

# Perspektywy i ograniczenia roślin w obniżeniu toksyczności powietrza w terenie zurbanizowanym

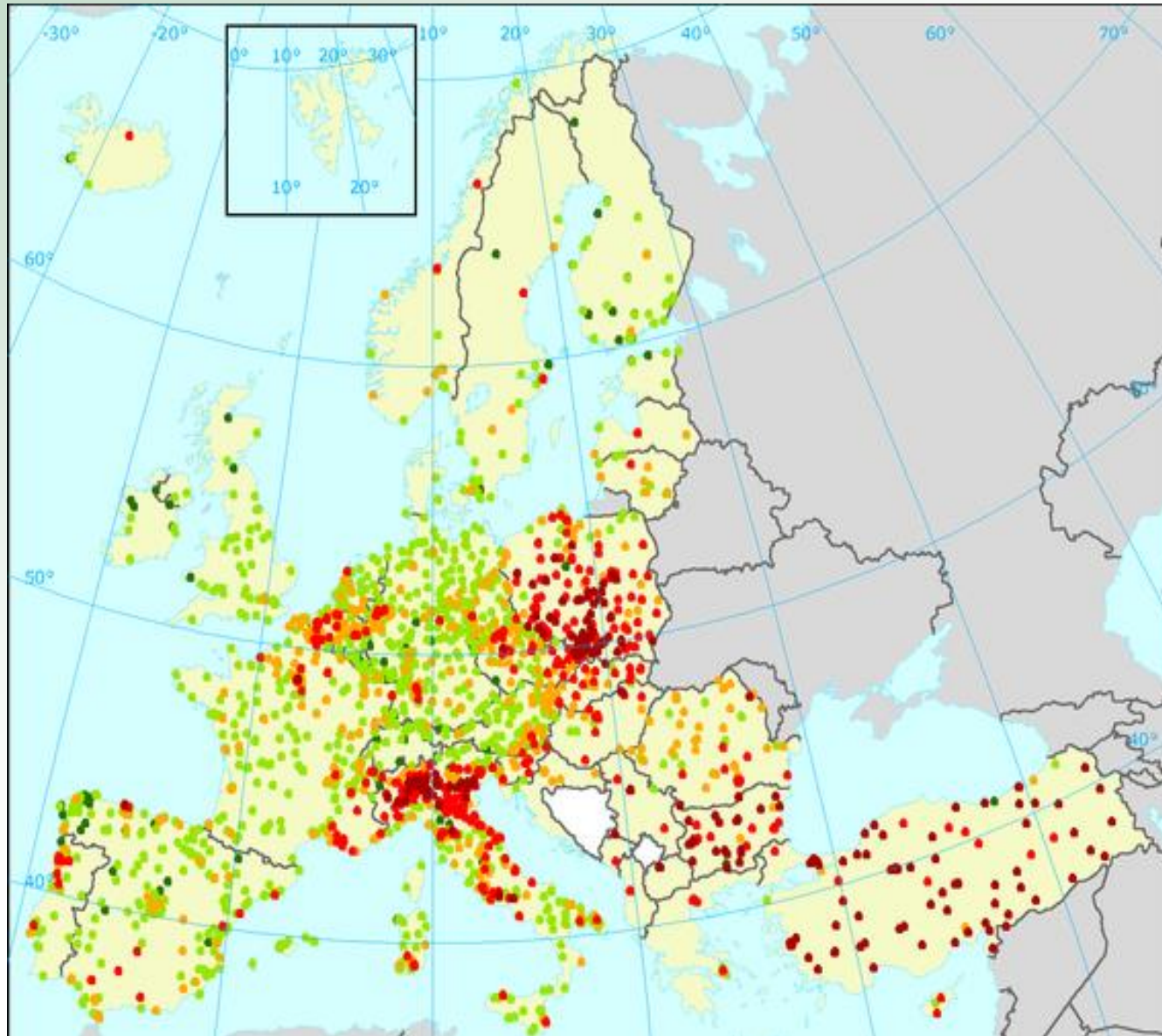
Stanisław W. Gawroński



Samodzielny Zakład Przyrodniczych Podstaw Ogrodnictwa  
Wydział Ogrodnictwa, Biotechnologii i Architektury Krajobrazu  
SGGW w Warszawie

II Forum Green Smart City, Kraków, 28.11. 2016.

# Poziom zanieczyszczenia powietrza PM<sub>10</sub> w Europie

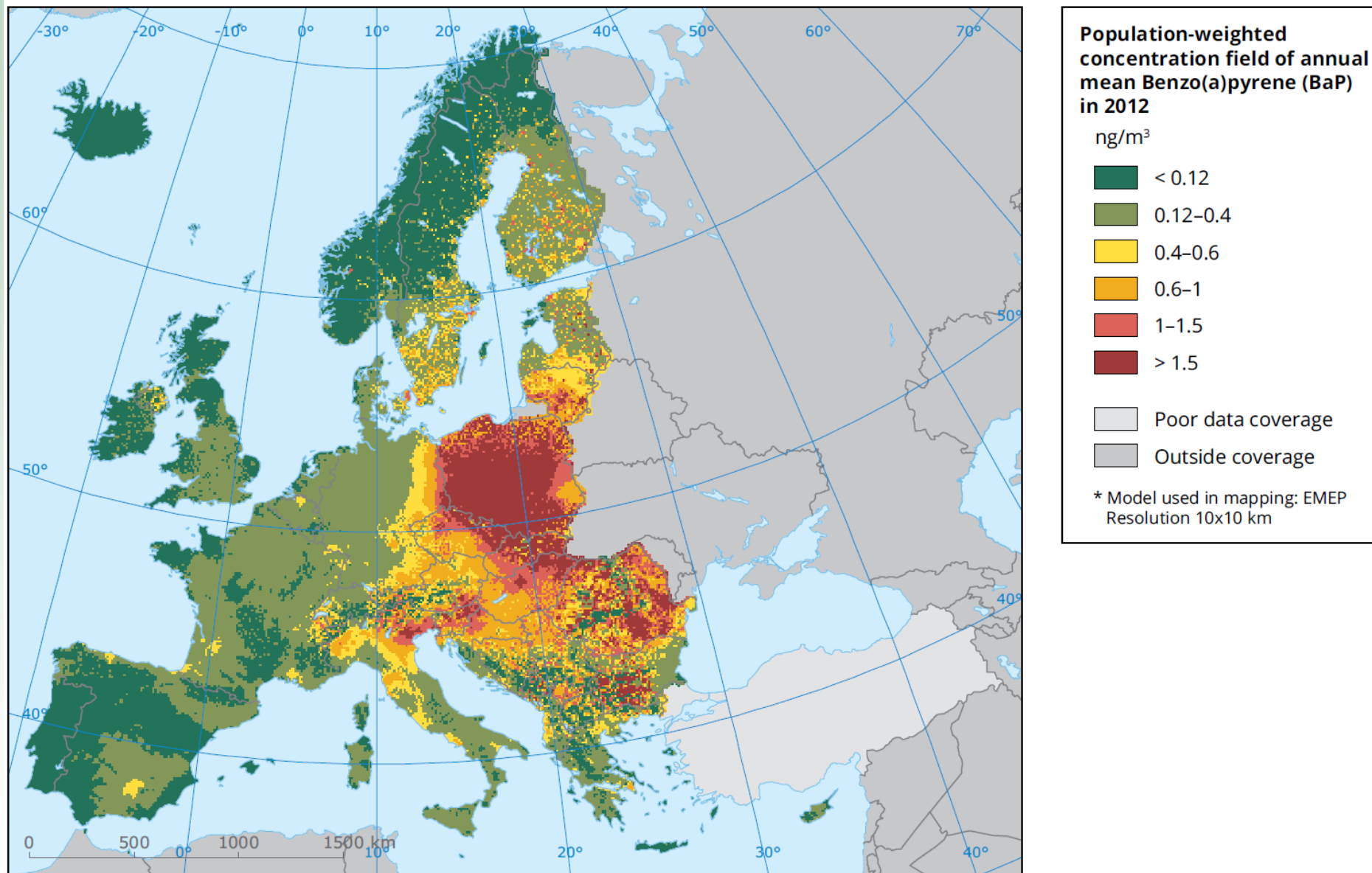


**90.4 percentile of PM<sub>10</sub> concentration in 2012, based on daily average with percentage valid measurements  $\geq 75\%$  in  $\mu\text{g}/\text{m}^3$**

- $\leq 20$
- 20-40
- 40-50
- 50-75
- $> 75$

□ No data

□ Countries/regions not included in the data exchange process



**Notes:** Dark-green areas correspond to concentrations under the estimated reference level (0.12 ng/m<sup>3</sup>). Dark-red areas correspond to concentrations exceeding the 2004 AQ Directive target value of 1 ng/m<sup>3</sup>.

