

PARTICULATE MATTER PM10 AIR POLLUTION IN KATOWICE

ZANIECZYSZCZENIE POWIETRZA
PYŁEM ZAWIESZONYM PM10
W KATOWICACH

Emilia Gałka

Introduction

Nowadays, air pollution is a growing problem on a global scale. It has a negative impact not only on the widely understood environment and living organisms but also on the quality of human life and health. Their sources can be natural or anthropogenic. Natural sources include, for example, dust that got into the atmosphere as a result of volcanic eruptions, natural forest fires or sand storms. The anthropogenic sources are mainly related to the processes of fuel combustion and production processes. Pollution related to human activity includes energy, communication and communal sources.

According to a 2018 report by the World Health Organisation 36 of the 50 most polluted cities in Europe are located in Poland. In our country, one of the regions with very high concentrations of pollutants in the Silesian Voivodeship, where the permissible standards are often exceeded, especially during the heating season. One of the reasons for this is the high industrialisation and high population density of this region. Currently, the biggest source of air pollution is low emission, which comes from the combustion of fuels and releases several pollutants into the atmosphere, mainly from local boiler houses and domestic heat sources. The sources of low emissions are located at an altitude of no more than 40 m. Low emissions contribute mainly to the formation of smog.

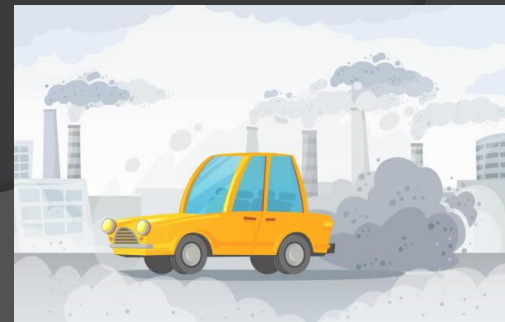
An example of an area where significant exceedances of pollution standards are recorded is Katowice. One of the pollutants whose value is most often exceeded is PM10 particulate matter.

Particulate matter is a mixture of solid particles and liquid droplets remaining in the air.

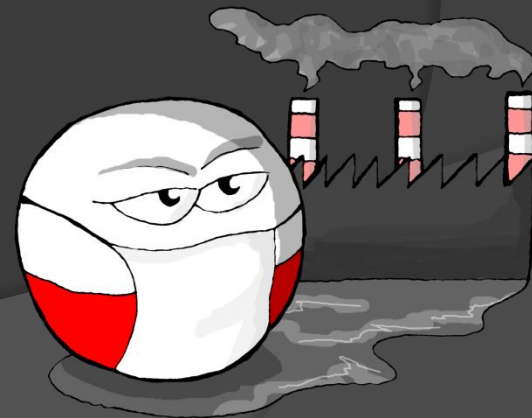
These particles contain various components such as sulfur, organic compounds, heavy metals and allergens (such as pollen and fungal spores). PM10 dust contains particles smaller than 10 μm in diameter.

Wstęp

Współcześnie coraz większy problem w skali globalnej stanowią zanieczyszczenia powietrza. Mają one negatywny wpływ nie tylko na szeroko rozumiane środowisko i organizmy żywe, ale również na jakość życia ludzi i ich zdrowie. Ich źródła mogą mieć charakter naturalny lub antropogeniczny. Do źródeł przyrodniczych można zaliczyć np. pyły, które dostały się do atmosfery w wyniku wybuchów wulkanów, naturalnych pożarów lasów lub burz piaskowych. Źródła na tle antropogenicznym są głównie związane z procesami spalania paliw oraz z procesami produkcyjnymi. Do zanieczyszczeń związanych z działalnością człowieka można zaliczyć źródła energetyczne, komunikacyjne i komunalne.



Według raportu Światowej Organizacji Zdrowia z 2018 roku aż 36 z 50 najbardziej zanieczyszczonych miast w Europie znajduje się w Polsce. W naszym kraju jednym z rejonów, gdzie występują bardzo wysokie stężenia zanieczyszczeń jest województwo śląskie, gdzie dopuszczalne normy są bardzo często przekraczane, zwłaszcza w sezonie grzewczym. Jedną z przyczyn takiego stanu rzeczy jest wysokie uprzemysłowienie oraz duża gęstość zaludnienia tego rejonu. Obecnie największym źródłem zanieczyszczeń powietrza jest niska emisja, która pochodzi ze spalania paliw i powoduje uwolnienie do atmosfery szereg zanieczyszczeń pochodzących głównie z lokalnych kotłowni i domowych źródeł ciepła. Źródła niskiej emisji znajdują się na wysokości nie większej niż 40 m. Niska emisja przyczynia się w głównej mierze do powstawania smogu.



Przykładem obszaru, gdzie rejestruje się znaczące przekroczenia norm zanieczyszczeń są Katowice. Jednym z zanieczyszczeń, których wartość jest najczęściej przekraczana jest pył zawieszony PM10.

Pył zawieszony jest mieszaniną cząstek stałych i kropelek cieczy utrzymujących się w powietrzu. Cząsteczki te zawierają różne składniki jak np.: siarkę, związki organiczne, metale ciężkie oraz alergeny (takie jak pyłki roślin i zarodniki grzybów). Pył PM10 zawiera cząstki o średnicy mniejszej niż 10 μm .

Research area



The research area of this work is Katowice. It is situated in the central part of the Silesian Voivodeship. The city is located in the centre of the Upper Silesian Industrial District, therefore there is a lot of industrialization and transport traffic there. Katowice is characterized by flat terrain located at a height of 240-260 m above sea level.

Obszar badań



Obszarem badań są Katowice. Są one położone w środkowej części województwa śląskiego. Miasto to znajduje się w centrum Górnośląskiego Okręgu Przemysłowego, w związku z czym występuje tam duże uprzemysłowienie i ruch transportowy. Katowice charakteryzują się płaskim terenem położonym na wysokości 240-260 m n.p.m.

Objective

The purpose of this research work is to characterize air pollution with PM10 particulate matter in Katowice in 2015-2019.



