



POMIAR JAKOŚCI POWIETRZA

POZIOM PYŁÓW ZAWIESZONYCH

Tadeusz Bury

XI Seminarium KOMPUTER W SZKOLNYM LABORATORIUM PRZYRODNICZYM
Toruń, 2018.XII.6-8



Trzy kominy PGE Wybrzeże w Gdańsku

Czujniki emisyjne [mg/m³] *

Koszt projektu monitorowania emisji zanieczyszczeń ok. 2 mln zł

(*) pozostałe czujniki imisyjne (pochłanianie pyłu) jednostki 1000 razy dokładniejsze [ug/m³]

Moje działania to szukanie u uczniów ich predyspozycji w zakresie nabycia kompetencji związanych z projektowaniem, programowaniem, konstruowaniem, testowaniem, walidacją/ulepszaniem

czyli **obserwowaniem otaczającego środowiska**

Działanie przez KONSTRUKCJONIZM było prezentowane podczas konferencji POKAZAĆ-PRZEKAZAĆ w CK KOPERNIK w sierpniu 2018 r.

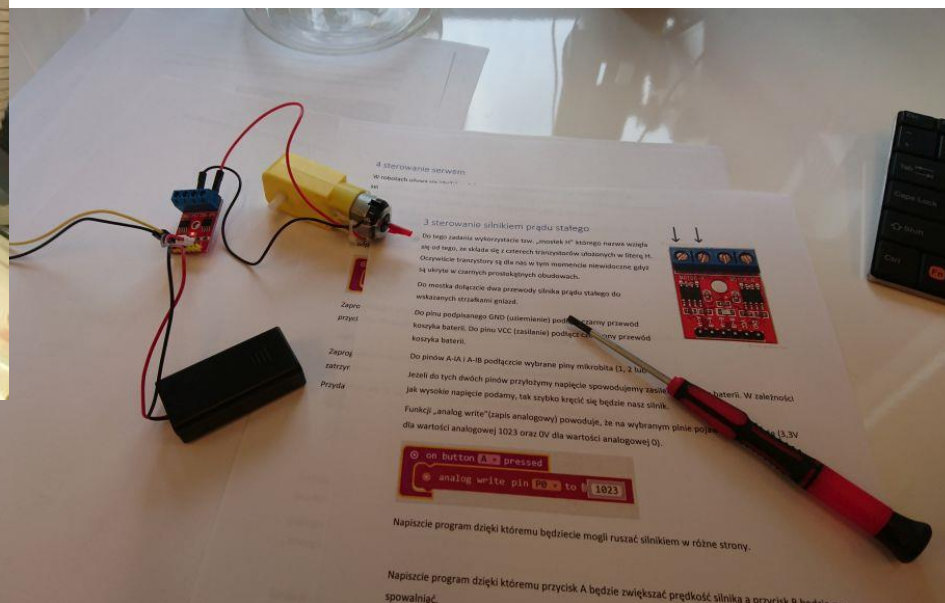
Materiały:

<http://www.kopernik.org.pl/projekty-specjalne/konferencja-pokazac-przekazac/pokazac-przekazac-2018/>

Konstrukcjonizm dla początkujących:

<http://www.kopernik.org.pl/warsztaty/wytwornia/konstrukcjonizm/>





Prof. Maciej M. Sysło, który od początku tworzy podstawy programowe nauczania informatyki w szkołach podczas warsztatów POKAZAĆ-PRZEKAZAĆ w CK KOPERNIK czyli jak można wdrażać powszechna naukę programowania

• GdyniaOr322owska57s39

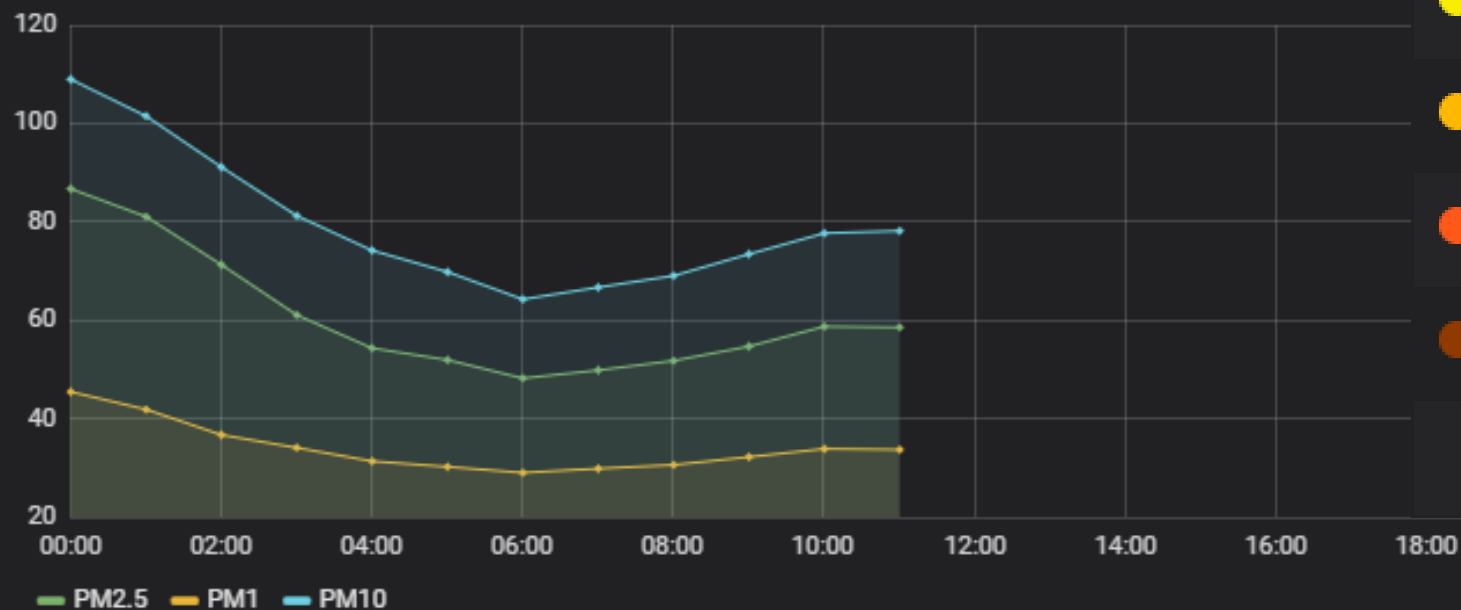
i Ostatnia wartość PM2.5 (Last PM2.5 value)



i Ostatnia wartość PM10 (Last PM10 value)



i Średnie godzinne (Hourly Averages)



Jakość Powietrza

PM10

PM2.5

● Bardzo dobry

0-20

0-12

● Dobry

20-60

12-36

● Umiarkowany

60-100

36-60

● Dostateczny

100-140

60-84

● Zły

140-200

84-120

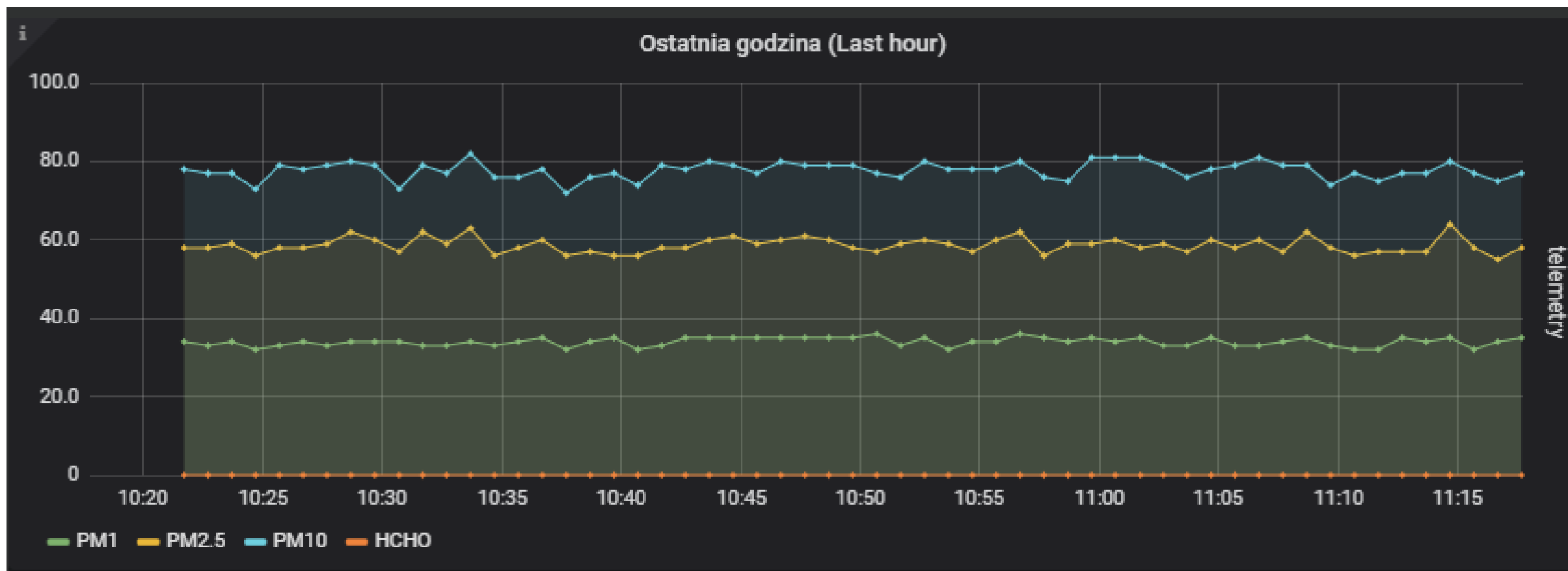
● Bardzo zły

>200

>120

ug/m³

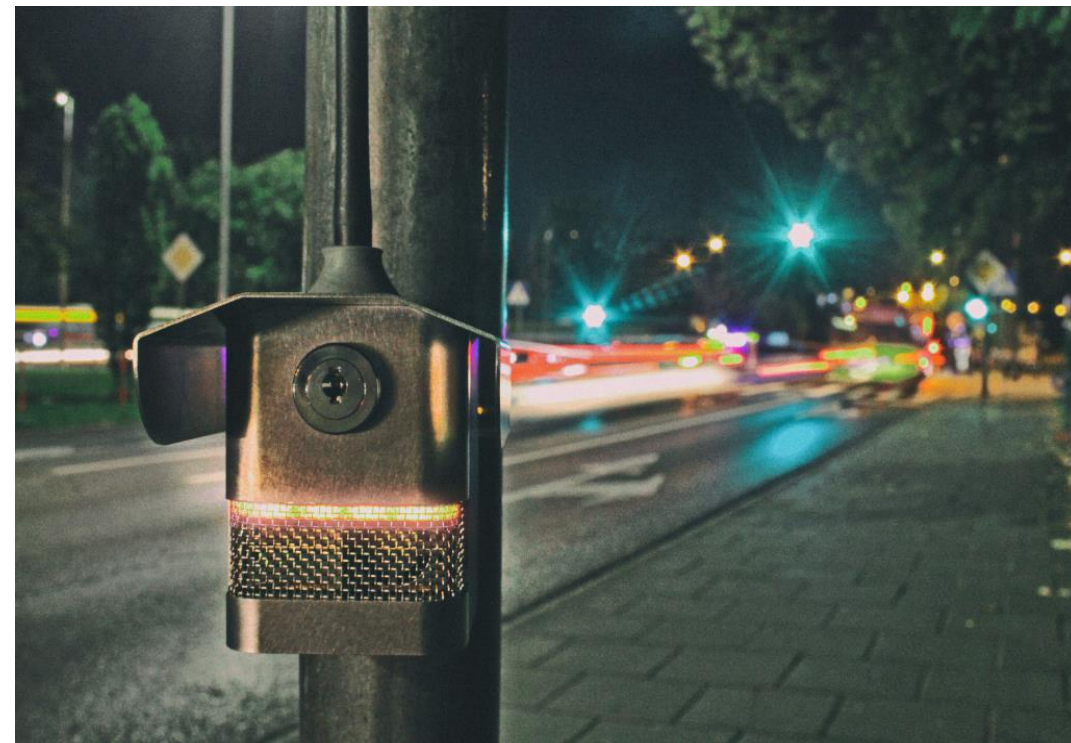
ug/m³



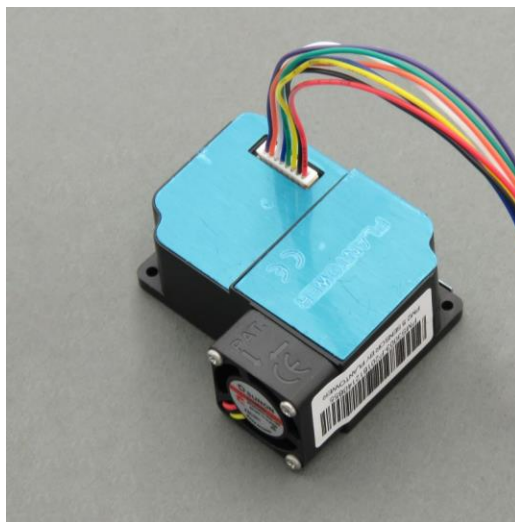
Wieloletnie badania imisji zanieczyszczeń o obrębie szlaków komunikacyjnych potwierdzają fakt, że transport drogowy jest istotnym czynnikiem wpływającym na wielkość emisji pyłu PM10. Pojazdy dostarczają cząstki stałe PM10 z:

- **silników** (głównie sadza i zaadsorbowane na niej związki organiczne i nieorganiczne),
- **układów trących hamulców i sprzęgieł** (metale, w tym ciężkie i związki organiczne),
- **ogumienia kół** (guma, związki organiczne i metale),
- **innych części pojazdów**, ulegających zużyciu w trakcie eksploatacji (niewielkie ilości metali),
- **nawierzchni jezdni** ulegającej zużyciu (związki organiczne i nieorganiczne),
- **wznieszanego pyłu** w trakcie ruchu pojazdu (np. ditlenek krzemu).

Poborniki pyłowe zasysają powietrze, przepuszczając je przez filtry. Filtry są używane po kolei oraz systematycznie wymieniane. Każdy filtr posiada też swój indywidualny numer identyfikacyjny. Po upływie określonego czasu (każdy filtr zmieniany jest automatycznie co dobę na nowy) filtry są zawożone do laboratorium, gdzie podlegają zważeniu. Były ważone również przed montażem w pobornikach – stąd na podstawie różnic w ich masach, wzbogaconych o dane dotyczące prędkości przepływu powietrza w poborniku, wyliczane są stężenia pyłów, podawane w mikrogramach na metr sześcienny.



