

KARTA PRACY

Zmienność przestrzenna i sezonowa zanieczyszczenia
dwutlenkiem azotu w Europie i Polsce

1. Wstęp

Charakterystyka zanieczyszczenia:

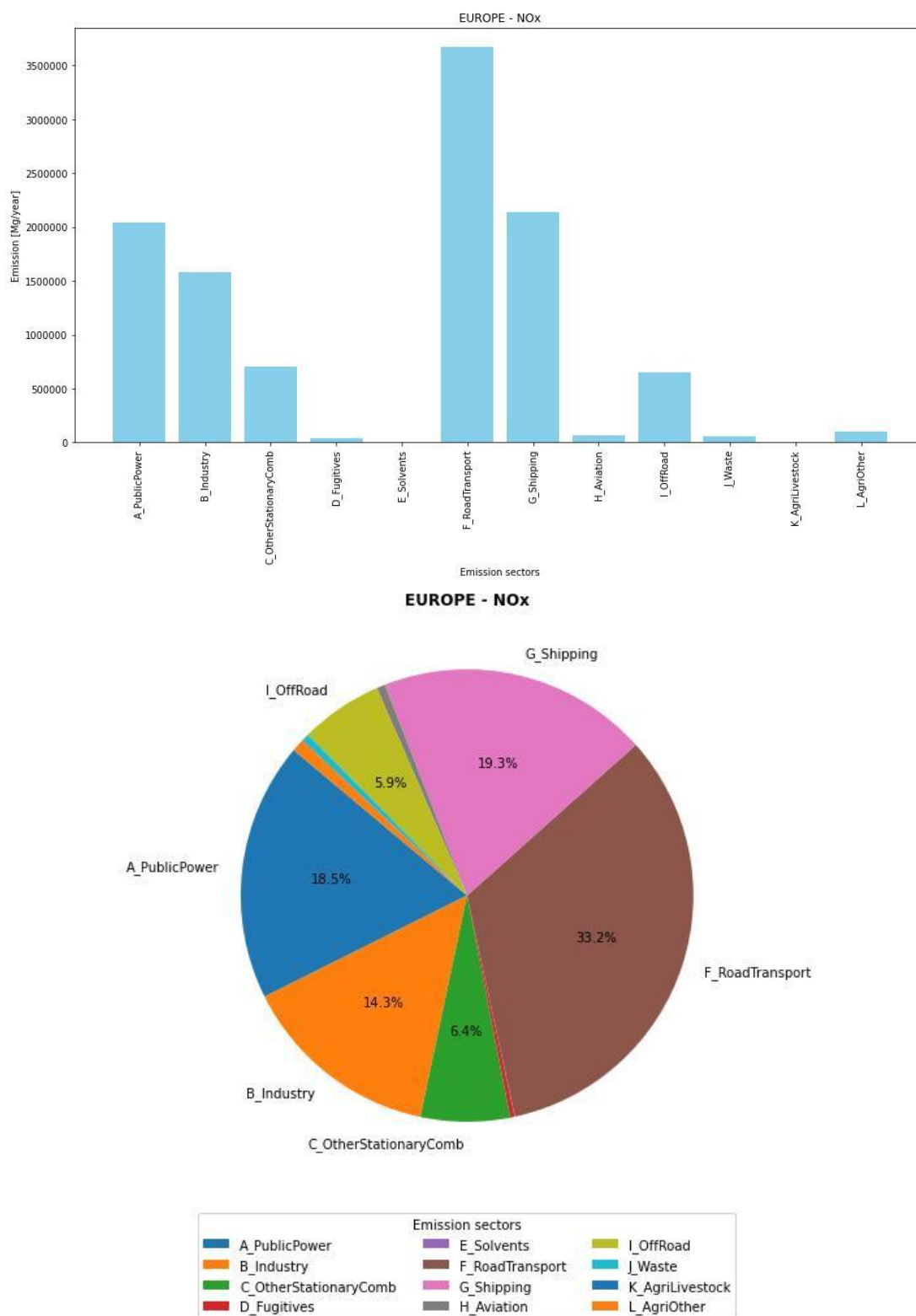
NO_x (tlenki azotu) są to nieorganiczne związki chemiczne składające się z azotu i tlenu. NO_2 (dwutlenek azotu) jest to gaz z grupy tlenków azotu o barwie brunatnej, silnie toksyczny o ostrym zapachu. NO_2 i NO w znacznym stopniu przyczyniają się do powstawania smogu.