Cel

Celem jest charakterystyka zanieczyszczeń powietrza pyłem zawieszonym PM10 na obszarze Katowic w latach 2015-2019.

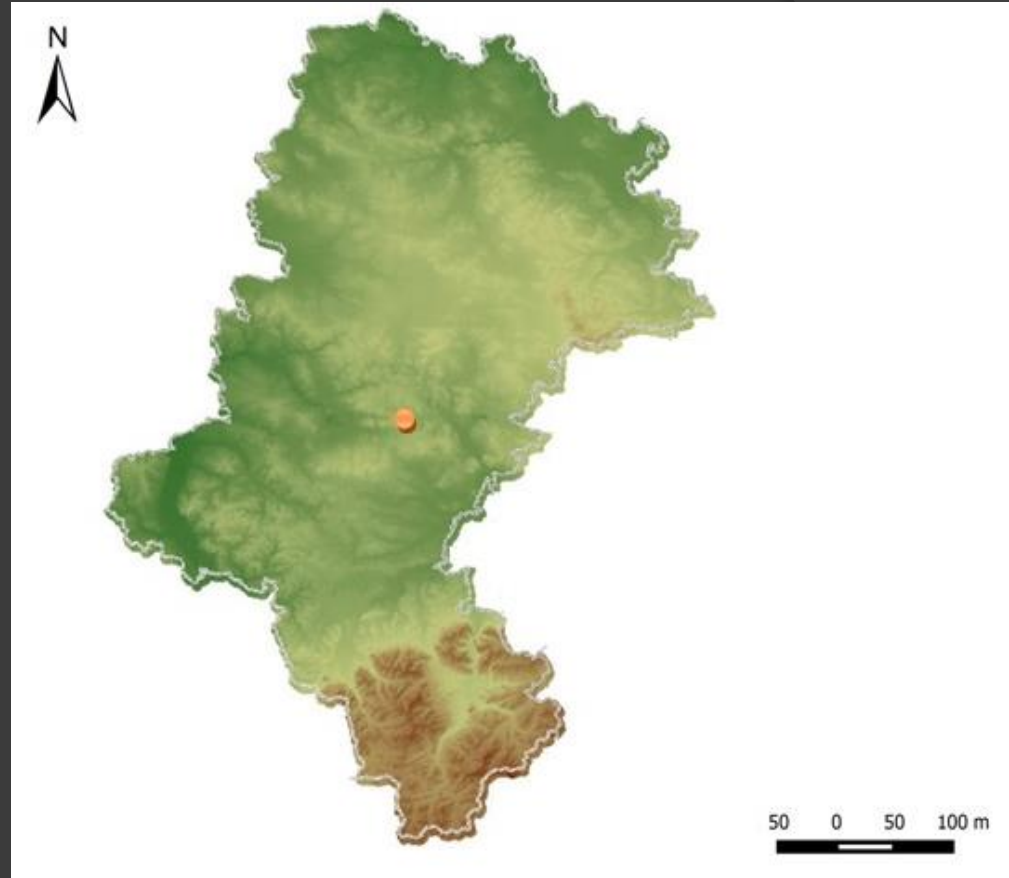


Source materials

The main source material for the study is the daily data on PM₁₀ particulate matter collected from the Chief Inspectorate for Environmental Protection (GIOŚ) for the period of five years (2015-2019) for Katowice. The station is located at Kossutha Street 6 (50 ° 26 ' , 18 ° 98'), in the northwest part of Katowice.

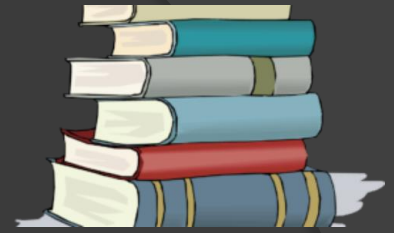


Based on these data, statistical analyzes were performed. The study distinguishes two seasons per year: heating - covering the months from October to March, and summer - from April to September.