**Source:** ETC/ACM, 2015b.

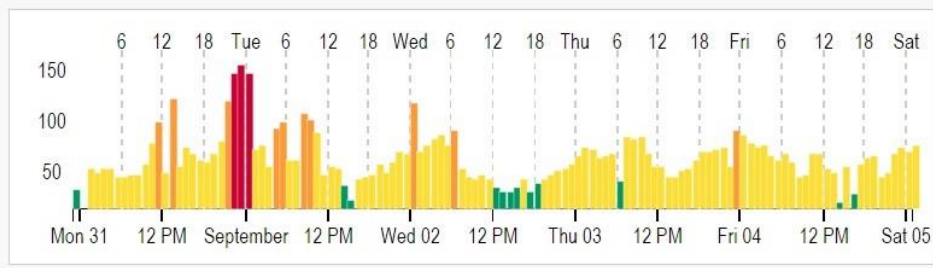
# Sugerowane działania dla zmniejszenia poziomu emisji zanieczyszczeń

- Usprawnienie płynności ruchu
- Zredukowanie liczby przystanków i gwałtownych zakrętów
- Zredukowanie liczby zjazdów i podjazdów (oraz ich kąta nachylenia)
- Wymuszenie ograniczeń szybkości
- Wprowadzenie ograniczeń wagowe pojazdów
- Ograniczenie ilość pojazdów z przyczepami
- Wprowadzenie nowych standardów ilości wydzielanych spalin przez pojazdy
- Doposażenie użytkowanych pojazdów (filtry spalin)
- Zalecanie stosowania dodatków do paliw
- Poprawa inspekcji pojazdów i przestrzegania programu przeglądów pojazdów

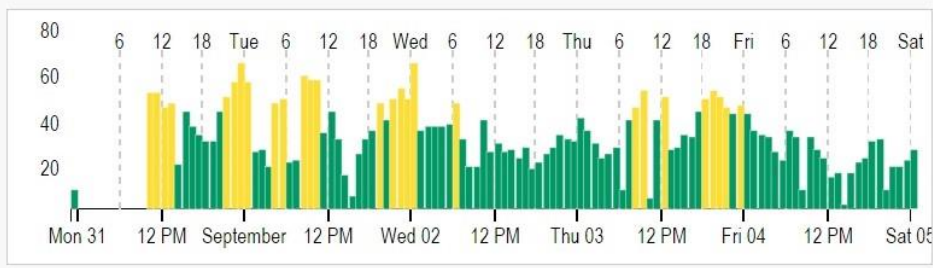
# Sugerowane działania dla zmniejszenia poziomu emisji zanieczyszczeń (c.d.)

- Zwiększenie ilości pojazdów napędzanych alternatywnie (elektryczne, hybrydowe, gazowe)
- Wprowadzenie programu wymiany floty pojazdów
- Wydzielenie pasów na jezdni dla autobusów i pojazdów z dodatkowymi pasażerami
- Kontrola światłami wjazdu na drogi szybkiego ruchu
- Wydzielenie tras dla ciężkich pojazdów
- Zmniejszenie czasu pracy silnika na jałowym biegu

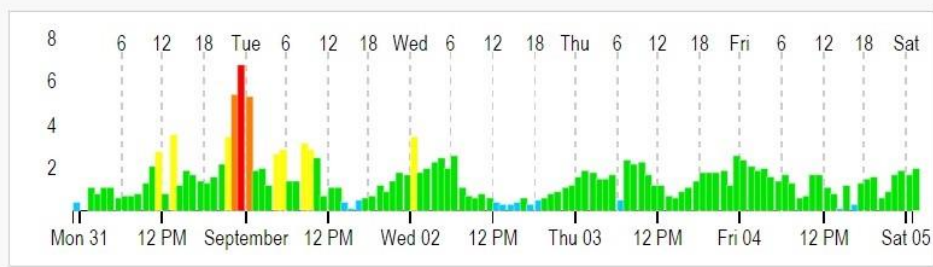
**PM<sub>2.5</sub> US EPA AQI (Air Quality Index) - Instant Cast based:**



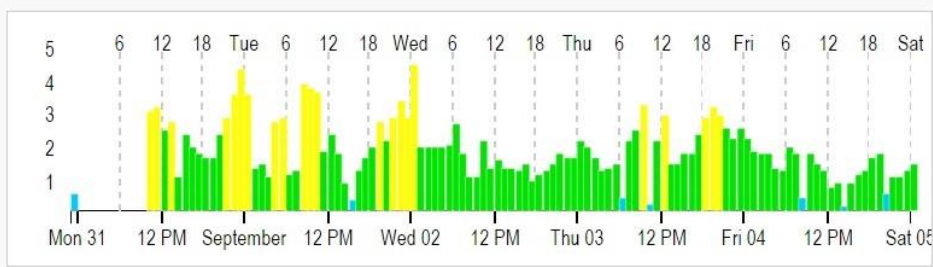
**PM<sub>10</sub> US EPA AQI (Air Quality Index) - Instant Cast based:**



**PM<sub>2.5</sub> POLAND IJP (Indeks jakości powietrza):**



**PM<sub>10</sub> POLAND IJP (Indeks jakości powietrza):**





**Różnice międzygatunkowe w tolerancji zanieczyszczeń powietrza**



W terenie zurbanizowanym jedne gatunki przeżywają lepiej jak inne



*Taxus media* jeden z najbardziej tolerancyjnych gatunków na zanieczyszczenie powietrza, skrzyżowanie Aleje Jerozolimskie + Marszałkowska