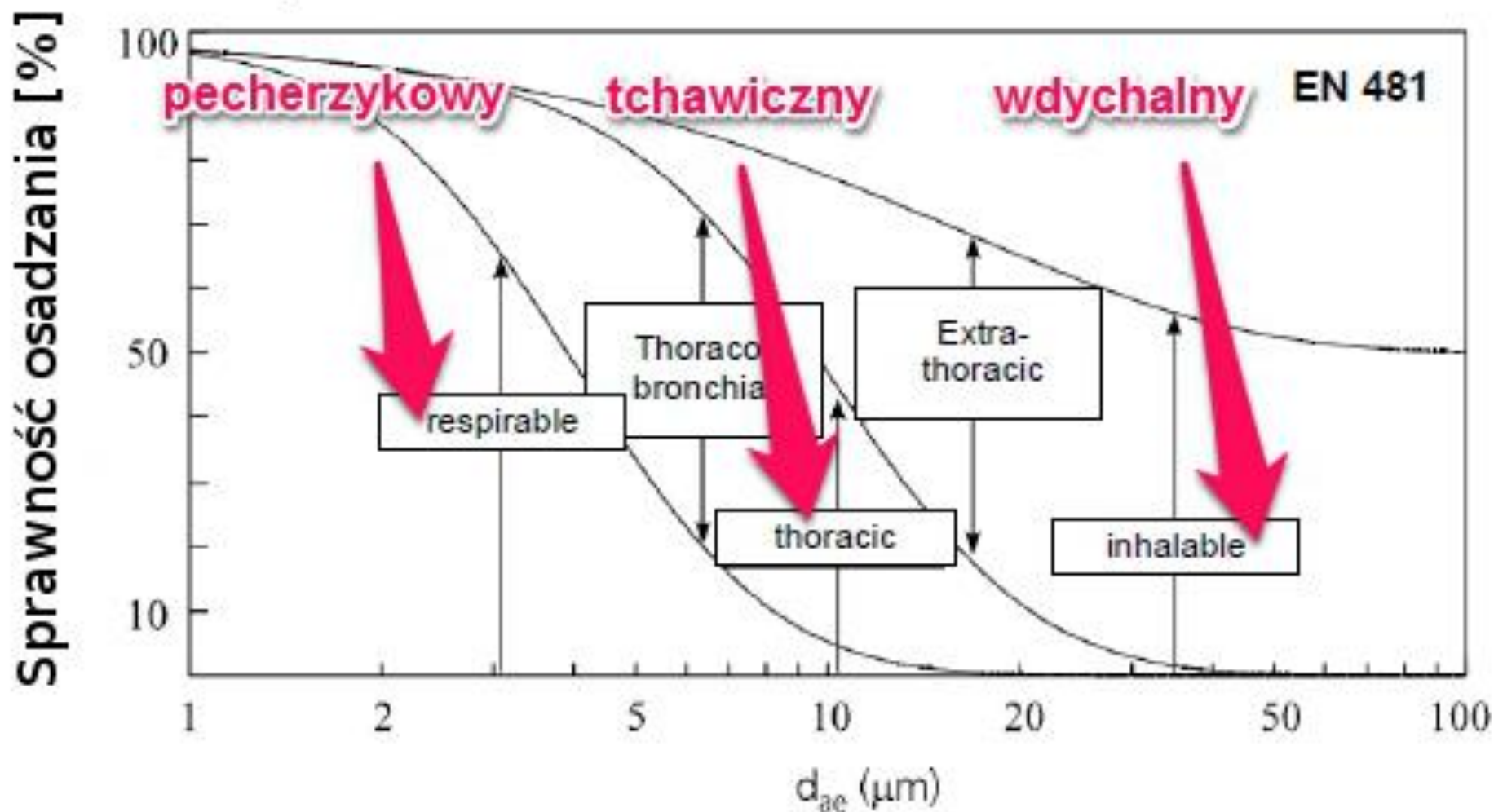
Pyłomierze – fotometry laserowe



Urządzenie do pomiaru powietrza wykonuje pomiar tłumienia światła laserowego rozproszonego na badanej próbce pod kątem 90° . Powietrze jest zasysane do aparatu przez specjalną pompkę, umieszczoną w sprężce i przechodzi przez komorę pomiarową. Dane zaś wyświetlane są natychmiast na ekranie.

Nagromadzenie pyłu w układzie oddechowym

Krzywe osadzania



AQI – Air Quality Index

IJP – Indeks Jakości Powietrza

Polski **indeks jakości powietrza** liczony jest na podstawie 1-godzinnych wyników z pomiarów stężeń w powietrzu:

dwutlenku siarki (SO₂),
dwutlenku azotu (NO₂),
pyłu PM₁₀,
pyłu PM_{2,5},
tlenku węgla (CO),
benzenu (C₆H₆),
ozonu (O₃).

PM – Particulate Matters
cząstki stałe

AQI – Air Quality Index

IJP – Indeks Jakości Powietrza

Indeks jakości powietrza	PM10 [µg/m ³]	PM2,5 [µg/m ³]	O ₃ [µg/m ³]	NO ₂ [µg/m ³]	SO ₂ [µg/m ³]	C ₆ H ₆ [µg/m ³]	CO [mg/m ³]
Bardzo dobry	0 - 21	0 - 13	0 - 71	0 - 41	0 - 51	0 - 6	0 - 3
Dobry	21 - 61	13 - 37	71 - 121	41 - 101	51 - 101	6 - 11	3 - 7
Umiarkowany	61 - 101	37 - 61	121 - 151	101 - 151	101 - 201	11 - 16	7 - 11
Dostateczny	101 - 141	61 - 85	151 - 181	151 - 201	201 - 351	16 - 21	11 - 15
Zły	141 - 201	85 - 121	181 - 241	201 - 401	351 - 501	21 - 51	15 - 21
Bardzo zły	> 201	> 121	> 241	> 401	> 501	> 51	> 21
Brak indeksu	Brak informacji o indeksie jakości powietrza						



Bieżące dane pomiarowe:

2018-12-02 od 16:00 do 17:00 *

Mapa

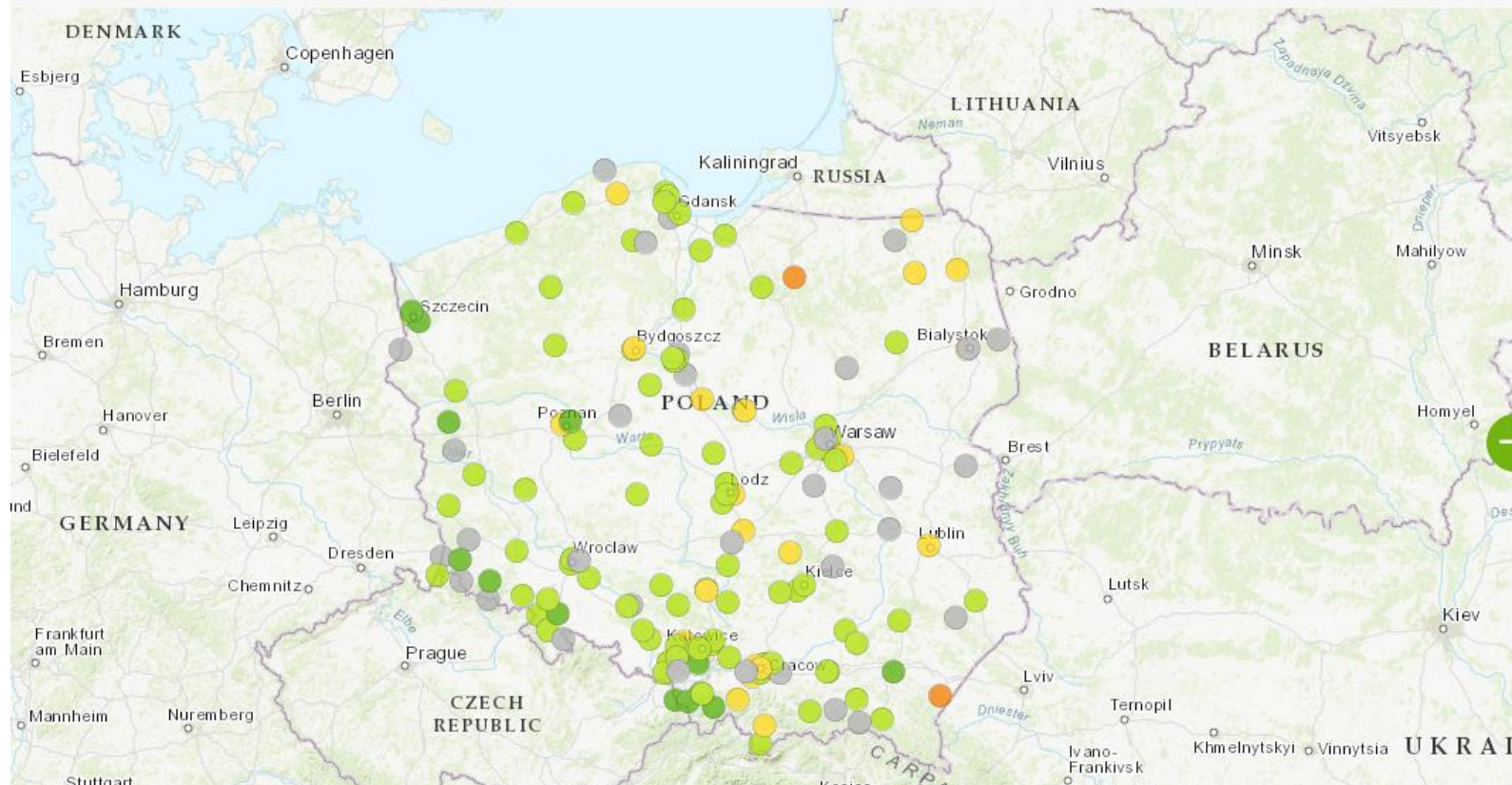
Wyszukiwarka stacji

Linki do WIOŚ

Informacje
zdrowotne

Bank danych
pomiarowych

Mapa stacji



Zanieczyszczenia

● Polski indeks jakości powietrza

- SO₂
- CO
- O₃
- benzen
- pył PM₁₀
- pył PM_{2,5}
- NO₂

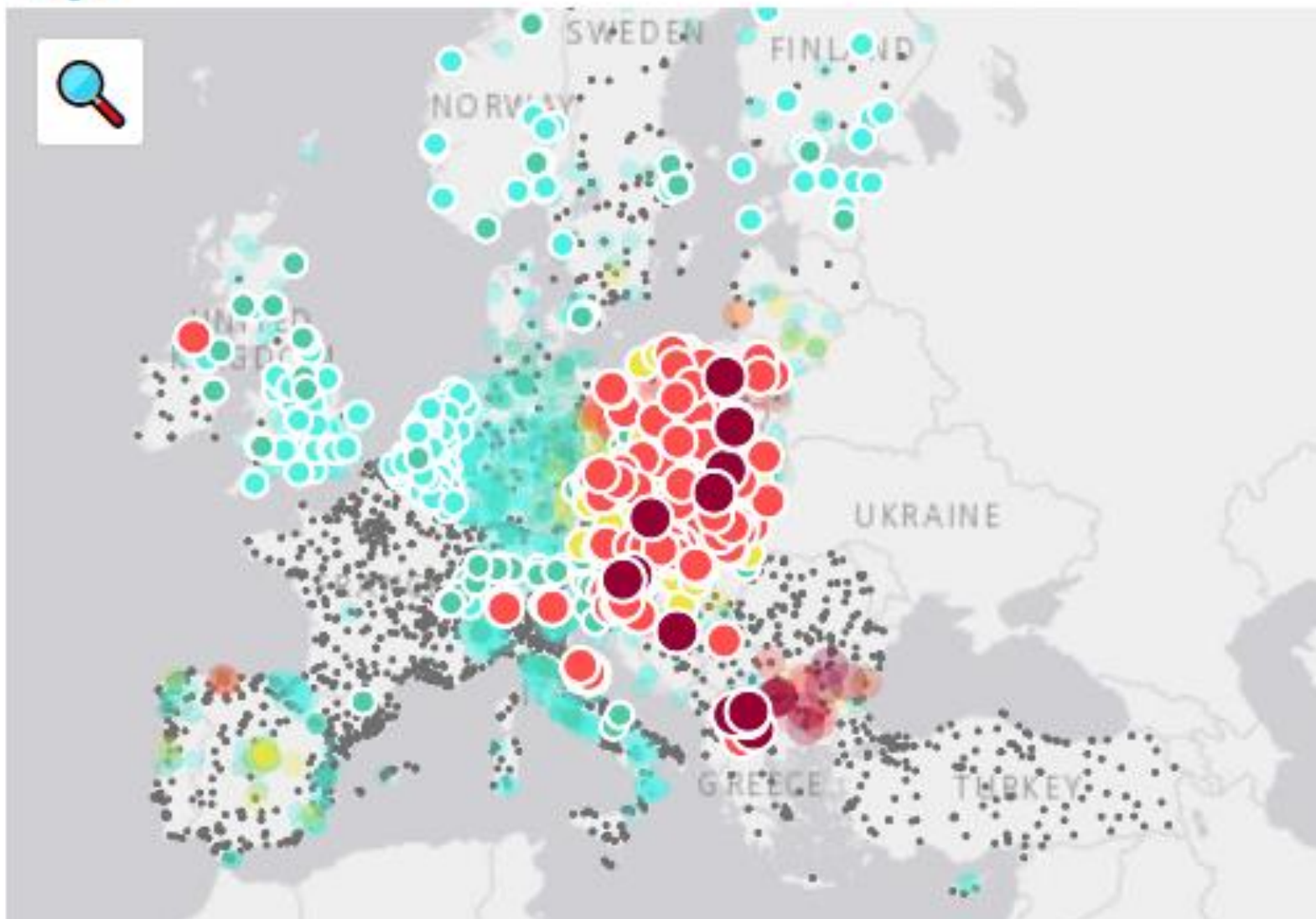
Legenda

Bardzo dobry
Dobry
Umiarkowany
Dostateczny
Zły
Bardzo zły
Brak indeksu

Więcej informacji »



European Air Quality Index



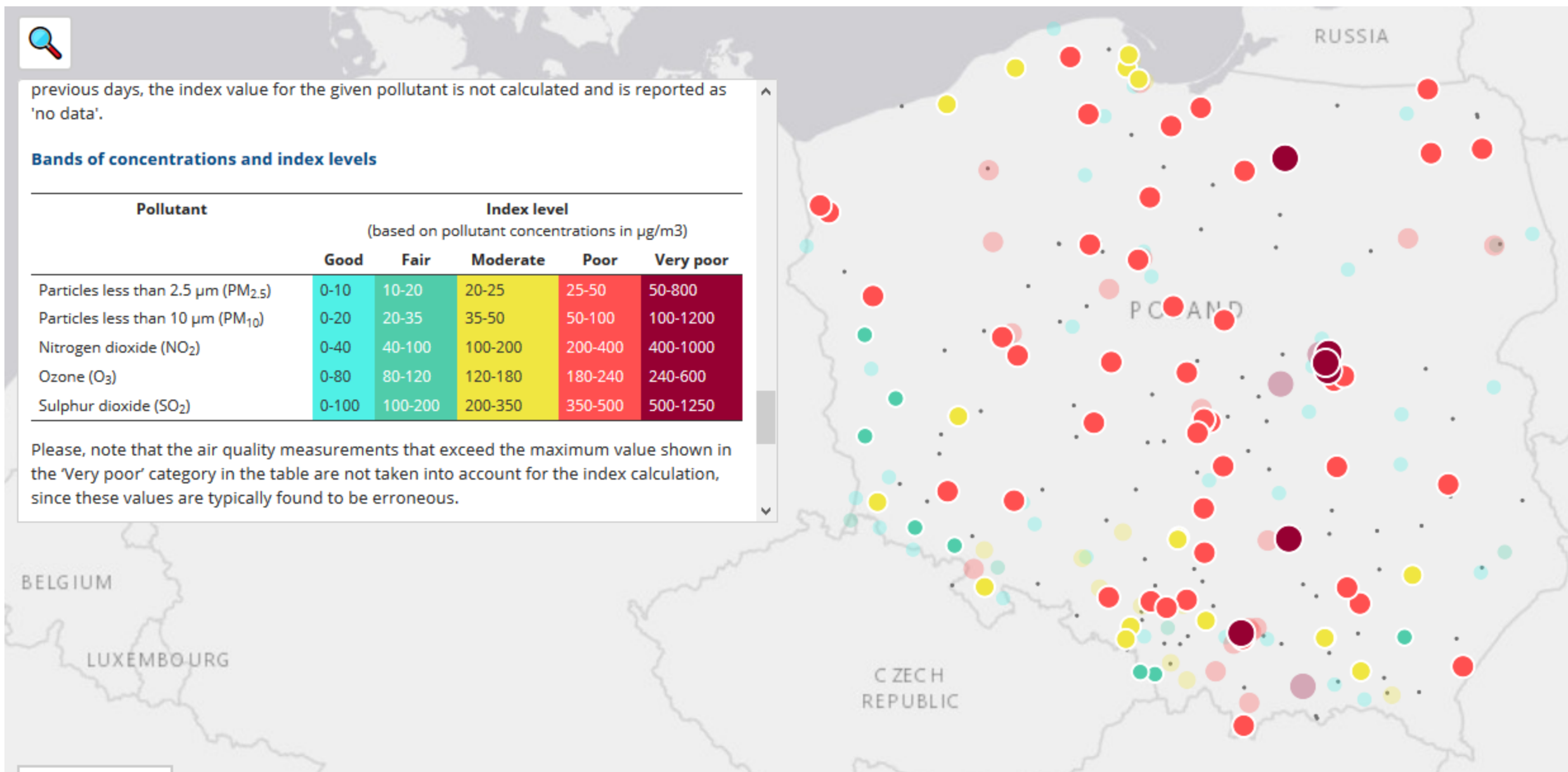


previous days, the index value for the given pollutant is not calculated and is reported as 'no data'.

