



Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

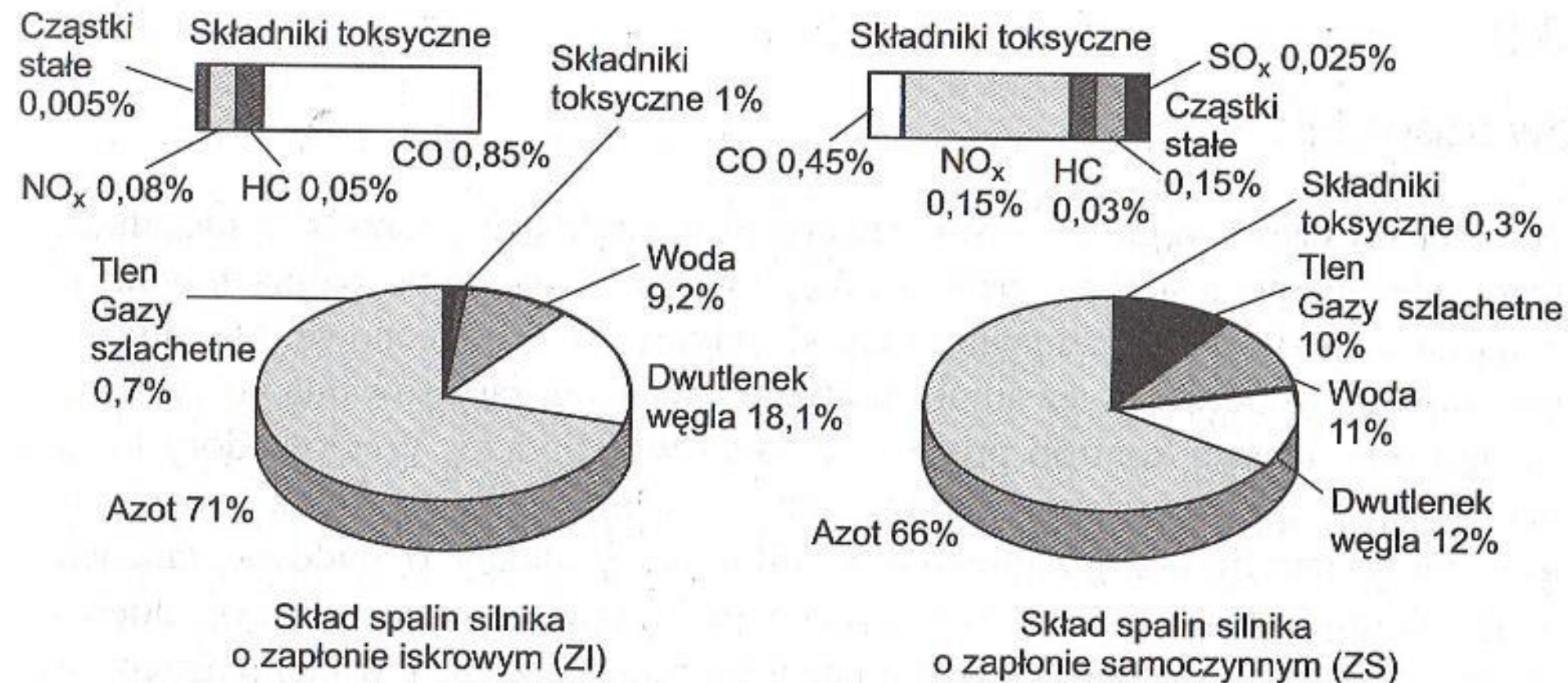
Instytut Pojazdów Samochodowych i Silników Spalinowych
Marek Brzeżański

Wpływ motoryzacji na jakość powietrza



„Spotkanie Grupy Roboczej ds. Ochrony Powietrza i Energetyki”
Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego
Kraków, 26 sierpnia 2016 r.

