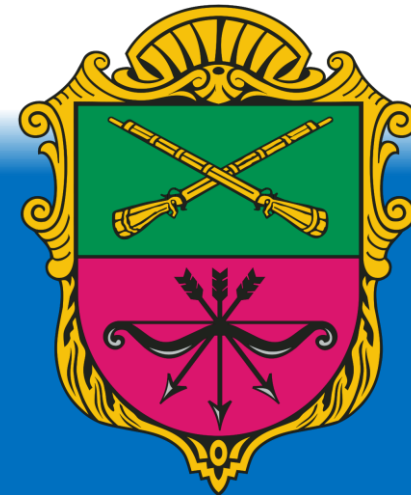


ВПЛИВ РАКЕТНОЇ АТАКИ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ (УКРАЇНА, 22-23.09.22)

THE IMPACT OF ROCKET ATTACK ON AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHIA CITY AGGLOMERATION (UKRAINE, 22-23.09.22)



ПАРТНЕРИ / PARTNERS



Контекст події:

За повідомленням Олександра Старуха (Запорізька ОДА) вранці 22 вересня 2022 року ворог завдав масованого ракетного удару по території агломерації міста Запоріжжя – «...Дев'ять прильотів по Запоріжжю сьогодні зранку...два удари ракетами С-300».

В наслідок ракетного нападу постраждали енергетичний об'єкт критичної інфраструктури, декілька інших промислових об'єктів та влучання поблизу телевежі міста Запоріжжя. Суттєвих руйнувань зазнав готель у центральному міському парку.

Анатолій Куртєв, секретар Запорізької міської ради у повідомленні у телеграм-каналі зазначив, що «....Прильоти увечері, прильоти вночі, прильоти вдень. Залякування і терор. Ігнорування звичаїв війни. Це тактика рашистів, які нічого не здатні зробити в чесному бою....Сьогодні орки поцілили у промисловий об'єкт, а також у житловий квартал та неподалік приватного підприємства. Ворожі обстріли пошкодили багатопверхівки, приватні будинки та автомобілі. На жаль є поранені люди... Рашисти намагаються посіяти паніку і страх. Але сильних не можна залякати....



Ракетний напад на території міста Запоріжжя (Україна, 22 вересня 2022 року)

Телеграм канал Кирило Тимошенко (заступник керівника Офісу Президента України)
te.me/kt20220224

© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»

Контекст події:

Цей ракетний напад – як акт прямої воєнної агресії та тероризму з боку військ російської федерації – став причиною декількох займань, поширення паніки серед населення та погіршення якості повітря в окремих районах міста.

У цьому випуску ми проаналізуємо вплив цієї події на якість повітря в агломерації міста Запоріжжя та її околиць.



Ракетний напад на території міста Запоріжжя (Україна, 22 вересня 2022 року)

Телеграм канал Кирило Тимошенко (заступник керівника Офісу Президента України)
te.me/kt20220224

© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»

Локація / Location

Агломерація міста Запоріжжя / Agglomeration of the Zaporizhzhia city

Дата / Date 21-23 вересня 2022 року / 21-23.09.2022

Опис події / Incident description

Ракетний напад на територію агломерації міста Запоріжжя

A rocket attack to the Zaporizhzhia city agglomeration territory

Джерела даних для аналізу / Data sources for analysis

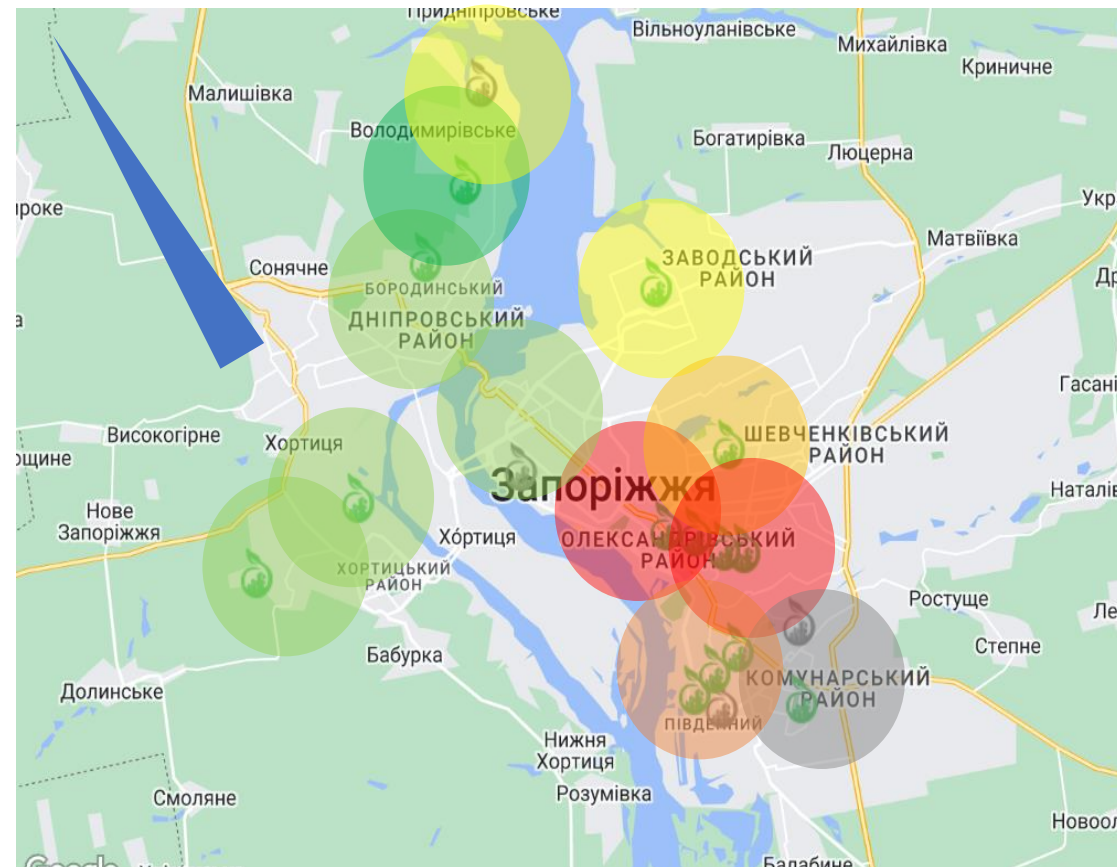
Станції громадського моніторингу Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City. Модель моніторингу – Citizen Science. Адміністратор – ГО «Фрі Ардуїно».