Photo: S.W. Gawroński

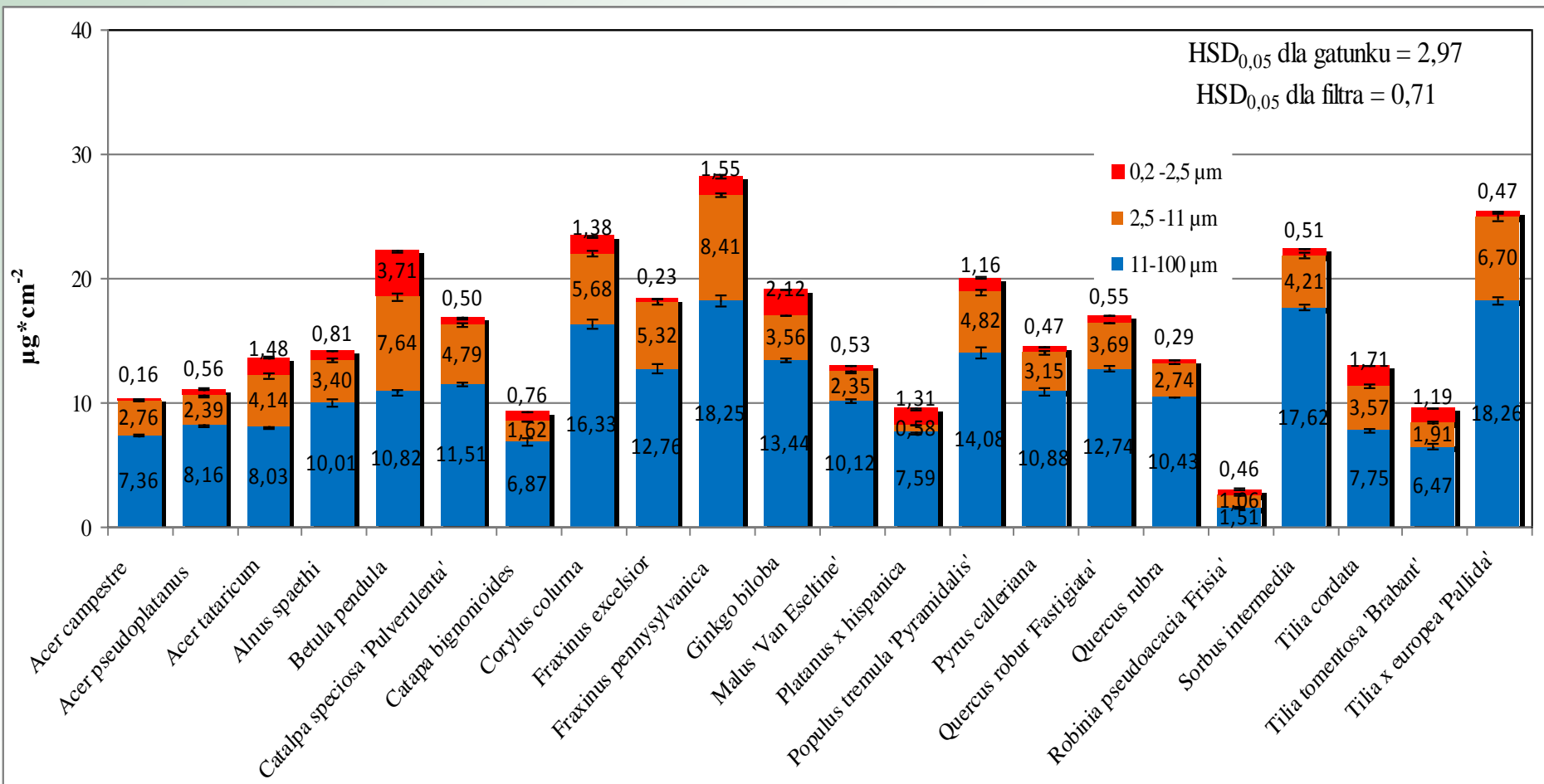


Pyły zawieszane (PM)

# Zdolność roślin drzewiastych do zatrzymywania mikrocząsteczek zanieczyszczeń powietrza ( $\mu\text{g}/\text{cm}^2$ )

Gatunek	Mikrocząsteczki			Woski na powierzchni
	$\text{PM}_{11}$	$\text{PM}_{2,5}$	$\Sigma$	
 Dąb	12,0	2,8	14,8	110,6
 Topola	27,4	9,9	37,3	86,5
 Brzoza	34,3	9,5	43,8	645,7
 Grusza	33,4	10,0	43,4	157,2
 Jesion	23,2	5,6	28,8	94,9
 Jarząb	31,0	11,4	42,4	91,0
 Dereń	15,5	5,3	20,8	122,3

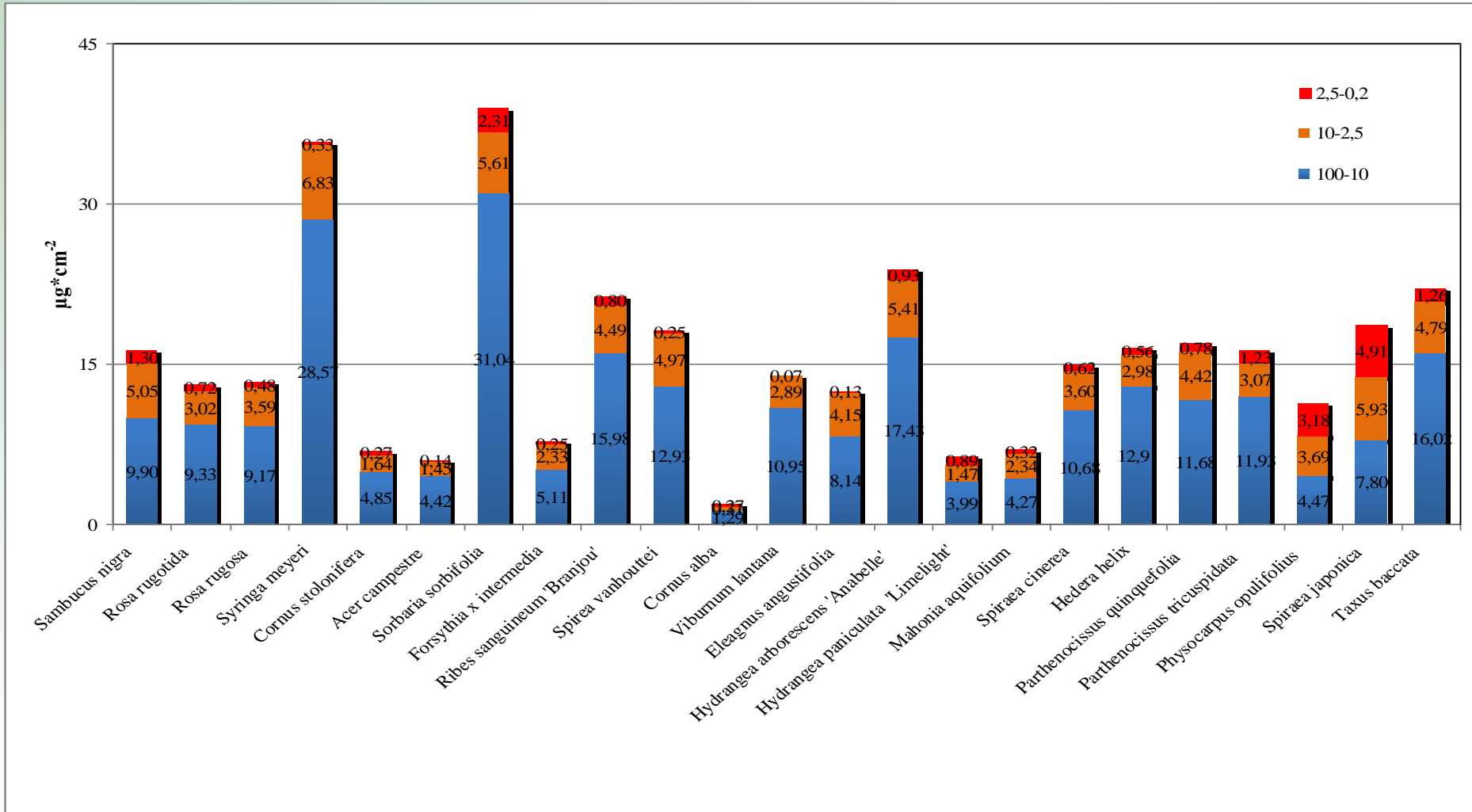
# Pył zawieszony gromadzony przez 22 gatunki drzew zalecanych do uprawy w terenie zurbanizowanym ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ).