Bands of concentrations and index levels

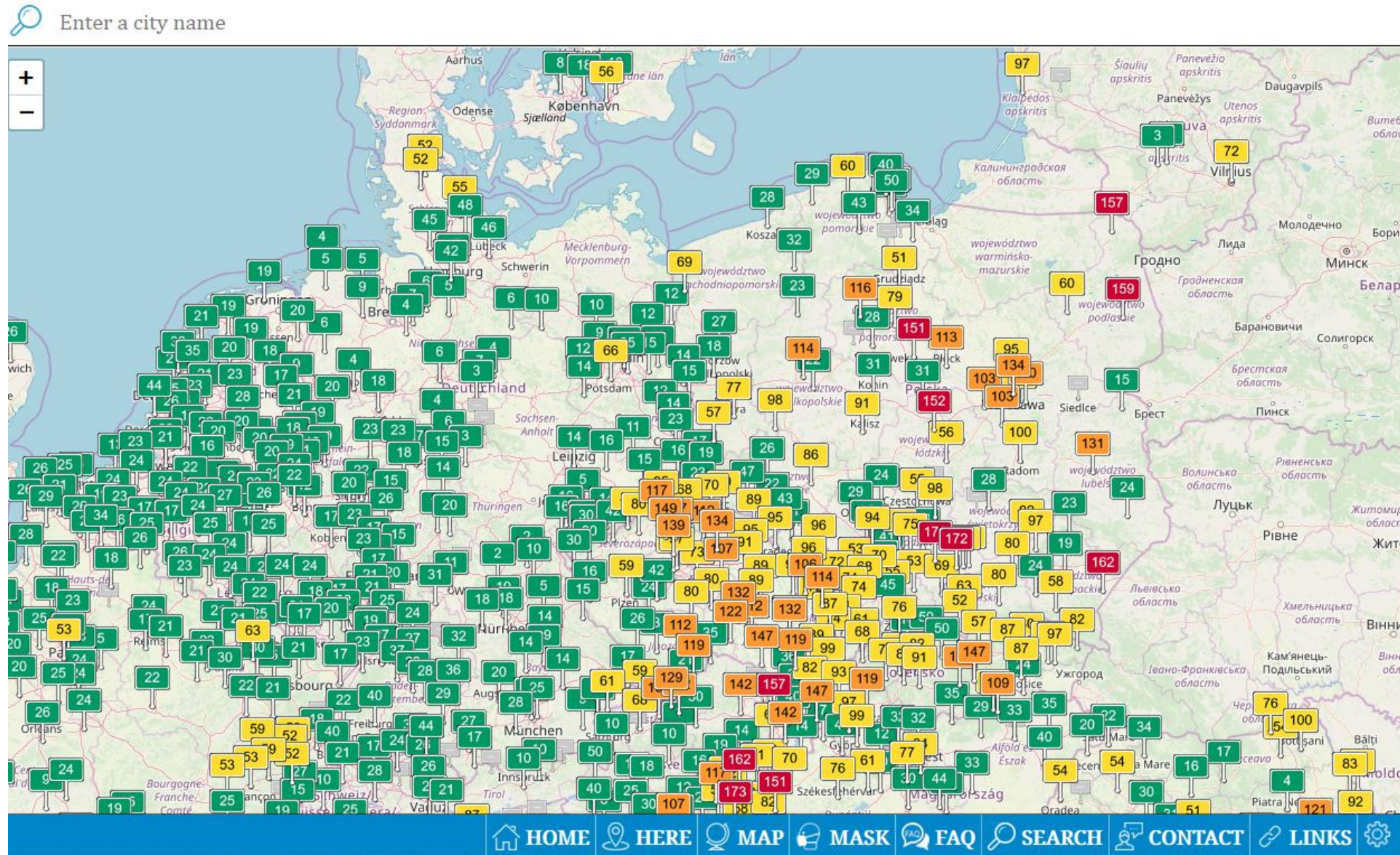
Pollutant	Index level (based on pollutant concentrations in $\mu\text{g}/\text{m}^3$)				
	Good	Fair	Moderate	Poor	Very poor
Particles less than $2.5\ \mu\text{m}$ ($\text{PM}_{2.5}$)	0-10	10-20	20-25	25-50	50-800
Particles less than $10\ \mu\text{m}$ (PM_{10})	0-20	20-35	35-50	50-100	100-1200
Nitrogen dioxide (NO_2)	0-40	40-100	100-200	200-400	400-1000
Ozone (O_3)	0-80	80-120	120-180	180-240	240-600
Sulphur dioxide (SO_2)	0-100	100-200	200-350	350-500	500-1250

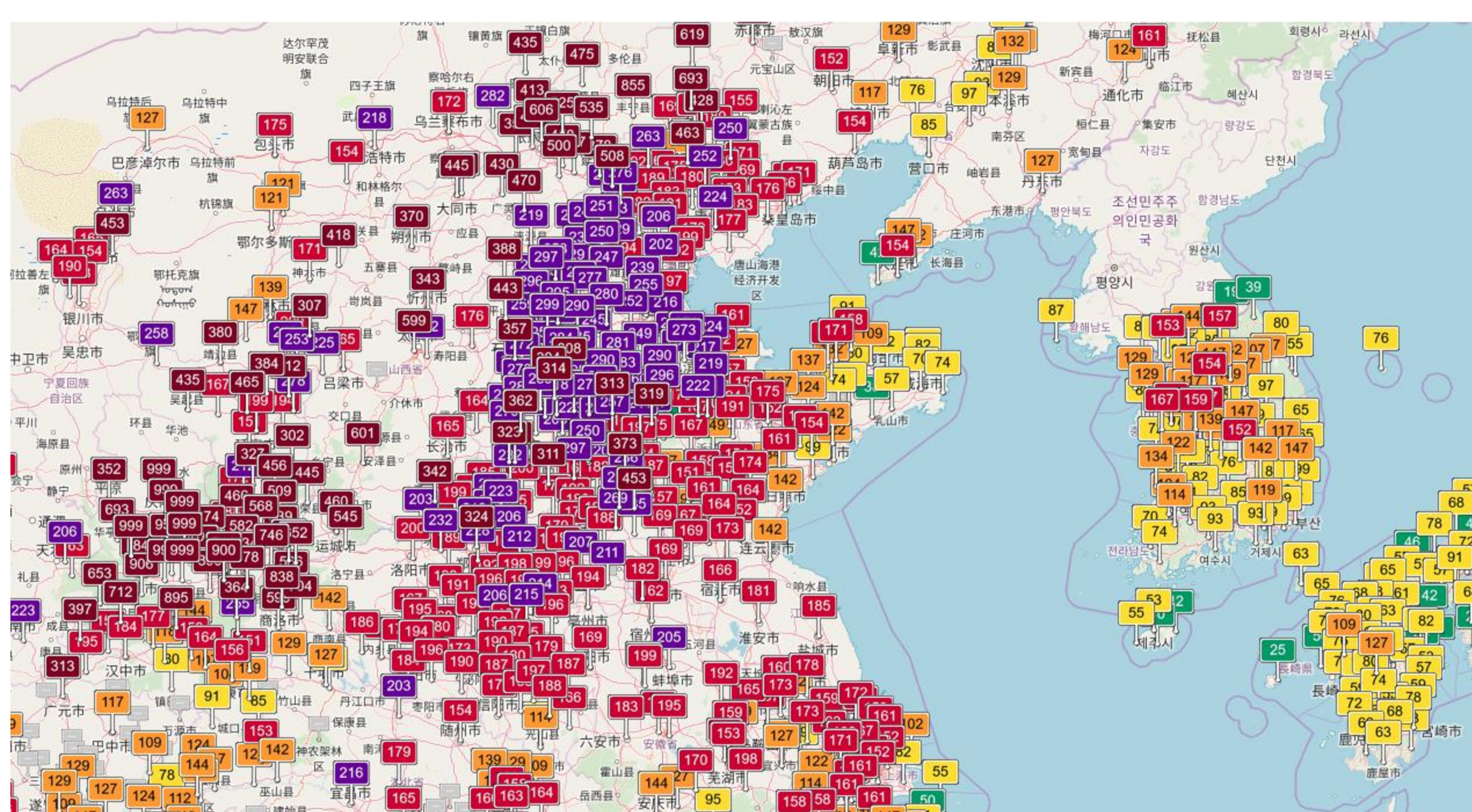
Please, note that the air quality measurements that exceed the maximum value shown in the 'Very poor' category in the table are not taken into account for the index calculation, since these values are typically found to be erroneous.