Skład spalin silników ZI i ZS



- Azot atmosferyczny (N₂), tlen atmosferyczny (O₂)
- Składniki całkowitego i zupełnego spalania: dwutlenek węgla (CO₂) i para wodna (H₂O)
-
- Produkty niezupełnego i niecałkowitego spalania: **tlenek węgla (CO), węglowodory (HC)**
- Produkty syntezy azotu: **tlenki azotu (NO_x)**
- **Cząstki stałe (PM)**
- **Produkty spalania domieszek i zanieczyszczeń**

Limity emisji szkodliwych składników spalin dla pojazdów osobowych Europy

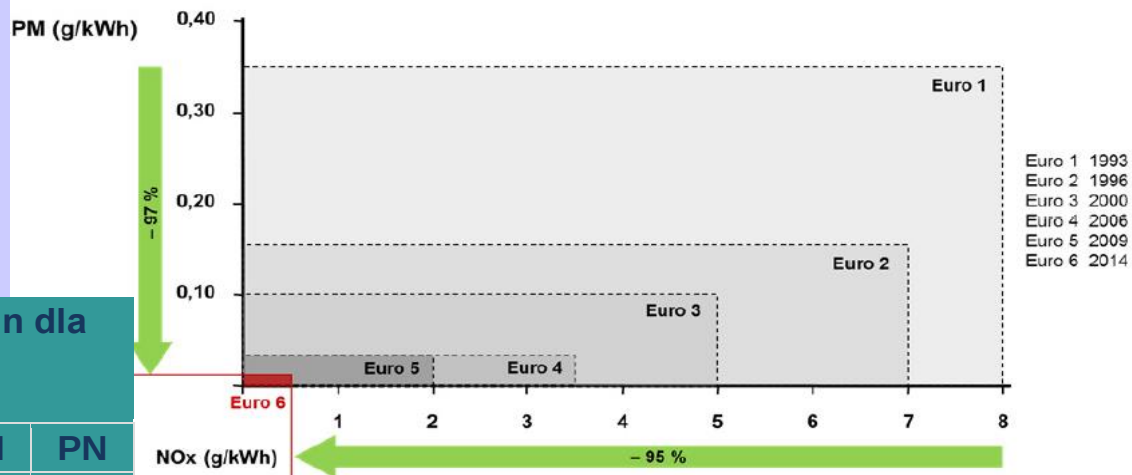
Norma	Data	CO	HC	HC+NOx	NOx	PM	PN
		g/km					#/km

Silniki ZS

Euro 1	1992.07	2.72	-	0.97	-	0.14	-
Euro 2	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
IDI							
Euro 2	1996.01 ^a	1.0	-	0.9	-	0.10	-
DI							
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09	0.50	-	0.23	0.18	0.005	-
Euro 5b	2011.09	0.50	-	0.23	0.18	0.005	6.0 × 10¹¹
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005	6.0 × 10¹¹

Silniki ZI

Euro 1	1992.07	2.72	-	0.97	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09 ^b	1.0	0.10	-	0.06	0.005	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10	-	0.06	0.005	6.0 × 10¹¹



Normy dotyczące stężenia gazów oraz wartości współczynnika nadmiaru powietrza obowiązujące podczas okresowych kontroli technicznych pojazdów z silnikiem ZI

Lp.	Pojazd	Prędkość obrotowa silnika	Stężenie CO w % objętości spalin, HC w ppm (cząstek na milion) oraz współczynnik λ dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy						
			do dnia 30 września 1986 r.	od dnia 1 października 1986 r. do dnia 30 czerwca 1995 r.	od dnia 1 lipca 1995 r. do dnia 30 kwietnia 2004 r.			od dnia 1 maja 2004r.	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
			CO	CO	CO	HC	λ	CO	λ
1	Motocykl	Bieg jałowy	5,5	4,5	4,5	-	-	4,5	-
2	Inny pojazd samochodowy	Bieg jałowy	4,5	3,5	0,5	100	-	0,3	-
		2000 min ⁻¹ do 3000 min ⁻¹	-	-	0,3	100	0,97 – 1,03	0,2	0,97 – 1,03

Normy dotyczące zadymienia spalin dla pojazdów z silnikiem ZS

Dla pojazdu zarejestrowanego po raz pierwszy:

przed 1 lipca 2008 roku

- współczynnik pochłaniania światła **$K < 2,5 \text{ m}^{-1}$** – bez doładowania
- współczynnik pochłaniania światła **$K < 3,0 \text{ m}^{-1}$** – z doładowaniem

Od 1 lipca 2008 roku– wszystkie silniki ZS :

