

# Węgiel elementarny

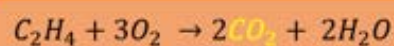
wskaźnik narażenia zawodowego na spaliny  
silników Diesla

P. Wasilewski, M. Szewczyńska

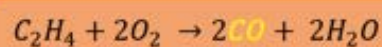
CIOP  PIB

## Spalanie etenu

### Całkowite



### Spalanie niecałkowite i niezupełne



CIOP  PIB

## Emisja spalin – silniki Diesla



Spaliny silników  
wysokoprężnych

Mieszanka składników  
gazowych

Cząsteczki stałe

CIOP  PIB

## Emisja spalin – składniki gazowe

Składniki gazowe emitowane z  
silników wysokoprężnych (99,9%)

Ditlenek węgla ( $\text{CO}_2$ )

Tlen, azot, para wodna

Tlenki azotu, tlenek węgla

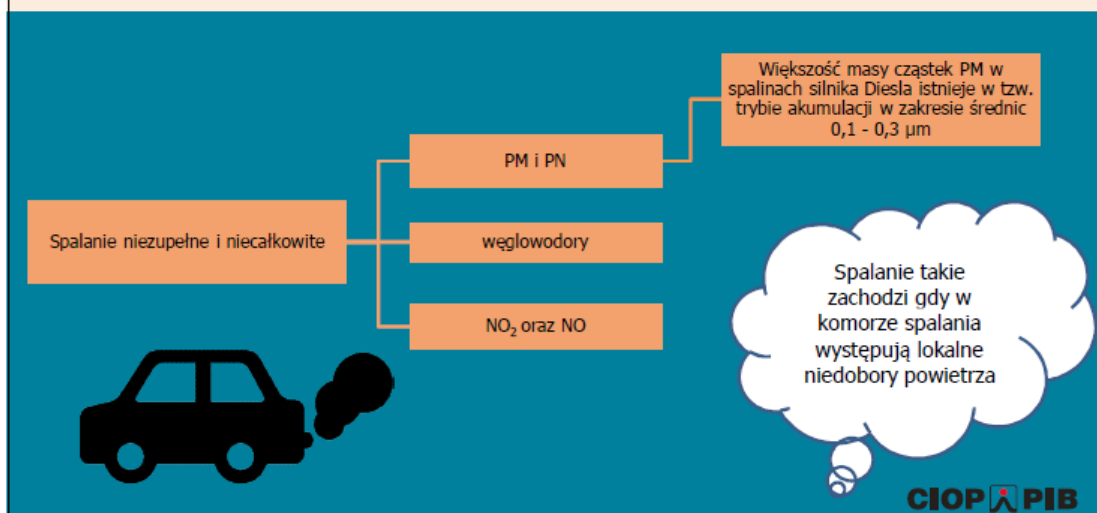
Dwutlenek siarki

związki organiczne: karbonyle, kwasy  
karboksylowe, alkanany, alkeny i związki  
aromatyczne



CIOP  PIB

## Emisja spalin – cząstki drobne



## Narażenie zawodowe na spaliny



## Zagrożenia związane ze spalinami

Badania epidemiologiczne IARC odnośnie występowania raka płuc wśród górników niemetalowych, pracowników kolei i pracowników przemysłu ciężarowego



IARC sklasyfikowało spaliny silników Diesla jako rakotwórcze dla ludzi (kategoria 1)



Węgiel elementarny (EC) stanowi znaczącą część masy cząsteczek stałych, został uznany jako dobry marker emisji spalin

## Regulacje prawne



### DZIENNIK USTAW RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

Warszawa, dnia 19 lutego 2021 r.

Poz. 325

**ROZPORZĄDZENIE  
MINISTRA ROZWOJU, PRACY I TECHNOLOGII<sup>1)</sup>**

z dnia 18 lutego 2021 r.