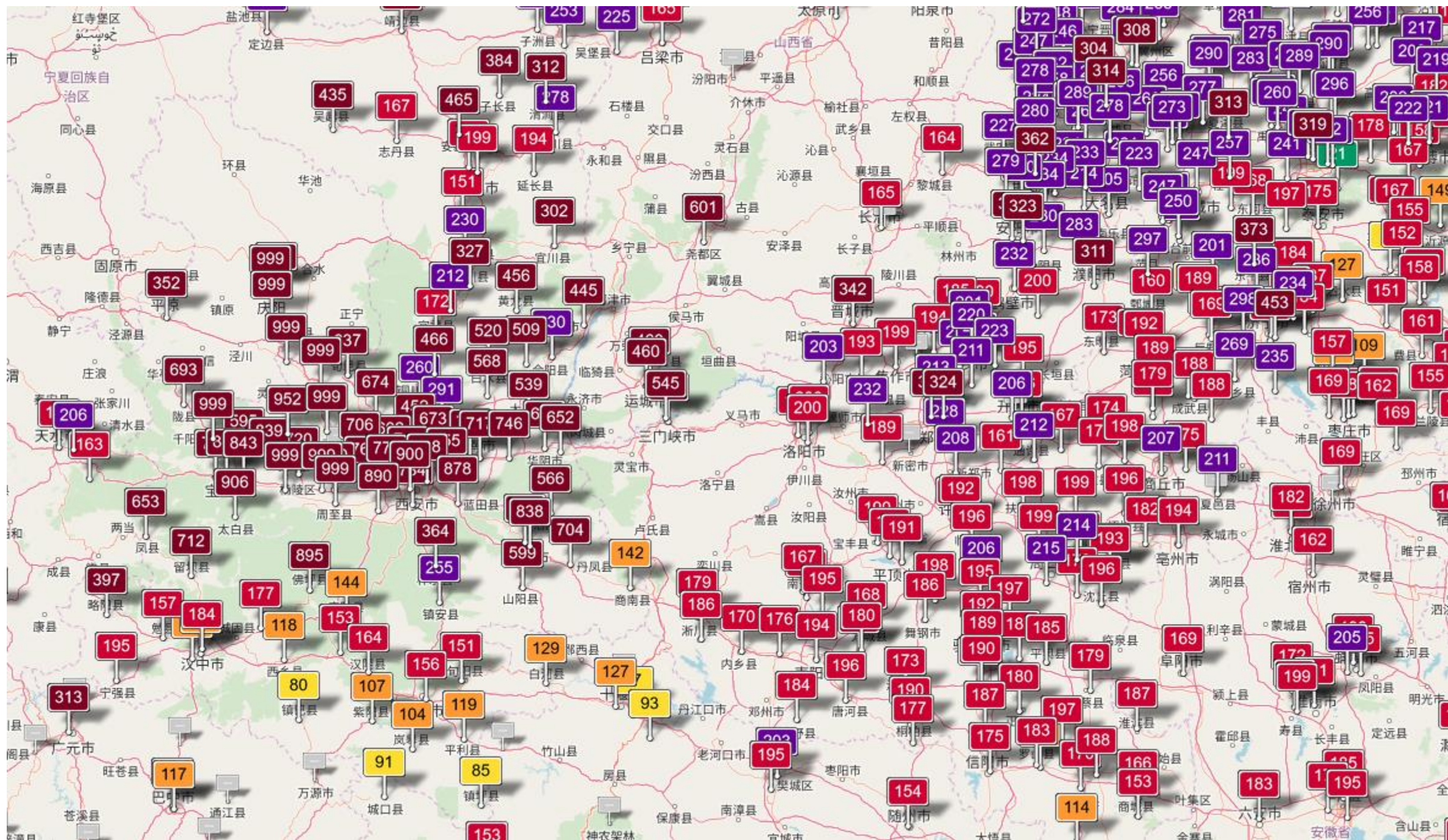


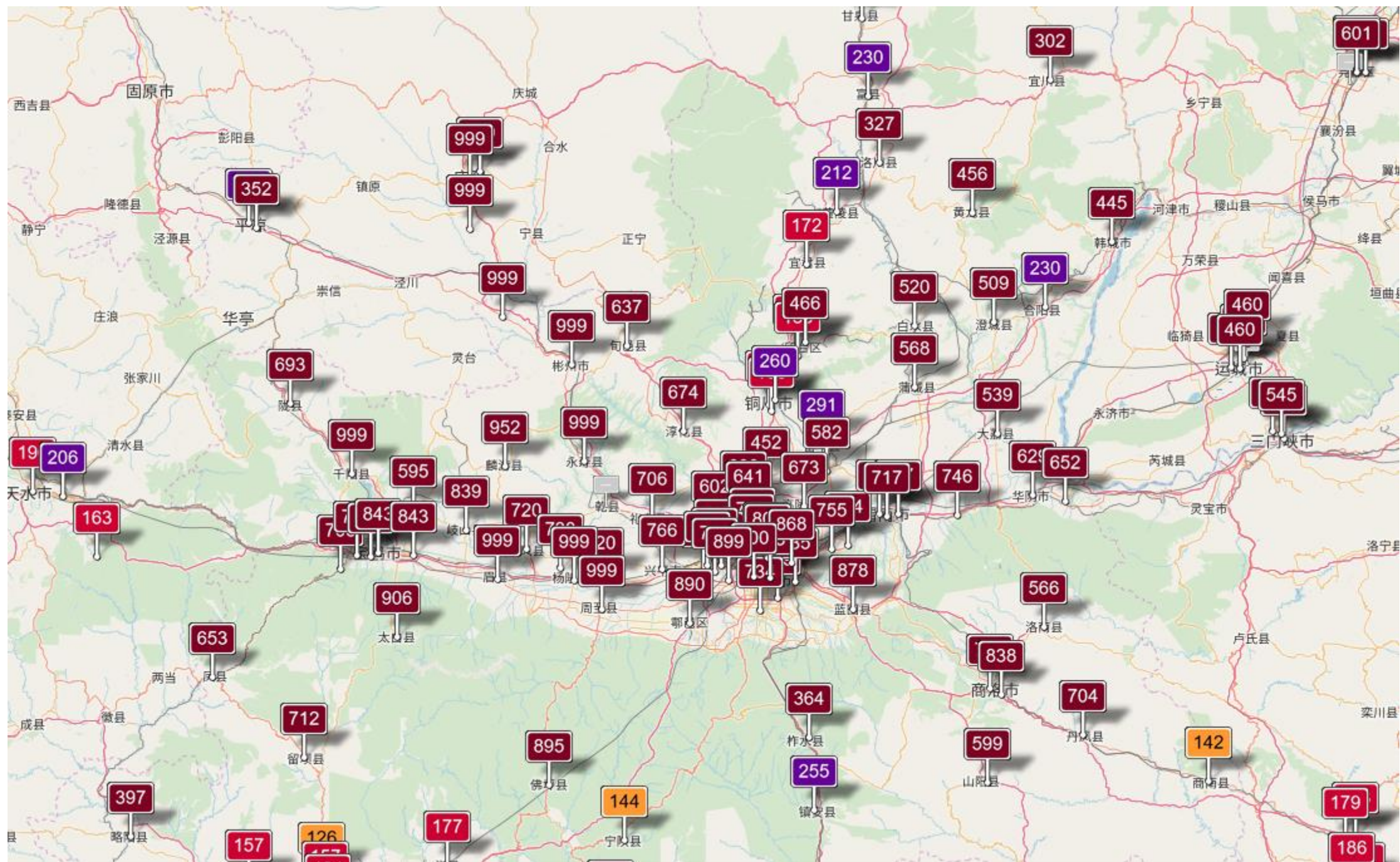
„Osobną sprawą są prezentowane przez GIOŚ kolory opisujące jakość powietrza, których stosowanie może budzić (i u wielu osób budzi!) kontrowersje. Nazywanie przez GIOŚ „umiarkowanym” powietrza, którego średnie godzinne stężenie wnosi 100 ug/m³ może się wydawać bagatelizowaniem problemu. Słownik Języka Polskiego podaje bowiem następujące znaczenie tego słowa: «taki, którego wielkość, siła lub natężenie nie są ani zbyt duże, ani zbyt małe». W przypadku stężeń 100 ug/m³ użycie tego słowa może być mylące. Podobnie ze stanem „dostatecznym” który obowiązuje przy stężeniach sięgających 140 ug/m³. Dostateczny to, za SJP: «wystarczający, zadowalający». Wydaje się, że trudno jest uznać za zadowalające powietrze o stężeniu 140 ug/m³.”

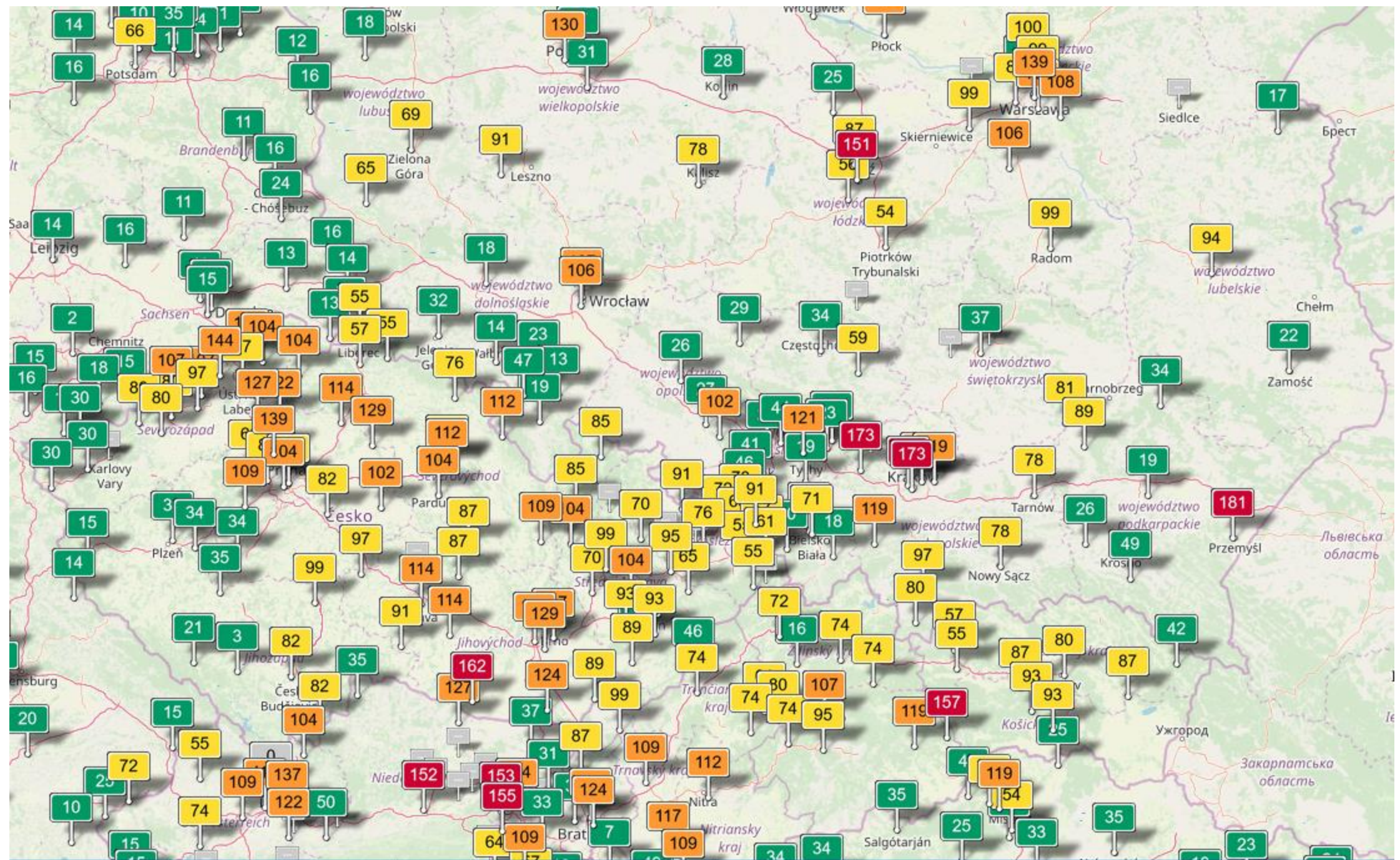
Worldwide Air Quality







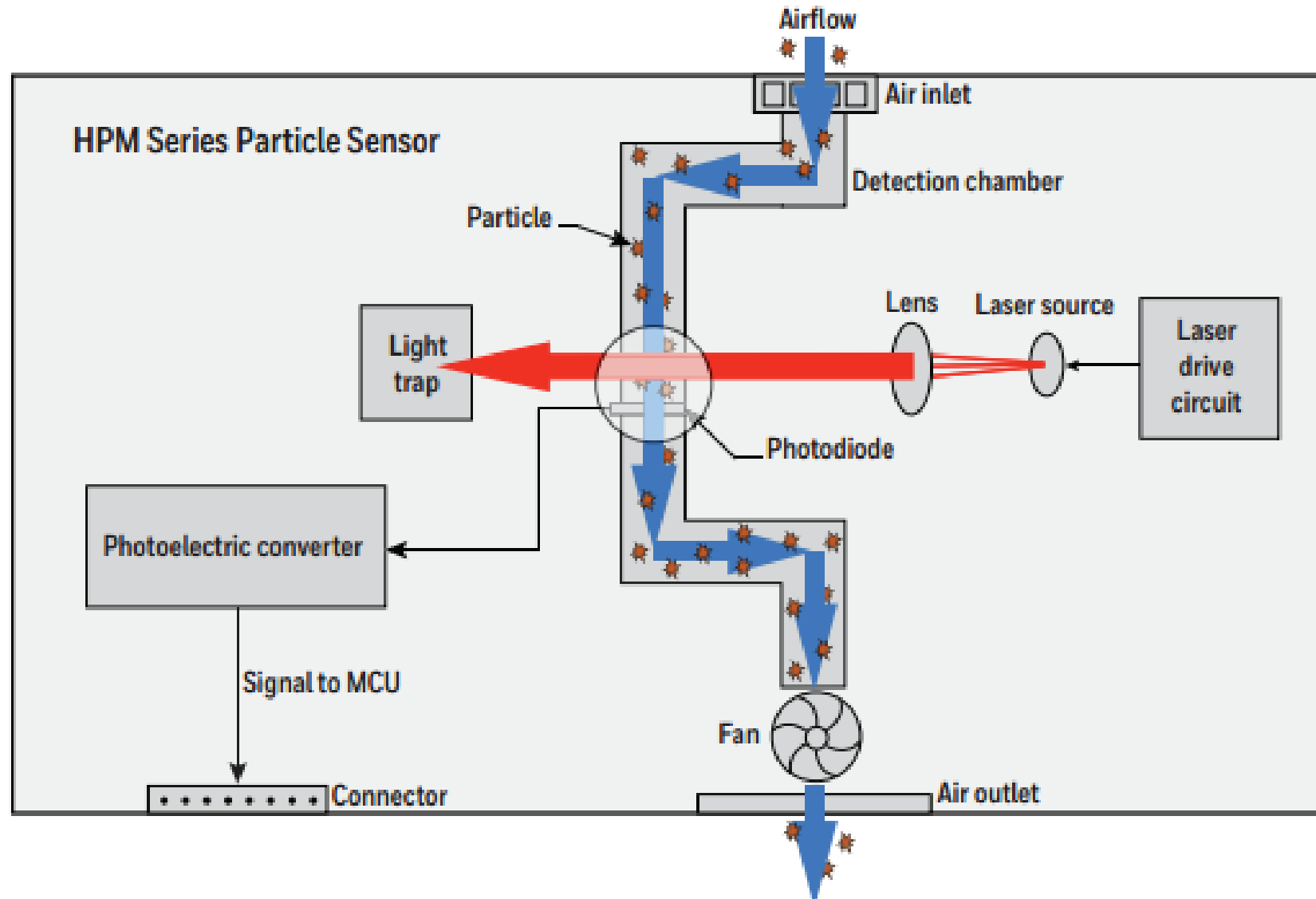




CZUJNIK HONEYWELL



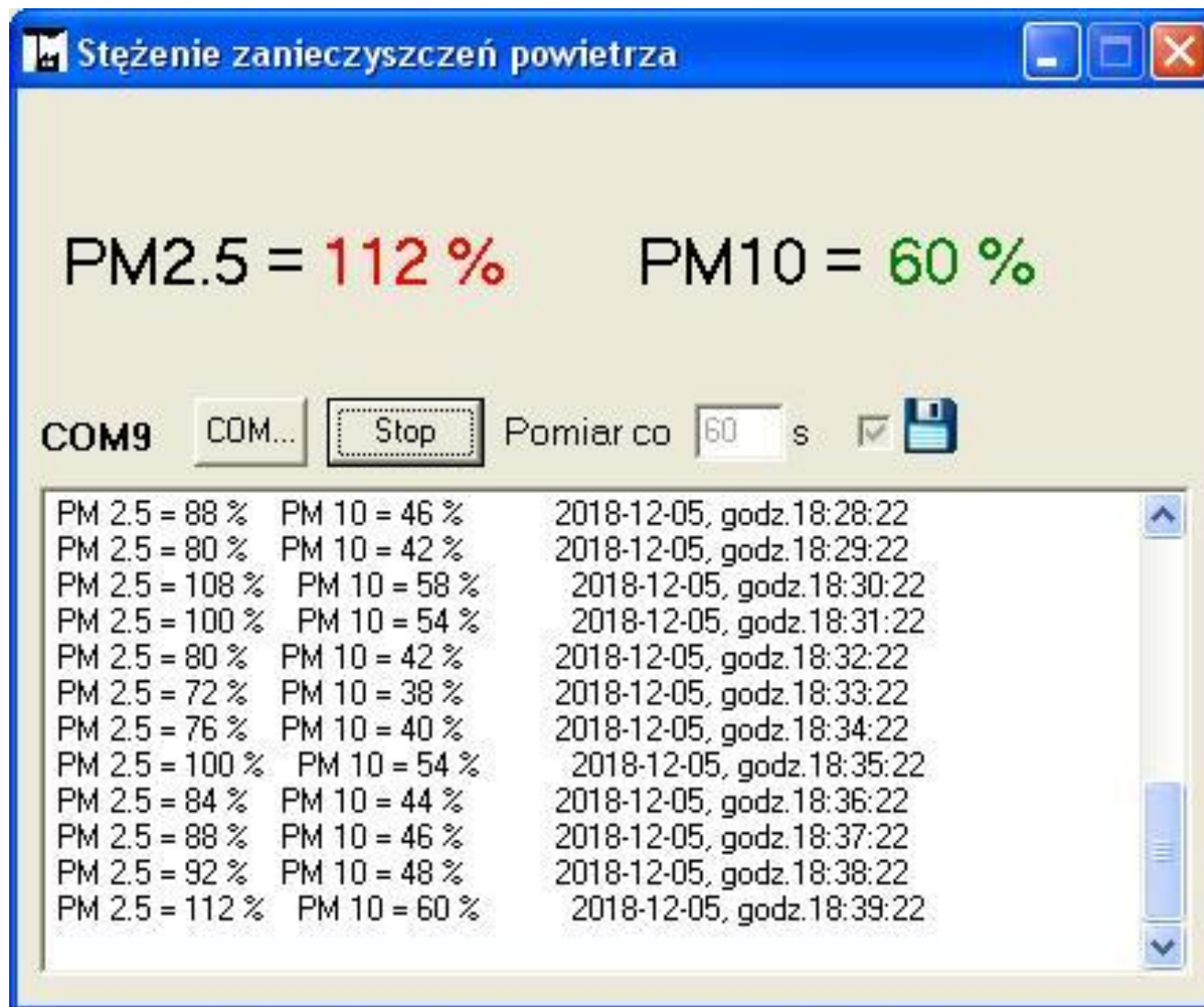
HONEYWELL HPMA-115SO-XXX



Characteristic	Parameter
Operating principle	laser scattering
Detection ¹	PM2.5 or PM10
Output data ¹	PM2.5 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (PM10 in $\mu\text{g}/\text{m}^3$ with additional programming)
Concentration range	0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Accuracy (at 25°C $\pm$ 5°C): 0 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ to 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$\pm 15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ $\pm 15 \%$
Response time	6 s
Supply voltage	5 V $\pm$ 0.2V
Standby current (at 25°C $\pm$ 5°C)	<20 mA
Supply current (at 25°C $\pm$ 5°C)	<80 mA
Temperature: operating storage	-10°C to 50°C [-14°F to 122°F] -30°C to 65°C [-22°F to 149°F]
Humidity (operating and storage)	0 %RH to 95 %RH non-condensing
Output protocol ²	UART; baud rate: 9600, databits: 8, stopbits: 1, parity: no
Operating time: continuous mode intermittent mode	20,000 hr depends on duty cycle
ESD	± 4 kV contact, ± 8 kV air per IEC 61000-4-2
Radiated immunity	1 V/m (80 MHz to 1000 MHz) per IEC 61000-4-3
Fast transient burst	± 0.5 kV per IEC61000-4-4
Immunity to conducted disturbances radiated emissions	3 V per IEC61000-4-6
Radiated emissions	40 dB 30 MHz to 230 MHz; 47 dB 230 MHz to 1000 MHz per CISPR 14
Conducted emissions	0.15 MHz to 30 MHz in compliance with CISPR 14

¹ PM2.5 is particulate matter $\leq 2.5 \mu\text{m}$ in diameter; PM10 is particulate matter $\leq 10 \mu\text{m}$ in diameter.