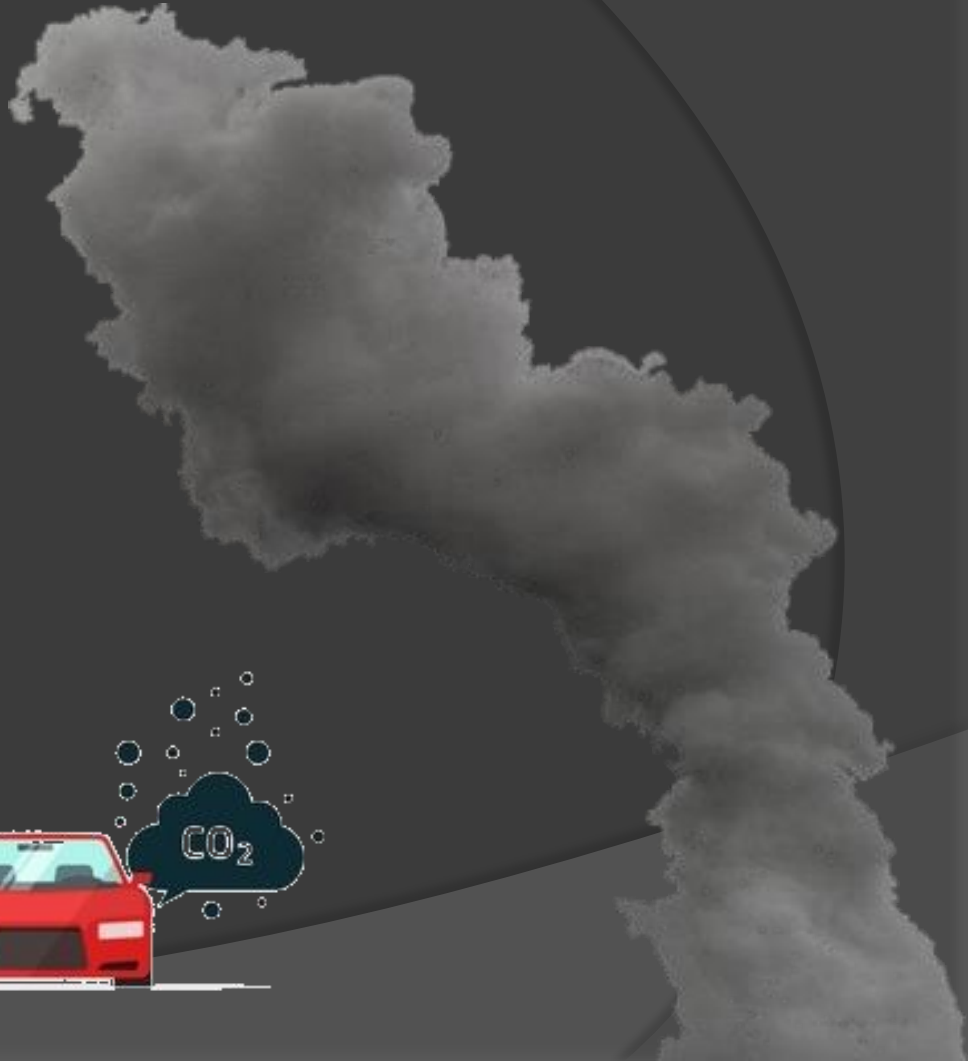


Location of the GIOŚ station in Katowice

Materiały źródłowe



Głównym materiałem źródłowym są dane dobowe dotyczące pyłów zawieszonych PM10 pobrane z Głównego Inspektoratu Ochrony Środowiska (GIOŚ) z okresu pięciu lat (2015-2019) dla Katowic. Stacja jest zlokalizowana przy ulicy Kossutha 6 ($50^{\circ}26'$, $18^{\circ}98'$), w północno-zachodniej części Katowic. Na podstawie tych danych wykonano analizy statystyczne. W pracy wyróżniono dwa sezony w ciągu roku: grzewczy - obejmujący miesiące od października do marca, oraz letni - od kwietnia do września.



To determine whether a given value of pollutants is within the normal limits, it should be compared to the permissible level of dust in the air. The acceptable daily level of PM10 suspended dust throughout the year is $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

The acceptable level for a calendar year means the average value of all days in a year and it amounts to $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

The permissible number of days when these values may be exceeded is 35.



By określić czy dana wartość zanieczyszczeń mieści się w granicach normy, należy porównać ją do dopuszczalnego poziomu pyłów w powietrzu. Dopuszczalny dobowy poziom pyłów zawieszonych PM10 przez cały rok wynosi $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Dopuszczalny poziom dla roku kalendarzowego oznacza uśrednioną wartość wszystkich dni w roku i wynosi ona $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Dopuszczalna liczba dni kiedy te wartości mogą zostać przekroczone wynosi 35.

Acceptable level [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]/ Dopuszczalny poziom		Permissible frequency of crossing in the calendar year of the limit level/ Dopuszczalna częstość przekraczania w roku kalendarzowym poziomu dopuszczalnego
24 hours/24 godziny	50	35 times/35 razy
Calendar year/rok kalendarzowy	40	

Research results

The highest concentration of PM10 suspended dust was recorded in 2017 (41 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), while the lowest in 2019 (32.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Among the analyzed years, the permissible PM10 concentration in the air was exceeded twice, in 2017 and 2018.

In last year understudy, a significant decrease in dust concentration can be observed, which indicates an improvement in air quality in Katowice.

Wyniki badań

Najwyższą wartość stężenia pyłów zawieszonych PM10 zanotowano w roku 2017 ($41 \mu\text{g}/\text{m}^3$), natomiast najniższą w roku 2019 ($32,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Spośród badanych lat dopuszczalne stężenie PM10 w powietrzu zostało przekroczone dwukrotnie, w 2017 i 2018 roku. W ostatnim badanym roku można zauważyć znaczny spadek stężenia pyłu, co wskazuje na poprawę stanu jakości powietrza w Katowicach.

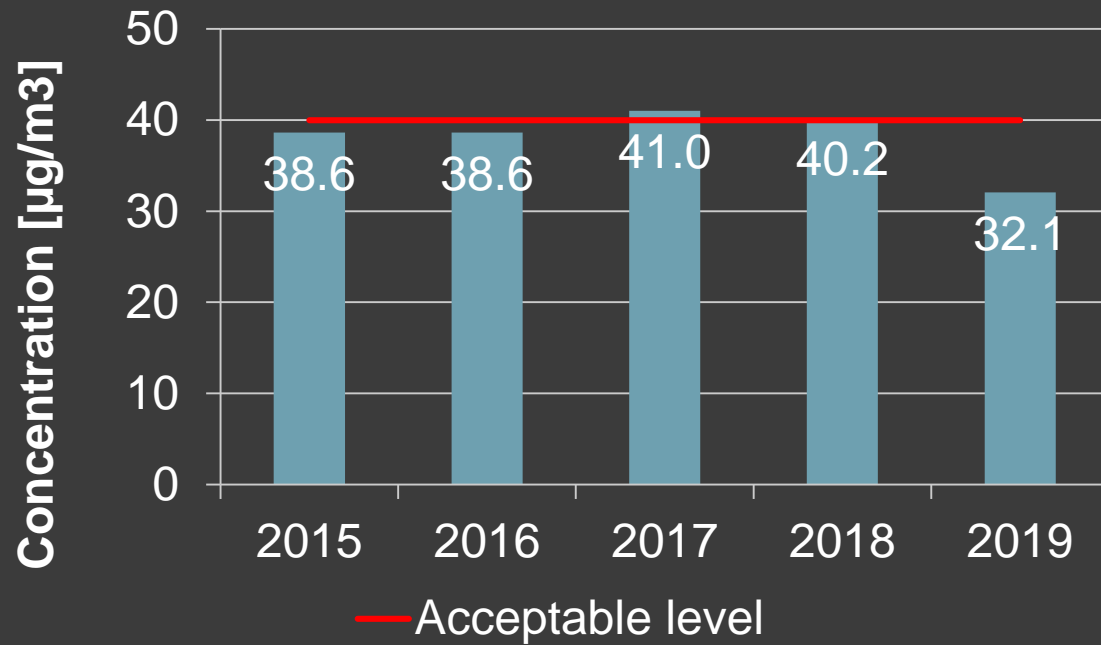


Fig. 2 Annual average values of PM₁₀ concentrations [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in 2015-2019 in Katowice