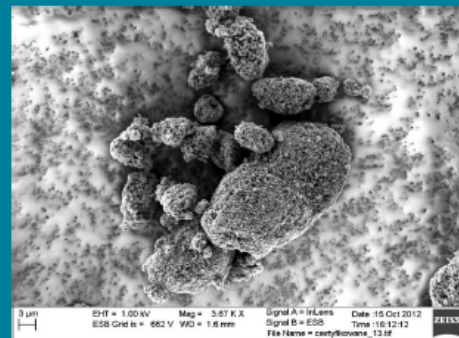
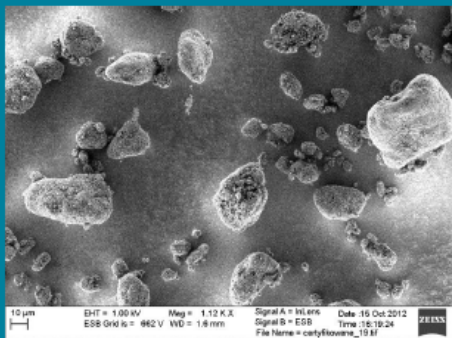
zmieniające rozporządzenie w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy<sup>2)</sup>

## Regulacje prawne

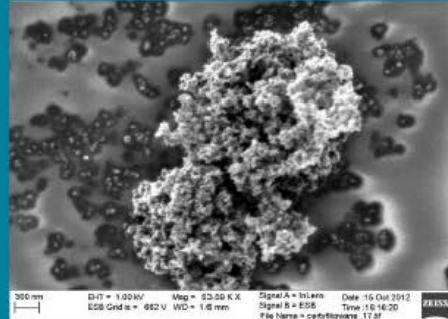
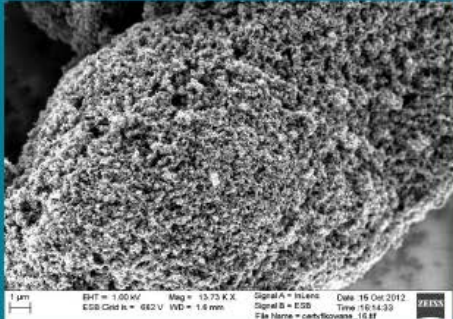
Lp.	Nazwa i numer CAS <sup>1)</sup> substancji chemicznej	Najwyższe dopuszczalne stężenie (w mg/m <sup>3</sup> ) <sup>2)</sup> w zależności od czasu narażenia w ciągu zmiany roboczej			Liczba włókien w cm <sup>3</sup>	Uwagi: Oznaczenie substancji notacją „skóra” <sup>3)</sup>
		NDS	NDSch	NDSF		
468	Spaliny emitowane z silników Diesla [-] – mierzone jako węgiel elementarny	0,05	–	–	–	–

5. Do dnia 20 lutego 2026 r. dla sektora górnictwa podziemnego i budowy tuneli wartość NDS spalin emitowanych z silników Diesla – frakcji respirabilnej wynosi 0,5 mg/m<sup>3</sup>.