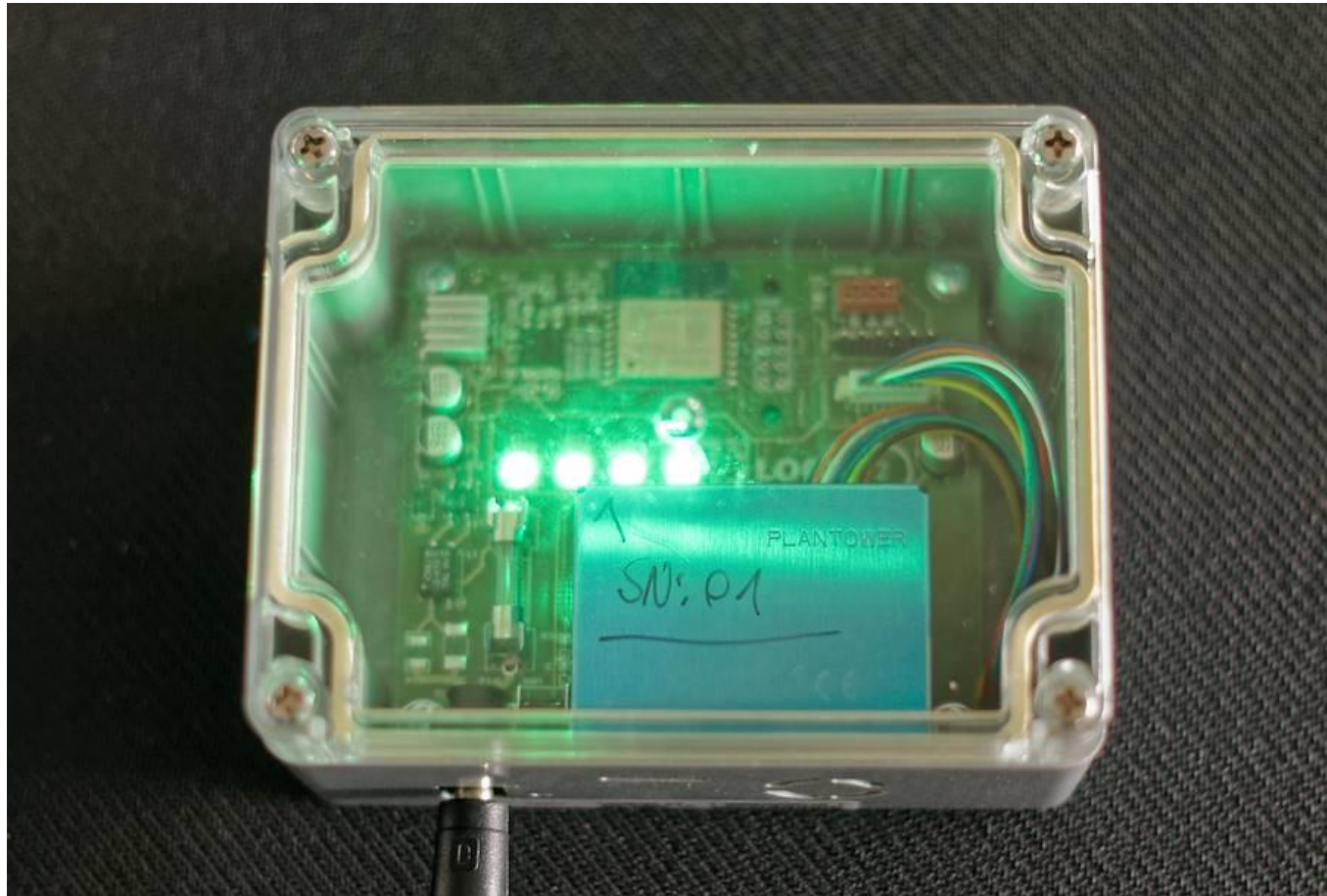
² Contact Honeywell for other output options



PM2.5: 100% = 25 ug/m³

PM10: 100% = 50 ug/m³

Czujnik LOOKO2v3



W piątek 12. października 2018 r. o godz. 15.36 rozpoczęła pomiary stacja monitorowania poziomu zanieczyszczeń powietrza umieszczona za oknem przy sali 39 w IX Liceum Ogólnokształcącym w Gdyni Orłowie.

Prezentowane są informacje odnośnie poziomu zanieczyszczeń pyłów zawieszonych PM1, PM2.5 oraz PM10.

Istotne są notowania PM2.5, gdyż cząsteczki o wymiarach do 2,5 um przedostają się w płucach do krwioobiegu i rozprawdane są wraz z krwią po organizmie.

Wyniki pomiarów dostępne są pod adresem:

<https://looko2.com/tracker2.php?lan=&search=6001944BCBA8>

Mapa czujników na terenie Polski:

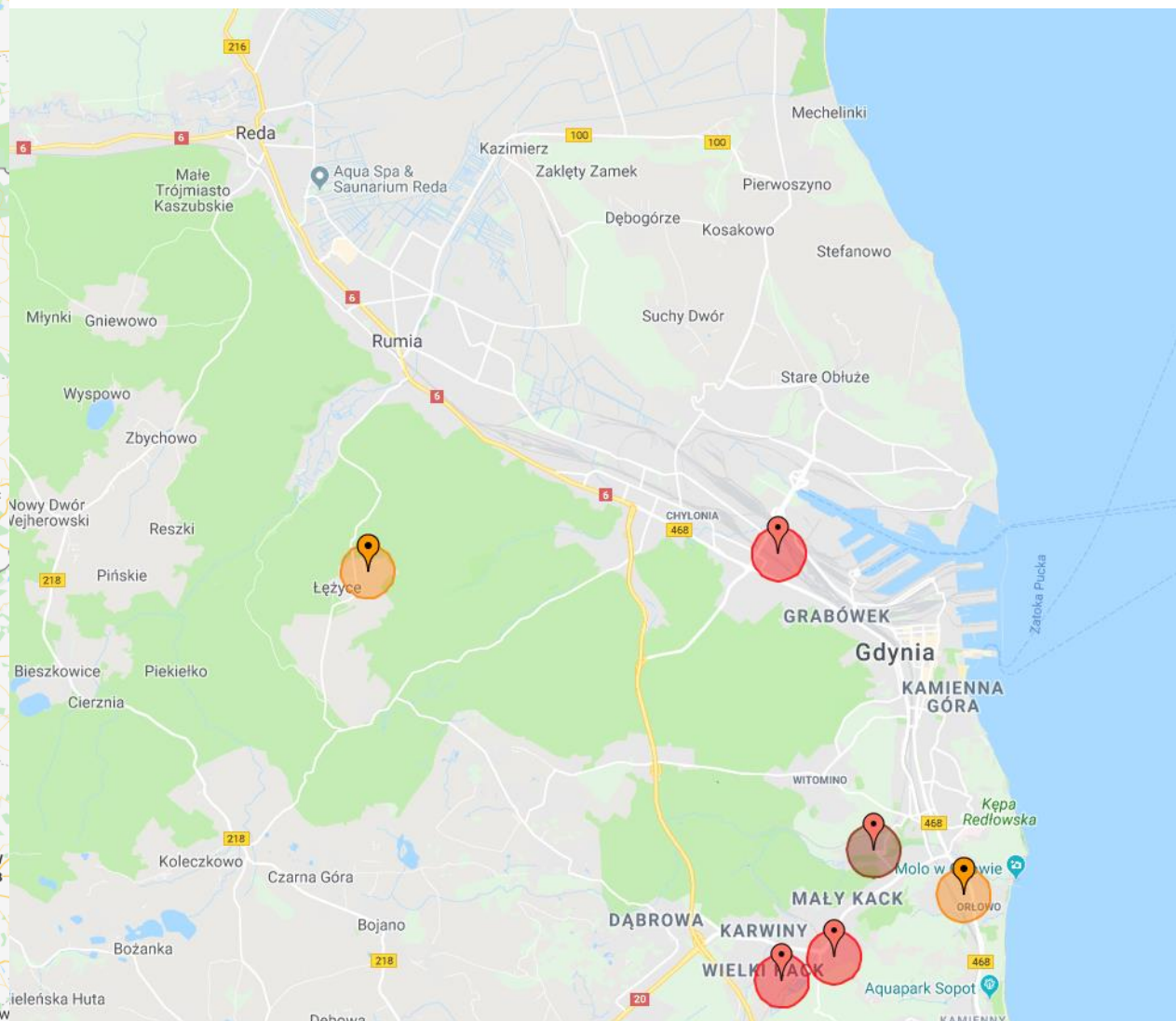
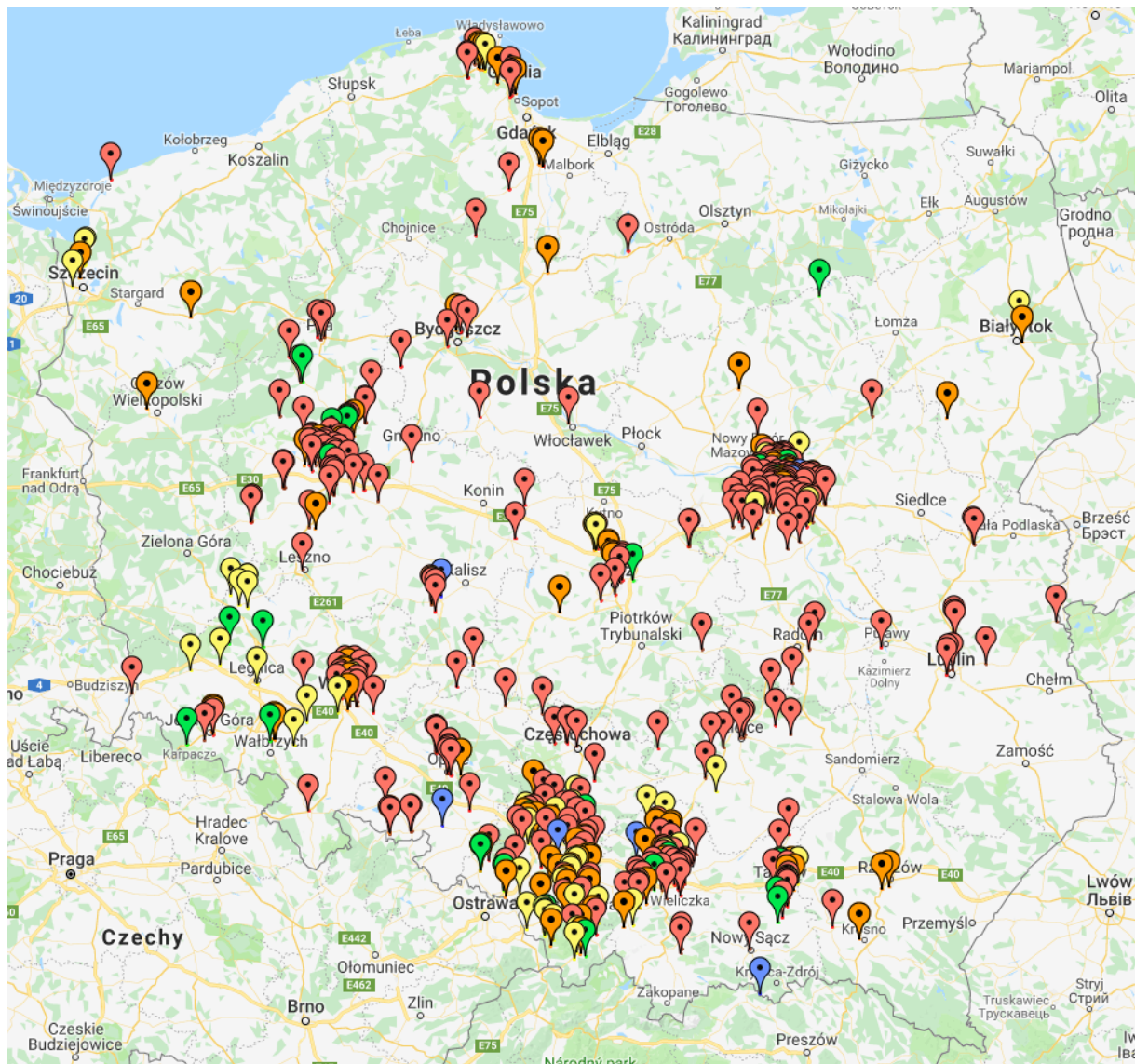
<https://looko2.com/heatmap.php>

Archiwum pomiarów dostępne jest pod adresem:

<http://api.looko2.com/Archives/>

Najlepiej oglądać w przeglądarkach Opera i Chrome.



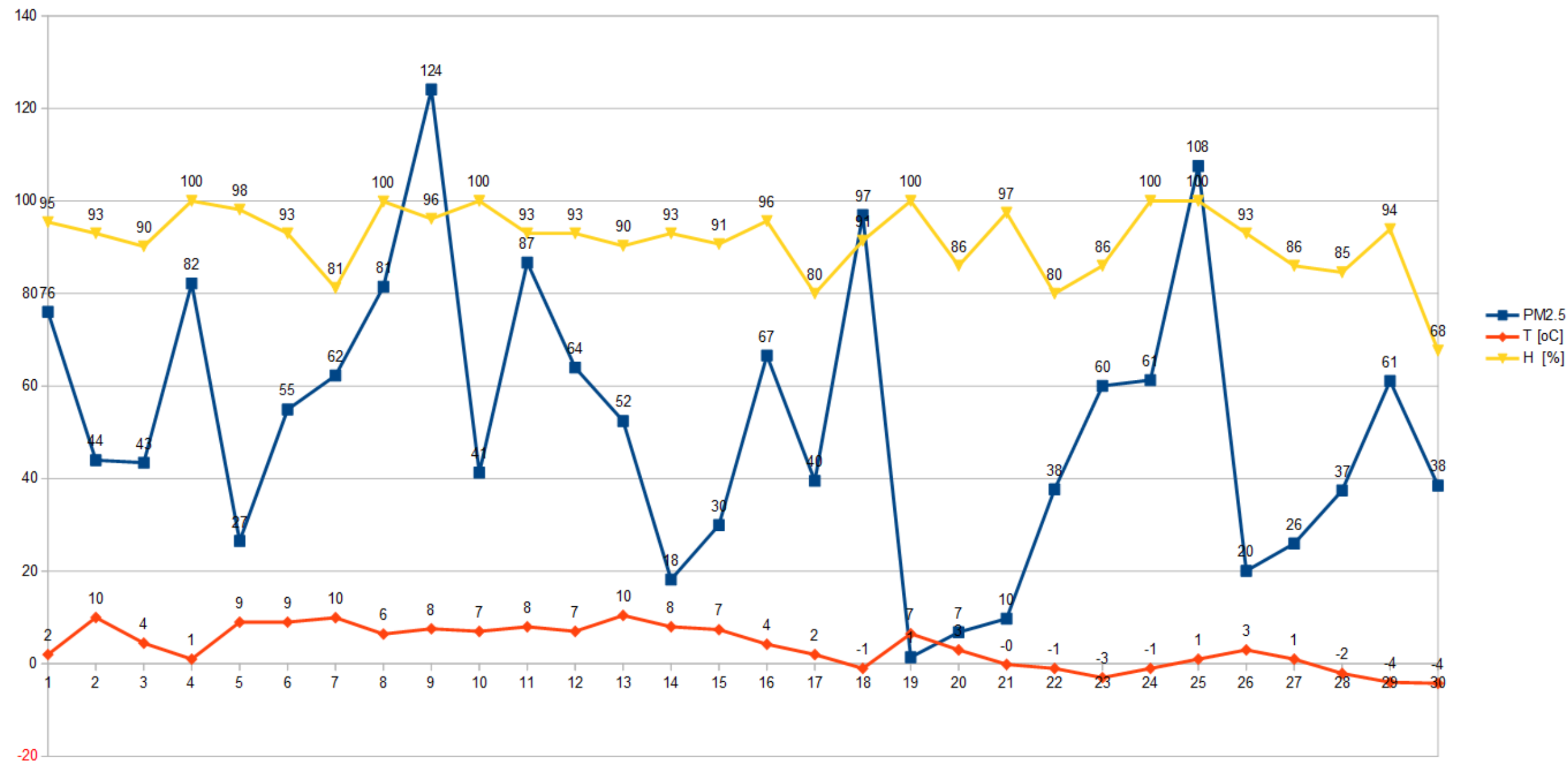


2018 XI	PM2.5	T [oC]	H [%]
1	76,05	2	95,45
2	43,9833	10	93
3	43,45	4,466667	90,2
4	82,1833	1	100
5	26,5333	9	98,1333
6	54,931	9	93
7	62,3	9,966667	81,2
8	81,4737	6,421053	99,8772
9	124,1	7,566667	96,15
10	41,3	7	100
11	86,6897	8	93
12	64	7	93
13	52,4667	10,45	90,3
14	18,2203	8	93
15	29,9833	7,383333	90,7
16	66,6167	4,216667	95,6833
17	39,5254	2	80
18	96,9661	-1	91,4237
19	1,4167	6,5	100
20	6,8148	3	86
21	9,7636	-0,12727	97,4545
22	37,6897	-1	80
23	60,0526	-3	86
24	61,3036	-1	100
25	107,5273	1	100
26	20,0755	3	93
27	25,9821	1	86
28	37,4407	-2,08475	84,5763
29	61,1017	-4	93,8983
30	38,4912	-4,22807	67,6667