**Stwierdzono ponad 10 - krotne różnice w zdolności akumulacji mikropyłków przez badane gatunki drzew**

Gawroński i in. 2009

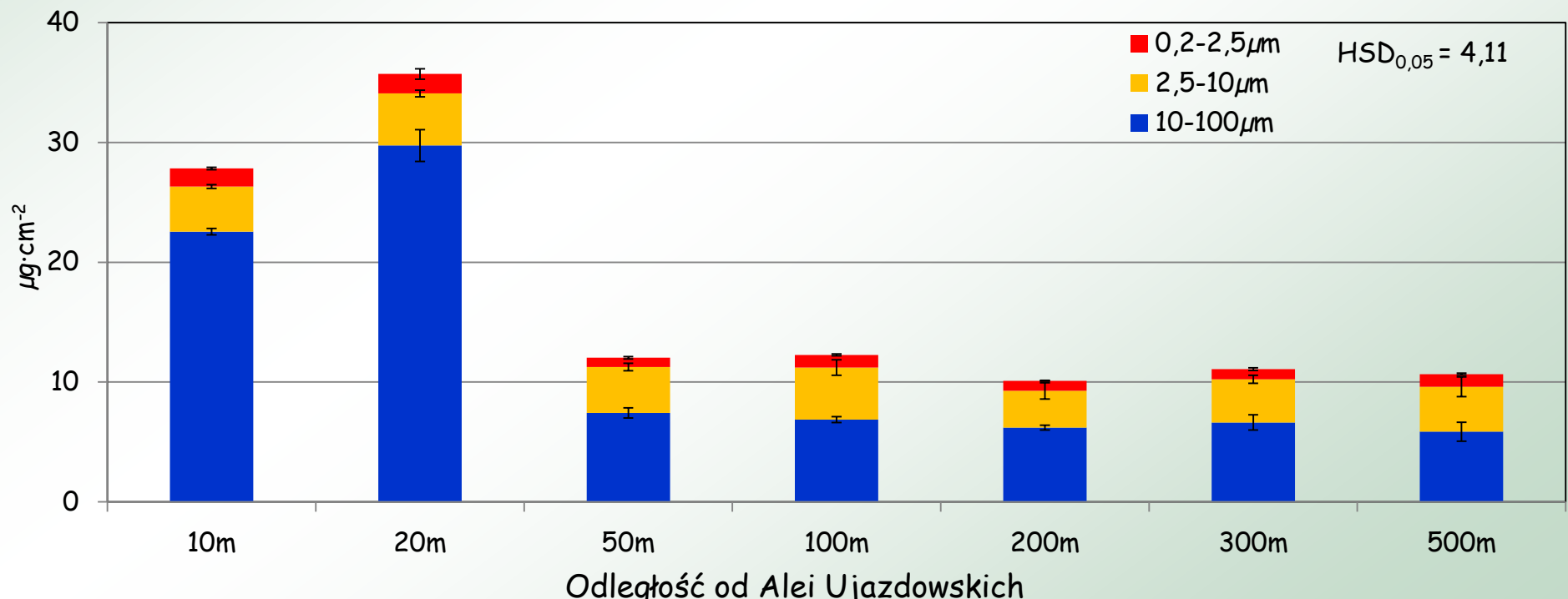
# Pył zawieszony gromadzony przez 23 gatunki krzewów zalecanych do uprawy w terenie zurbanizowanym ( $\mu\text{g}\cdot\text{cm}^{-2}$ ).



**Stwierdzono około 20 - krotne różnice w zdolności akumulacji mikropyłków przez badane gatunki krzewów**

Gawroński i in. 2009

# Ilość mikropyłów na liściach lipy w Parku Łazienkowskim



# Ilość PM na blaszkach liściowych w zależności od ekspozycji do źródła emisji





Metale ciężkie (MC)



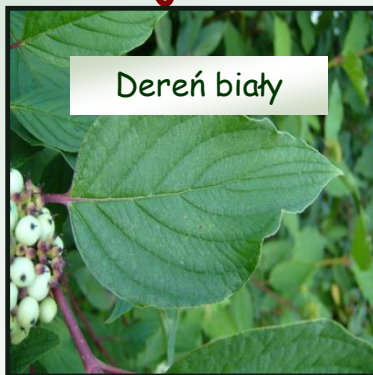
Zawartość 17 pierwiastków w suchej masie liści ( $\text{mg kg}^{-1}$  s.m.) roślin *Canna x generalis* rosnących na Pl. Zbawiciela w Warszawie

Oznaczone pierwiastki	Materiał	Materiał płukany	
	niepłukany	wodą	chloroformem
Li	0,90	0,78	0,75
V	-0,50	-0,50	-0,50
Cr	1,00	0,85	0,80
Mn	60,50	54,0	44,0
Co	0,15	0,23	0,18
Ni	0,41	0,66	0,39
Cu	10,02	9,45	8,64
Zn	24,65	23,8	21,90
As	0,12	0,10	-0,10
Rb	4,05	4,10	4,40
Sr	13,35	11,95	12,50
Cd	0,06	0,06	0,05
Sn	0,43	0,23	-0,23
Sb	0,45	0,27	0,26
Cs	0,01	-0,01	-0,01
Ba	6,15	4,38	4,73
Pb	1,37	0,70	0,67
<b>Łącznie</b>	<b>124,12</b>	<b>112,15</b>	<b>100,11</b>