- współczynnik pochłaniania światła **$K < 1,5 \text{ m}^{-1}$**



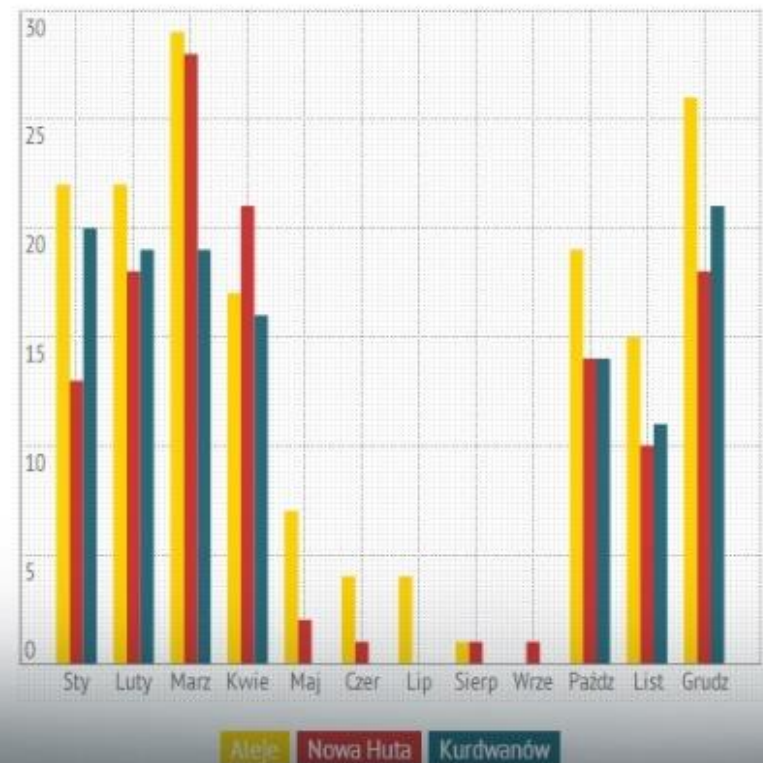
SMOG

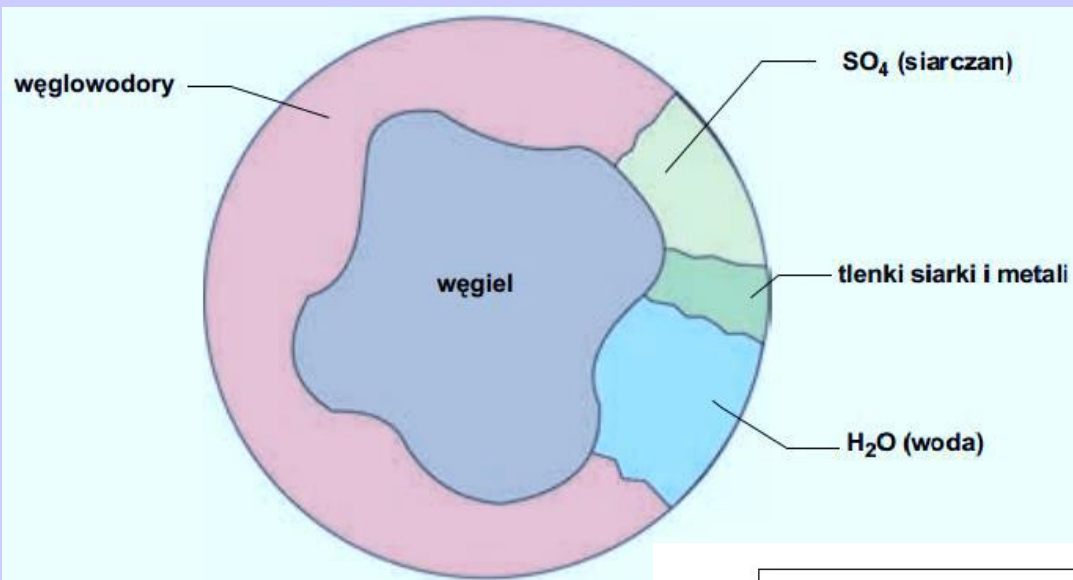
- Smog londyński:

- **Składniki:** cząstki wilgoci, pyły przemysłowe i komunalne, tlenek węgla, tlenki siarki
- **Warunki tworzenia:** duża wilgotność, duże zapylenie powietrza, małe nasłonecznienie, niska temperatura, brak ruchu powietrza (głównie okres jesienno – zimowy)