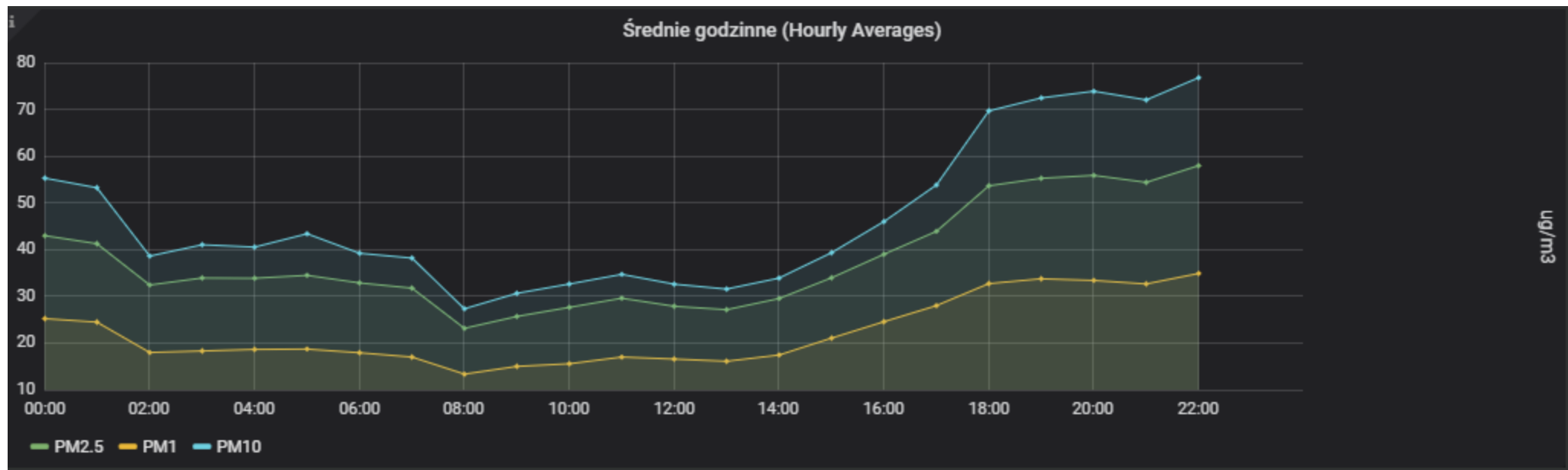
	PM2.5	T [oC]	H [%]
1	76	2	95
2	44	10	93
3	43	4	90
4	82	1	100
5	27	9	98
6	55	9	93
7	62	10	81
8	81	6	100
9	124	8	96
10	41	7	100
11	87	8	93
12	64	7	93
13	52	10	90
14	18	8	93
15	30	7	91
16	67	4	96
17	40	2	80
18	97	-1	91
19	1	7	100
20	7	3	86
21	10	-0	97
22	38	-1	80
23	60	-3	86
24	61	-1	100
25	108	1	100
26	20	3	93
27	26	1	86
28	37	-2	85
29	61	-4	94
30	38	-4	68

GDYNIA Orłowska 57 sala 39

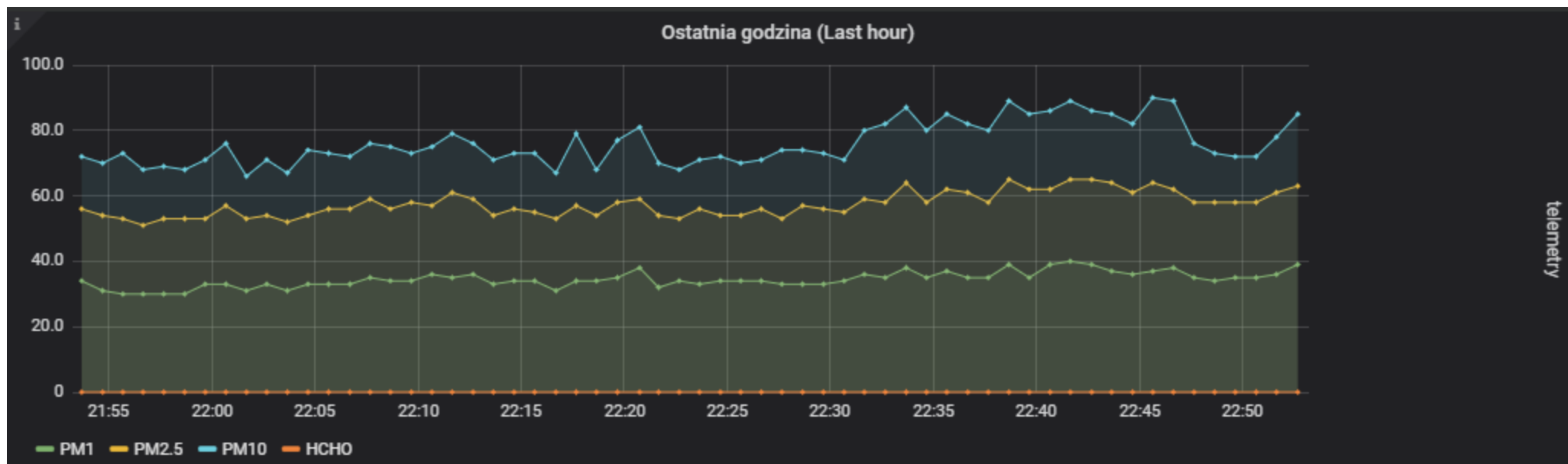
Listopad 2018



Bardziej ciekawe są obserwacje dobowe



lub godzinowe



Tylko czemu w opisie są różne oznaczenia kolorystyczne tych samych parametrów parametrów?

DIENMERN DM103



Formaldehyd

Total Volatile Organic Compounds
Suma Lotnych Związków Organicznych

Tablica 2. Klasyfikacja organicznych substancji zanieczyszczających środowisko wewnętrzne według [5]

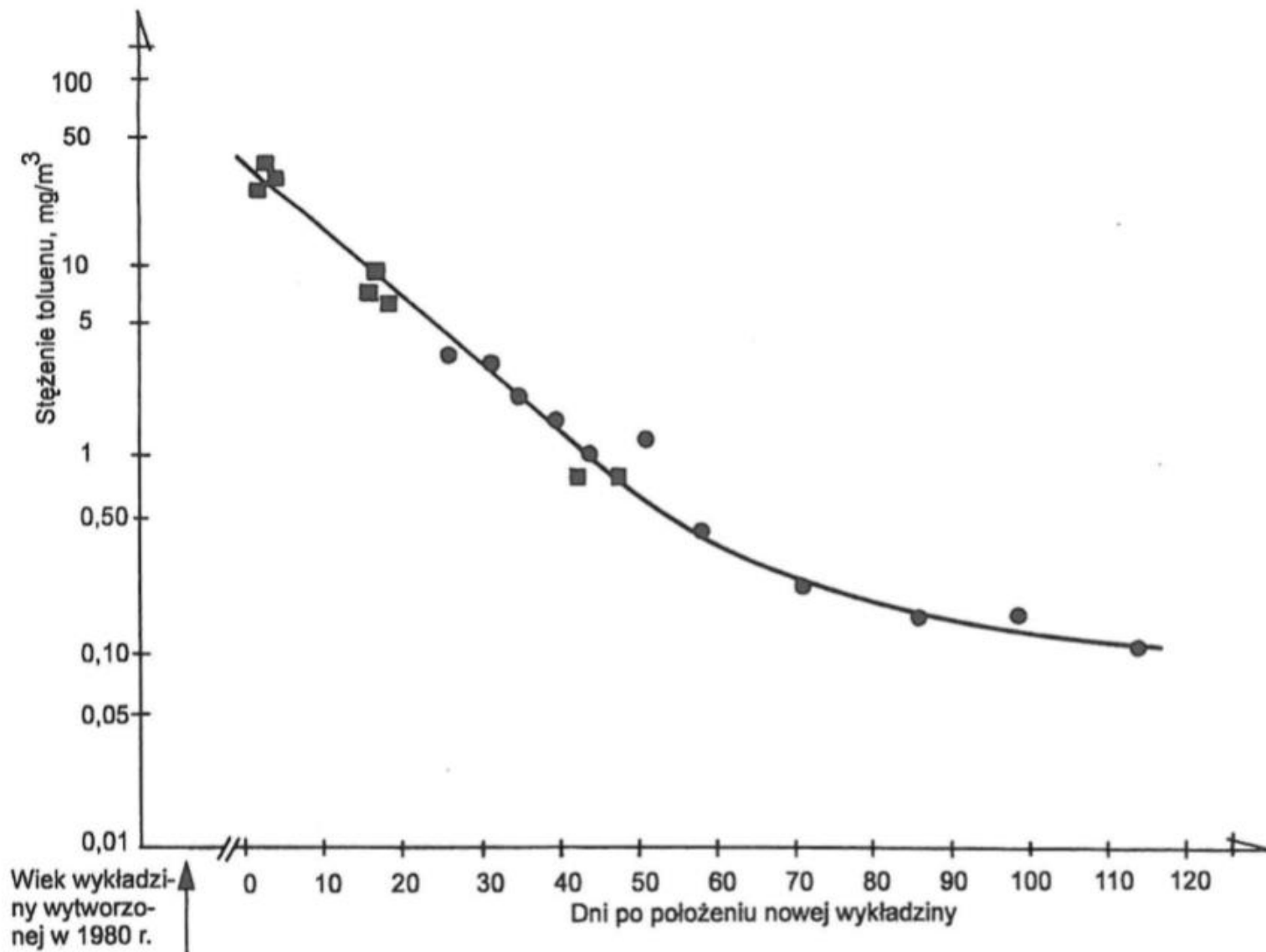
Kategoria	Grupa związków organicznych	Nazwa (skrót)	Zakres punktu wrzenia °C	Metoda poboru prób do badań
1	bardzo lotne związki organiczne	VVOC ¹	< 0 do 50–100	adsorpcja za pomocą węgla aktywnego
2	lotne związki organiczne	VOC ²	od 50–100 do 240–260	adsorpcja za pomocą polimeru Tenax lub węgla aktywnego
3	półlotne związki organiczne	SVOC ³	od 240–260 do 380–400	adsorpcja za pomocą XAD-2 (kopolimeru styrenu i dwuwinylobenzenu) lub pianki poliuretanowej
4	organiczne związki zaasocjowane na cząstkach stałych lub stałe cząstki organiczne	POM ⁴	380	wydzielane za pomocą filtrów
¹ Very Volatile Organic Compounds ² Volatile Organic Compounds ³ Semi Volatile Organic Compounds ⁴ Particulate Organic Matter				

Źródło: Regina Raciborska (Instytut Techniki Budowlanej, 1998) OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POMIESZCZENIACH W ŚWIETLE BADAŃ ZAGRANICZNYCH

Tablica 3. Dopuszczalne stężenia poszczególnych grup związków organicznych według [4]

Klasa chemiczna lotnych związków organicznych (VOC)	Stężenie $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Alkany (parafiny), czyli węglowodory alifatyczne	100
Węglowodory aromatyczne	50
Terpeny	30
Estry	20
Aldehydy i ketony (z wyjątkiem formaldehydu)	20
Inne	50
Docelowa wartość TVOC (suma VOC)	300

Źródło: Regina Raciborska (Instytut Techniki Budowlanej, 1998) OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POMIESZCZENIACH W ŚWIETLE BADAŃ ZAGRANICZNYCH



Rys. 1. Poziom toluenu w powietrzu wewnętrznym w okresie 4 miesięcy od położenia

Źródło: Regina Raciborska (Instytut Techniki Budowlanej, 1998) OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POMIESZCZENIACH W ŚWIETLE BADAŃ ZAGRANICZNYCH

Tablica 6. Wartości jakości powietrza wewnętrznego (IAQ) w różnych krajach (związki organiczne) według [7]

Związek	Czas	Wskazane graniczne wartości, mg/m ³					
		WHO	USA	Kanada	Norwegia	Szwecja	Finlandia
Aldehyd akrylowy	max	—	0,0025	—	—	—	—
Aldehydy (ogólnie)	1 h	—		$R < 1^*$	—	—	—
Krezole	24 h	—	0,1	—	—	—	—
1,2-di-chloroetan	24 h 30 min	0,7 —	2 6	— —	— —	— —	— —
Octan etylu	24 h 30 min	— —	14 42	— —	— —	— —	— —
Formaldehyd	ciągle 30 min max	— — 0,1	— — —	jak aldehyd 0,1	0,6 — —	0,25 — —	...0,15** ...0,30—
Chlorek metylenu	rocznie 24 h	— 3	20 50	— —	— —	— —	— —
Fenol	24 h	—	0,1	—	—	—	—
Styren	24 h 30 min	0,8 0,07	— —	— —	— —	— —	— —
Czterochloroetylen	24 h 30 min	5 8	— —	— —	— —	— —	— —
Toluen	24 h 30 min	7,5 1	— —	— —	— —	— —	— —
Trójchloroetylen	rocznie 24 h 30 min	— 1 —	2 5 16	— — —	— — —	— — —	— — —
TVOC (suma lotnych związków organicznych)	—				0,4		
* Stała $R = \delta_i / C_i$, gdzie: δ_i = zmierzone stężenie, C_i = 0,12 mg/m³ dla formaldehydu, 0,05 mg/m³ dla aldehydu akrylowego, 9,0 mg/m³ dla aldehydu octowego. ** 0,15 mg/m³ dla nowych budynków, 0,30 mg/m³ dla budynków istniejących.							

Źródło: Regina Raciborska (Instytut Techniki Budowlanej, 1998) OGRANICZENIE ZANIECZYSZCZEŃ POWIETRZA W POMIESZCZENIACH W ŚWIETLE BADAŃ ZAGRANICZNYCH

Czujnik jakości powietrza DM103

Detektor smogu PM2.5

Parametry produktu

Typ wyświetlacza	Ekran LED / TFT	Wykrywanie w temp.	-20° – 60°
Ciśnienie atmosferyczne	86Kpa - 106Kpa	Temperatura względna	20° - 85°
Metoda wyświetlania	PM2.5, HCHO, TVOC	Temperatura przechowywania	-20° - 45°
Zasada wykrywania	Promienie laserowe	Jednostka koncentracji	ug/m ³
Czas pomiaru	3 sek.	Zasilanie	Bateria Litowa

Uwaga: Z powodu ograniczonego czasu pomiaru, właściwy wynik może nieznacznie odbiegać od stanu faktycznego, w zależności od oczekiwań i warunków.

