



Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

**Monitoring rozkładu pionowego ozonu, całkowitej zawartości ozonu
nad Polską i Europą Środkową oraz promieniowania UV-B
w Polsce w latach 2023 - 2025**

**Raport o stanie warstwy ozonowej
i natężeniu promieniowania UV-B za 2024 rok**



Praca zrealizowana na podstawie umowy z GIOŚ
nr GIOŚ/13/2023/DMS/NFOŚiGW z dnia 03.02.2023 r.,
finansowana wyłącznie ze środków NFOŚiGW.

Warszawa, czerwiec 2025

Opracowano w Instytucie Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowym Instytucie Badawczym przez zespół w składzie: Julita Biszczuk-Jakubowska, Aleksander Curyło, Bogumił Kois, Bożena Łapeta, Monika Hajto, Michał Perski, Mariusz Gieryk, Paweł Parzuchowski.

Przy cytowaniu danych należy podawać źródło danych:
Państwowy Monitoring Środowiska, Główny Inspektorat Ochrony Środowiska

Spis treści

1.	Sprawozdanie z realizacji zadań 1-3 za rok 2024	2
1.1	Pomiary rozkładu pionowego ozonu sondą ECC 6AB	2
1.2	Pomiary natężenia promieniowania UV-B	5
1.3	Wyznaczenie całkowitej zawartości ozonu nad Polską i Europą Środkową	6
2.	Raport za rok 2024	8
2.1	Wstęp.....	8
2.2	Ocena stanu warstwy ozonowej w 2024 roku na podstawie wyników monitoringu	12
2.3	Analiza rozkładu pionowego ozonu nad Legionowem w 2024 roku	13
2.4	Ozon całkowity z danych satelitarnych nad Europą Środkową w 2024 roku .	17
2.5	Promieniowanie UV-B zmierzone na sieci monitoringu w 2024 roku	27
2.6	Wnioski	43
3.	Opracowanie informacji dla odbiorców krajowych i międzynarodowych.....	45
	<i>Współpraca międzynarodowa</i>	48
4.	Podsumowanie.....	49
	Spis załączników:	51
	ZAŁĄCZNIK 1	52
	ZAŁĄCZNIK 2	90
	ZAŁĄCZNIK 3	96
	ZAŁĄCZNIK 4	102

1. Sprawozdanie z realizacji zadań 1-3 za rok 2024

Prezentowane Sprawozdanie oraz Raport zawierają wyniki i analizy pomiarów realizowanych w ramach programu monitorowania rozkładu pionowego ozonu, całkowitej zawartości ozonu nad Polską i Europą Środkową oraz promieniowania UV-B w Polsce uzyskanych w okresie I-XII 2024 r. w ramach umowy nr GIOŚ/13/2023/DMŚ/NFOŚiGW z dnia 03.02.2023 r. na „Monitoring rozkładu pionowego ozonu, całkowitej zawartości ozonu nad Polską i Europą Środkową oraz promieniowania UV-B w Polsce w latach 2023 – 2025”.

1.1 Pomiary rozkładu pionowego ozonu sondą ECC 6AB

W okresie od stycznia do grudnia 2024 roku na Stacji Pomiarów Aerologicznych (SPA) w Legionowie wykonywano systematycznie, co najmniej raz w tygodniu sondáže ozonowe, elektrochemiczną sondą ozonową ECC6AB produkcji Science Pump Corporation, USA. Pomiary wykonywano w systemie sondażowym DigiCORA MW41/RS41-SG i w systemie nawigacyjnym GPS, a od 14 sierpnia w zaktualizowanej wersji systemu MW41/RS41-SGP. Wyniki pomiarów były gromadzone na bieżąco na serwerach IMGW-PIB i po zakończeniu etapu pracy przekazane do GIOŚ na płycie CD.

Program pomiarowy został zrealizowany w 98%.

Tabela 1. Charakterystyka sondáže ozonowych w Legionowie

Liczba sondáže		Pułap [km]	Średnia wysokość [km]
Razem	Standard		
38	38	≥30	33,06
2	2	26 ÷ <30	27,53
Razem 40	40	≥26	34,43
11	11	<26	20,54
1	1	0	0

W 2024 roku 11 sondáže ozonowych nie osiągnęło wymaganej wysokości 16hPa (26km), co uniemożliwiło obliczenie współczynnika normalizacji Dobsona. Przyczyną problemu były silne zakłócenia sygnału GPS nad Polską i Europą Środkową. W 10 przypadkach sondáže kończyły się automatycznie z komunikatem „PTUfilteringStopped” po utracie łączności z sondą.

Problem udało się rozwiązać po wdrożeniu nowych radiosond RS41-SGP z czujnikiem ciśnienia i aktualizacji systemu Vaisala w sierpniu 2024, co znacząco poprawiło jakość sondaży.

Szacowana całkowita zawartość ozonu w sondażu O_3S była porównywana z referencyjnym pomiarem całkowitej zawartości ozonu w atmosferze O_3D spektrofotometrem Dobsona w Belsku (średnia dzienna z równoległych pomiarów). Współczynnik korekcji $NF = O_3 D / O_3 S$ jest obliczany dla sondaży, które osiągnęły powierzchnię 16hPa (~26km).

Tabela 2. Wyniki porównania całkowitej zawartości ozonu obliczonej z sondażu (CZO_3S) ze zmierzoną spektrofotometrem Dobsona (CZO_3D)

Liczba sondaży	Współczynnik korekcji $NF = O_3 D / O_3 S$	Średni współczynnik	Uwagi
2	<0,900	0,894	
28	0,900÷0,999	0,977	
8	1,000÷1,100	1,029	
2	>1,100	1,136	
36	0,900÷1,100	0,975	
11	-	-	niski pułap
1	-	-	awaria systemu

Porównanie wykazało bardzo dobrą zgodność danych. Współczynniki normalizacji w Tabeli 2 pokazują, że średnie NF dla 36 sondaży mieści się w przedziale 0,9-1,1, co jest akceptowalne w badaniach naukowych. Średni współczynnik normalizacji na poziomie 0,975 spełnia wymagania ASOPOS 2.0 dotyczące niepewności pomiarowej 5% dla ozonu w stratosferze. W 4 przypadkach współczynnik NF był poza zakresem 0,9-1,1.

Po każdym sondażu ozonu opracowane wyniki przekazywano pocztą elektroniczną do Departamentu Monitoringu Środowiska GIOŚ oraz przez Internet do bazy danych ozonowych w Norweskim Instytucie Ochrony Powietrza w Oslo (NILU). Dane sondaży ozonowych, po ich zweryfikowaniu pomiarem całkowitego ozonu spektrofotometrem Dobsona w Belsku, były przekazywane przez Internet do bazy Globalnej Sieci Detekcji Zmian Składu Atmosfery (NDACC) w USA oraz Światowej Bazy Danych Ozonu i UV (WOUDC) w Toronto w Kanadzie. Wykaz sondaży ozonowych przedstawia Tabela 3.

Tabela 3. Wykaz sondaży wykonanych w Legionowie od 01.01.2024 r. do 31.12.2024 r.

Nr	Data	H [m]	P [hPa]	O ₃ [D]	O ₃ S [D]	O ₃ D [D]	NF	Uwagi
1	2024-01-03	31147	7,3	269,85	292,61	280	0,957	
2	2024-01-10	19063	60,2	106,98	---	280	---	2
3	2024-01-17	21389	37,5	176,35	---	297	---	2
4	2024-01-24	28937	12,0	310,32	359,78	371	1,031	
5	2024-01-31	34994	4,7	395,29	415,74	398	0,957	
6	2024-02-07	18790	58,1	149,47	---	354	---	2
7	2024-02-14	33020	6,3	348,53	374,09	371	0,992	
8	2024-02-21	31404	7,7	347,22	383,34	367	0,957	
9	2024-02-28	32141	7,0	364,36	398,27	376	0,944	
10	2024-03-06	33795	5,6	346,52	378,62	362	0,956	
11	2024-03-13	4213	596	---	---	331	---	2
12	2024-03-20	35175	5,2	357,43	381,43	437	1,146	1
13	2024-03-27	9490	282,9	31,55	---	393	---	2
14	2024-04-03	34617	5,5	450,55	478,88	441	0,921	
15	2024-04-10	33726	6,4	336,02	370,57	354	0,955	
16	2024-04-17	5468	490,9	18,39	---	439	---	2
17	2024-04-24	34720	5,7	424,79	457,43	424	0,927	
18	2024-05-01	32983	7,5	310,39	351,98	346	0,983	
19	2024-05-08	33119	7,5	360,95	402,90	377	0,936	
20	2024-05-15	23421	32,5	257,06	---	391	---	2
21	2024-05-22	33901	7,0	345,94	388,36	348	0,896	1
22	2024-05-29	10241	262,9	43,02	---	363	---	2
23	2024-06-05	27025	19,6	277,29	---	370	---	2
24	2024-06-12	34841	6,4	330,63	365,82	358	0,979	
25	2024-06-19	3888	635,8	17,74	---	335	---	2
26	2024-06-26	34290	7,0	337,45	377,88	337	0,891	1
27	2024-07-03	34810	6,5	321,61	361,46	337	0,932	
28	2024-07-10	34951	6,4	293,38	328,67	326	0,992	
29	2024-07-17	32825	8,7	289,07	343,33	318	0,926	
30	2024-07-23	35509	5,9	298,27	330,29	327	0,990	
31	2024-07-30	---	---	---	---	320	---	3
32	2024-08-08	35334	6,0	322,06	352,20	331	0,940	
33	2024-08-14	33610	7,7	289,82	334,91	320	0,956	
34	2024-08-21	34554	6,6	276,63	312,84	311	0,994	
35	2024-08-28	33494	7,6	252,77	293,18	295	1,006	
36	2024-09-04	32884	8,1	263,10	305,87	304	0,994	
37	2024-09-11	34298	6,5	275,88	311,66	300	0,963	
38	2024-09-18	33876	6,8	270,81	307,29	295	0,960	
39	2024-09-25	32268	8,3	276,03	322,21	297	0,922	
40	2024-10-02	35117	5,4	272,95	298,36	296	0,992	
41	2024-10-09	34411	5,9	257,58	287,32	294	1,023	

42	2024-10-16	34366	5,8	273,33	305,38	281	0,920	
43	2024-10-23	34346	5,5	229,00	252,20	248	0,983	
44	2024-10-30	33585	6,2	248,29	277,21	279	1,007	
45	2024-11-06	33211	6,3	245,74	272,7	258	1,05	
46	2024-11-13	34144	5,0	272,03	290,1	278	1,022	
47	2024-11-20	34725	4,8	323,33	344,0	336	1,039	
48	2024-11-27	34287	5,4	287,6	310,4	273	0,949	
49	2024-12-04	16891	86,7	66,1		315	---	2
50	2024-12-11	33353	5,5	270,46	290,5	270	0,998	
51	2024-12-18	34303	5,0	265,26	281,5	280	1,056	
52	2024-12-24	34165	5,2	347,18	367,1	391	1,126	1

H – wysokość pułapu sondażu [m]

P – ciśnienie pułapu sondażu [hPa]

O₃ – zawartość ozonu w jednostkach Dobsona [D], scałkowana do wysokości pułapu danych O₃ sondażu

O₃S – szacowana całkowita zawartości ozonu w sondażu (CZO₃)

O₃D – całkowita zawartość ozonu w atmosferze zmierzona spektrofotometrem Dobsona w Belsku

NF – współczynnik normalizacji: CZO₃ zmierzona spektrofotometrem Dobsona / CZO₃ w sondażu

Uwagi:

1 – sondaż z dużym gradientem ozonu (NF<0,9 lub NF>1,1)

2 – sondaż przedwcześnie zakończony (P>16hPa)

3 – brak danych w sondażu

*Opracowane graficznie profile ozonu są zawarte w **Załączniku 1**.*

1.2 Pomiary natężenia promieniowania UV-B

Na stacjach IMGW-PIB w Łebie, Legionowie i Zakopanem, pomiary promieniowania nadfioletowego były wykonywane przyrządem typu Robertson-Berger, model UV Biometer SL501, który mierzy rumieniowo czynne promieniowanie UV-B w zakresie 280-320nm. Dane ze stacji były na bieżąco przekazywane i archiwizowane na dysku twardym serwera w Warszawie, a następnie opracowywane. W roku 2024 pomiary były wykonywane bezawaryjnie. Uzyskane w roku 2024 dane zostały przekazane do GIOŚ na płycie CD.

Program pomiarowy został zrealizowany w 100 %.

Wyniki pomiarów (dobowe przebiegi, dawki oraz Indeks UV) promieniowania UV-B uzyskane z czujników SL501 z Łeby, Legionowa i Zakopanego znajdują się w Załącznikach 2 – 4.

1.3 Wyznaczenie całkowitej zawartości ozonu nad Polską i Europą Środkową

Satelitarny monitoring całkowitej zawartości ozonu w 2024 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, był prowadzony z wykorzystaniem danych satelitarnych z czujnika Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS), znajdującego się na pokładzie satelitów meteorologicznych Suomi-NPP (S-NPP) i NOAA-20. Satelity te przelatują nad Polską dwa razy na dobę: w godzinach od 09:15 UTC do 13:00 UTC oraz od 23:30 UTC do 02:30 UTC. Ponieważ czujnik OMPS mierzy promieniowanie w paśmie optycznym spektrum, do monitoringu całkowitej zawartości ozonu mogły być wykorzystane jedynie dane z dziennych przelotów satelitów S-NPP.

Pola całkowitej zawartości ozonu wygenerowane z danych OMPS były następnie przekształcane do regularnej siatki współrzędnych. Wybrano siatkę współrzędnych geograficznych w zakresie 40°-64° szerokości geograficznej północnej i 10°-28° długości geograficznej wschodniej z krokiem 0,25°. Interpolację przestrzenną wykonano metodą odwróconych odległości.

W 2024 roku nie zanotowano żadnych braków w danych OMPS i tym samym satelitarny monitoring całkowitej zawartości ozonu był prowadzony w sposób ciągły.

Tabela 4. Wykaz map ozonu całkowitego opracowanych w Zakładzie Teledetekcji Satelitarnej IMGW-PIB na podstawie danych z czujnika Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS) w 2024 r.

Dzień	Miesiące											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
01	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x
02	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x
03	x o	x	x	x o	x	x	x o	x	x	x	x	x
04	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x	x o
05	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x
06	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x o	x
07	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
08	x	x	x	x	x o	x	x	x o	x	x	x	x
09	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x
10	x o	x	x	x o	x	x	x o	x	x	x	x	x
11	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x	x o
12	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x
13	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x o	x
14	x	x o	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x
15	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x
16	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x
17	x o	x	x	x o	x	x	x o	x	x	x	x	x
18	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x	x o
19	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x
20	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x o	x
21	x	x o	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x
22	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x
23	x	x	x	x	x	x	x o	x	x	x o	x	x
24	x o	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x o
25	x	x	x	x	x	x	x	x	x o	x	x	x
26	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x
27	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x	x o	x
28	x	x o	x	x	x	x	x	x o	x	x	x	x
29	x	x	x	x	x o	x	x	x	x	x	x	x
30	x	□	x	x	x	x	x -	x	x	x o	x	x
31	x o	□	x	□	x	□	x	x	□	x	x	x

Literą "x" zaznaczone są dni z mapami ozonu całkowitego

Literą "o" zaznaczone są dni, w których był wykonywany sondaż ozonowy

"-" brak sondażu ozonowego

Program pomiarowy został zrealizowany w 100%

Satelitarne mapy ozonowe z dni sondażowych są zawarte w **Załączniku 1**.

2. Raport za rok 2024

2.1 Wstęp

Znaczenie ozonu

Ozon (O_3) jest gazem śladowym występującym w atmosferze w bardzo małych stężeniach, rzędu części na milion (ppm) lub miliard (ppb). Mimo to pełni on kluczową rolę w ochronie życia i systemie klimatycznym Ziemi. Znaczenie to wynika z jego wyjątkowych właściwości fizykochemicznych – przede wszystkim silnych pasm pochłaniania promieniowania ultrafioletowego (UV-B i UV-C) i w mniejszym stopniu, promieniowania podczerwonego (IR). Zależnie od wysokości w atmosferze, ozon pełni odmienne funkcje:

- W stratosferze (ok. 10–50km n.p.m.) tworzy tzw. warstwę ozonową, która pochłania większość biologicznie szkodliwego promieniowania UV-B i niemal całe promieniowanie UV-C. Chroni to DNA organizmów żywych przed mutacjami i wspomaga stabilność ekosystemów.
- W troposferze (0–10km n.p.m.) ozon jest wtórnym zanieczyszczeniem powietrza, powstającym w wyniku reakcji fotochemicznych tlenków azotu i lotnych związków organicznych pod wpływem promieniowania słonecznego. W tej warstwie ozon działa drażniąco na drogi oddechowe, może być toksyczny dla roślin i uczestniczy w formowaniu smogu fotochemicznego.

Badania i rozwój pomiarów atmosferycznych ozonu

Obecność ozonu w powietrzu została odkryta w 1839 roku przez niemieckiego chemika Christiana Friedricha Schönbeina, który jako pierwszy zauważył charakterystyczny zapach powstający podczas wyładowań elektrycznych i przypisał go nowej substancji chemicznej – ozonowi. Opracował także pierwszą metodę pomiaru stężenia ozonu przy powierzchni Ziemi, wykorzystując papierki nasączone wodnym roztworem jodku potasu i skrobi, które zmieniały zabarwienie w obecności ozonu.

W Polsce, w Krakowie, w latach 1854–1878 prowadzono systematyczne pomiary ozonu tą metodą, dokumentując sezonowe zmiany jego stężenia. Dane historyczne porównano ze współczesnymi pomiarami, co wykazało wzrost stężeń ozonu w warstwie przyziemnej – głównie wskutek działalności antropogenicznej, w tym emisji tlenków azotu (NO_x) i lotnych związków organicznych (VOC), które biorą udział w reakcjach fotochemicznych prowadzących do wtórnego powstawania ozonu w troposferze (Degórska i in., 1996).

W 1913 roku francuscy fizycy Charles Fabry i Henri Buisson, analizując pochłanianie promieniowania ultrafioletowego przez atmosferę, wykazali istnienie warstwy ozonowej zlokalizowanej w górnych partiach atmosfery – obecnie identyfikowanej jako stratosfera. Ich prace stanowiły podstawę dla późniejszych pomiarów zawartości ozonu w kolumnie atmosferycznej i rozwoju metod zdalnego sondowania atmosfery.

Kolejny przełom w badaniach nad ozonem nastąpił w 1930 roku, kiedy Sydney Chapman przedstawił pierwszy teoretyczny model cyklu chemicznego ozonu w atmosferze. W tzw. cyklu Chapmana ozon powstaje w stratosferze w wyniku fotolizy cząsteczek tlenu (O_2) pod wpływem promieniowania UV-C o długości fali krótszej niż 242nm, co prowadzi do powstania atomowego tlenu (O). Następnie atom tlenu reaguje z cząsteczką O_2 , tworząc ozon (O_3) w obecności trzeciego ciała (M), które odbiera nadmiar energii. Powstały ozon może ulegać fotodysocjacji pod wpływem promieniowania UV-B i UV-C ($\lambda < 320\text{nm}$). Dzięki tym reakcjom tworzy się dynamiczna równowaga między produkcją a stratami ozonu. W wyższych warstwach stratosfery dominuje rozpad ozonu na skutek intensywniejszego promieniowania UV, natomiast w dolnych warstwach przeważa jego tworzenie. Dodatkowo, katalityczne cykle rozkładu ozonu – z udziałem reaktywnych związków takich jak tlenki azotu (NO_x) i aktywne formy chloru i bromu – znacząco przyspieszają jego niszczenie, co nie było uwzględnione w oryginalnym modelu Chapmana, ale zostało poznane w późniejszych dekadach.

Pionowy profil ozonu w atmosferze jest wynikiem współdziałania procesów fotochemicznych oraz mechanizmów transportu powietrza, takich jak cyrkulacja Brewera–Dobsona. W górnej stratosferze (około 30–50km) dominują reakcje fotochemiczne – ozon powstaje i ulega rozpadowi na skutek promieniowania ultrafioletowego. W dolnej stratosferze (15–25km) stężenie ozonu zależy głównie od transportu mas powietrza.

Cyrkulacja Brewera–Dobsona transportuje ubogie w ozon powietrze z tropików ku górze, następnie ku biegunom i w dół, powodując akumulację ozonu w stratosferze stref umiarkowanych i polarnych – szczególnie wiosną.

Równoległe z rozwojem teorii ozonu, G. M. B. Dobson w latach 1920–30 skonstruował pierwszy spektrofotometr do pomiaru całkowitej kolumny ozonu w atmosferze, wykorzystujący różnice w pochłanianiu promieniowania UV przez atmosferę przy różnych długościach fali. Urządzenie to – znane dziś jako spektrofotometr Dobsona – umożliwiło prowadzenie dokładnych, rutynowych pomiarów naziemnych. Dobson zapoczątkował budowę globalnej sieci stacji pomiarowych, która od połowy XX wieku funkcjonuje w ramach systemu współpracy międzynarodowej, obecnie koordynowanego

m.in. przez Światową Organizację Meteorologiczną (WMO) i Światowe Centrum Danych WOUDC (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre).

Od połowy XX wieku dynamicznie rozwijały się techniki pionowego sondowania atmosfery, umożliwiające szczegółową analizę rozkładu pionowego ozonu. Dzisiaj kluczowe znaczenie mają sondy ECC (Electrochemical Concentration Cell), które dostarczają dokładnych danych o stężeniu ozonu od powierzchni Ziemi do wysokości około 35km (Komhyr, 1969). Pomiar z sond ECC wykorzystywane są jako dane referencyjne in situ w globalnych programach monitoringu atmosfery, takich jak NDACC (Network for the Detection of Atmospheric Composition Change) i GAW (Global Atmosphere Watch), i są niezbędne do kalibracji i walidacji danych satelitarnych.

Dziura ozonowa i odpowiedź międzynarodowa

Na początku lat 70. XX wieku, na kilku stacjach w umiarkowanych szerokościach geograficznych półkuli północnej – w tym m.in. w Belsku – zarejestrowano systematyczne spadki całkowitej kolumny ozonu, mierzone dobrze skalibrowanymi spektrofotometrami Dobsona. Obserwacje te, choć początkowo niejednoznaczne, wzbudziły zainteresowanie naukowców i zapoczątkowały intensywny rozwój badań nad chemią stratosferyczną.

Przełomowe znaczenie miała publikacja Molina i Rowlanda (1974), która wykazała, że chlorofluorowęglowodory (CFC), wykorzystywane w chłodnictwie i aerozolach, są źródłem aktywnego chloru w stratosferze, prowadzącego do katalitycznego rozpadu ozonu. Zjawisko to zostało potwierdzone spektakularnym odkryciem dziury ozonowej nad Antarktydą w 1985 roku przez zespół brytyjskich naukowców, którzy wykazali sezonowe ubytki ozonu rzędu 50–70% w dolnej stratosferze nad biegunem południowym (Farman i in., 1985).

W odpowiedzi na te odkrycia, społeczność międzynarodowa podjęła działania legislacyjne, które zaowocowały podpisaniem Protokołu Montrealskiego w 1987 roku. Porozumienie to – wraz z późniejszymi poprawkami – wprowadziło globalne ograniczenia i stopniowe wycofywanie substancji zubożających warstwę ozonową (ODS), takich jak CFC, halony i freony.

W ostatnich latach obserwuje się pierwsze oznaki regeneracji warstwy ozonowej (Solomon i in., 2016). Jednak ze względu na długie czasy życia wielu ODS w atmosferze (nawet 50–100 lat), pełna odbudowa warstwy ozonowej prognozowana jest dopiero na lata 2060–2075, zależnie od szerokości geograficznej i wysokości w atmosferze.

Wpływ erupcji wulkanicznych

Erupcja Pinatubo w 1991 roku spowodowała silne, ale tymczasowe zubożenie warstwy ozonowej na półkuli północnej. W latach 1992–1993 stężenie ozonu w dolnej stratosferze spadło nawet o 10–20%. Stało się tak, ponieważ do atmosfery trafiło dużo dwutlenku siarki (SO_2), który utworzył aerozole siarczanowe. Na ich powierzchni zachodziły reakcje, które przekształcały nieaktywne związki chloru w aktywne formy niszczące ozon. Te procesy zachodziły nie tylko nad biegunami, ale również w cieplejszych strefach, co było nietypowe. Efekty osłabły po 2–3 latach, gdy aerozole opadły (McCormick, i in. 1995).

Erupcja wulkanu Hunga Tonga w 2022 roku nie wyrzuciła dużych ilości dwutlenku siarki (SO_2), jak inne silne wybuchy, ale wprowadziła do stratosfery wyjątkowo dużo pary wodnej. To zwiększyło wilgotność o 10–15%, co sprzyjało tworzeniu się polarnych chmur stratosferycznych (PSC). W rezultacie w 2022 i 2023 roku nad Antarktydą wystąpiły bardzo głębokie i długotrwałe dziury ozonowe. (Millán, i in., 2023). Dane z 2024 roku pokazują, że efekt ten się utrzymuje i może spowalniać regenerację warstwy ozonowej.

Wpływ aktywności słonecznej na warstwę ozonową

Zmiany w promieniowaniu UV w 11 letnim cyklu plam słonecznych regulują reakcje chemiczne, które tworzą i niszczą ozon w stratosferze (Matthes, i in, 2017). W okresach wzmożonej aktywności słonecznej, np. przy dużej liczbie plam, Słońce może emitować wysokoenergetyczne protony, które nad biegunami sprzyjają powstawaniu związków niszczących ozon (NO_x , HO_x), prowadząc do czasowego osłabienia warstwy ozonowej w górnej atmosferze. Zjawiska te nie były jednak główną przyczyną rekordowych ubytków ozonu w latach 2006 i 2011 — wtedy decydujące były niskie temperatury i obecność chmur aktywujących katalityczny rozpad ozonu.

Aktywne Słońce wpływa także na cyrkulację Brewera–Dobsona, wzmacniając transport ozonu z tropików ku wyższym szerokościom. Obecne maksimum cyklu słonecznego (2024–2025) może zatem prowadzić do chwilowego spadku ozonu nad biegunami, ale jednocześnie sprzyjać odbudowie ozonu w strefach umiarkowanych.

Monitoring ozonu w Polsce

W Polsce pomiary spektrofotometrem Dobsona/Brewera prowadzone są od 1963 r. w Belsku (IGF PAN), a pionowe profile ozonu sondami ECC – od 1979 r. w Legionowie (IMGW-PIB). Legionowo należy do międzynarodowych sieci pomiarowych GAW i NDACC oraz uczestniczy w programach specjalnych (np. Match).

Podstawa prawna krajowego monitoringu ozonu i promieniowania UV-B

Obowiązek prowadzenia systematycznego monitoringu stanu warstwy ozonowej oraz natężenia promieniowania ultrafioletowego przy powierzchni Ziemi wynika z międzynarodowych zobowiązań, których Polska jest stroną. Podstawę prawną stanowią dwa dokumenty:

- Konwencja wiedeńska w sprawie ochrony warstwy ozonowej, przyjęta w 1985 roku i opublikowana w polskim Dzienniku Ustaw w 1992 roku (Dz.U. Nr 98, poz. 488),
- Protokół montreali z 1987 roku dotyczący substancji zubożających warstwę ozonową, wraz z późniejszymi poprawkami (Dz.U. 1992 Nr 98, poz. 490).

Zgodnie z tymi aktami prawnymi Polska jako kraj sygnatariusz, zobowiązana jest do prowadzenia pomiarów, gromadzenia danych oraz ich udostępniania w ramach międzynarodowych systemów oceny stanu atmosfery.

Prezentowany raport zawiera ocenę stanu warstwy ozonowej oraz poziomu promieniowania UV-B w Polsce na podstawie pomiarów wykonanych w IMGW-PIB w roku 2024.

2.2 Ocena stanu warstwy ozonowej w 2024 roku na podstawie wyników monitoringu

W ostatnich latach wdrażane są ujednolicone standardy przygotowania obsługi sond ozonowych, opracowane w ramach projektu ASOPOS 2.0 (Assessment of Standard Operating Procedures for Ozone Sondes), koordynowanego przez WMO/GAW. Celem tej inicjatywy jest zapewnienie globalnej spójności i porównywalności danych poprzez: standaryzację procedur kalibracji i przygotowania sond, ujednoczenie składu roztworu KI oraz synchronizację metod obróbki i analizy danych.

Na stacji IMGW-PIB w Legionowie w 2021 roku zaktualizowano procedurę wzlotów sond ECC zgodnie z tymi wytycznymi, co zapewniło pełną zgodność z siecią referencyjną GAW i umożliwiło udział w międzynarodowych projektach walidacyjnych.

W roku 2024, pomimo zakłóceń w odbiorze sygnału GPS, sondaże ozonowe prowadzone w Legionowie charakteryzowały się wysoką jakością. Profile ozonu były zgodne z oczekiwanym przebiegiem sezonowym. Dane te wykorzystywano do kalibracji czujników satelitarnych (np. TROPOMI, OMI), w porównaniach z modelami klimatycznymi oraz w ocenach postępującej regeneracji warstwy ozonowej.

2.3 Analiza rozkładu pionowego ozonu nad Legionowem w 2024 roku

Sondaże ozonowe w Legionowie są prowadzone systematycznie od 1979 roku. W 2024 roku kontynuowano pomiary w sposób rutynowy — obserwacje realizowano w każdą środę o godzinie 12:00 UTC z wykorzystaniem elektrochemicznej sondy ozonowej typu ECC6AB, wynoszonej balonem meteorologicznym na wysokość do 35km.

Analiza pionowego rozkładu ozonu nad Legionowem za 2024 rok została przeprowadzona w układzie warstw atmosferycznych zdefiniowanych przez standardowe poziomy izobaryczne, tj. poziomy o stałym ciśnieniu atmosferycznym. W meteorologii ciśnienie wyraża się w hektopaskalach [hPa], gdzie: 1hPa = 100Pa, 1Pa (paskal) to ciśnienie wywierane przez siłę 1 niutona (N) na powierzchnię 1m². Zawartość ozonu w każdej z warstw określano w jednostkach Dobsona [D], gdzie: 1D = 2,69 × 10²⁰ cząsteczek O₃/m²

Na podstawie danych z lat 1994–2023 obliczono średni wieloletni profil pionowy zawartości ozonu dla 11 warstw ciśnienia — od powierzchni Ziemi (~1000hPa) do poziomu 10hPa (ok. 31km). Wybrano sondaże osiągające 10hPa ze współczynnikami korekcji Dobsona w zakresie od 0,9 do 1,1. Dodatkowo oszacowano zawartość ozonu pozostałego, powyżej powierzchni 10hPa. Porównanie danych z 2024 roku na tle ostatnich 30 lat (Tabela 5) umożliwia identyfikację anomalii (c>2, c<-2).

W średnich miesięcznych zawartościach ozonu nad Legionowem w roku 2024 odnotowano dodatnią anomalię ozonu – ekstremalny wzrost ozonu na początku zimy (styczeń) powyżej powierzchni 50hPa. Ten wzrost obrazuje dobrze profil ozonu nad Legionowem z 31 stycznia – wartości powyżej 95percentyla rozkładu statystycznego na wysokościach 20-25km (Rys.1, panel górny). Na wiosnę, w sondażu z 3 kwietnia (Rys.1, panel dolny) widać anomalię przesuniętą do niższych wysokości (15-20km). Oba profile pokazują intensyfikację cyrkulacji Brewera–Dobsona, osiadanie w polarnej masie oraz praktycznie brak śladów destrukcji ozonu na peryferiach wiru polarnego.

Tabela 5. Zawartość ozonu w warstwach atmosfery nad Legionowem w 2024 r.

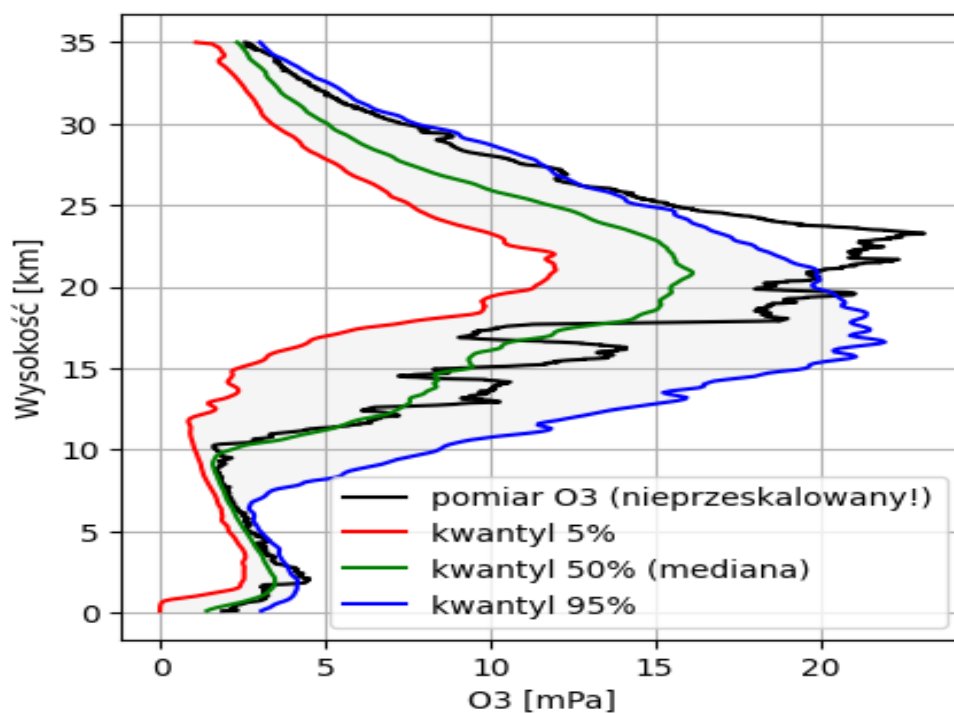
Warstwy / Miesiące	Warstwy atmosfery między standardowymi powierzchniami izobarycznymi [hPa]												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	$\frac{\sim 1000}{700}$	$\frac{700}{500}$	$\frac{500}{300}$	$\frac{300}{200}$	$\frac{200}{150}$	$\frac{150}{100}$	$\frac{100}{70}$	$\frac{70}{50}$	$\frac{50}{30}$	$\frac{30}{20}$	$\frac{20}{10}$	$\frac{10}{00}$	
Styczeń	a	10,1	8,0	8,4	9,8	18,0	33,6	36,1	50,2	85,2	52,8	54,9	54,7
	b	8,1	7,5	8,8	11,6	15,9	29,3	35,4	39,9	61,8	38,8	40,5	41,4
	c	1,2	0,7	-0,2	-0,3	0,3	0,3	0,1	1,4	3,2	2,4	2,0	1,7
Luty	a	9,4	7,4	8,9	10,9	23,2	53,9	34,6	45,5	71,0	39,0	45,9	46,0
	b	9,3	8,0	9,6	14,0	18,4	30,6	36,4	41,6	61,8	39,4	43,3	45,4
	c	0,0	-0,6	-0,3	-0,3	0,7	1,8	-0,1	0,5	1,1	-0,1	0,4	0,1
Marzec	a	11,6	9,5	10,1	13,1	19,6	33,9	40,2	45,3	64,9	36,1	43,5	49,9
	b	11,0	8,7	10,7	16,7	21,4	33,3	36,1	40,1	60,4	37,5	44,0	48,4
	c	0,3	0,9	-0,2	-0,3	-0,2	0,1	0,4	0,8	0,5	-0,3	-0,1	0,2
Kwiecień	a	11,5	9,2	13,3	27,1	27,6	39,6	46,8	44,7	63,2	43,8	52,8	57,6
	b	12,6	9,8	12,6	18,1	21,5	30,6	33,9	39,3	59,7	38,2	47,6	53,8
	c	-0,5	-0,6	0,1	0,8	0,8	0,8	1,5	0,8	0,6	1,4	1,0	0,6
Maj	a	15,9	11,4	11,9	11,7	20,8	35,0	31,7	39,0	59,0	38,2	45,7	56,1
	b	13,3	10,5	12,2	15,8	20,4	28,2	29,7	35,7	55,9	38,0	50,2	57,1
	c	1,4	0,6	-0,1	-0,5	0,1	0,9	0,3	0,9	0,8	0,1	-1,1	-0,2
Czerwiec	a	11,8	9,5	11,3	13,6	23,9	28,4	23,1	31,8	56,7	42,2	56,7	62,4
	b	13,0	10,6	12,7	13,1	16,4	24,2	25,3	31,3	52,7	39,0	52,4	58,0
	c	-0,5	-0,8	-0,6	0,1	1,3	0,8	-0,4	0,2	1,2	1,0	1,4	1,0
Lipiec	a	12,6	11,1	12,5	12,0	12,8	20,8	20,9	31,0	53,0	39,1	55,6	61,1
	b	12,7	10,4	13,0	14,0	14,4	20,5	23,3	29,6	51,0	38,3	52,5	57,0
	c	-0,0	0,5	-0,2	-0,3	-0,3	0,1	-0,6	0,4	0,3	0,2	0,5	0,6
Sierpień	a	14,9	11,6	14,5	10,6	11,5	18,5	20,0	29,0	48,0	37,6	51,8	55,9
	b	12,5	10,2	12,4	10,9	11,7	19,2	23,4	28,5	47,7	36,9	50,4	55,9
	c	0,9	1,1	1,1	-0,1	-0,1	-0,2	-0,9	0,2	0,1	0,2	0,3	0,0
Wrzesień	a	14,4	11,2	11,9	11,5	12,6	20,1	23,3	27,5	47,4	32,0	45,2	51,4
	b	11,1	9,2	10,5	9,1	8,7	17,1	23,7	29,4	47,5	34,8	45,5	50,1
	c	1,6	1,7	0,7	0,5	1,0	0,6	-0,1	-0,7	-0,0	-0,7	-0,1	0,2
Październik	a	10,4	8,6	8,5	5,5	8,1	16,2	23,1	28,6	46,6	35,8	43,6	48,1
	b	9,5	8,2	9,7	8,8	8,6	16,6	23,1	28,9	47,6	34,7	41,9	44,9
	c	0,5	0,4	-0,5	-0,6	-0,1	-0,1	0,0	-0,1	-0,2	0,3	0,3	0,5
Listopad	a	9,8	8,6	9,8	8,9	13,1	28,4	27,5	30,5	50,1	36,3	38,2	39,0
	b	8,3	7,7	8,9	8,6	9,7	19,0	25,7	30,6	50,3	36,2	39,9	39,9
	c	0,9	0,9	0,5	0,1	0,7	1,3	0,3	-0,0	-0,0	0,0	-0,3	-0,2
Grudzień	a	10,1	8,2	11,8	10,2	10,7	25,4	28,5	35,4	54,2	39,9	41,4	37,3
	b	8,1	7,6	8,6	8,9	11,0	22,6	28,6	32,9	54,4	37,4	39,3	37,5
	c	1,3	0,7	1,7	0,3	-0,1	0,3	-0,0	0,4	-0,0	0,6	0,3	-0,0

a – średnie miesięczne [D] w 2024 roku

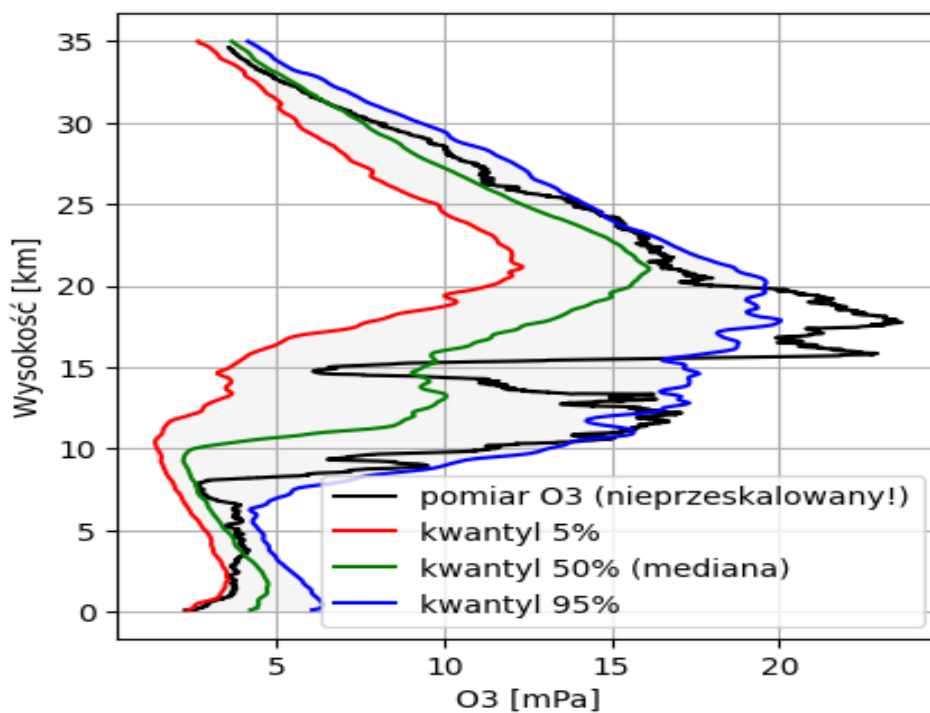
b – średnie miesięczne wieloletnie [D] z lat 1994-2023

c – standaryzowane odchylenie: $(a-b) / \sigma$, gdzie σ jest odchyleniem standardowym średnich miesięcznych

Legionowo 2024-01-31 12UT
CZO3 w sondażu: 409D, w Belsku: 398D



Legionowo 2024-04-03 12UT
CZO3 w sondażu: 469D, w Belsku: 441D

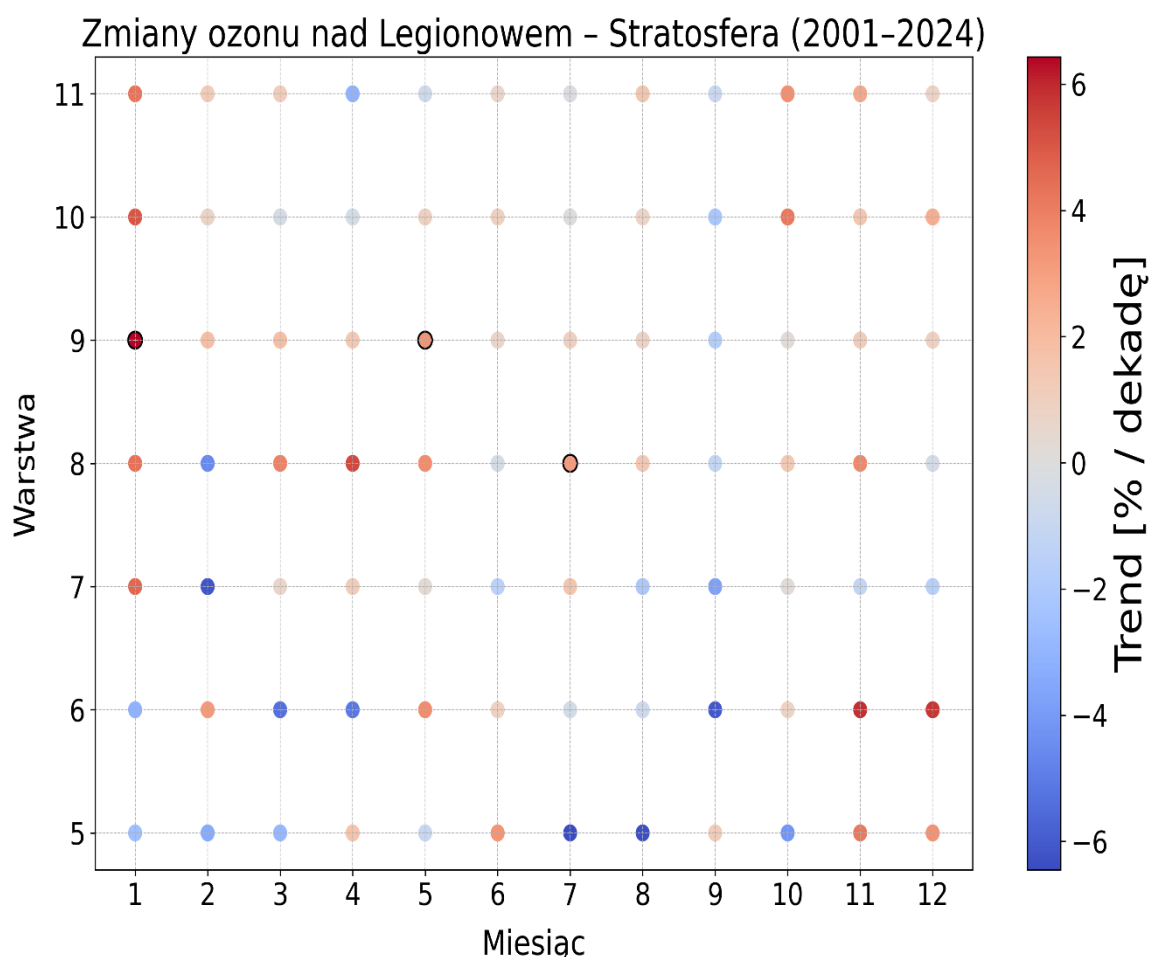


Rys. 1 Profile ozonu nad Legionowem z 31.01.2024 r. i 03.04.2024 r.