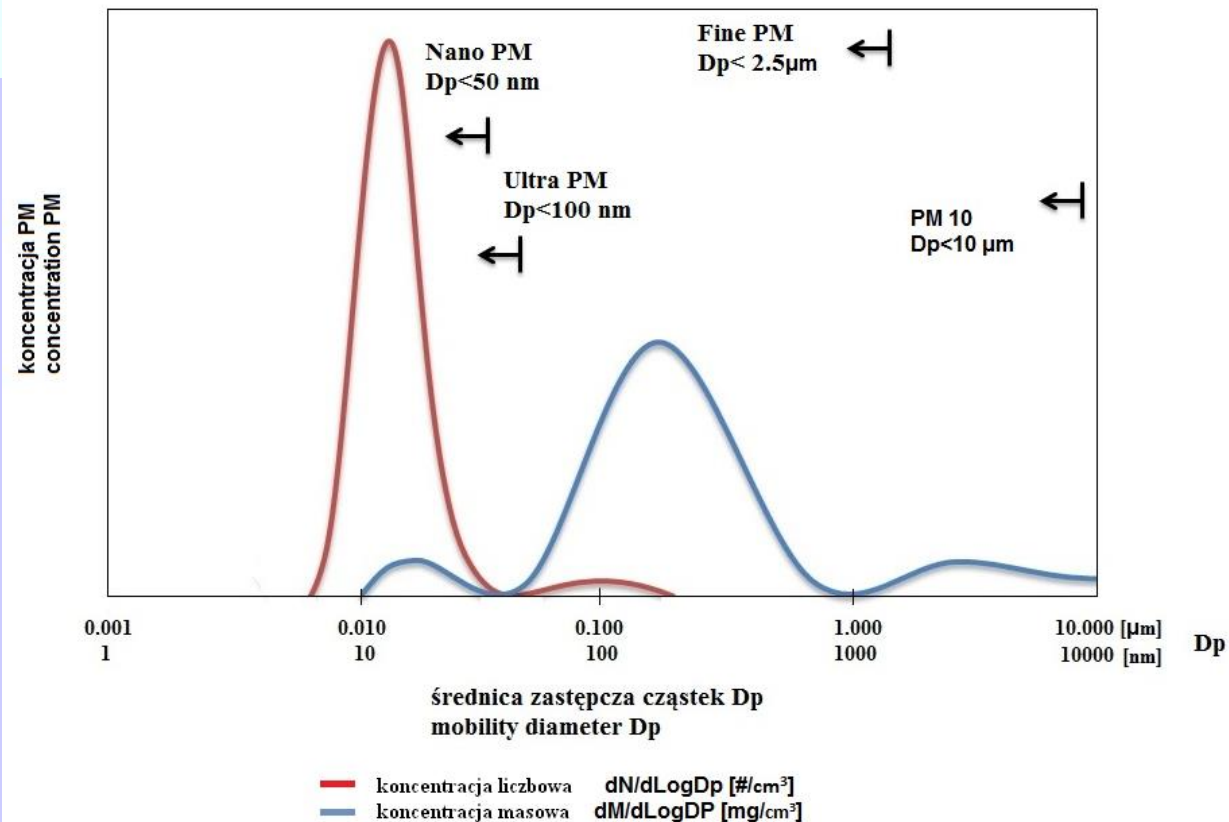


Stężenie PM 10 - Kraków 2013





Struktura cząstki stałej ze spalin silnikowych



Rozkład wielkości i masy cząstek stałych w spalinach silnikowych

SMOG

- Smog fotochemiczny (kalifornijski):
 - Mechanizm powstawania:
 - mieszanina: tlenków azotu, węglowodorów i tlenku węgla
 - + *reakcje fotochemiczne*
 - = ozon, nadtlenki, aldehydy i azotany nadtlenków acylowych
- Warunki tworzenia:** mała wilgotność, silne nasłonecznienie, wysoka temperatura, brak ruchu powietrza
(głównie pełnia lata)

Przez 19 dni lipca i sierpnia 2015 r. przekroczony poziom dopuszczalny **stężenia ozonu** -10 sierpnia aż 164 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ - przy dopuszczalnym wg WHO 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$!