# Gatunki roślin z potencjałem do wykorzystania w fitoremediacji terenów zurbanizowanych



Jabłoń kwicista



Dereń biały



Wierzba purpurowa



Brzoza zwista



Róża pomarszczona



Amorfa, indygowiec



Karagana syberyjska



Klon zwyczajny



Robina akacjowa



Tamryszek czteropęcikowy



Platan klonolistny



Paciorecznik ogrodowy

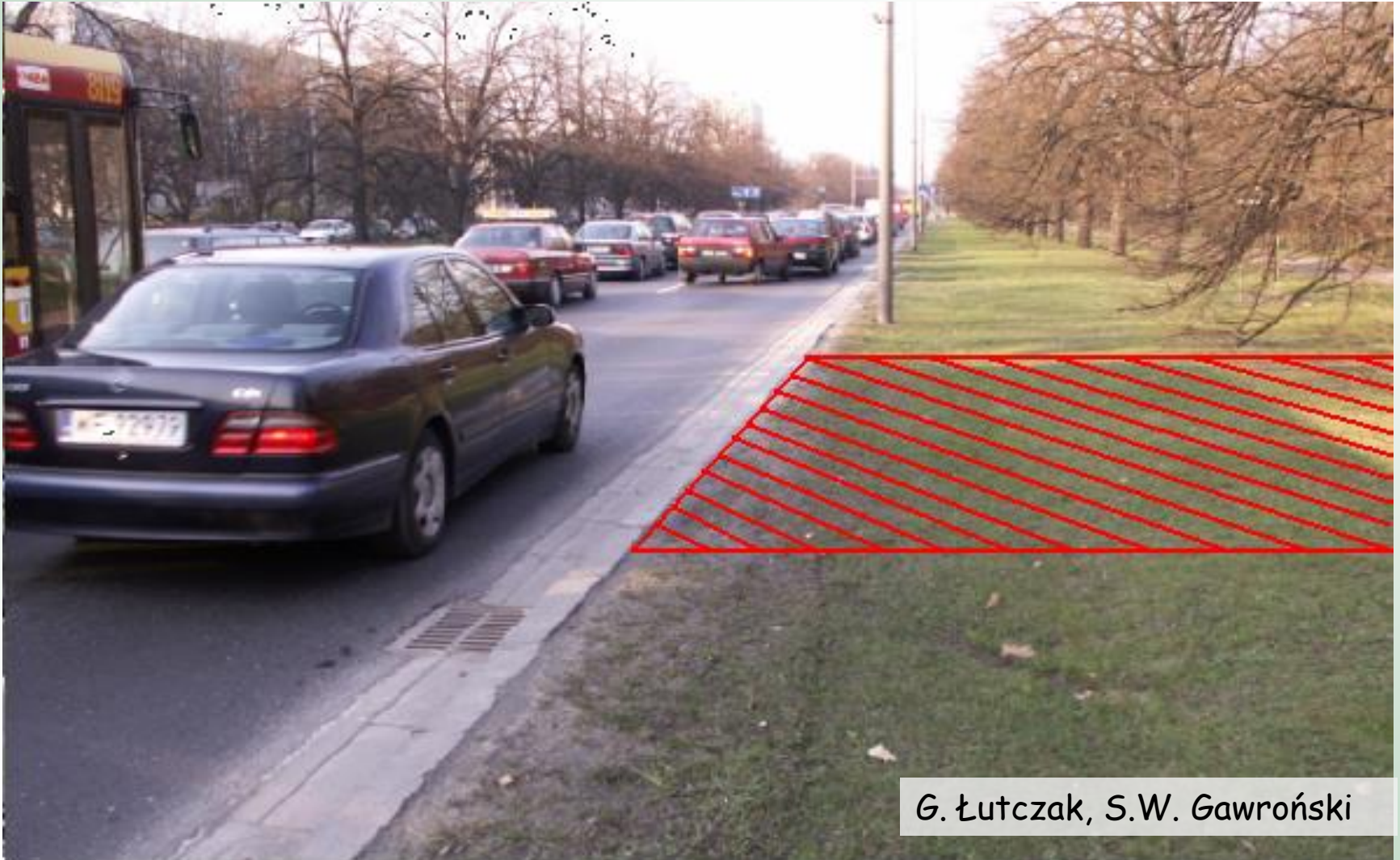


Łubin wieloletni



**Metale szlachetne: Platyna (Pt)**

# Schemat pobierania prób dla oznaczania poziomu $P_t$ oraz $P_d$ w glebie, Warszawa, AL. Żwirki i Wigury. G.



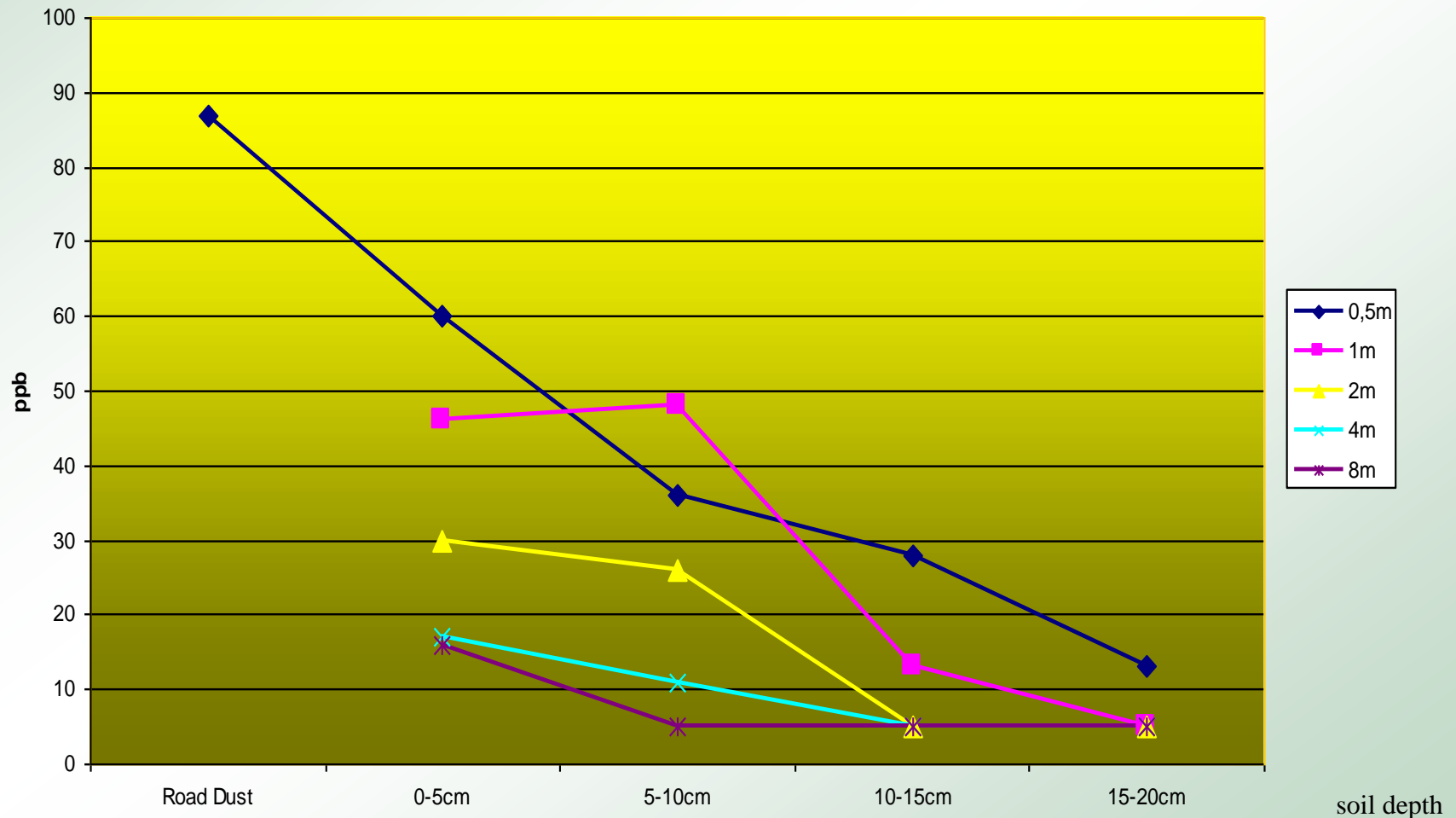
G. Łutczak, S.W. Gawroński



# Stężenie Pt w zależności od odległości od źródła emisji (krawężnika jezdni) oraz głębokości w glebie

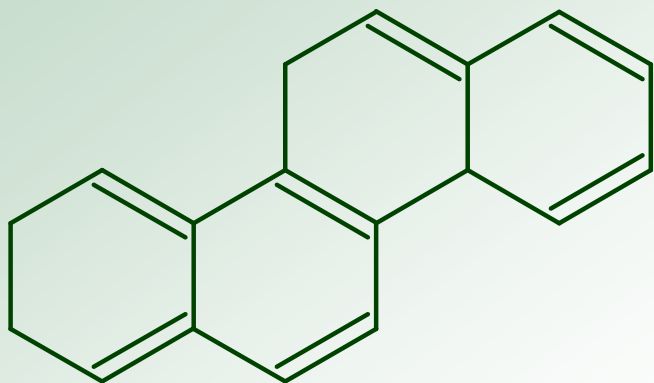
Platinum Concentration

G. Łutczak, S.W. Gawroński



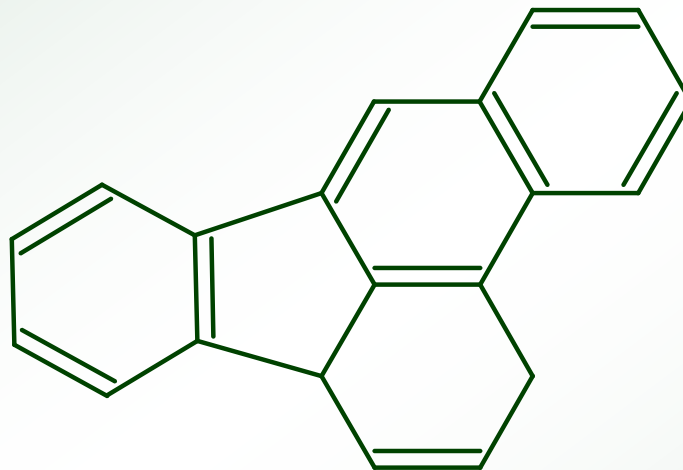


Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)



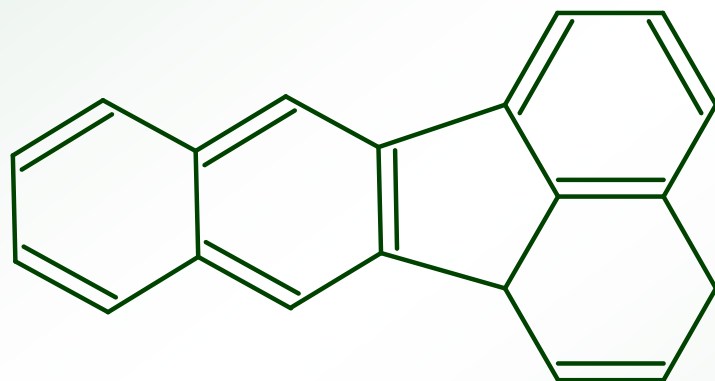
**Chrysen**

(kancerogenność 0,01)