Długoterminowe zmiany ozonu stratosferycznego nad Legionowem

Okres 2001–2024 wybrano do analizy ze względu na rozpoczęty po 2000 roku systematyczny spadek stężeń substancji niszczących ozon (ODS), będący efektem realizacji Protokołu Montrealskiego. Według danych NOAA do 2024 roku stężenia reaktywnych halogenów spadły o ok. 28% nad Antarktydą i 48% w umiarkowanych szerokościach względem poziomów szczytowych, potwierdzając kontynuację pozytywnego trendu.

Trend analizy miesięcznych zawartości ozonu w stratosferze nad Legionowem (10–200hPa) pokazuje wyraźne dodatnie zmiany, szczególnie w warstwie 9 (50–30hPa), z maksymalnym wzrostem do +6% na dekadę — istotnym statystycznie w styczniu i maju. W warstwie 8 (70–50hPa), odpowiadającej maksimum ozonu (~18–22km), również zaobserwowano istotny wzrost, zwłaszcza w lipcu (Rys. 2).

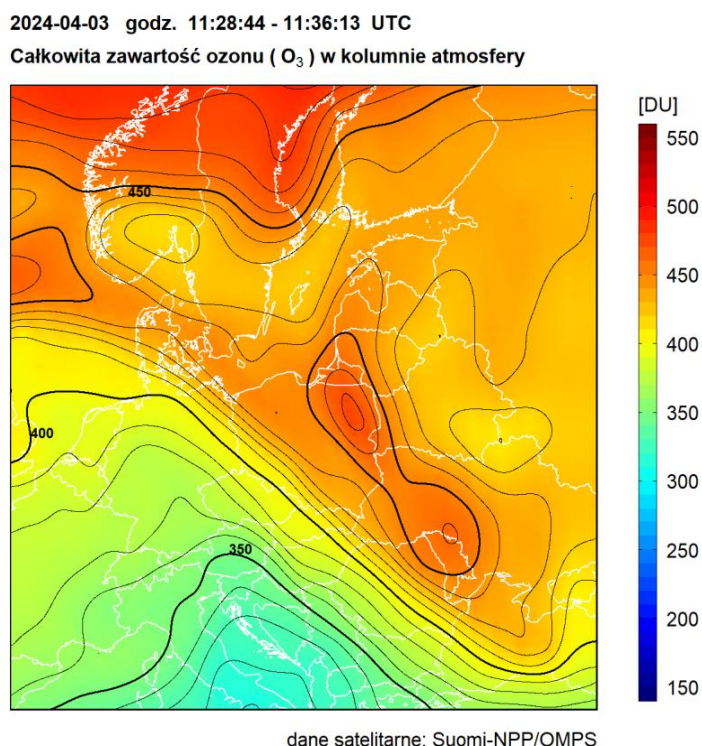


Rys. 2 Sezonowe trendy ozonu stratosferycznego w okresie 2001–2024 w warstwach atmosfery. Zmiany wyrażono w %/dekadę. Numery warstw odpowiadają zakresom ciśnienia zdefiniowanym w Tabeli 5. Ciemna obwódka oznacza trendy istotne statystycznie ($p < 0,05$).

2.4 Ozon całkowity z danych satelitarnych nad Europą Środkową w 2024 roku

Satelitarny monitoring całkowitej zawartości ozonu w 2024 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, był prowadzony z wykorzystaniem danych satelitarnych z czujnika Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS), znajdującego się na pokładzie satelitów meteorologicznych Suomi-NPP (S-NPP) i NOAA-20. Satelity te przelatują nad Polską dwa razy na dobę: w godzinach od 09:15 UTC do 13:00 UTC oraz od 23:30 UTC do 02:30 UTC. Ponieważ czujnik OMPS mierzy promieniowanie w paśmie optycznym spektrum, do monitoringu całkowitej zawartości ozonu mogły być wykorzystane jedynie dane z dziennych przelotów satelitów S-NPP.

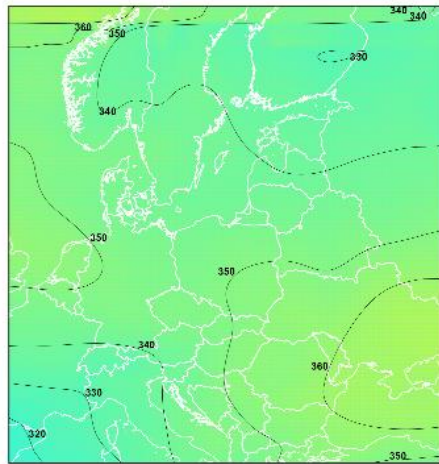
Pola całkowitej zawartości ozonu wygenerowane z danych OMPS były przekształcane do regularnej siatki współrzędnych w zakresie 40°-64° szerokości geograficznej północnej i 10°-28° długości geograficznej wschodniej z krokiem 0,25°. Interpolację przestrzenną wykonano metodą odwróconych odległości. Na rysunku 3 przedstawiono przykładowy rozkład całkowitej zawartości ozonu nad Europą Środkową w odwzorowaniu Merkatora (EPSG:3395). Jako przykład wybrano mapę z dnia 03.04.2025 obrazującą dodatnią anomalię ozonu.



Rys. 3. Całkowita zawartość ozonu w kolumnie atmosfery [DU] w dniu 03.04.2025 r. wyznaczona z danych S-NPP/OMPS

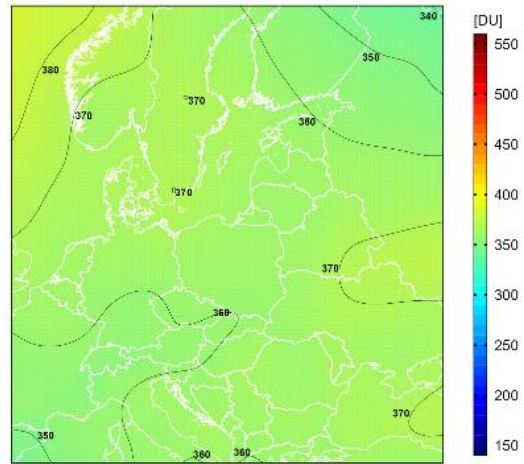
Na podstawie danych o dziennym rozkładzie CZO₃ wyznaczonym z godzin okołopołudniowych, obliczone zostały miesięczne rozkłady całkowitej zawartości ozonu (Rys. 4).

2024-01 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



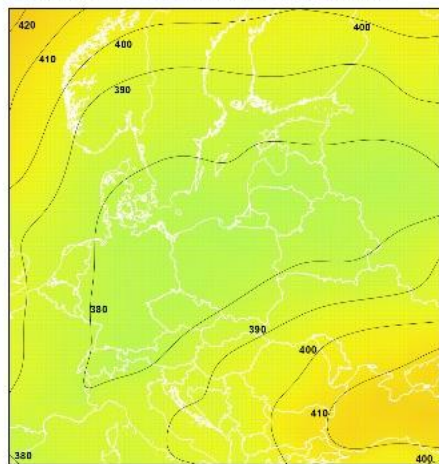
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-02 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



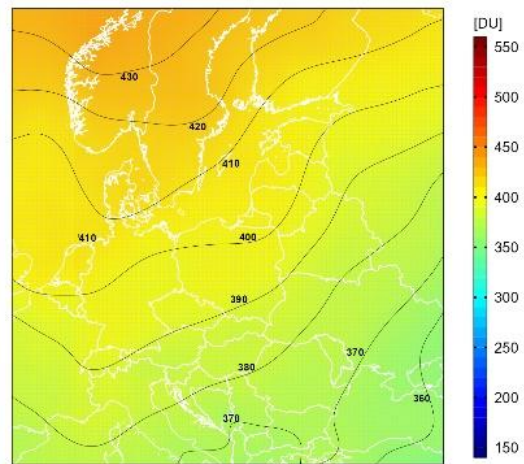
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-03 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



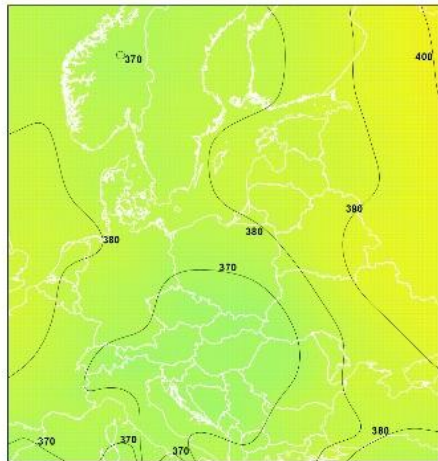
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-04 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



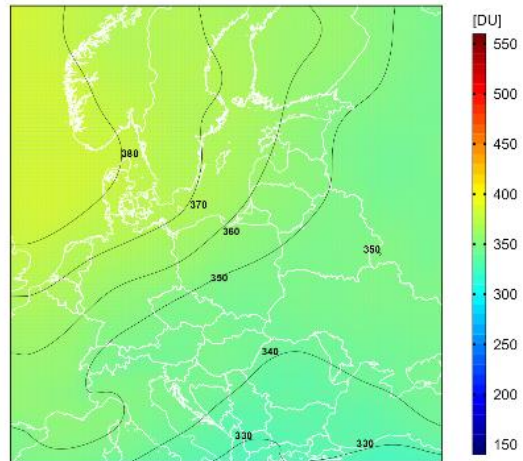
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-05 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



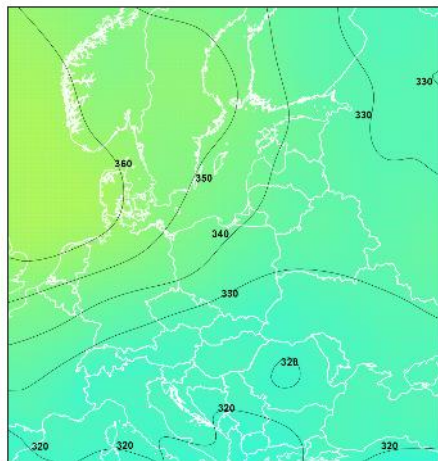
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-06 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



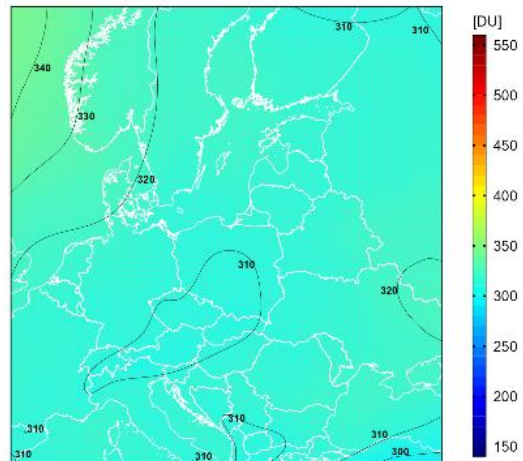
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-07 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



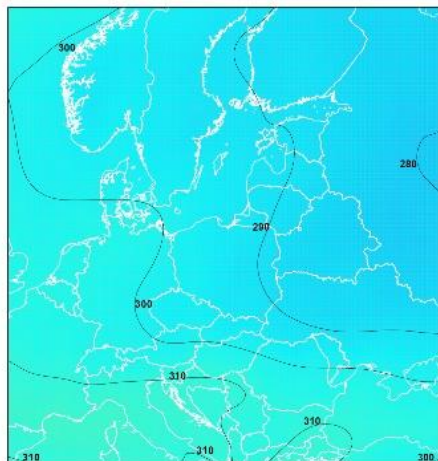
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-08 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



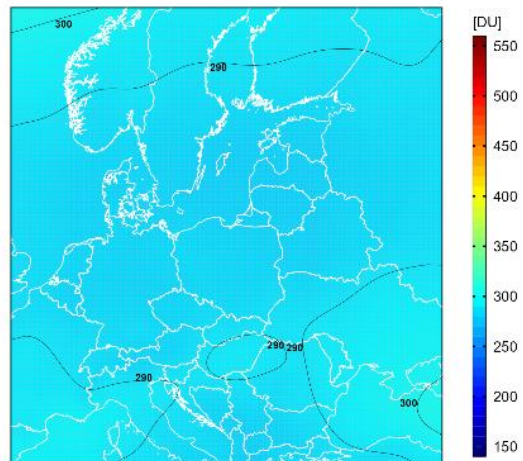
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-09 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



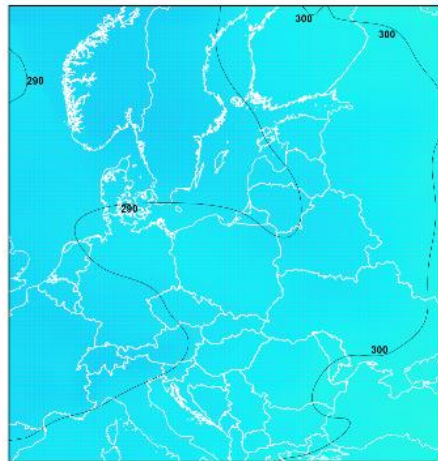
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-10 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



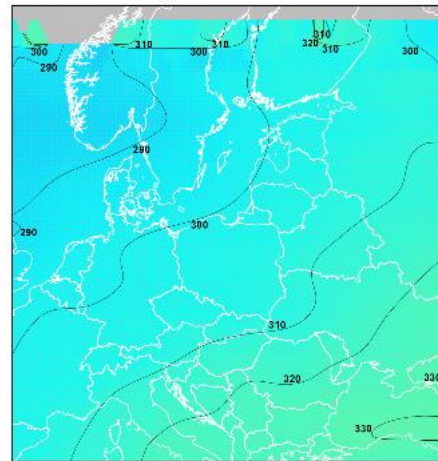
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-12 Miesięczna średnia (godz. 10-13 UTC)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



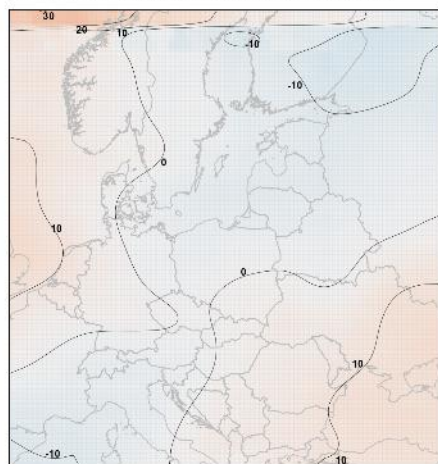
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Rys. 4. Średnie miesięczne rozkłady całkowitej zawartości ozonu w kolumnie atmosfery, wyznaczone z satelitarnych danych OMPS w 2024 r.

Otrzymana zmienność średnich miesięcznych rozkładów CZO_3 jest zgodna z cyklem rocznym tego parametru, który charakteryzuje się najwyższymi wartościami wiosną i najniższymi jesienią.

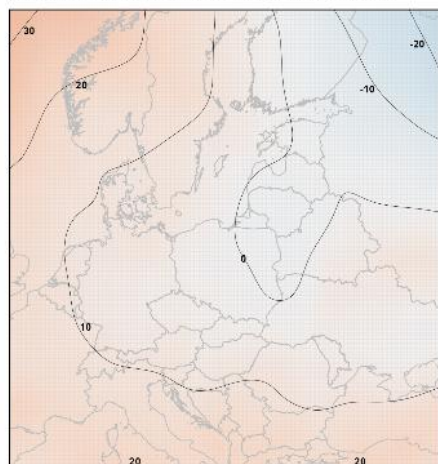
Analiza rozkładów różnic średnich miesięcznych wartości CZO_3 nad Europą środkową w 2024 roku i średnich miesięcznych wieloletnich z lat 2013-2023 pokazuje, że 2024 rok charakteryzował się typowymi lub podwyższonymi wartościami CZO_3 (Rys. 5). Największe dodatnie odchylenia od średniej z wielolecia, zanotowano w miesiącach kwiecień i czerwiec. Na początku kwietnia całkowita zawartość ozonu nad północno-wschodnią Polską osiągnęła blisko 500D (Rys. 3).

2024-01 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



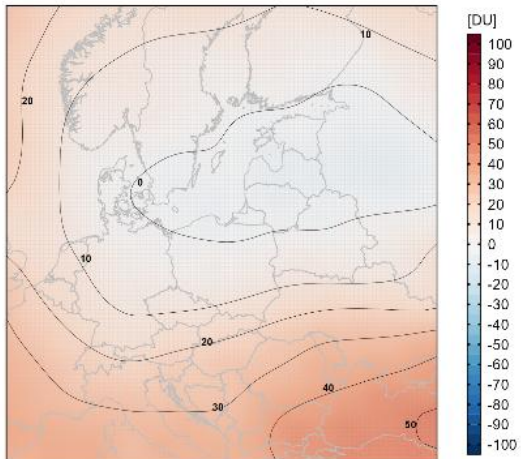
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-02 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



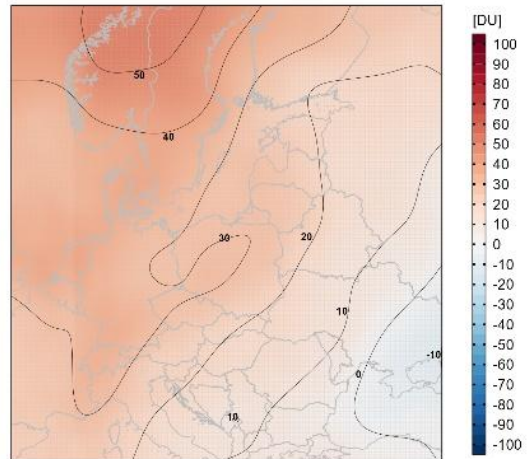
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-03 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



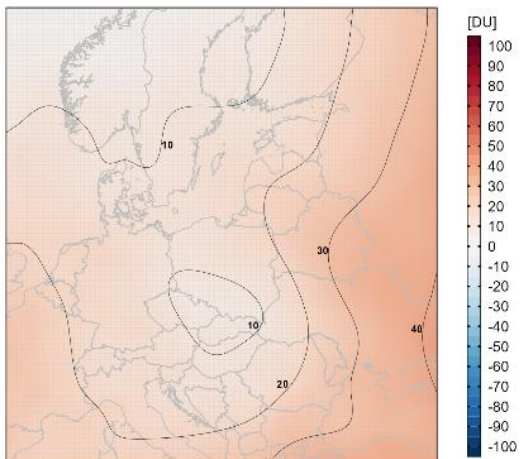
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-04 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



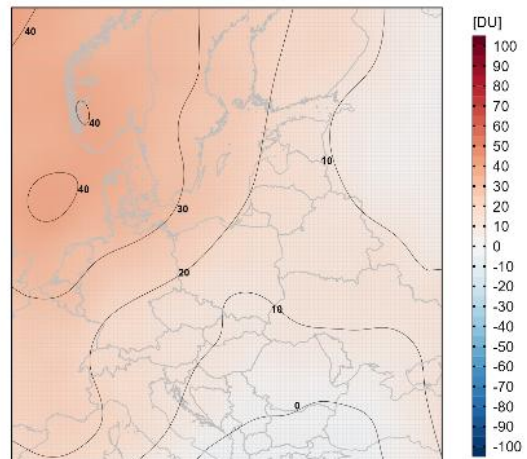
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-05 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



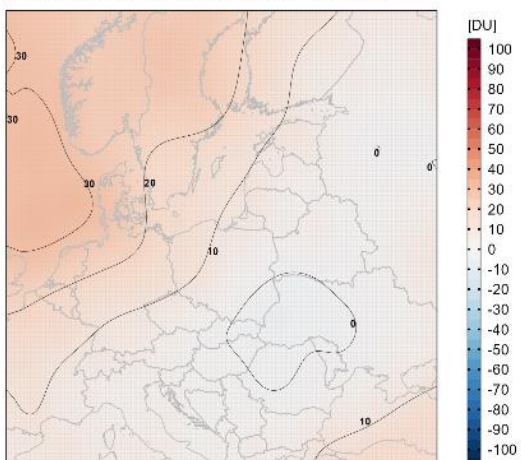
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-06 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



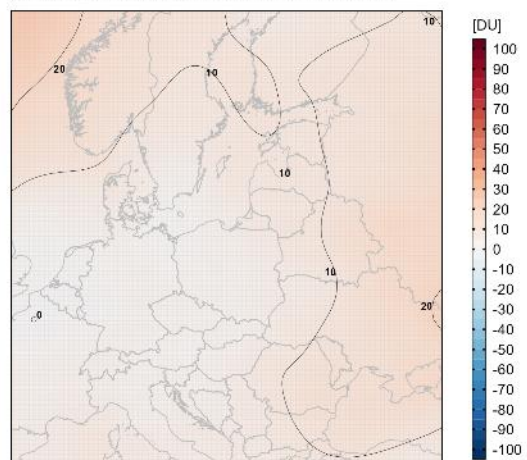
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-07 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

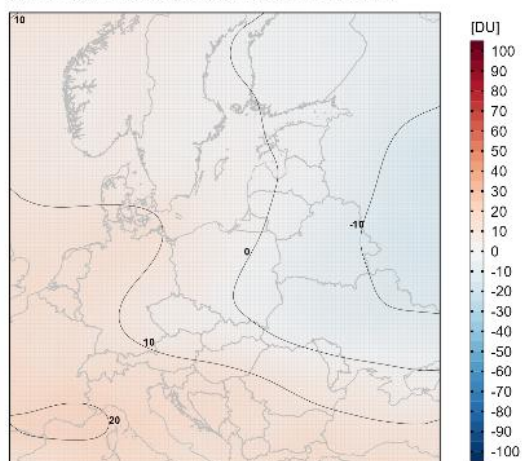
2024-08 Odchylenie miesięcznej średniej od wielolecia (2013-2023)
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-09 Odchylenie miesięcznej średniej od wieloletnia (2013-2023)

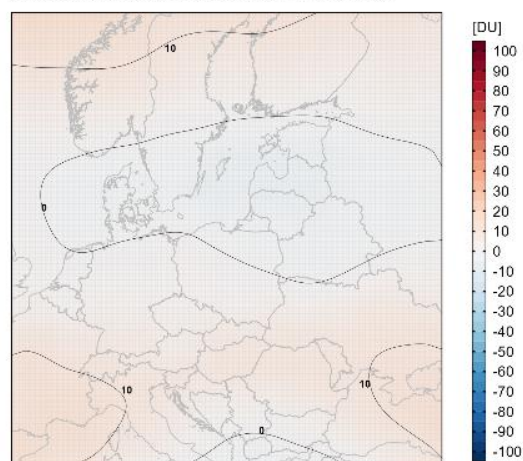
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-10 Odchylenie miesięcznej średniej od wieloletnia (2013-2023)

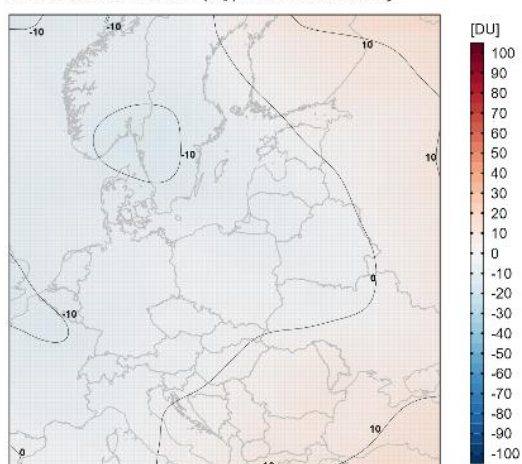
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11 Odchylenie miesięcznej średniej od wieloletnia (2013-2023)

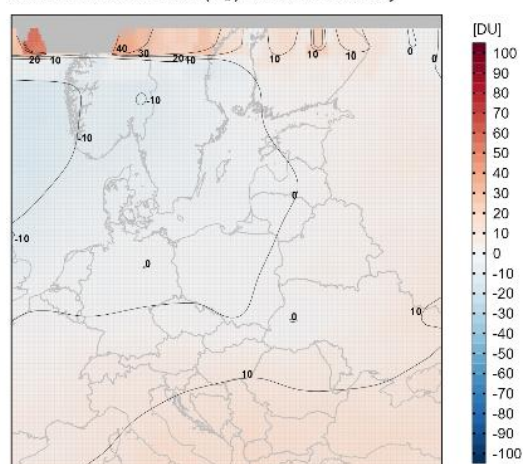
Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-12 Odchylenie miesięcznej średniej od wieloletnia (2013-2023)

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



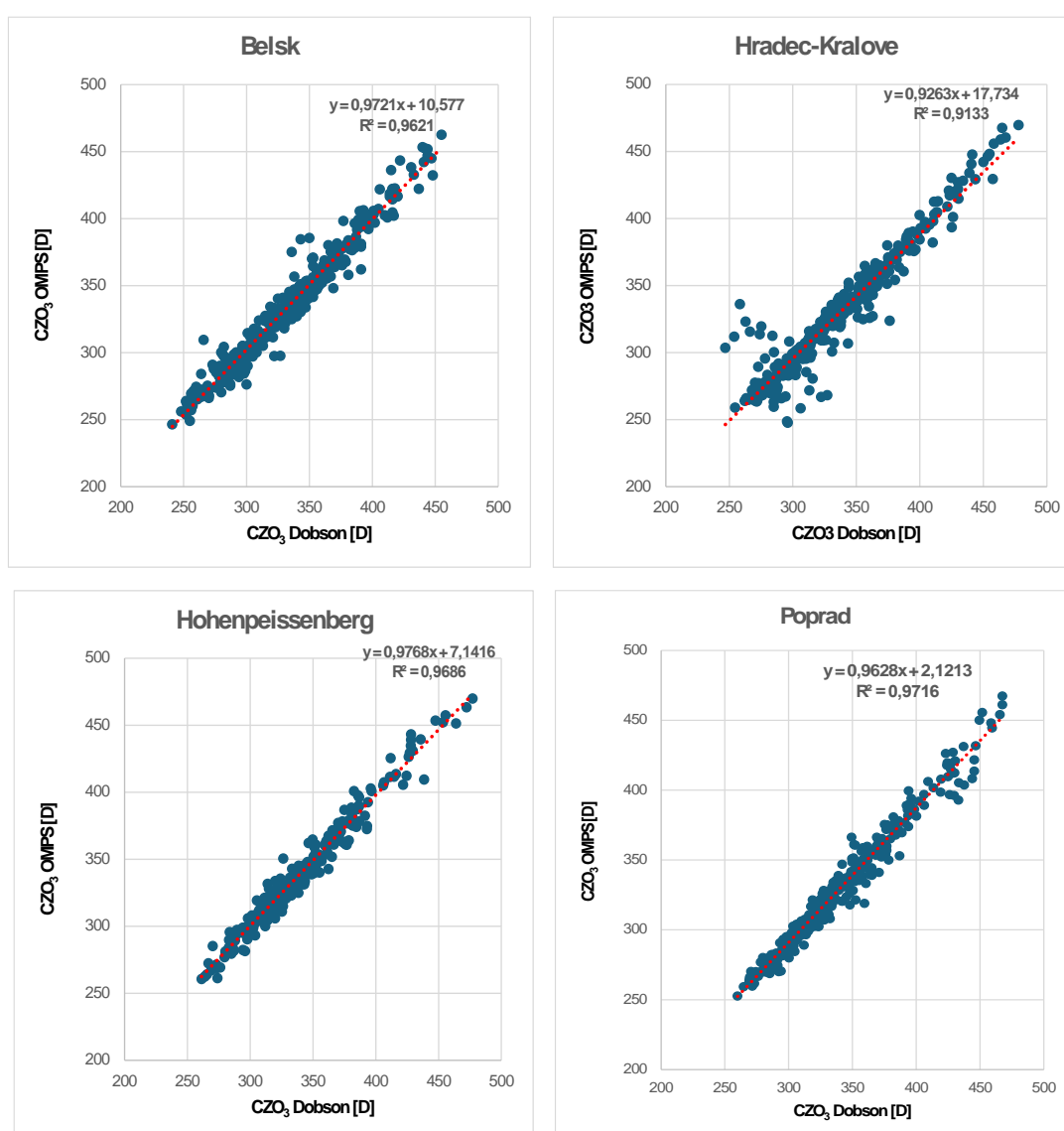
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Rys. 5. Rozkłady odchyleń średnich miesięcznych zawartości ozonu wyznaczonych z danych OMPS w 2024 r. od średnich miesięcznych wieloletnich z okresu 2013-2023

W ramach monitoringu prowadzono również weryfikację dokładności całkowitej zawartości ozonu wyznaczonej z danych satelitarnych OMPS poprzez porównanie z pomiarami naziemnymi dla czterech stacji z obszaru Europy Środkowej, które znajdują się w obrębie każdej transmisji S-NPP. Stacje te to: Belsk ($21^{\circ}E$, $52^{\circ}N$), Hohenpeissenberg ($11^{\circ}E$, $47,8^{\circ}N$), Hradec-Kralove ($15,8^{\circ}E$, $50,2^{\circ}N$) oraz Poprad ($20,3^{\circ}E$, $49^{\circ}N$). Pomiary na tych stacjach wykonywane są spektrofotometrem Brewera (Poprad, Hradec-Kralove, Hohenpeissenebrg) oraz Dobsona (Belsk). Wszystkie dane naziemne wykorzystane w analizie pobrane zostały ze Światowego Centrum Danych Ozonowych i UV, znajdującego się w Toronto (Kanada) (www.woudc.org). Dla stacji

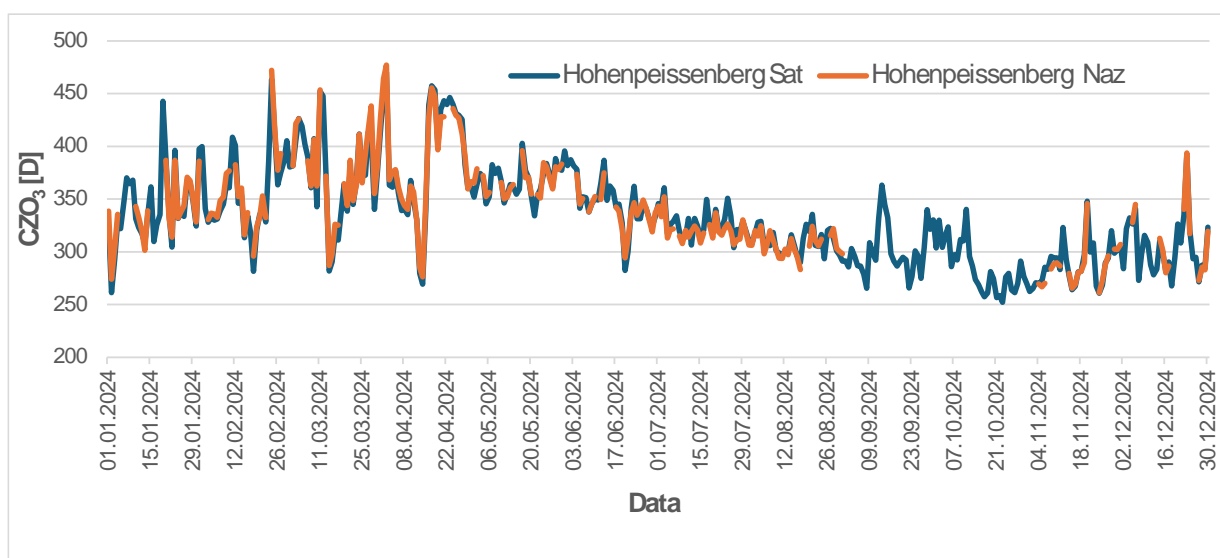
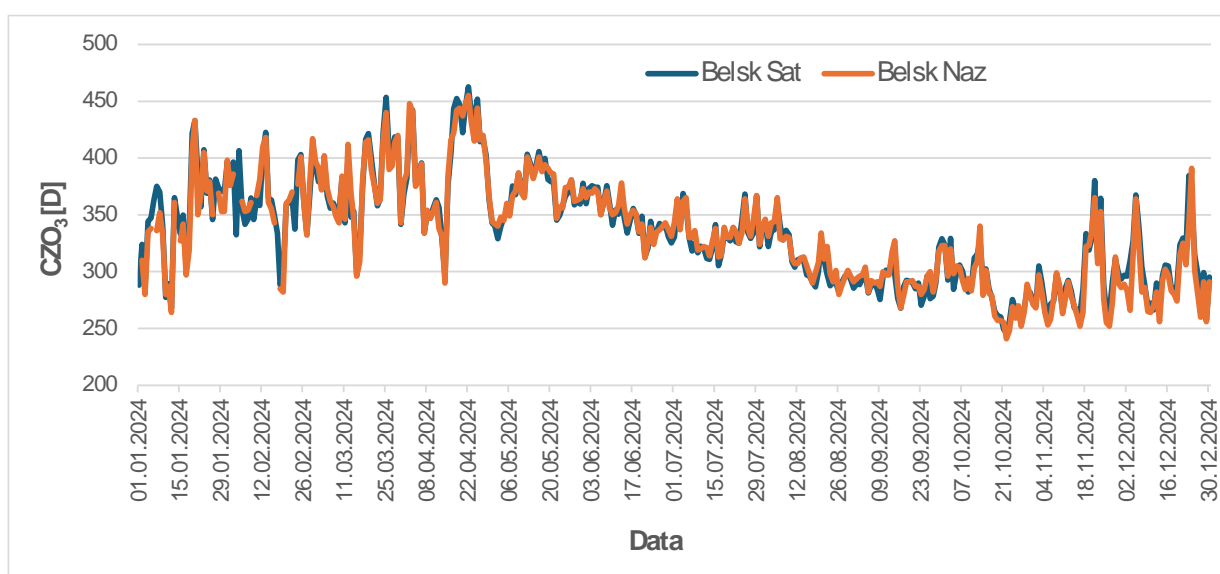
Hradec-Kralove i Poprad brak było danych pomiarowych dla całego maja, a dla stacji Hohenpeissenberg – dla września i października.

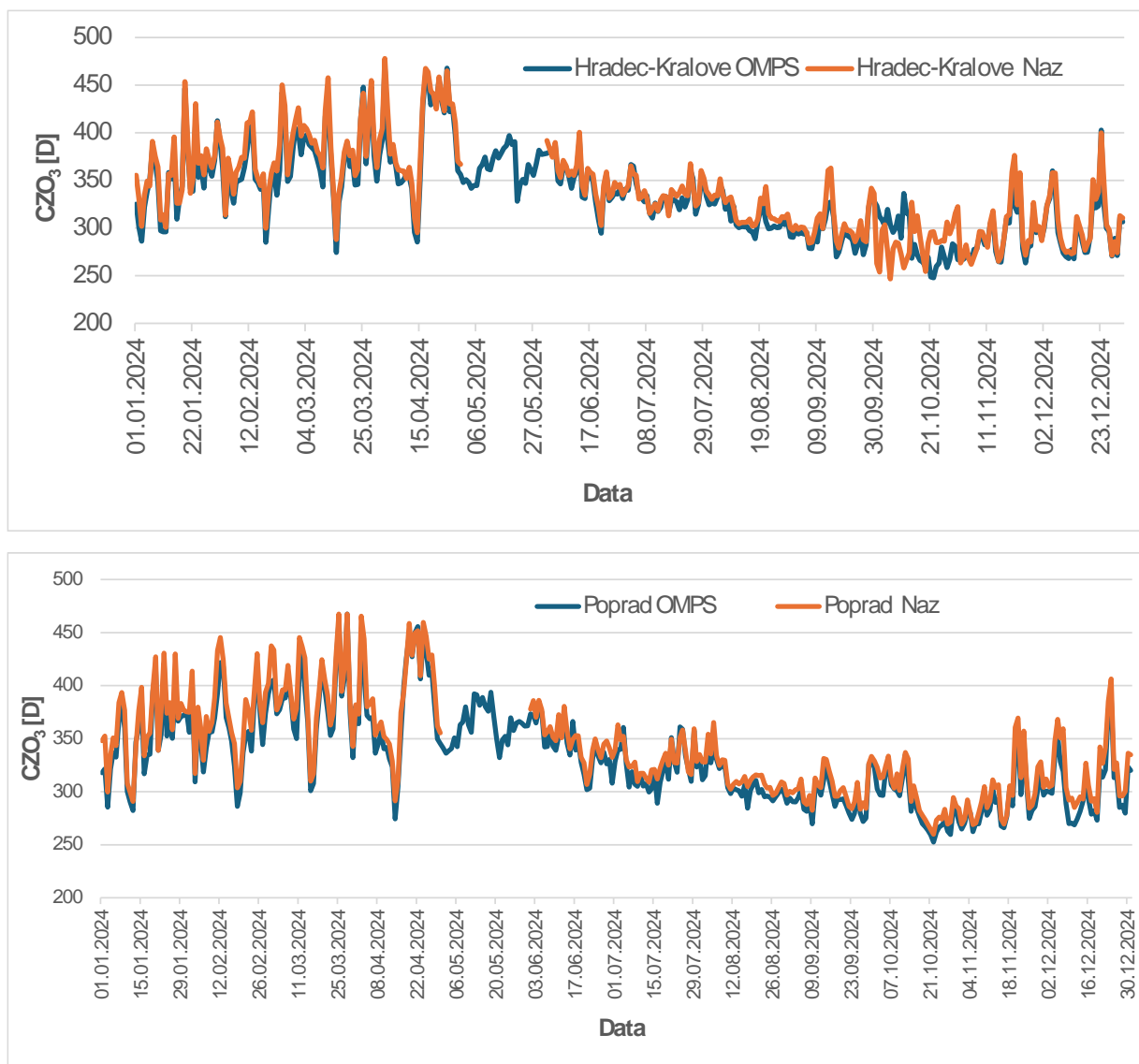
Porównanie wartości całkowitej zawartości ozonu wyznaczonej z danych satelitarnych i z danych pochodzących ze stacji pomiarów naziemnych pokazano na rysunku 6. Dla wszystkich stacji z wyjątkiem Hradec-Kralove otrzymano bardzo dobrą zgodność pomiędzy całkowitą zawartością ozonu wyznaczoną z danych satelitarnych OMPS oraz uzyskaną z pomiarów naziemnych. Współczynniki determinacji R^2 otrzymane dla poszczególnych stacji mieszczą się w przedziale od 0,91 dla Hradec-Kralove do 0,97 dla Popradu.



Rys. 6. Porównanie całkowitej zawartości ozonu wyznaczonej z danych satelitarnych czujnika OMPS oraz zmierzonej spektrofotometrem dla stacji w Belsku, Hradec-Kralove, Hohenpeissenbergu oraz Popradzie w 2024 roku. Liniją kropkowaną zaznaczono krzywą regresji liniowej

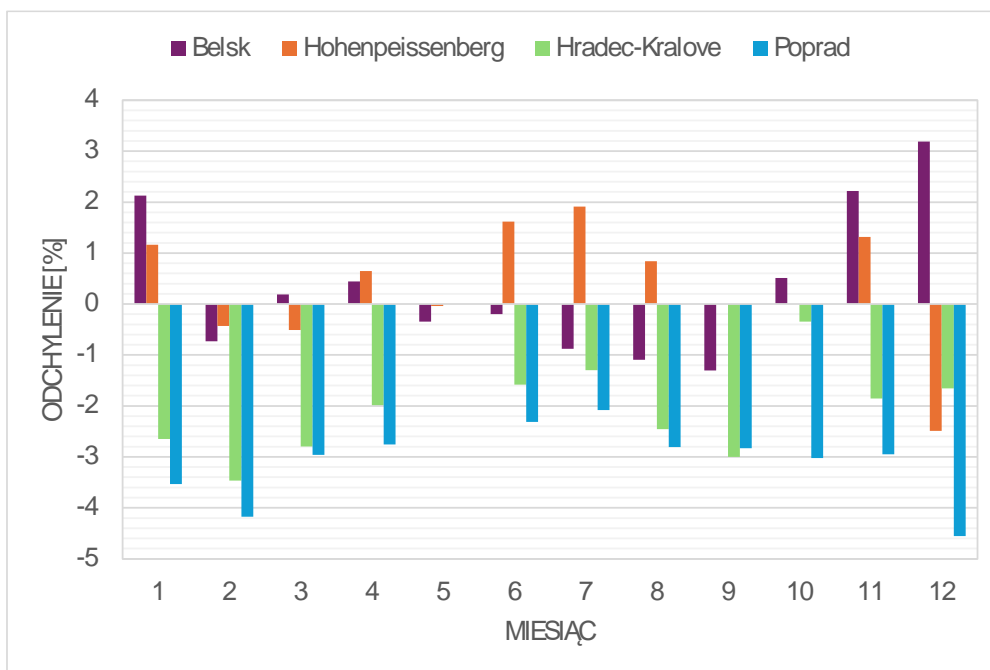
Przebiegi roczne CZO_3 wyznaczonej z danych satelitarnych oraz zmierzonej na analizowanych stacjach pokazano na rysunku 7. Charakteryzują się one typową zmiennością, z większymi wartościami wiosną i niższymi jesienią, z wyjątkiem kilku dni w lutym i marcu 2024, kiedy dla obu źródeł danych widoczne są wyraźne spadki CZO_3 . O ile dla stacji Belsk i Hohenpeissenberg otrzymano bardzo dobrą zgodność pomiędzy serią satelitarną i naziemną, to dla stacji Hradec-Kralove widoczne są większe rozbieżności pomiędzy serią satelitarną i naziemną w październiku. Ponadto, dla stacji Poprad i Hradec-Kralove widoczne jest systematyczne zaniżanie wartości CZO_3 przez pomiar satelitarny, co ma również swoje odzwierciedlenie w rozkładzie średnich miesięcznych różnic procentowych przedstawionych na rysunku 8.





Rys. 7. Przebiegi roczne całkowitej zawartości ozonu wyznaczonej z danych satelitarnych czujnika OMPS oraz zmierzonej spektrofotometrem dla stacji w Belsku, Hohenpeissenbergu, Hradec-Kralove oraz Popradzie w 2024 roku

Na rysunku 8 przedstawiono rozkład średnich miesięcznych różnic procentowych pomiędzy CZO₃ wyznaczoną z danych OMPS i zmierzoną na analizowanych stacjach. Dla całego okresu średnie miesięczne różnice procentowe dla Popradu i Hradec-Kralove były ujemne, co świadczy o występowaniu błędów systematycznych dla tych dwóch stacji. W przypadku Belska i Hohenpeissenbergu otrzymany rozkład średnich różnic procentowych nie wskazuje na występowanie takich błędów.



Rys. 8. Rozkład odchylenia średnich miesięcznych wartości całkowitej zawartości ozonu wyznaczonych dla Belska, Hohenpeissenbergu, Hradec-Kralove i Popradu wyznaczonych z danych satelitarnych OMPS od pomiarów naziemnych w roku 2024

W celu określenia dokładności metody wyznaczania zawartości ozonu z danych satelitarnych OMPS, obliczono średnią różnicę pomiędzy całkowitą zawartością ozonu wyznaczoną z danych satelitarnych i naziemnych, średnią różnicę bezwzględną, korelację oraz błąd procentowy metody. Wyniki przedstawione zostały w tabeli 6.

Tabela 6. Wyniki porównania pomiędzy zawartością ozonu wyznaczoną z danych S-NPP/OMPS i zmierzoną spektrofotometrem w 2024 r. dla stacji Belsk, Hohenpeissenberg, Hradec-Kralove oraz Poprad

	Korelacja	Średnia różnica [D]	Średnia różnica bezwzględna [D]	RMSE %
Belsk	0,981	1,22	6,59	2,72
Hohenpeissenberg	0,984	-0,76	5,87	2,31
Hradec-Kralove	0,956	-7,21	10,78	4,68
Poprad	0,986	-10,51	10,87	3,92

Dla wszystkich czterech stacji otrzymano wysoką korelację pomiędzy serią danych satelitarnych i naziemnych, jednak już średni błąd procentowy (RMSE) charakteryzuje się większym zróżnicowaniem: dla Hradec-Kralove i Popradu jest on wyraźnie wyższy niż dla stacji w Belsku i Hohenpeissenbergu (Tab. 6). Biorąc pod uwagę fakt, że błąd procentowy dla stacji w Belsku i Hohenpeissenbergu jest zbliżony do błędów

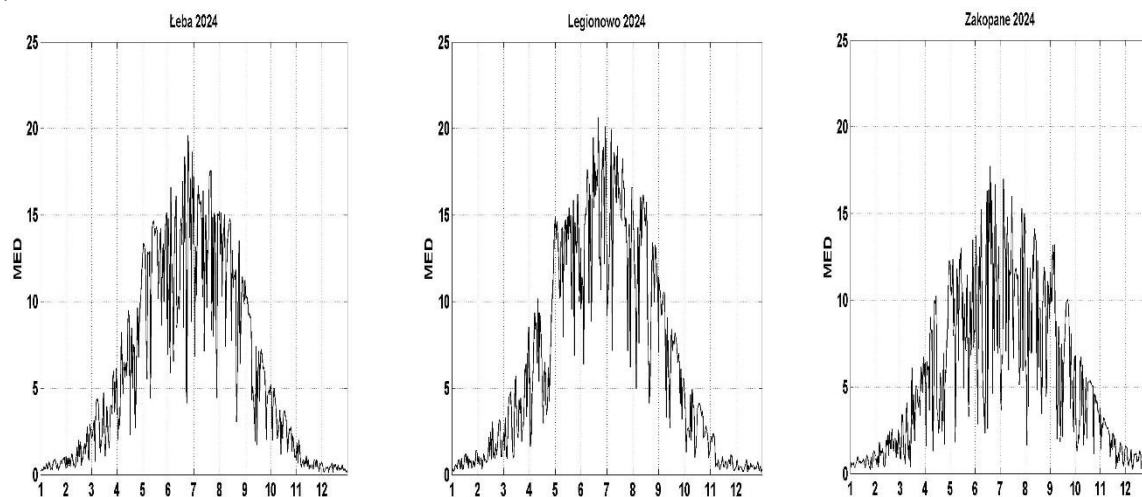
procentowych otrzymanych w latach ubiegłych, można zakładać, że pogorszenie się wyników dla stacji w Hradec-Kralove oraz Popradzie może mieć w większym stopniu związek z jakością pomiarów naziemnych niż z dokładnością wyznaczania CZO_3 z danych OMPS. Niemniej jednak, biorąc po uwagę czas pracy czujnika OMPS na satelicie S-NPP (ok. 12 lat), czujnik ten może ulegać degradacji. W kolejnych latach satelitarny monitoring ozonu będzie mógł się opierać na danych z nowszych satelitów wyposażonych w czujnik OMPS, tj. NOAA-20 i NOAA-21.