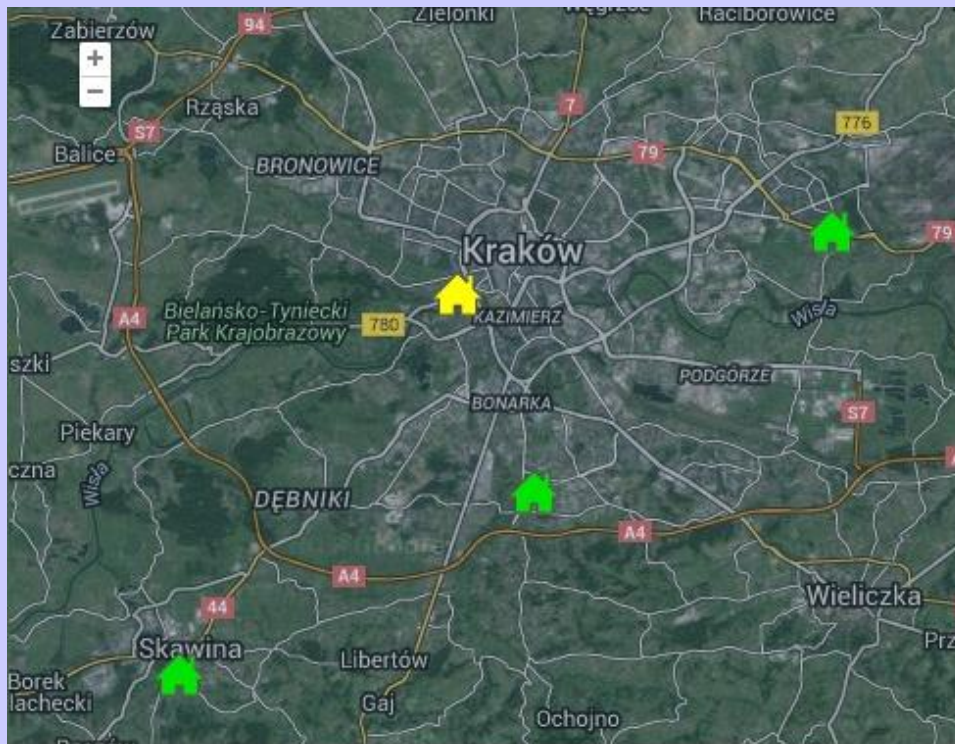
Kraków

2003 r. - 197 samochodów osob./1000 mieszk.

2013 r. - 323 samochodów osob./1000 mieszk.

Tylko 3,5% pojazdów – Euro 5 i Euro 6

41% podróży samochodem nie przekracza 5 km !



*W sierpniu 2015 r. na al. Krasińskiego:
dopuszczalne zanieczyszczenie powietrza
dwutlenkiem azotu **NO2** było przekroczone w 31 dniach*

Czynniki eksploatacyjne wpływające na emisję toksycznych składników spalin:

- ***Tlenek węgla (CO):*** zimny rozruch i faza nagrzewania, bieg jałowy, nagła zmiana obciążenia;
- ***Węglowodory (HC):*** zimny rozruch i faza nagrzewania, nagła zmiana obciążenia;
- ***Tlenki azotu (NO_x):*** duże obciążenie, gwałtowne zwiększanie obciążenia;
- ***Cząstki stałe (PM):*** zimny rozruch, duże obciążenie, gwałtowne zwiększanie obciążenia.

Wprowadzenie limitu prędkości do 30 km/h w wydzielonych strefach miasta znacząco zmniejsza emisję wszystkich toksycznych składników spalin, a głównie tlenków azotu i cząstek stałych.



Politechnika Krakowska - 19 września 2015 r.
Badanie emisji toksycznych składników spalin
Akcja pod patronatem:
*Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego
i Radia Kraków*





Politechnika Krakowska - 19 września 2015 r.
Badanie emisji toksycznych składników spalin

Akcja pod patronatem:

*Urzędu Marszałkowskiego Województwa Małopolskiego
i Radia Kraków*





Politechnika Krakowska
im. Tadeusza Kościuszki

Dziękuję za uwagę



„Spotkanie Grupy Roboczej ds. Ochrony Powietrza i Energetyki”
Urząd Marszałkowski Województwa Małopolskiego
Kraków, 26 sierpnia 2016 r.