A certain regularity can be noticed in the chart below, presenting the monthly average PM10 in the studied five-year period. In the autumn-winter period, much higher concentrations are recorded, which are even almost three times higher than in the summer months. The highest average value was recorded in January ($63.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), while the lowest in July ($21.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



Na poniższym wykresie przedstawiającym średnie miesięczne PM10 w badanym pięcioleciu można zauważyć pewną prawidłowość. W okresie jesienno-zimowym odnotowuje się znacznie wyższe stężenia, które są nawet prawie trzykrotnie wyższe niż w miesiącach letnich. Najwyższą średnią wartość odnotowano w styczniu ($63,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$), natomiast najniższą w lipcu ($21,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$).



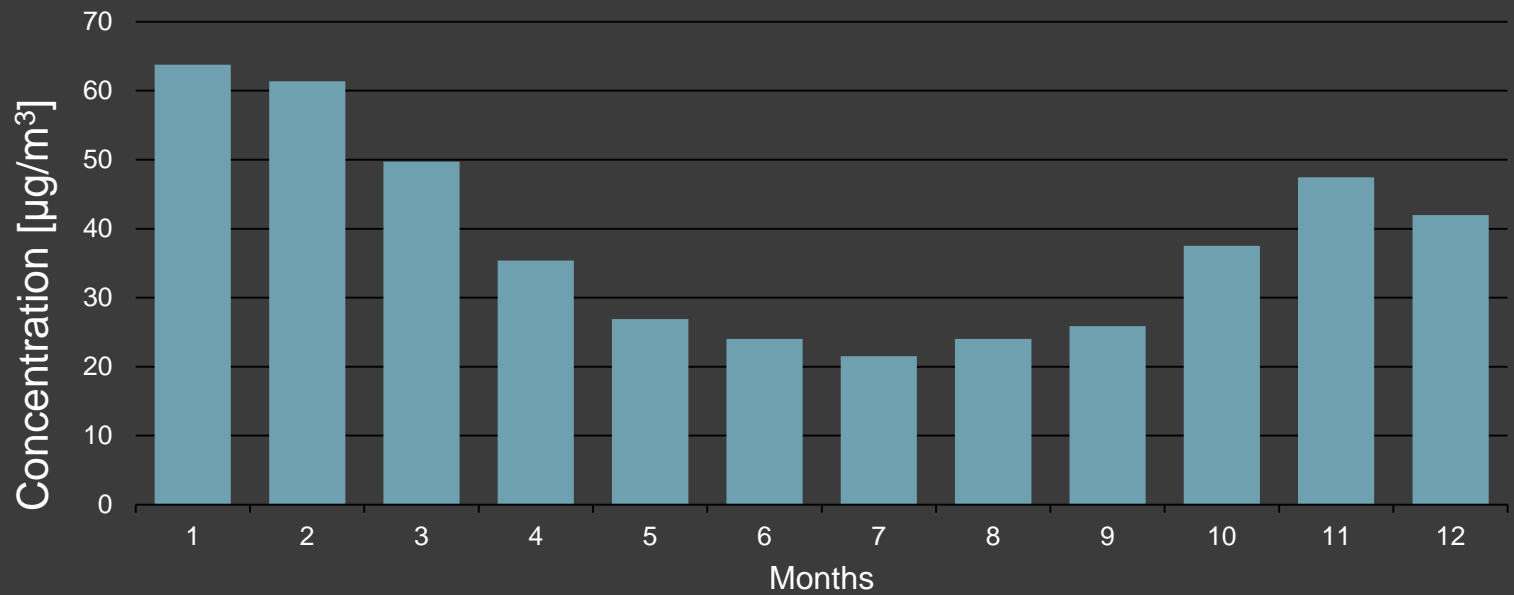


Fig. 3 Average monthly values of PM10 concentrations [µg/m³] in 2015-2019 in Katowice

When analyzing the maximum values of PM10 concentrations in the given months, it can be noticed that the highest value was recorded in January (362.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) on January 9, 2017. In the autumn and winter months, the maximum concentrations are much higher than in the spring and summer months.



Analizując maksymalne wartości stężeń PM10 w danych miesiącach można zauważyć, iż najwyższą wartość odnotowano w styczniu ($362,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) dnia 9.01.2017 roku. W miesiącach jesienno-zimowych maksymalne stężenia są znacznie wyższe niż w miesiącach wiosenno-letnich.