Citizen monitoring stations of the Ukrainian network of citizen air quality monitoring Eco City. The monitoring model – Citizen Science. Administrator – NGO "Free Arduino"). **URL:** <https://eco-city.org.ua/>

Аналіз спирається на математичне очікування середніх результатів моніторингу за 1 годину (середня арифметична, фільтрації аномальних результатів).

Умовний радіус – 2 км. Модель аналізу якості повітря AQI EPA USA

The analysis is based on the mathematical expectation of average monitoring results for 1 hour (arithmetic mean, filtering of abnormal results). Conditional radius – 2 km. USA EPA AQI Air Quality Analysis Model



Позначення локацій станцій моніторингу, які використані для аналізу
Marking of monitoring stations' locations used for analysis
Картографічні дані: © 2022 Google

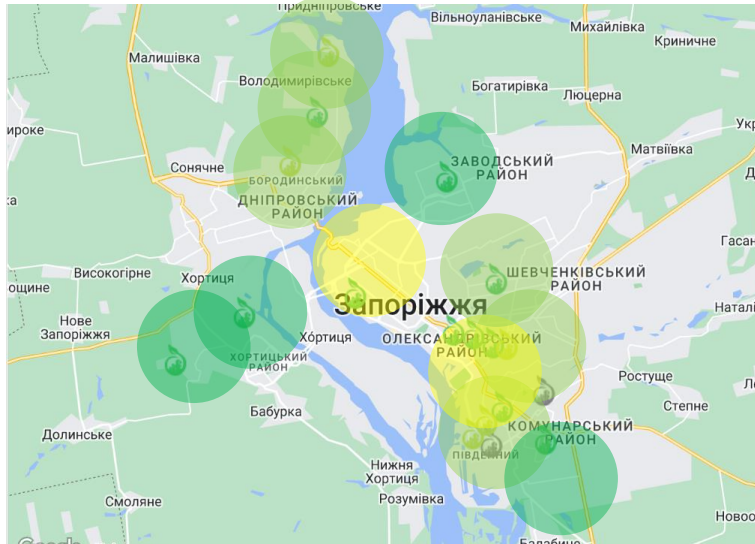
© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»



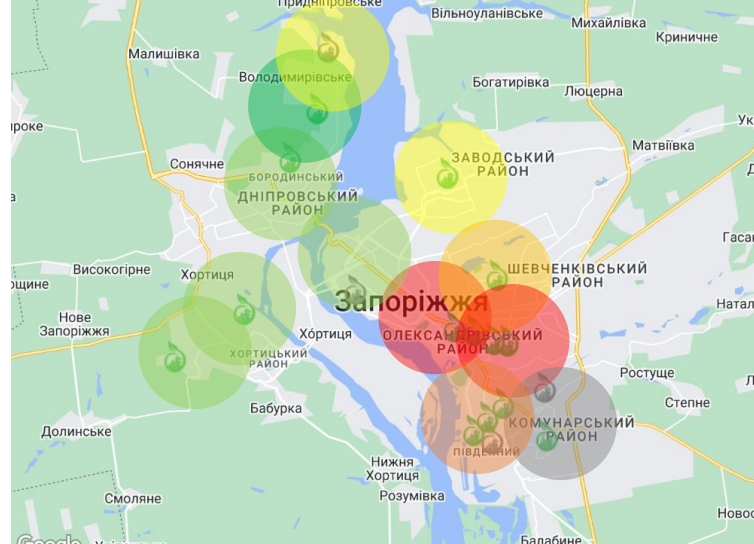
ВПЛИВ РАКЕТНОЇ АТАКИ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ (УКРАЇНА, 22-23.09.22)
 THE IMPACT OF ROCKET ATTACK ON AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHIA CITY AGGLOMERATION (UKRAINE, 22-23.09.22)

Динаміка змін якості повітря / Dynamics of air quality changes

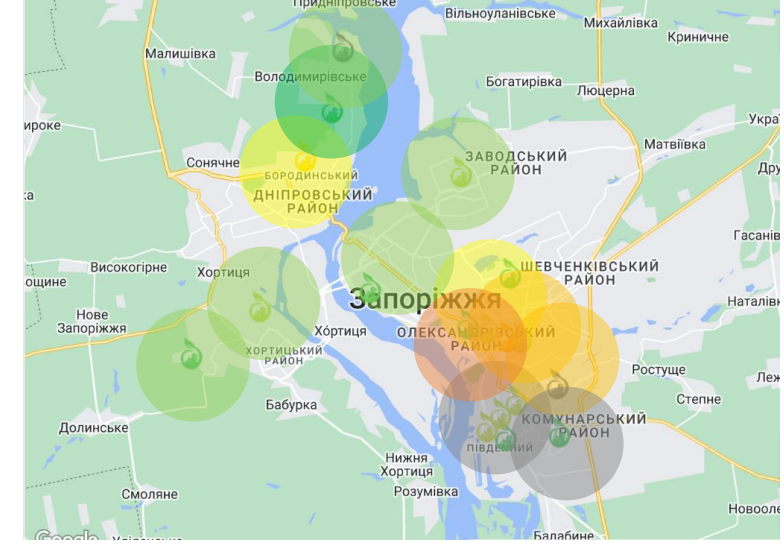
Системи громадського моніторингу зафіксували локальні зміни у якості повітря агломерації міста Запоріжжя. У локації ракетного влучання та пожежі (а також за рухом повітряних мас) у Південному, Комунарському, Олександрівському та Гортюп районах якість повітря за 20-ти хвилинними середніми погіршився до IV та V категорії «Високого забруднення» та «Дуже високого забруднення». Локалізація та ліквідація первинних наслідків (усунення джерел забруднення) дозволило розсіяти викиди вже за 4 години після цього терористичного акту з боку російської федерації.



