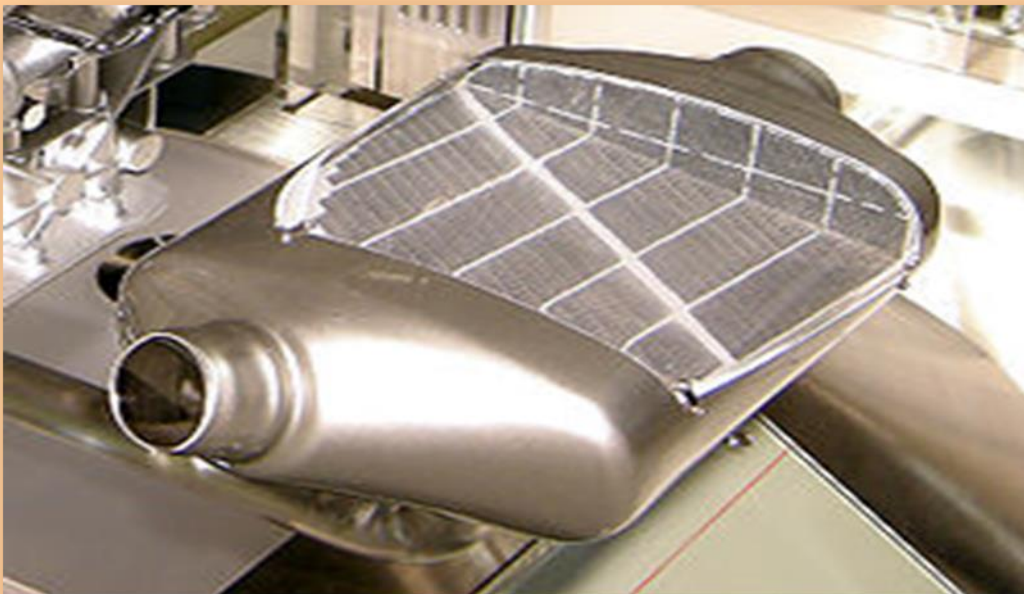


Kierowca „diesla” jest informowany o konieczności uzupełnienia płynu AdBlue

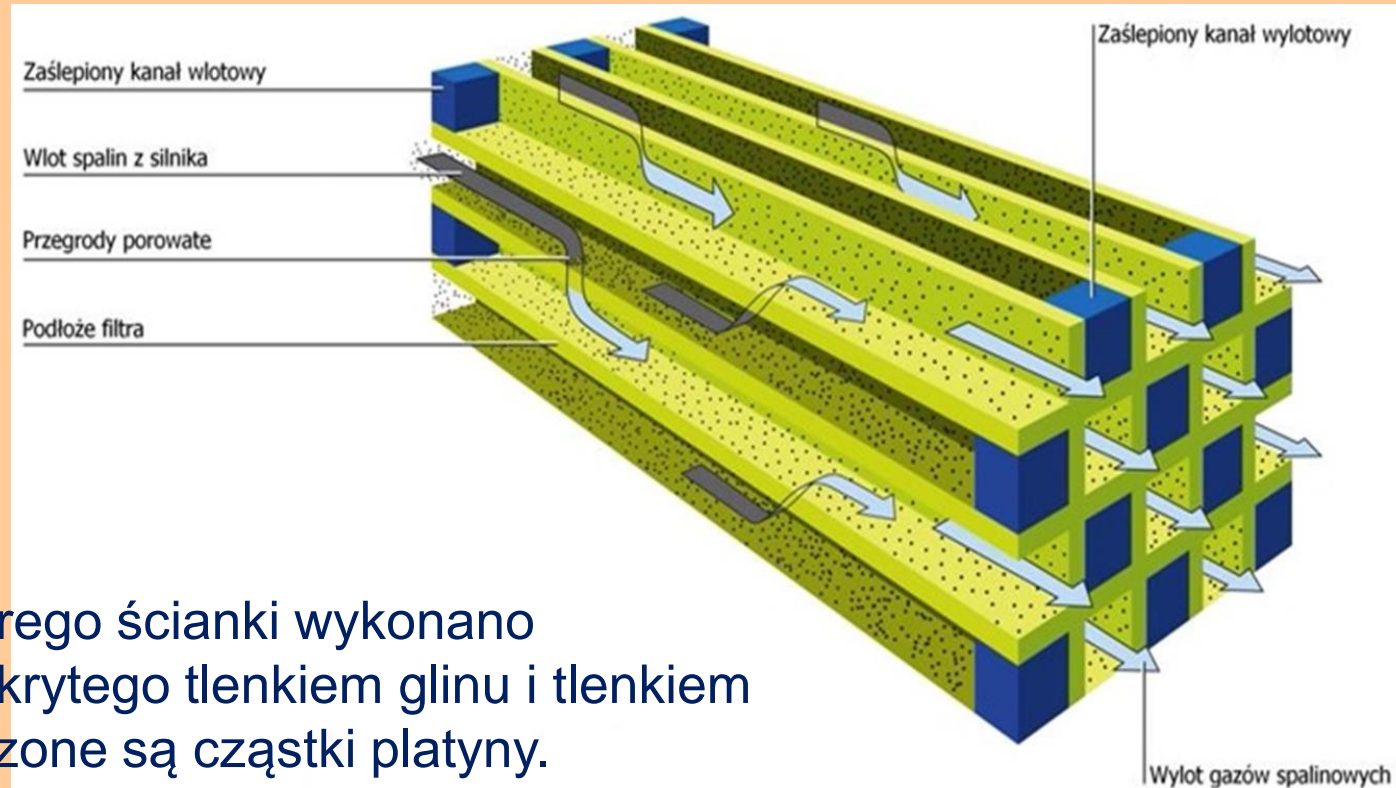


# W pojazdach z silnikami Diesla stosuje się powszechnie filtry cząstek stałych.

Filtry cząstek stałych —FAP (z francuskiego filtre à particules) bądź DPF (z angielskiego diesel particulate filter) służy do eliminowania zanieczyszczeń pyłowych spalin silników diesla.



# Budowa filtra DPF



Rodzaj labiryntu, którego ścianki wykonano z węgliku krzemu pokrytego tlenkiem glinu i tlenkiem ceru, a na nich osadzone są cząstki platyny.