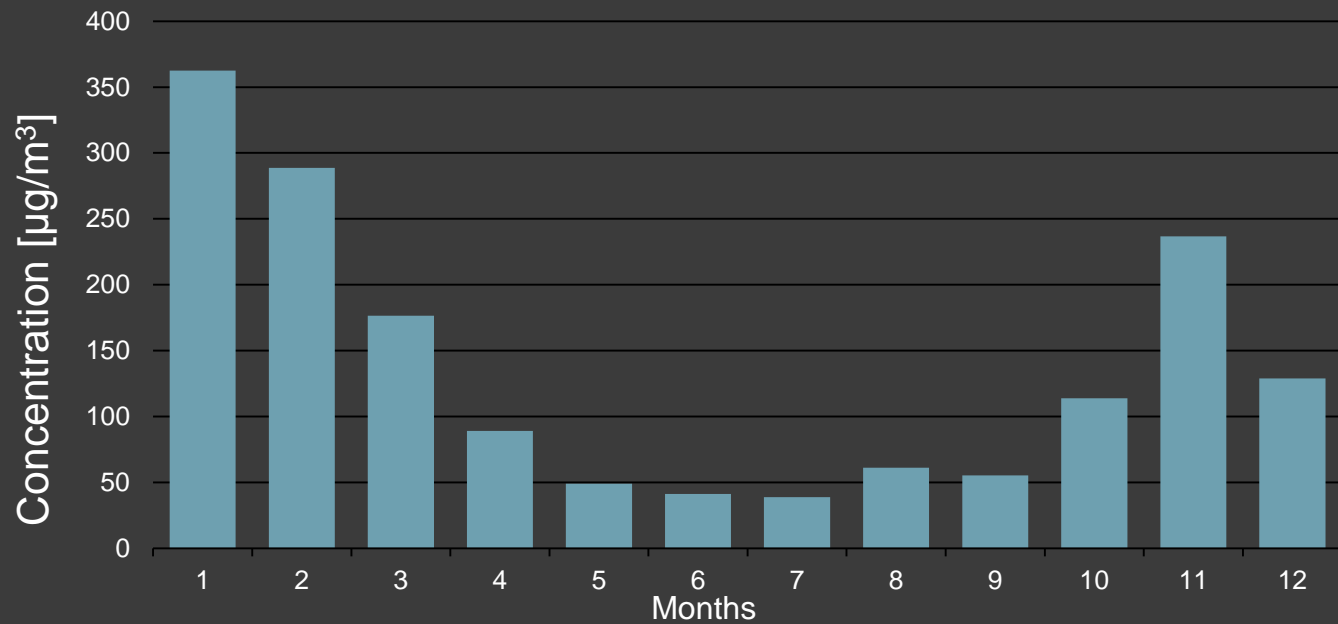


Fig. 4 Maximum values of PM10 concentrations [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in individual months in 2015-2019 in Katowice

In the heating season, PM10 dust concentrations significantly exceed those in the summer season. The highest average pollution during the heating season took place in 2017 (59.1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) when the concentrations were almost three times higher than in the summer season (22.7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). This year is the most discrepant between these seasons.

In the last analyzed year, the lowest average dust concentration took place during the heating season. It can also be noticed that in each of the heating seasons the permissible standard in the calendar year (40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) was exceeded. In the summer season, this value was not exceeded even once.

W sezonie grzewczym stężenia pyłu PM10 znacznie przewyższają stężenia w sezonie letnim. Największe średnie zanieczyszczenie w sezonie grzewczym miało miejsce w 2017 roku ($59,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kiedy to stężenia były niemal trzykrotnie wyższe niż w sezonie letnim ($22,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W roku tym zauważa się największą rozbieżność między tymi sezonami.

W ostatnim analizowanym roku miało miejsce najniższe średnie stężenie pyłu w sezonie grzewczym. Można również zauważyć, iż w każdym z sezonów grzewczych została przekroczona dopuszczalna norma w roku kalendarzowym ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$). W sezonie letnim wartość ta nie została przekroczona ani raz.

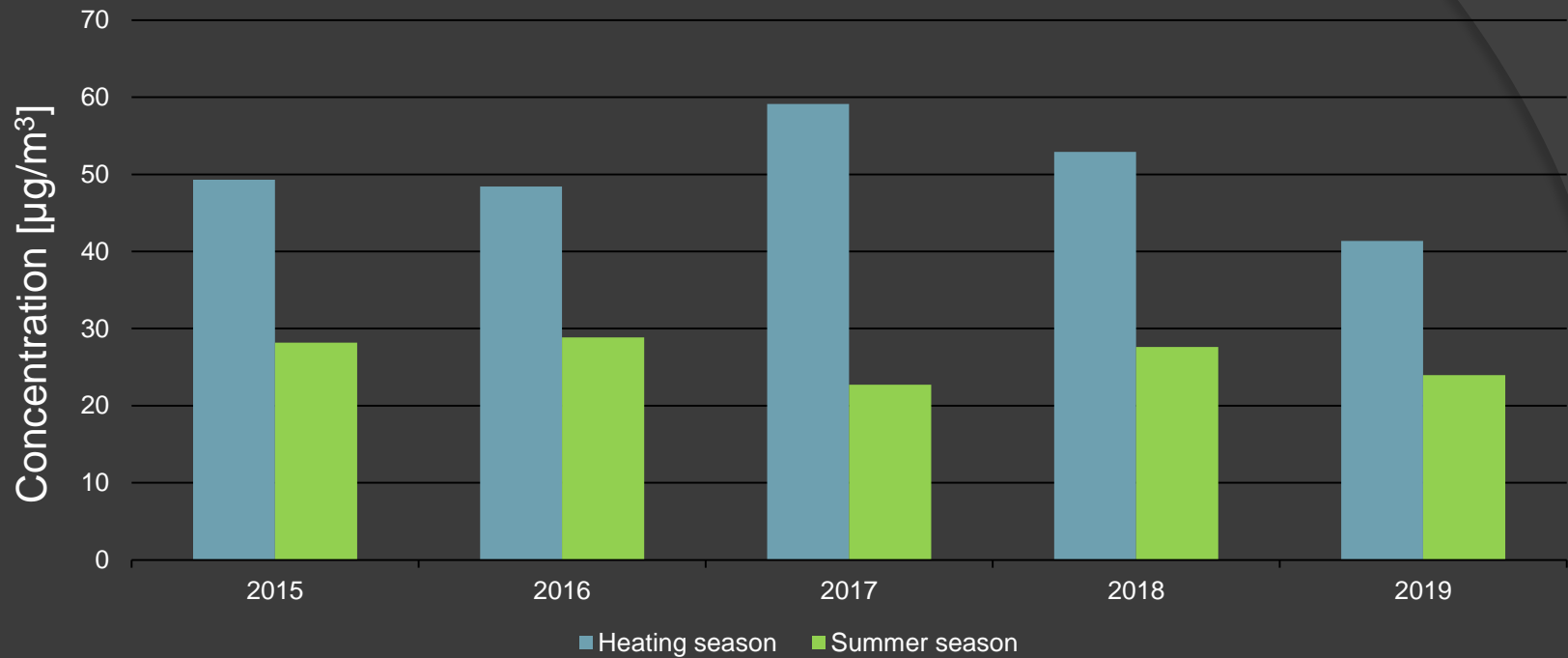
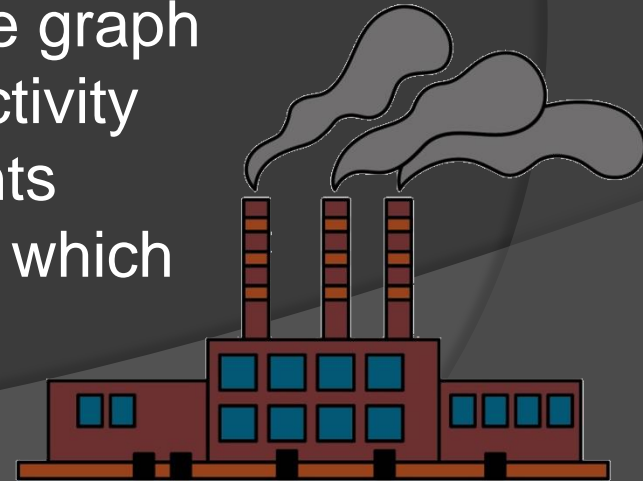


