

**ANALIZA POZIOMU STĘŻENIA PYŁÓW TYPU PM10, PM2,5 ORAZ
BENZO(A)PIRENU W GŁÓWNYCH MIASTACH
WOJEWÓDZTWA MAŁOPOLSKIEGO**

**dr hab. inż. Paweł Bogacz, prof. AGH
Akademia Górniczo-Hutnicza im. Stanisława Staszica
w Krakowie**

Kraków, dn. 10.02.2020

Spis treści

1. Przyczyny budowy, cel i zakres projektu	3
1.1. Przyczyny powstania projektu.....	3
1.2. Cel, założenia i zakres projektu	3
2. Przeprowadzone działania, uzyskane wyniki i ich dyskusja	4
2.1. Analiza zanieczyszczeń pyłem typu pm10	4
2.2. Analiza zanieczyszczeń pyłem typu pm2,5.....	7
2.3. Analiza zanieczyszczeń benzo(a)pirenem.....	9

1. Przyczyny budowy, cel i zakres projektu

1.1. Przyczyny powstania projektu

Materiałem wyjściowym dla przygotowania niniejszego projektu stały się decyzje i prace Izby Gospodarczej Sprzedawców Polskiego Węgla, dotyczące podjęcia budowy, wdrożenia i realizacji systemu badań, a dalej komunikacji ich wyników, służących kompleksowej, wielowątkowej analizie wpływu węgla kamiennego na powstawanie zjawiska smogu, związanych z nim zmian prawnych, a dalej wynikowo wpływu powyższych czynników na jakość życia mieszkańców Polski, tak w aspekcie zdrowotnym, jak i ekonomicznym. Niniejszy materiał stanowi jeden z elementów powyższego systemu.

1.2. Cel, założenia i zakres projektu

Poniższy materiał został zatytułowany „Analiza poziomu pyłów typu pm10, pm2,5 oraz benzo(a)pirenu w głównych miastach województwa małopolskiego”. W ramy badania weszła ocena poziomu nagromadzenia pyłów pm10 i pm2,5 oraz benzo(a)pirenu w z jednej strony największych, a z drugiej najbardziej zanieczyszczonych w zakresie powietrza miastach Małopolski, analizując te emisje w ujęciu miesięcznym oraz średnich wyliczeń rocznych, w okresie, w ramach którego zbierane są wyniki obserwacji nagromadzenia się tych mieszanin oraz związków chemicznych.

Szczegółowe założenia badania były następujące:

- 1) Obserwacje i obliczenia były prowadzone z jednej strony dla największych, a z drugiej strony najbardziej zanieczyszczonych pod względem emisji pm10, pm2,5 oraz benzo(a)pirenu miast województwa małopolskiego. Znalazły się wśród nich: Kraków, Nowy Targ, Skawina, Sucha Beskidzka, Tarnów, Trzebinia oraz Zakopane.
- 2) Przedstawione w pracy wyliczenia prowadzono w oparciu o dane zebrane i prezentowane przez Wojewódzki Inspektorat Ochrony Środowiska w Krakowie (nazywany dalej WIOŚ), Główny Inspektorat Ochrony Środowiska (nazywany dalej GIOŚ) oraz przez Główny Urząd Statystyczny.
- 3) Metodyka zbierania danych pomiarowych będących wyjściowymi dla niniejszego opracowania wiązała się w przypadku:
 - pyłów pm2,5 i pm10 z automatycznym monitoringiem powietrza poprzez GIOŚ i WIOŚ w prowadzonych przez siebie stacjach pomiarowych z udziałem analizatorów gazowych, selektywnych na dany rodzaj zanieczyszczeń. Do urządzeń tych doprowadzane jest powietrze atmosferyczne, które następnie analizowane jest różnymi metodami analitycznymi pod kątem obecności i stężenia odpowiednich zanieczyszczeń. Pomiar próbek gazowych wykonywany jest w sposób ciągły, a dzięki bezpośredniej analizie ich w urządzeniach, możliwe jest na bieżąco uzyskiwanie wyników pomiarowych, które następnie są uśrednianie do poziomu godzinowego, dziennego, tygodniowego, a dalej miesięcznego, przedstawianego na stronach internetowych <http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/archiwalne-dane->