Głównymi źródłami emisji (antropogenicznej) tlenków azotu są: transport (utlenianie azotu obecnego w paliwach do silników samochodowych), procesy spalania w energetyce (spalanie paliw w celu otrzymania energii cieplnej) oraz przemysł chemiczny (procesy wymagające kwasów azotowych, produkcji nawozów azotowych). Emisja ze źródeł przemysłowych uwalniana jest zazwyczaj na wyższych wysokościach (na wylocie kominów) w związku z czym, wpływ takich źródeł oddziałują na większy obszar. Oddziaływanie emisji z transportu drogowego zachodzi tuż przy powierzchni ziemi i znacząco wpływa na jakość powietrza lokalnie w pobliżu źródeł (dróg o dużym natężeniu ruchu).

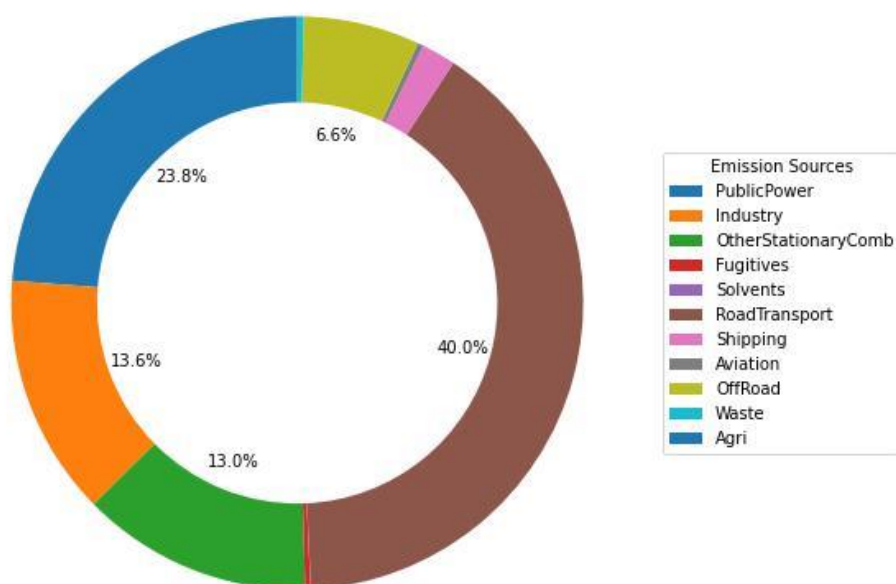
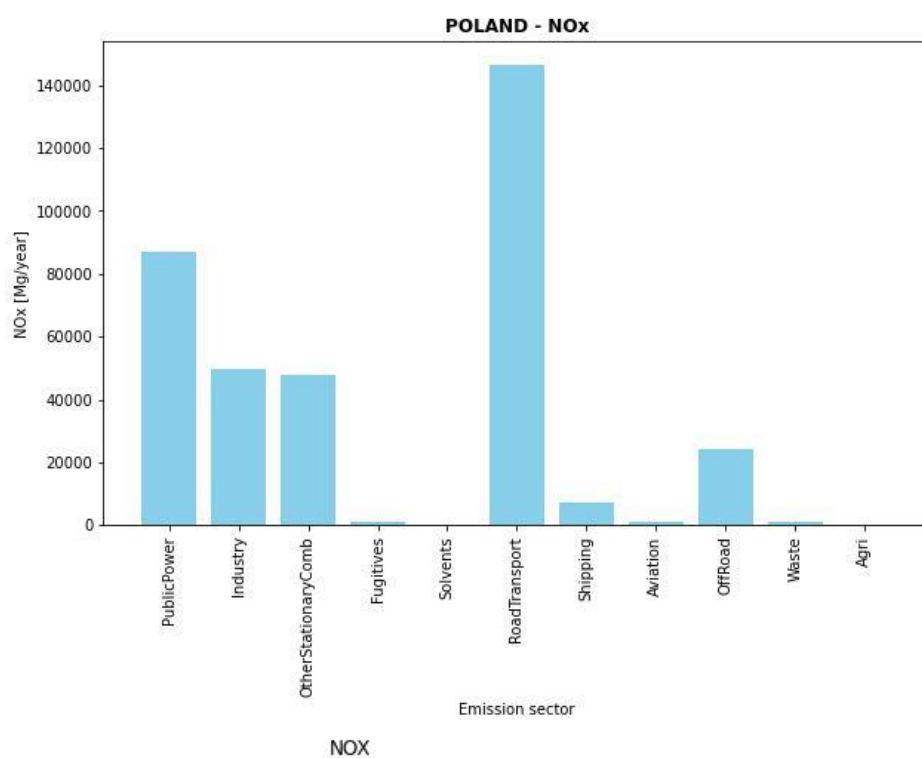
Tlenki azotu przyczyniają się do powstawania kwaśnych deszczy (reakcja z wodą), powstawania ozonu (reakcja z węglowodorami). Natomiast skutki zdrowotne ekspozycji na NO_x to podrażnienie dróg oddechowych, kaszel, duszności, nasilenie i rozwój astmy, zwiększenie podatności na choroby układu oddechowego oraz zwiększenie śmiertelności u osób chorujących na astmę i inne choroby związane z drogami oddechowymi.