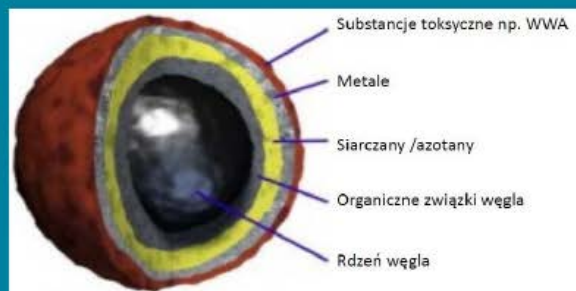
## Badania z wykorzystaniem SEM



## Badania z wykorzystaniem SEM



## Agregacja cząsteczek

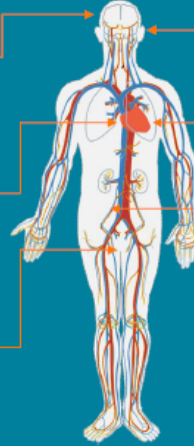


## Szkodliwe działanie spalin silników Diesla

Neurotoksyczne –  
obniżona szybkość  
reakcji, zaburzenia  
snu i pamięci

Kardiotoksyczne –  
szkodliwe działanie na  
układ krążenia

Układ rozrodczy –  
zaburzenie funkcji  
plemników



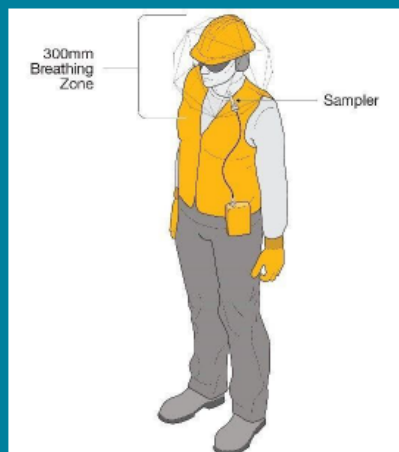
Podrażnienie oczu,  
nosa, gardła i  
problemy z  
oddychaniem

Układ oddechowy –  
podrażnienie, stany  
zapalne, infekcje,  
astmy itd.

Uszkodzenie wątroby i  
śledziony

CIOP  PIB

## Pobieranie próbek powietrza



CIOP  PIB

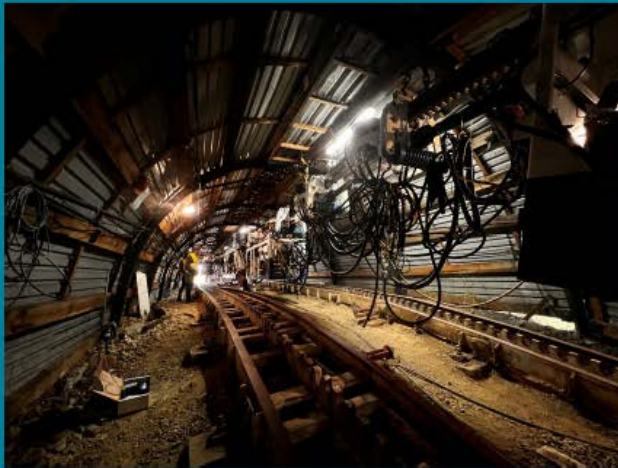
## Analiza próbek węgla elementarnego

Analiza próbek była przeprowadzana metodą termo-optyczną z wykorzystaniem analizatora termo-optycznego z detekcją płomieniowo-jonizacyjną - Analizator LAB, OC/EC, Model 5L, produkcji firmy Sunset. Aparatura umożliwia selektywne oznaczanie węgla elementarnego (EC) oraz węgla organicznego (OC) i całkowitego (TC) z dokładnością do  $1 \mu\text{g C/cm}^2$ .



CIOP PIB

## Badania w kopalniach węgla kamiennego



CIOP PIB

## Badania w kopalniach węgla kamiennego

Stanowisko	Stężenie EC, mg/m <sup>3</sup>		Krotność NDS
	min	max	
Maszyści KP	0,004	0,074	0,08 ÷ 1,48
Maszynista LT	0,019		0,4
Maszynista KE	0,005		0,1
Górnik przewożony kolejką	0,074	0,119	1,5 ÷ 2,4
Inni górnicy	0,004	0,023	0,08 ÷ 0,5

CIOP PIB

## Badania węgla elementarnego



CIOP PIB

## Badania węgla elementarnego



CIOP  PIB

## Wnioski

- Spaliny silników Diesla stanowią realne zagrożenie dla zdrowia pracowników
- W dalszym ciągu istnieje wiele stanowisk na których przekraczane jest najwyższe dopuszczalne stężenie spalin w powietrzu stanowiska pracy
- Na stanowiskach w kopalniach dla których przeprowadzono badania, po 20.02.2026 r. będą przekroczone dopuszczalne stężenia spalin
- Potrzeba dalszych badań w celu dokładniejszego oszacowania zagrożenia
- Należy szukać alternatyw (o ile to możliwe), dla silników Diesla

CIOP  PIB

## Dziękuję za uwagę

*Opracowano na podstawie zadania z zakresu służb państwowych nr 3.ZS.07 nt.: „Ocena narażenia na spaliny emitowane z silników Diesla w wybranych gałęziach przemysłu górniczego i budownictwa podziemnego uwzględniające nowe wartości NDS” - VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej.*

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

**CIOP**  **PIB**