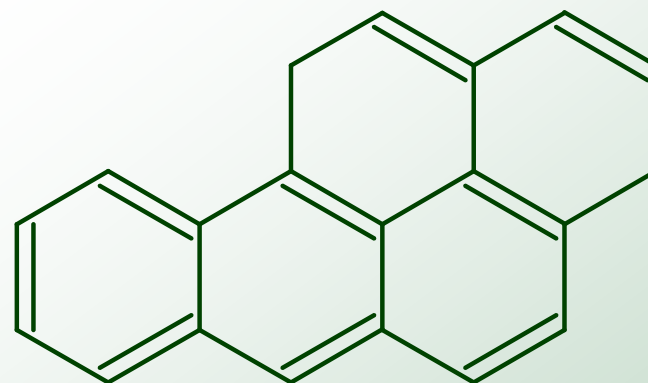
**Benzo(b)fluoranten**

(kancerogenność 0,1)



**Benzo(k)fluoranten**

(kancerogenność 0,1)

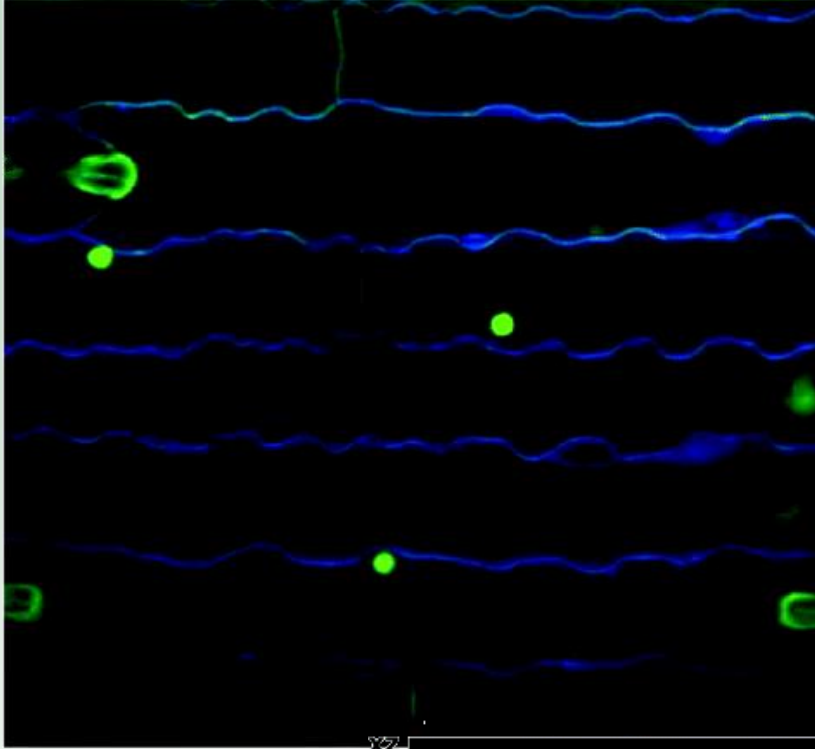


**Benzo(a)piren**

(norma 1ng/m<sup>3</sup> powietrza)

(kancerogenność 1,0 )

a



b

xy

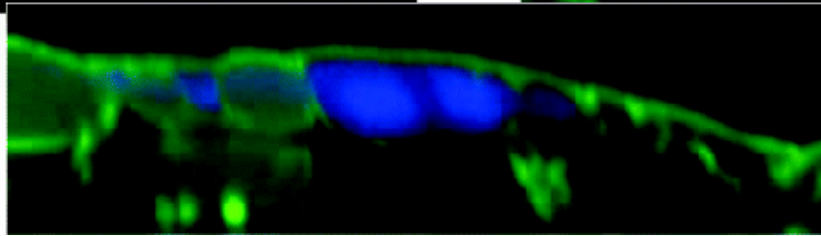
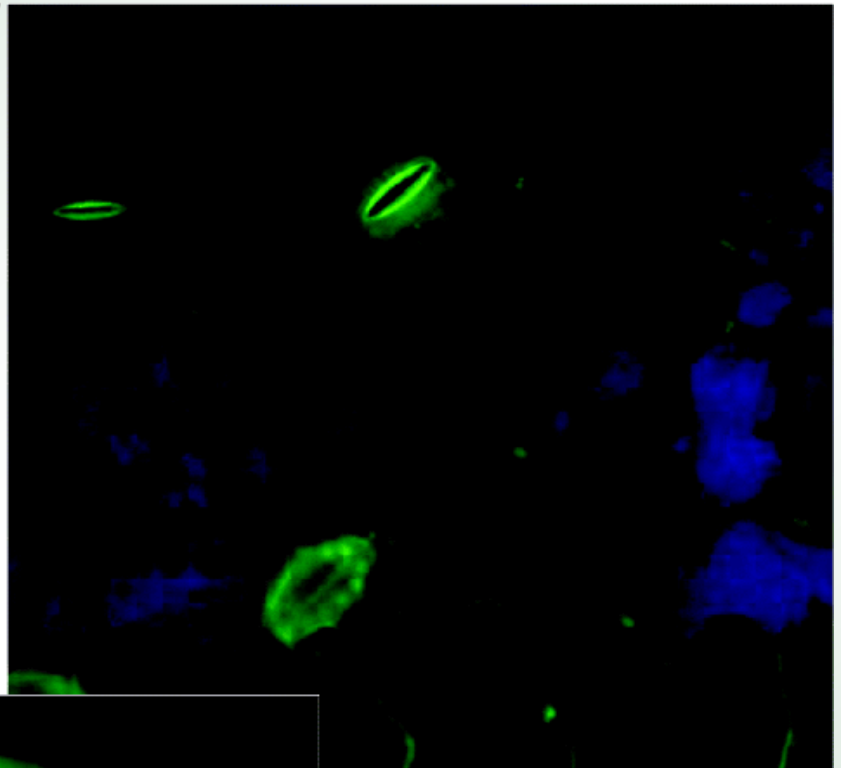