Wykorzystane poniżej dane o emisjach NO_x i o stężeniach pochodzą z Serwisu Obserwacji Atmosfery Copernicus. Dowiedz się więcej na atmosphere.copernicus.eu

2. Wielkość emisji zanieczyszczenia NO_x w Polsce i Europie.



Rysunek 1. Całkowita emisja NO_x w Europie w podziale na kategorie źródeł



Rysunek 2. Całkowita emisja NOx w Polsce w podziale na kategorie źródeł

a) Rysunek 1 przedstawia wielkość całkowitej emisji tlenków azotu w Europie i udział procentowy poszczególnych kategorii źródeł. Które trzy sektory są dominujące w Europie, uszereguj w kolejności?

1.

2.

3.

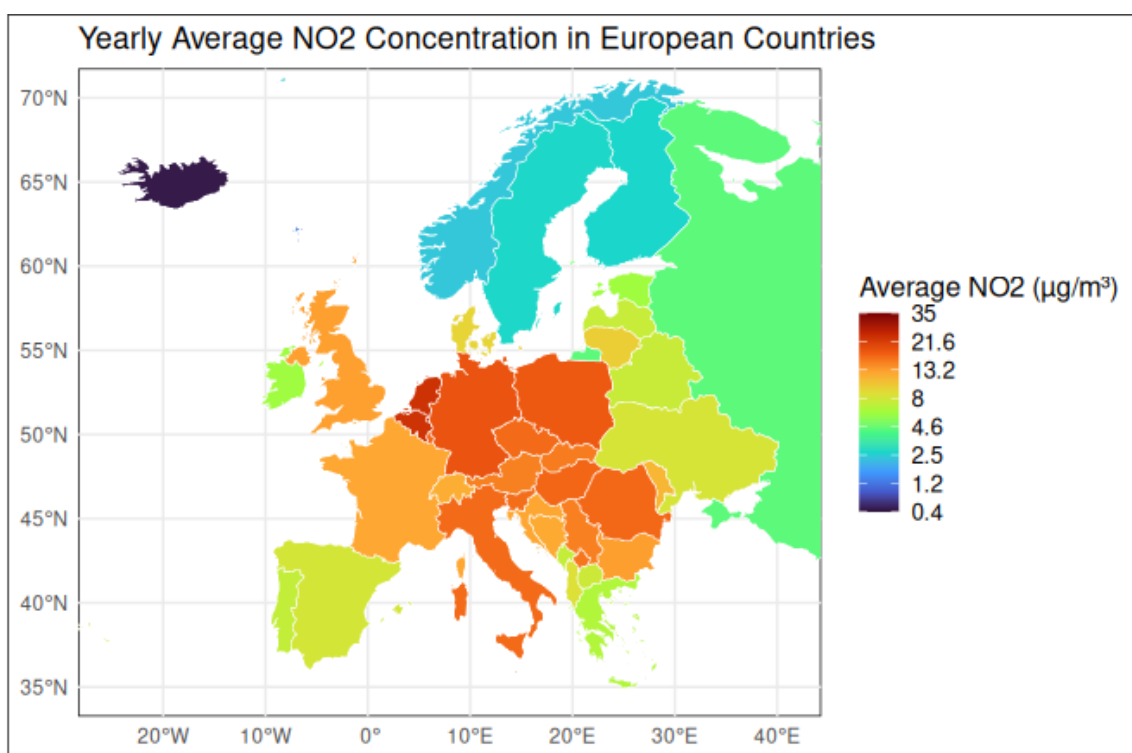
b) Rysunek 2 przedstawia wielkość całkowitej emisji tlenków azotu w Polsce i udział procentowy poszczególnych kategorii źródeł. Które trzy sektory są dominujące w Polsce, uszereguj w kolejności?