Ścianki kanałów są porowate, dzięki czemu umożliwiają przepływ spalin, a zatrzymują i gromadzą cząstki sadzy.

**EURO 5-** Obowiązuje od 2009 r. Rozporządzenie 2007/715/EC dla lekkich samochodów osobowych i służbowych.

Dopuszczalne wartości emisji spalin to:  $\text{CO}=0,5[\text{g/km}]$ ,

$\text{HC}=0,05[\text{g/km}]$ ,  $\text{NOx}=0,18[\text{g/km}]$ .

$\text{HC}+\text{NOx}=0,23[\text{g/km}]$ ,  $\text{PM}=0,005[\text{g/km}]$ .



**EURO 6-** Obowiązuje od 2014 r.

Rozporządzenie 2007/715/EC dla ciężkich pojazdów samochodowych.

Dopuszczalne wartości emisji spalin to:  $\text{CO}=0,5[\text{g/km}]$ ,

$\text{HC}=0,05[\text{g/km}]$ ,  $\text{NOx}=0,08[\text{g/km}]$ ,

$\text{HC}+\text{NOx}=0,17[\text{g/km}]$ ,  $\text{PM}=0,005[\text{g/km}]$ .

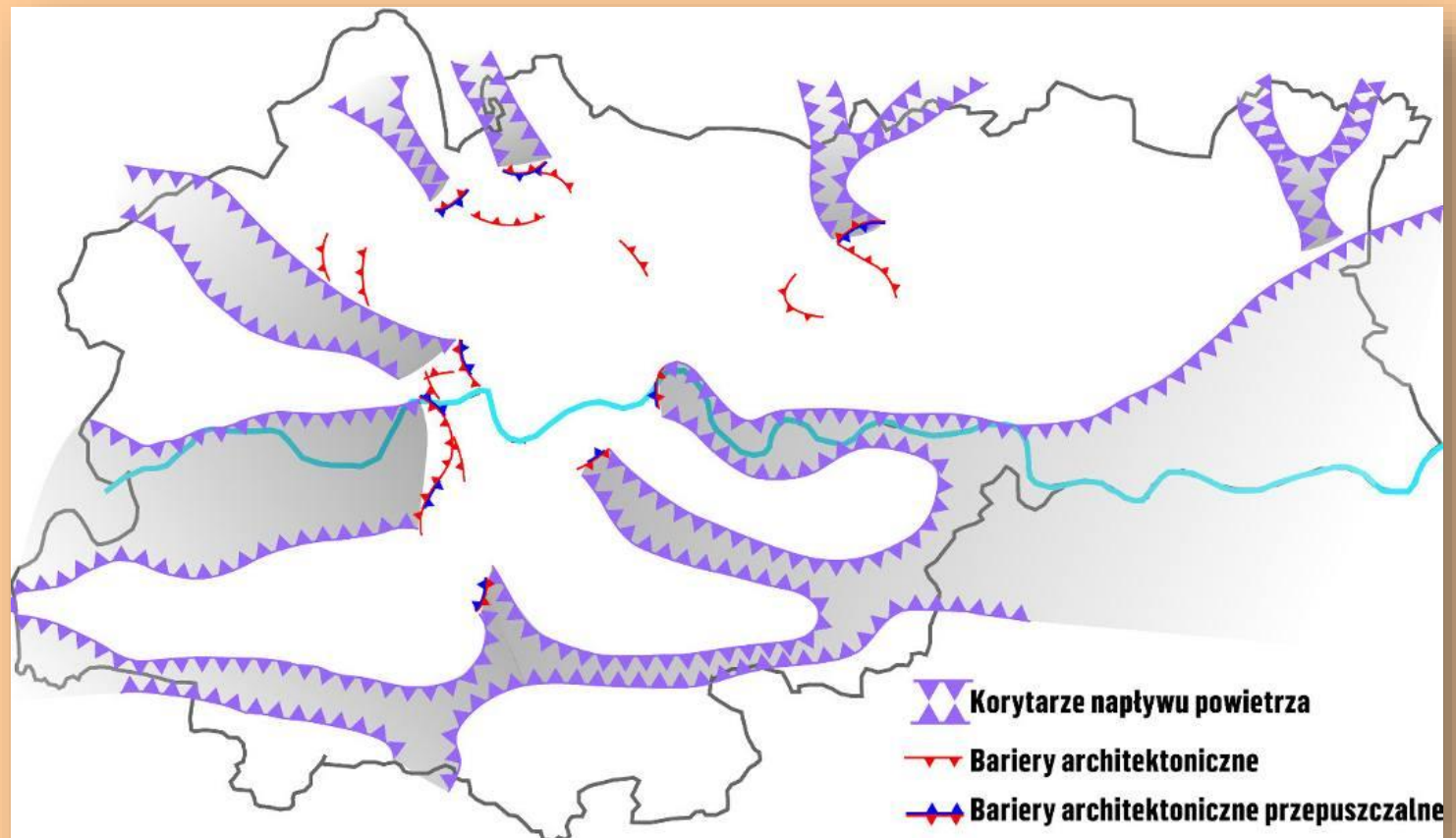
# Przeciwdziałanie niskiej emisji zanieczyszczeń

- **Likwidacja tzw. niskiej emisji**
  - dofinansowanie wymiany pieców węglowych i termomodernizacji budynków
  - tam gdzie to możliwe zmiana jakości głównych nośników energii (eliminacja węgla, miału, odpadów)
  - zróżnicowanie nośników energii
- **Nowoczesne kotły paliwowe**
- **Ciepło systemowe (centralne ogrzewanie)**
- **Energia z odnawialnych źródeł (OZE)**

- Komunikacja - Polityka ograniczająca wjazd do miasta (diesel-**NIE!**)
- **Strefy czystego transportu w miastach**
- **Posiadacze samochodów – bezpłatne korzystanie z Park and Ride**
- **Samochody elektryczne**
- **Rowery**



- Specyfika terenu Krakowa.
  - Orografia
  - **Plan zagospodarowania uwzględniający podstawowe zasady przewietrzania miasta**



Czyszczenie ulic „na mokro” zmniejsza emisję wtórną zanieczyszczeń do powietrza



# Emisję z palenisk domowych można zmniejszyć stosując:

- zmianę paliwa na niskoemisyjne
- pompy ciepła
- korzystać z ciepła sieciowego (elektrociepłownie)
- energię elektryczną do ogrzewania i c.w.u.
- odnawialne źródła energii
- kotły na paliwo stałe lub biomasę spełniające

wymogi 5 klasy sprawności (tam gdzie nie  
obowiązują zakazy !)