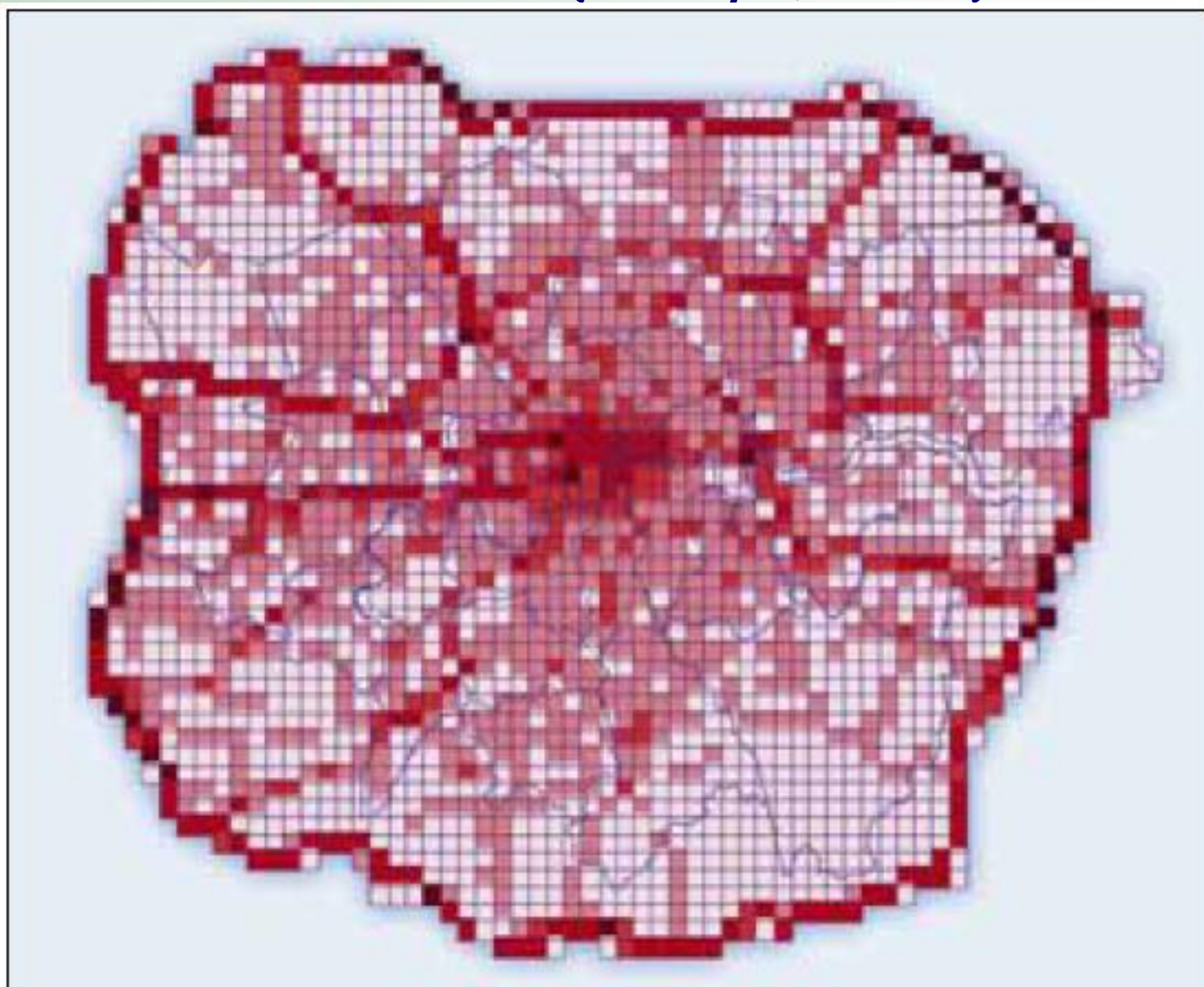
Figure 5 (a) Phenanthrene within the epidermal cell walls of a maize leaf after 144 h exposure to phenanthrene. Image made at 25  $\mu$ m depth from the adaxial leaf surface. A small amount of phenanthrene can be observed within the cellular cytoplasm. Phenanthrene is shown in blue, and the cell walls, stomata, and chloroplasts are shown in green. Phenanthrene can be seen as small diffuse regions extending from the cell walls into the cellular cytoplasm. (b) Phenanthrene within the cellular cytoplasm and vacuoles of spinach epidermal cells after 144 h exposure to phenanthrene. Phenanthrene is shown as blue, and the cell walls, chloroplasts, and stomata are shown in green. XY image taken at 26  $\mu$ m depth. XZ image extending 104  $\mu$ m into the leaf. The intense blue regions shown phenanthrene within the cellular vacuole, and the lighter blue represents the cytoplasm.





**Zanieczyszczenia gazowe**

# Emisja tlenków azotu z przez środki transportu (Londyn, 1999)



# $\text{NO}_2$ reakcje w powietrzu:

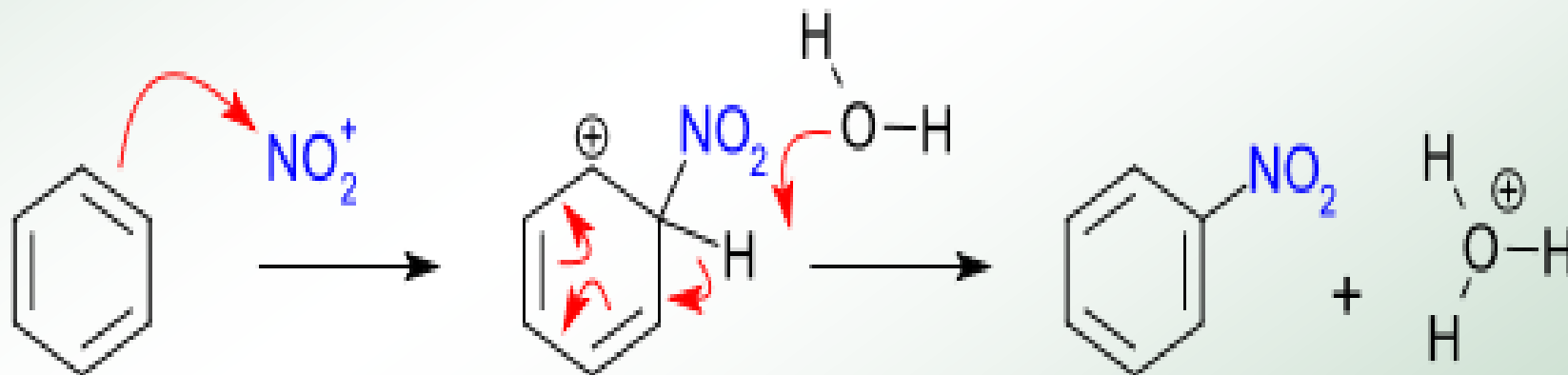
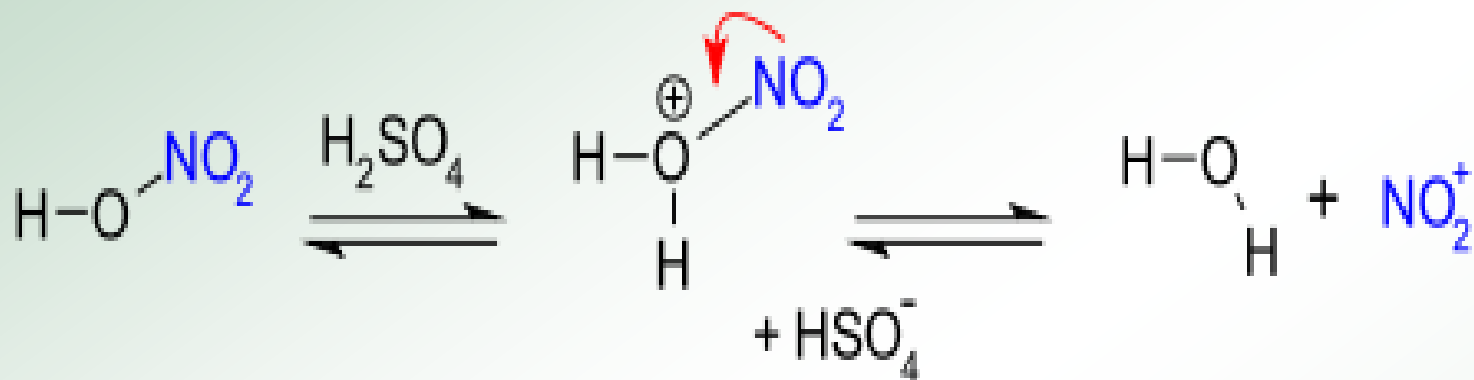
✓ z promieniowaniem UV:



✓ z wodą:



# Nitrowanie związków aromatycznych



Nitrowanie związków aromatycznych zachodzi w mieszaninie nitrującej w powstaje elektrofilowy kation nitroniowy ( $\text{NO}_2^+$ ), który jest atakowany przez pierścień aromatyczny nitrowanego związku, np. benzenu.

Kwas siarkowy jest katalizatorem w reakcji nitrowania. Jego rola polega na tworzeniu jonu nitroniowego oraz absorpcji wody, obecnej w środowisku reakcji.