00:00 – 07:00
22.09.2022



07:00 – 10:00
22.09.2022



10:00 – 12:00
22.09.2022

Картографічні дані: © 2022 Google
Джерело даних результатів моніторингу URL: <https://eco-city.org.ua>

<https://cleanair.org.ua/>

Поширюється на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Ця ліцензія дозволяє іншим змінювати, адаптувати та створювати ваші похідні некомерційні твори за умови поширення похідних творів на ідентичних умовах та повного збереження атрибуції та посилання на першоджерело – ГО «Довкола» та Українська мережа громадського моніторингу Еко Сіті ГО «Фрі Ардуїно»



Позначення локацій станцій моніторингу, які використані для аналізу
Marking of monitoring stations locations used for analysis

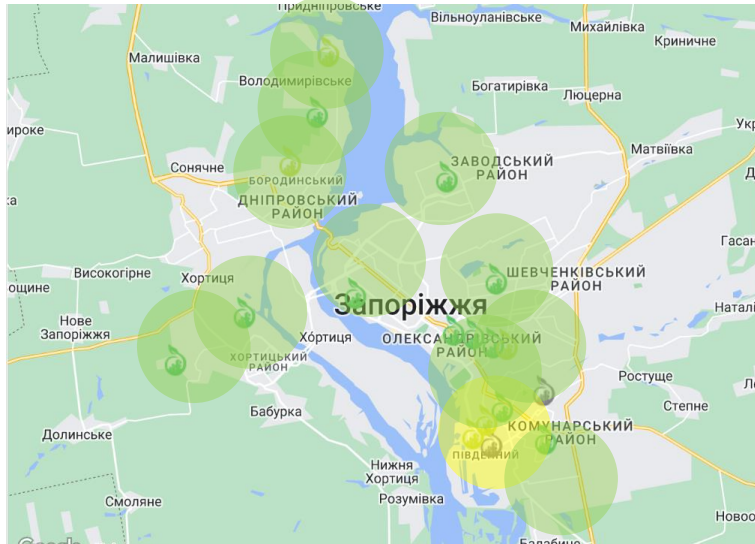
© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»



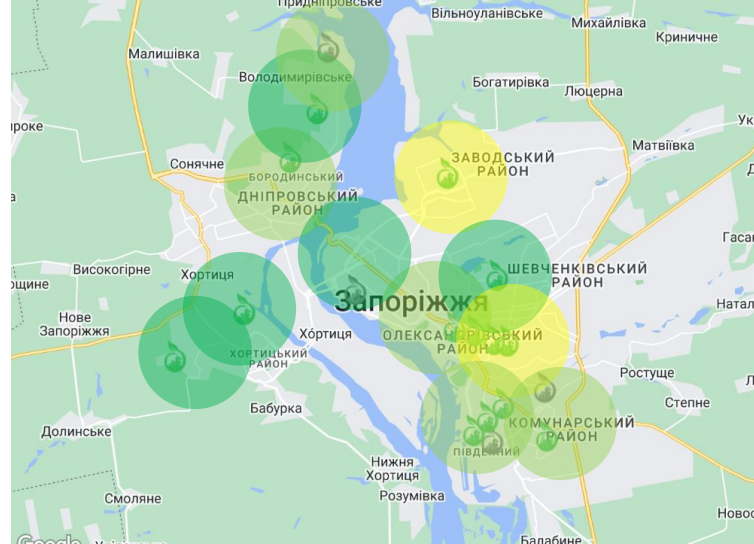
ВПЛИВ РАКЕТНОЇ АТАКИ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ (УКРАЇНА, 22-23.09.22)
THE IMPACT OF ROCKET ATTACK ON AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHIA CITY AGGLOMERATION (UKRAINE, 22-23.09.22)

Динаміка змін якості повітря / Dynamics of air quality changes

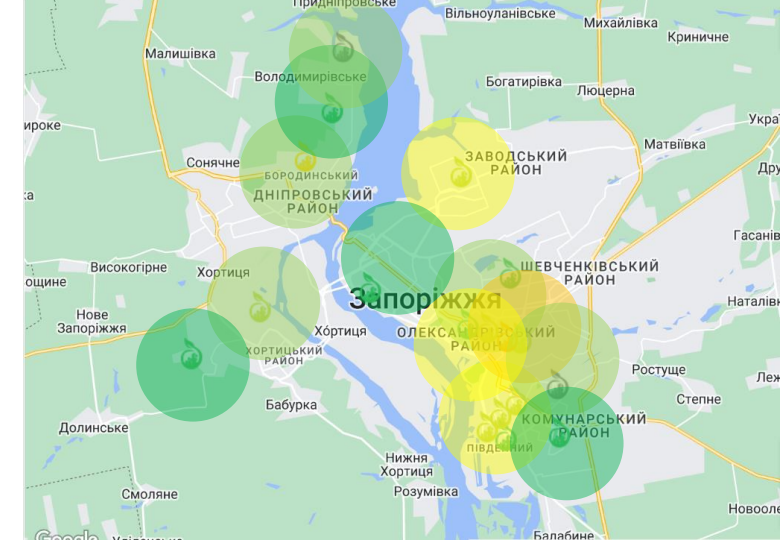
Погіршення якості повітря має епізодичний та локальний характер. На цьому прикладі ми можемо перекоонатися у впливі масованого ракетного нападу на об'єкти інфраструктури міста та поширення забруднення як від самого ракетного нападу, так і від пожеж / займань, які виникли в наслідок цього. Потрібно врахувати, що по території міста Запоріжжя пізнього вечора 22 вересня 2022 було завдано ще одного ракетного нападу. І як наслідок – аналогічне локальне погіршення якості повітря.