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ROZWOJU I FINANSÓW z dnia 1 sierpnia 2017 r.  
w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U.2017, poz. 1690)

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA PRZEDSIĘBIORCZOŚCI I TECHNOLOGII z dnia  
21 lutego 2019 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na  
paliwo stałe (Dz.U.2019, poz. 363)

Od 11 marca 2019 roku, na terenie Polski można wprowadzać do obrotu wyłącznie kotły na paliwa stałe, w tym kotły na biomasę nieдрzewną oraz kotły do przygotowywania ciepłej wody użytkowej, spełniające wymogi klasy 5 w zakresie efektywności energetyczno-emisyjnej podanej zgodnie z normą PN-EN 303-5:2012 Kotły grzewcze.

Klasy sprawności i emisji gazów spalinowych wg. PN-EN 303-5: 2012 dla kotłów na paliwa stałe w zakresie mocy cieplnych od 10 do 100 kW :

Klasa kotła	Sprawność w %	Emisje w mg/m <sup>3</sup> przy O <sub>2</sub> =10%; 0 °C; 1013 mbar		
		CO	OGC	PYŁ
3	$\geq 67 + 6\log Q_N$	$\leq 5000$	$\leq 150$	$\leq 150$ - biopaliwa
	$\geq 75,4$			$\leq 125$ - kopalne
4	$\geq 80 + 2\log Q_N$	$\leq 1200$	$\leq 50$	$\leq 75$ - biopaliwa
	$\geq 82,8$			$\leq 60$ - kopalne
5	$\geq 87 + \log Q_N$	$\leq 700$	$\leq 30$	$\leq 60$ - biopaliwa
	$\geq 88,4$			$\leq 40$ - kopalne

OGC-węgiel organiczny związany (LZO),  $Q_N$  – nominalna moc cieplna

Na mocy Rozporządzenia Ministra Przedsiębiorczości i Technologii z dnia 21 lutego 2019 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wymagań dla kotłów na paliwo stałe (Dz.U.2019, poz. 363):

Sprawność cieplna kotła przy znamionowej mocy cieplnej nie powinna być mniejsza niż:

- 1) 87% – dla kotłów o znamionowej mocy cieplnej nie większej niż 100 kW;
- 2) 89% – dla kotłów o znamionowej mocy cieplnej większej niż 100 kW.

Sposób zasilania paliwem	Rodzaj paliwa	Nominalna moc kotła w kW	Graniczne wartości emisji zanieczyszczeń								
			CO			OGC			Pył		
			mg/m <sup>3</sup> przy 10 % O <sub>2</sub> <sup>a</sup>								
			Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5	Klasa 3	Klasa 4	Klasa 5	Klasa 3 <sup>b</sup>	Klasa 4	Klasa 5
Ręczny	Biogeniczne	≤ 50	5000	1200	700	150	50	30	150	75	60
		> 50 ≤ 150	2500			100			150		
		> 150 ≤ 500	1200			100			150		
	Kopalne	≤ 50	5000			150			125		
		> 50 ≤ 150	2500			100			125		
		> 150 ≤ 500	1200			100			125		
Automatyczny	Biogeniczne	≤ 50	3000	1000	500	100	30	20	150	60	40
		> 50 ≤ 150	2500			80			150		
		> 150 ≤ 500	1200			80			150		
	Kopalne	≤ 50	3000			100			125		
		> 50 ≤ 150	2500			80			125		
		> 150 ≤ 500	1200			80			125		

<sup>a</sup> dotyczy spalin suchych, 0°C, 1013 mbar

<sup>a</sup> dotyczy spalin suchych, 0°C, 1013 mbar

<sup>b</sup> Dla kotłów, które zasilane są paliwem klasy E wg 1.2.1 bądź „e” wg 1.2.3 emisja pyłów nie powinna przekraczać 200 mg/m<sup>3</sup> przy 10 % O<sub>2</sub> i powinna być zawarta w dokumentacji technicznej kotła.

# Sposoby oczyszczania powietrza atmosferycznego poza źródłami emisji

Wychwytywanie zanieczyszczeń, które uległy dyspersji (rozproszeniu) w powietrzu, a są wprowadzonych z różnych źródeł. Zadanie bardzo trudne, gdyż stężenia zanieczyszczeń w powietrzu są niewielkie w stosunku do tych, które panują w gazach odlotowych.

# Wieża antysmogowa w Krakowie



Luty – kwiecień 2018 r.  
Park im. H. Jordana

Ostatnio pojawiły się pierwsze informacje o projekcie Holendra **Daana Roosegaarde**, który wpadł na pomysł jak oczyścić powietrze w miastach. Był to pomysł wieży wychwytyjących smog z powietrza (cząstki zanieczyszczeń). Jedna taka wieża stanęła w słynącym ze smogu Pekinie i okazało się, że to naprawdę działa.



**Smog Free Tower** ma wymiary 7 na 3.5 metra i zasadniczo jest wielkim jonizatorem – rozprasza ona w powietrzu jony niosące dodatni ładunek elektryczny, do których przyczepiają się cząsteczki smogu, a następnie są przyciągane przez ujemnie naładowany fragment wieży. Aby nie dokładać się do generowania zanieczyszczenia, energia konieczna do jej zasilania pochodzi z wiatru. W Krakowie z tradycyjnej sieci energetycznej.



Działanie wieży mogli zobaczyć mieszkańcy Rotterdamu, następnie Paryża, Los Angeles czy Pekinu, a w lutym – kwietniu 2018 roku mieszkańcy Krakowa. 7-metrowa konstrukcja filtruje 30 tys. metrów sześciennych na godzinę. Powietrze wokół wieży jest o 55% czystsze niż przed jej zainstalowaniem.