1.

2.

3.

3. Zmienność przestrzenna zanieczyszczenia NO₂ w Polsce i Europie.

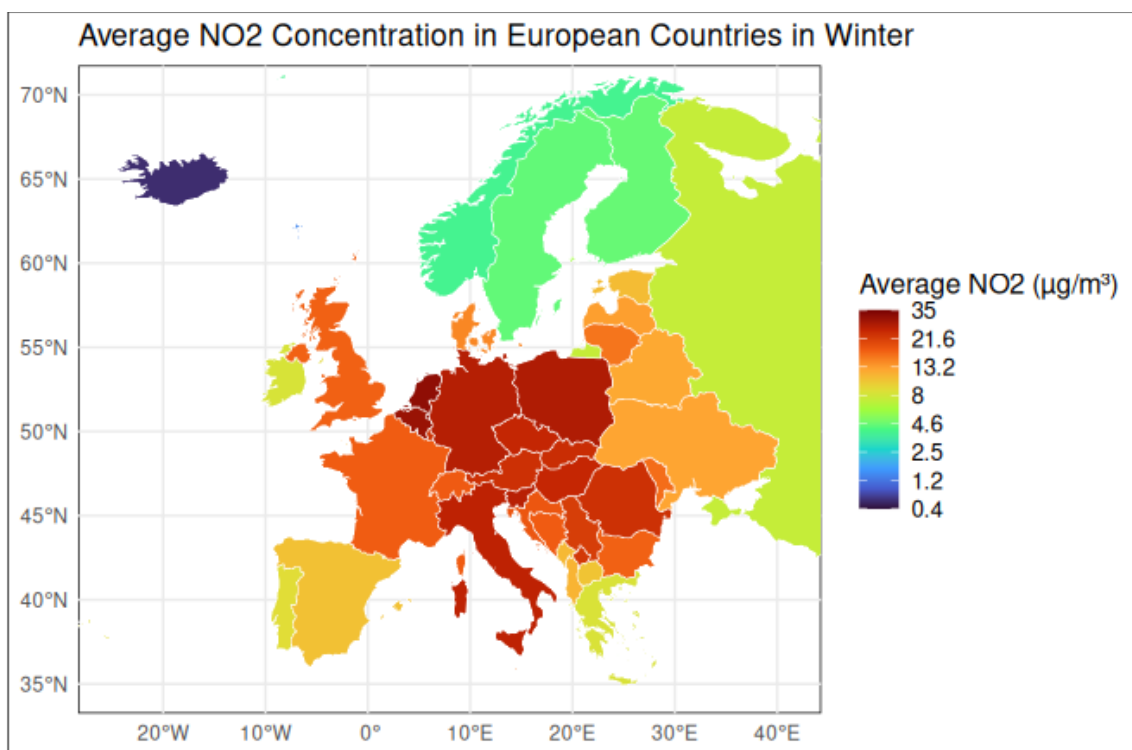


Rysunek 3. Średnie roczne stężenie NO₂

Wartości stężeń dla każdego kraju zostały przedstawione w Anex 3

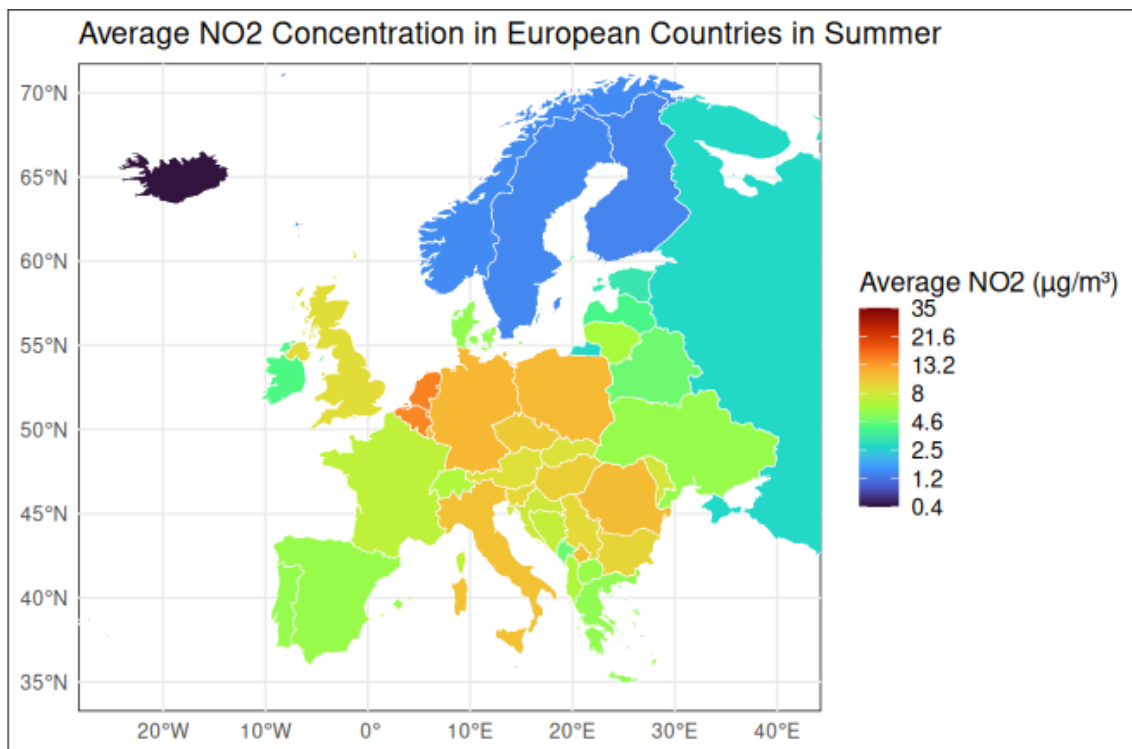
- a) Wskaż kraje, w których średnioroczne stężenia NO_2 są najniższe i najwyższe. Ile mniej więcej wynoszą? Czy zgadza się to z wielkością emisji całkowitej NO_x (sprawdź tabelę w Anex 1)?
- b) Na podstawie wykresów mapy stężeń NO_2 zaproponuj podział Europy na 4-5 regionów ze względu na poziom stężeń. Jak sądzisz co jest przyczyną różnic: klimat, poziom całkowitej emisji, liczba i średni wiek samochodów (sprawdź w EUROSTAT <https://ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database>), (nie ma „złej” odpowiedzi – postaraj się uzasadnić swój wybór)

4. Porównanie poziomu stężeń NO_2 w krajach europejskich w zimie i w lecie



Rysunek 4. Średnie roczne stężenie NO_2 w Europie; zima (grudzień, styczeń, luty)