2.5 Promieniowanie UV-B zmierzone na sieci monitoringu w 2024 roku

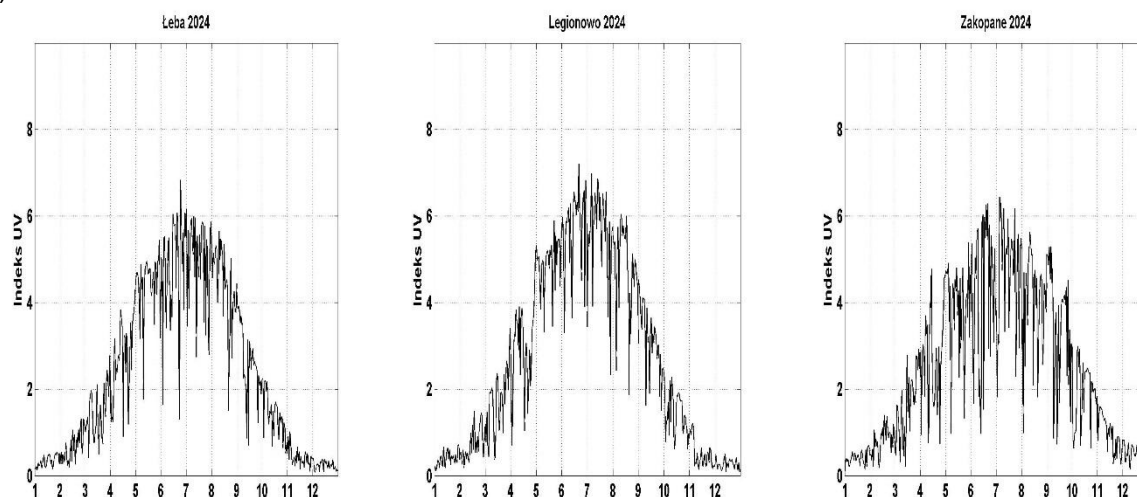
Pomiary rumieniowo czynnego promieniowania UV-B wykonywane są w sieci monitoringu IMGW-PIB od połowy 1993 r. z wykorzystaniem przyrządów UV Biometer Model 501 (SL501) firmy Solar Light, zainstalowanych na stacjach w Łebie, Legionowie i Zakopanem.

Poniżej przedstawiono wartości dawek dziennych UV-B [MED] i Indeksu UV (UVI) zmierzone na stacjach IMGW-PIB w 2024 roku (Rys. 9).

a)

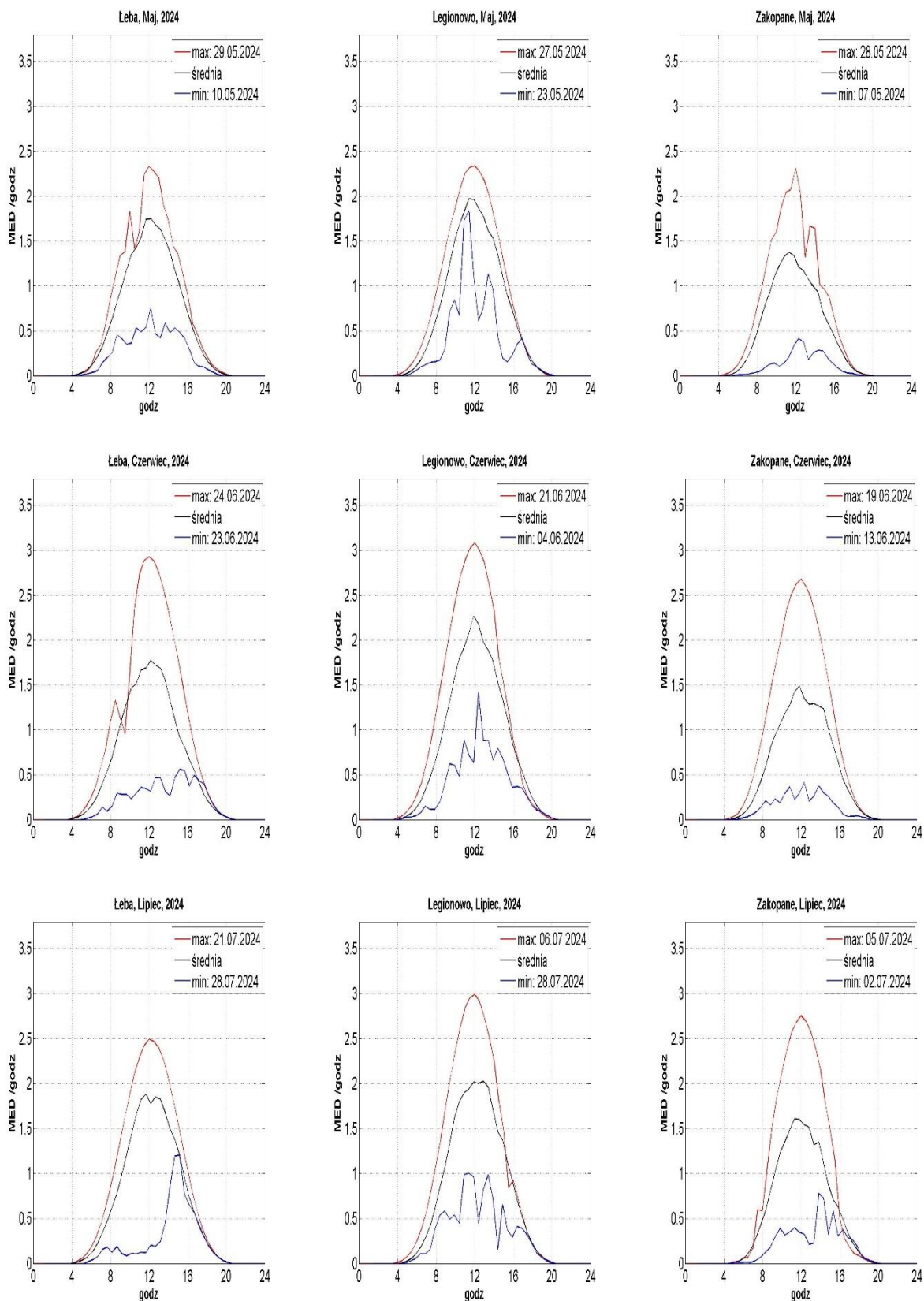


b)

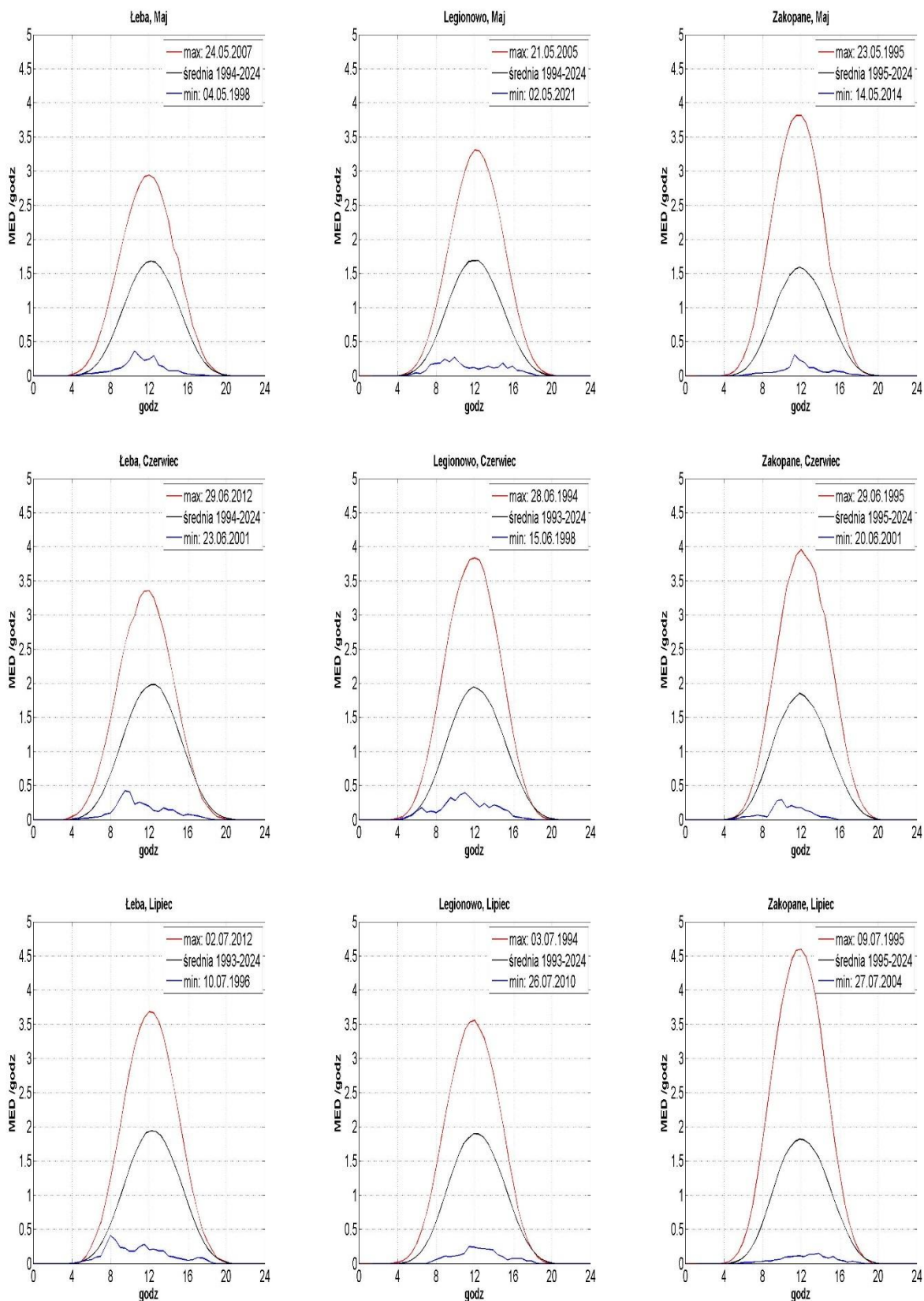


Rys. 9. Wartości dawek dziennych UV-B [MED] (a) i Indeksu UV (b) z czujników SL501 w Łebie, Legionowie i Zakopanem w 2024 r.

Stacje monitoringu UV-B w IMGW-PIB ułożone są południkowo. Gdyby nie zróżnicowanie ilości chmur, ozonu i aerozoli, ilość promieniowania UV-B docierającego do powierzchni Ziemi powinna być największa dla stacji Zakopane a najmniejsza dla Łeby. Górskie położenie stacji w Zakopanem powoduje, że wraz z nadejściem okresu ciepłego zaczynają rozwijać się tam procesy konwekcyjne sprzyjające powstawaniu chmur. Natomiast nad położoną nad Bałtykiem stacją w Łebie często napływa powietrze z północy z małą ilością aerozoli. W efekcie w pomiarach obserwuje się często odwrócenie rozkładu geograficznego promieniowania, tzn. największe promieniowanie występuje w Łebie a najmniejsze w Zakopanem. Maksymalne promieniowanie obserwuje się przy bezchmurnym niebie. Dlatego rozkład geograficzny maksimumów dobowych promieniowania, charakteryzowanym przez Indeks UV jest na ogół południkowy. Dla 2024 taki rozkład obserwowany był jedynie pod koniec roku, dla września, października i grudnia (Tabela 7, Rys. 10, Rys. 11). Dla średnich dobowych rozkład geograficzny występował w chłodnych miesiącach, na początku roku, w styczniu i lutym oraz od października do grudnia. Dla pozostałych miesięcy, poza październikiem, dawki dobowe były większe w Legionowie niż w Łebie, a najmniejsze w Zakopanem. Miesięczne maksima dobowe układały się geograficznie we wrześniu, listopadzie i grudniu. W miesiącach letnich oraz w kwietniu, promieniowanie w Zakopanem zaburzało rozkład geograficzny i było najmniejsze spośród trzech stacji. Wyjątkowo, w październiku maksimum dobowe w Łebie było większe niż w Legionowie.



Rys. 10. Średnie, maksymalne i minimalne przebiegi dobowe promieniowania UV-B [MED/h] zmierzono przyrządami SL501 w maju, czerwcu i lipcu 2024 r.



Rys. 11. Średnie, maksymalne i minimalne przebiegi dobowe promieniowania UV-B [MED/h] zmierzony przyrządami SL501 w maju, czerwcu i lipcu dla całej serii pomiarowej od 1993 do 2024 r.

Tabela 7. Dienne – średnie, maksymalne i minimalne dawki UV-B oraz miesięczne dawki promieniowania UV-B (w MED) zmierzonych przyrządami SL501 w 2024 r.

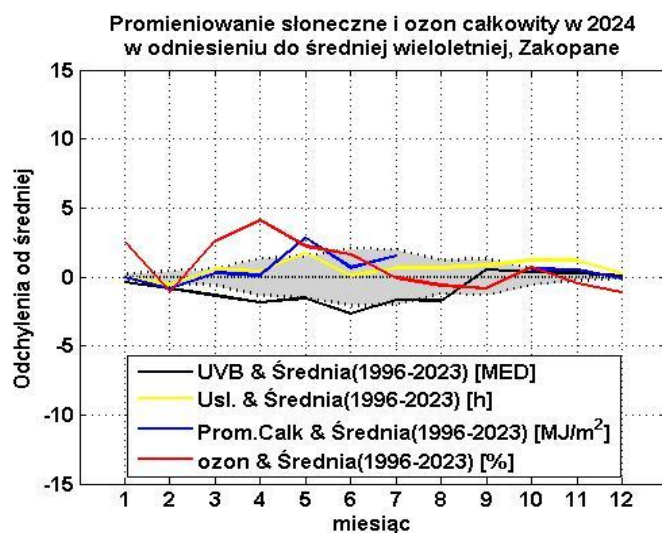
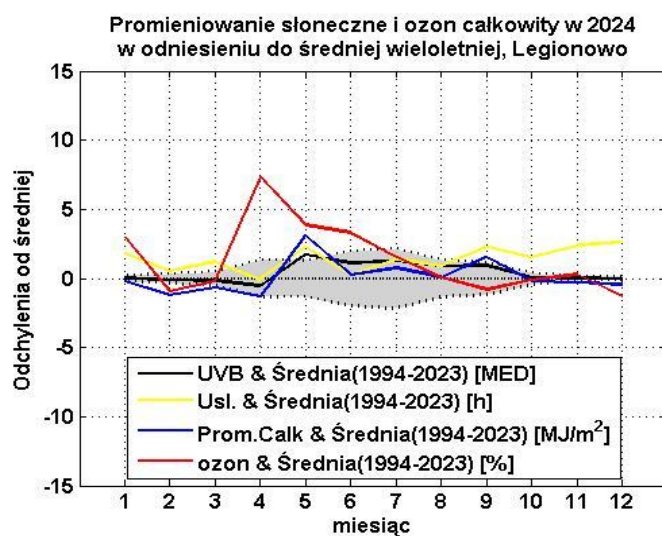
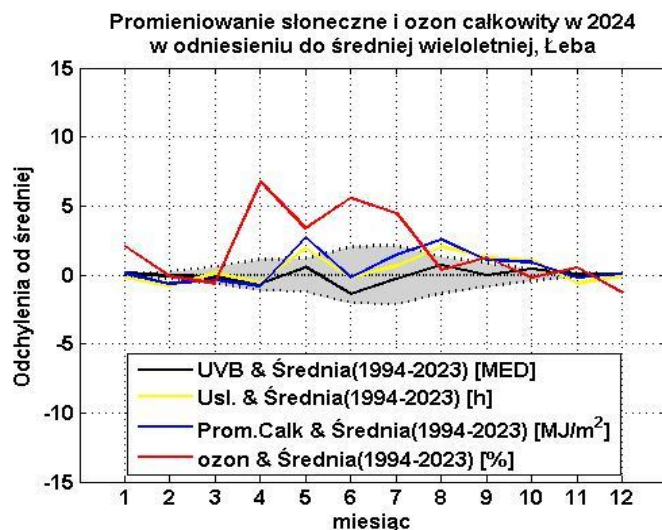
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Łeba												
Śr. Dobowe	0,5	1,2	3,2	6,5	12,0	12,6	13,2	11,3	6,2	2,8	0,7	0,4
Max. Dob.	1,0	2,9	6,1	11,7	15,2	19,6	17,5	15,1	11,1	5,2	2,0	0,7
Min. Dob.	0,2	0,4	0,8	2,0	4,4	4,1	4,5	3,1	1,7	1,0	0,2	0,1
Dawka mies.	16,2	33,4	99,3	194,6	371,2	379,1	407,9	349,5	186,7	86,6	21,7	11,5
Legionowo												
Śr. Dobowe	0,6	1,3	3,6	6,8	13,0	14,8	14,5	11,6	7,4	2,8	0,9	0,4
Max. Dob.	1,4	3,2	8,5	14,1	16,2	20,6	20,0	16,2	11,4	4,9	2,3	0,9
Min. Dob.	0,2	0,3	0,9	1,6	6,9	6,4	6,2	4,1	2,7	1,0	0,2	0,2
Dawka mies.	20,1	38,8	111,1	202,6	403,2	444,3	448,1	359,4	220,5	87,9	26,9	13,0
Zakopane												
Śr. Dobowe	0,7	1,4	3,4	6,0	8,9	10,0	10,6	8,9	7,3	3,9	1,8	0,9
Max. Dob.	1,3	2,6	6,7	12,3	13,5	17,7	17,0	14,1	13,2	6,8	3,8	1,6
Min. Dob.	0,1	0,4	0,4	1,3	1,8	2,3	3,7	1,7	1,9	1,1	0,3	0,1
Dawka mies.	20,6	39,9	103,9	178,8	276,2	301,3	328,0	276,0	219,2	121,2	55,4	29,1

Dla 2024 roku maksymalną dawkę miesięczną, 448,1 MED (Tabela 7) zmierzono w lipcu dla Legionowa. Maksymalną dawkę dobową, 20,63 MED zaobserwowano dla 21 czerwca w Legionowie. Maksymalne dawki dobowe dla Łeby i Zakopanego wystąpiły: 24 czerwca (Łeba, 19,60 MED) oraz 19 czerwca (Zakopane, 17,72 MED). Maksymalne sumy miesięczne zmierzono dla Łeby i Zakopanego w lipcu, odpowiednio 407,9 MED oraz 328,0 MED.

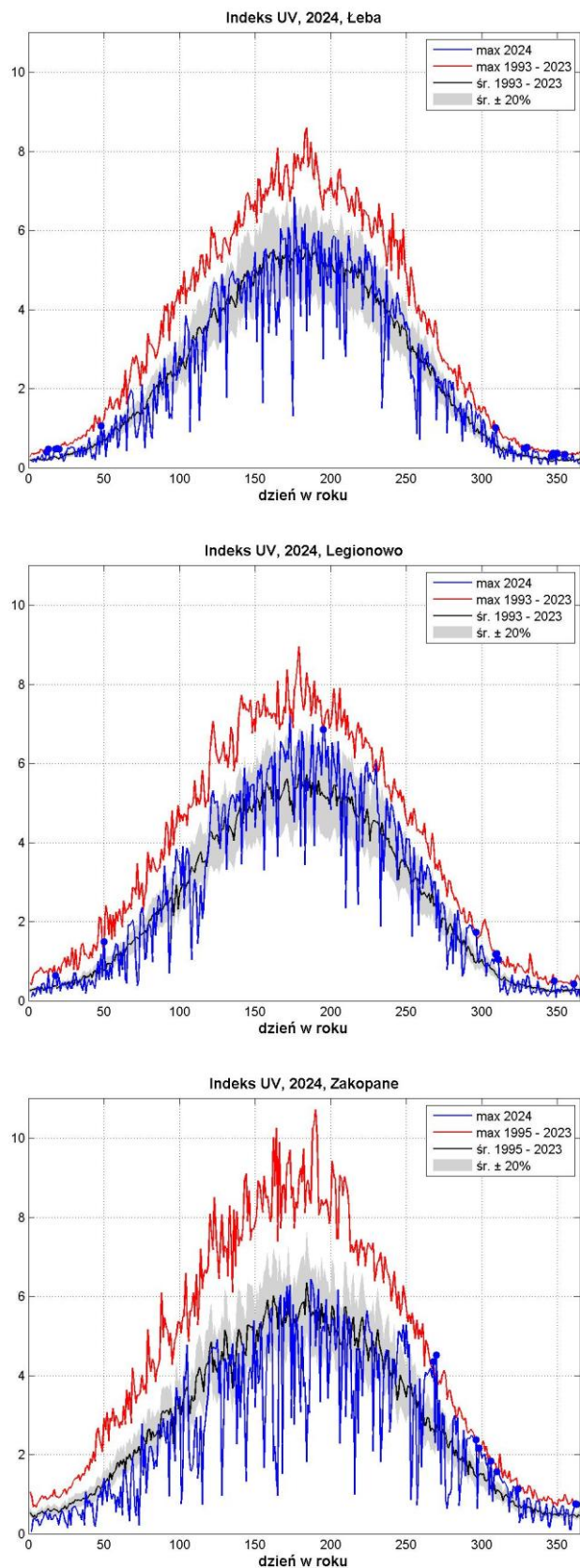
Ilość promieniowania UV docierającego do powierzchni Ziemi zależy od wielu czynników. Dlatego do oceny przyczyn jego zmiany wykorzystano prowadzone równolegle do monitoringu UV pomiary promieniowania całkowitego i usłonecznienia. Wielkości te pozwalają pośrednio wnioskować o zmianach promieniowania UV. Promieniowanie całkowite jest w zakresie od UV, poprzez zakres promieniowania widzialnego aż do bliskiej podczerwieni. Ze względu na duży zakres widma słonecznego jaki ono obejmuje oraz fakt, że w tym zakresie długości fal ozon głównie oddziałuje w niewielkim zakresie (UV-B), można promieniowanie całkowite traktować jako niezależne od ilości ozonu. Na ilość promieniowania całkowitego, podobnie jak na UV mają wpływ aerozole. Im aerozoli jest więcej tym promieniowania słonecznego dociera mniej. Natomiast usłonecznienie dobrze identyfikuje dni z bezchmurną pogodą. Na rysunku 17 porównano średnie miesięczne wartości promieniowania UV-B, promieniowania całkowitego, ozonu i usłonecznienia

w odniesieniu do średnich wieloletnich dla Łeby, Legionowa i Zakopanego. Z punktu widzenia monitoringu UV najbardziej istotne są miesiące gdy promieniowanie UV osiąga duże wartości.

W 2024 roku promieniowanie UV-B na ogół było mniejsze lub oscylowało w obszarze średniej wieloletniej. Szczególnie dobrze to widać dla Zakopanego, gdzie dopiero większe wartości promieniowania pojawiły się w drugiej połowie roku, od września. Niskie promieniowanie UV-B w pierwszej połowie roku jest skorelowane z większą od średniej wieloletniej ilością ozonu całkowitego a dodatkowo w lutym większym zachmurzeniem, co można wnioskować na podstawie pomiarów usłonecznienia i promieniowania całkowitego. Podwyższone wartości ozonu najdłużej utrzymywały się dla Łeby, aż do lipca.



Rys. 12. Odchylenie od średniej wieloletniej promieniowania UV-B, promieniowania całkowitego, ozonu całkowitego i usłonecznienia w 2024 r. Szary obszar reprezentuje zmienność promieniowania UV-B w granicach $\pm 1\sigma$. Średnie wieloletnie wartości ozonu całkowitego obliczone na podstawie danych satelitarnych



Rys. 13. Przebiegi roczne Indeksu UV z 2024 roku dla stacji w Łebie, Legionowie i Zakopanem na tle średniego oraz maksymalnego Indeksu UV od początku pomiarów do 2023 roku dla każdej stacji. Niebieskie punkty oznaczają ekstremalne wartości w serii dla danego dnia roku zmierzone w 2024 roku

Promieniowanie UV docierające do powierzchni Ziemi potrafi spaść prawie do zera przy bardzo gęstych chmurach a tuż po ich przejściu gwałtownie wzrosnąć. Dawka dzienna, czyli suma dobowa promieniowania takiego dnia nie będzie wysoka mimo to, tego dnia można doznać oparzeń słonecznych. Dla uwzględnienia tego zagrożenia wprowadzono definicję Indeksu UV, czyli maksymalnej półgodzinnej wartości promieniowania rumieniowego UV-B w ciągu dnia. Użyte w definicji promieniowanie rumieniowe odpowiada czułości ludzkiej skóry. Gdy Indeks UV wynosi 6, co jest dość typową wartością w ciągu lata w Polsce, wystarczy około 40 minut opalania się człowieka ze średnio-wrażliwą skórą, aby wystąpił rumień.

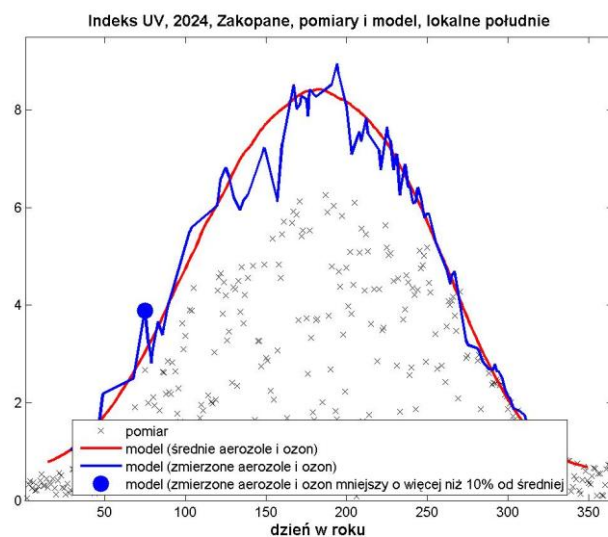
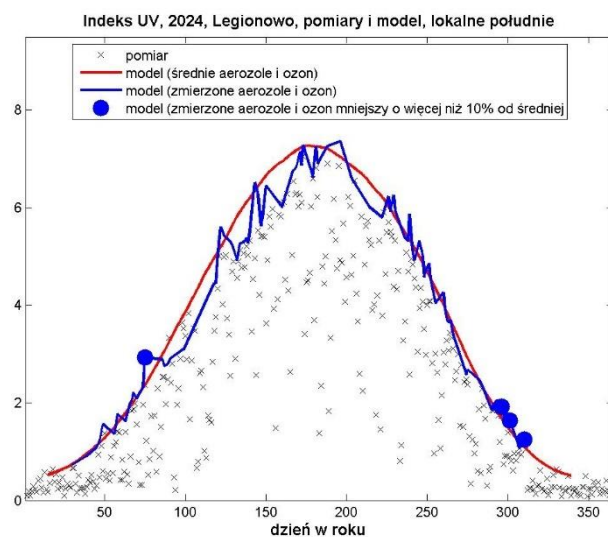
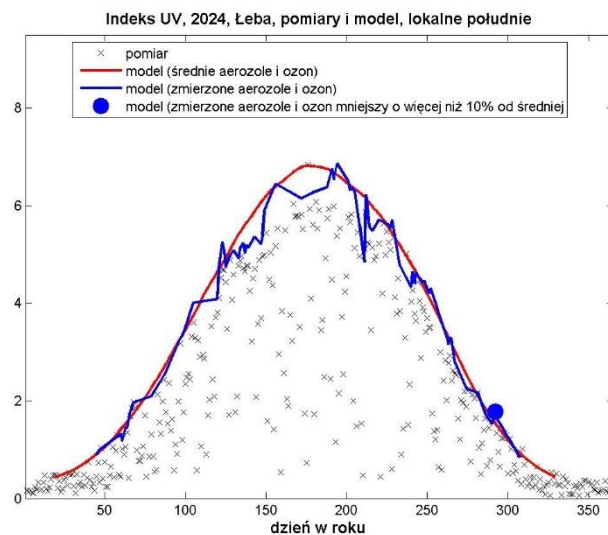
Na rysunku 13 przedstawiono przebieg roczny Indeksu UV z 2024 roku na tle średniego oraz maksymalnego Indeksu UV z okresu od 1993 (Zakopane od 1995) do 2023 roku dla każdej ze stacji.

W roku 2024 podwyższone wartości Indeksu UV obserwowano na trzech stacjach od końca lata do końca roku oraz w mniejszym stopniu na początku roku dla Łeby i Legionowa. W tych okresach Indeks UV znacząco przekraczał wartości średnie i nawet, w pojedynczych dniach, występowały wartości ekstremalne w seriach pomiarowych. W szczególności dla Zakopanego, od sierpnia do września w szeregu dniach zaobserwowano ekstremalne wartości Indeksu UV. W mniejszym stopniu, w tym okresie, ekstremalne UV wystąpiło także w pojedynczych dniach w Legionowie i Łebie. Wyróżniają się też pomiary Indeksu UV dla Zakopanego i Łeby, z lutego oraz w pojedynczych dniach w styczniu i grudniu kiedy obserwowano ekstremalne promieniowanie. W pozostałych miesiącach wartości Indeksu UV były na ogół zbliżone do typowych wartości. Największe wartości Indeksu UV na stacjach IMGW-PIB w 2024 roku zmierzono odpowiednio: 21 czerwca w Legionowie (UVI 7,2), 24 czerwca w Łebie (UVI 6,8) i 5 lipca w Zakopanem (UVI 6,4).

Rozdzielenie wpływu chmur, ozonu i aerozoli na docierające do powierzchni Ziemi promieniowanie UV jest złożonym zagadnieniem, zwłaszcza gdy w danych lokalizacjach są dostępne jedynie pomiary za pomocą biernej teledetekcji. Obecność chmur zmniejsza dokładność wyznaczenia ozonu a pomiar aerozoli czyni praktycznie niemożliwym. Nawet w przypadkach gdy jest bezchmurne niebo własności optyczne aerozoli są wyznaczane zwykle dla dłuższych długości fal niż UV. Nieliczne pomiary w zakresie UV używane do wyznaczania aerozoli są zwykle mało dokładne. W efekcie niewiele jest danych gdy mamy dobrej jakości równoczesny pomiar ozonu, aerozoli oraz potrafimy w miarę dobrze ocenić efekt jaki dają chmury. Poniżej umieszczone wykresy zostały tak przygotowane aby wyjaśnić przyczyny dużego wzrostu promieniowania UV

w poszczególnych dniach. Korzystając z pomiarów satelitarnych, ozonu całkowitego i aerozoli z 2024 roku obliczono, używając model transferu promieniowania słonecznego FastRT wartości Indeksu UV dla bezchmurnego nieba dla lokalnego południa (Rys. 14). Podobne obliczenie wykonano dla danych uśrednionych ozonu całkowitego i aerozoli 30-dniową średnią biegnącą z okresu 2005-2023. Na rysunku umieszczono również pomiary Indeksu UV z 2024 roku. Zestawienie wartości z wybranego roku ze średnią wieloletnią pozwala wyróżnić dni o nietypowo dużych wartościach promieniowania. Natomiast modelowanie FastRT pozwala ocenić czy zwiększone promieniowanie da się wytłumaczyć mniejszą ilością ozonu i aerozoli. Domyślnie zakłada się, że duże wartości promieniowania odpowiadają pomiarom przy bezchmurnym niebie. Dodatkowo niebieskimi kropkami wyróżniono dni, w których ilość ozonu była mniejsza od średniej wieloletniej co najmniej o 10%. Dzięki temu można zlokalizować dni, w których duży wzrost promieniowania można wytłumaczyć dużymi spadkami ozonu. Pozostałe dni z dużymi wielkościami promieniowania można tłumaczyć spadkami ilości aerozoli.

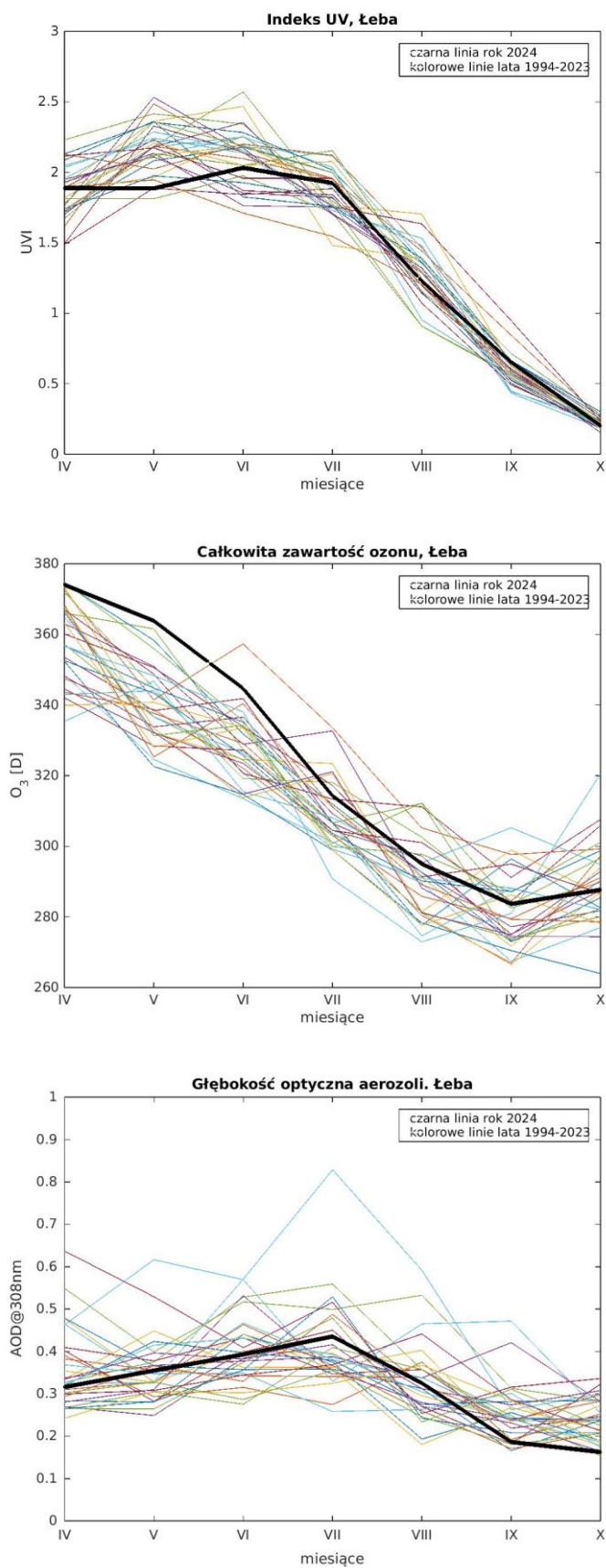
W 2024 roku na uwagę zasługują pomiary z jesieni dla Łeby i Legionowa, gdzie podwyższone promieniowanie (niebieskie kropki) można uzasadnić mniejszą od średniej ilością ozonu całkowitego. Występujące w pozostałym okresie duże zachmurzenie spowodowało, że promieniowanie obliczane modelowo przy założeniu bezchmurnego nieba nie znalazło odzwierciedlenia w pomiarach.



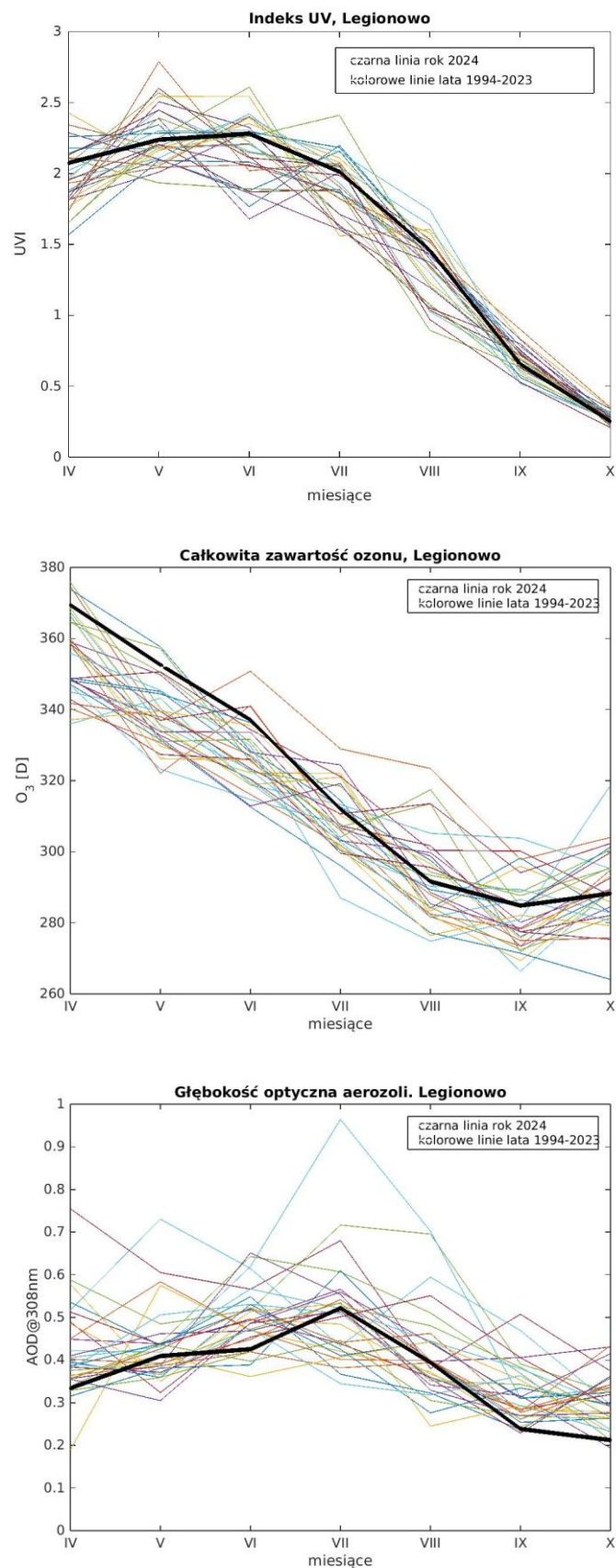
Rys. 14. Przebiegi roczne Indeksu UV z 2024 roku obliczonego z wykorzystaniem modelu transferu promieniowania słonecznego FastRT dla stacji w Łebie, Legionowie i Zakopanem z wykorzystaniem pomiarów satelitarnych ozonu całkowitego i aerozoli 2005-2024

Pomiary promieniowania UV-B w 2024 roku oraz wcześniejszych latach na stacjach IMGW-PIB

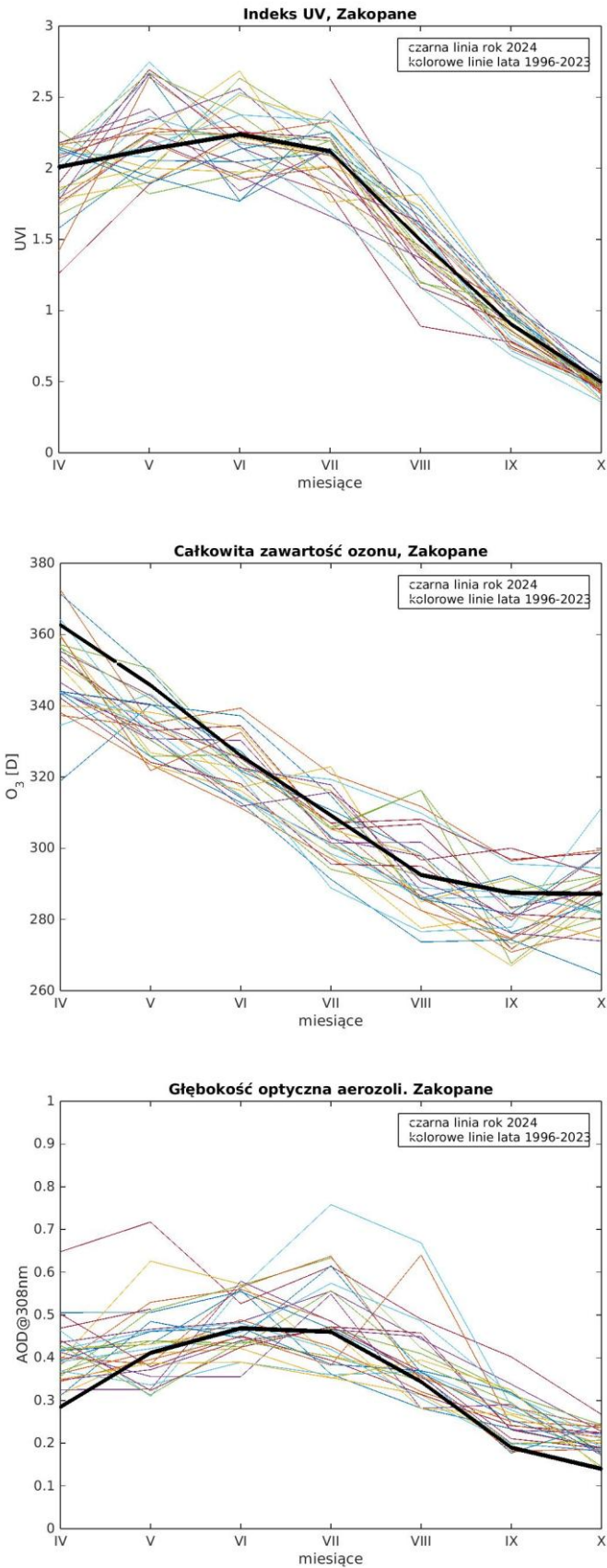
Regularne kalibracje międzynarodowe w Obserwatorium Fizyczno – Meteorologicznym / Światowym Centrum Promieniowania (PMOD/WRC) w Davos (Szwajcaria) czujników Solar Light SL501 używanych na stacjach IMGW-PIB zaczęły się około 2005 roku. Wcześniej używano jedynie pomiarów porównawczych z czujnikiem traktowanym jako referencyjny, wzorcowanym podczas porównań międzynarodowych oraz dla danych z początku serii pomiarowej w latach 90-tych z założenia że nowo kupione czujniki miały parametry deklarowane przez producenta. Dlatego do analizowania tendencji promieniowania na stacjach niezbędne jest wykonanie tzw. homogenizacji, gdzie skorygowane zostaną dane z początku pomiarów. Dane dla każdego z czujników zostały porównane dla warunków bezchmurnego nieba z promieniowaniem obliczonym z użyciem modelu transferu promieniowania słonecznego, libradtran (Mayer and Kylling 2005). Jako sytuacje bezchmurne przyjęto takie, gdy występowało pełne usłonecznienie uzyskane z równolegle prowadzonych na stacjach pomiarów aktynometrycznych. Do obliczeń użyto dane z re-analiz MERRA-2 o ozonie całkowitym i aerozoluach z NASA Goddard Earth Sciences Data and Information Services Centre (GES DISC). Na rysunkach 15-17 przedstawiono serię danych po przeliczeniu dla miesięcy od kwietnia do października.



Rys. 15. Średnie miesięczne od kwietnia do października Indeksu UV, całkowitej zawartości ozonu i głębokości optycznej aerozoli z 2024 roku na tle serii z lat 1994-2023 dla stacji Łeba



Rys. 16. Średnie miesięczne od kwietnia do października Indeksu UV, całkowitej zawartości ozonu i głębokości optycznej aerozoli z 2024 roku na tle serii z lat 1994-2023 dla stacji Legionowo



Rys. 17. Średnie miesięczne od kwietnia do października Indeksu UV, całkowitej zawartości ozonu i głębokości optycznej aerozoli z 2024 roku na tle serii z lat 1996-2023 dla stacji Zakopane

Na wykresach Indeksu UV (Rys. 15-17) widać, że promieniowanie UV w 2024 roku było średnie lub mniejsze, jak w przypadku Łeby, od typowego mierzonego na trzech stacjach IMGW-PIB. Niewiele większe od średniego było tylko dla Legionowo w drugiej połowie roku. Patrząc na wykresy ozonu całkowitego można przypuszczać, że jedną z przyczyn była większa od typowej ilość ozonu całkowitego (widoczne dla trzech stacji od kwietnia do połowy roku, najbardziej dla Łeby). Wpływu ilości ozonu na wielkość promieniowania UV nie zrekompensowała mniejsza od typowej ilość aerozoli dla Łeby i Zakopanego. Dla Zakopanego, do niskiej ilości promieniowania przyczyniło się duże zachmurzenie, co można wnioskować na podstawie rysunku 14, gdzie przedstawione zostało modelowane promieniowanie przy założeniu bezchmurnego nieba razem z pomiarami.

2.6 Wnioski

Polska jako strona Konwencji Wiedeńskiej o ochronie warstwy ozonowej oraz Protokołu Montrealskiego, konsekwentnie realizuje przyjęte zobowiązania mające na celu ochronę warstwy ozonowej poprzez kontrolę i eliminację substancji ją zubożających (ODS).

Zgodnie z Konwencją Wiedeńską, Polska zobowiązana jest do prowadzenia systematycznych pomiarów zawartości ozonu atmosferycznego i natężenia promieniowania UV-B w ramach Państwowego Monitoringu Środowiska. Natomiast Protokół Montrealski nakłada obowiązek redukcji i eliminacji emisji substancji kontrolowanych, których obecność w atmosferze stanowi kluczowe zagrożenie dla integralności warstwy ozonowej. Niewywiązywanie się z tych postanowień mogłoby znacząco spowolnić, a nawet uniemożliwić regenerację warstwy ozonowej.