12:00 – 14:00
22.09.2022



14:00 – 22:00
22.09.2022



22:00 – 00:00
22.09.2022

Картографічні дані: © 2022 Google
Джерело даних результатів моніторингу URL: <https://eco-city.org.ua>

<https://cleanair.org.ua/>

Поширюється на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Ця ліцензія дозволяє іншим змінювати, адаптувати та створювати ваші похідні некомерційні твори за умови поширення похідних творів на ідентичних умовах та повного збереження атрибуції та посилання на першоджерело – ГО «Довкола» та Українська мережа громадського моніторингу Еко Сіті ГО «Фрі Ардуїно»



Позначення локацій станцій моніторингу, які використані для аналізу
Marking of monitoring stations locations used for analysis

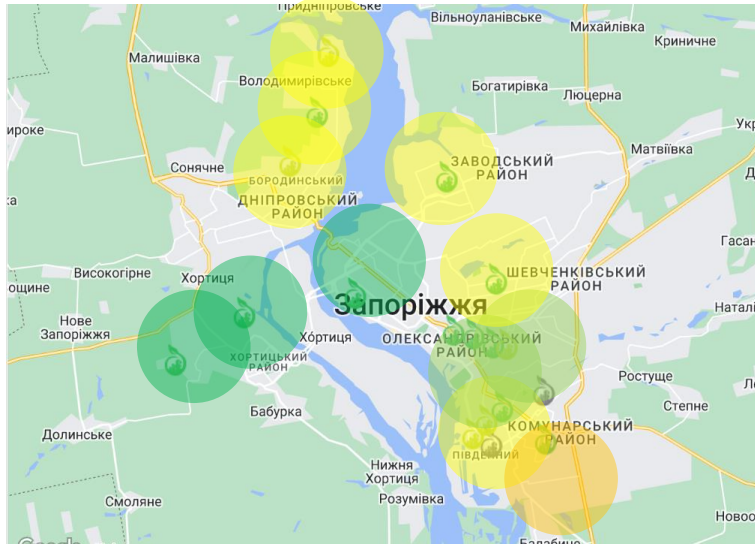
© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»



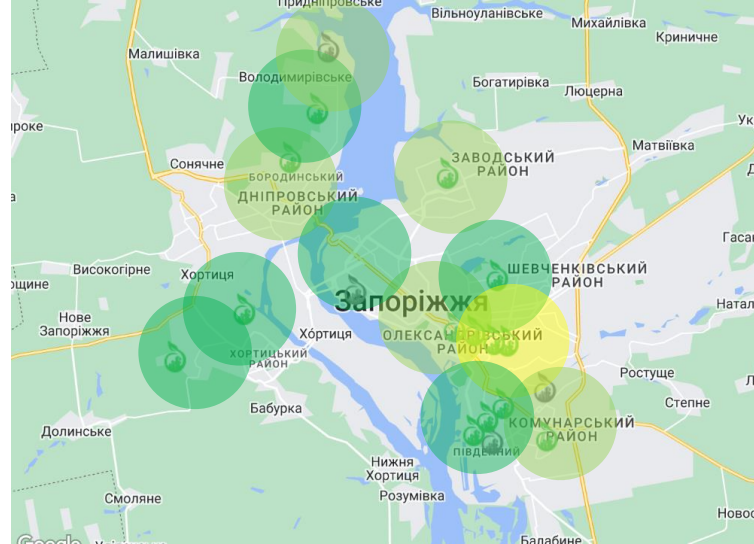
ВПЛИВ РАКЕТНОЇ АТАКИ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ (УКРАЇНА, 22-23.09.22)
THE IMPACT OF ROCKET ATTACK ON AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHIA CITY AGGLOMERATION (UKRAINE, 22-23.09.22)

Динаміка змін якості повітря / Dynamics of air quality changes

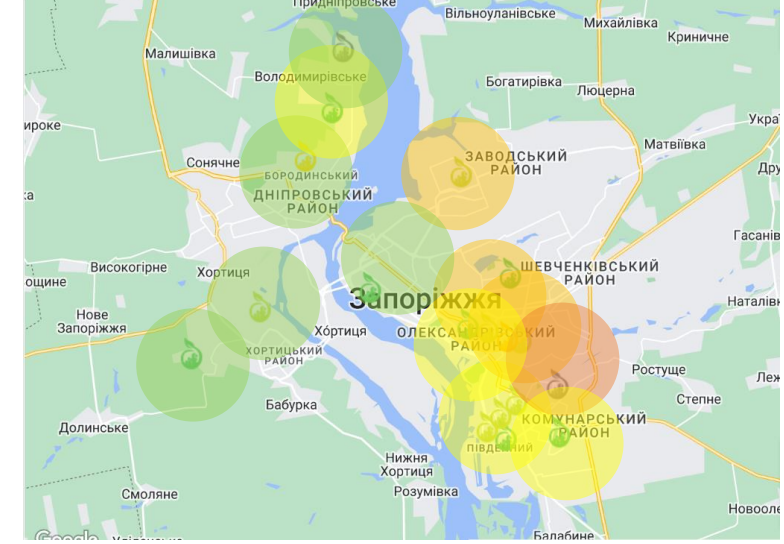
Важливо зауважити, що у цей період та території агломерації міста Запоріжжя спостерігаються несприятливі для розсіювання забруднення умови. Зокрема, ранком 23 вересня 2022 року через імлу та інверсію спостерігається характерний для великих агломерацій України «ранковий смог», який поєднує вплив усіх джерел забруднення повітря та умов вертикальної стійкості атмосфери. На нашу думку, це комбінований вплив локального опалення, промислових джерел викидів та перенесення забруднення з інших територій.