[pomiarowe/automatyczne](#) oraz <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> i <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat/9/216/1649>,

- benzo(a)pirenu z manualnym monitoringiem powietrza poprzez GIOŚ i WIOŚ w prowadzonych przez siebie stacjach pomiarowych z wykorzystywaniem aspiratorów, w których zanieczyszczenia wyodrębniane są z powietrza za pomocą selektywnych filtrów lub płuczek absorbujących określone substancje. Następnie próbki transportowane są do laboratorium i analizowane za pomocą odpowiednich technik analitycznych. W związku z koniecznością przeprowadzenia analizy laboratoryjnej, czas oczekiwania na wyniki pomiarów jest w znaczny sposób wydłużony. Uzyskane wartości mają charakter danych dziennych, na których podstawie dochodziło do uśrednienia miesięcznego, przedstawionego na stronach internetowych <http://monitoring.krakow.pios.gov.pl/archiwalne-dane-pomiarowe/manualne> oraz <http://powietrze.gios.gov.pl/pjp/archives> i <https://bdl.stat.gov.pl/BDL/dane/podgrup/temat/9/216/1649>.

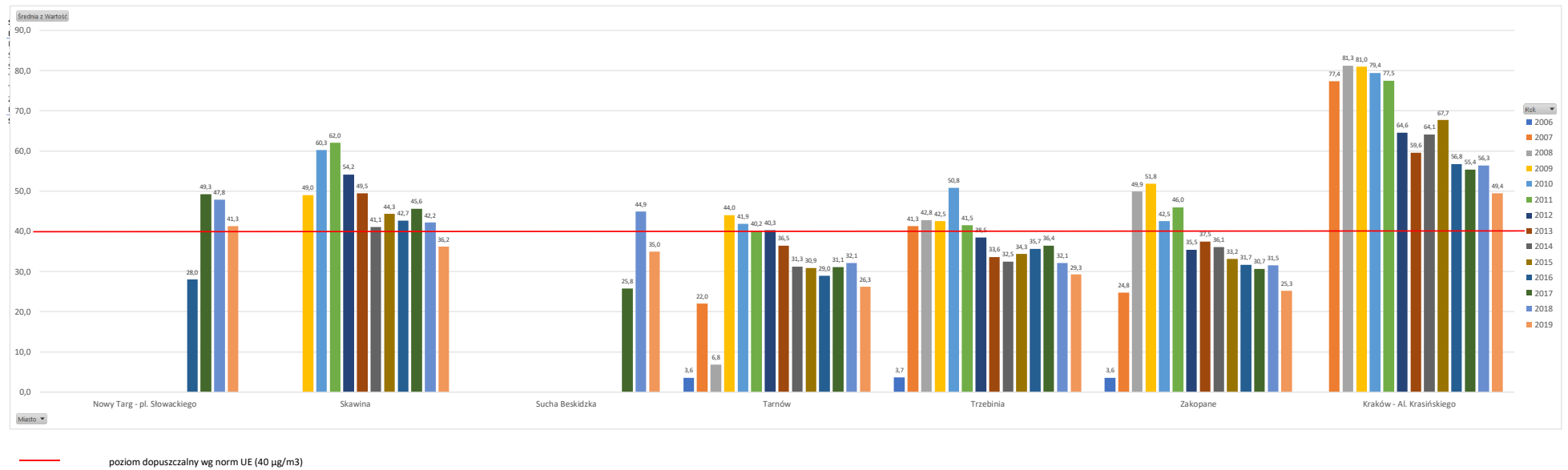
- 4) Dane użyte do analizy pochodziły z analiz w stacjach pomiarowych o najdłuższym okresie funkcjonowania (zbierania danych) w analizowanych miastach. Pozwoliło to autorowi na prowadzenie pełnej i pozwalającej na wnioskowanie analizy statystycznej. W zdecydowanej większości przypadków przytaczane powyżej stacje pomiarowe były jedynymi funkcjonującymi w danych miastach. Wyjątek stanowiący o wprowadzeniu niniejszego założenia stanowiły Kraków oraz Skawina. W ich przypadkach opierano się na danych pomiarowych uzyskiwanych odpowiednio przez stacje pomiarowe przy Al. Krasieńskiego oraz Tarnów 1 (nazwana tak przez autora dla rozróżnienia stacji Tarnów od stacji Tarnów ul. Ks. Romana Sitko).