Dzięki działaniom realizowanym w ramach Protokołu Montrealskiego udało się znacząco ograniczyć emisję ODS, co przyczynia się do powolnej regeneracji warstwy ozonowej w stratosferze. Szacuje się, że ograniczenie emisji tych substancji pozwoli uniknąć wzrostu średniej temperatury globalnej o około 0,5–1°C do połowy XXI wieku w porównaniu do scenariusza braku kontroli.

Stan warstwy ozonowej nad Antarktydą wykazuje oznaki regeneracji dzięki ograniczeniu emisji freonów (CFC) w ramach Protokołu montrealskiego, a obserwacje wskazują na powolne, ale systematyczne zmniejszanie się zasięgu i głębokości dziury ozonowej od początku XXI wieku.

Bardzo wyraźne oznaki regeneracji warstwy ozonowej są także widoczne na półkuli północnej, zwłaszcza tam, gdzie występuje naturalne maksimum koncentracji ozonu –

w średniej stratosferze. Obszar ten, wcześniej silnie narażony na zimową destrukcję przez związki chloru i bromu pochodzące z freonów i halonów, obecnie wykazuje statystycznie istotny trend wzrostowy. Potwierdzają to m.in. analizy danych z sond ozonowych prowadzonych w Legionowie, wskazując na systematyczny wzrost stężenia ozonu od początku XXI wieku. Poprawa ta jest przede wszystkim efektem międzynarodowych działań ochronnych, takich jak Protokół Montrealski, który ograniczył emisję substancji zubożających warstwę ozonową.

Jednocześnie na obserwowany wzrost stężenia ozonu istotny wpływ mają zmiany w dynamice atmosfery. Szczególną rolę odgrywa cyrkulacja Brewer–Dobsona – globalny system przepływu powietrza w stratosferze, który transportuje ozon z obszarów tropikalnych ku wyższym szerokościom geograficznym. Zarówno wzrost stężenia CO₂, jak i okresy zwiększonej aktywności słonecznej mogą prowadzić do nasilenia tej cyrkulacji. W konsekwencji obserwuje się większy dopływ ozonu do stratosfery strefy umiarkowanej, co dodatkowo wspiera jej odbudowę. Tendencję tę potwierdzają obliczenia trendów ozonu nad Legionowem w latach 2001–2024, wskazujące, że wzrost koncentracji ozonu jest wynikiem zarówno ograniczenia emisji freonów, jak i zmian w transporcie atmosferycznym.

W pobliżu tropopauzy (granicy między troposferą a stratosferą), sytuacja jest bardziej złożona. Dane z Legionowa pokazują, że w tej warstwie trendy są bardziej zmienne i słabsze statystycznie, co wynika z większej podatności na krótkoterminowe zmiany dynamiki atmosferycznej – takie jak adwekcja mas powietrza, wahania wysokości tropopauzy czy wpływ fal planetarnych.

Warstwa ozonowa pochłania większość promieniowania UV-B, które może szkodzić ludziom, zwierzętom i roślinom. Dlatego jej stan ma znaczenie nie tylko naukowe, ale i środowiskowe. Mimo globalnych postępów w regeneracji ozonu, nad Antarktydą nadal pojawiają się sezonowe dziury ozonowe, powodujące wzrost promieniowania UV przy powierzchni. W latach 2022–2024 zaobserwowano, że sezon głębokiego ubytku ozonu trwał dłużej niż zwykle – aż do grudnia – co odbiega od wcześniejszych wzorców sezonowości. Jednym z czynników mogła być erupcja Hunga Tonga, która dostarczyła do stratosfery rekordowe ilości pary wodnej, zwiększając obecność PSC i tym samym sprzyjając reakcjom niszczącym ozon. Przedłużające się dziury ozonowe oraz wpływ zmieniającego się klimatu podkreślają znaczenie ciągłego i precyzyjnego monitoringu atmosfery.

Nieprzerwany monitoring ozonu na stacjach naziemnych takich jak Belsk czy Legionowo dostarcza wysokiej jakości dane lokalne, które wspierają walidację

pomiarów satelitarnych i umożliwiają analizę długoterminowych trendów ozonu nad Polską.

W 2024 warstwa ozonowa nad Europą Środkową była stabilna i wzmocniona przez czynniki dynamiczne i meteorologiczne. Stabilny wir polarny w zimie zapobiegł destrukcji ozonu, a efektywna cyrkulacja Brewera–Dobsona doprowadziła wiosną do podwyższonych wartości CZO₃. Zarówno pomiary satelitarne, jak i profile ozonu potwierdzają, że latem poziom ozonu utrzymywał się na normalnym lub nieco podwyższonym poziomie, bez epizodów ubytków.

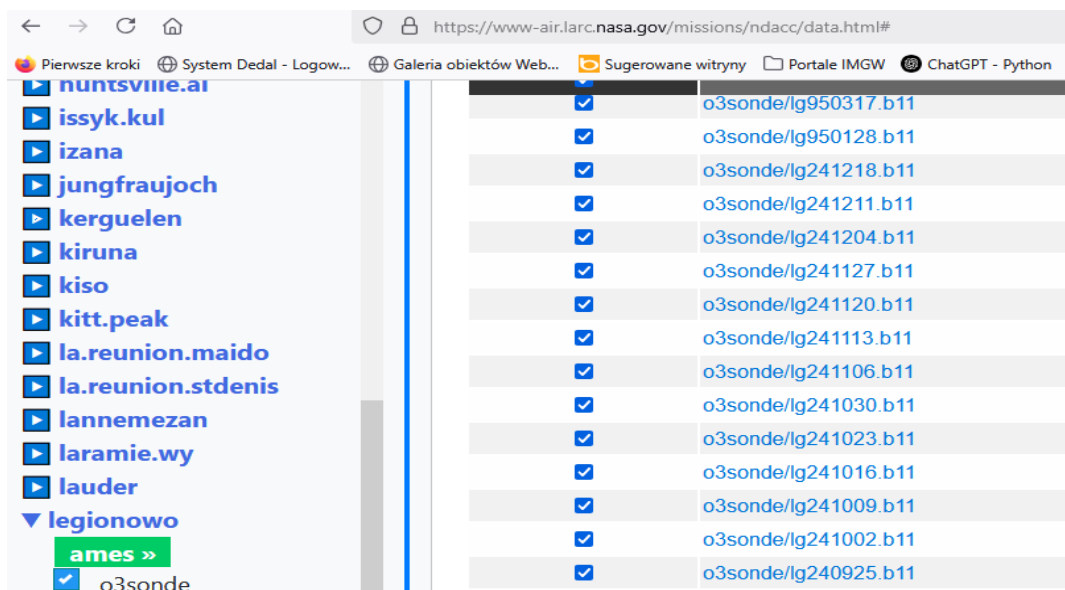
W 2024 roku promieniowanie UV-B na ogół było mniejsze lub oscyloowało w obszarze średniej wieloletniej. Maksymalną dawkę miesięczną, 448,1 MED zmierzono w lipcu dla Legionowa. Maksymalną dawkę dobową, 20,63 MED zaobserwowano dla 21 czerwca w Legionowie. Maksymalne dawki dobowe dla Łeba i Zakopanego wystąpiły: 24 czerwca (Łeba, 19,60 MED) oraz 19 czerwca (Zakopane, 17,72 MED). Maksymalne sumy miesięczne zmierzono dla Łeba i Zakopanego w lipcu, odpowiednio 407,9 MED oraz 328,0 MED.

Największe wartości Indeksu UV na stacjach IMGW-PIB w 2024 roku zmierzono odpowiednio: 21 czerwca w Legionowie (UVI 7,2), 24 czerwca w Łebie (UVI 6,8) i 5 lipca w Zakopanem (UVI 6,4).

3. Opracowanie informacji dla odbiorców krajowych i międzynarodowych

Badanie globalnego procesu ubożenia warstwy ozonowej z natury rzeczy wymaga współpracy międzynarodowej. Polska jest sygnatariuszem Wiedeńskiej Konwencji o Ochronie Warstwy Ozonowej, zobowiązującej nas do monitorowania w Polsce ozonu atmosferycznego i promieniowania UV-B.

Od 1979 roku, sondaże ozonowe w Legionowie wykonuje się w systemie Światowego Monitoringu Ozonu WMO z podstawową częstotliwością 1 raz w tygodniu. Wykonuje się również dodatkowe sondaże związane z udziałem w projekcie MATCH badania chemicznego niszczenia ozonu w stratosferze w wirze polarnym. Wyniki sondaży ozonowych są systematycznie przekazywane do bazy Globalnej Sieci Detekcji Zmian Składu Atmosfery (NDACC) w Maryland, USA i do Światowej Bazy Danych Ozonu i UV (WOUDC) w Toronto, w Kanadzie. Od 2021 roku, po migracji bazy danych NDACC do nowego centrum obliczeniowego NASA LaRC, wyniki sondaży ozonowych po weryfikacji są dostępne publicznie, aktualnie do końca 2024 roku. (<https://www-air.larc.nasa.gov/missions/ndacc/data.html>):



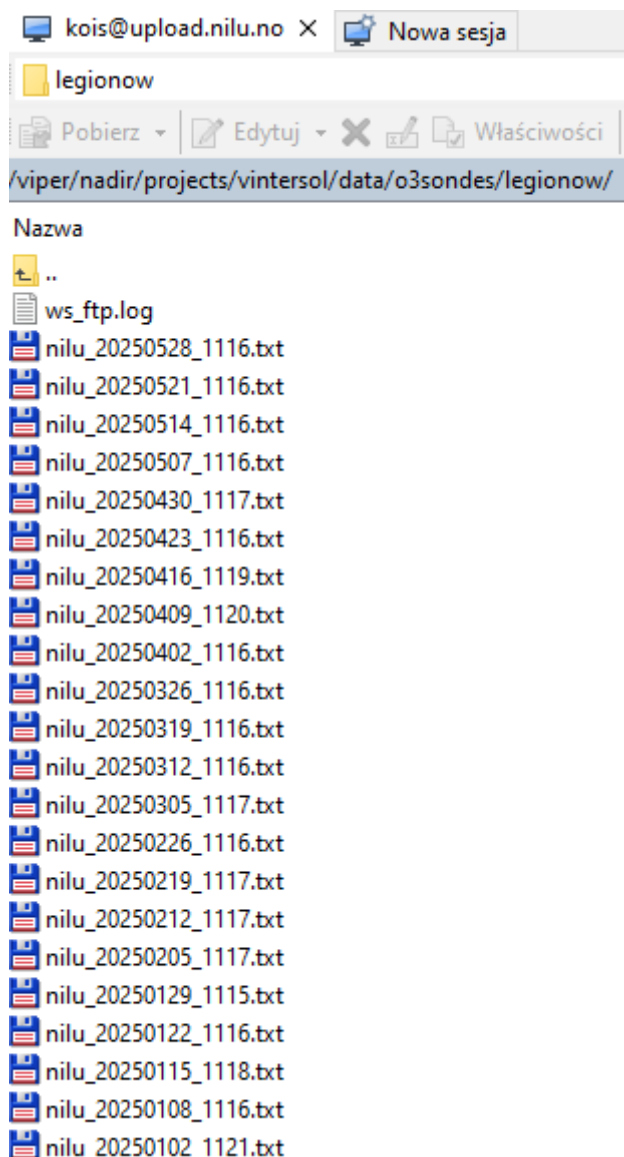
Rys. 18. Raport o danych sondazy ozonowych z Legionowa w bazie NDACC



Rys. 19. Raport o danych sondazy ozonowych z Legionowa w bazie WOUDC

Od 1994 roku wyniki sondazy są przekazywane regularnie do Bazy Danych w Norweskim Instytucie Badania Powietrza (NILU) w Oslo, w Norwegii, w ramach współpracy w programach Unii Europejskiej, dotyczących badania ozonu w stratosferze.

Wyniki sondaży ozonowych wysyłane są w trybie operacyjnym - po zakończeniu sondażu automatycznie generowana jest depesza w ustalonym formacie NILU zawierająca metadane oraz pionowe profile PTUW i O₃. Depesza ta w postaci pliku tekstowego LN jest po wstępnej kontroli danych przesyłana na serwer ftp w NILU. Na rysunku 20 przedstawiono fragment listingu zawartości serwera.



Rys. 20. Raport o danych przekazywanych do bazy NILU

Od 2005 roku stacja w Legionowie jest częścią sieci NDACC (ang. Network for the Detection of Atmospheric Composition Change – Globalna Sieć Detekcji Zmian Składu Atmosfery). Obliguje to nas do przesyłania na serwer NDACC plików w ustalonym formacie zawierających metadane oraz pionowe profile PTUW i O₃, oraz do corocznego raportowania pracy stacji. We wrześniu 2024 r. przesłano do NDACC raport roczny

dotyczący danych sond ozonowych z poprzedniego roku oraz zaktualizowany opis metadanych.

Dane dotyczące ciśnienia cząstkowego ozonu w atmosferze nad Legionowem z poprzedniego roku i w ujęciu retrospekcyjnym oraz dane o promieniowaniu UV-B z poprzedniego roku z sieci IMGW-PIB są zamieszczane w rocznikach Głównego Urzędu Statystycznego. Ostatni zestaw danych przekazano do GIOŚ w czerwcu 2024 roku.

Współpraca międzynarodowa

W dniu 28 czerwca 2024 roku, uczestniczono w Pierwszym Regionalnym Spotkaniu Roboczym dotyczące Implementacji Rekomendacji ASOPOS 2.0. Spotkanie zostało zorganizowane w formie webinarium i prowadzone przez ekspertów: Hermana Smita (FZJ-WCCOS) oraz Roelanda Van Malderena (RMI-QA/SAC Ozonesondes). Udział w webinarium wzięli przedstawiciele europejskich stacji sondażowych, którzy omawiali aktualne problemy pomiarowe oraz kluczowe wyzwania związane z sondażami ozonowymi, a także udzielali rekomendacji dotyczących przyszłych działań. Link do materiałów i szczegółowych informacji o spotkaniu jest dostępny na stronie: <https://www.wccos-josie.org/en/asopos>.

We wrześniu 2024 r. przesłano do Globalnej Sieci Detekcji Zmian Składu Atmosfery (NDACC) raport roczny dotyczący danych sond ozonowych z poprzedniego roku. Przesłano na serwer ftp zaktualizowane homogeniczne dane sondaży ozonowych z Legionowa do grudnia 2023 r. Dane zostały zarchiwizowane w formacie NASA Ames 2160.

4. Podsumowanie

W 2024 roku kontynuowano realizację programu monitoringu pionowego rozkładu ozonu, całkowitej zawartości ozonu oraz promieniowania UV-B w Polsce. W roku 2024 wykonywano rutynowe pomiary profili ozonu za pomocą sond unoszonych balonami zgodnie z tygodniowym harmonogramem. Łącznie na stacji w Legionowie wykonano 51 sondaży ozonowych co stanowi około 98%. Niewykonany 1 pomiar wynikał z awarii systemu radiosondażowego.

Stacje pomiarowe promieniowania UV-B w Łebie, Legionowie i w Zakopanem, wykorzystujące mierniki Solar Light UV biometer model 501, od utworzenia sieci monitoringu w 1993 r. pracują bez większych awarii. W roku 2024 program pomiarowy został wykonany w 100%.

W 2024 roku w Obserwatorium Fizyczno – Meteorologicznym / Światowym Centrum Promieniowania (PMOD/WRC) w Davos (Szwajcaria) przeprowadzono kalibrację czujnika SL501 #11119 z sieci IMGW-PIB. W ramach kalibracji wykonano laboratoryjne pomiary charakterystyk spektralnej i kątowej czujnika oraz porównanie ze spektrofotometrem wzorcowym. Dla czujnika został wydany certyfikat kalibracji.

Satelitarny monitoring całkowitej zawartości ozonu w 2024 roku, podobnie jak w latach ubiegłych, był prowadzony z wykorzystaniem danych satelitarnych z czujnika Ozone Mapping and Profiler Suite (OMPS), znajdującego się na pokładzie satelitów meteorologicznych Suomi-NPP (S-NPP) i NOAA-20. W 2024 roku nie zanotowano żadnych braków w danych OMPS i tym samym satelitarny monitoring całkowitej zawartości ozonu był prowadzony w sposób ciągły.

Wyniki sondaży ozonowych były regularnie przekazywane do Bazy Danych w NILU, w Norwegii, gdzie są wykorzystywane do opracowania wyników kampanii MATCH, do bazy Globalnej Sieci Detekcji Zmian Składu Atmosfery (NDACC) w centrum obliczeniowym NASA LaRC oraz do Światowej Bazy Danych Ozonu i UV (WOUDC) w Toronto, Kanada.

Wyniki realizowanego monitoringu pionowego rozkładu ozonu i UV-B są regularnie publikowane w wydawnictwach GIOŚ i GUS.

Dane pomiarowe powstałe w wyniku realizacji umowy monitoringu są gromadzone, przechowywane i archiwizowane na serwerach IMGW-PIB.

Dane pomiarowe, powstałe w wyniku realizacji umowy monitoringu w roku 2024, zostały dołączone do niniejszego raportu na płycie CD.

5 Literatura

1. Degórska M., Rajewska-Więch B., Krzyścin J. Seria obserwacji ozonu przyziemnego wykonana w Krakowie w latach 1854-1878 i próba oceny jej współczesnej wartości, *Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc.*, M-18(273), 55-60, 1996.
2. Engelsen O. and Kylling A.: Fast simulation tool for ultraviolet radiation at the Earth's surface, *Opt. Eng.*, 44(4), 041012, doi:10.1117/12.639087, 2005.
3. Farman, J. C., Gardiner, B. G., & Shanklin, J. D. (1985). *Large Losses of Total Ozone in Antarctica Reveal Seasonal Clox/Nox Interaction*. *Nature*, 315, 207–210, 1985.
4. GAW Report No. 268, Research Infrastructure Quality Assurance, Weather Climate Water Ozonesonde Measurement Principles and Best Operational Practices ASOPOS 2.0 (Assessment of Standard Operating Procedures for Ozonesondes) August 2021
5. Komhyr, W. D. *Electrochemical concentration cells for ozone measurement*. *Journal of Geophysical Research*, 74(23), 5737–5741, 1969.
6. McCormick, m. P., Thomason, I. W., & Trepte, c. R. *Atmospheric effects of the mt. Pinatubo eruption*. *Nature*, 373, 399–404, 1995.
7. Matthes, K. et al. *Solar forcing for CMIP6 (v3.2)*. *Geoscientific Model Development*, 10, 2247–2302, 2017.
8. Millán, I. Et al. *The Hunga Tonga–Hunga Ha'apai hydration of the stratosphere*. *Nature*, 614, 521–526, 2023.
9. Molina, M. J., & Rowland, F. S. *Stratospheric sink for chlorofluoromethanes: chlorine atom-catalysed destruction of ozone*. *Nature*, 249, 810–812, 1974.
10. Solomon, S., Ivy, D. J., Kinnison, D., Mills, M. J., Neely Iii, R. R., & Schmidt, A. (2016). Emergence Of Healing in the Antarctic Ozone Layer. *Science*, 353(6296), 269–274. <https://doi.org/10.1126/Science.Aae0061>
11. World Meteorological Organization (WMO), *Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2022*, GAW Report No. 278, 509 pp., WMO, Geneva, 2022.

Spis załączników:

Załącznik 1: Profile ozonu z sondaży ozonowych wykonanych w okresie od 1.01 do 31.12.2024 r. i odpowiadające im satelitarne mapy całkowitej zawartości ozonu w atmosferze

Załącznik 2: Dobowe przebiegi promieniowania UV-B z miesięcy styczeń – grudzień 2024 r. (średnie, maksymalne i minimalne) zmierzone za pomocą przyrządu Solar Light (Łeba, Legionowo, Zakopane)

Załącznik 3: Dawki dobowe promieniowania UV-B z miesięcy styczeń – grudzień 2024 r. zmierzone za pomocą przyrządu Solar Light (Łeba, Legionowo, Zakopane)

Załącznik 4: Maksymalne wartości Indeksu UV w 2024 r. zmierzone za pomocą przyrządu Solar Light (Łeba, Legionowo, Zakopane)

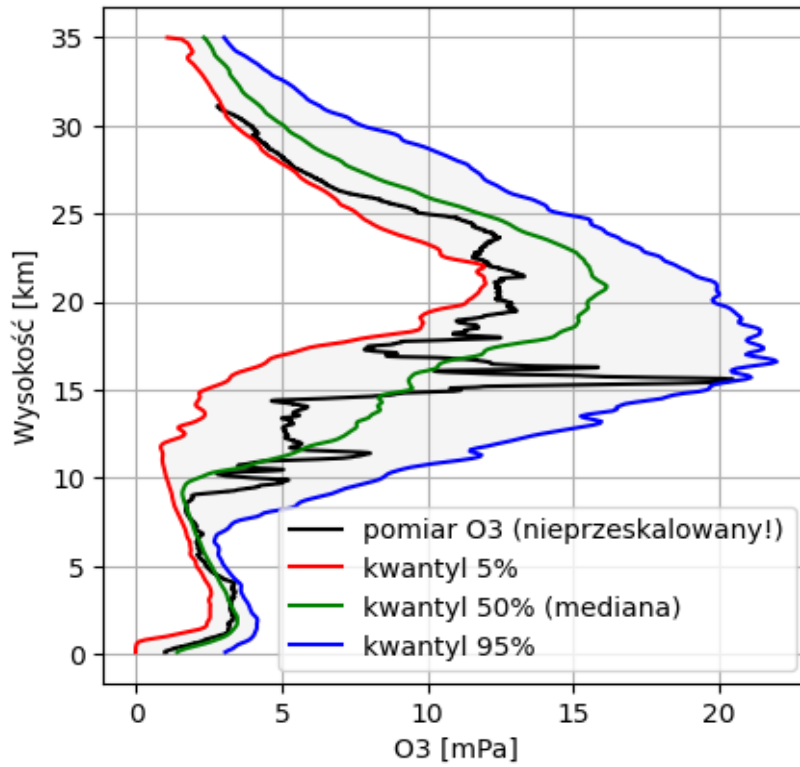
Dziękujemy zespołowi Zakładu Fizyki Atmosfery IGF PAN za udostępnienie serii pomiarów całkowitej zawartości ozonu mierzonej spektrofotometrem Dobsona w Centralnym Obserwatorium Geofizycznym w Belsku.

Dziękujemy również zespołowi Pracowni Promieniowania Słonecznego IMGW-PIB za udostępnienie do analizy danych promieniowania całkowitego i usłonecznienia ze stacji w Łebie i Zakopanem.

ZAŁĄCZNIK 1

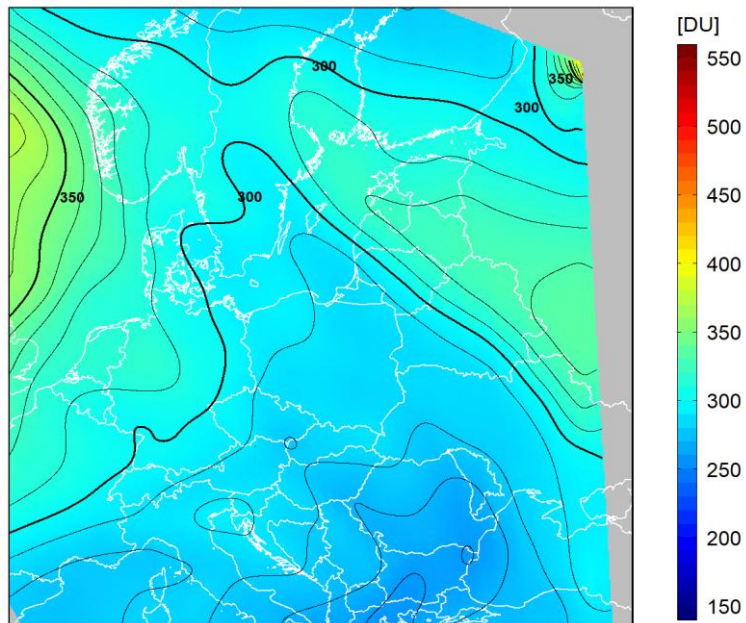
PROFILE OZONU Z SONDAŻY OZONOWYCH WYKONANYCH
W OKRESIE 1.01 DO 31.12.2024 R. I ODPOWIADAJĄCE
IM SATELITARNE MAPY CAŁKOWITEJ ZAWARTOŚCI OZONU
W ATMOSFERZE

Legionowo 2024-01-03 12UT
CZO3 w sondażu: 287D, w Belsku: 280D



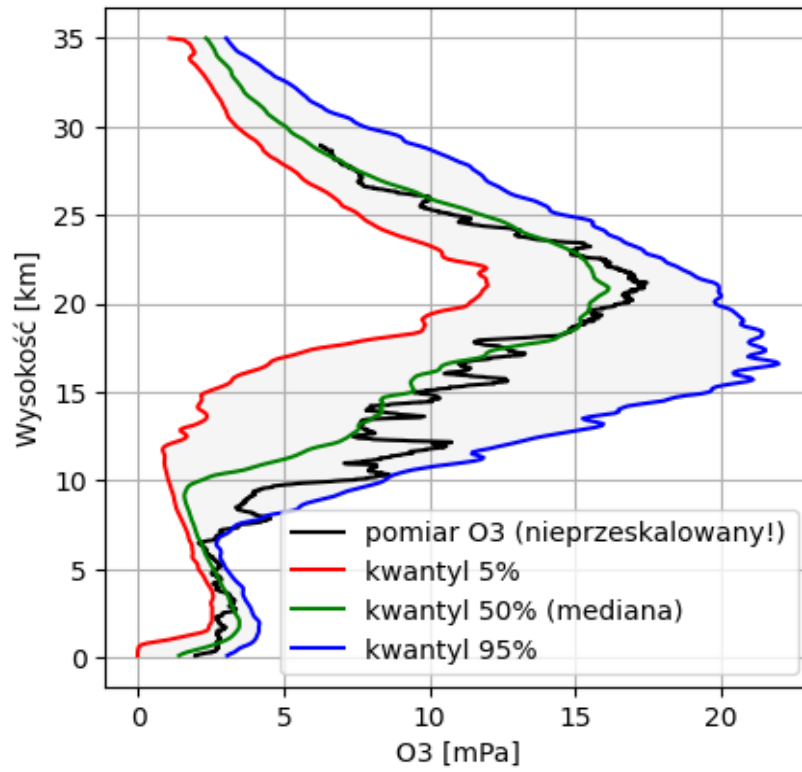
2024-01-03 godz. 11:34:49 - 11:42:11 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



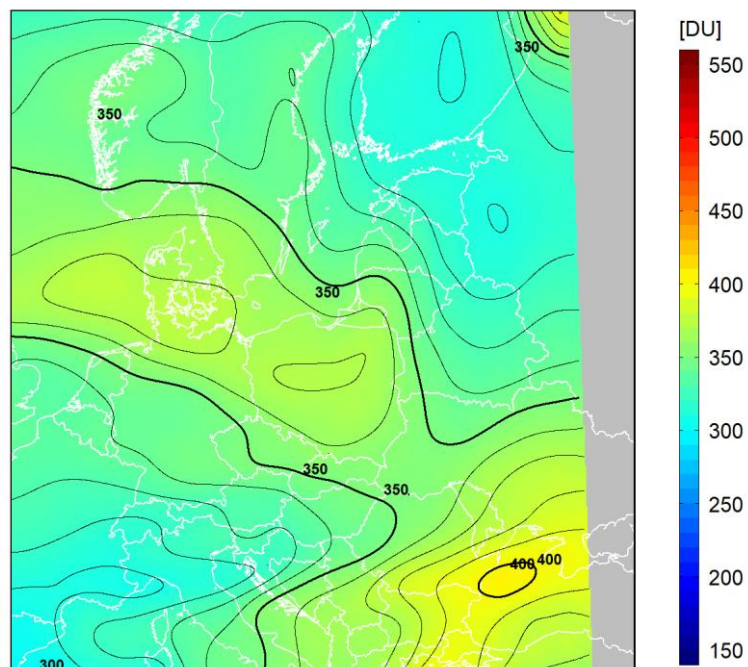
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-01-24 12UT
CZO3 w sondażu: 354D, w Belsku: 371D



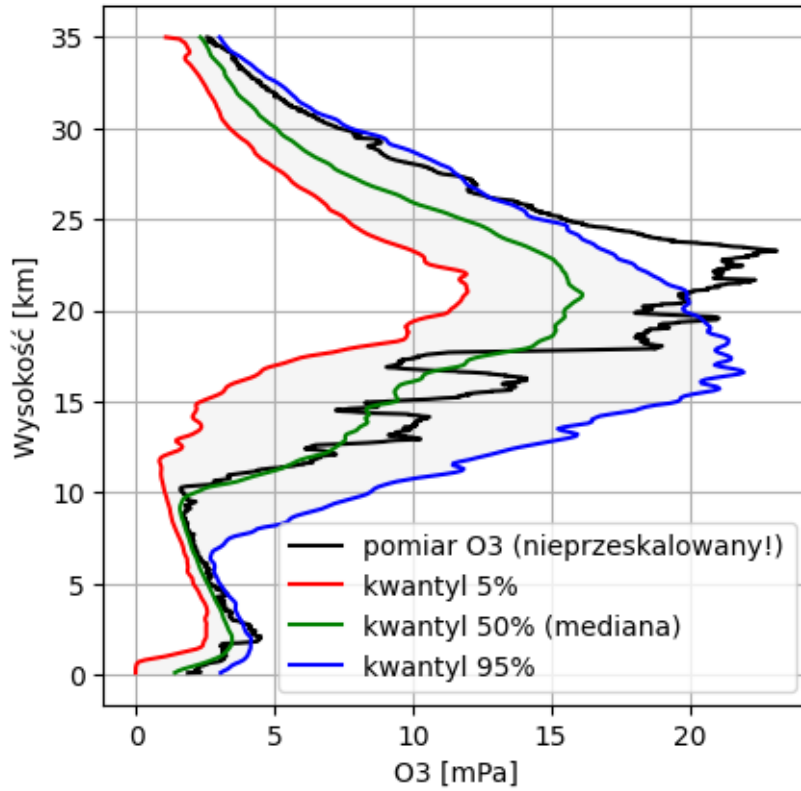
2024-01-24 godz. 11:41:23 - 11:48:37 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



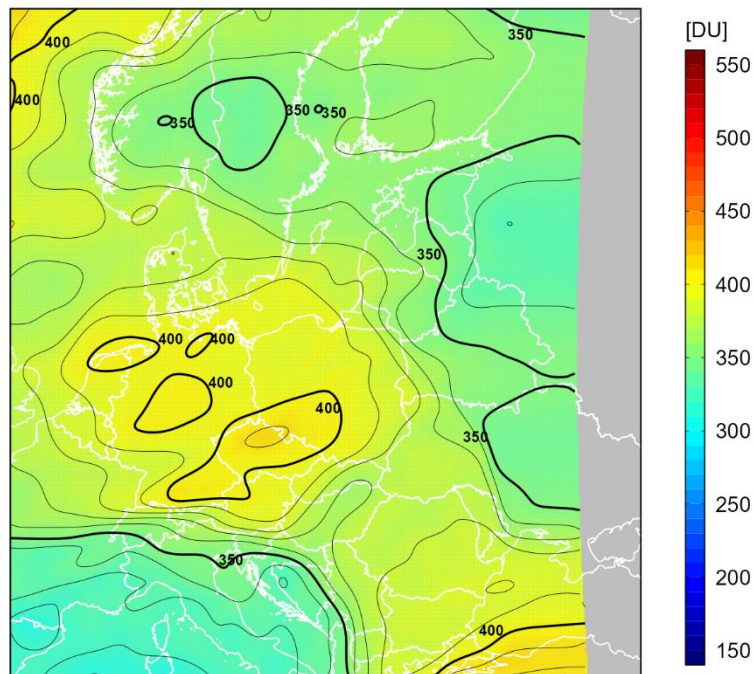
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-01-31 12UT
CZO3 w sondażu: 409D, w Belsku: 398D



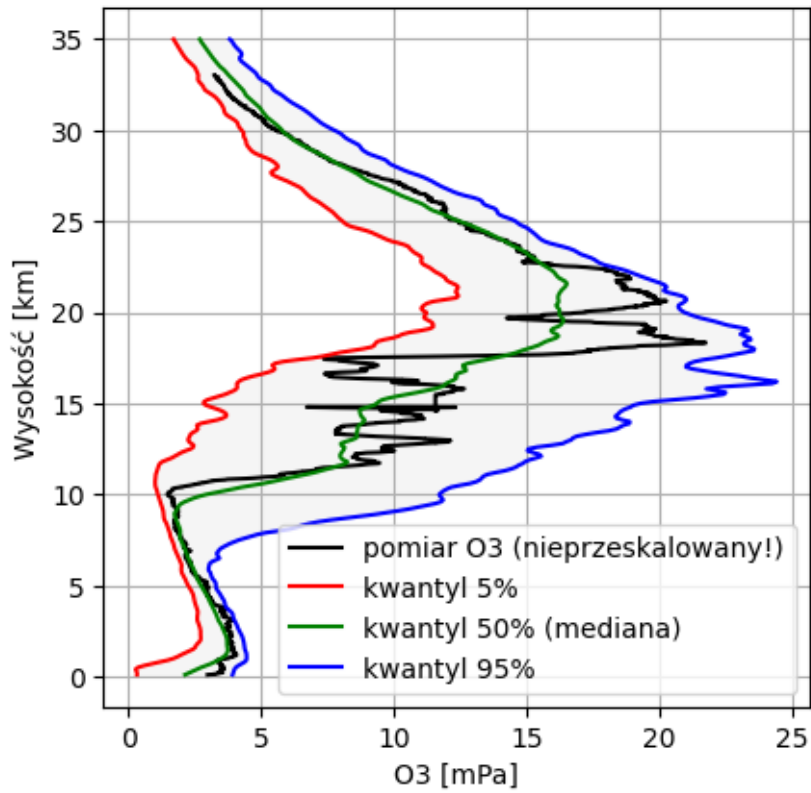
2024-01-31 godz. 11:59:56 - 12:07:05 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



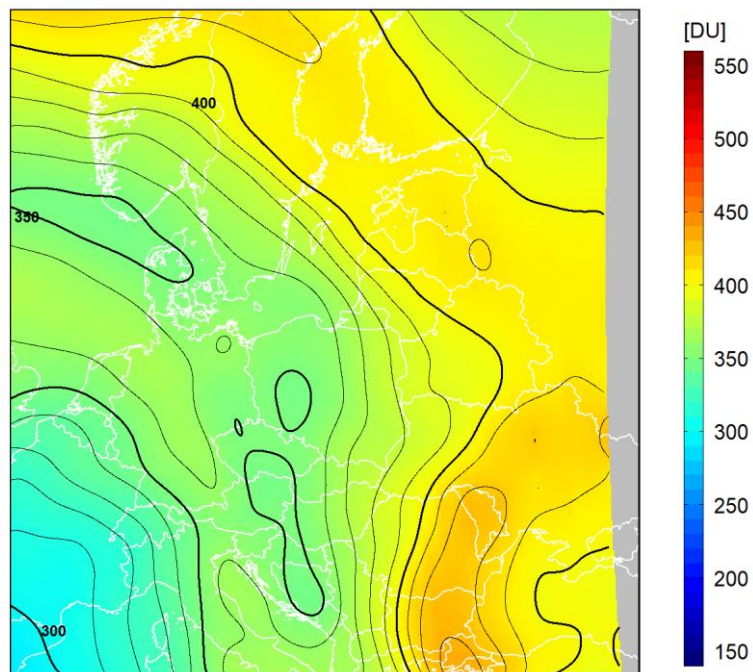
dane satelitarne: NOAA-20/OMPS

Legionowo 2024-02-14 12UT
CZO3 w sondażu: 367D, w Belsku: 371D



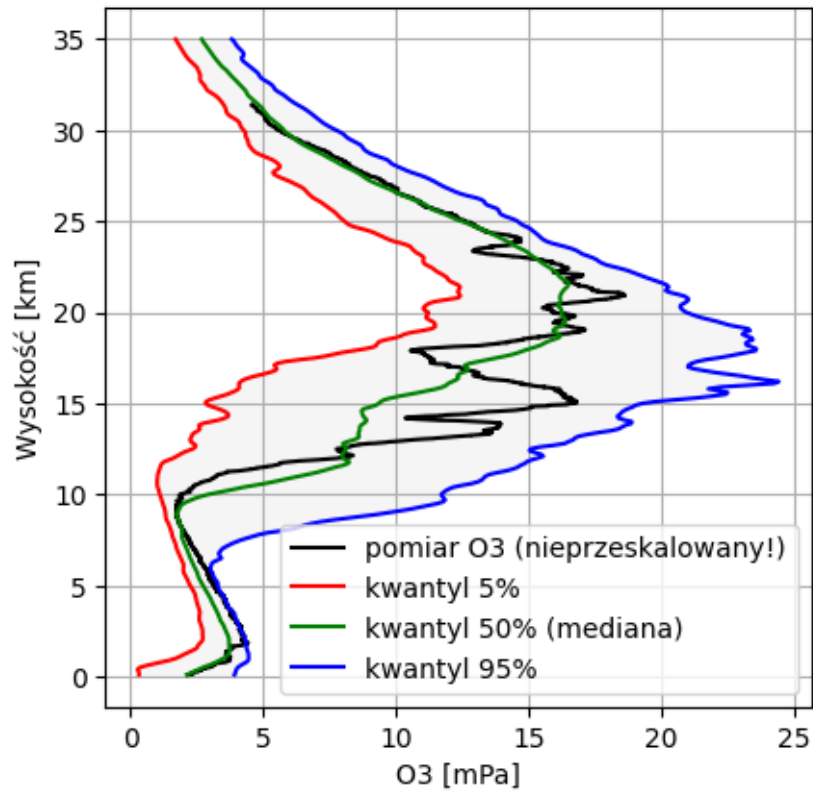
2024-02-14 godz. 11:47:37 - 11:54:52 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



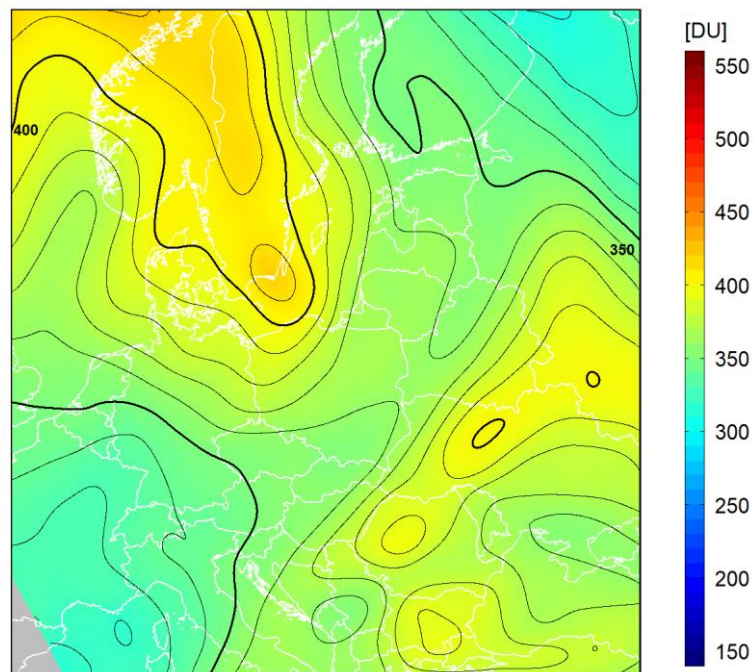
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-02-21 12UT
CZO3 w sondażu: 376D, w Belsku: 367D



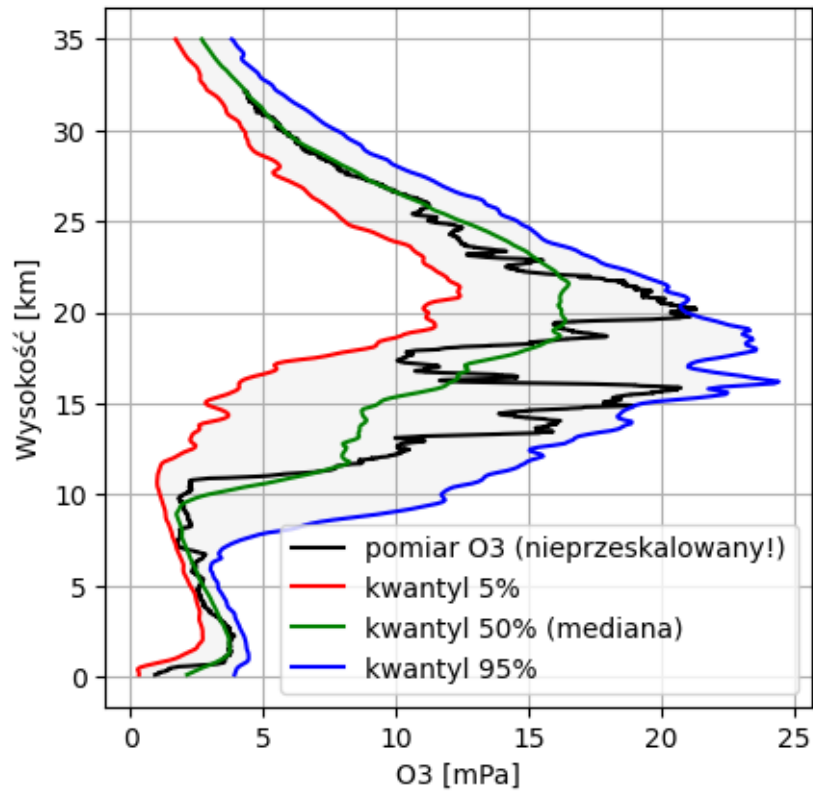
2024-02-21 godz. 11:15:49 - 11:23:34 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



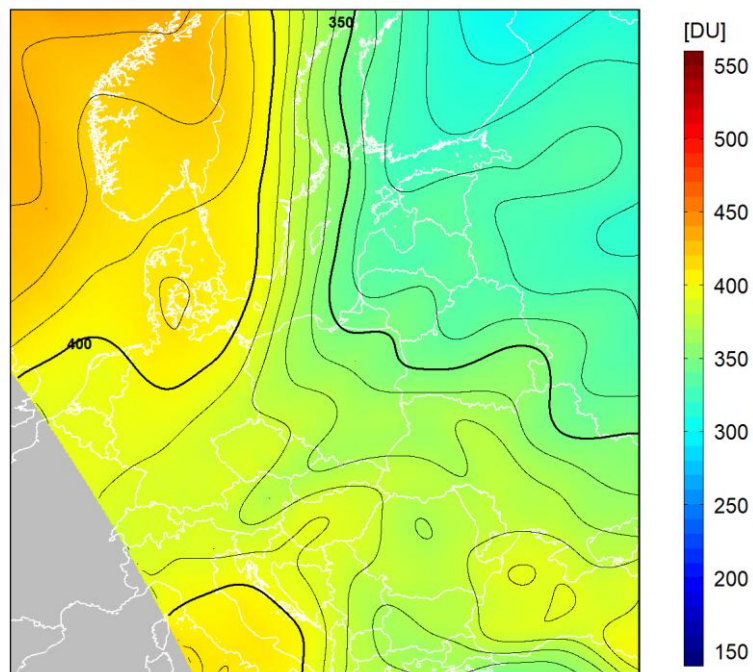
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-02-28 12UT
CZO3 w sondażu: 391D, w Belsku: 376D



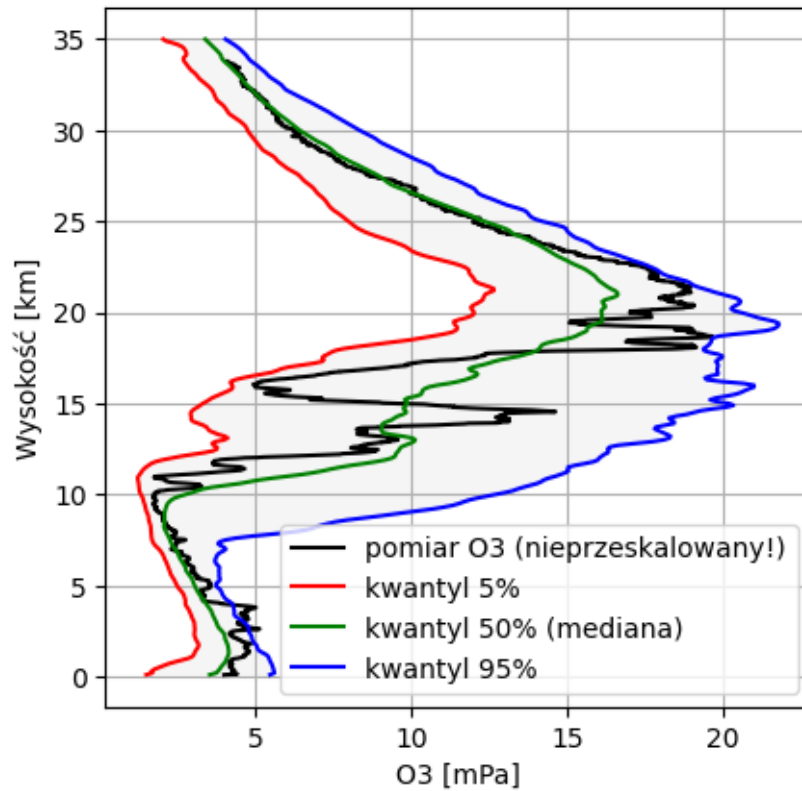
2024-02-28 godz. 10:44:02 - 10:52:24 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