00:00 – 04:00
23.09.2022



04:00 – 06:00
23.09.2022



06:00 – 10:00
23.09.2022

Картографічні дані: © 2022 Google
Джерело даних результатів моніторингу URL: <https://eco-city.org.ua>

<https://cleanair.org.ua/>

Поширюється на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Ця ліцензія дозволяє іншим змінювати, адаптувати та створювати ваші похідні некомерційні твори за умови поширення похідних творів на ідентичних умовах та повного збереження атрибуції та посилання на першоджерело – ГО «Довкола» та Українська мережа громадського моніторингу Eco City ГО «Фрі Ардуїно»



Позначення локацій станцій моніторингу, які використані для аналізу
Marking of monitoring stations locations used for analysis

© 2022 Clean Air for Ukraine
© 2022 ГО «Довкола»

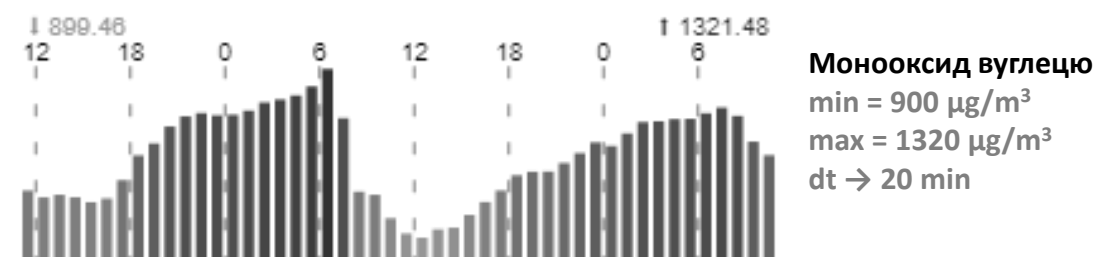
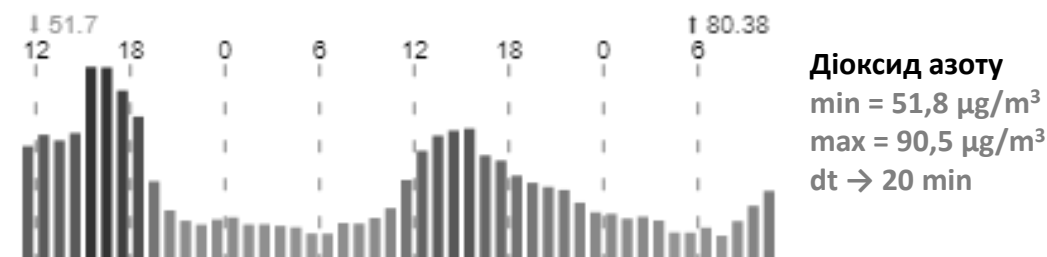
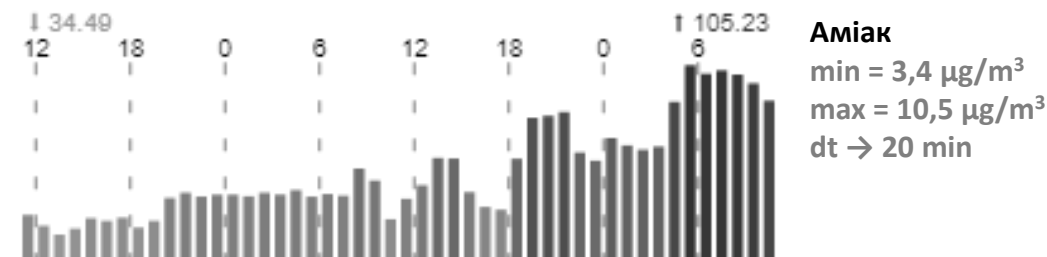
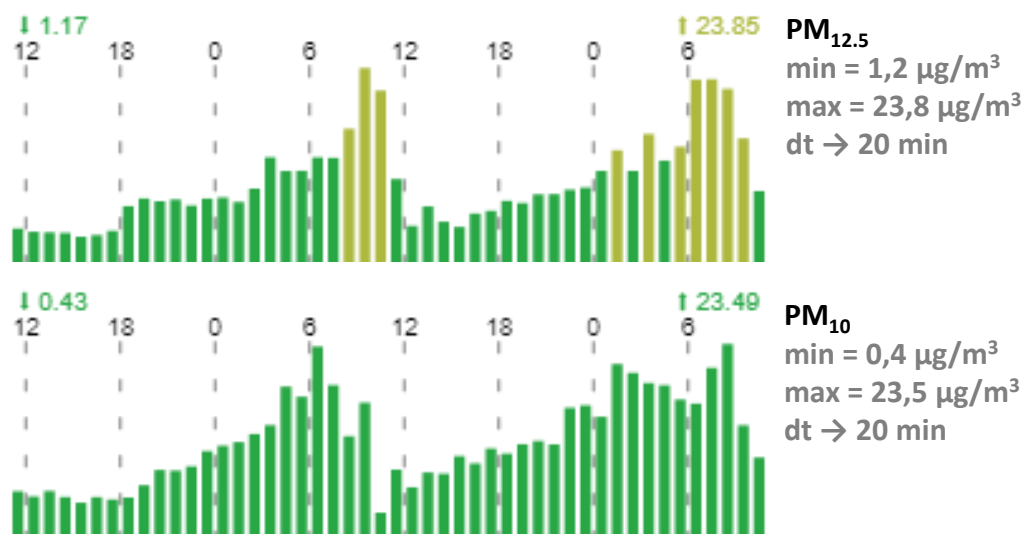




ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ:

- (1) За даними спостережень Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City у період 22 вересня 2022 року після ракетного нападу у агломерації міста Запоріжжя якість повітря перебувала в середньому по місту у II категорії «Задовільна якість повітря».
- (2) **Ракетний напад (як зранку, так і пізнього вечора) призвів до локального погіршення якості повітря. У деяких центральних та південних районах міста категорія якості повітря погіршилася до IV-V категорії високого та дуже високого рівня забруднення. Загальний період експозиції забруднення – до 4 годин.**
- (3) У локації ракетного влучання та пожежі (а також за рухом повітряних мас) у Південному, Комунарському, Олександрівському та Гортоп районах зафіксований різке збільшення концентрацій дрібнодисперсного пилу (фракцій 2.5 мкм та 10 мкм, до), діоксиду азоту та аміаку.
- (4) Використовуючи ці результати необхідно враховувати, що у період з 8 до 12 годин спостерігались збій у роботі та часткова втрата даних мережі моніторингу. Це викликано частковим знеструмленням південних районів міста Запоріжжя.
- (5) Вміст специфічних забруднюючих речовин у повітрі. Приземний озон та леткі органічні сполуки (у перерахунку на формальдегід) без аномальних змін, в межах багатоденного середнього значення.
- (6) На цьому прикладі (та у контексті інших прикладів, проаналізований в рамках спеціального проєкту «Повітря війни») ми пересвідчилися, що вплив воєнних дій на якість повітря залежить більшою мірою від вторинних наслідків нападу – займань, пожеж тощо. Безпосередньо ракетний напад має ізолюваний та короткостроковий вплив на якість атмосферного повітря.
- (7) **Радіаційний гамма-фон у повітрі - в межах норми від 11 до 13 мкР/год., без аномальних змін та відхилень.**
- (8) Далі наведені узагальнення результатів моніторингу, отримані за програмою «Кабінет дослідника» Української мережі громадського моніторингу якості повітря Eco City