Fig. 5 Average concentration of PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in the heating and summer season in 2015-2019 in Katowice

The chart below presents the daily course of PM10 in Katowice. There is a noticeable increase in concentrations in the evening hours, which is related to the increase in human activity by heating residential buildings. Concentrations decrease in the midday hours. The highest average value is recorded at 10 p.m. and the lowest at 3 p.m. The graph shows very well, that anthropogenic activity increases the concentration of pollutants in the ground layer of the atmosphere, which is associated with low emissions.



Poniższy wykres prezentuje przebieg dobowy PM10 w Katowicach. Wyraźnie zauważalny jest wzrost stężeń w godzinach wieczornych, co związane jest ze zwiększeniem aktywności człowieka poprzez ogrzewanie budynków mieszkalnych. W godzinach popołudniowych następuje spadek stężeń. Najwyższą średnią wartość notuje się o godzinie 22.00, natomiast najniższą o godzinie 15.00. Wykres bardzo dobrze przedstawia, że działalność antropogeniczna ma wpływ na wzrost koncentracji zanieczyszczeń w przyziemnej warstwie atmosfery, co jest związane z niską emisją.

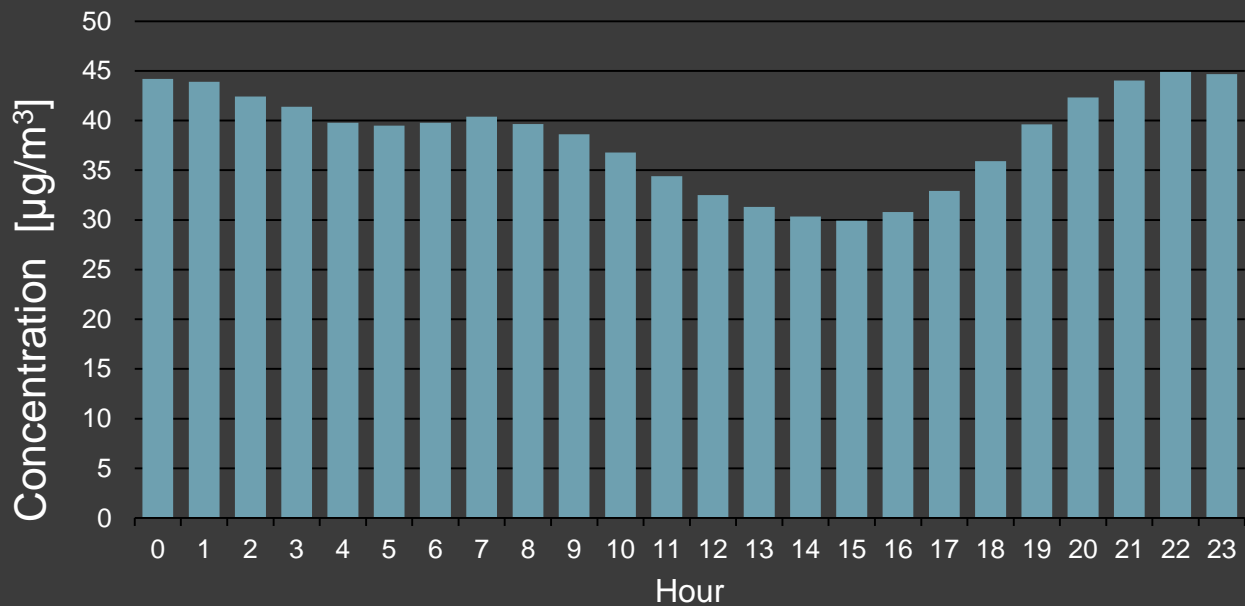


Fig. 6 Average hourly PM10 concentrations [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in 2015-2019 in Katowice

The graph below shows the hourly values of PM10 suspended dust concentrations in the air for five years, both in the heating and summer season. The basic conclusion that can be drawn from the chart below is the fact that in the heating season the concentrations of suspended dust are higher, and the course of changes during the day is more pronounced.

From 6 p.m. to about 1 a.m., there is a significant increase in the concentration values, which is related to human activity in heating houses. The highest concentration was recorded at 10 p.m. ($61.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), and the lowest at 3 p.m. ($38.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$) when there is no need for intensive heating.

In the summer season during the day, the concentrations are similar to the differences between the evening hours and in the afternoon they are small. At the same time in the heating season, the concentrations reach even twice as high as in the summer season, which indicates more intense human activity, e.g. in the winter months.

Na poniższym wykresie widoczne są uśrednione z pięciu lat godzinne wartości stężeń pyłów zawieszonych PM10 w powietrzu zarówno w sezonie grzewczym, jak i letnim. Podstawowym wnioskiem, który można wyciągnąć z poniższego wykresu jest fakt, iż w sezonie grzewczym stężenia pyłów zawieszonych są wyraźnie wyższe, a przebieg zmian w ciągu doby jest bardziej uwydatniony. Od godziny 18 do około 1 zauważa się znaczny wzrost wartości stężeń, co jest związane z aktywnością człowieka dotyczącą ogrzewania domów. Największe stężenie odnotowano o godzinie 22.00 ($61,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$), a najmniejsze o 15.00 ($38,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$), kiedy nie ma potrzeby intensywnego ogrzewania.