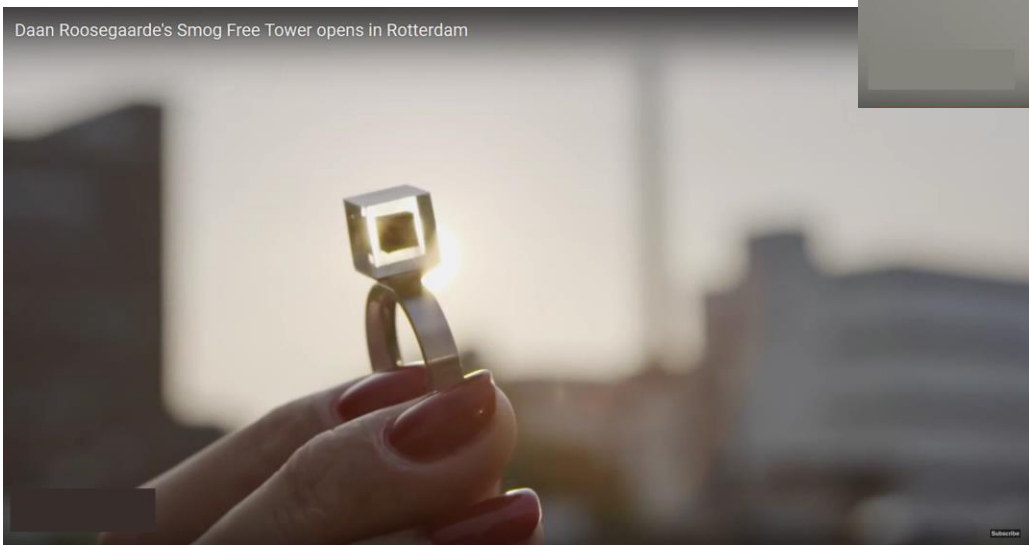


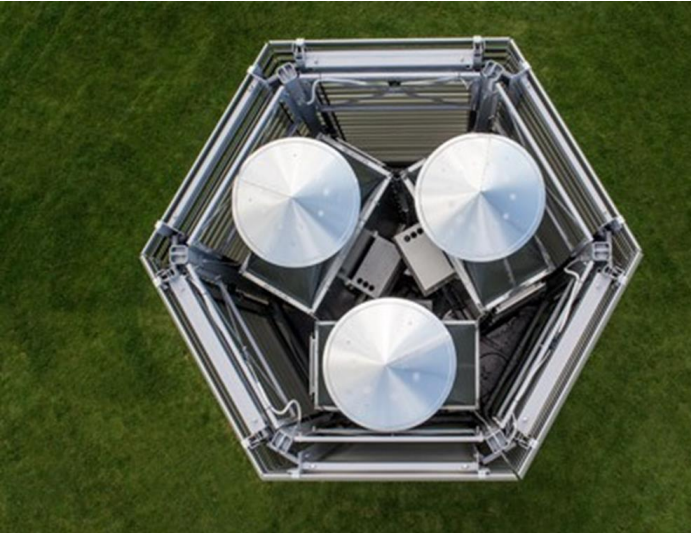
W ciągu zaledwie 41 dni pracy wieża  
oczyściła 30 milionów metrów  
sześciennych powietrza. A zebrane  
przez nią cząsteczki smogu zostaną  
skompresowane i osadzone na  
pierścionkach, które następnie trafią  
do sprzedaży.

Daan Roosegaarde's Smog Free Tower opens in Rotterdam



Daan Roosegaarde's Smog Free Tower opens in Rotterdam





Giant air purifier in China

STUDIO ROOSEGAARDE



Giant air purifier in China  
STUDIO ROOSEGAARDE

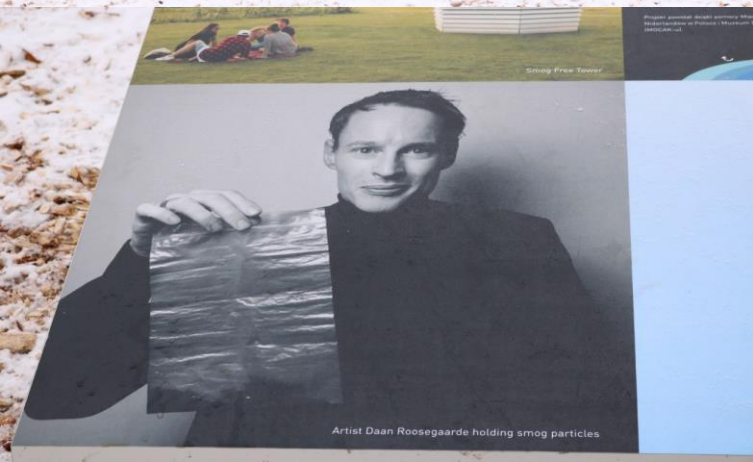
And the air around it  
is now **55% cleaner**





## Montaż wieży w Krakowie





**Konstruktor Daan Roosegaarde**  
w dniu otwarcia (15 lutego 2018 r.)

Giant air purifier in China  
**STUDIO ROOSEGAARDE**

**Mashable** 

**The carbon particles**  
extracted from the air





Żaluzje wieży

# #SMOGFREE

STUDIO ROOSEGAARDE

Smog Free Tower to pierwszy na świecie oczyszczacz smogu, wykorzystujący opatentowaną technologię jonizacji do oczyszczania powietrza. 7-metrowa wieża jest wyposażona w przyjazną środowisku technologię pozwalającą filtrować 30 000 m<sup>3</sup> powietrza na godzinę, zużywając do tego mniej energii niż tradycyjny bojler. Skuteczność wieży została potwierdzona przez Eindhoven University of Technology.

Daan Roosegaarde zaprojektował również Smog Free Rings – pierścionki z kamieniem zawierającym skompresowane cząsteczki smogu pozyskane przez Smog Free Tower z 1000 m<sup>3</sup> powietrza.

Smog Free Project to inicjatywa na rzecz czystej przyszłości i ma na celu inspirowanie mieszkańców miast, a także władz, organizacji pozarządowych, kampanii promujących jazdę na rowerze i branży clean-tech, które dzięki współpracy mogą oczyścić miasto ze smogu.