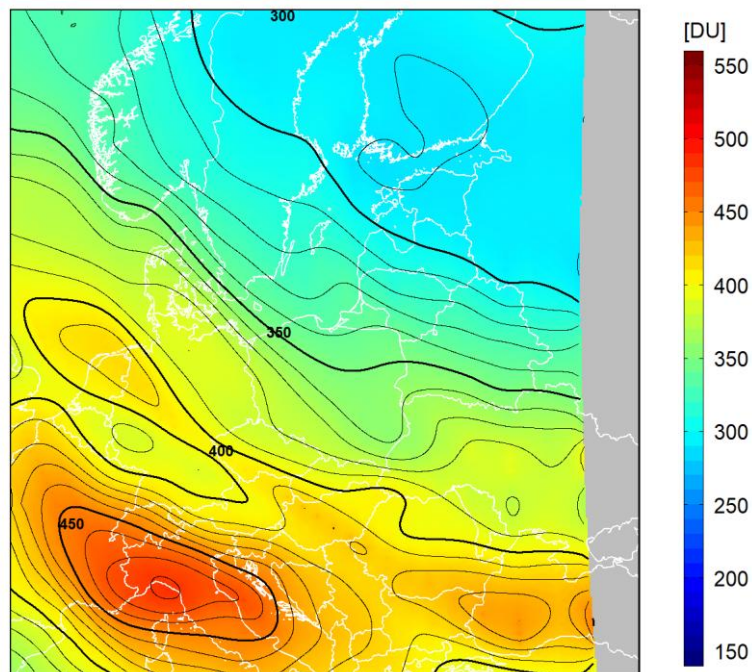
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-03-06 12UT
CZO3 w sondażu: 372D, w Belsku: 362D



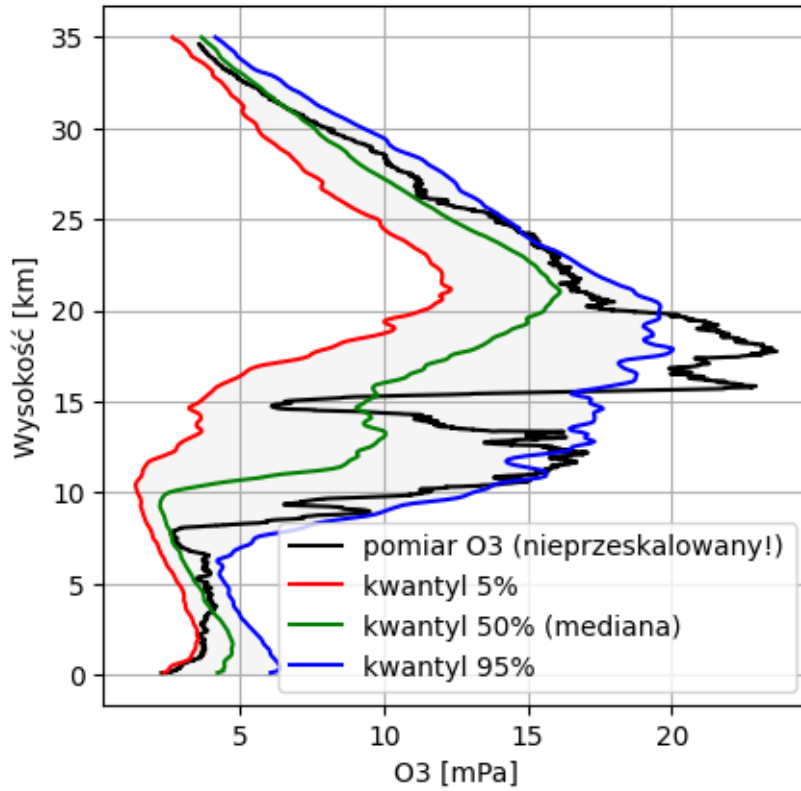
2024-03-06 godz. 11:53:39 - 12:00:53 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



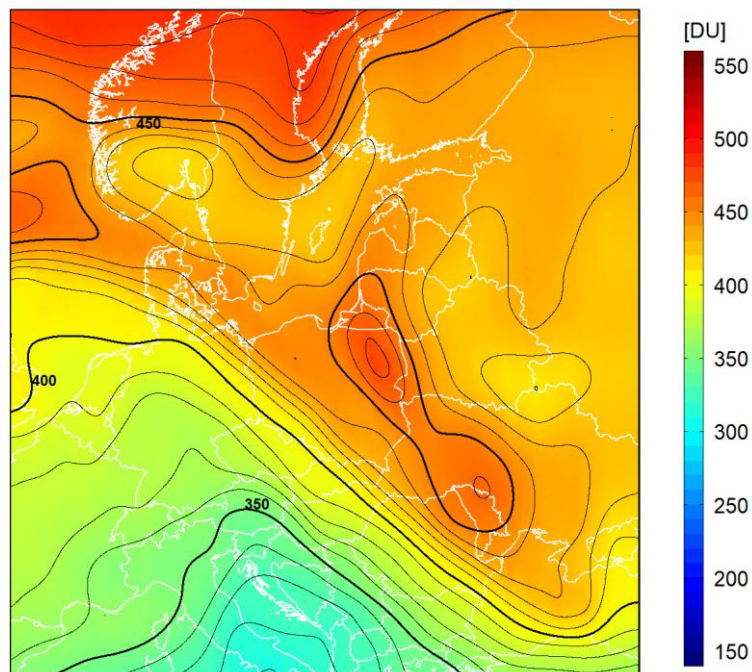
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-04-03 12UT
CZO3 w sondażu: 469D, w Belsku: 441D



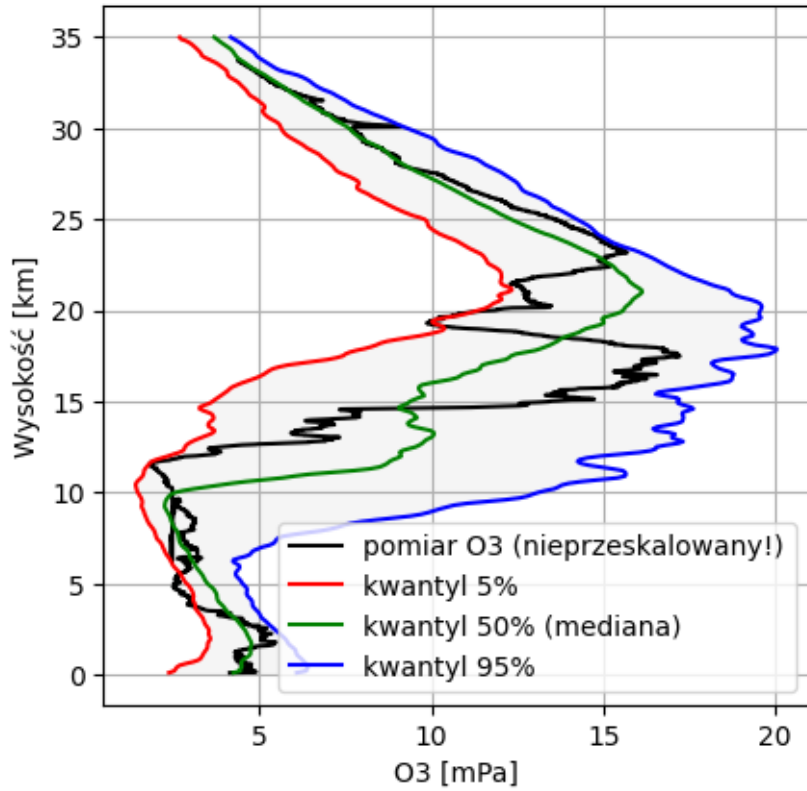
2024-04-03 godz. 11:28:44 - 11:36:13 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



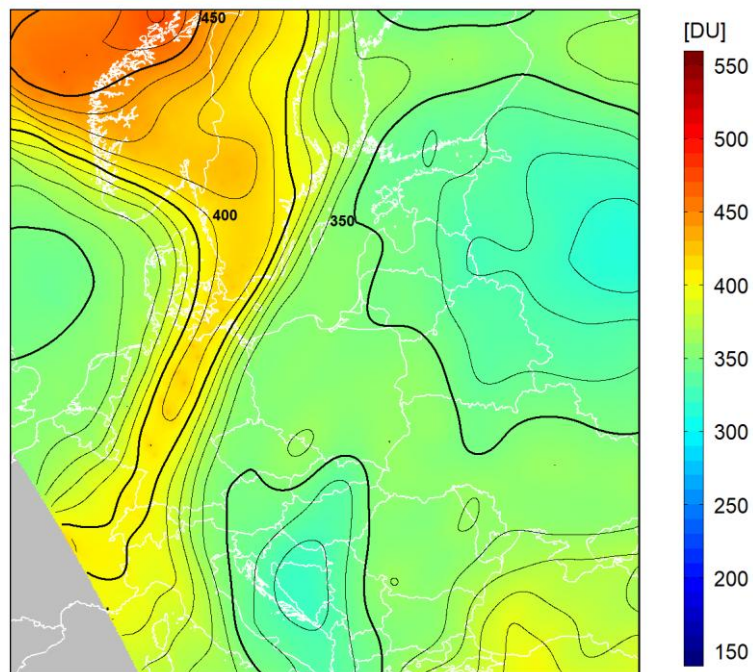
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-04-10 12UT
CZO3 w sondażu: 362D, w Belsku: 354D



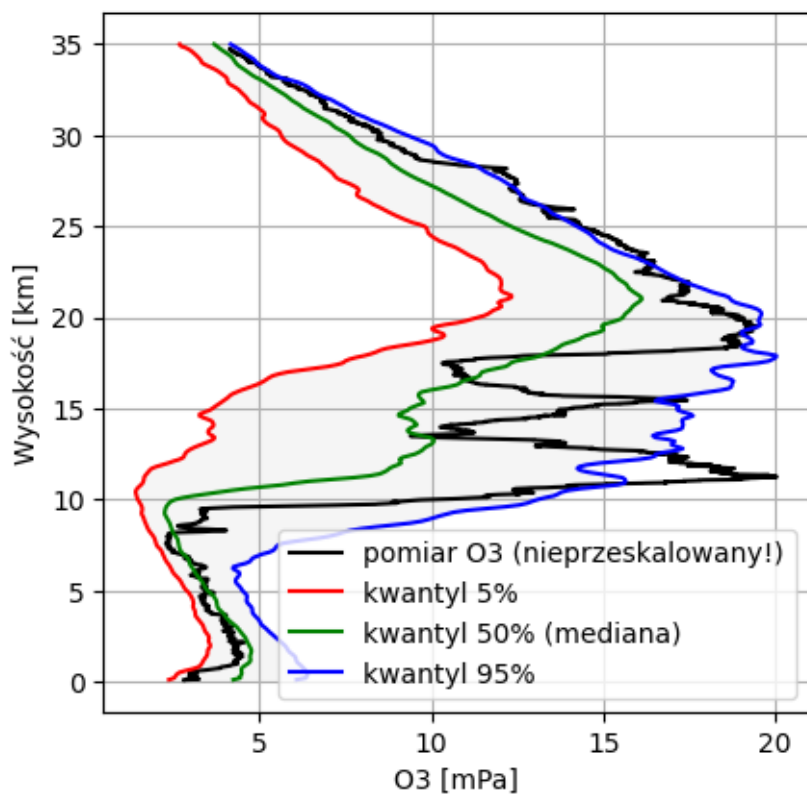
2024-04-10 godz. 10:57:09 - 11:05:16 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



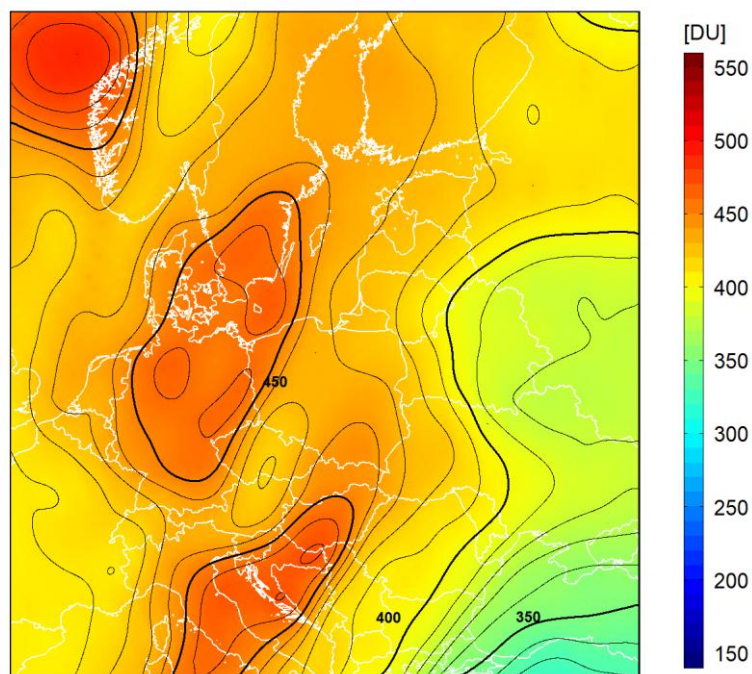
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-04-24 12UT
CZO3 w sondażu: 450D, w Belsku: 424D



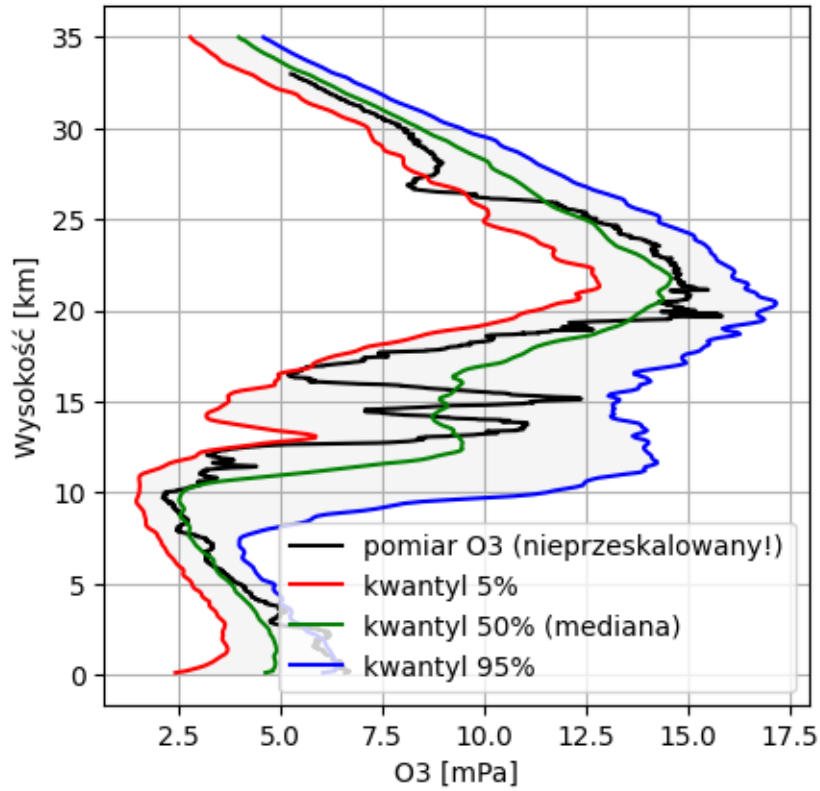
2024-04-24 godz. 11:35:09 - 11:42:31 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



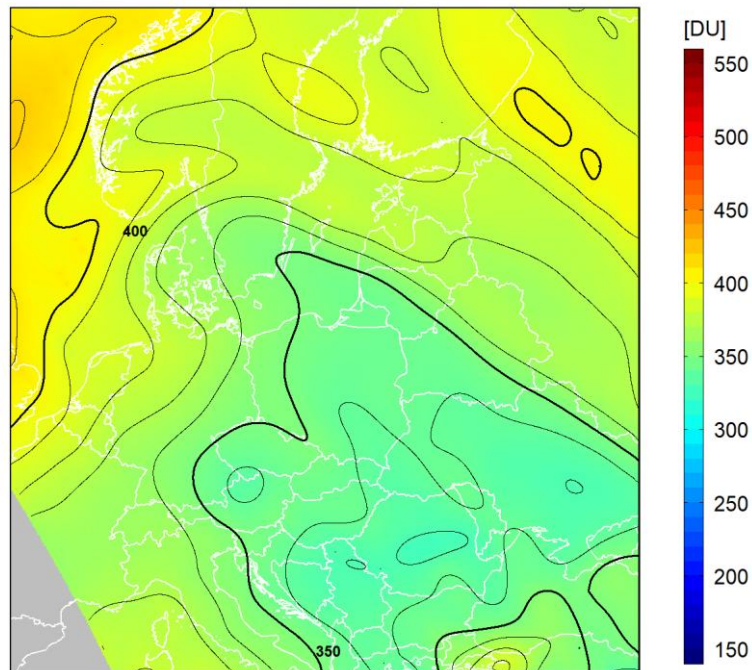
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-05-01 12UT
CZO3 w sondażu: 345D, w Belsku: 346D



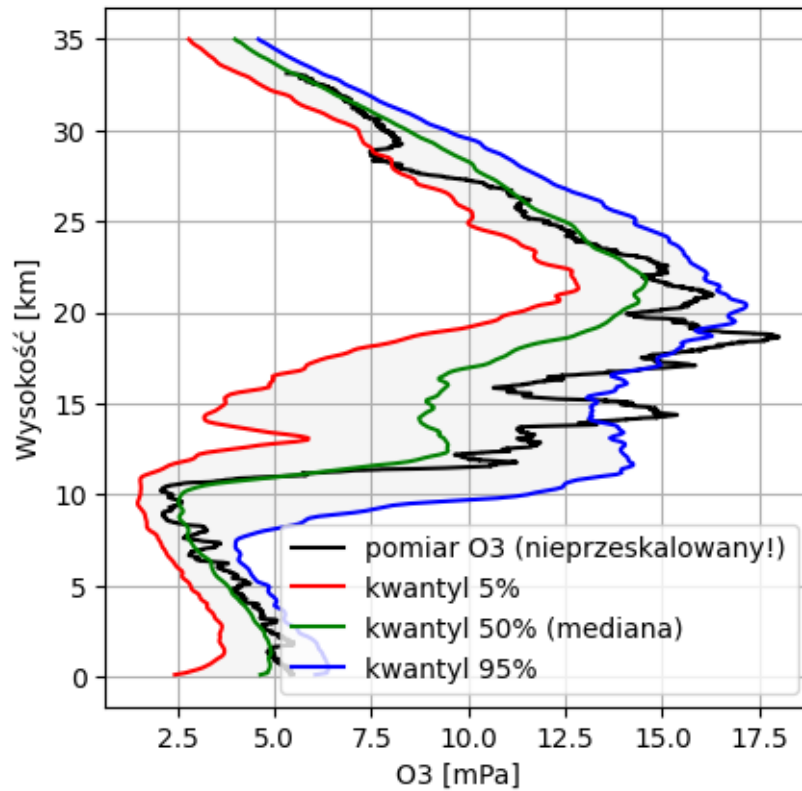
2024-05-01 godz. 11:03:27 - 11:11:18 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



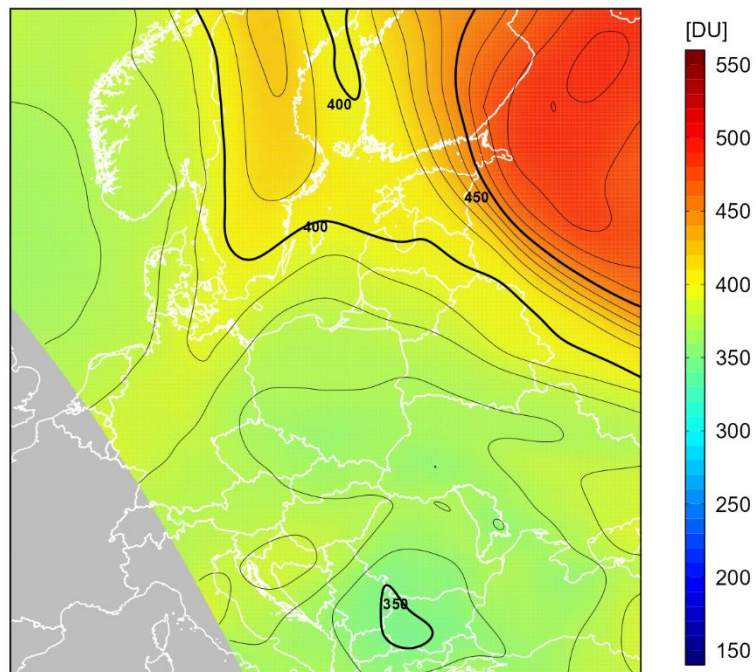
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-05-08 12UT
CZO3 w sondażu: 396D, w Belsku: 377D



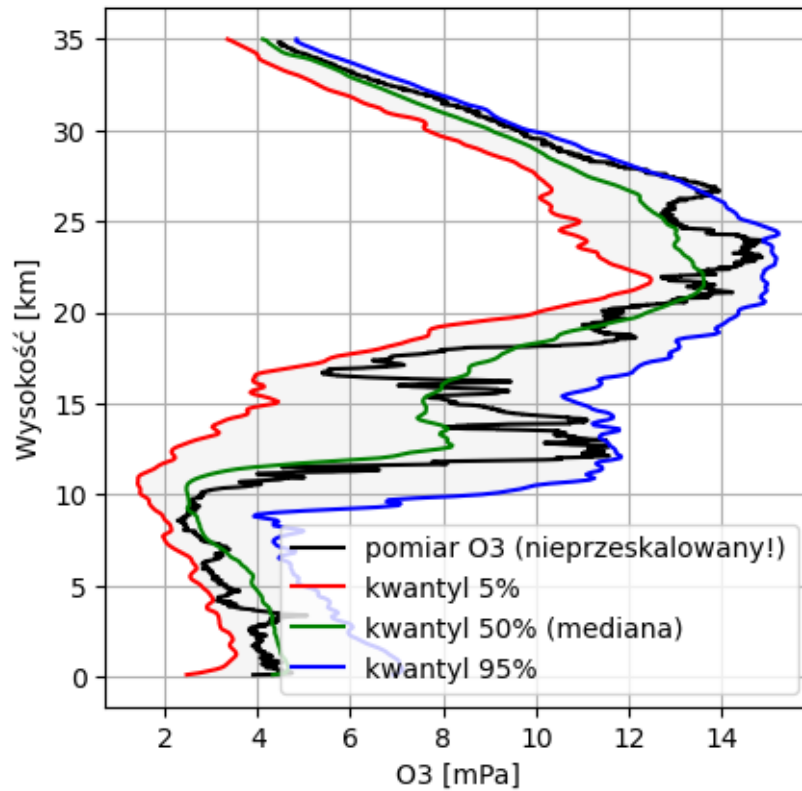
2024-05-08 godz. 10:31:39 - 10:40:15 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



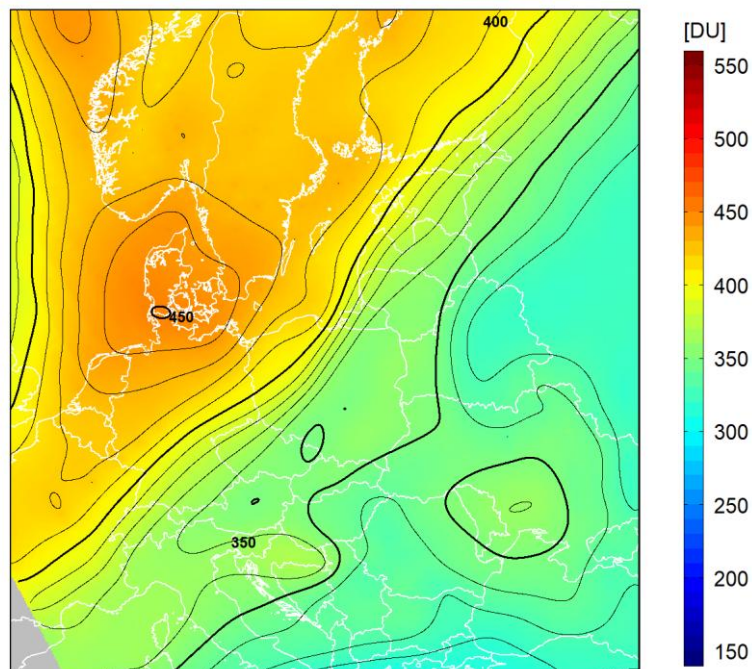
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-06-12 12UT
CZO3 w sondażu: 359D, w Belsku: 358D



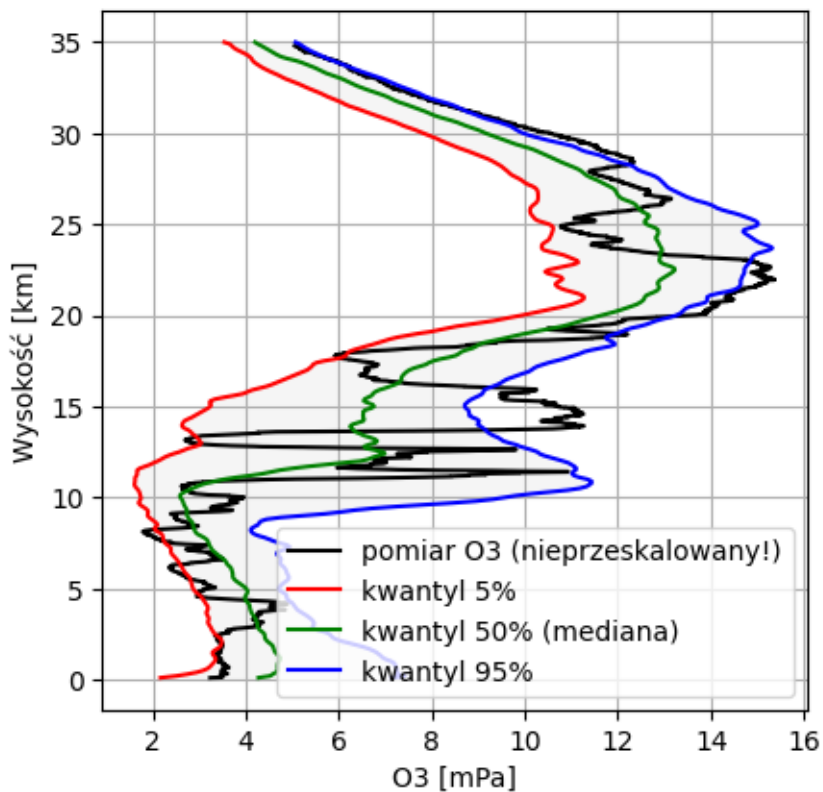
2024-06-12 godz. 11:15:08 - 11:22:52 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



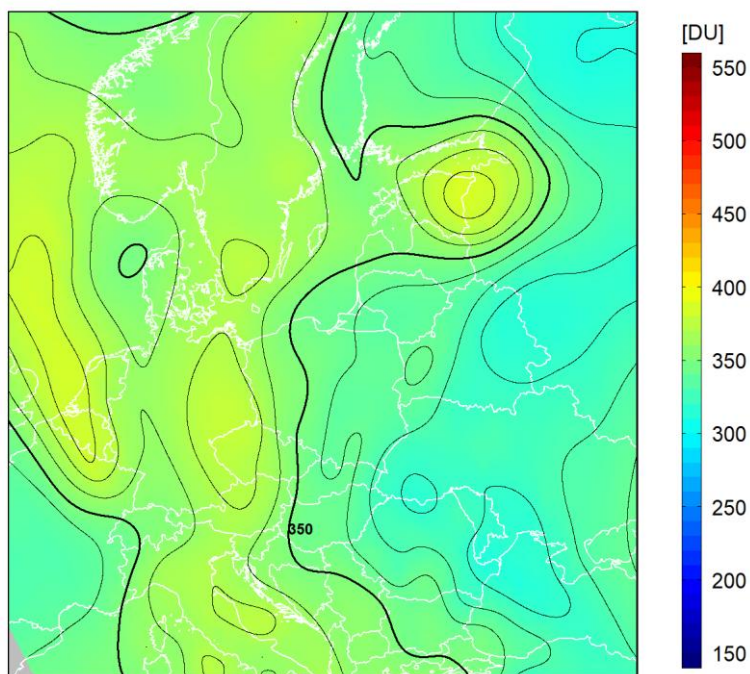
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-07-03 12UT
CZO3 w sondażu: 354D, w Belsku: 337D



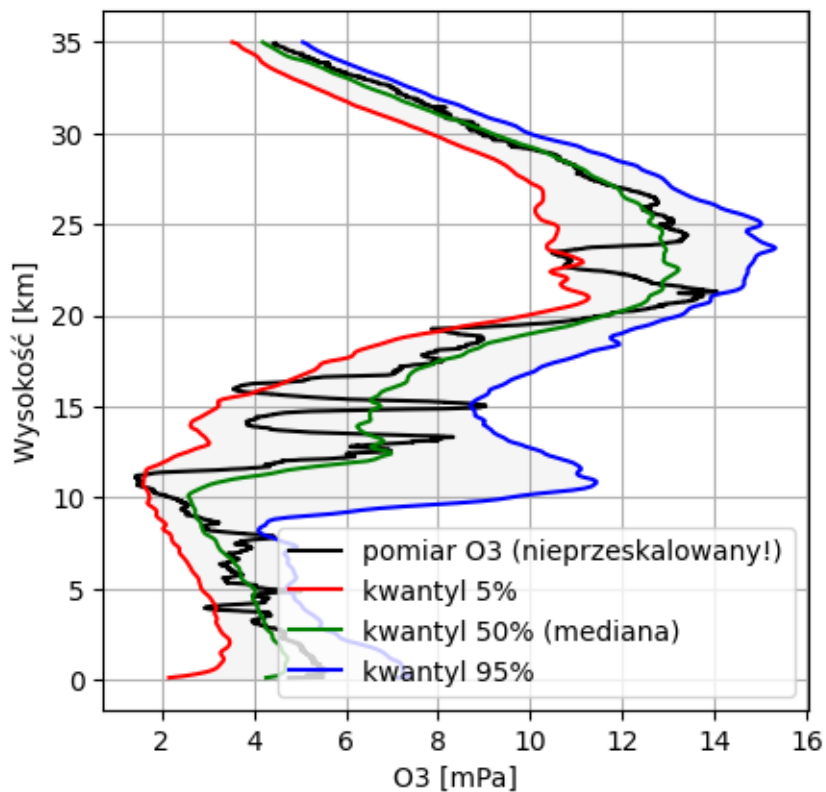
2024-07-03 godz. 11:21:37 - 11:29:06 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



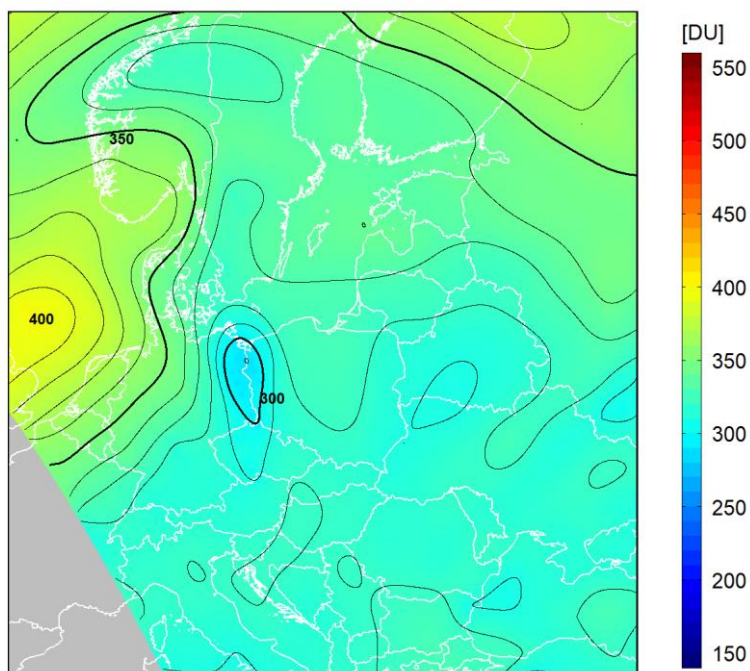
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-07-10 12UT
CZO3 w sondażu: 322D, w Belsku: 326D



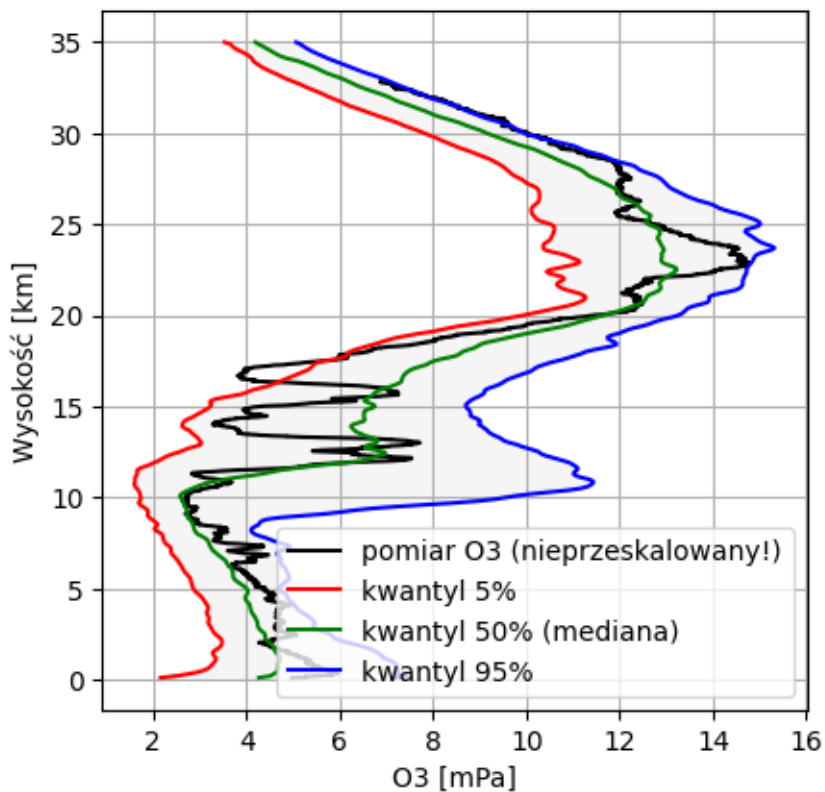
2024-07-10 godz. 10:50:03 - 10:58:17 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



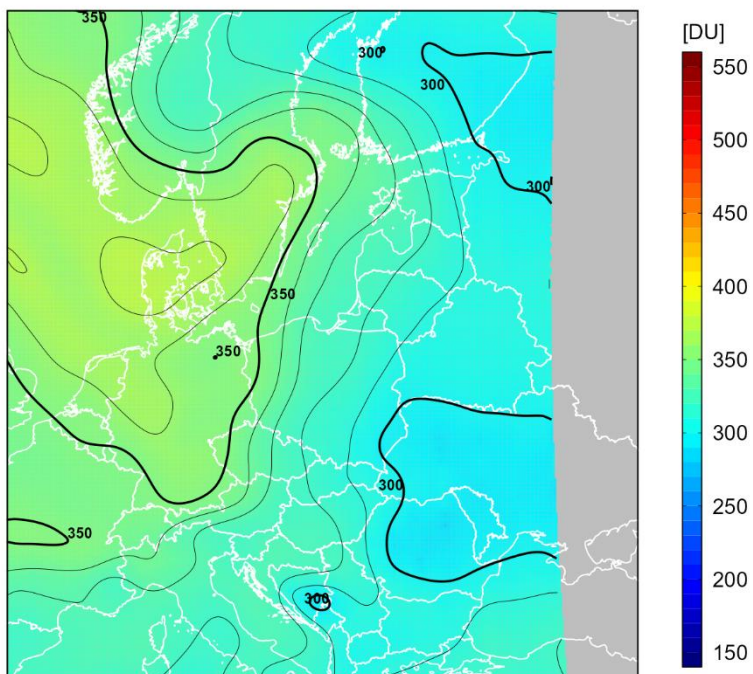
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-07-17 12UT
CZO3 w sondażu: 337D, w Belsku: 318D



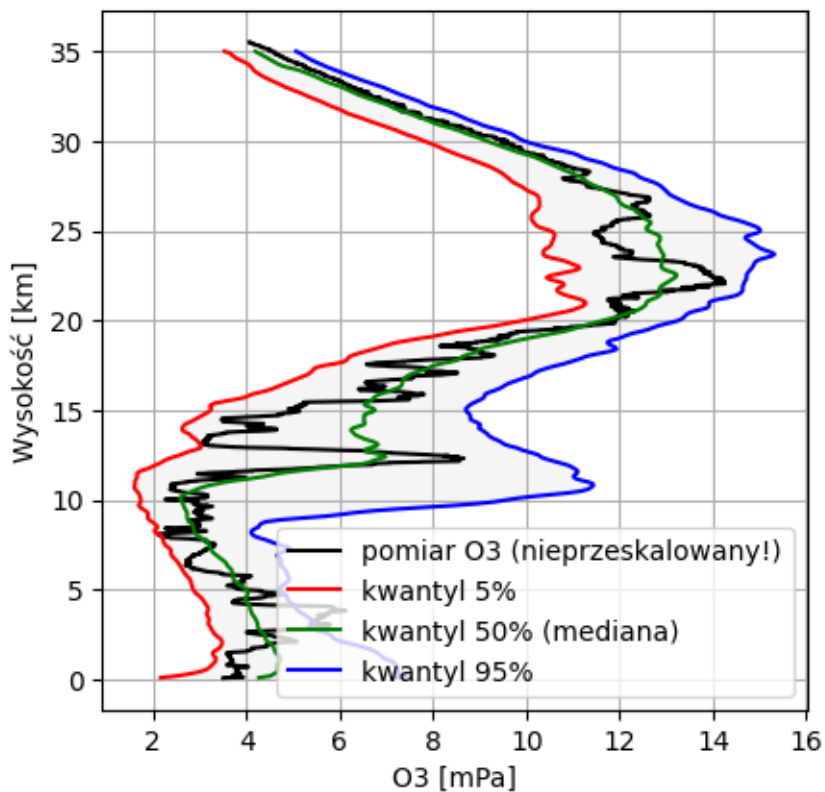
2024-07-17 godz. 11:59:54 - 12:07:00 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



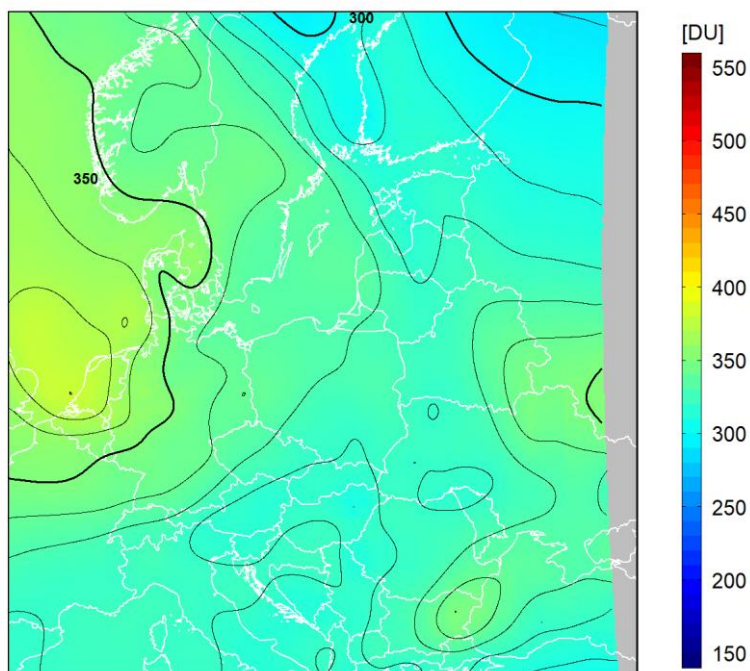
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-07-23 12UT
CZO3 w sondażu: 324D, w Belsku: 327D



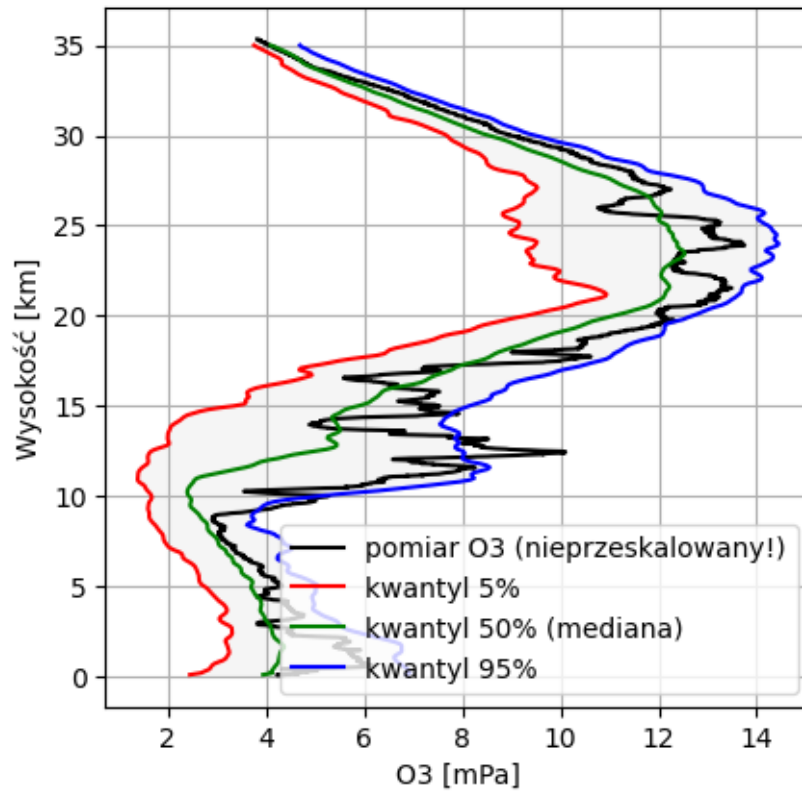
2024-07-23 godz. 11:47:22 - 11:54:29 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



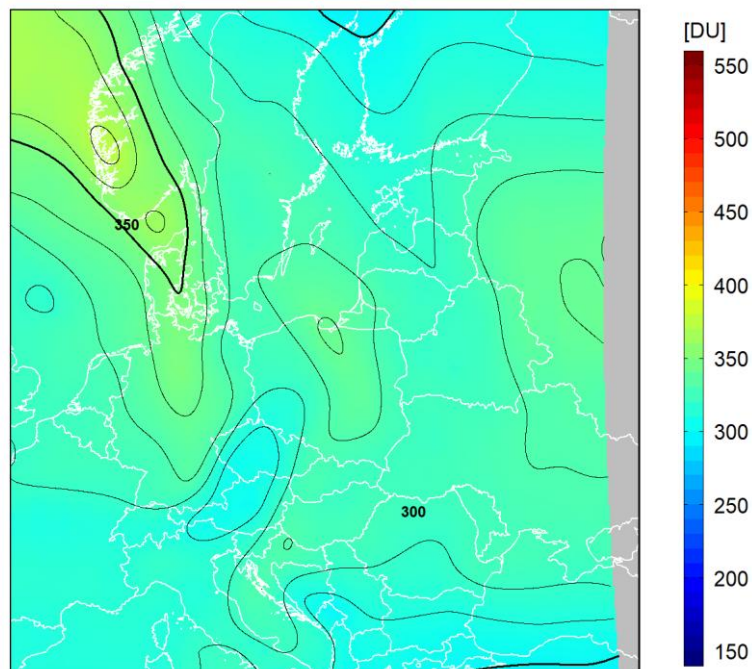
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-08-08 12UT
CZO3 w sondażu: 344D, w Belsku: 331D



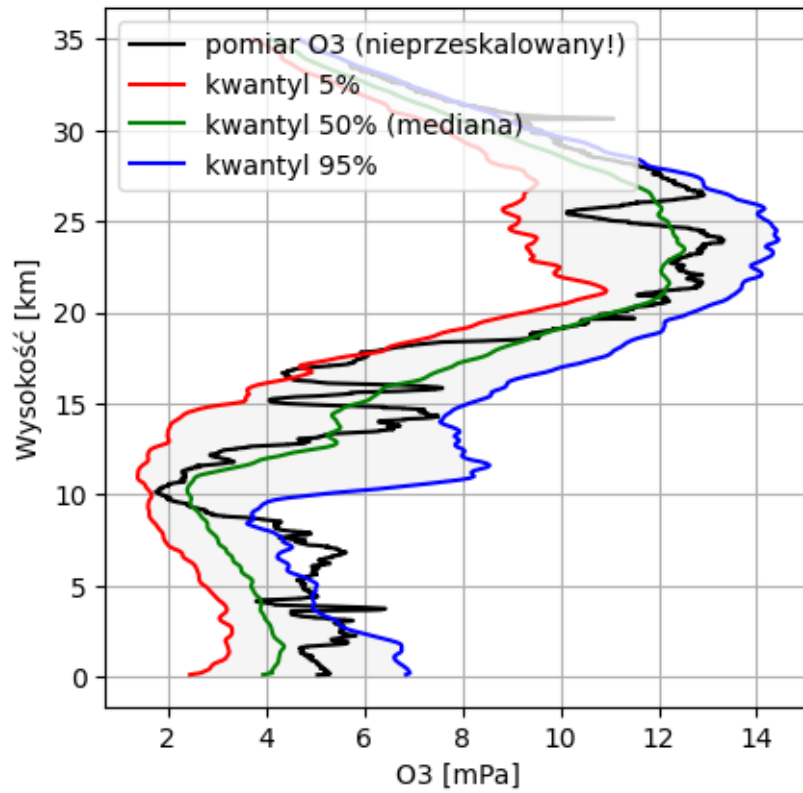
2024-08-08 godz. 11:47:32 - 11:54:46 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