2. Przeprowadzone działania, uzyskane wyniki i ich dyskusja

Opierając się na założeniach opisanych w podrozdziale 1.2. wyznaczono poziomy analizowanych zanieczyszczeń powietrza w poszczególnych miastach. Ze względu na różnice w długości czasu analizowanego materiału analitycznego, a także, i przede wszystkim, wnioskodawczo w układzie uzyskanych wartości i korelacji, poszczególne z uzyskanych wyników oraz wyprowadzonych na ich podstawie wniosków, pokazano w kolejnych podrozdziałach dla kolejnych rodzajów zanieczyszczeń.

2.1. Analiza zanieczyszczeń pyłem typu pm10

Pył typu pm10 jest mierzony w województwie małopolskim zdecydowanie najdłużej i w największej liczbie stacji pomiarowych spośród analizowanych zanieczyszczeń. Pozwoliło to autorowi na przeprowadzenie wyliczeń dla lat 2006-2019. Ich obraz w ujęciu zestawienia uśrednionych wartości rocznych dla poszczególnych miast przedstawiono na rysunku 1, zaś w układzie wartości miesięcznych w kolejnych latach w poszczególnych miastach na rysunku 2.



Rysunek 1. Średnioroczne stężenia pyłu typu pm10 w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2006-2019



Rysunek 2. Średniomiesięczne stężenia pyłu typu pm10 w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2006-2019

Oba rysunki zawierają także obok danych analitycznych informacje o wartościach granicznych dla emisji analizowanych zanieczyszczeń. Są one na tych rycinach przedstawione w postaci czerwonej linii. Podstawą wartościową do jej wykreślenia stały się wytyczne normatywne, zestawione przez GIOŚ i prezentowane pod https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/annual_assessment_air_acceptable_level.

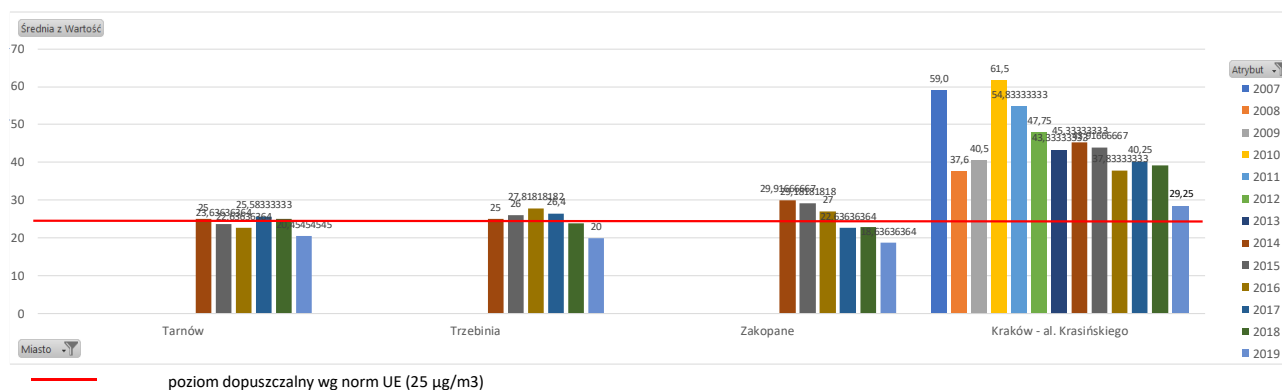
Analizując rysunki 1 i 2 można zauważyć kilka bardzo ciekawych wniosków, które zawarto poniżej, w kolejnych wypunktowaniach:

- a) zanotowano w latach 2006-2019 znaczący, sięgający średnio 30-40% spadek średniorocznych stężeń pyłu pm10 we wszystkich analizowanych miastach, co należy oczywiście uznać za pozytywną obserwację,
- b) pomimo faktu a) można zauważyć, że dynamika spadku stężenia pyłu typu pm10 w Krakowie, jedynym mieście spośród analizowanych, w którym wprowadzono zakaz ogrzewania mieszkań paliwami stałymi, nie była wyższa dla okresu 2006-2019, niż w pozostałych miastach,
- c) poziomy zanieczyszczeń pyłem typu pm10 w Krakowie, tak w układzie średniomiesięcznym, jak średniorocznym, wciąż (za rok 2019) pozostają jako najwyższe wśród badanych miast,
- d) analizując średniomiesięczne poziomy zanieczyszczeń pyłem pm10 w kolejnych latach okresu 2006-2019, można zauważyć zmniejszenie różnic w tychże pomiędzy miesiącami letnimi i zimowymi, ze szczególnym spadkiem jego nagromadzenia w atmosferze w okresach zimowych. Potwierdza to zmniejszenie jego emisji w zimie, co wiąże się z ograniczeniem jego źródeł związanych z ogrzewaniem budynków paliwami stałymi.

2.2. Analiza zanieczyszczeń pyłem typu pm2,5

Pył typu pm2,5 jest mierzony w województwie małopolskim od roku 2007 roku, choć przez pierwsze kilka lat dotyczyło to tylko Krakowa, a dopiero od roku 2014 pomiary te prowadzone są w innych miastach stanowiących miejsce zainteresowań autora. Pozwoliło to autorowi na przeprowadzenie wyliczeń dla lat 2007-2019, aczkolwiek ich reprezentatywność statystyczna i porównawcza dla miast województwa występuje od roku 2014. Obraz analityczny w ujęciu zestawienia uśrednionych wartości rocznych dla poszczególnych miast przedstawiono na rysunku 3, zaś w układzie wartości miesięcznych w kolejnych latach, w poszczególnych miastach na rysunku 4.

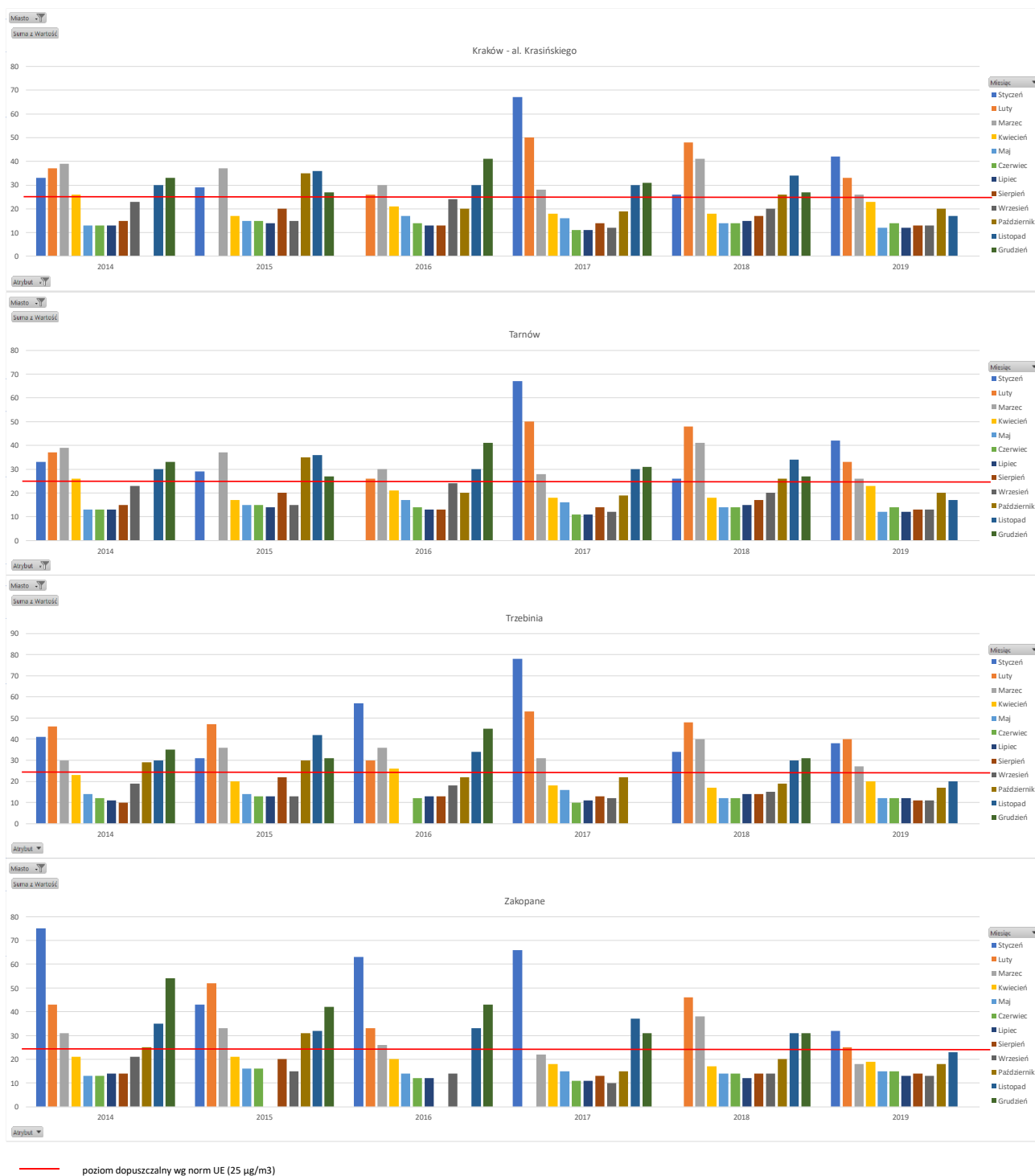
Oba rysunki zawierają także obok danych analitycznych informacje o wartościach granicznych dla emisji analizowanych zanieczyszczeń. Są one na tych rycinach przedstawione w postaci czerwonej linii. Podstawą wartościową do jej wykreślenia stały się wytyczne normatywne, zestawione i prezentowane przez GIOŚ pod https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/annual_assessment_air_acceptable_level.