Więcej informacji na stronie:  
[www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower](http://www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower)

Głównym partnerem projektu Smog Free Project w Polsce jest ING Bank Śląski. Więcej informacji na stronie: [www.ingbank.pl/smog-free-tower](http://www.ingbank.pl/smog-free-tower)

Projekt powstał dzięki pomocy Miasta Kraków, Ambasady Królestwa Niderlandów w Polsce i Muzeum Sztuki Współczesnej w Krakowie (MOCAK-u).

Smog  
clean  
ioniz  
spac  
It is  
30.  
a v  
Eir

Re  
pe  
o

# MOGFREE

STUDIO ROOSEGAARDE

szczaz smogu,  
do oczyszczania  
a w przyjazną  
00 m<sup>3</sup> powietrza  
niż tradycyjny  
zez Eindhoven

Free Rings –  
kompresowane  
er z 1000 m<sup>3</sup>

przyszłości  
kże władz,  
n jazdę na  
acy mogą

Smog Free Tower is the world's first smog vacuum cleaner. The 7-meter high tower uses patented positive ionisation technology to produce smog free air in public spaces, allowing people to breathe and experience clean air. It is equipped with environment-friendly technology, cleans 30.000 m<sup>3</sup> per hour and uses no more electricity than a water boiler. Its effects have been validated by the Eindhoven University of Technology.

Roosegaarde also designed Smog Free Rings made of compressed smog particles collected from the Smog Free Tower, one ring equals 1000 m<sup>3</sup> of clean air.

The Smog Free Project is an experience of a clean future and serves as an inspiration for citizens, governments, NGOs, pro-bicycle campaigns and the clean-tech industry to become part of the solution, working together to make cities smog free.

More information can be found on:  
[www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower](http://www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower)

NG Bank  
b-tower

ólestwa  
akowie

ING Bank Śląski is the main partner of the Smog Free Project in Poland. Read more on: [www.ingbank.pl/smog-free-tower](http://www.ingbank.pl/smog-free-tower)

The project is supported by the Municipality of Kraków, the Embassy of the Kingdom of the Netherlands in Poland and Museum of Contemporary Art in Kraków (MOCAK).



## #SMOGFREE

STUDIO ROOSEGAARDE

Smog Free Tower to pierwszy na świecie oczyszczacz smogu, wykorzystujący patentowaną technologię jonizacji do oczyszczania powietrza. 7-metrowa wieża jest wyposażona w przysięgą Amsterdamskiego technicznego poradnictwa, filtrować 30 000 m<sup>3</sup> powietrza na godzinę, zużywając do tego mniej energii niż tradycyjny budowlany wentylator. Skuteczność wieży została potwierdzona przez Eindhoven University of Technology.

Daan Roosegaarde zaprojektował również Smog Free Rings – pierścienie z kamieniem zawierającym skompresowane cząsteczki smogu adsorbowane przez Smog Free Tower z 1000 m<sup>3</sup> powietrza.

Smog Free Project to inicjatywa na rzecz czystej przyszłości i ma na celu inspirowanie mieszkańców miast, a także władz, organizacji pozarządowych, kampanii promujących jazdę na rowerze i branży cleantech, które dzięki współpracy mogą oczyścić miasto ze smogu.

Więcej informacji na stronie:  
[www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower](http://www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower)

Głównym partnerem projektu Smog Free Project w Polsce jest ING Bank Śląski. Więcej informacji na stronie: [www.ingbank.pl/smog-free-tower](http://www.ingbank.pl/smog-free-tower)

Projekt powstał dzięki pomocy Miasta Kraków, Ambasady Królestwa Holandii w Polsce i Muzeum Sztuki Współczesnej w Krakowie (MOCAK-u).

Smog Free Tower is the world's first smog vacuum cleaner. The 7-meter high tower uses patented positive ionization technology to produce smog free air in public spaces, allowing people to breathe and experience clean air. It is equipped with energy-efficient technology, cleans 30,000 m<sup>3</sup> per hour and uses no more electricity than a water boiler. Its effects have been validated by the Eindhoven University of Technology.

Roosegaarde also designed Smog Free Rings made of compressed smog particles collected from the Smog Free Tower, one ring equals 1000 m<sup>3</sup> of clean air.

The Smog Free Project is an experience of a clean future and serves as an inspiration for citizens, governments, NGOs, pro-bicycle campaigns and the clean-tech industry to become part of the solution, working together to make cities smog free.

More information can be found on:  
[www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower](http://www.studio Roosegaarde.net/project/smog-free-tower)

ING Bank Śląski is the main partner of the Smog Free Project in Poland. Read more on: [www.ingbank.pl/smog-free-tower](http://www.ingbank.pl/smog-free-tower)

The project is supported by the Municipality of Kraków, the Embassy of the Kingdom of the Netherlands in Poland and Museum of Contemporary Art in Kraków (MOCAK).

Smog Free Tower

## Wieża antysmogowa w Chinach

Chińscy inżynierowie  
wybudowali  
najwyższą na świecie  
antysmogową wieżę.  
Ma 100 metrów  
wysokości i powstała  
w miejscowości Xi'an  
w prowincji Shaanxi.



Wieża jest w stanie oczyścić 10 milionów metrów sześciennych powietrza dziennie. Prace są cały czas monitorowane, ale testy wypadły pomyślnie. Chińczycy planują wybudować jeszcze wyższe wieże, które pomogą rozwiązać gigantyczny problem smogu w kraju.



Zanieczyszczone powietrze jest najpierw zasysane i trafia do ogromnych szklarni wybudowanych u podstaw wieży. Następnie jest ogrzewane za pomocą energii słonecznej, co powoduje, że zaczyna się unosić. Po przefiltrowaniu oczyszczone powietrze jest wypuszczane przez wieżę. Szklarnie, do których trafia smog, mają wielkość połowy boiska piłkarskiego (ok. 50x35 m). Chiński oczyszczacz powietrza obejmuje zasięgiem powierzchnię około 10 km kwadratowych.



Wizualizacja gotowej wieży





Na inny pomysł w tym temacie wpadł francuski architekt Vincent Callebaut's, który zaprojektował wieże i budynki antysmogowe będące połączeniem nowoczesnej technologii i roślinności. Takie konstrukcje nie tylko przechwytywałyby niewidoczne drobiny w powietrzu, ale również gromadziłyby energię dzięki panelom

fotowoltaicznym oraz wodę podczas deszczu.