Узагальнений аналіз результатів моніторингу у агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



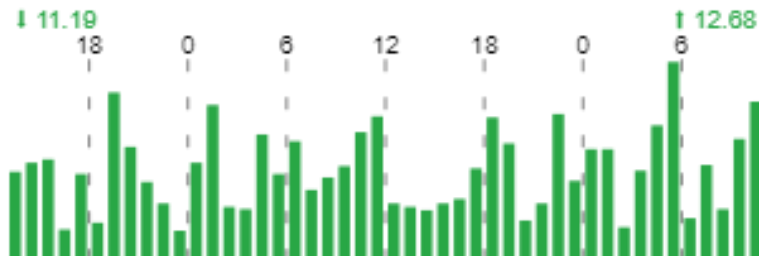
Джерело даних URL: <https://eco-city.org.ua/>

© 2022 Сорока Максим
© 2022 ГО «Довкола»

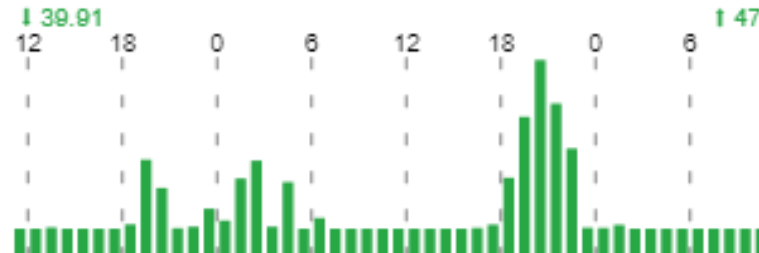
Поширюється на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Ця ліцензія дозволяє іншим змінювати, адаптувати та створювати ваші похідні некомерційні твори за умови поширення похідних творів на ідентичних умовах та повного збереження атрибуції та посилання на першоджерело – ГО «Довкола» та Українська мережа громадського моніторингу Eco City ГО «Фрі Ардуїно»



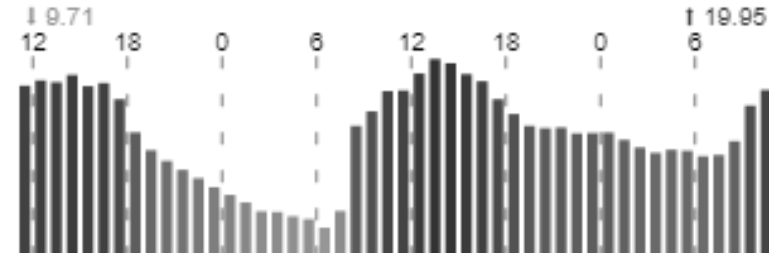
Узагальнений аналіз результатів моніторингу у агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



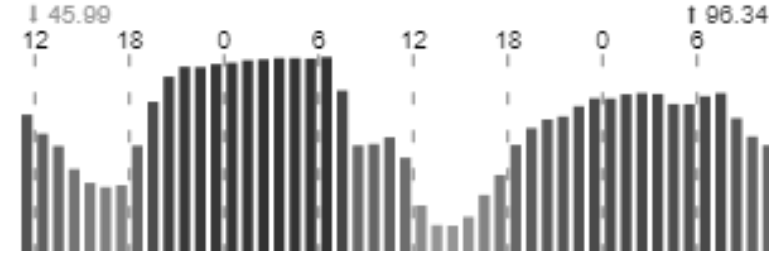
Гамма-радіація
min = 11,2 $\mu\text{R/h}$
max = 12,7 $\mu\text{R/h}$
dt $\rightarrow$ 20 min



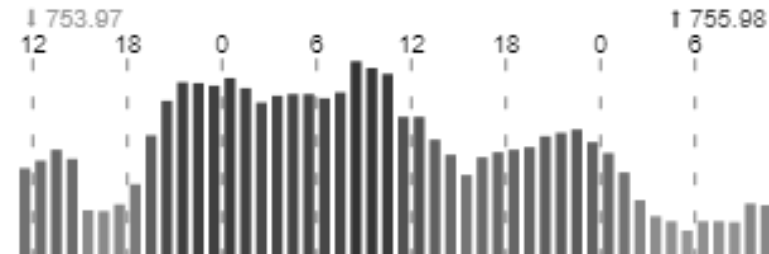
Приземний озон
min $\leq$ 40 $\mu\text{g/m}^3$
max = 47 $\mu\text{g/m}^3$
dt $\rightarrow$ 20 min



Температура
min = 9,7 $^{\circ}\text{C}$
max = 20,0 $^{\circ}\text{C}$
dt $\rightarrow$ 20 min