W sezonie letnim w ciągu dnia stężenia mają podobną wartość a różnice pomiędzy godzinami wieczornymi a popołudniowymi są niewielkie. O tej samej godzinie w sezonie grzewczym stężenia osiągają nawet dwukrotnie większą wartość niż w sezonie letnim, co wskazuje na intensywniejszą działalność człowieka m.in. w miesiącach zimowych.

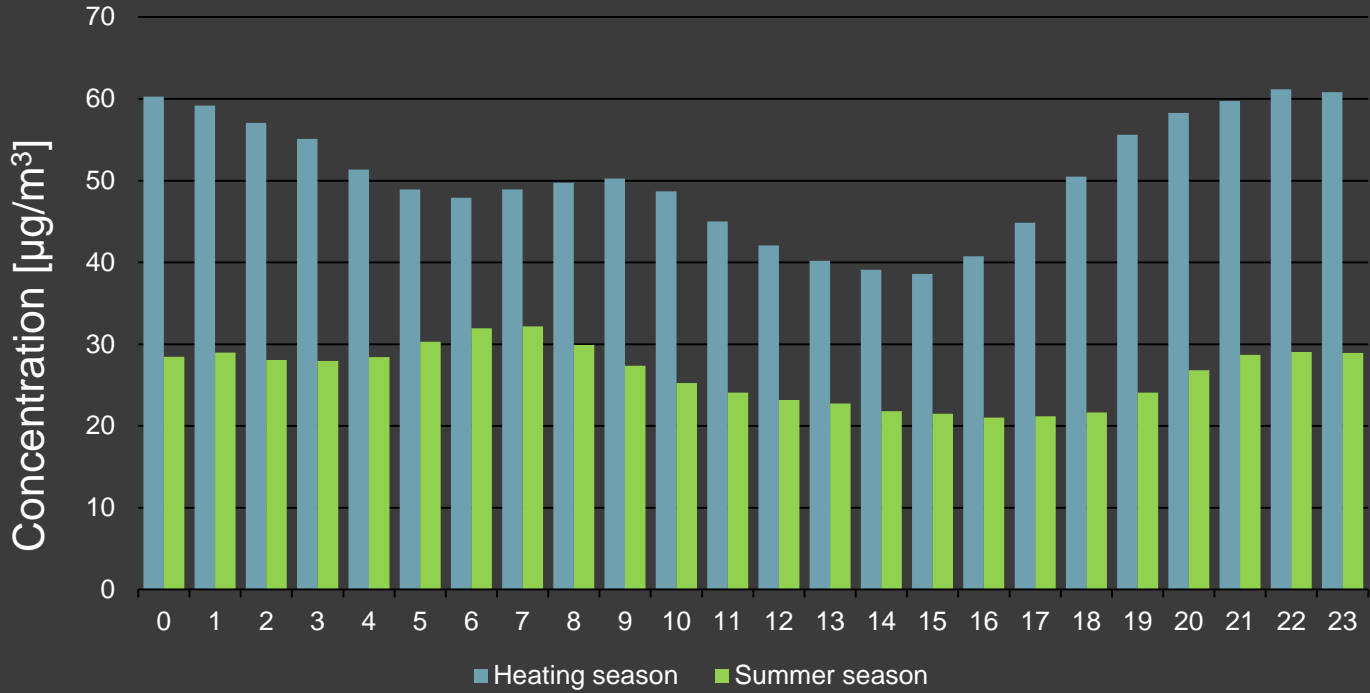


Fig. 7 Average hourly PM10 concentrations [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in the heating season and winter in 2015-2019 in Katowice

The chart below shows that in each of the analyzed years in Katowice, the permissible number of days was exceeded when the permissible dust concentration was exceeded. The largest number of them took place in 2018 when this value was exceeded more than twice. The lowest number of days with exceedance took place in the last examined year.



Na poniższym wykresie można odczytać, iż w każdym z analizowanych lat w Katowicach została przekroczona dopuszczalna liczba dni, kiedy doszło do przekroczenia dopuszczalnego stężenia pyłów. Największa ich liczba miała miejsce w roku 2018, kiedy ta wartość została przekroczona ponad dwukrotnie. Najmniej dni z przekroczeniem miało miejsce w ostatnim badanym roku.