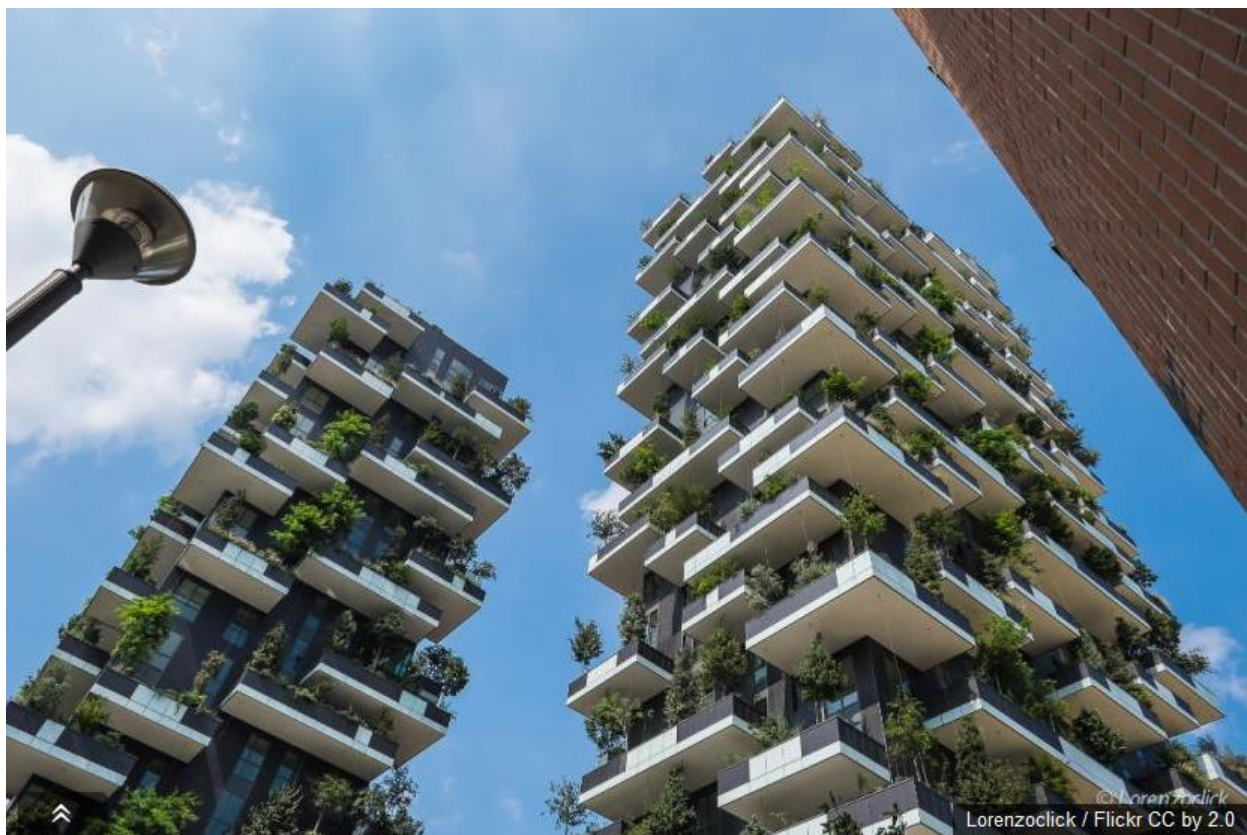
Prąd dodatkowo pochodziłby z zainstalowanych tam turbin wiatrowych, w efekcie czego konstrukcja byłaby samowystarczalna.

**W naszych warunkach klimatycznych,  
szczególnie w zimie ograniczone zastosowanie!**





**Pionowy las.** Włoski architekt Stefano Boeri stworzył budynki mieszkalne imitujące las. Pomysł zrealizowano w centrum Mediolanu, jednym z najbardziej zanieczyszczonych miast Europy. Bloki „Vertical Forest” pokryte około 900 drzewami i przeszło 20 tys. krzaków odpowiadają powierzchni 7 tys. metrów kw. lasu na łądzie. Jak tłumaczył Boeri, to jego odpowiedź na szklane, betonowe drapacze chmur. Zielone budynki wytwarzają wilgoć, produkują tlen, pochłaniają cząsteczki dwutlenku węgla i szkodliwe pyły.



W Nowym Jorku powstanie wieżowiec, który będzie oczyszczał powietrze. Wieża nazwana Mandragore będzie miała 737 m wysokości i stanie na wyspie Roosevelta (informacja z października 2020 r.)

Pofalowana sylwetka przypominająca ludzkie ciało będzie oczyszczać powietrze ze smogu. Architekci wyposażyli wieżę na wyspie Roosevelta w 36 turbin wiatrowych, 1600 drzew, 24 500 m<sup>2</sup> roślinnych ścian i 7000 m<sup>2</sup> elewacji pokrytej panelami słonecznymi.



<https://mt.intertelia.pl/raporty/raport-intelligence-miasto-smartcity/news-na|wyzszy-budynnek-oczyszczajacy-powietrze,nld,4893769> (artykuł z 4 grudnia 2020 r.)

Jeżeli projekt zostanie zrealizowany, będzie to najwyższa na świecie wieża pochłaniająca więcej CO<sub>2</sub> niż sama emituje.

Nazwa 160-piętrowego wieżowca - Mandragore - pochodzi od rośliny mandragory. Oprócz zasilania przez turbiny wiatrowe i panele fotowoltaiczne, budynek osiągnie swój status neutralności węglowej dzięki sieci podziemnych rur, które wyłapują ciepłe i chłodne powietrze, rozprowadzając je po budynku.