Procentowy udział  $^{15}\text{N}$  pochodzącego z  $^{15}\text{NO}_2$  w całkowitym N u roślin wybranych gatunków drzewiastych:

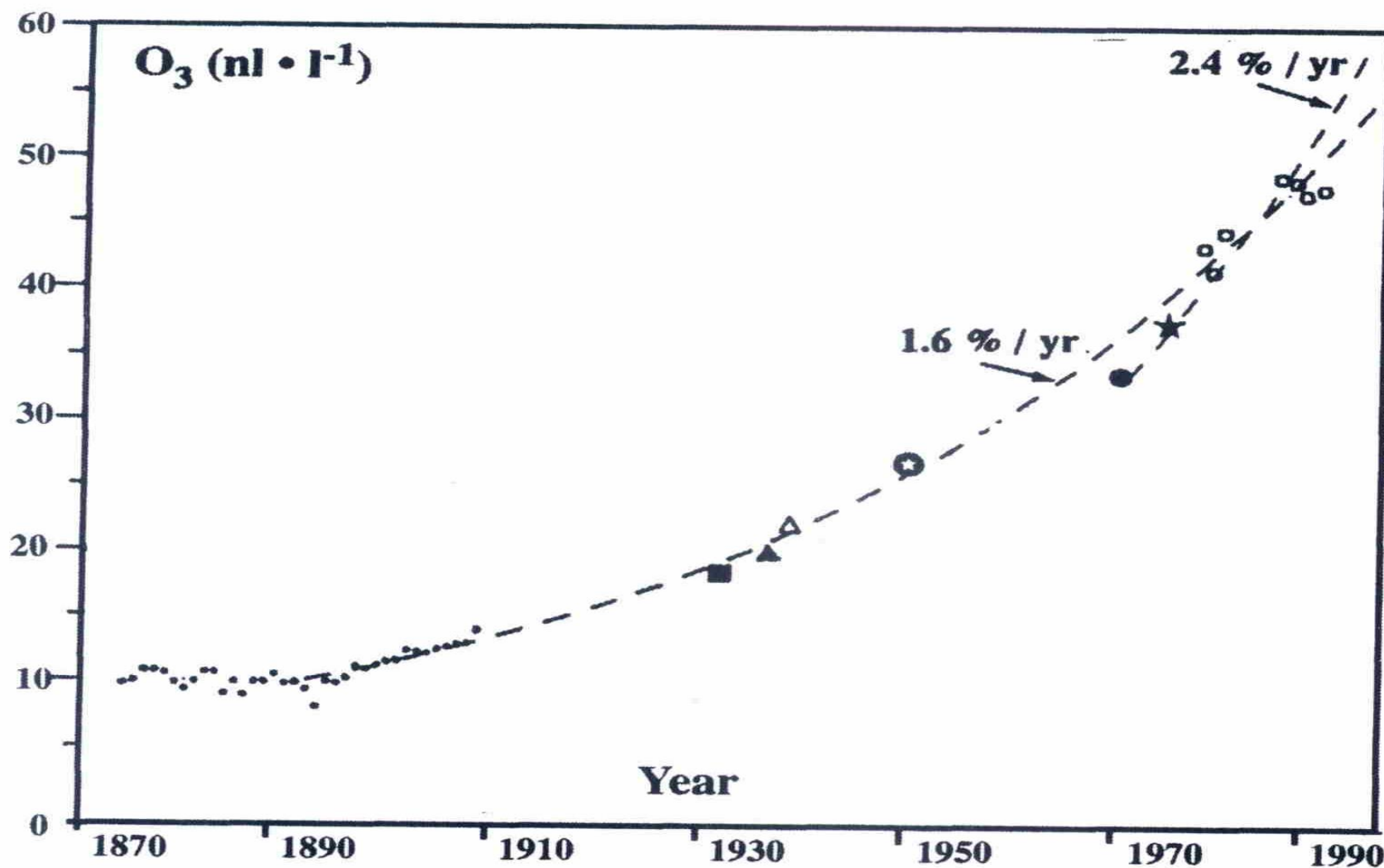
<i>Populus nigra</i>	5,14
<i>Magnolia kobus</i>	4,92
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4,73
<i>Populus sp.</i>	3,80
<i>Prunus cerasoides</i>	3,23
<i>Platanus sp.</i>	2,75
<i>Hydrangea macrophylla</i>	2,27
<i>Juniperus chinensis var. sargentii</i>	1,61
<i>Metasequoia glyptostroboides</i>	1,56
<i>Deutzia crenata</i>	1,02

# Ozone - $O_3$

Dwie twarze ozonu:

- dobry  $O_3$  blokuje UV docierające do atmosfery
- zły  $O_3$  negatywny wpływ na żywe organizmy

# Zmiany w poziomie $O_3$ w zachodniej Europie. Różne symbole reprezentują różne lokalizacje



*Uszkodzenia liści przez O<sub>3</sub>  
(Platanus x hispanicus)*





# Gatunki drzew i krzewów dobrze pochłaniające CO<sub>2</sub> - czad

- *Acer saccharum*
- *Acer saccharinum*
- *Gleditsia triacanthus*
- *Pinus nigra*
- *Pinus resinosa*
- *Fraxinus pensylvanica*
- *Syringa vulgaris*
- *Hydrangea sp.*

Przykłady wykorzystania  
posiadanej wiedzy  
dla poprawy jakości powietrza ?

# High Line w Nowym Jorku



Photo: S.W. Gawroński



# Kwitnae aki

<https://www.sheffield.ac.uk/news/nr/olympic-fields-of-gold-1.178514>



# Ekstensywny zielony dach, Wydział Art. NTS, Singapore

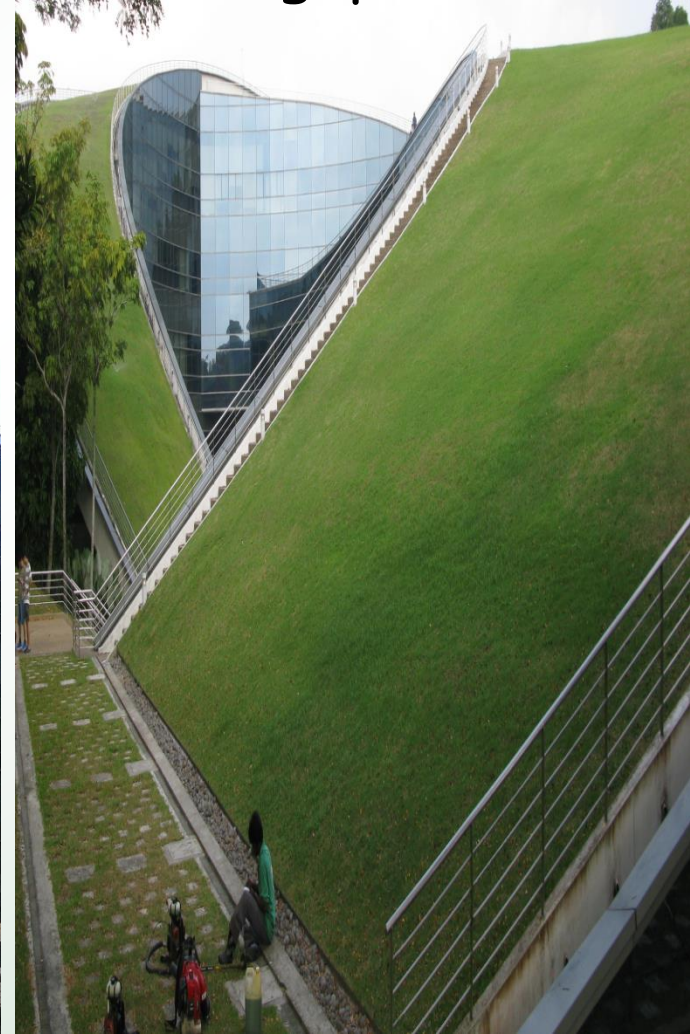


Photo: S.W.  
Gawroński

# Intensywny zielony dach w Warszawie



Photo: S. W. Gawroński, Ł. Kowalkowski



Barcelona 2 013, COST ActionTD 1105

Photo: S.W. Gawroński



3 7 2006



3 7 2007



Żywopłot z grabu - gatunku zachowującego blaszki liściowe przez zimę, na których przez cały czas akumulowane są PM



Foto S. W. Gawroński 7

# Pasy zieleni wzdłuż autostrady, Pekin



Foto S. W. Gawroński

Jesion wyniosły  
jeden z gatunków najlepiej akumulujących PM



Foto S. W. Gawroński



Trasa szybkiego ruchu z lotniska do miasta,  
Lipsk, Niemcy, Foto S.W. Gawroński

# Przykład dobrej tolerancji zanieczyszczeń w terenie zurbanizowanym przez winobluszcz

*Parthenocissus tricuspidata*



Photo: S.W. Gawroński



**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ !!!**

**POZDROWIENIA z oraz ZAPRASZAMY do ODWIEDZIN**

**w SGGW !!!**