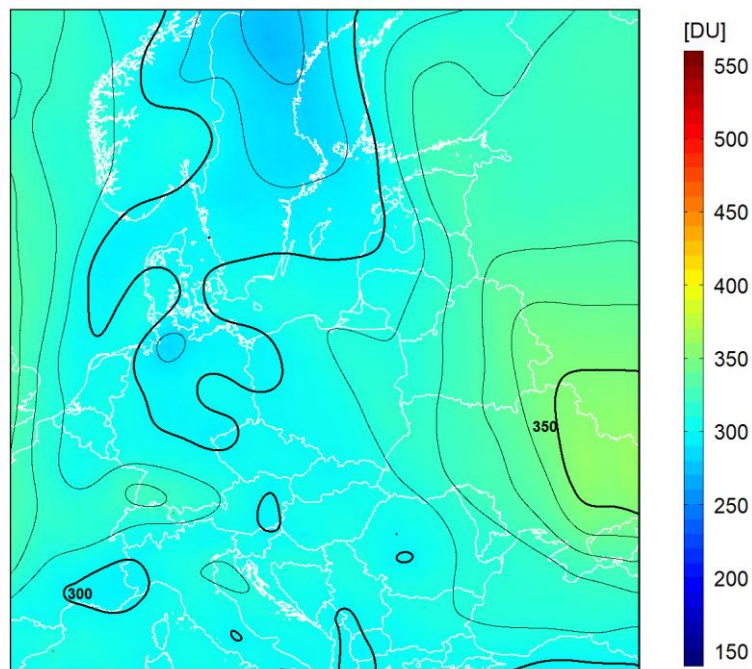
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-08-14 12UT
CZO3 w sondażu: 329D, w Belsku: 320D



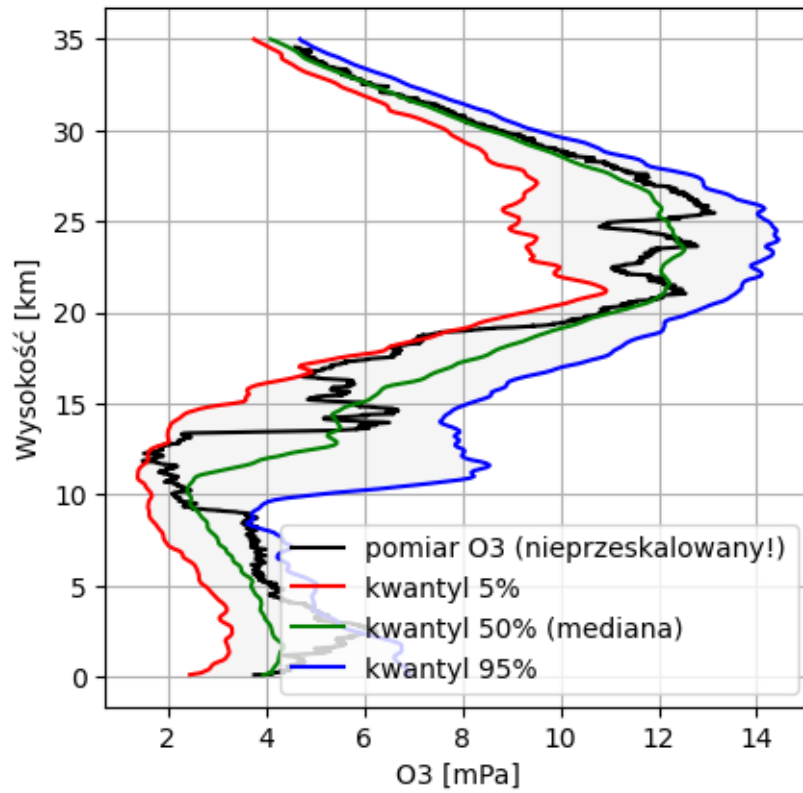
2024-08-14 godz. 11:34:53 - 11:42:15 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



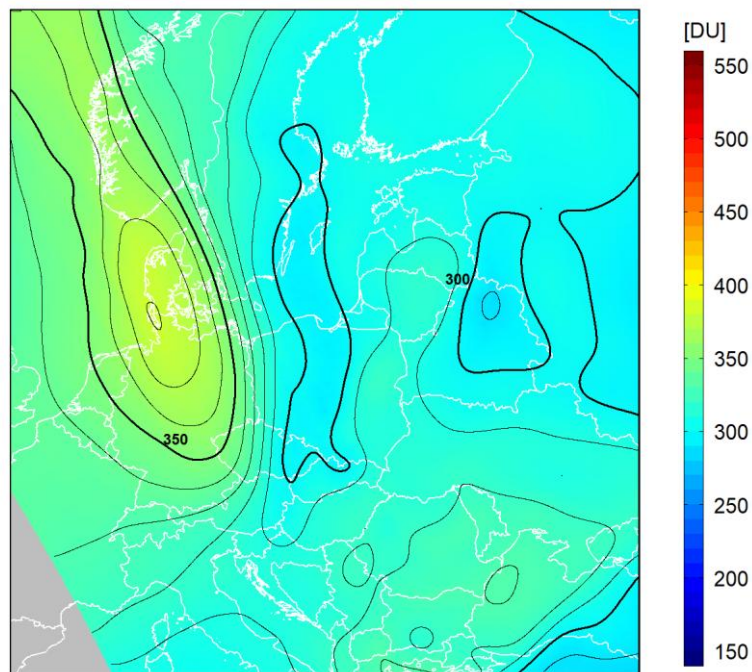
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-08-21 12UT
CZO3 w sondażu: 306D, w Belsku: 311D



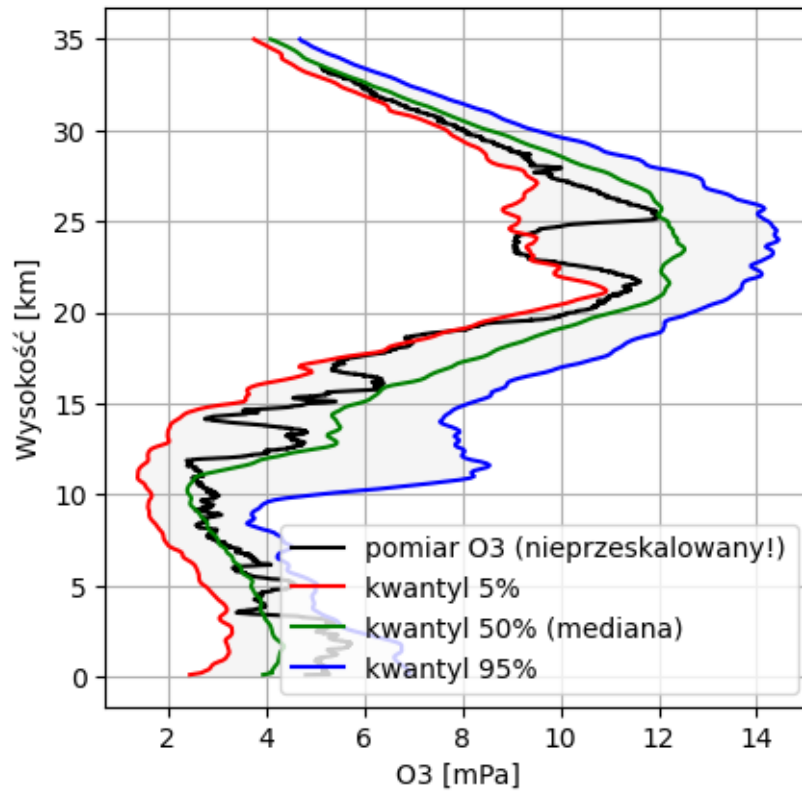
2024-08-21 godz. 11:03:12 - 11:11:04 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



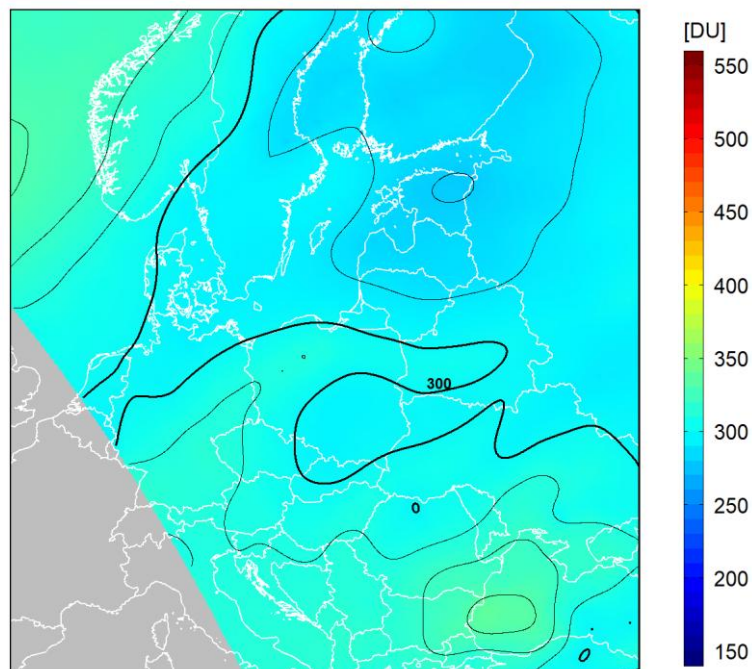
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-08-28 12UT
CZO3 w sondażu: 287D, w Belsku: 295D



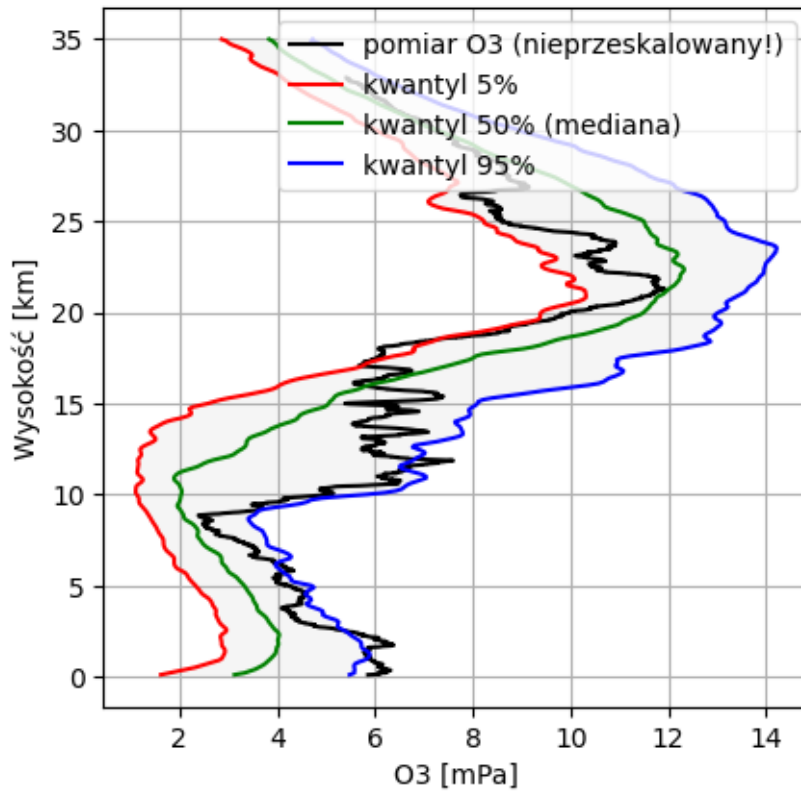
2024-08-28 godz. 10:31:25 - 10:40:02 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



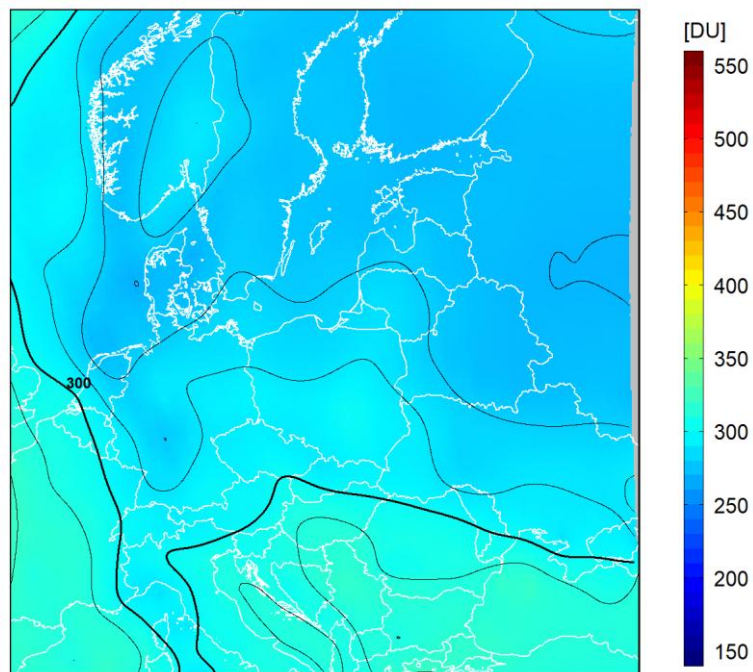
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-09-04 12UT
CZO3 w sondażu: 299D, w Belsku: 304D



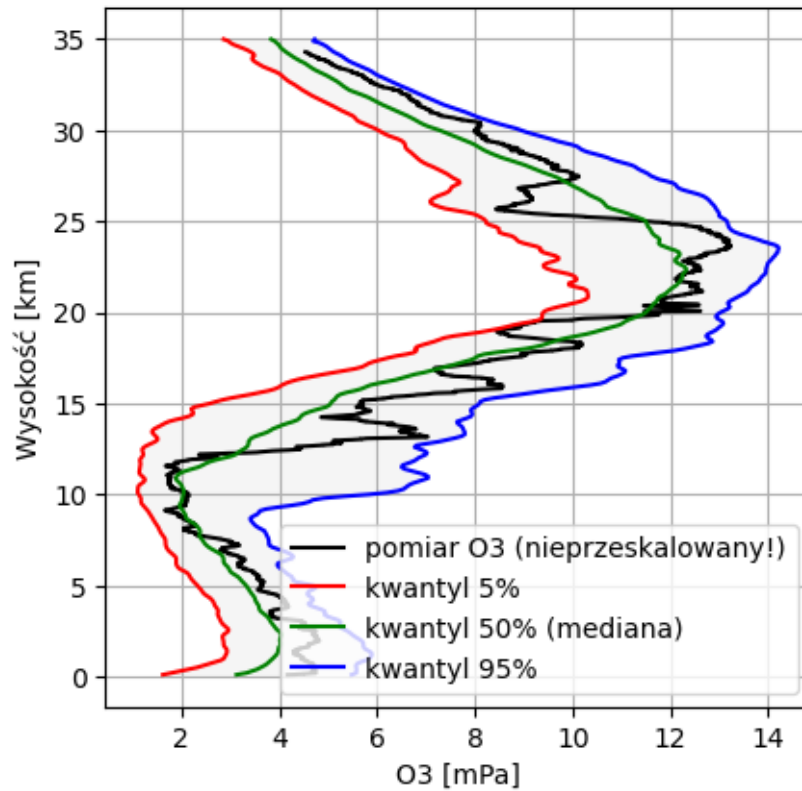
2024-09-04 godz. 11:41:07 - 11:48:21 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



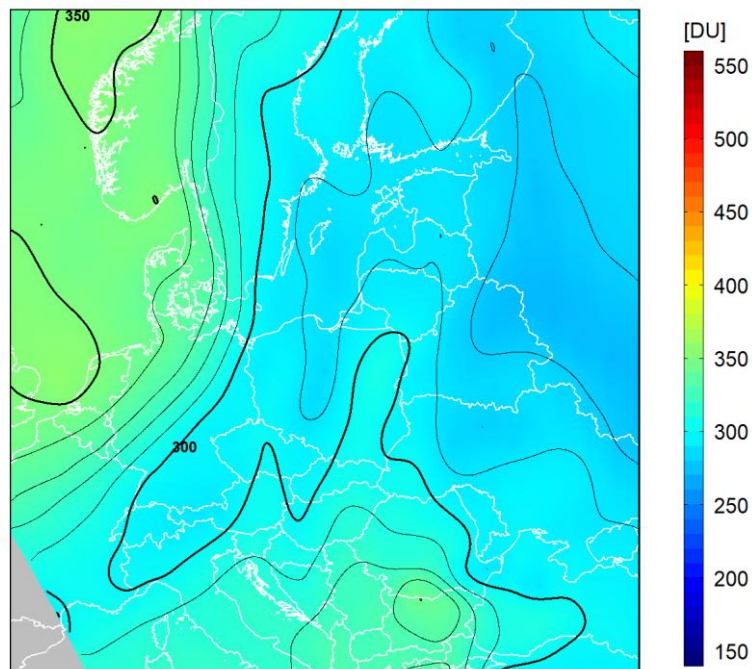
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-09-11 12UT
CZO3 w sondażu: 306D, w Belsku: 300D



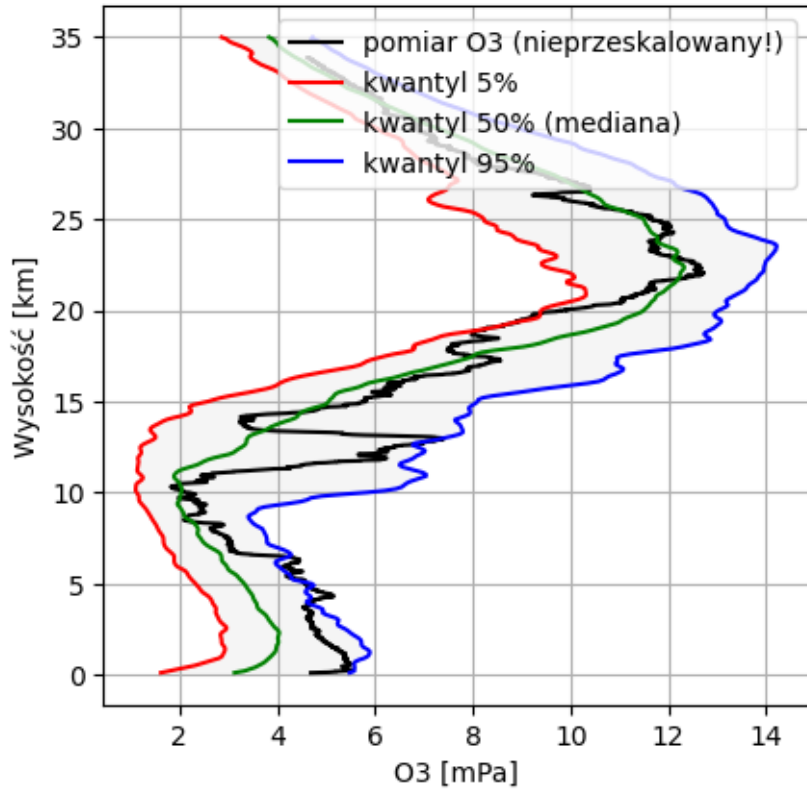
2024-09-11 godz. 11:09:10 - 11:17:02 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



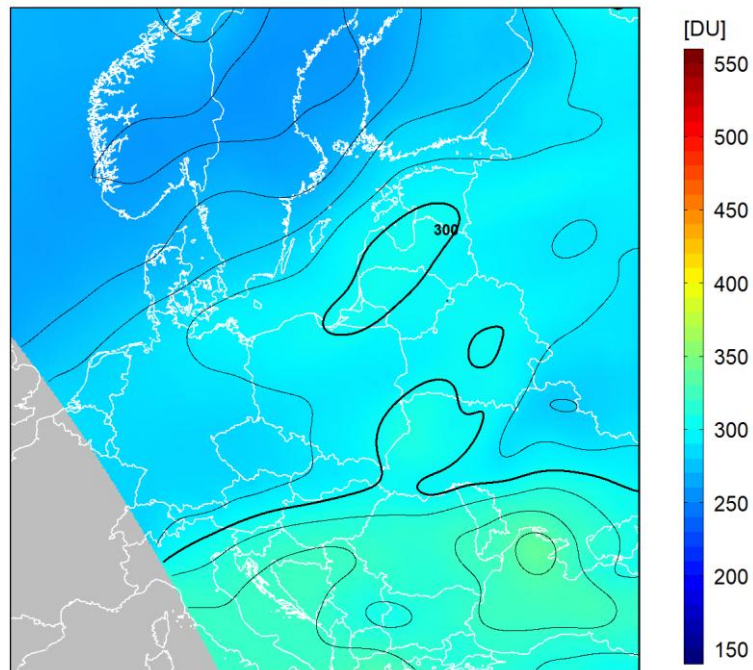
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-09-18 12UT
CZO3 w sondażu: 301D, w Belsku: 295D



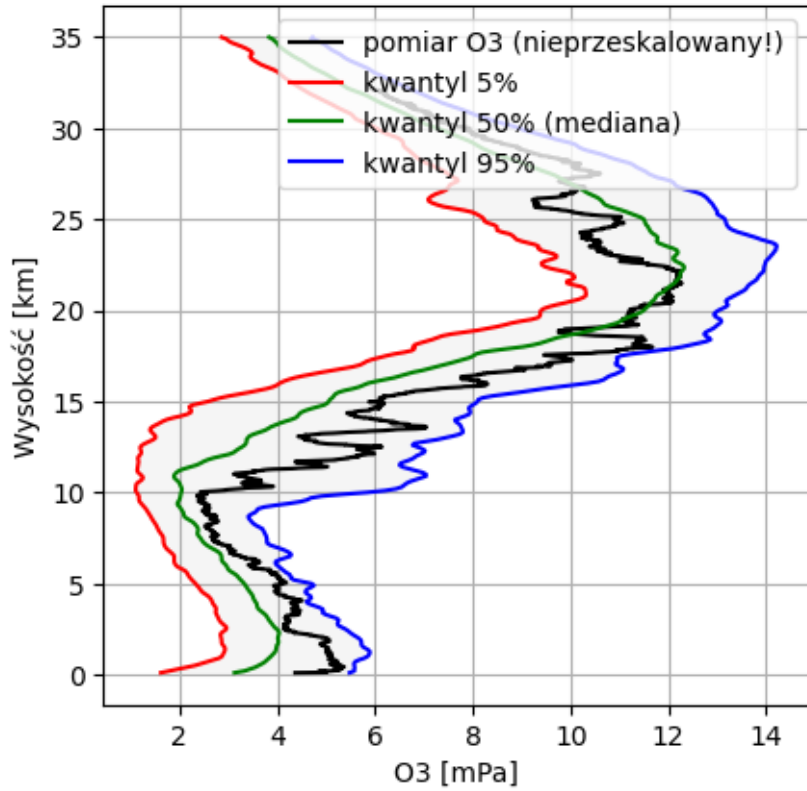
2024-09-18 godz. 10:37:20 - 10:45:56 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



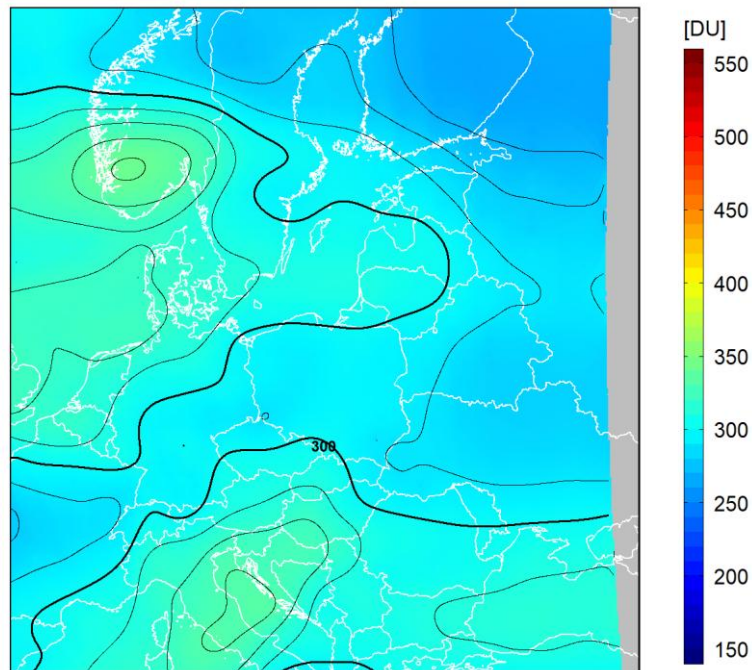
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-09-25 12UT
CZO3 w sondażu: 315D, w Belsku: 297D



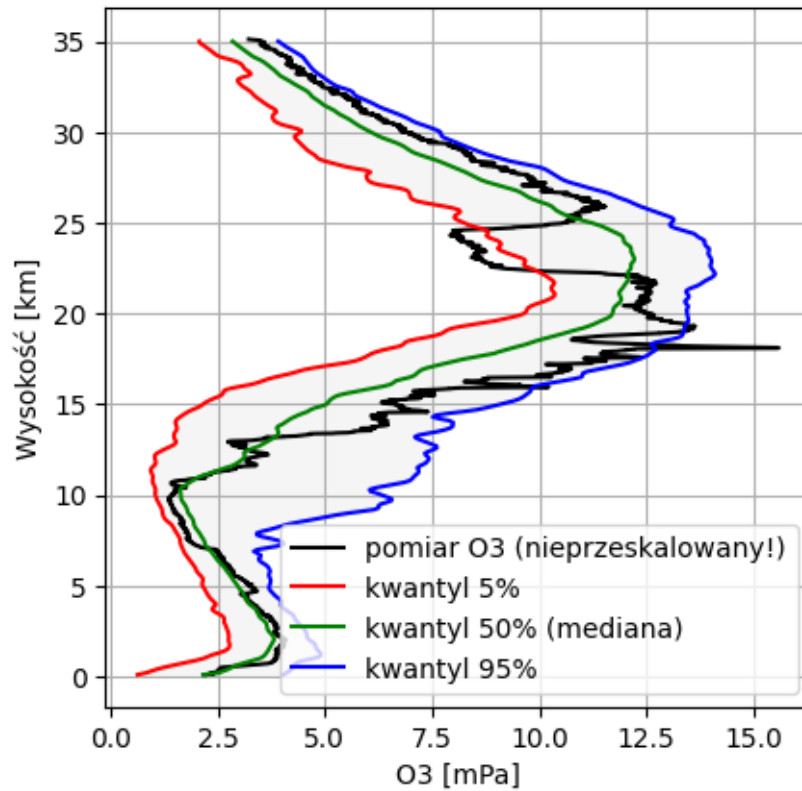
2024-09-25 godz. 11:46:54 - 11:54:00 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



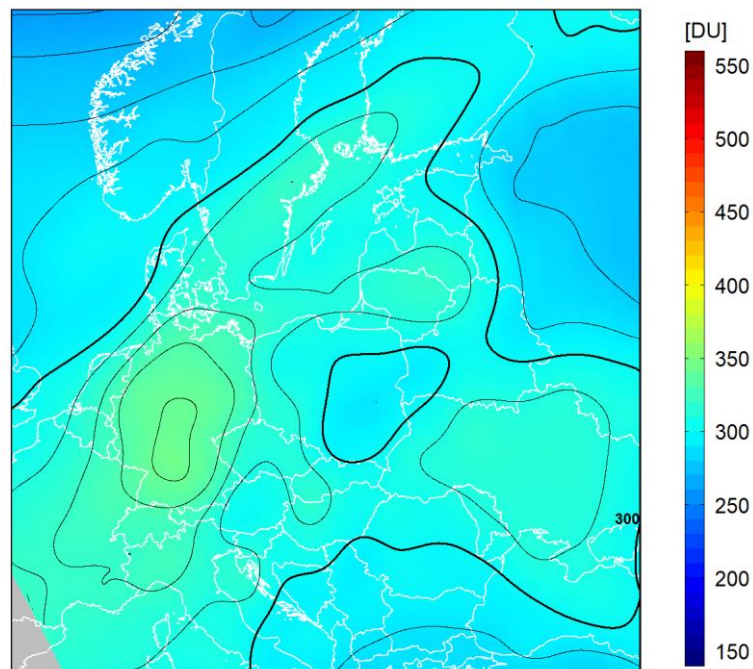
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-10-02 12UT
CZO3 w sondażu: 293D, w Belsku: 296D



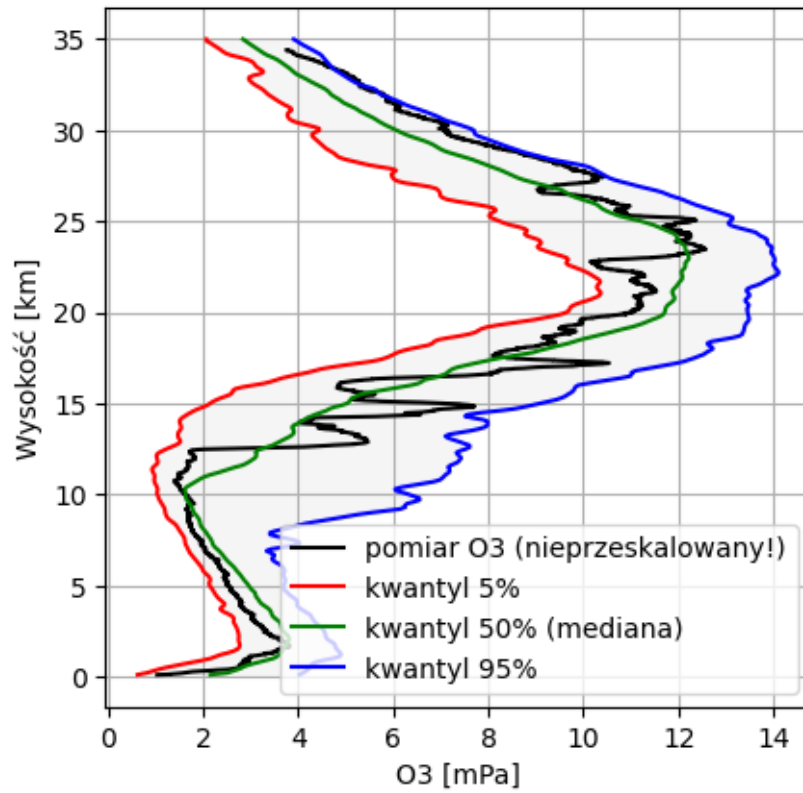
2024-10-02 godz. 11:14:49 - 11:22:34 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



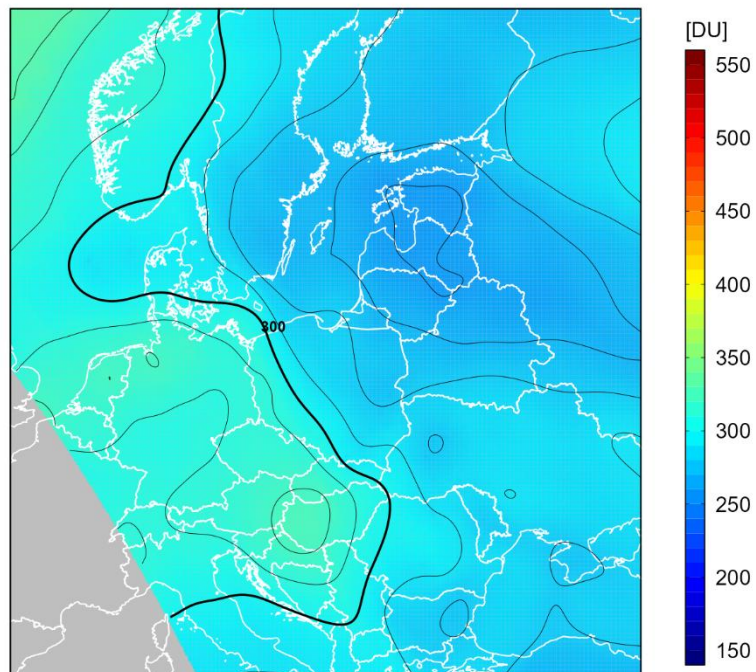
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-10-09 12UT
CZO3 w sondażu: 281D, w Belsku: 294D



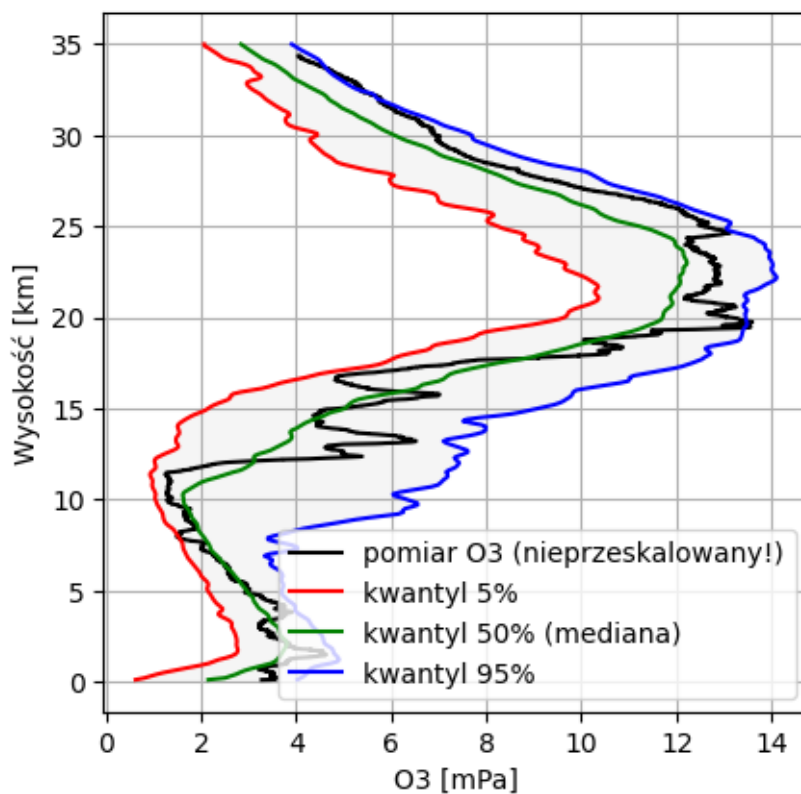
2024-10-09 godz. 10:42:50 - 10:51:12 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



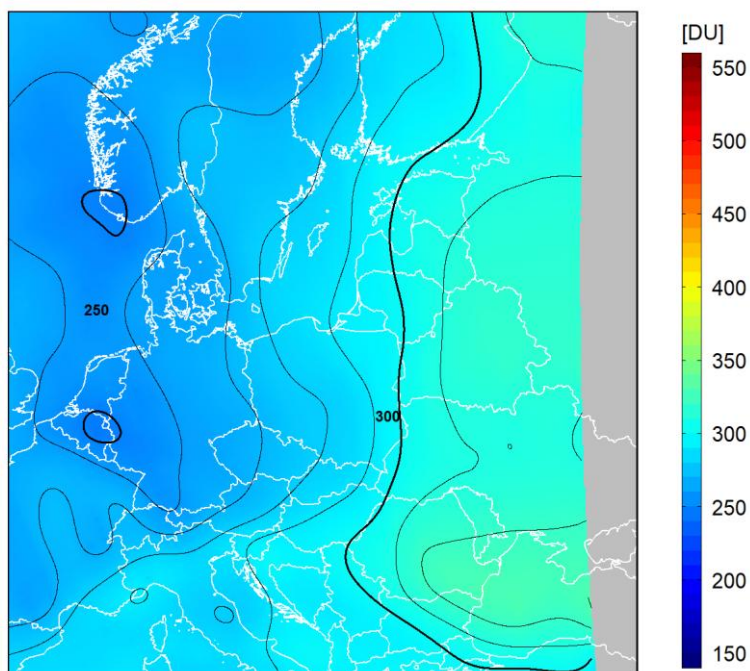
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-10-16 12UT
CZO3 w sondażu: 300D, w Belsku: 281D



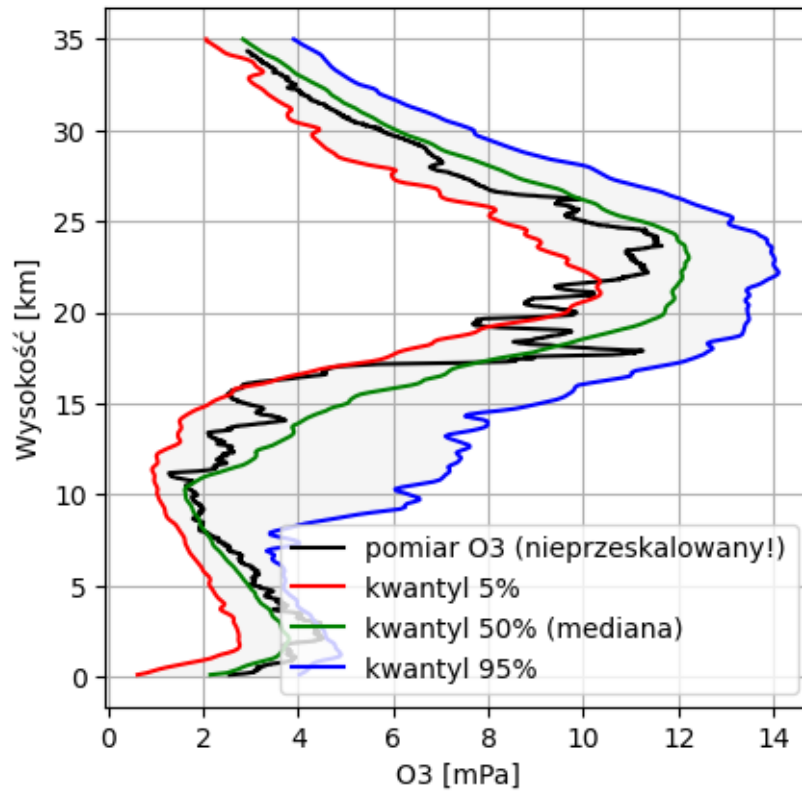
2024-10-16 godz. 11:52:46 - 11:59:53 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



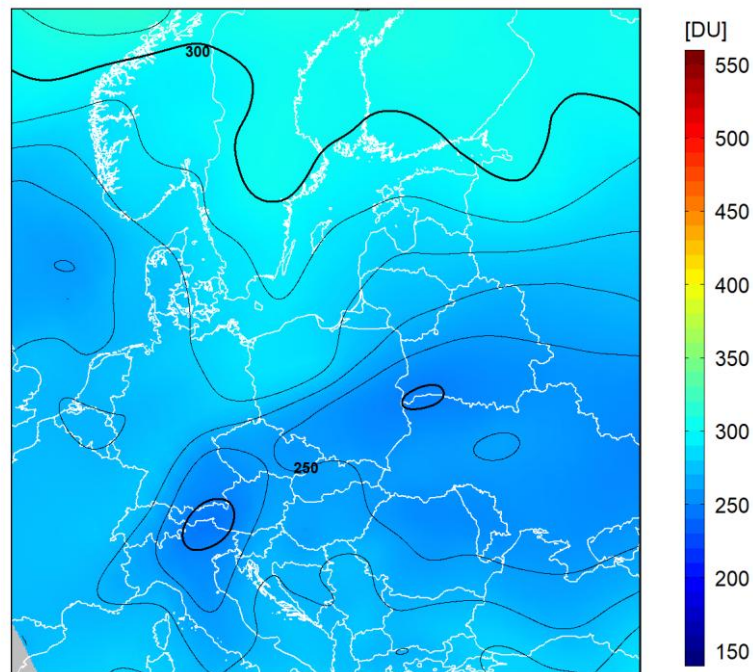
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-10-23 12UT
CZO3 w sondażu: 247D, w Belsku: 248D



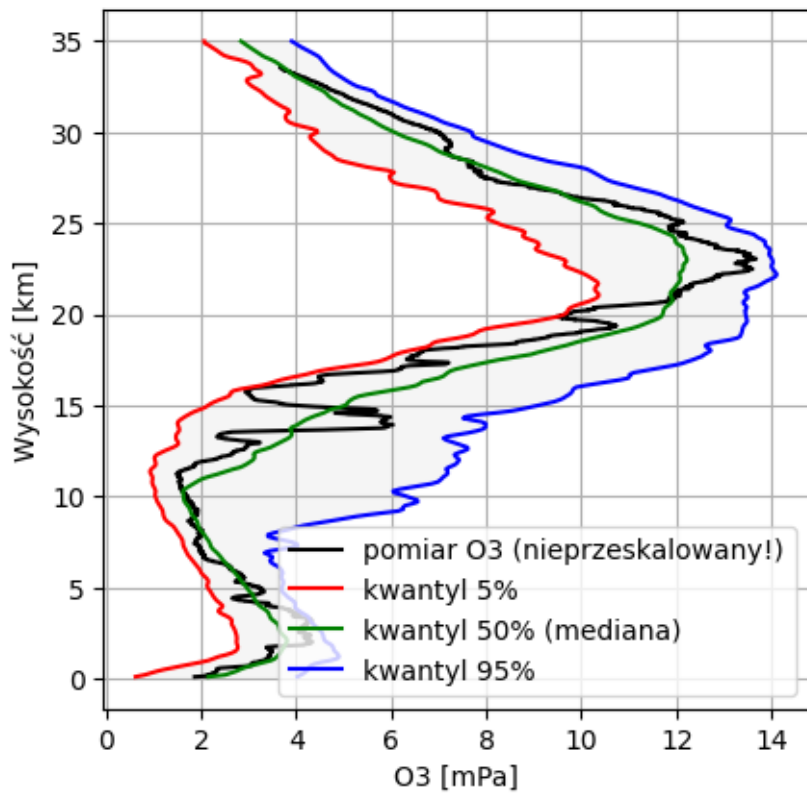
2024-10-23 godz. 11:21:04 - 11:28:41 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



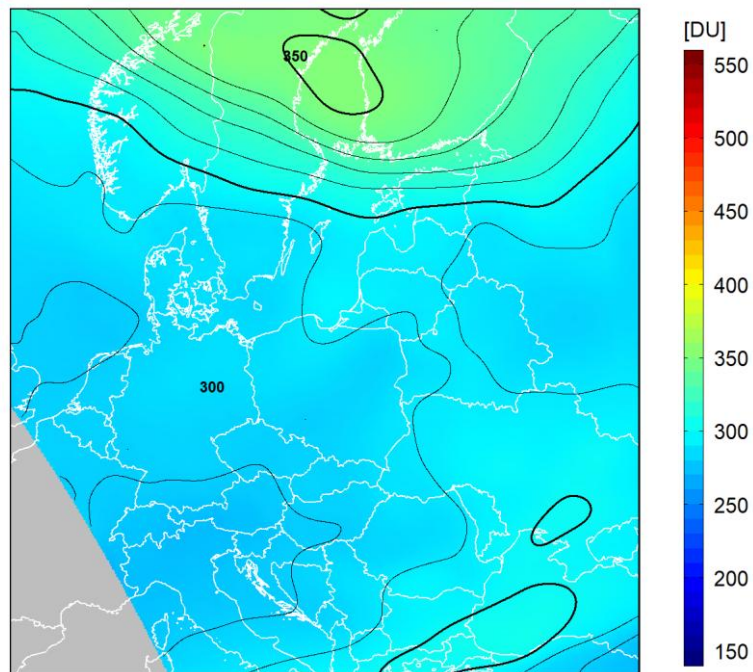
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

Legionowo 2024-10-30 12UT
CZO3 w sondażu: 272D, w Belsku: 279D



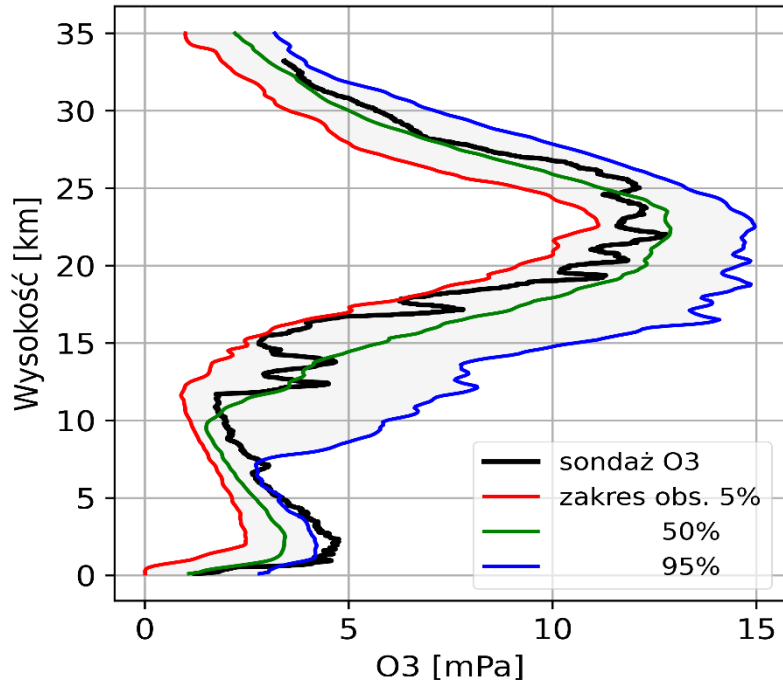
2024-10-30 godz. 10:49:24 - 10:57:38 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