Wartości stężeń dla każdego kraju zostały przedstawione w Anex 3

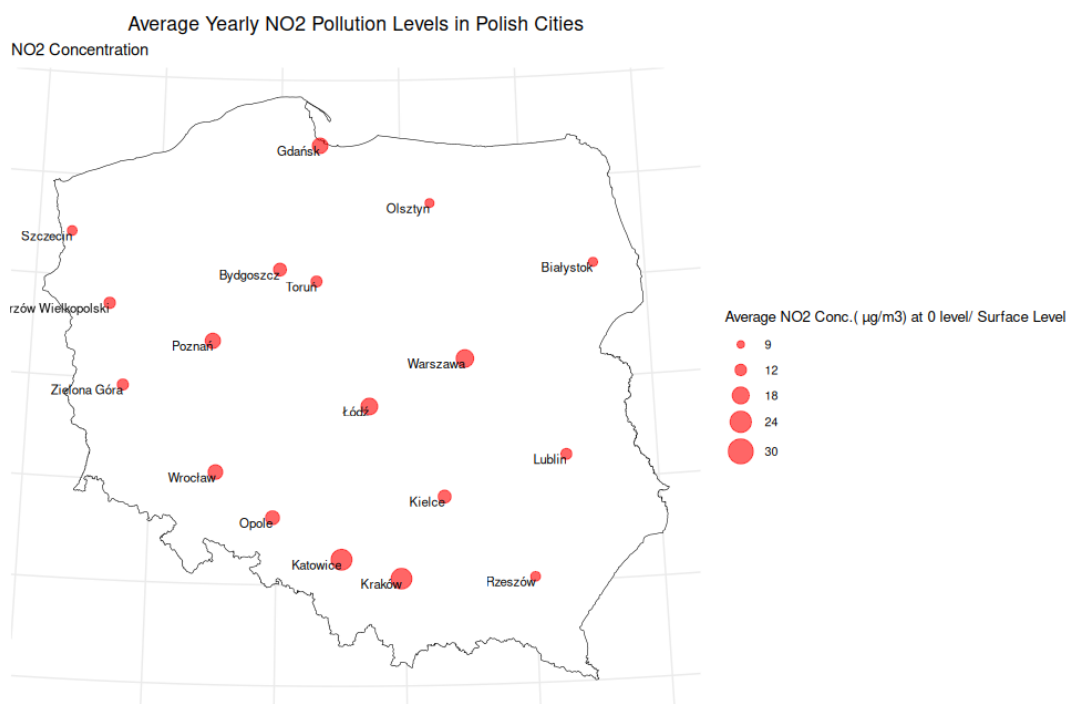


Rysunek 5. Średnie roczne stężenie NO₂ w Europie; lato (czerwiec, lipiec, sierpień)

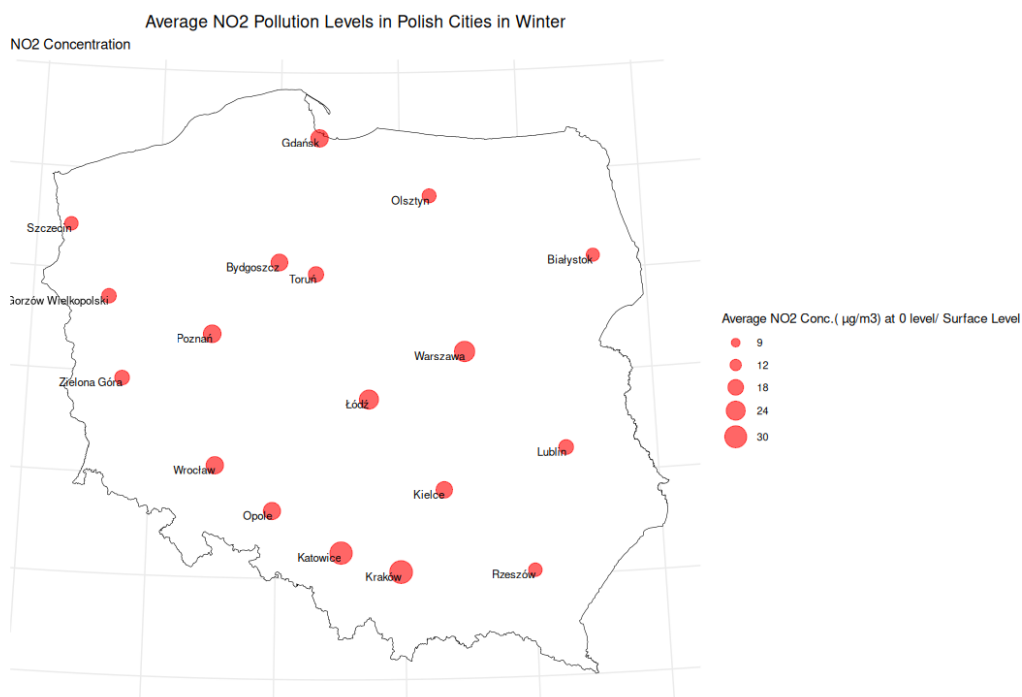
Wartości stężeń dla każdego kraju zostały przedstawione w Anex 3

- W którym sezonie stężenia NO₂ są wyższe?
- Na podstawie legendy map oblicz orientacyjnie proporcję stężeń w zimie do stężeń w lecie dla wybranych krajów. Ile ta proporcja wynosi?