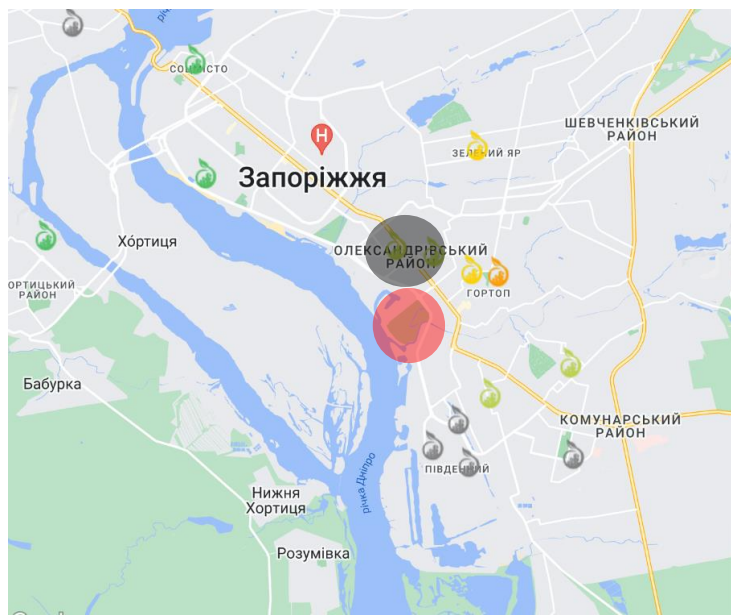


Вологість повітря
min = 46 %
max = 96 %
dt $\rightarrow$ 20 min



Атмосферний тиск
min = 754 mm Hg
max = 756 mm Hg
dt $\rightarrow$ 20 min

Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя

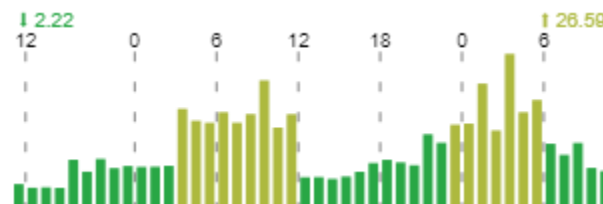
Станція моніторингу – «Пентагон»

Дата - 21-23 вересня 2022 року

Усереднені за годину результати моніторингу якості повітря після ракетного нападу зранку та пізнього вечора 22.03.22

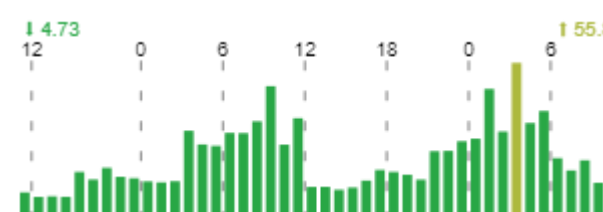
Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$)

min = $2,2 \mu g/m^3$ max = $26,6 \mu g/m^3$



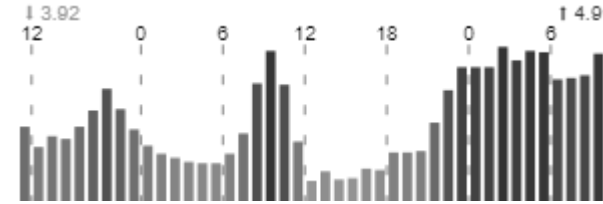
Дрібнодисперсний пил (PM_{10})

min = $4,7 \mu g/m^3$ max = $56,2 \mu g/m^3$



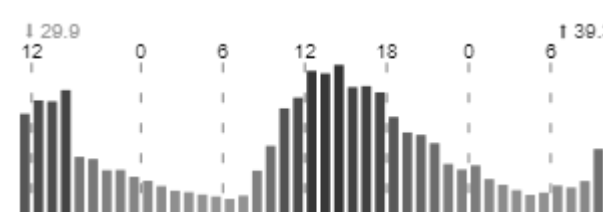
Аміак (NH_3)

min = $4,1 \mu g/m^3$ max = $4,9 \mu g/m^3$



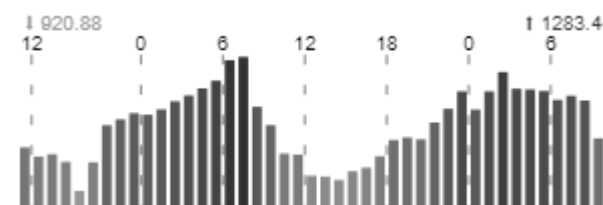
Діоксид азоту (NO_2)

min = $30,1 \mu g/m^3$ max = $45,2 \mu g/m^3$

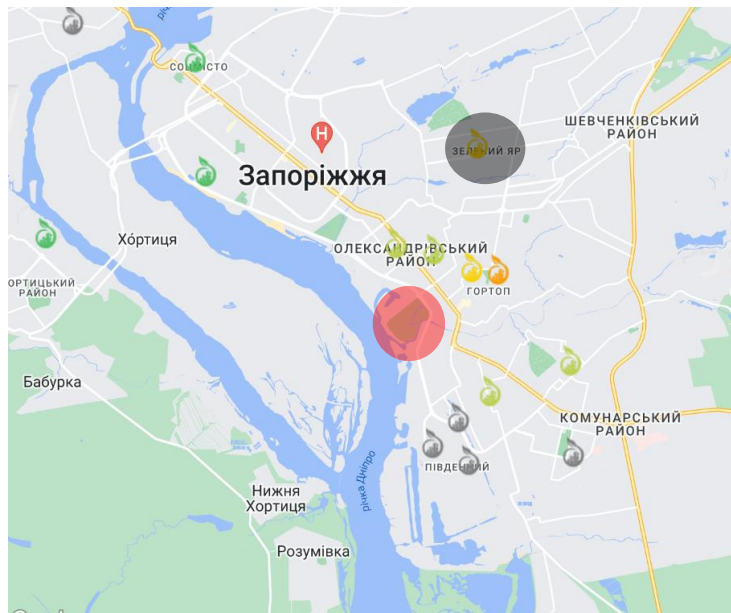


Чадний газ (CO)

min = $920 \mu g/m^3$ max = $1285 \mu g/m^3$



Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя

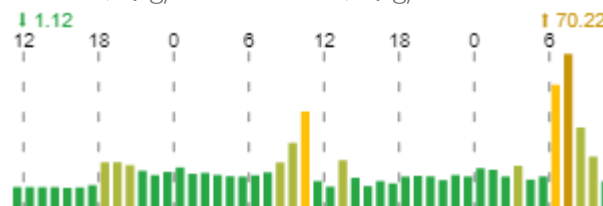
Станція моніторингу – «Екосенс»

Дата - 21-23 вересня 2022 року

Усереднені за годину результати моніторингу якості повітря після ракетного нападу зранку та пізнього вечора 22.03.22