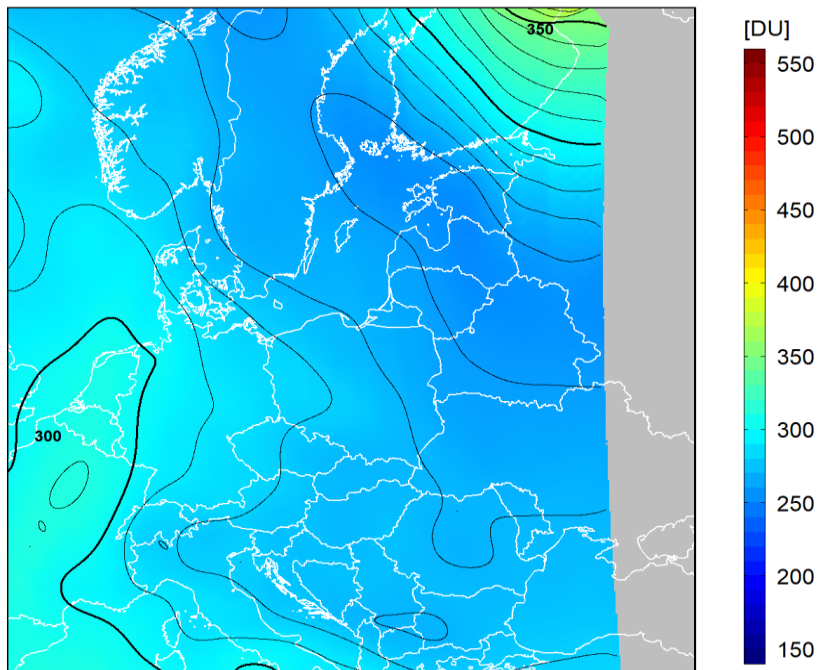
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11-06 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 273, Belsk: 258



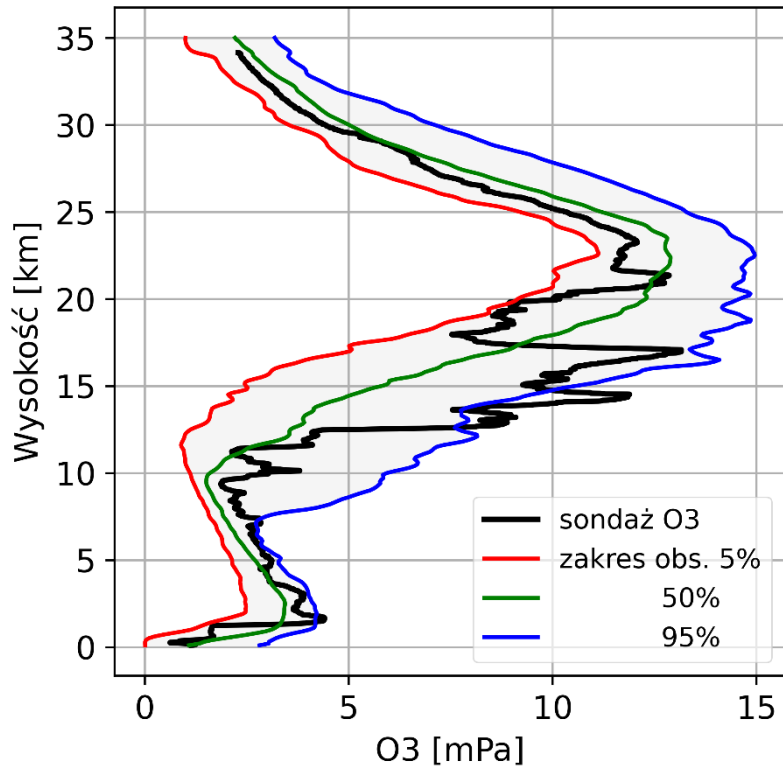
2024-11-06 godz. 11:59:11 - 12:06:18 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



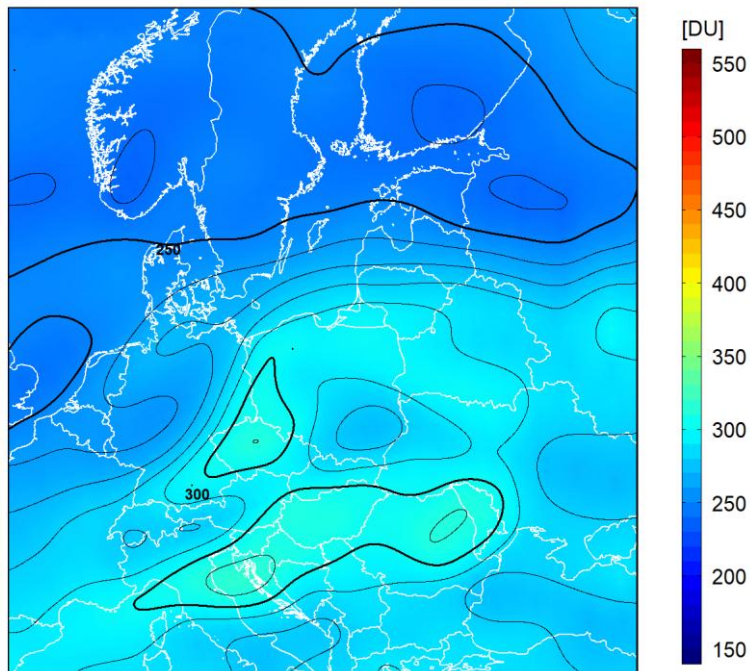
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11-13 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 290, Belsk: 278



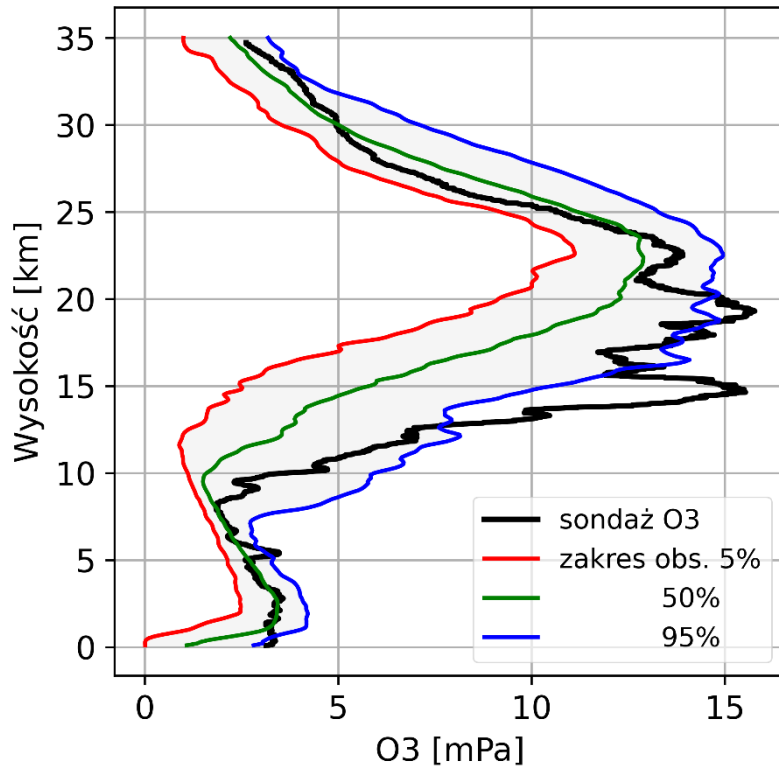
2024-11-13 godz. 11:27:29 - 11:34:50 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



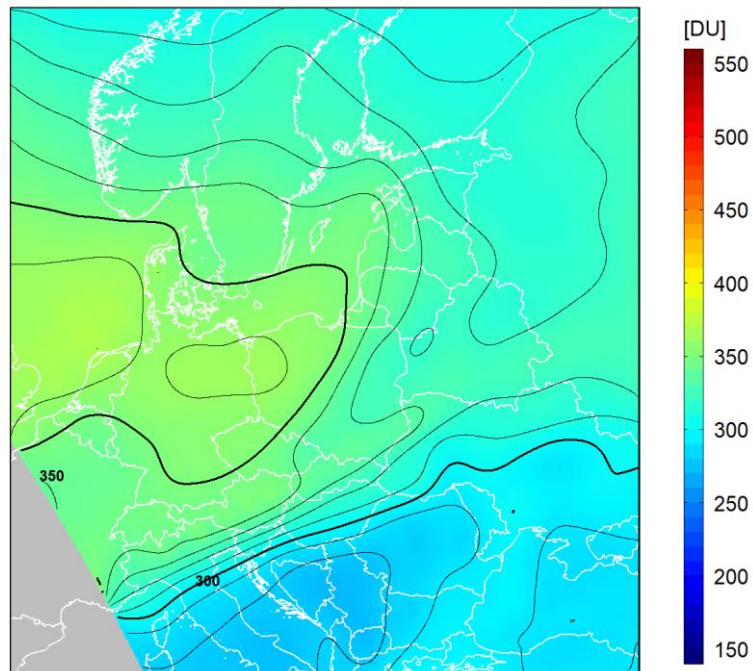
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11-20 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 344, Belsk: 336



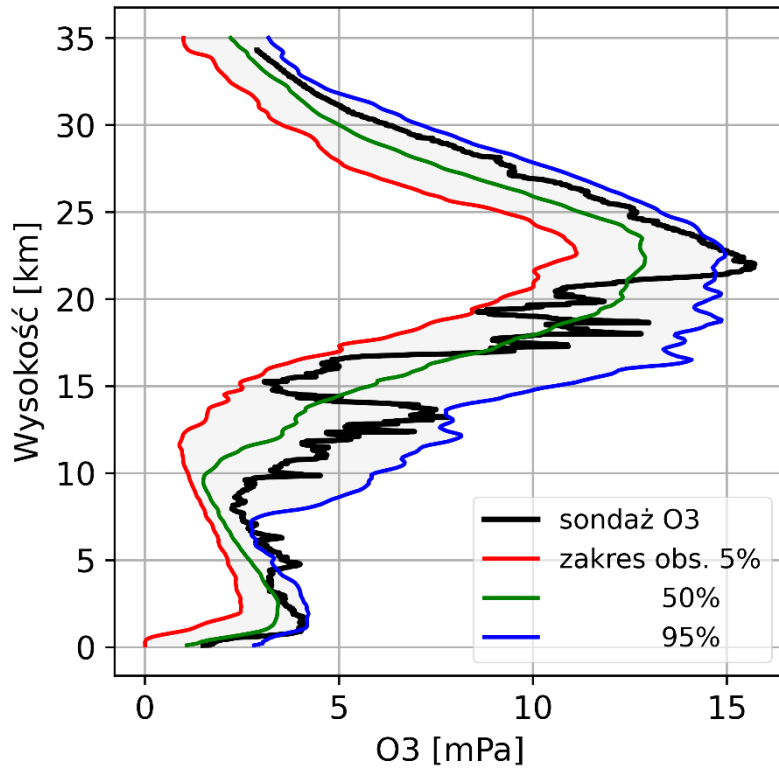
2024-11-20 godz. 10:55:35 - 11:03:42 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



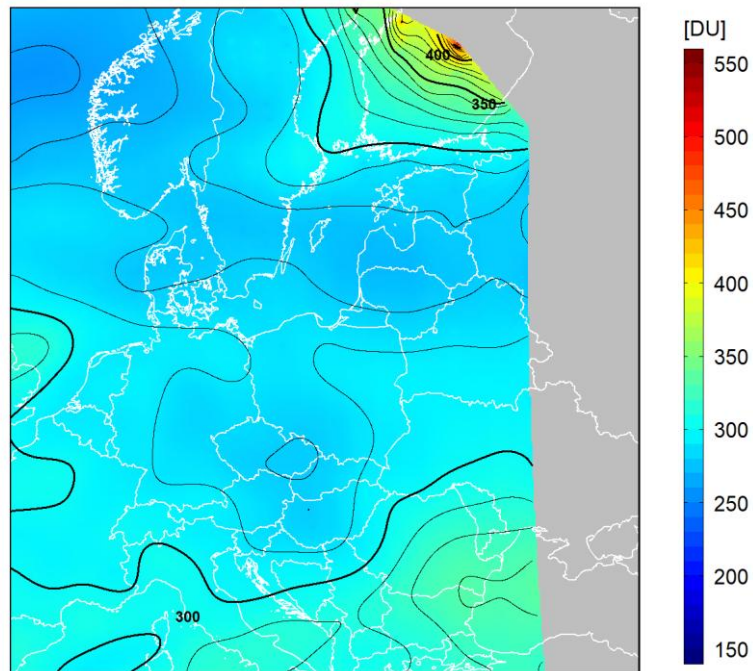
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-11-27 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 310, Belsk: 273



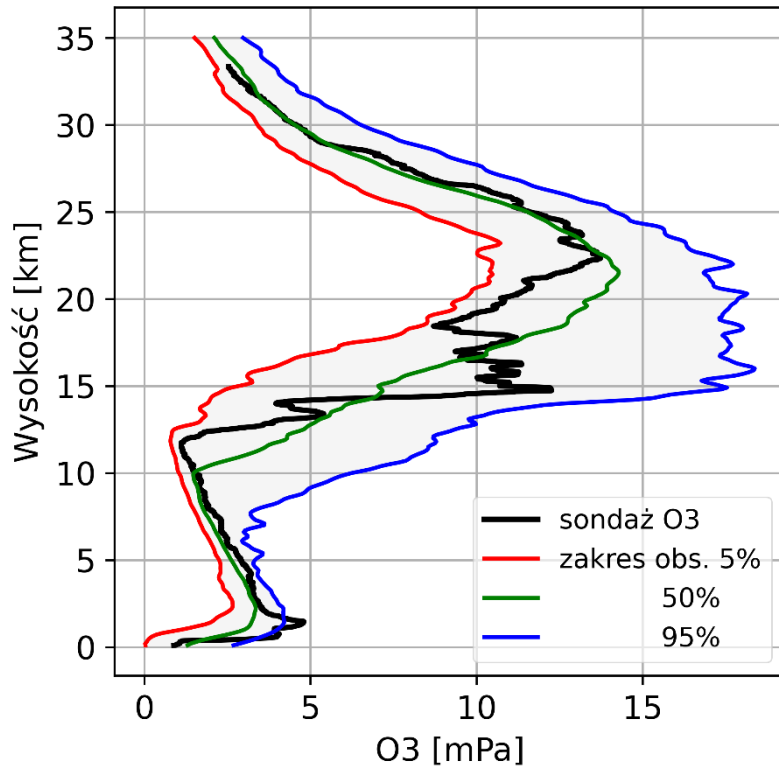
2024-11-27 godz. 12:05:43 - 12:12:50 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery



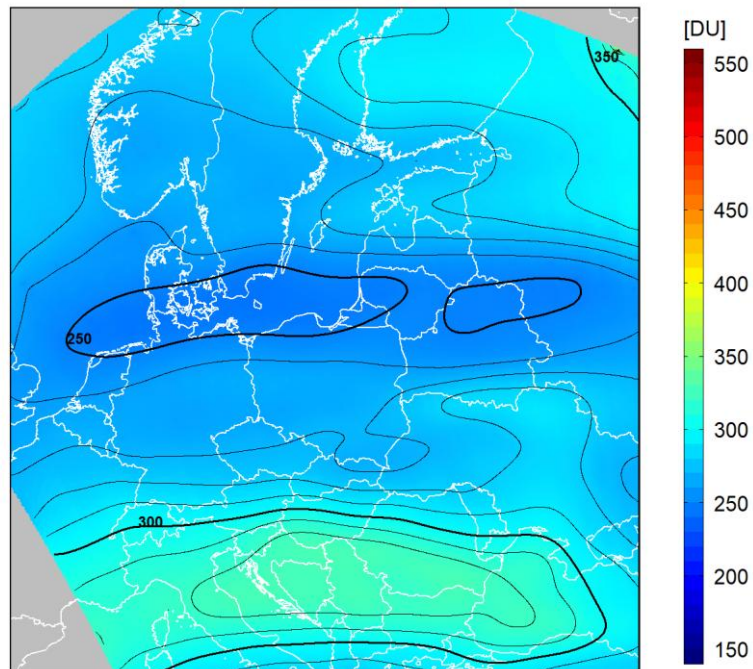
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-12-11 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 290, Belsk: 270



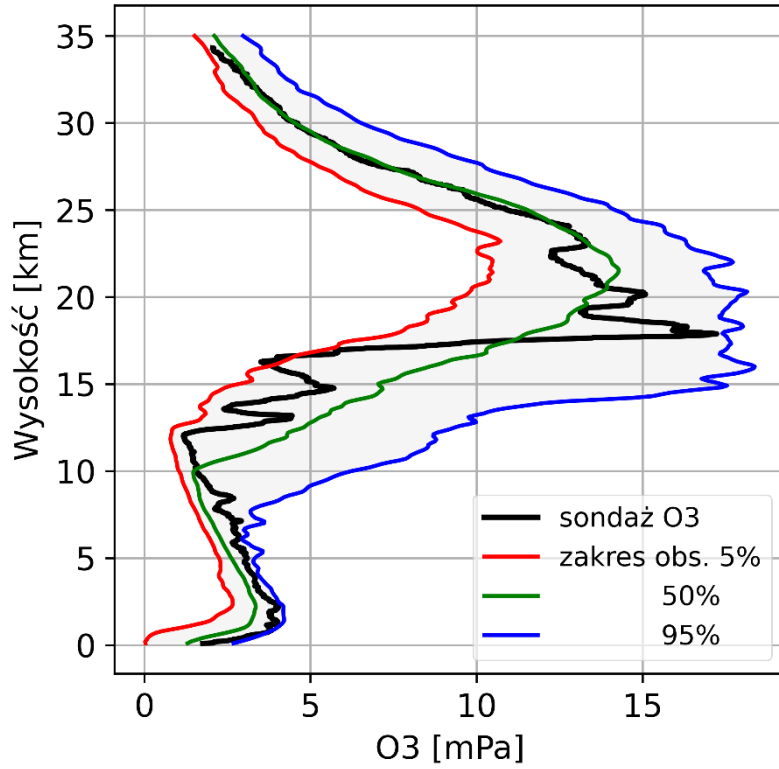
2024-12-11 godz. 11:02:46 - 11:10:15 UTC

Całkowita zawartość ozonu (O_3) w kolumnie atmosfery



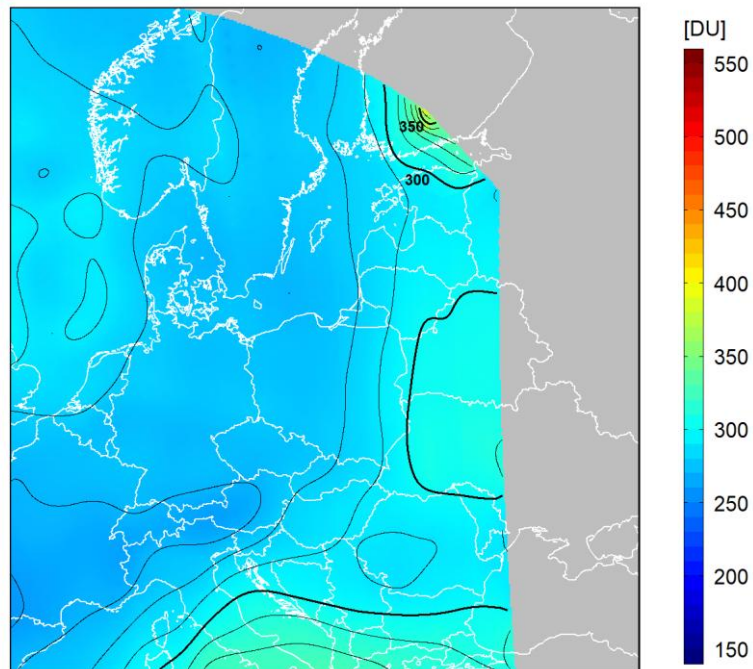
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

2024-12-18 12UT
CZO3[D]: Legionowo: 282, Belsk: 280



2024-12-18 godz. 12:12:45 - 12:19:52 UTC

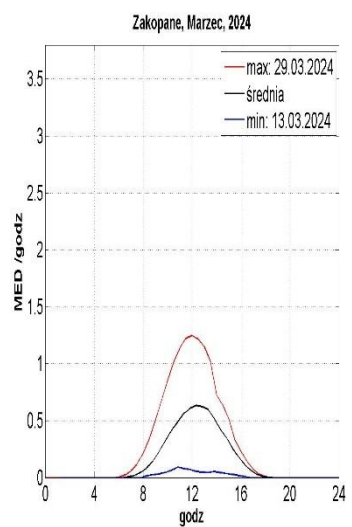
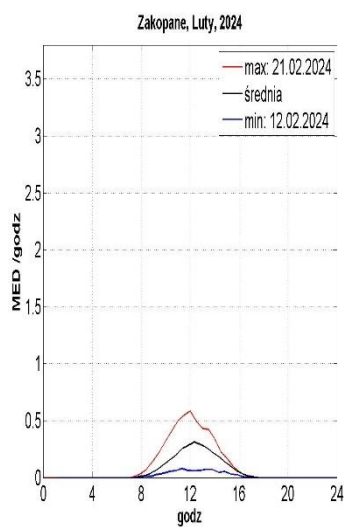
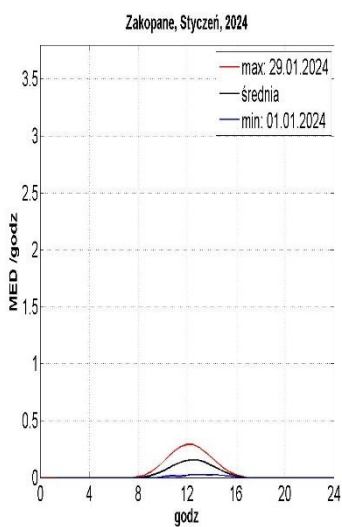
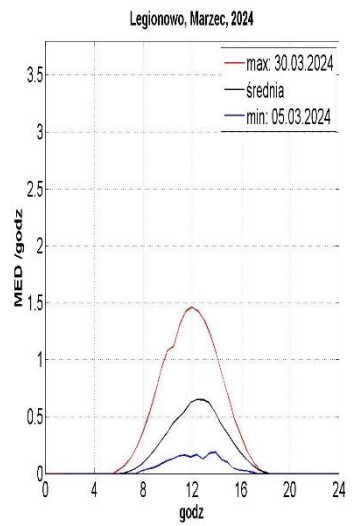
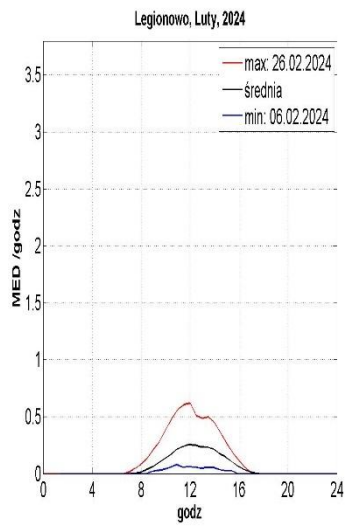
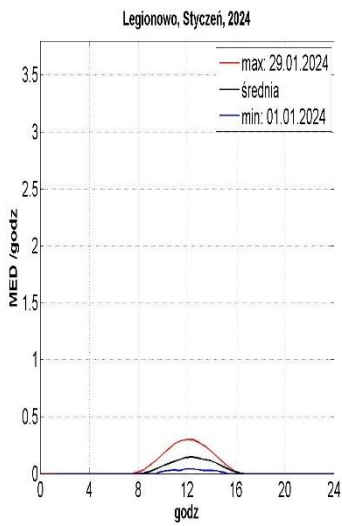
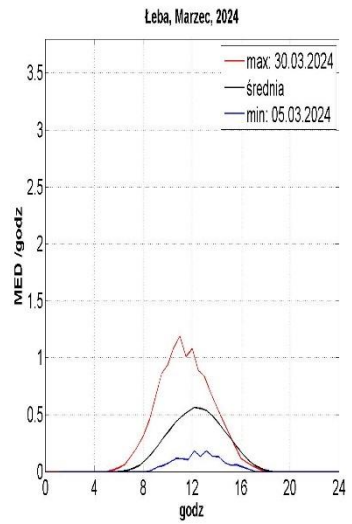
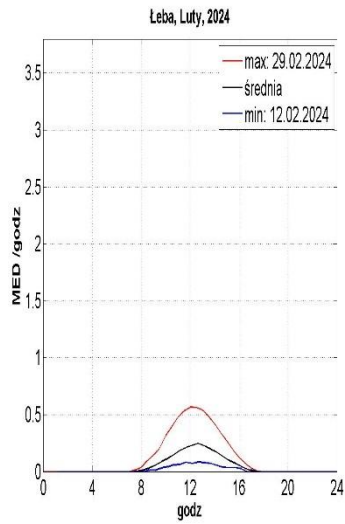
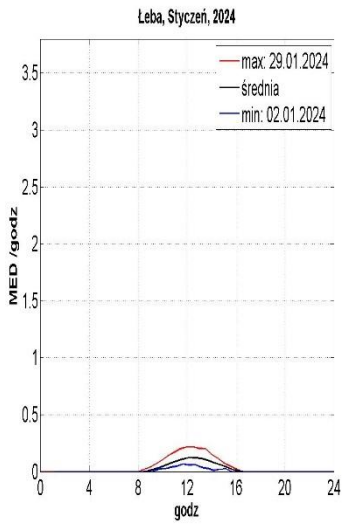
Całkowita zawartość ozonu (O₃) w kolumnie atmosfery

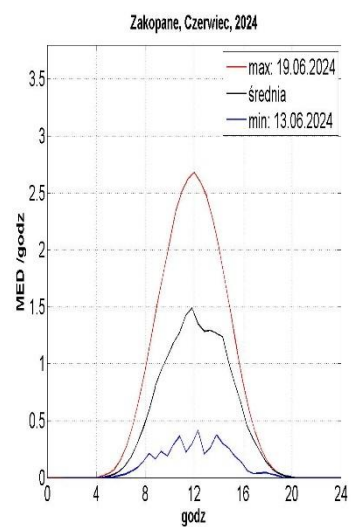
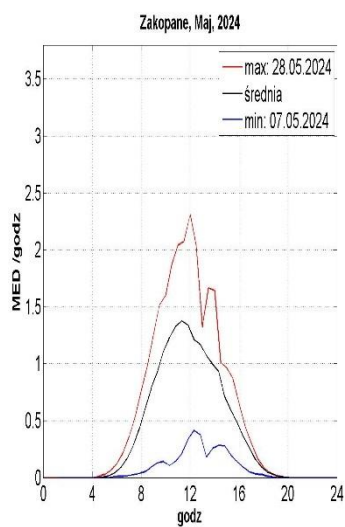
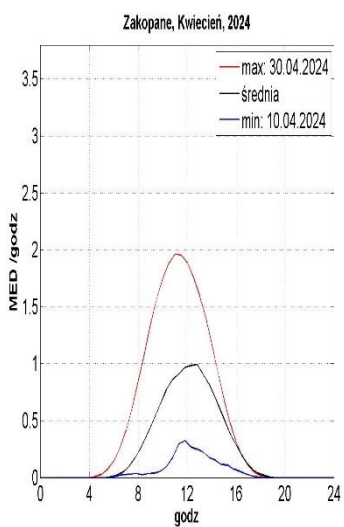
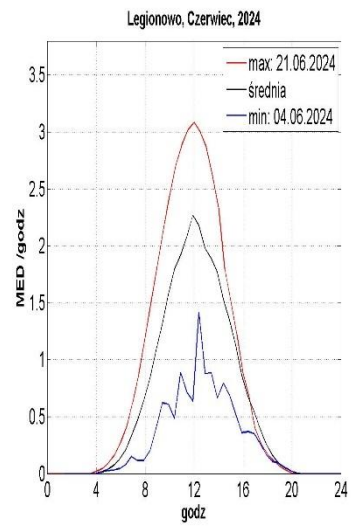
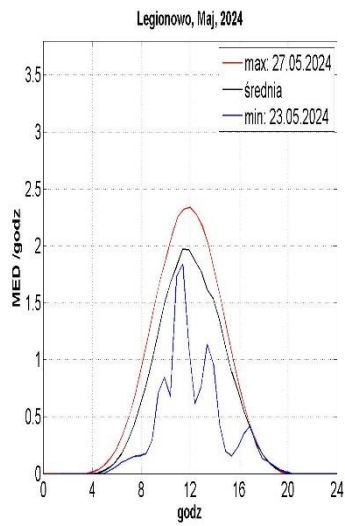
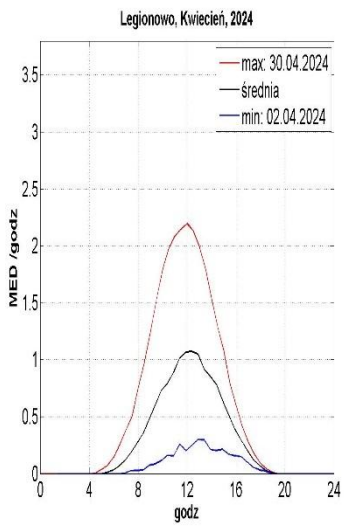
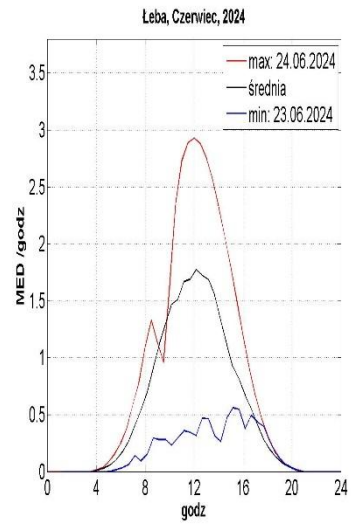
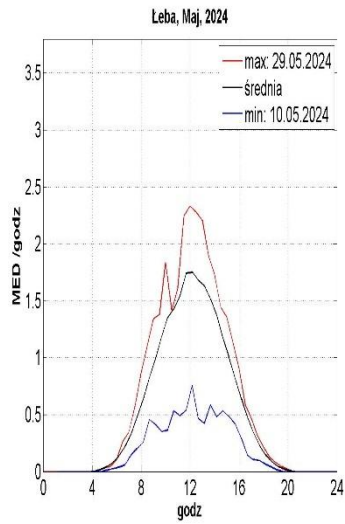
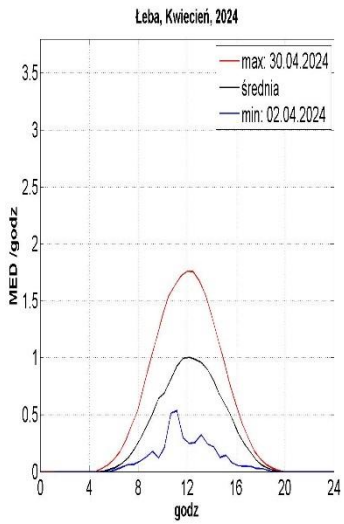


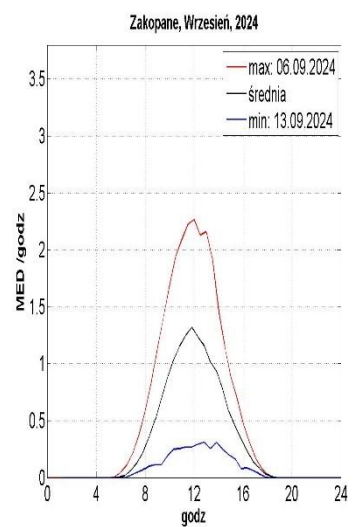
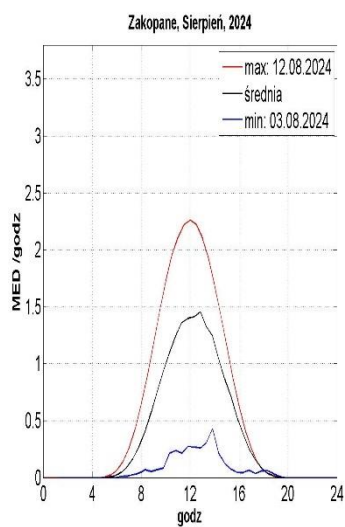
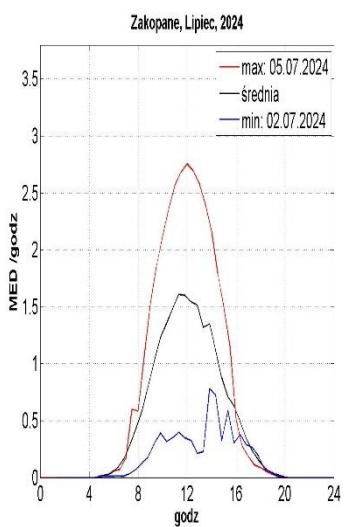
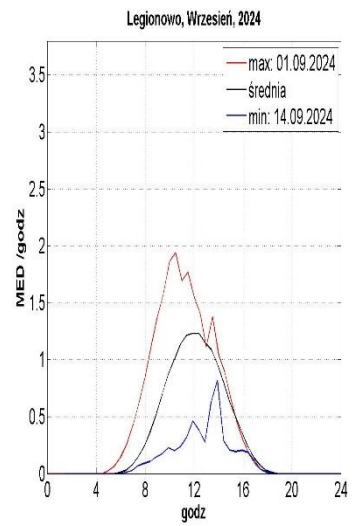
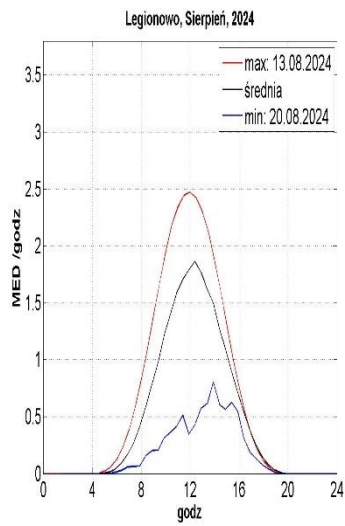
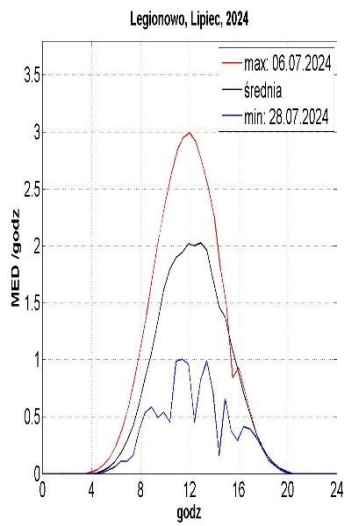
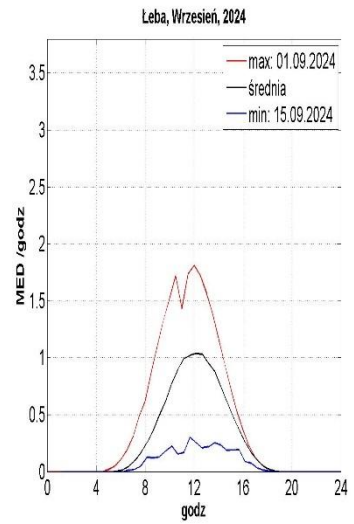
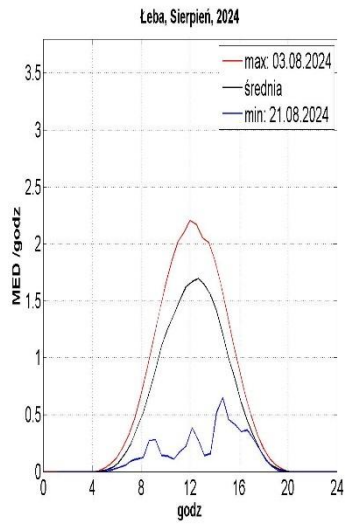
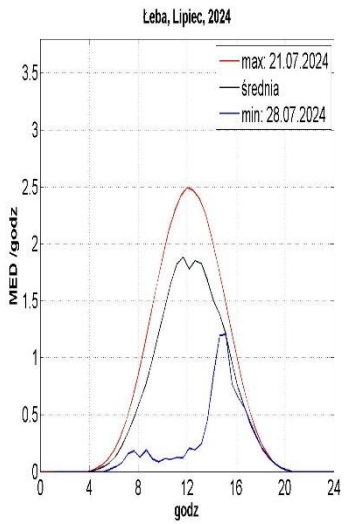
dane satelitarne: Suomi-NPP/OMPS

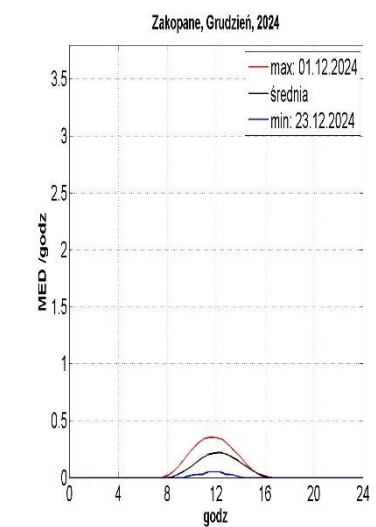
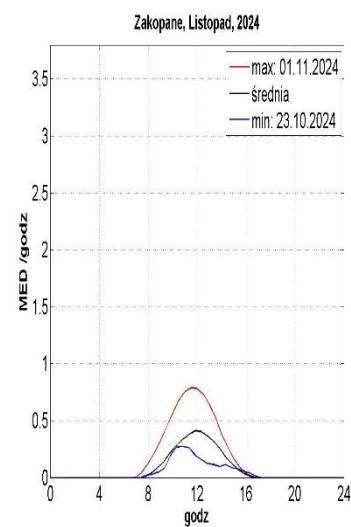
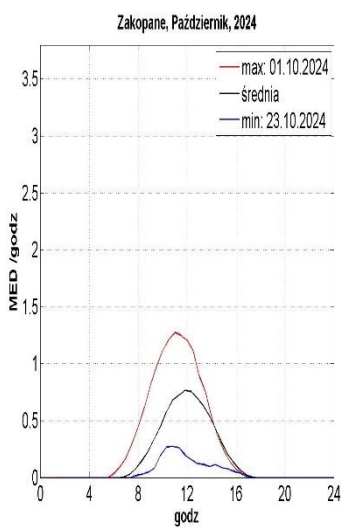
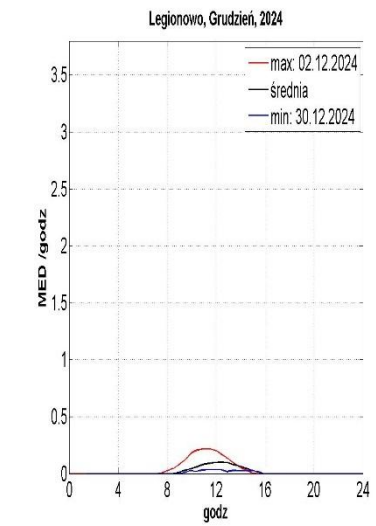
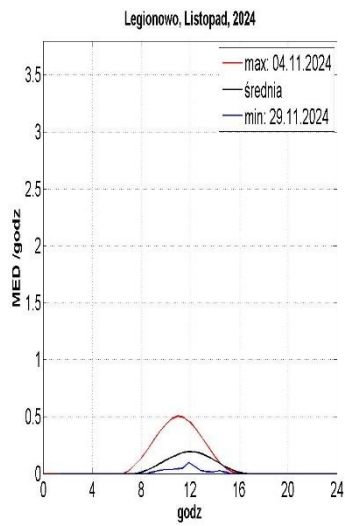
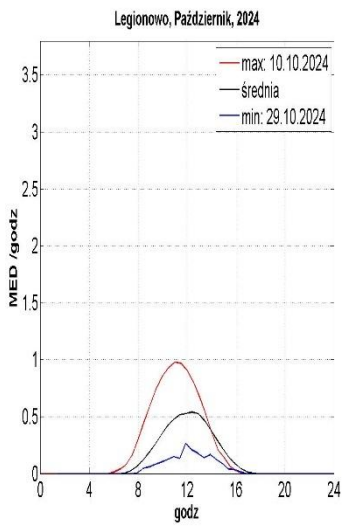
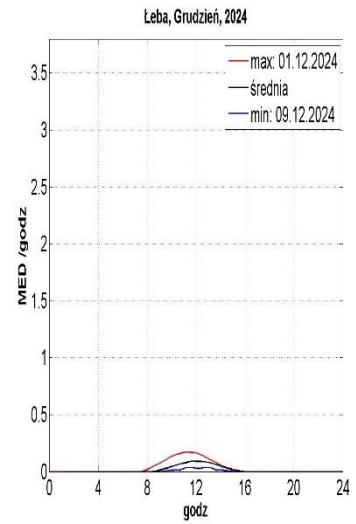
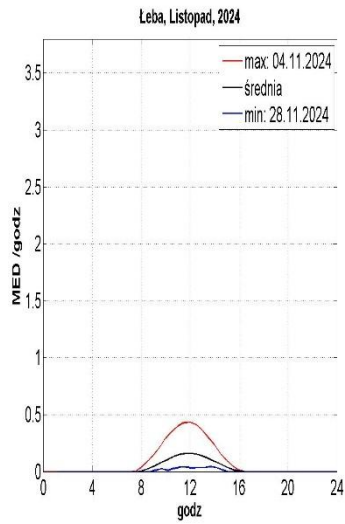
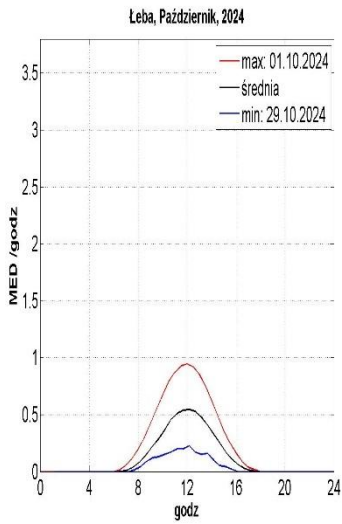
ZAŁĄCZNIK 2

DOBOWE PRZEBIEGI PROMIENIOWANIA UV-B Z MIESIĘCY
STYCZEŃ - GRUDZIEŃ 2024 R. (ŚREDNIE, MAKSYMALNE
I MINIMALNE) ZMIERZONE ZA POMOCĄ PRZYRZĄDU SOLAR LIGHT
(ŁEBA, LEGIONOWO, ZAKOPANE)









ZAŁĄCZNIK 3

DAWKI DOBOWE PROMIENIOWANIA UV-B Z MIESIĘCY
STYCZEŃ - GRUDZIEŃ 2024 R. ZMIERZONE ZA POMOCĄ
PRZYRZĄDU SOLAR LIGHT (ŁEBA, LEGIONOWO, ZAKOPANE)

	Łeba, dawki dobowe [MED]											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
01	0,23	1,03	2,13	4,22	12,70	14,81	17,17	15,11	11,06	5,20	0,83	0,73
02	0,22	0,43	2,24	2,04	13,36	11,64	6,83	12,75	10,21	4,70	1,83	0,54
03	0,31	0,93	2,66	3,21	13,18	5,89	13,17	15,14	10,29	1,99	0,66	0,20
04	0,23	0,53	3,12	2,83	12,66	16,62	10,36	10,29	9,97	4,33	2,00	0,14
05	0,43	0,97	0,76	5,02	8,15	11,31	13,77	12,99	9,22	4,99	1,48	0,32
06	0,34	0,49	3,94	8,23	5,53	10,32	16,69	14,01	9,31	4,36	0,82	0,41
07	0,35	0,95	4,33	5,74	12,84	6,56	15,73	15,03	9,08	3,97	0,44	0,38
08	0,65	1,22	4,36	4,68	12,76	12,36	15,63	7,42	9,06	3,09	0,69	0,43
09	0,34	0,83	4,07	6,48	12,87	14,68	15,81	10,66	4,32	2,09	0,86	0,11
10	0,39	0,48	2,83	5,63	4,40	16,08	14,53	12,81	5,10	2,52	0,45	0,41
11	0,72	0,61	1,29	6,43	9,20	8,51	10,29	13,95	4,02	2,94	0,79	0,46
12	0,62	0,40	1,74	5,74	14,16	9,47	16,41	14,22	3,16	3,74	0,55	0,55
13	0,30	0,91	2,02	6,75	14,56	10,29	7,14	14,81	1,94	1,18	1,06	0,65
14	0,37	1,59	2,98	9,48	14,65	9,55	13,30	14,44	7,40	3,03	0,49	0,13
15	0,30	0,75	4,72	9,13	13,80	13,94	15,01	7,74	1,71	2,10	0,88	0,57
16	0,74	1,99	1,92	2,32	14,01	14,79	9,67	12,96	5,33	3,49	0,32	0,47
17	0,79	1,04	1,07	6,82	14,32	13,31	12,96	10,80	7,14	3,71	0,59	0,59
18	0,89	1,89	2,46	8,47	14,00	16,96	12,82	11,53	4,26	3,39	0,39	0,38
19	0,71	0,54	3,92	4,99	10,17	8,49	17,21	11,28	6,73	3,34	0,49	0,25
20	0,35	0,89	2,62	7,50	11,33	18,38	17,53	11,83	7,25	2,35	0,56	0,55
21	0,63	0,90	1,80	7,37	13,36	16,55	17,54	3,06	6,82	1,31	0,31	0,25
22	0,25	1,52	1,55	2,70	14,22	4,87	8,36	5,25	6,12	2,21	0,84	0,34
23	0,40	1,79	3,89	4,34	8,65	4,14	14,88	9,29	6,17	2,64	0,81	0,32
24	0,51	1,20	4,00	7,40	11,94	19,60	7,97	13,51	5,83	2,60	0,45	0,31
25	0,83	2,04	3,51	9,62	13,33	18,32	15,09	6,40	4,53	2,75	0,87	0,58
26	0,62	2,77	5,55	6,79	10,03	13,72	14,53	8,47	2,03	1,36	0,49	0,28
27	0,86	0,99	5,98	8,57	13,57	17,13	7,81	10,99	4,50	2,23	0,39	0,28
28	0,87	0,85	3,63	9,83	14,68	8,82	4,46	11,42	4,65	1,70	0,17	0,32
29	1,00	2,90	4,62	10,52	15,15	18,66	15,05	10,26	4,88	1,02	0,65	0,18
30	0,57	-	6,13	11,74	6,95	13,32	14,98	9,84	4,60	1,03	0,56	0,17
31	0,40	-	3,45	-	10,72	-	15,21	11,22	-	1,19	-	0,18