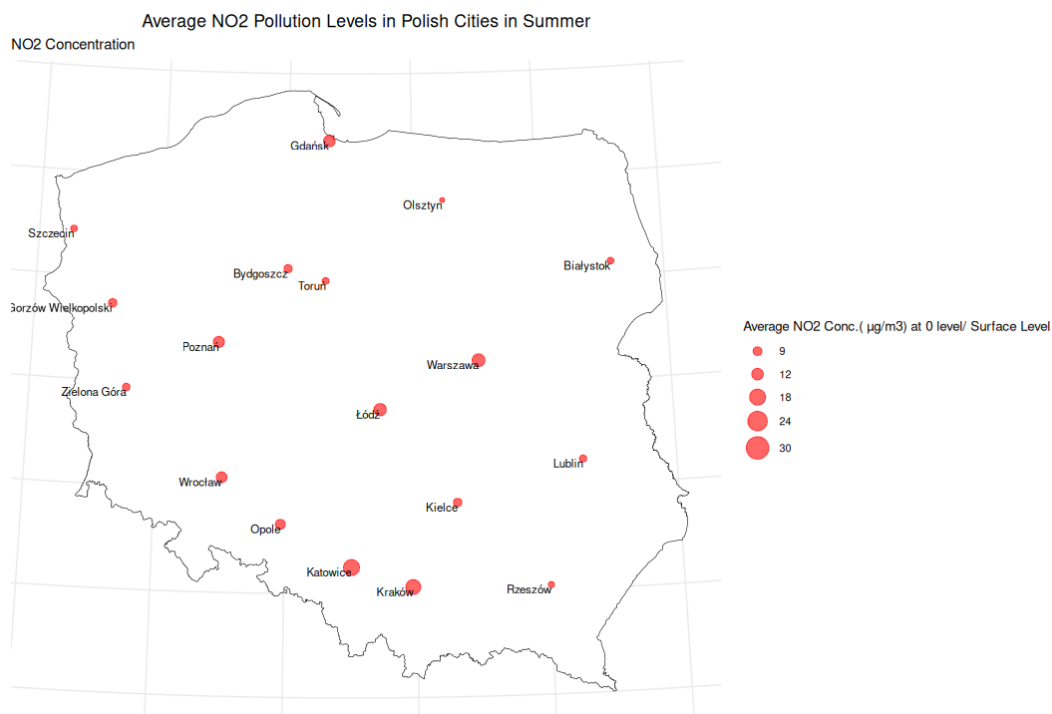
5. Zmienność zanieczyszczenia NO₂ w miastach wojewódzkich w Polsce



Rysunek 6. Średnie roczne stężenie NO₂ w miastach wojewódzkich w Polsce



Rysunek 7. Średnie roczne stężenie NO₂ w Polsce; zima (grudzień, styczeń, luty)



Rysunek 8. Średnie roczne stężenie NO₂ w Polsce; lato (czerwiec, lipiec, sierpień)

Wartości stężeń dla każdego miasta zostały przedstawione w Anex 4

- W których miastach w Polsce średnie roczne stężenia NO₂ są najwyższe? Czy zgadza się to z wielkością emisji całkowitej NO_x (sprawdź tabelę w anex2)?
- Porównaj poziom stężeń NO₂ w miastach wojewódzkich w Polsce w zimie i w lecie
- W którym sezonie stężenia NO₂ są wyższe?

6. Normy Jakości Powietrza- Dopuszczalne stężenia NO₂

- d) Sprawdź, ile wynosi stężenie dopuszczalne NO₂ na podstawie Obwieszczenia Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 12 kwietnia 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Środowiska w sprawie poziomów niektórych substancji w powietrzu (<https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20210000845> ; załącznik nr 1).
- e) Sprawdź, ile wynosi bezpieczny poziom stężeń NO₂ ze względu na zdrowie według wytycznych Międzynarodowej Organizacji Zdrowia (WHO) (<https://iris.who.int/handle/10665/345329>) Tabela 3.16 strona 116

Anex 1. Emisja całkowita NO_x w krajach Europejskich

Państwo	Total Emission NO _x [Mg]
Andorra	1
Monaco	60
Guernsey	321
Faroe_Islands	708
Liechtenstein	739
Iceland	4 455
Malta	4 762
Cyprus	6 730
Luxembourg	6 871
Armenia	11 768
Moldova	12 212
Estonia	12 445
Georgia	12 893
Albania	17 562
Slovenia	18 043
Latvia	22 088
Bosnia_and_Herzegovina	25 962
Croatia	28 171
Lithuania	31 058
Slovakia	35 330
Switzerland	37 468
Denmark	39 068



Państwo	Total Emission NOx [Mg]
Azerbaijan	44 051
Kazakhstan	45 804
Norway	49 049
Bulgaria	49 192
Hungary	61 760
Finland	63 323
Serbia	64 768
Sweden	65 348
Portugal	80 421
Austria	85 259
Belgium	97 501
Czech_Republic	97 972
Belarus	98 293
Greece	117 455
Romania	122 753
Netherlands	144 499
Italy	319 481
Ukraine	344 183
Spain	357 565
Poland	360 375
Turkey	402 916
France	447 311
Germany	661 787
Russia	1 196 906

Anex 2. Całkowita emisja NOx w miastach Polski.