DIENMERN DM103

Ekran główny wskazuje następujące pomiary:

- a. Wartość PM2.5
- b. Wartość PM10
- c. Wartość PM1.0
- d. Graficzne (linia / niepełny okrąg) wskazanie poziomu jakości powietrza (z ang. **AQI** – *Air Quality Index*)
- e. Wskazanie poziomu naładowania baterii urządzenia
- f. Ilość formaldehydów (*HCHO*) w otoczeniu wyrażoną w mg/m^3 (aby czujnik wskazał poprawnie wynik potrzebuje ok. 200 sekund na dokonanie poprawnego pomiaru. W tym czasie będzie wskazywał wynik - - -)
- g. Ilość toluenu (*TVOC*) w otoczeniu wyrażoną w mg/m^3 .

"Zdrowe" e-papierosy



20 minut po wyjściu osoby palącej e-papieros z toalety
2018-01-23

SP 69 GDAŃSK
2018-01-17



GDYNIA ORŁOWO SKM

2018-03-12





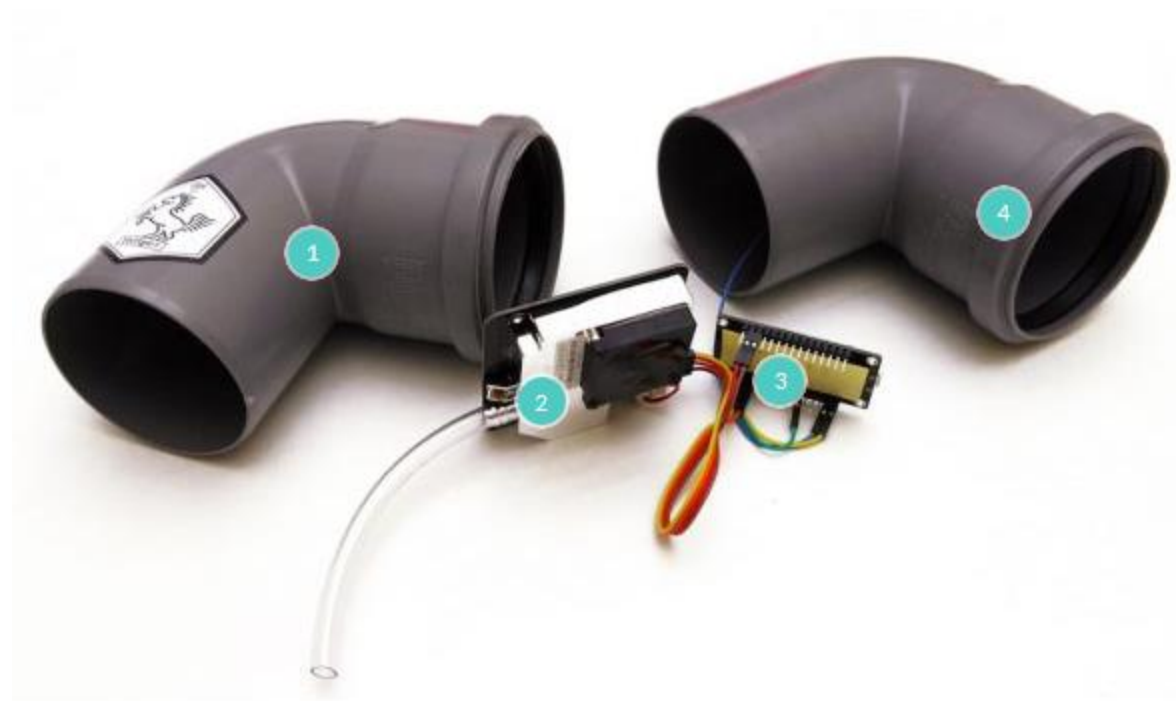
GDYNIA ORŁOWO SKM
2018-03-12





Źródło: <https://www.gdansk.pl/wiadomosci/zanim-zasypiesz-pomysl-o-kregoslupie-wraz-z-sezonem-grzewczym-rusza-gdanska-kampania-edukacyjna,a,127287>

PROJEKT LUFTDATEN.INFO





Zestaw części do budowy czujnika luftdaten.info

Kod: KIT-1521

Waga: 115 g

Dostawca: **Nettigo**

Zestaw elementów elektronicznych niezbędnych do budowy czujnika czystości powietrza opisanego na stronie luftdaten.info.

Na magazynie: 89

PLN 200,19

PLN 162,76 bez VAT

OKAZJA

Cena specjalna -20%

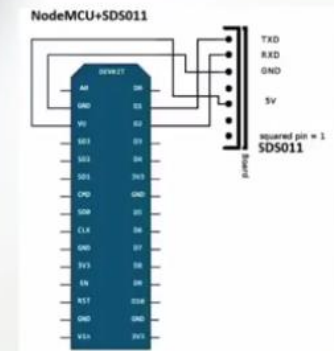
PLN 160,16

PLN 130,21 bez VAT

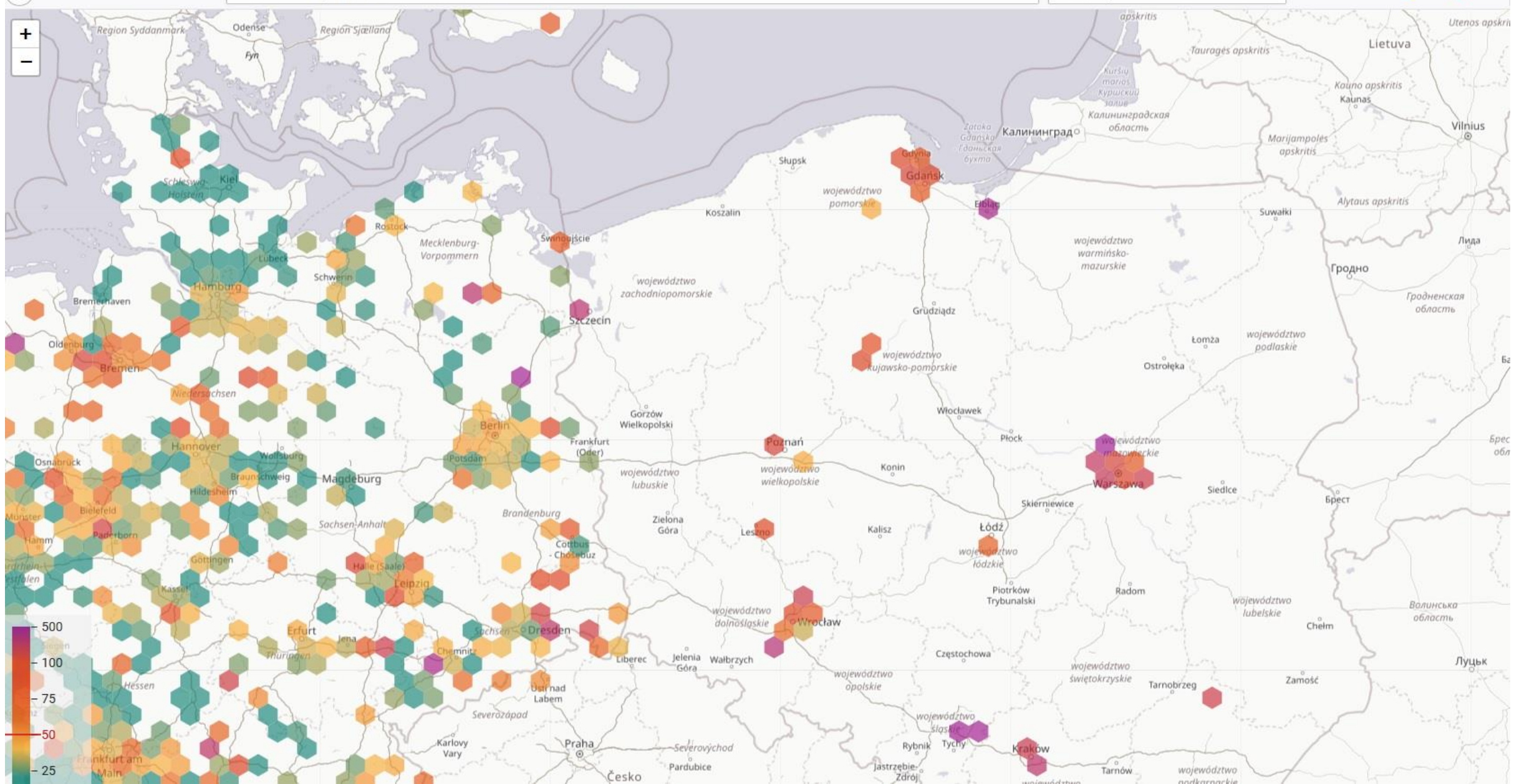
Dodaj do koszyka

Etykiety: [sensor](#), [dust](#), [laser](#), [pm2.5](#), [pm10](#), [luftdaten](#)