	Legionowo, dawki dobowe [MED]											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
01	0,15	0,64	2,41	6,44	14,85	9,57	9,18	15,23	11,39	4,59	1,80	0,36
02	0,31	1,04	1,40	1,65	13,60	11,38	10,01	13,91	10,71	3,67	2,20	0,89
03	0,19	0,57	3,30	1,89	14,64	10,81	11,38	11,80	10,56	1,31	1,89	0,45
04	0,29	0,60	1,12	4,53	13,39	6,37	12,97	10,58	9,21	2,49	2,34	0,24
05	0,57	0,99	0,94	5,57	12,35	14,32	15,86	4,99	9,29	2,72	2,32	0,46
06	0,51	0,32	2,47	7,35	10,20	15,03	19,95	10,34	10,35	2,57	2,05	0,40
07	0,34	0,77	4,43	9,36	10,31	15,01	7,16	14,27	10,53	2,16	0,44	0,44
08	0,77	1,21	4,54	8,42	14,12	17,64	14,55	7,60	10,39	4,61	0,63	0,25
09	0,86	0,80	4,77	8,78	14,30	17,05	18,62	13,47	6,45	2,00	0,50	0,18
10	0,49	0,90	3,79	6,45	7,97	9,92	18,29	16,03	3,33	4,93	0,87	0,24
11	0,33	0,71	1,64	10,18	13,05	16,82	16,30	13,23	9,07	3,91	0,47	0,41
12	0,95	0,77	0,96	5,42	14,39	13,02	15,73	15,76	6,46	3,83	0,30	0,64
13	0,32	1,00	1,05	9,36	14,74	8,87	19,00	16,17	4,81	1,00	0,49	0,87
14	0,33	2,16	4,52	8,43	12,13	15,27	16,00	15,58	2,70	1,42	0,63	0,19
15	0,64	1,08	5,72	7,22	14,90	19,46	16,59	14,69	6,49	1,93	1,04	0,54
16	1,11	2,47	3,42	4,24	13,62	15,42	16,09	14,38	8,39	3,83	0,49	0,30
17	1,19	0,91	2,17	2,97	15,42	18,00	15,13	15,74	7,18	3,95	0,45	0,33
18	0,71	3,05	2,14	5,54	13,97	16,16	14,68	9,36	7,69	4,10	0,71	0,65
19	1,07	1,01	4,30	6,48	14,97	17,24	18,29	7,06	7,53	4,06	0,77	0,46
20	0,40	1,25	3,56	4,20	9,57	16,67	16,57	4,13	8,17	3,72	0,32	0,45
21	0,90	0,94	4,42	3,44	12,16	20,63	16,55	4,88	7,92	3,39	0,44	0,55
22	0,68	1,78	1,93	3,94	15,84	12,47	14,35	8,01	7,49	3,67	0,83	0,30
23	0,83	1,15	2,73	6,18	6,91	12,58	14,79	11,44	6,47	2,12	0,83	0,40
24	0,41	1,65	2,88	4,25	14,57	10,66	13,09	13,40	6,98	2,19	0,52	0,32
25	0,52	2,76	4,10	6,03	13,26	16,69	7,18	12,02	6,47	2,42	1,14	0,44
26	0,79	3,17	6,04	7,86	12,82	18,61	13,59	9,98	4,12	2,83	1,04	0,74
27	0,47	3,02	6,40	9,71	16,20	18,93	14,46	13,25	6,13	2,48	0,48	0,36
28	0,58	1,05	3,36	10,61	13,89	12,18	6,23	12,78	3,22	2,20	0,24	0,21
29	1,39	1,04	6,74	11,98	9,99	20,12	12,40	11,66	5,45	0,97	0,22	0,48
30	1,37	-	8,54	14,15	11,96	17,43	16,60	10,59	5,54	1,28	0,38	0,16
31	0,65	-	5,30	-	13,11	-	16,54	7,08	-	1,53	-	0,26

	Zakopane, dawki dobowe [MED]											
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
01	0,11	0,77	0,86	6,37	12,04	10,45	5,04	6,15	11,59	6,81	3,78	1,59
02	0,60	0,85	0,86	1,60	10,25	13,70	3,66	6,54	9,89	2,00	1,42	1,52
03	0,52	0,52	3,39	6,46	10,43	7,05	6,81	1,66	9,95	1,31	2,80	1,48
04	0,53	1,01	3,32	5,98	12,36	2,84	6,62	11,88	13,15	1,66	2,64	0,54
05	0,63	0,38	1,15	6,19	7,96	8,62	16,98	3,87	11,51	2,23	3,21	0,47
06	0,36	1,80	0,97	3,68	10,10	13,06	13,67	10,32	13,21	2,00	3,14	0,78
07	0,35	1,04	0,57	9,00	1,83	9,79	12,87	11,88	7,93	6,48	2,85	0,72
08	0,59	1,32	2,96	8,11	5,31	15,25	7,07	6,94	8,76	6,71	2,75	1,36
09	0,75	1,19	4,06	8,25	11,82	9,73	13,57	7,07	1,99	3,34	2,62	0,37
10	0,98	1,43	1,90	1,31	10,10	4,48	14,78	12,62	3,04	6,26	2,65	0,25
11	0,77	0,50	0,86	3,37	6,53	4,35	5,97	11,67	8,48	1,67	2,47	0,72
12	0,61	0,38	1,89	9,95	12,33	2,91	11,72	14,11	7,06	2,82	2,18	1,11
13	0,72	0,53	0,38	9,83	11,80	2,33	11,44	13,58	1,86	3,01	0,96	1,09
14	0,57	1,90	1,99	10,24	13,01	12,57	11,83	13,41	3,13	5,52	1,91	1,16
15	0,66	1,65	6,06	3,79	8,93	16,30	15,99	4,81	7,48	2,03	1,39	0,67
16	0,69	2,23	2,85	3,26	10,45	2,61	8,78	12,26	2,14	5,25	2,31	0,79
17	0,81	1,05	4,54	2,32	4,91	16,36	6,67	6,14	6,15	5,28	2,17	0,74
18	0,55	2,43	1,88	2,89	9,80	13,36	11,43	9,53	7,38	5,31	1,50	1,27
19	0,31	1,46	3,26	5,82	7,23	17,72	11,70	9,50	8,24	5,33	2,00	1,22
20	0,82	1,44	5,04	4,77	7,09	12,06	11,82	4,76	9,82	5,20	0,28	0,28
21	1,07	2,56	5,01	2,42	11,45	15,76	11,22	3,45	9,95	5,09	1,04	1,08
22	0,91	1,78	4,15	3,16	6,68	4,63	11,42	9,64	10,04	5,05	0,62	0,91
23	0,51	1,30	3,82	6,93	3,28	12,11	9,11	10,98	9,64	1,13	1,20	0,14
24	0,36	1,99	4,44	1,70	7,32	7,09	5,13	11,90	7,37	4,57	0,73	0,17
25	0,21	2,00	3,35	5,96	10,49	16,69	6,29	10,65	3,75	4,49	1,76	0,73
26	0,94	0,93	6,16	5,84	6,83	12,19	14,36	4,45	8,06	4,05	1,67	1,22
27	0,32	1,88	5,61	7,54	8,68	7,82	15,29	5,07	4,50	4,18	1,53	1,40
28	0,77	1,13	4,68	8,51	13,47	6,95	5,94	11,07	4,06	3,58	0,60	1,39
29	1,26	2,49	6,73	11,32	7,26	13,11	11,97	10,65	2,40	3,50	0,41	1,39
30	1,26	-	5,96	12,26	8,27	9,43	14,99	8,93	6,64	3,05	0,76	1,28
31	1,05	-	5,21	-	8,19	-	13,85	10,53	-	2,27	-	1,26

ZAŁĄCZNIK 4

MAKSYMALNE WARTOŚCI INDEKSU UV W 2024 R. ZMIERZONE ZA POMOCĄ PRZYRZĄDU SOLAR LIGHT (ŁEBA, LEGIONOWO, ZAKOPANE)

Legenda:

Nr dnia – kolejny nr dnia w roku

A – maksymalna wartość Indeksu UV w serii pomiarowej: Łeba, Legionowo (1993-2023);
Zakopane (1995-2023)

B – średnia z maksymalnych wartości Indeksu UV w serii pomiarowej: Łeba, Legionowo
(1993-2023); Zakopane (1995-2023)

C – maksymalna wartość Indeksu UV w 2024 r.

Łeba				Legionowo				Zakopane			
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
1	0,28	0,2	0,17	1	0,45	0,25	0,09	1	1,06	0,5	0,06
2	0,35	0,19	0,15	2	0,61	0,29	0,21	2	0,94	0,5	0,36
3	0,35	0,21	0,22	3	0,69	0,28	0,11	3	0,68	0,42	0,39
4	0,35	0,2	0,14	4	0,7	0,29	0,19	4	0,72	0,44	0,32
5	0,36	0,21	0,28	5	0,75	0,3	0,35	5	0,73	0,43	0,36
6	0,38	0,22	0,23	6	0,56	0,27	0,32	6	0,77	0,49	0,21
7	0,37	0,21	0,24	7	0,76	0,29	0,18	7	0,83	0,53	0,22
8	0,46	0,2	0,34	8	0,84	0,36	0,42	8	0,9	0,54	0,35
9	0,45	0,21	0,19	9	0,78	0,31	0,45	9	0,97	0,57	0,41
10	0,37	0,22	0,2	10	0,69	0,26	0,27	10	0,95	0,49	0,56
11	0,44	0,22	0,4	11	0,76	0,32	0,21	11	0,86	0,58	0,42
12	0,35	0,19	0,48	12	0,67	0,32	0,66	12	0,88	0,61	0,36
13	0,38	0,23	0,21	13	0,81	0,33	0,23	13	0,92	0,6	0,52
14	0,46	0,25	0,2	14	0,78	0,34	0,18	14	0,9	0,57	0,36
15	0,48	0,27	0,23	15	0,63	0,32	0,41	15	0,97	0,54	0,36
16	0,47	0,24	0,41	16	0,89	0,37	0,59	16	0,95	0,62	0,46
17	0,49	0,27	0,47	17	0,62	0,36	0,63	17	1,11	0,61	0,47
18	0,45	0,25	0,49	18	0,58	0,35	0,39	18	0,94	0,62	0,38
19	0,46	0,26	0,47	19	0,73	0,31	0,59	19	0,93	0,55	0,22
20	0,43	0,23	0,28	20	0,86	0,37	0,25	20	0,92	0,57	0,45
21	0,53	0,25	0,35	21	0,7	0,34	0,45	21	0,93	0,57	0,59
22	0,59	0,28	0,16	22	0,91	0,4	0,39	22	1,04	0,66	0,51
23	0,58	0,3	0,21	23	1,09	0,44	0,47	23	1,08	0,64	0,31
24	0,64	0,33	0,38	24	0,91	0,38	0,35	24	1,12	0,68	0,25
25	0,57	0,35	0,5	25	1,12	0,43	0,28	25	1,04	0,62	0,15
26	0,57	0,32	0,47	26	1,09	0,44	0,48	26	1,16	0,7	0,59
27	0,6	0,34	0,53	27	0,92	0,43	0,3	27	1,17	0,75	0,21
28	0,63	0,35	0,51	28	1,34	0,44	0,3	28	1,25	0,76	0,64
29	0,61	0,35	0,5	29	1,01	0,5	0,7	29	1,25	0,79	0,68
30	0,66	0,37	0,28	30	1,3	0,44	0,7	30	1,4	0,83	0,68
31	0,71	0,42	0,28	31	0,91	0,53	0,37	31	1,29	0,82	0,57
32	0,77	0,4	0,51	32	0,77	0,49	0,47	32	1,48	0,87	0,47
33	0,77	0,42	0,28	33	0,79	0,45	0,54	33	1,35	0,84	0,49
34	0,74	0,44	0,54	34	1,41	0,53	0,35	34	1,34	0,83	0,36
35	0,68	0,4	0,28	35	1,45	0,52	0,26	35	1,51	0,85	0,61
36	0,8	0,53	0,49	36	1,07	0,63	0,6	36	1,27	0,88	0,21
37	0,82	0,49	0,32	37	1,19	0,6	0,18	37	1,48	0,9	1,05
38	0,88	0,44	0,47	38	1,1	0,61	0,42	38	1,67	0,91	0,68
39	0,95	0,49	0,76	39	0,91	0,59	0,55	39	1,73	0,92	0,85
40	0,93	0,49	0,4	40	1,24	0,63	0,39	40	1,6	0,93	0,68
41	1,01	0,55	0,23	41	1,16	0,67	0,52	41	1,89	1,06	0,77

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
42	1,08	0,49	0,35	42	1,42	0,6	0,39	42	1,79	0,95	0,31
43	0,92	0,56	0,2	43	1,41	0,71	0,31	43	2,07	1,02	0,18
44	1,32	0,6	0,48	44	1,36	0,73	0,66	44	1,83	1,02	0,44
45	1,12	0,59	0,82	45	1,52	0,68	0,99	45	2,52	1,06	0,97
46	1,11	0,62	0,33	46	2,12	0,76	0,53	46	2,67	1,23	0,93
47	1,27	0,67	1,05	47	2,07	0,9	1,17	47	2,39	1,15	1,11
48	1,04	0,59	0,58	48	1,33	0,76	0,61	48	2,26	1,22	0,73
49	1,23	0,69	0,95	49	1,35	0,82	1,49	49	2,26	1,2	1,4
50	1,52	0,71	0,27	50	2,4	0,78	0,53	50	2,92	1,31	1,04
51	1,1	0,67	0,56	51	2,19	0,82	0,77	51	3,07	1,39	0,82
52	1,46	0,76	0,88	52	1,58	0,91	0,54	52	2,57	1,35	1,36
53	1,53	0,79	0,66	53	1,68	0,89	0,91	53	2,92	1,43	1,05
54	1,79	0,87	1,06	54	2,18	0,99	0,56	54	2,9	1,42	0,87
55	1,51	0,83	0,75	55	1,54	0,95	1,12	55	3,16	1,44	1
56	1,47	0,92	1,06	56	2,17	1,04	1,24	56	2,72	1,55	0,97
57	1,6	0,94	1,32	57	2,08	1,05	1,44	57	2,67	1,57	0,54
58	1,71	1,06	0,49	58	2,24	1,18	1,4	58	2,99	1,59	0,94
59	1,75	0,94	0,57	59	2,32	1,16	0,62	59	2,87	1,83	0,66
60	1,48	0,91	1,32	60	1,96	1,11	0,43	60	2,41	1,66	1,19
61	1,68	0,98	1,02	61	2,1	1,15	1,19	61	2,83	1,75	0,53
62	2	1,08	1,12	62	1,87	1,09	0,78	62	2,75	1,74	0,48
63	1,81	1,09	1,26	63	2,53	1,25	1,47	63	3,23	1,88	1,62
64	2,46	1,22	1,35	64	2,22	1,22	0,54	64	2,76	1,57	1,58
65	1,61	1,09	0,42	65	2,3	1,35	0,44	65	3,64	1,93	1,17
66	2,09	1,15	1,7	66	2,32	1,43	1,91	66	3,14	1,89	0,63
67	2,19	1,28	1,86	67	2,46	1,44	1,9	67	3,58	2,02	0,32
68	2,52	1,23	1,97	68	2,31	1,43	1,95	68	2,8	1,86	1,47
69	2,8	1,38	1,87	69	2,86	1,5	2,04	69	4,2	1,91	1,97
70	2,63	1,3	1,13	70	2,83	1,54	1,73	70	3,68	2,13	0,74
71	2,84	1,36	0,77	71	2,69	1,6	0,86	71	3,3	2,02	0,46
72	2,69	1,42	0,77	72	3,47	1,59	0,38	72	3,5	2,07	1,14
73	2,43	1,4	1,03	73	2,58	1,56	0,53	73	3,5	2,21	0,21
74	2,08	1,32	1,19	74	2,77	1,67	2,16	74	3,58	1,99	1,13
75	2,68	1,38	2,11	75	2,97	1,68	2,37	75	4,01	2,17	2,79
76	2,39	1,51	1,2	76	2,31	1,72	2,12	76	3,64	2,45	1,48
77	2,57	1,48	0,5	77	2,65	1,77	1,05	77	3,75	2,34	2,27
78	2,39	1,53	1,04	78	2,78	1,71	1,07	78	3,55	2,28	1,03
79	3,39	1,73	1,63	79	3,76	1,86	1,9	79	5,16	2,62	1,71
80	3,13	1,76	1,2	80	3,38	2,04	1,92	80	4,31	2,64	2,18
81	3,11	1,88	0,8	81	3,26	2,03	1,8	81	4,09	2,36	2,21
82	3,07	1,96	0,74	82	3,63	2,17	0,98	82	4,41	2,59	2,02

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
83	2,97	1,93	2,13	83	3,47	2,17	2,34	83	4,28	2,44	1,64
84	2,77	2,03	1,55	84	3,32	2,18	1,65	84	3,84	2,48	1,85
85	2,86	2,1	1,37	85	3,25	2,27	2,09	85	4,15	2,56	1,69
86	3,02	1,87	2,1	86	3,35	2,18	2,66	86	4,24	2,62	2,77
87	3,24	2,21	2,43	87	3,36	2,34	2,53	87	4,41	2,41	2,73
88	3,72	2,07	2,12	88	3,84	2,31	1,98	88	6,09	3,03	2,45
89	3,3	2,15	1,84	89	3,56	2,33	2,59	89	4,97	3,1	2,92
90	4,1	2,34	2,77	90	3,74	2,43	3,41	90	5,46	3,04	2,5
91	3,97	2,07	1,43	91	4,52	2,48	2,42	91	5,23	3,11	2,28
92	4,14	2,39	2,12	92	4,38	2,44	2,8	92	5,15	3,11	2,86
93	3,22	2,36	1,25	93	3,68	2,48	0,7	93	4,76	3	0,95
94	3,72	2,45	1,35	94	3,93	2,6	1,22	94	5,07	3,17	2,79
95	4,2	2,3	1,24	95	4,8	2,59	2,59	95	4,28	2,81	3,04
96	3,78	2,42	2,48	96	3,93	2,15	3,26	96	4,56	2,27	2,79
97	4,18	2,34	3,17	97	4,36	2,51	3,22	97	4,9	3,11	1,84
98	4,22	2,33	2,22	98	4,4	2,93	3,84	98	5,04	3,59	3,7
99	4,5	2,51	2,48	99	4,94	2,32	3,53	99	5,36	3,15	3,27
100	4,16	2,82	2,39	100	4,54	2,72	3,51	100	5,35	3,3	3,48
101	4,61	2,57	2,77	101	4,7	2,84	2,91	101	5,07	3,01	0,76
102	4,41	2,72	2,67	102	4,55	2,97	3,9	102	5,46	3,3	1,18
103	4,97	2,55	2,84	103	4,71	2,85	2,33	103	5,51	3,45	3,98
104	4,14	2,49	3,84	104	4,68	2,85	3,62	104	6,58	3,65	3,89
105	4,49	2,77	3,6	105	4,43	2,97	3,86	105	5,29	3,71	4,77
106	4,56	2,87	3,42	106	4,98	3	3,67	106	4,86	3,3	2,19
107	4,48	2,98	0,9	107	4,89	3,21	2,24	107	5,63	3,03	1,62
108	4,81	3,1	3,24	108	4,9	3,39	1,04	108	5,63	3,49	1,58
109	5,07	3,36	3,2	109	5,02	3,3	2,67	109	6,1	3,35	1,77
110	4,46	3,23	2,38	110	5,57	3,25	3,06	110	5,5	3,4	2,58
111	4,95	3,25	3,29	111	4,94	3,47	2,7	111	6,56	3,96	2,94
112	4,7	3,5	2,91	112	5,14	3,56	1,44	112	5,29	4,01	1,4
113	4,92	3,55	1,19	113	4,97	3,69	2,01	113	5,79	4,21	1,77
114	5,37	3,5	1,93	114	5,11	3,76	2,91	114	7,2	4,09	2,98
115	5,38	3,4	2,8	115	5,82	3,51	2,07	115	6,2	3,82	0,74
116	4,97	3,41	3,53	116	5,4	3,5	2,31	116	6,54	3,58	2,52
117	4,83	3,58	2,44	117	4,89	3,54	3,36	117	6,67	4,15	2,77
118	5,4	3,41	3,46	118	5,06	3,39	3,55	118	6,58	4,31	3,19
119	5,05	3,64	3,71	119	5,04	3,86	3,76	119	6,8	4,29	3,56
120	5,02	3,84	3,82	120	6,26	4,25	4,34	120	8,08	4,7	4,56
121	6,1	3,81	4,11	121	6,65	4,26	5,12	121	7,53	4,84	4,58
122	5,8	3,99	4,52	122	7,06	4,1	5,32	122	7,19	4,08	4,72
123	5,94	4,03	4,69	123	6,73	4,07	4,98	123	8,51	4,39	4,69

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
124	5,52	3,83	4,68	124	6,28	4,17	5,02	124	7,53	4,14	4,67
125	5,27	3,67	4,51	125	6,14	4,19	5,05	125	7,03	4,09	4,91
126	5,36	3,77	3,94	126	6	3,97	4,39	126	6,45	4,34	3,56
127	5,4	4,05	3,16	127	6,14	4,14	3,85	127	7,21	4,16	4,38
128	5,2	3,97	4,89	128	6,22	4,34	4,59	128	8,07	4,61	0,97
129	5,76	4,05	4,31	129	6,55	4,35	4,97	129	6,99	4,36	2,41
130	5,82	3,95	4,59	130	6,06	4,65	4,94	130	7,28	5,15	4,43
131	5,64	4,19	1,77	131	6,23	4,29	3,32	131	7,21	4,97	4,33
132	5,57	4,31	4,02	132	5,89	4,26	4,56	132	6,51	4,41	3,37
133	5,39	4,14	4,77	133	6,26	4,42	4,9	133	8,29	4,52	4,53
134	5,82	4,34	4,87	134	6,91	4,32	5,13	134	7,35	4,17	4,27
135	5,9	4,26	4,97	135	6,7	4,24	5,21	135	6,1	3,67	4,8
136	5,95	4,18	4,71	136	5,8	4,05	5,09	136	8,19	4,31	3,72
137	6,23	4,05	4,65	137	6,13	4,42	4,79	137	6,77	4,2	4,27
138	5,86	4,17	4,77	138	6,04	4,69	5,22	138	8,14	4,8	2,27
139	6,49	4,75	4,77	139	7,12	4,75	5,04	139	7,28	5,17	4,56
140	6,08	4,31	4,25	140	7,49	4,92	5,32	140	7,51	5,08	2,94
141	6,16	4,73	4,16	141	7,73	4,71	3,46	141	7,41	4,79	3,67
142	6,11	4,72	4,51	142	7,39	4,49	5,03	142	7,77	4,79	4,8
143	6,41	4,9	4,7	143	7,51	5,12	5,89	143	8,91	4,55	2,79
144	6,86	4,83	3,5	144	7,35	4,74	4,29	144	9,1	4,51	1,33
145	6,96	4,99	4,94	145	7,36	4,76	5,54	145	7,9	5,27	3,35
146	6,82	4,91	4,89	146	7,3	4,95	4,88	146	8,67	5,26	4,06
147	6,53	4,69	4,19	147	7,6	4,82	5,42	147	7,42	5,22	4,2
148	6,65	4,69	4,96	148	6,76	4,78	5,46	148	7,69	5,24	3,66
149	6,48	4,59	4,98	149	7,13	4,99	5,46	149	7,69	4,86	5,39
150	6,75	5,01	5,44	150	6,81	4,78	4,38	150	7,85	4,55	3,2
151	6,2	4,97	3,18	151	7,54	5,15	5,17	151	8,05	5,14	4,64
152	7,3	4,86	4,48	152	7,58	5,07	5,82	152	8,93	4,86	3,79
153	7,28	5,13	5,04	153	7,17	4,82	5,61	153	8,81	5,32	3,92
154	6,45	4,86	4,98	154	7,22	5,01	5,97	154	8,4	5,13	5,36
155	6,92	5,1	1,65	155	7,37	5,33	5	155	8,13	5,23	3,09
156	6,76	5,39	5,46	156	7,76	5,12	3,3	156	9,04	5,5	1,67
157	7,07	5,37	5,53	157	7,18	5,38	5,3	157	8,48	5,59	3,19
158	6,87	5,38	4,86	158	7,42	5,53	5,86	158	8,53	5,91	5,04
159	7,07	5,3	3,41	159	7,22	5,33	5,85	159	8,19	5,46	4,56
160	7,08	5,44	4,33	160	7,27	5,4	6,09	160	7,89	5,4	5,64
161	7,59	5,43	5,11	161	7,14	5,11	6,18	161	8,02	5,34	5,71
162	7,02	5,52	5,5	162	7,27	5,37	4,92	162	10,02	6,02	1,83
163	7,26	5,36	4,18	163	7,25	5,67	6,28	163	8,79	5,81	2,21
164	7,63	5,26	3,36	164	7	4,86	4,61	164	10,25	5,74	1,41

Łeba				Legionowo				Zakopane			
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
165	8,09	5,34	4,18	165	8,08	5,34	3,64	165	7,4	5,18	0,97
166	6,87	5,07	3,68	166	6,85	5,08	5,64	166	9,89	5,85	5,84
167	7,2	4,93	6,04	167	6,99	5,16	6,56	167	7,72	5,48	6,03
168	6,77	5,36	5,77	168	7	5,26	6,43	168	8,79	5,24	1,53
169	7,3	5,28	5,79	169	7,42	5,36	6,3	169	8,82	5,54	5,97
170	7,63	5,35	5,8	170	7,28	5,54	6,03	170	8,12	5,33	5,5
171	7,66	5,65	4,34	171	8,37	5,61	6,31	171	9,36	5,49	6,26
172	7,23	5,29	6,08	172	7,71	5,39	6,11	172	9,37	6,04	5,54
173	6,73	4,97	5,84	173	7,21	4,94	7,2	173	9,71	5,3	6,28
174	7,11	5,29	2,7	174	7,38	5,05	5,85	174	8,49	4,87	2,94
175	7,06	5,22	1,31	175	6,9	4,7	5,63	175	8,75	5,23	5,8
176	7,95	5,43	6,84	176	7,86	5,37	4,51	176	7,73	5,43	2,76
177	7,58	5,55	5,94	177	8,05	5,36	5,95	177	8,38	5,17	5,56
178	7,92	5,12	4,9	178	8,5	5,41	6,4	178	8,24	5,4	5,07
179	7,69	5,43	5,61	179	8,95	5,72	6,59	179	8,92	5,56	4,01
180	7,51	5,51	3,84	180	8,03	5,73	3,9	180	9,24	5,74	3,08
181	7,84	5,27	6,07	181	7,63	5,47	6,82	181	8,89	5,82	5,25
182	7,7	5,29	5,54	182	7,35	5,42	6,32	182	9,73	5,87	3,72
183	8,44	5,39	6,16	183	7,51	5,29	3,43	183	8,12	5,54	3,82
184	8,6	5,55	3,45	184	8,3	5,71	5,58	184	8,82	6,35	1,82
185	7,6	5,52	5,67	185	7,94	5,35	5,31	185	8,94	5,95	3,26
186	7,73	5,37	3,86	186	7,92	5,58	5,55	186	8,47	5,63	3,07
187	8,24	5,11	4,92	187	7,21	5,14	5,96	187	8,35	5,49	6,43
188	7,42	5,42	5,75	188	7,5	5,52	6,99	188	10,26	5,62	6,29
189	7,29	5,41	5,94	189	8,08	5,22	3,92	189	10,36	5,52	5,9
190	7,97	5,51	5,43	190	7,27	5,51	5,71	190	10,72	5,66	4,75
191	7,58	5,24	5,11	191	7,71	5,22	6,13	191	9,97	5,15	5,6
192	7,37	4,91	5,98	192	7,55	5,57	6,53	192	8,05	5,62	6,18
193	6,93	5,12	4,6	193	7,6	5,19	6,14	193	8,14	5,19	3,33
194	6,74	5,33	5,96	194	7,1	5,27	5,7	194	8,45	5,82	5,08
195	6,51	5,09	2,74	195	6,79	5,19	6,86	195	8,31	5,34	5,25
196	7,03	5,15	5,53	196	7,06	5,16	6,76	196	8,34	5,58	5,12
197	6,93	5,18	4,84	197	7,27	5,11	5,91	197	8,47	5,34	5,93
198	7,07	5,07	4,6	198	7,37	5,15	6,43	198	8,24	5,3	3,43
199	7	5,24	5,57	199	6,89	4,97	5,32	199	7,84	5,01	4,17
200	7,34	5,24	4,55	200	6,95	5,11	4,83	200	8,06	5,15	5,02
201	6,94	5,12	5,76	201	7,26	5,18	6,52	201	9,42	5,76	5,46
202	6,82	4,97	5,86	202	7,89	5,43	6,04	202	9,03	5,62	5,39
203	7,02	4,92	5,82	203	7,42	5,45	5,86	203	8,97	5,07	4,64
204	6,65	4,96	3,55	204	6,83	4,92	5,41	204	7,46	5,14	4,71
205	7,43	4,99	5,76	205	7,18	5,15	6,56	205	7,46	5,08	6,17

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
206	7,56	5,03	3,24	206	7,9	5,2	5,47	206	9,06	4,79	2,29
207	7,04	5,34	5,45	207	6,92	4,65	3,67	207	8,99	4,78	3,3
208	7,09	5,15	5,18	208	7,07	5,25	4,82	208	8,55	4,65	5,18
209	7,08	4,71	3,16	209	7,36	5,16	5,86	209	9,03	5,72	5,58
210	6,9	5,01	2,8	210	6,72	5,17	2,34	210	8,86	5,73	2,95
211	6,77	5,01	5,11	211	7,21	5,02	5,13	211	8,68	5,16	4,62
212	6,47	4,97	5,87	212	6,6	5,14	5,63	212	8,27	5,18	5,49
213	6,59	4,92	5,25	213	6,76	4,98	5,77	213	7,12	4,68	5,25
214	6,88	5,09	5,21	214	6,81	5,16	5,55	214	7,3	5,23	2,92
215	6,51	4,55	4,57	215	6,6	4,87	5,34	215	7,11	5,47	3,62
216	6,36	5,01	5,14	216	6,13	4,71	5,41	216	7,2	4,76	0,99
217	7,1	4,84	4,89	217	6,73	4,73	4,36	217	7,42	4,95	4,69
218	6,95	4,8	4,96	218	7,04	4,64	2,43	218	6,78	4,63	2,53
219	6,5	5,03	5,33	219	6,77	4,66	5,13	219	7,16	5,04	4,68
220	6,72	4,9	5,23	220	6,91	4,93	5,74	220	7,44	5,34	4,33
221	5,98	4,91	4,01	221	6,38	4,76	3,89	221	7,17	5,48	3,48
222	6,52	4,56	4,32	222	6,41	4,49	5,11	222	7,25	5,06	4,86
223	6,48	4,58	5,64	223	6,66	4,55	5,9	223	6,77	4,86	5,18
224	6,39	4,51	4,99	224	6,53	4,84	6,04	224	7,16	4,67	5,64
225	6,37	4,3	5,47	225	6,53	4,59	5,55	225	7,35	4,37	5,28
226	6,04	4,49	5,25	226	6,4	4,03	5,77	226	7,28	4,7	5,1
227	5,81	4,62	5,09	227	6,39	4,44	5,57	227	7,17	4,64	5,09
228	5,92	4,17	3,69	228	5,8	4,55	5,49	228	7,35	4,88	2,1
229	6,33	4,41	5,35	229	5,96	4,55	5,48	229	6,4	4,35	4,58
230	6,2	4,17	4,32	230	6,11	4,51	6,01	230	6,57	4,8	4,75
231	5,94	4,3	4,38	231	5,79	4,52	4,78	231	6,86	5,17	3,94
232	6,68	4,12	4,53	232	5,83	4,42	4,7	232	6,91	4,82	4,55
233	6,09	4,23	4,31	233	6,13	4,21	1,88	233	7,11	4,63	1,82
234	6,27	4,2	1,51	234	6,41	4,5	4,21	234	6,71	4,48	2,47
235	5,72	4,26	2,55	235	5,94	4,17	3,28	235	6,35	4,03	3,83
236	5,59	3,8	3,36	236	5,42	4,22	4	236	7	4,31	4,47
237	5,11	3,99	5,02	237	5,4	4,06	5,12	237	6,64	4,51	4,66
238	5,49	3,94	2,72	238	5,45	4,11	4,72	238	6,56	4,63	4,47
239	6,02	3,96	3,79	239	5,3	3,88	4,36	239	6,41	3,98	2,57
240	4,98	3,84	4,06	240	5,02	3,89	4,98	240	5,88	4,06	2,9
241	6,44	3,75	4,26	241	5,27	3,77	4,88	241	6,14	3,94	4,43
242	5,6	3,52	3,79	242	5,61	3,72	4,56	242	6,63	4,42	4,26
243	5,77	3,68	3,78	243	5,34	3,6	4,37	243	6,13	3,83	3,78
244	5,74	3,72	4,43	244	5,29	3,41	3,05	244	5,71	3,38	4,45
245	4,78	3,63	4,23	245	5,13	3,07	4,53	245	6,12	3,53	5,11
246	5,77	3,33	3,87	246	5,33	3,46	4,36	246	5,52	4,01	5,08

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
247	5,13	3,62	3,92	247	5,04	3,57	4,06	247	5,68	3,88	4,87
248	6,03	3,5	3,83	248	5,18	3,51	3,62	248	6,28	3,76	5,28
249	5	3,51	3,54	249	4,78	3,58	3,38	249	5,97	3,59	4,55
250	4,9	3,45	3,69	250	4,58	3,41	4,1	250	5,69	3,45	5,29
251	4,53	3,01	3,5	251	4,43	3,37	4,08	251	5,36	3,74	4,46
252	4,1	2,98	3,5	252	4,53	3,23	4,08	252	5,54	3,7	4,79
253	5,07	2,9	2,25	253	4,76	3,09	3,21	253	5,31	3,8	0,86
254	4,8	3,08	2,34	254	4,44	3,01	1,63	254	5,58	3,48	1,53
255	4,53	2,94	2,24	255	4,86	3,02	3,87	255	5,21	3,56	3,49
256	4,09	2,94	1,56	256	4,65	3,14	3,09	256	4,94	3,59	3,77
257	3,9	2,76	0,87	257	4,29	3,03	3,1	257	5,41	3,18	0,72
258	4,12	3,09	3,15	258	4,34	3,08	1,9	258	4,92	3,35	1,36
259	3,81	2,66	0,7	259	4,25	2,81	3,17	259	5,17	3,18	3,92
260	3,69	2,73	3,1	260	4,27	2,68	3,64	260	4,97	2,85	1,69
261	3,96	2,65	2,83	261	4,2	2,69	2,85	261	5,31	3,16	2,64
262	3,92	2,74	2,46	262	4,48	2,75	3,28	262	4,24	2,74	3,86
263	3,74	2,79	2,77	263	4,01	2,64	3,07	263	4,9	2,74	4,08
264	3,37	2,56	2,94	264	3,99	2,61	3,44	264	4,77	2,94	4,01
265	3,78	2,48	2,55	265	3,69	2,72	3,34	265	4,52	2,9	4,11
266	3,53	2,34	2,63	266	3,58	2,49	3,12	266	4,29	2,6	4,18
267	3,41	2,58	2,57	267	4,24	2,75	2,7	267	4,17	2,67	3,94
268	3,3	2,41	2,52	268	3,94	2,4	3	268	4,26	2,62	4,35
269	3,72	2,27	2,4	269	3,34	2,46	3	269	3,88	2,42	2,31
270	3,51	2,23	1,21	270	3,46	2,29	1,83	270	3,91	2,72	4,52
271	2,99	2,01	2,31	271	3,31	2,28	2,8	271	3,77	2,84	2,1
272	2,92	2,05	2,09	272	3,56	2,27	1,51	272	3,88	2,63	3,38
273	2,83	1,93	2,19	273	3,3	1,84	2,45	273	3,78	2,55	1,25
274	2,68	2,02	1,88	274	3,05	2,1	2,48	274	4,02	2,65	3,05
275	2,75	1,89	2,21	275	3,19	2,06	2,39	275	4,13	2,5	2,97
276	2,66	1,77	2,24	276	2,93	2,05	1,98	276	4	2,56	0,85
277	2,64	1,83	0,88	277	2,63	1,68	0,78	277	3,4	2,21	0,63
278	2,49	1,88	2,17	278	3,04	1,85	1,26	278	3,63	2,16	0,99
279	2,51	1,69	2,19	279	3,01	1,96	1,29	279	3,63	2,31	0,99
280	2,49	1,57	1,95	280	2,76	1,86	1,69	280	3,38	2,34	1,14
281	2,38	1,58	2,17	281	2,7	1,69	0,94	281	3,22	2,17	2,86
282	2,52	1,58	1,44	282	2,54	1,68	2,2	282	3,22	1,97	2,99
283	2,26	1,52	1,19	283	2,6	1,73	1,25	283	2,93	2,12	2,52
284	1,96	1,42	1,49	284	2,49	1,61	2,28	284	2,98	1,91	2,93
285	2,6	1,45	1,44	285	2,35	1,51	1,98	285	3,21	1,89	0,7
286	2,25	1,26	1,65	286	2,2	1,44	1,71	286	3,08	1,86	1,14
287	2,14	1,27	0,67	287	2,21	1,4	0,63	287	2,92	1,95	1,68

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
288	2,12	1,32	1,5	288	2,35	1,53	0,71	288	2,88	1,82	2,61
289	1,77	1,26	0,92	289	1,99	1,39	1	289	2,92	2,06	1,46
290	2	1,27	1,58	290	1,96	1,25	1,84	290	2,62	1,78	2,38
291	1,96	1,27	1,7	291	1,99	1,38	1,84	291	2,54	1,5	2,41
292	2,16	1,1	1,63	292	2,25	1,28	1,9	292	2,59	1,83	2,41
293	1,91	1,12	1,59	293	2,15	1,14	1,89	293	2,64	1,67	2,48
294	1,88	1,1	1,05	294	1,87	1,18	1,75	294	2,57	1,67	2,45
295	1,67	0,93	0,84	295	1,82	0,99	1,72	295	2,49	1,49	2,37
296	1,48	0,91	1,45	296	1,65	0,94	1,74	296	2,35	1,46	2,37
297	1,46	0,99	1,24	297	1,57	1,04	1,05	297	2,18	1,38	0,63
298	1,57	0,87	1,36	298	1,61	0,95	0,98	298	2,03	1,47	2,17
299	1,4	0,92	1,3	299	1,65	1	1,37	299	2,21	1,52	2,13
300	1,4	0,9	0,65	300	1,77	1,04	1,39	300	2,22	1,49	1,92
301	1,53	0,83	1,22	301	1,97	0,92	1,18	301	2,34	1,51	1,99
302	1,53	0,82	1,08	302	2,05	0,88	1,06	302	2,1	1,36	2,01
303	1,31	0,81	0,53	303	1,85	0,95	0,62	303	2,21	1,32	1,73
304	1,35	0,68	0,7	304	1,79	0,91	0,97	304	1,89	1,37	1,78
305	1,22	0,7	0,77	305	1,54	0,86	0,87	305	1,98	1,34	0,98
306	0,99	0,63	0,51	306	1,34	0,8	0,97	306	1,82	1,13	1,84
307	1,05	0,63	0,9	307	1,26	0,78	1,06	307	1,85	1,23	0,82
308	1,19	0,6	0,37	308	1,29	0,76	0,94	308	1,8	1,26	1,42
309	0,92	0,59	1,01	309	1,14	0,68	1,18	309	1,77	1,01	1,58
310	0,9	0,51	0,74	310	1,19	0,65	1,19	310	1,53	1,1	1,57
311	1,03	0,55	0,42	311	0,95	0,58	1,04	311	1,57	1,09	1,56
312	0,88	0,49	0,25	312	1,03	0,55	0,22	312	2,02	1,05	1,44
313	0,85	0,42	0,35	313	0,94	0,53	0,29	313	1,6	1,01	1,36
314	0,75	0,51	0,43	314	1,01	0,55	0,28	314	1,41	0,83	1,28
315	0,77	0,45	0,22	315	0,88	0,59	0,53	315	1,61	0,94	1,32
316	0,77	0,46	0,45	316	0,85	0,52	0,23	316	1,44	0,99	1,24
317	0,74	0,45	0,3	317	1,12	0,51	0,14	317	1,4	0,92	1,12
318	0,7	0,44	0,66	318	0,85	0,48	0,29	318	1,59	0,9	0,55
319	0,74	0,38	0,35	319	0,95	0,44	0,38	319	1,29	0,79	1,08
320	0,67	0,37	0,55	320	0,87	0,46	0,65	320	1,35	0,83	0,91
321	0,76	0,36	0,16	321	0,91	0,44	0,24	321	1,34	0,8	1,2
322	0,74	0,37	0,44	322	0,69	0,39	0,21	322	1,38	0,71	1,13
323	0,59	0,33	0,31	323	0,84	0,41	0,39	323	1,41	0,7	0,84
324	0,65	0,33	0,28	324	0,95	0,44	0,5	324	1,08	0,67	1,14
325	0,52	0,34	0,34	325	0,87	0,42	0,21	325	1,23	0,72	0,28
326	0,56	0,34	0,2	326	0,87	0,4	0,24	326	1,15	0,65	0,52
327	0,56	0,3	0,54	327	0,81	0,4	0,54	327	1,16	0,69	0,38
328	0,48	0,3	0,48	328	0,73	0,37	0,52	328	1,02	0,68	0,84

Łeba			Legionowo				Zakopane				
nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C	nr dnia	A	B	C
329	0,5	0,3	0,3	329	0,7	0,38	0,3	329	1,05	0,69	0,4
330	0,51	0,31	0,51	330	0,78	0,34	0,64	330	1,02	0,65	0,9
331	0,54	0,27	0,28	331	0,69	0,36	0,59	331	1,22	0,68	0,9
332	0,46	0,28	0,28	332	1,19	0,39	0,27	332	1,18	0,64	0,84
333	0,53	0,27	0,1	333	0,95	0,33	0,15	333	1,05	0,64	0,44
334	0,48	0,25	0,45	334	0,64	0,32	0,23	334	0,9	0,52	0,27
335	0,45	0,25	0,4	335	0,62	0,32	0,21	335	1,11	0,64	0,44
336	0,45	0,28	0,39	336	0,75	0,32	0,21	336	1	0,6	0,83
337	0,48	0,22	0,39	337	0,55	0,32	0,5	337	0,85	0,56	0,81
338	0,42	0,22	0,11	338	0,56	0,28	0,28	338	0,86	0,57	0,81
339	0,45	0,24	0,08	339	0,59	0,31	0,15	339	0,87	0,57	0,33
340	0,41	0,21	0,17	340	0,54	0,3	0,25	340	0,84	0,5	0,33
341	0,44	0,25	0,25	341	0,53	0,29	0,25	341	0,93	0,51	0,49
342	0,42	0,23	0,26	342	0,62	0,28	0,24	342	0,84	0,56	0,47
343	0,39	0,19	0,24	343	0,46	0,24	0,14	343	0,83	0,48	0,76
344	0,43	0,22	0,08	344	0,4	0,26	0,12	344	0,95	0,51	0,2
345	0,37	0,18	0,3	345	0,5	0,24	0,18	345	0,87	0,53	0,16
346	0,28	0,16	0,29	346	0,44	0,23	0,28	346	0,87	0,45	0,42
347	0,35	0,17	0,36	347	0,67	0,24	0,43	347	0,75	0,48	0,71
348	0,37	0,19	0,36	348	0,42	0,24	0,49	348	0,78	0,49	0,67
349	0,41	0,22	0,08	349	0,45	0,26	0,08	349	0,76	0,48	0,62
350	0,36	0,21	0,36	350	0,5	0,23	0,29	350	0,71	0,46	0,48
351	0,36	0,18	0,28	351	0,48	0,28	0,24	351	0,87	0,52	0,44
352	0,36	0,19	0,33	352	0,49	0,25	0,2	352	0,83	0,51	0,5
353	0,39	0,2	0,26	353	0,48	0,28	0,39	353	0,84	0,47	0,7
354	0,39	0,2	0,18	354	0,45	0,23	0,34	354	0,84	0,49	0,7
355	0,34	0,18	0,34	355	0,46	0,26	0,34	355	1	0,52	0,21
356	0,34	0,2	0,17	356	0,46	0,26	0,36	356	0,88	0,51	0,62
357	0,34	0,17	0,24	357	0,45	0,25	0,28	357	0,75	0,49	0,6
358	0,35	0,19	0,24	358	0,42	0,26	0,24	358	0,75	0,44	0,11
359	0,34	0,18	0,21	359	0,52	0,26	0,16	359	0,79	0,47	0,1
360	0,37	0,2	0,35	360	0,45	0,28	0,28	360	0,89	0,47	0,5
361	0,35	0,19	0,15	361	0,39	0,25	0,42	361	0,78	0,47	0,64
362	0,33	0,18	0,17	362	0,55	0,27	0,21	362	0,73	0,44	0,76
363	0,38	0,21	0,2	363	0,64	0,28	0,11	363	0,71	0,41	0,74
364	0,35	0,2	0,11	364	0,61	0,27	0,29	364	0,77	0,48	0,76
365	0,41	0,22	0,12	365	0,5	0,28	0,08	365	0,74	0,44	0,69
366			0,03	366			0,04	366			0,15