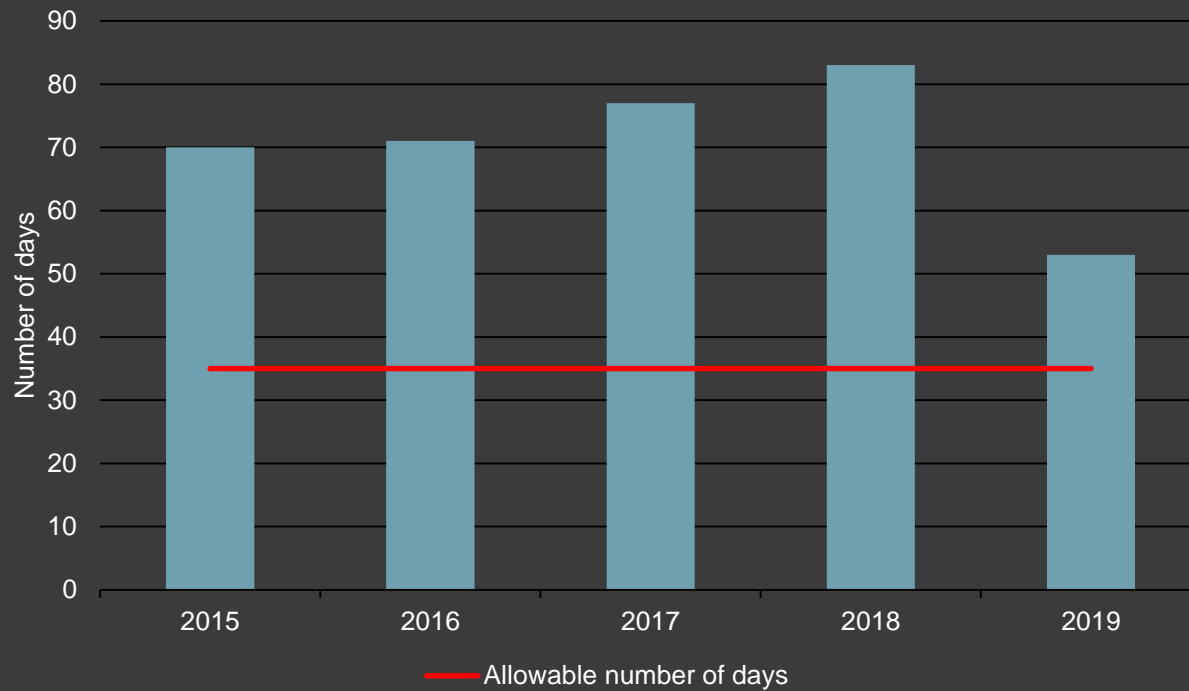


Fig. 8 Number of days with exceeding the concentration of PM10 [$\mu\text{g}/\text{m}^3$] in 2015-2019 in Katowice

According to the latest standards for the concentration of particulate matter PM10 within the five studied years (2015-2019), the number of days when the dust concentration exceeded $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, and thus exceeded the information level, is 44 days.

At the same time, the number of days when the concentration level has exceeded the alarm level ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) was 23 days, which is approximately half as much as for the information level.

Według najnowszych norm dotyczących stężenia pyłów zawieszonych PM10 w przeciągu pięciu badanych lat (2015-2019) liczba dni, kiedy stężenie pyłów przekroczyło $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$, a co za tym idzie, przekroczyło poziom informowania wynosi 44 dni.

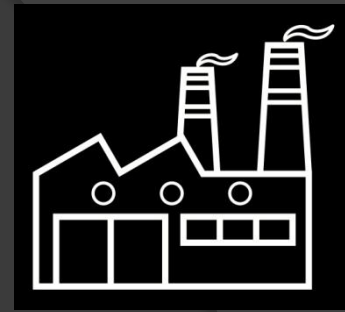
W tym samym czasie liczba dni, kiedy poziom stężenia przekroczył poziom alarmowy ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$) wyniosła 23 dni, czyli około o połowę mniej niż przy poziomie informowania.



Tab. 2 Permissible level and alarm level of PM10 suspended particulates in the air

Standards for the concentration of PM10 dust in the air/ Normy dotyczące stężenia pyłu PM10 w powietrzu	Number of days/Liczba dni
Information level/Poziom informowania =>100 µg/m ³	44
Alarm level/Poziom alarmowy =>150 µg/m ³	23

Summary



Due to Katowice's location in a highly urbanized area and industrialized and the activities of numerous industrial plants, it is an area where the problem of air pollution is significant and cannot be underestimated. In the analyzed period of 2015-2019, the number of days when the PM10 dust concentration may be exceeded was sometimes even more than twice the limit (35 days). The average monthly values are much higher (even almost three times) in the months included in the heating season, i.e. from October to March. The average concentration in the last year under examination is the lowest, which may indicate an improvement in air quality in Katowice. In the studied years, it is visible that in the same season the concentration values fluctuate significantly depending on the hour, and therefore on human activity related to heating residential buildings.

Podsumowanie

Ze względu na położenie Katowic na obszarze silnie zurbanizowanym i uprzemysłowionym oraz działalność licznych zakładów przemysłowych jest to teren, na którym problem zanieczyszczenia powietrza jest istotny i nie można go bagatelizować. W analizowanym okresie 2015-2019 liczba dni, kiedy stężenia pyłu PM10 mogą zostać przekroczone, bywała nawet ponad dwukrotnie wyższa od dopuszczalnej (35 dni). Średnie miesięczne wartości są zdecydowanie wyższe (nawet prawie trzykrotnie) w miesiącach zaliczanych do sezonu grzewczego, czyli od października do marca. Średnie stężenie w ostatnim badanym roku jest najniższe, co może świadczyć o poprawie jakości powietrza w Katowicach. W badanych latach wyraźnie widać, że w tymże sezonie wartości stężeń podlegają dużym wahaniom w zależności od godziny, a zatem od aktywności człowieka związanej z ogrzewaniem budynków mieszkalnych.

Conclusions

1. In the heating season, concentrations of PM10 suspended dust are higher than in the summer season.
2. The diurnal course of PM10 concentrations indicates an increase in air pollutants in the evening hours, while in the noon hours the concentrations decrease.
3. High values in the heating season prove the dominant influence of low emission pollution sources.
4. The lowest concentration was recorded in 2019 and therefore it can be concluded on improving air quality in Katowice.
5. In the five years under study, the permissible number of days was exceeded in each year, in which the permissible dust concentration was exceeded.

Wnioski

1. W sezonie grzewczym stężenia pyłu zawieszonego PM10 są wyraźnie wyższe niż w sezonie letnim.
2. Przebieg dobowy stężeń PM10 wskazuje na wzrost zanieczyszczeń w powietrzu w godzinach wieczornych, natomiast w godzinach popołudniowych stężenia maleją.
3. Wysokie wartości w sezonie grzewczym świadczą o dominującym wpływie źródeł zanieczyszczeń pochodzących z niskiej emisji.
4. W roku 2019 odnotowano najniższe stężenie, dzięki czemu można wnioskować o poprawie jakości powietrza w Katowicach.
5. W badanym pięcioleciu w każdym roku została przekroczona dopuszczalna liczba dni, w których doszło do przekroczenia dopuszczalnego stężenia pyłów.

Bibliografia:

- ⦿ <http://smog.imgw.pl>
- ⦿ <https://dobrapogoda24.pl>
- ⦿ <https://powietrze.gios.gov.pl>
- ⦿ <https://www.teraz-srodowisko.pl>