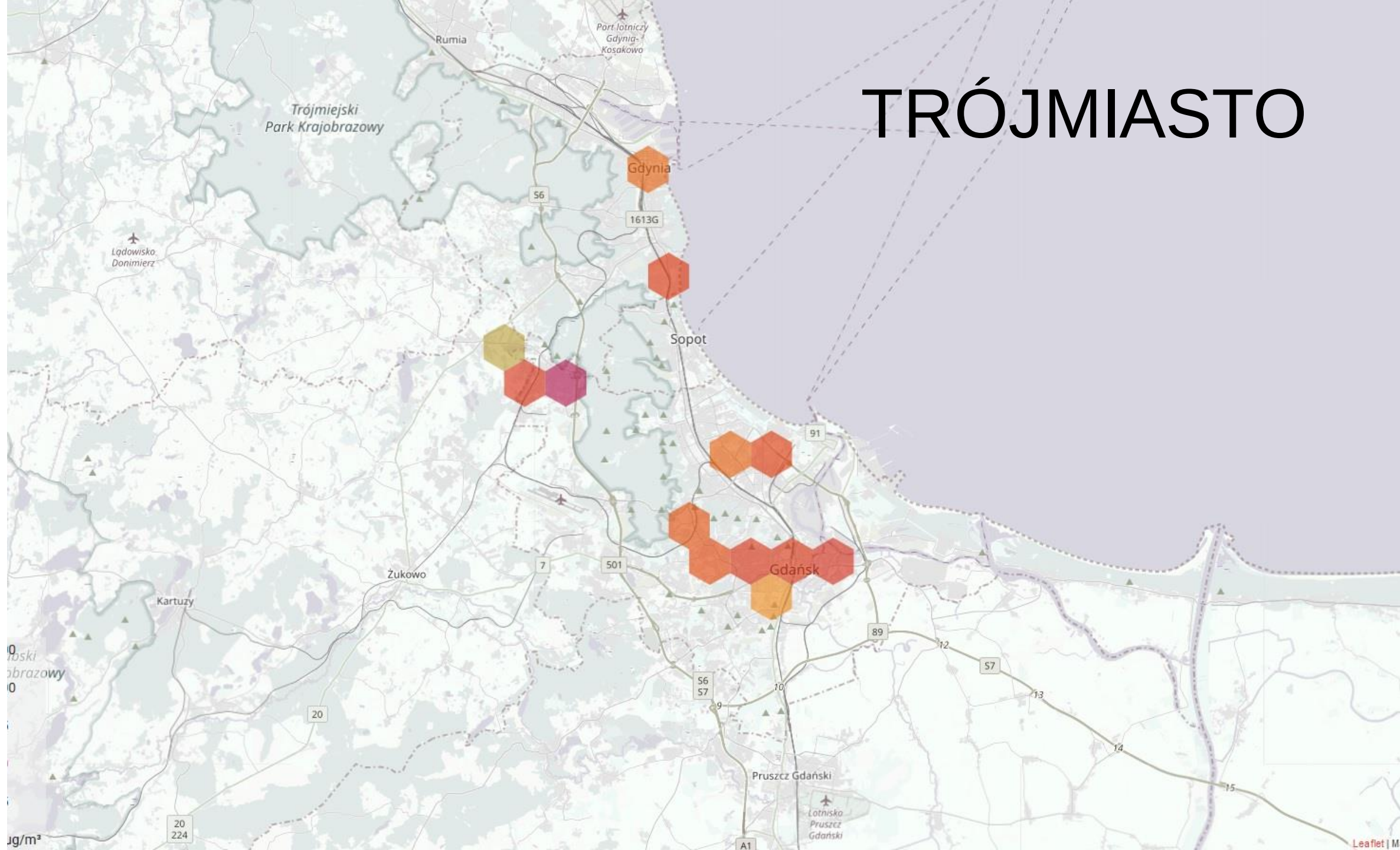
Czujnik smogu DIY prosto ze Stuttgartu

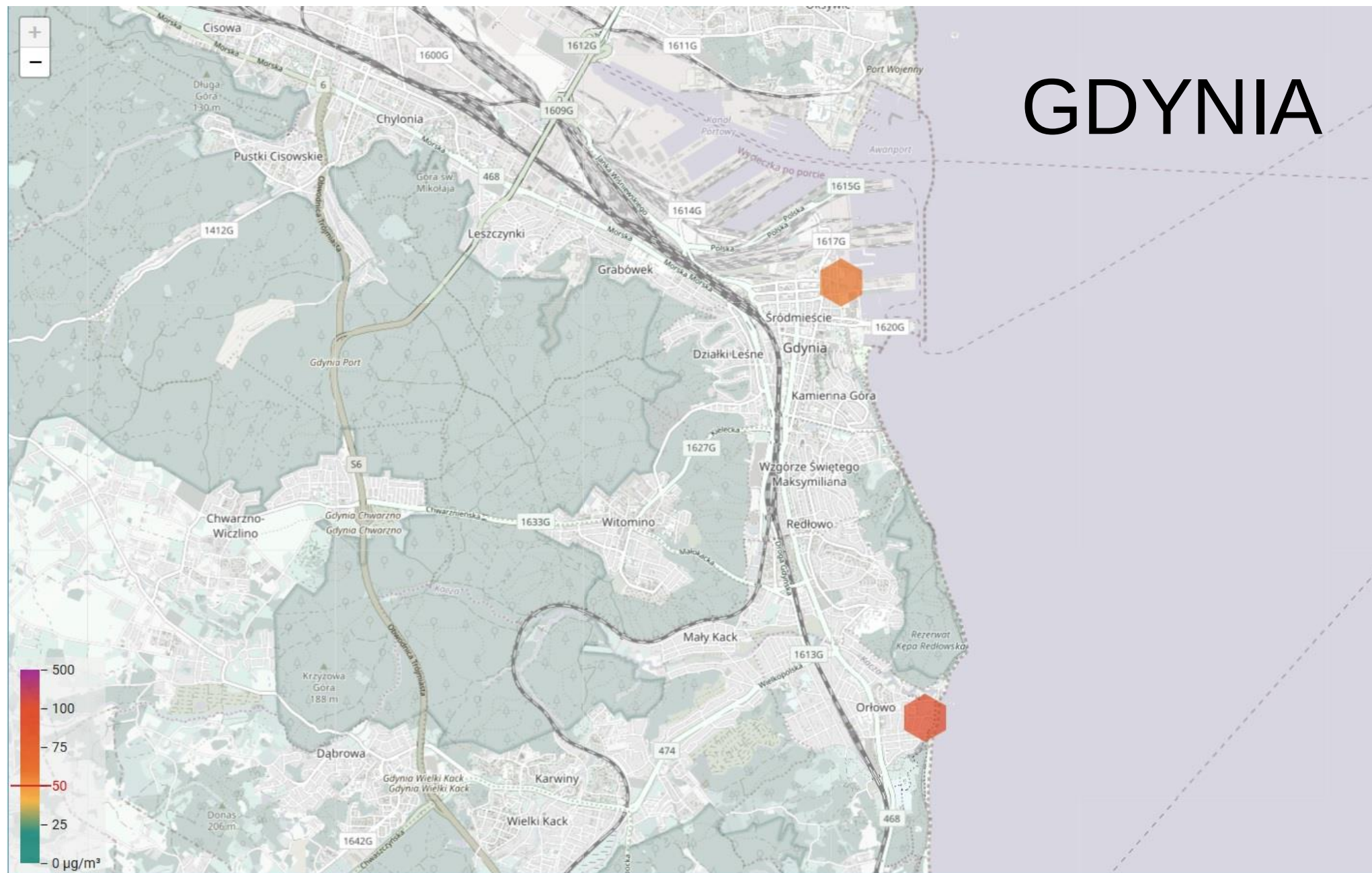


46

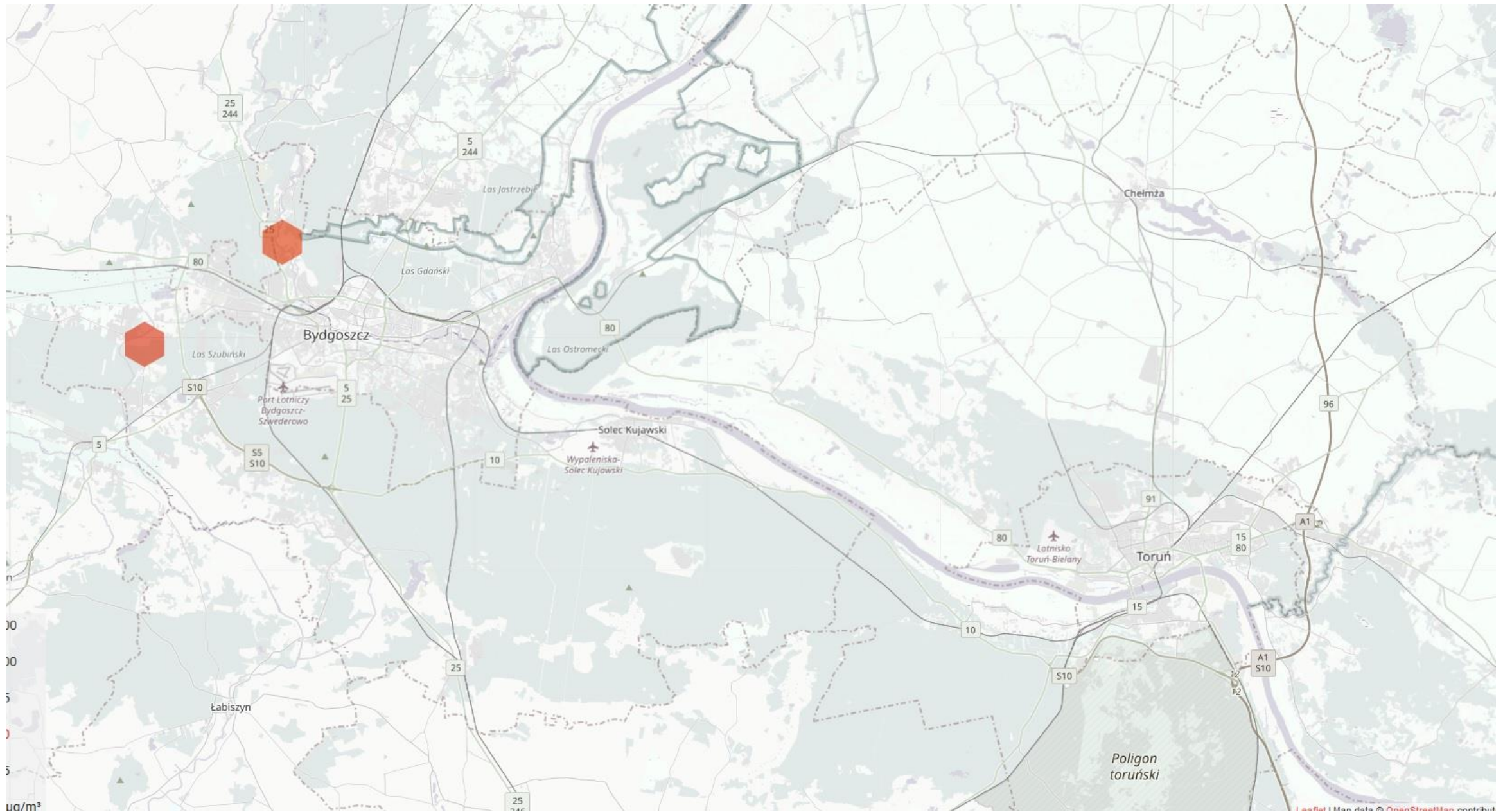


TRÓJMIASTO





Źródło: <http://wroclaw.maps.luftdaten.info/#13/54.5069/18.5464>





Zestaw części do budowy czujnika luftdaten.info

Nettigo

~~PLN 200,19~~ **PLN 160,16**

~~PLN 162,76 bez VAT~~ PLN 130,21 bez VAT

Na magazynie: 67 | Kod: KIT-1521

Zestaw elementów elektronicznych niezbędnych do budowy czujnika czystości powietrza opisanego na stronie luftdaten.info.



Pogodelko - Twoja pierwsza stacja pogodowa z WiFi

Nettigo

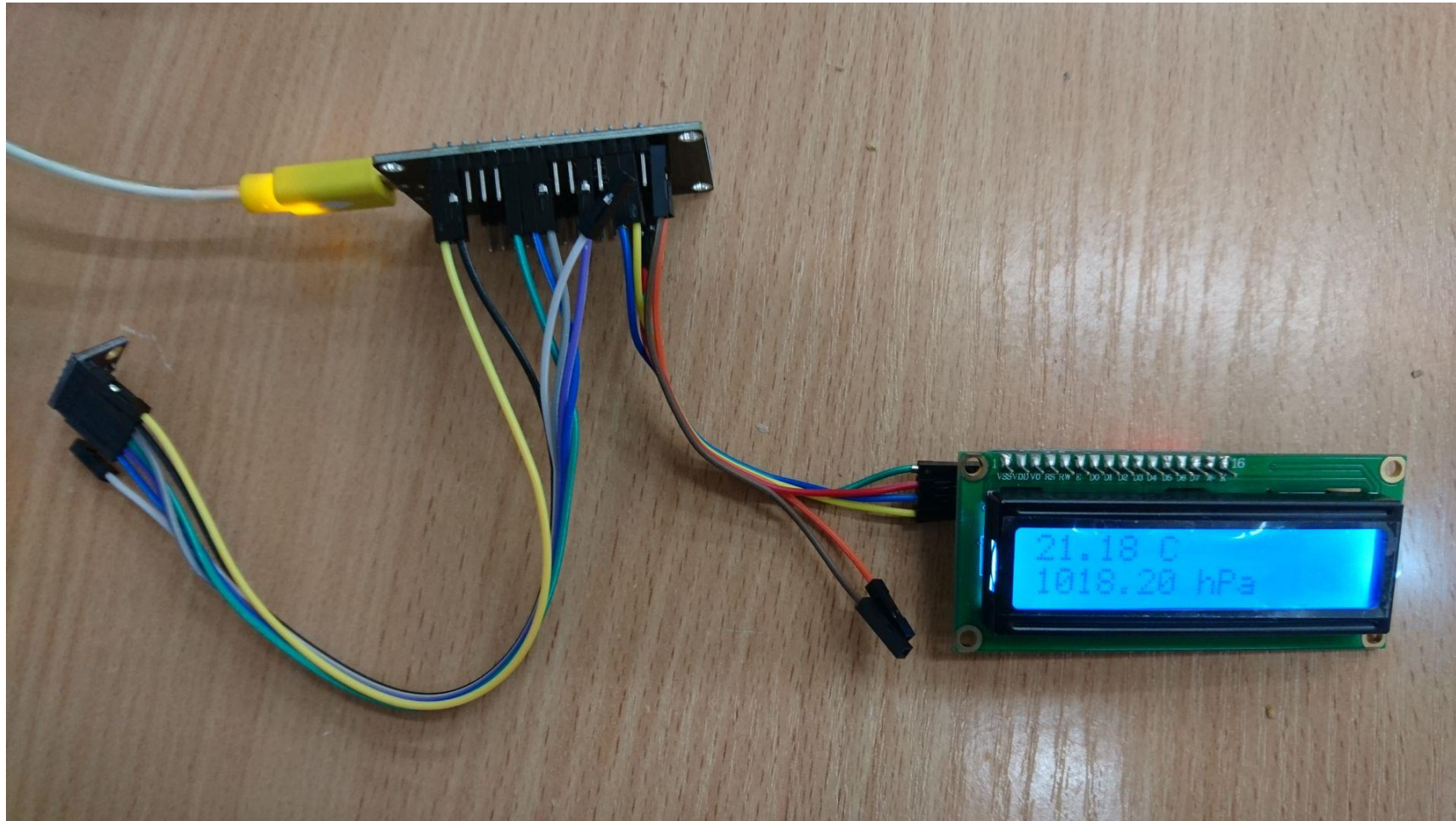
PLN 49,99

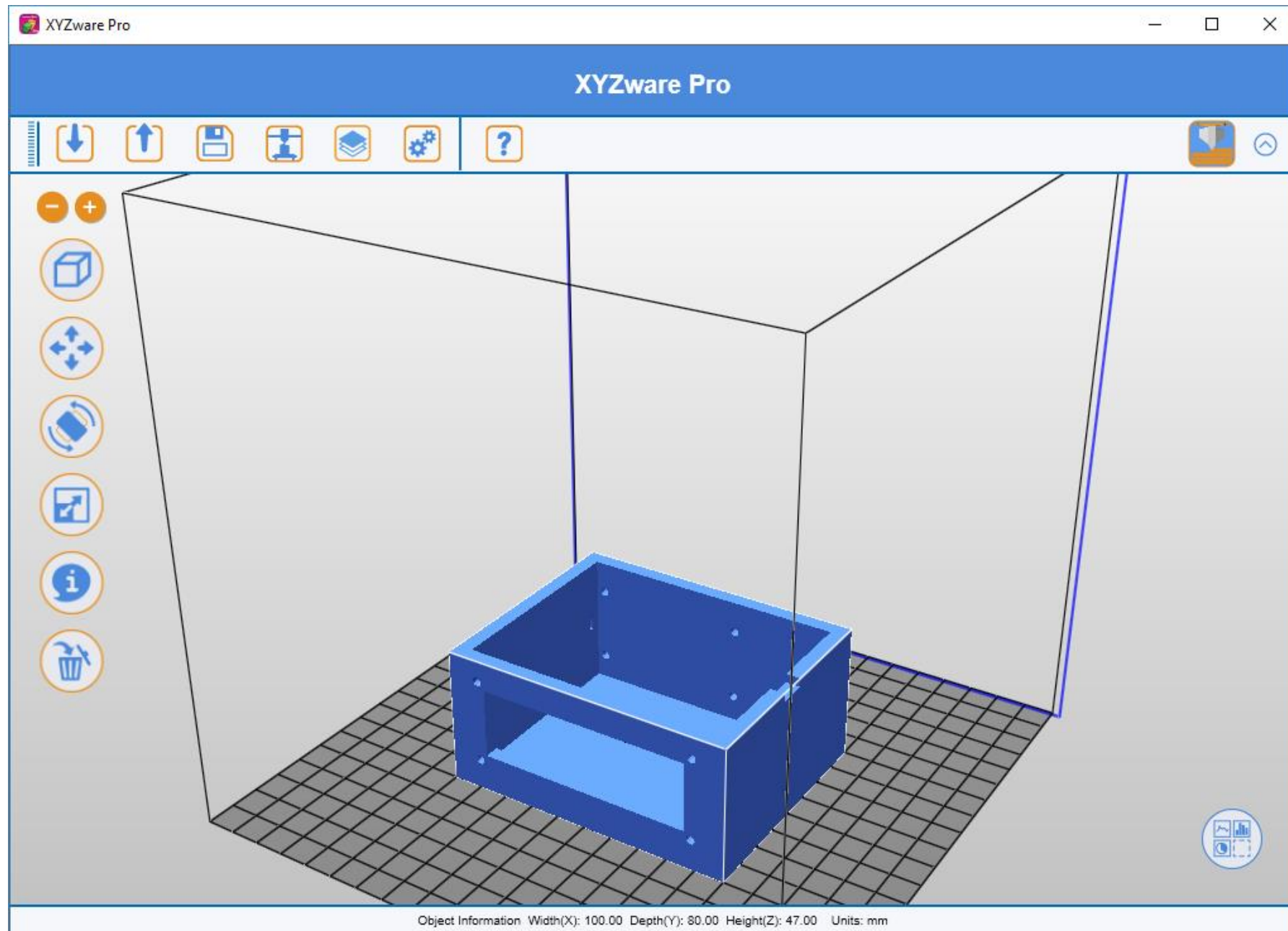
PLN 40,64 bez VAT

Na magazynie: 6 | Kod: KIT-1357

Nettigo Pogodelko to mały wstępnie zaprogramowany projekt. Wystarczy połączyć przewody, podłączyć kabel microUSB i już można się cieszyć wskazaniami temperatury i ciśnienia na ekranie LCD.

POGODEŁKO





Pogodelko jest ciekawą bazą do dalszej rozbudowy. Możesz zamiast BMP280 zamontować w nim **BME280** i dodatkowo zyskać pomiar wilgotności. Albo po prostu dołożyć czujnik **DHT22**. Dobrym pomysłem może też być zamontowanie czujnika pyłów zawieszony **SDS011**. W ten sposób rozszerzysz funkcjonalność Pogodelka o możliwość monitorowania jakości powietrza. Jaki obierzesz kierunek rozwoju zależy tylko i wyłącznie od Ciebie. Płytką bazową posiada dużo wyjść, kod źródłowy łatwo się modyfikuje. Dodatkowym atutem jest fakt, że ESP8266 posiada WiFi i zebrane dane może wysyłać do chmury, systemu inteligentnego domu czy podsystemu. Jakby nie patrzeć jest to idealna propozycja na pierwszy projekt Internetu Rzeczy (IoT). Pogodelko kosztuje niewiele, popularne komponenty z których jest zbudowane przydadzą się też w innych projektach, więc nic nie stoi na przeszkodzie, aby po opanowaniu tego projektu, zbudować z nich coś z zupełnie innej beczki - czy też pudełka :)

Twoja przygoda może wyglądać tak:

- montujesz zestaw z części i sprawdzasz jego działanie na wyświetlaczu LCD
- pobierasz kod źródłowy i samodzielnie modyfikujesz działanie zestawu
- dokładasz do Pogodelka kolejne czujniki
- stajesz się lokalnym autorytetem w dziedzinie pogody
- zdobywasz Pokojową Nagrodę Nobla za przeciwdziałanie globalnemu ociepleniu...

ŻYWOTNOŚĆ CZUJNIKÓW LASEROWYCH

to ok. 8 000 godzin czyli ok. 1 rok, ale nie należy się tym martwić, gdyż szybko powstają nowe czujniki o większej precyzji pomiarów i większej żywotności



Tadeusz Bury
IX LO w Gdyni, ZSE w Gdańsku

btx@gd.pl