Mandragora lekarska



Wizualizacja projektu budynku-wieży Mandragore

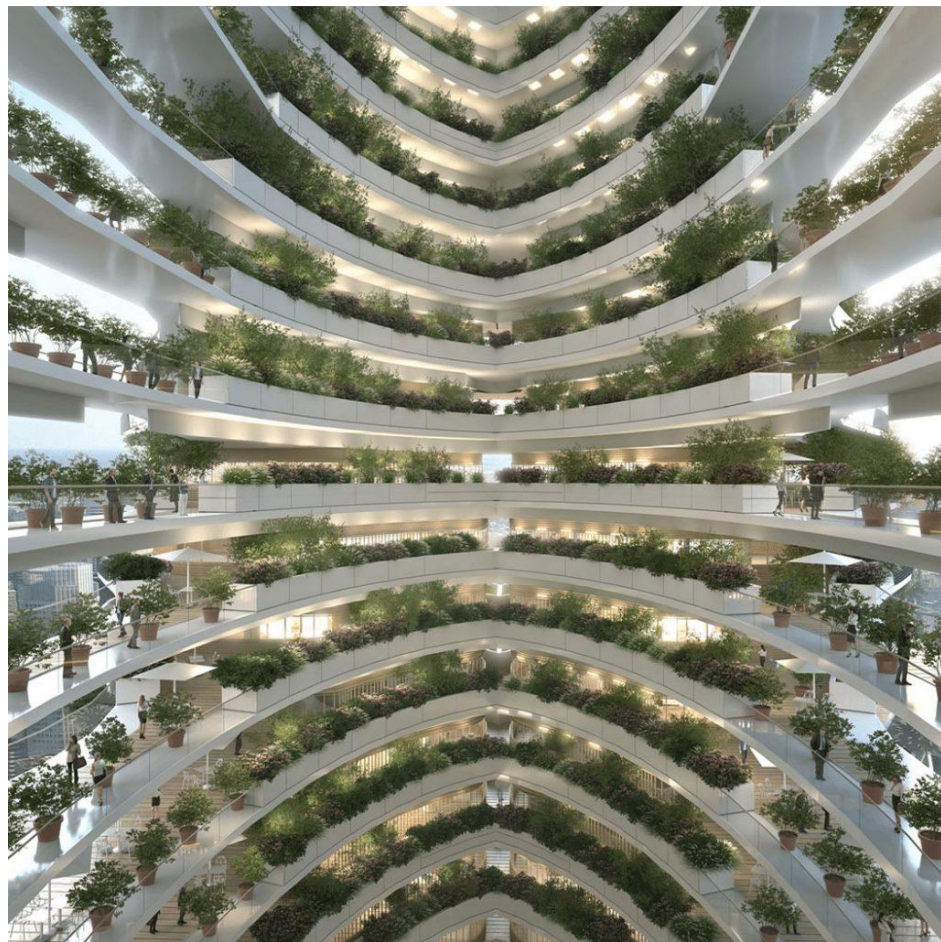


Mandragora lekarska



<https://wiesze.pl/news/projekt-plac-nowego-jorku-niezwykly-wiezowiec-mandragore/>





Wizualizacja balkonów i wnętrza Mandragore

## Instalacje pokryte mchem.

Berlińska ekipa z Green City Solution stworzyła instalacje wypełnione genetycznie modyfikowanym mchem. Projekt „CityTree” to zielony filtr o wydajności odpowiadającej 275 drzewom. Dodatkowo instalacja składa się z systemu nawadniania, paneli słonecznych oraz systemu monitorującego kolonię mchu.



## Orca - Odkurzacz atmosfery

Na Islandii wymyślono i zbudowano największy na świecie reduktor CO<sub>2</sub>. Nazywa się „Orca”. W ciągu roku może wychwycić 4 000 Mg dwutlenku węgla z atmosfery.

Urządzenie składa się z ustawionych w półokrąg wentylatorów. Jest swego rodzaju odkurzaczem atmosfery. Maszyny zasysają powietrze, podgrzewają je, a następnie odfiltrują dwutlenek węgla.

Wentylatory osadzone są w skrzyniach wielkości kontenerów. Wydzielony z powietrza dwutlenek węgla zostaje zmieszany z wodą, która w jest wpuszczana głęboko pod ziemię.

Po przetransportowaniu pod powierzchnię ekstrahowany z powietrza CO<sub>2</sub> ochładza się i zastyga.

Według klimatologa Petera Kalmusa „Orca” wychwyci w ciągu roku tyle CO<sub>2</sub>, ile ludzkość emituje do atmosfery przez trzy sekundy. Wyżej wspomniany klimatolog uważa, że coś niezwykłego uznawanie tej technologii za rozwiązanie kwestii klimatycznych, które jest rozważane w raporcie IPCC. Jest to prawdopodobnie najdroższa technologia na świecie.



Orca jest opracowana przez firmę Climeworks ze Szwajcarii *Foto: BusinessInsider.com*

# BETON (chodnik) POCHŁANIAJĄCY SMOG

Betonowe płyty pochłaniają pyły i spaliny.

Beton ma właściwości fotokatalityczne z uwagi na dodatek nanometrycznego dwutlenku tytanu.

Dzięki promieniom słonecznym dochodzi na jego powierzchni do redukcji szkodliwych dla ludzi związków pochodzących ze spalin samochodowych (między innymi dwutlenku azotu), które znajdują się w miejskim powietrzu.

Związki te są rozkładane na nieszkodliwe, podobne do stosowanych przy nawożeniu roślin i następnie wraz z wodą deszczową odprowadzane do gleby.

Dodatkowym atutem betonu są jego właściwości samooczyszczania.



Pomiary dowiodły, że w bezpośrednim sąsiedztwie chodnika stężenie NOx było o 30% niższe niż na analogicznym odcinku testowym (konwencjonalny chodnik).

W Krakowie f-ma SKANSKA ułożyła taki chodnik (150 m) przy ulicy Pawiej



Kraków postawił pierwsze kroki na drodze do realizacji projektu „chodnika antysmogowego”

Wiosna 2021 roku:

W Krakowie powstało malowidło, które pochłania tyle zanieczyszczeń, ile las o powierzchni 80 m<sup>2</sup>. Mural każdego dnia oczyści krakowskie powietrze ze spalin, które emituje 17 samochodów. Mural przy Bulwarze Wołyńskim, stworzyła ekipa Murale Zooteka, oraz artyści Impas i Mehes.