Miasto	Total emission NOx [Mg/year]
Olsztyn	69
Gorzów Wielkopolski	496
Rzeszów	615
Toruń	776
Białystok	822
Zielona Góra	834
Kielce	927
Lublin	1 101
Opole	1 327
Bydgoszcz	1 715
Szczecin	1 878
Katowice	1 975
Wrocław	2 349
Poznań	2 445
Łódź	2 660
Kraków	4 085
Gdańsk	4 326
Warszawa	7 779



Anex 3. Stężenia NO₂ w krajach Europejskich: średnia roczna, średnia zimowa, średnia letnia

Kraj	Średnia roczna	Średnia zimowa	Średnia letnia
Albania	8,57	11,54	6,53
Andorra	7,54	9,83	5,11
Austria	15,19	23,57	8,53
Belarus	7,49	12,37	4,69
Belgium	23,21	30,24	14,61
Bosnia and Herz,	12,29	17,87	7,29
Bulgaria	13,07	17,41	9,30
Croatia	12,49	18,38	7,80
Czechia	16,69	24,93	10,07
Denmark	9,40	14,69	5,56
Estonia	6,04	10,99	3,24
Faeroe Is,	1,30	1,43	1,59
Finland	2,70	4,56	1,39
France	12,53	17,76	7,04
Germany	18,68	26,74	11,30
Greece	6,59	8,35	5,53
Guernsey	12,45	12,03	12,98
Hungary	16,99	24,89	9,76
Iceland	0,45	0,59	0,41
Ireland	6,01	8,25	4,17
Isle of Man	6,30	9,10	4,45
Italy	16,76	25,71	10,66
Jersey	9,81	11,45	7,95
Kosovo	15,85	22,49	10,69
Latvia	7,43	13,05	4,07
Liechtenstein	18,03	24,70	11,55
Lithuania	9,79	15,91	6,21
Luxembourg	17,13	22,94	11,12
Malta	17,73	16,17	20,25
Moldova	11,39	16,55	8,05
Montenegro	7,34	11,18	4,66
Netherlands	23,26	31,66	15,06
North Macedonia	7,70	10,47	5,77
Norway	2,40	3,89	1,47
Poland	18,12	27,47	11,24
Portugal	7,23	8,80	5,66
Romania	16,87	23,47	10,99
Russia	4,39	7,35	2,79
San Marino	16,94	26,74	10,81



Kraj	Średnia roczna	Średnia zimowa	Średnia letnia
Serbia	15,13	21,70	9,02
Slovakia	15,50	24,03	8,37
Slovenia	16,53	26,37	9,20
Spain	8,02	10,65	5,75
Sweden	2,74	4,47	1,43
Switzerland	11,98	17,90	6,50
Ukraine	8,19	12,65	5,71
United Kingdom	12,98	17,35	8,85
Å...land	4,93	6,00	3,97

Anex 4. Stężenia NO₂ w miastach Polski: średnia roczna, średnia zimowa, średnia letnia

Miasto	Średnia roczna	Średnia zimowa	Średnia letnia
Białystok	10,17	14,42	7,29
Bydgoszcz	13,40	19,90	8,48
Gdańsk	16,16	21,14	11,99
Gorzów Wielkopolski	11,87	16,31	8,75
Katowice	23,25	30,87	18,02
Kielce	13,50	19,50	8,74
Kraków	23,07	31,93	16,26
Lublin	11,54	16,68	7,62
Łódź	17,57	24,21	12,90
Olsztyn	10,03	15,49	6,07
Opole	14,52	20,69	10,01
Poznań	15,89	21,53	11,40
Rzeszów	10,58	14,86	6,94
Szczecin	10,60	14,83	7,16
Toruń	11,68	17,59	7,24
Warszawa	18,69	26,62	13,49
Wrocław	15,18	21,03	10,94
Zielona Góra	11,75	16,58	8,00