Rysunek 3. Średnioroczne stężenia pyłu typu pm2,5 w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2007-2019

Analizując rysunki 3 i 4 można zauważyć kilka bardzo ciekawych wniosków. Zostały one wypunktowane poniżej:

- najważniejszym wnioskiem jest fakt potwierdzenia się dla pyłu typu pm2,5 obserwacji dotyczących pyłu typu pm10 w zakresie jakościowego układania się poszczególnych wyników i trendów,
- zanotowano w latach 2007-2019 znaczący, sięgający średnio 20-30%, spadek średniorocznych stężeń pyłu pm2,5 we wszystkich analizowanych miastach,
- pomimo faktu b) można zauważyć, że dynamika spadku stężenia pyłu typu pm2,5 w Krakowie, jedynym mieście z analizowanych, w którym wprowadzono zakaz ogrzewania mieszkań paliwami stałymi, nie była wyższa dla okresu 2006-2019, niż w pozostałych miastach,
- poziomy zanieczyszczeń pyłem typu pm2,5, tak w układzie średniomiesięcznym, jak średniorocznym, wśród badanych miast pozostają w Krakowie wciąż jako najwyższe, i to w przypadku tego typu pyłu zdecydowanie,
- analizując średniomiesięczne poziomy zanieczyszczeń pyłem pm2,5 w kolejnych latach okresu 2007-2019, można zauważyć zmniejszenie różnic w tychże pomiędzy miesiącami letnimi i zimowymi, ze szczególnym spadkiem jego nagromadzenia w atmosferze w okresach zimowych. Potwierdza to zmniejszenie jego emisji w zimie, co wiąże się z ograniczeniem jego źródeł związanych z ogrzewaniem budynków paliwami stałymi.