Malowidło w 2/3 wykonane zostało przy użyciu oczyszczających powietrze farb Airlite. Podczas zetknięcia się z powierzchnią pokrytą farbą fotokataliczną rozkładają się: spaliny samochodowe oraz te pochodzące z kotłów grzewczych, gazy, opary rozpuszczalników, dym tytoniowy, tlenki siarki i azotu.



<https://www.wirtualnemedia.pl/artykul/iajkonik-mural-oczyszczajacy-powietrze-krakow>



...i po smogu !!! ???

## **Literatura:**

Juda-Rezler K., Toczko B. Pyły drobne w atmosferze. Kompendium wiedzy o zanieczyszczeniu powietrza pyłem zawieszonym w Polsce, Biblioteka Monitoringu Środowiska, Warszawa, 2016

Anna i Jerzy Zwoździak, Meteorologia w ochronie powietrza

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 26 stycznia 2010 roku w sprawie wartości odniesienia dla niektórych substancji w powietrzu (Dz.U. nr 16 z 2010 r, Poz. 87)

Jędrak J. i inn. Wpływ zanieczyszczeń powietrza na zdrowie, Polski Alarm Smogowy, Kraków

WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen, dioxide and sulfur dioxide, Global update 2005, Summary of risk assessment

Prawo Ochrony Środowiska, Dyrektywy Unijne

Rup K., Procesy przenoszenia zanieczyszczeń w środowisku naturalnym, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 2006

Rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 24 września 2020 roku w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów. (Dz.U. 2020 r., Poz. 1860)



# DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 18 września 2012 r.

Poz. 1032

## ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA<sup>1)</sup>

z dnia 13 września 2012 r.

w sprawie dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu<sup>2)</sup>

Na podstawie art. 90 ust. 3 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2001 r. poz. 150, z późn. zm.<sup>3)</sup>) zarządza się, co następuje:

§ 1. Rozporządzenie określa:

1) metody i zakres dokonywania oceny poziomów substancji w powietrzu;

©Kancelaria Sejmu

## USTAWA

z dnia 27 kwietnia 2001 r.

Prawo ochrony środowiska<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Niniejsza ustawa dokonuje w zakresie swojej regulacji wdrożenia następujących dyrektyw Wspólnot Europejskich:

- 1) dyrektywy Rady 75/439/EWG z dnia 16 czerwca 1975 r. w sprawie unieszkodliwiania olejów odpadowych (Dz. Urz. WE L 194 z 25.07.1975, str. 23, L 42 z 12.02.1987, str. 43, L 377 z 31.12.1991, str. 48, L 243 z 24.09.1996, str. 31 i L 332 z 28.12.2000, str. 91),
- 2) dyrektywy Rady 75/442/EWG z dnia 15 lipca 1975 r. w sprawie odpadów (Dz. Urz. WE L 194 z 25.07.1975, str. 39, L 78 z 26.03.1991, str. 32 i L 377 z 23.12.1991, str. 48),
- 3) dyrektywy Rady 78/176/EWG z dnia 20 lutego 1978 r. w sprawie odpadów pochodzących z przemysłu ditlenku tytanu (Dz. Urz. WE L 54 z 25.02.1978, str. 19, L 378 z 31.12.1982, str. 1, L 32 z 03.02.1983, str. 28, L 377 z 31.12.1991, str. 48 i L 409 z 31.12.1992, str. 11),
- 4) dyrektywy Rady 79/409/EWG z dnia 2 kwietnia 1979 r. w sprawie ochrony dzikiego ptactwa (Dz. Urz. WE L 103 z 25.04.1979, str. 1, L 319 z 07.11.1979, str. 3, L 115 z 08.05.1991, str. 41 i L 164 z 30.06.1994, str. 9),
- 5) dyrektywy Rady 84/360/EWG z dnia 28 czerwca 1984 r. w sprawie zwalczania zanieczyszczeń powietrza przez zakłady przemysłowe (Dz. Urz. WE L 188 z 16.07.1984, str. 20),



# DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 18 września 2012 r.

Poz. 1031

## ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ŚRODOWISKA<sup>1)</sup>

z dnia 24 sierpnia 2012 r.

w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu<sup>2)</sup>

Na podstawie art. 86 ust. 1 i 2 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska (Dz. U. z 2008 r. Nr 25, poz. 150, z późn. zm.<sup>3)</sup>) zarządza się, co następuje:

§ 1. Rozporządzenie określa:

- 1) poziomy dopuszczalne dla niektórych substancji w powietrzu, zróżnicowane ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin;
- 2) poziomy docelowe dla niektórych substancji w powietrzu, zróżnicowane ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin;
- 3) poziomy celów długoterminowych dla niektórych substancji w powietrzu, zróżnicowane ze względu na ochronę zdrowia ludzi oraz ochronę roślin;

Opracowa  
stanie: tj.  
2008 r. Nr  
150, Nr 11  
708, Nr 13  
Nr 154, po  
171, poz. 1  
199, poz. 1  
223, poz. 1  
227, poz. 1

11.6.2008

PL

Dziennik Urzędowy Unii Europejskiej

L 152/1

I

(Akty przyjęte na mocy Traktatów WE/Euratom, których publikacja jest obowiązkowa)

## DYREKTYWY

DYREKTYWA PARLAMENTU EUROPEJSKIEGO I RADY 2008/50/WE  
z dnia 21 maja 2008 r.  
w sprawie jakości powietrza i czystszej powietrza dla Europy

PARLAMENT EUROPEJSKI I RADA UNII EUROPEJSKIEJ,

uwzględniając Traktat ustanawiający Wspólnotę Europejską,  
w szczególności jego art. 175,

uwzględniając wniosek Komisji,

- 2) Mając na względzie ochronę zdrowia ludzkiego i środowiska jako całości, szczególnie ważna jest walka z emisjami zanieczyszczeń z źródła oraz identyfikacja i wdrażanie na szczeblu lokalnym, krajowym i wspólnotowym najskuteczniejszych środków mających na celu redukcję emisji. Z tego względu powinno się zapobiegać lub ograniczać emisje szkodliwych zanieczyszczeń powietrza oraz ustanowić właściwe cele dotyczące jakości powietrza, z uwzględnieniem odpowiednich norm, wytycznych i programów Światowej Organizacji Zdrowia.