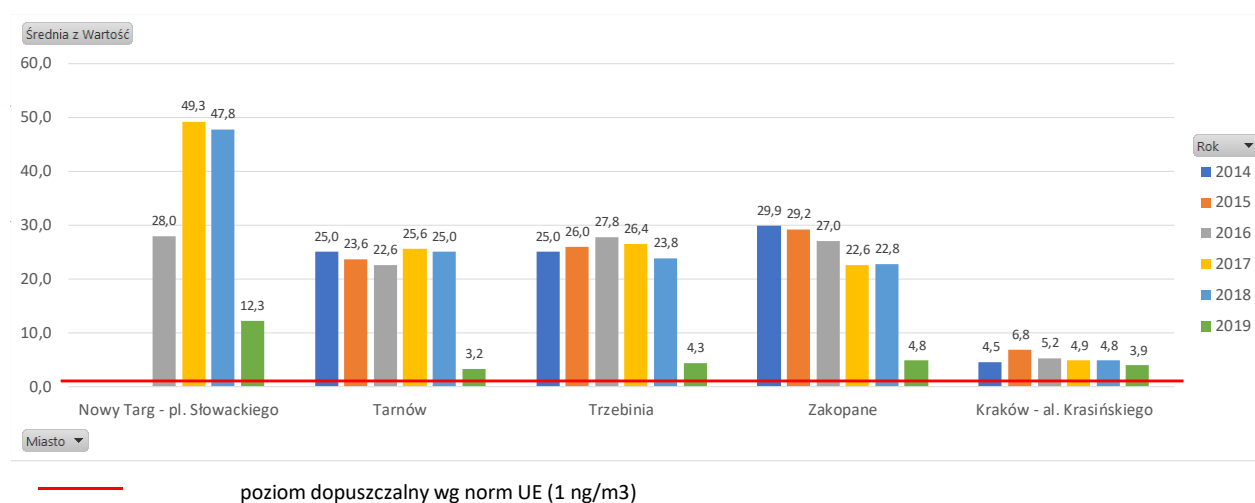
Rysunek 4. Średniomiesięczne stężenia pyłu typu pm_{2,5} w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2007-2019

2.3. Analiza zanieczyszczeń benzo(a)pirenem

Benzo(a)piren jest mierzony w województwie małopolskim dopiero od kilku lat. Analizy te prowadzone są na szerszą skalę dopiero od roku 2014, natomiast, co ważne badania te rozwinęły się w interesujących autora miastach w miarę równolegle. Z tego powodu możliwym

stała się analiza właśnie od roku 2014. Obraz analityczny w ujęciu zestawienia uśrednionych wartości rocznych dla poszczególnych miast przedstawiono na rysunku 5, zaś w układzie wartości miesięcznych w kolejnych latach w poszczególnych miastach na rysunku 6.

Jak w przypadku pyłów pm10 oraz pm2,5, tak i w zakresie benzo(a)pirenu, rysunki 5 i 6 zawierają także obok danych analitycznych informacje o wartościach granicznych dla emisji analizowanych zanieczyszczeń. Są one na nich przedstawione w postaci czerwonej linii. Podstawą wartościową do jej wykreślenia stały się wytyczne normatywne, zestawione przez GIOŚ pod https://powietrze.gios.gov.pl/pjp/content/annual_assessment_air_acceptable_level.



Rysunek 5. Średnioroczne stężenia benzo(a)pirenu w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2014-2019

Analizując rysunki 5 i 6 można zauważyć kilka bardzo ciekawych wniosków. Zostały one wypunktowane poniżej:

- w analizowanym czasie lat 2014-2019 zaobserwowano zdecydowanie najwyższe spadki stężenia benzo(a)pirenu w stosunku do pozostałych z analizowanych zanieczyszczeń, z wartościami równymi krotnościom,
- najwyższe ze spadków opisywanych w a) dotknęły okresu 2018-2019,
- najniższy bezwzględny poziom stężenia benzo(a)pirenu obserwowano dla lat 2014-2019 w przypadku Krakowa,
- pomimo powyższych, pozytywnych wniosków a)-c) poziom dopuszczalny w zakresie tego związku chemicznego jest przekroczony wciąż kilkakrotnie.



— poziom dopuszczalny wg norm UE (1 ng/m³)

Rysunek 6. Średniomiesięczne stężenia benzo(a)pirenu w analizowanych miastach województwa małopolskiego w latach 2016-2019