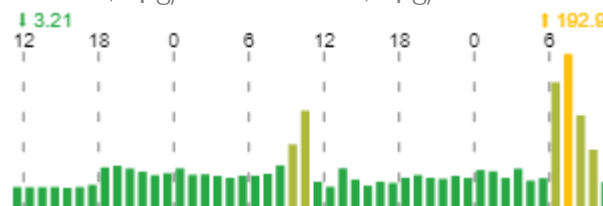
Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$)

min = $1,1 \mu g/m^3$ max = $70,2 \mu g/m^3$



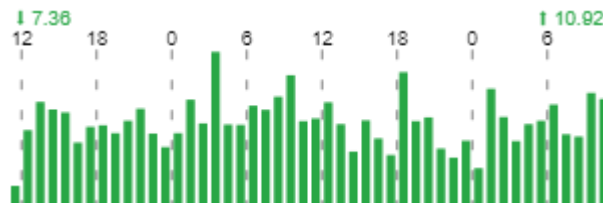
Дрібнодисперсний пил (PM_{10})

min = $3,2 \mu g/m^3$ max = $192,6 \mu g/m^3$



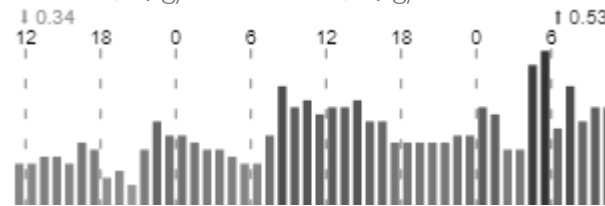
Гамма радіаційний фон у повітрі

min = $7,3 \mu R/h$ max = $11,0 \mu R/h$



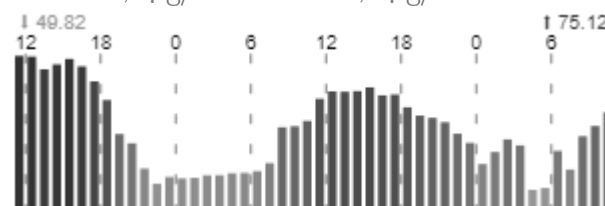
Аміак (NH_3)

min = $0,4 \mu g/m^3$ max = $0,6 \mu g/m^3$



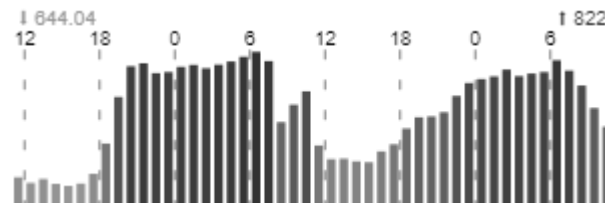
Діоксид азоту (NO_2)

min = $51,1 \mu g/m^3$ max = $75,2 \mu g/m^3$

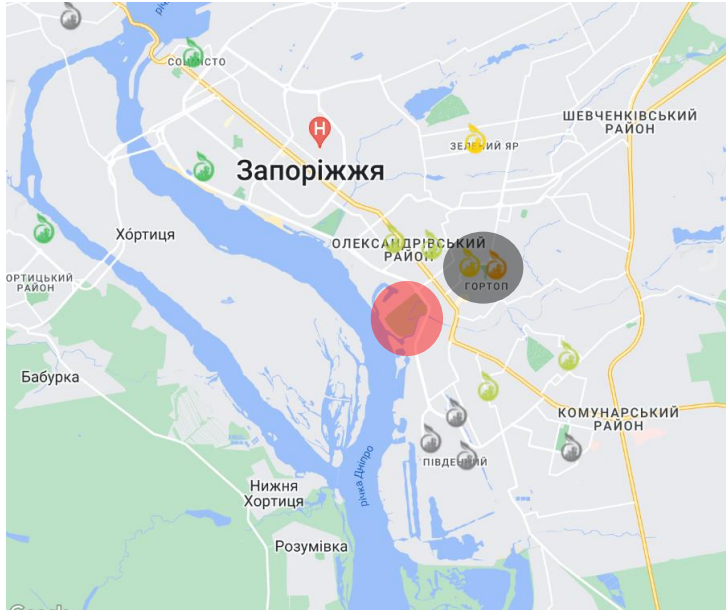


Чадний газ (CO)

min = $645 \mu g/m^3$ max = $890 \mu g/m^3$



Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



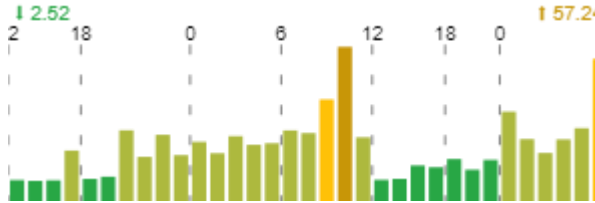
Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя
Станція моніторингу – Дзига (Arnika 4-4)
Дата - 21-23 вересня 2022 року

Усереднені за годину результати
моніторингу якості повітря після ракетного
нападу зранку та пізнього вечора 22.03.22

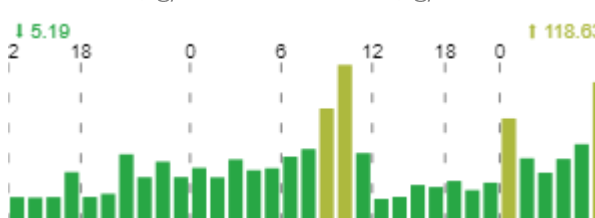
Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$)

min = $2,5 \mu g/m^3$ max = $57,2 \mu g/m^3$



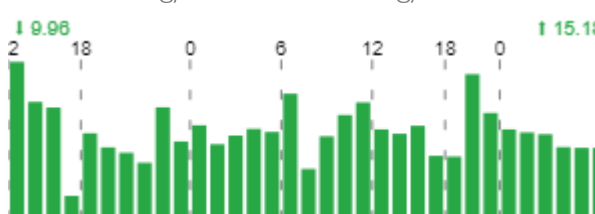
Дрібнодисперсний пил (PM_{10})

min = $5,2 \mu g/m^3$ max = $120,8 \mu g/m^3$

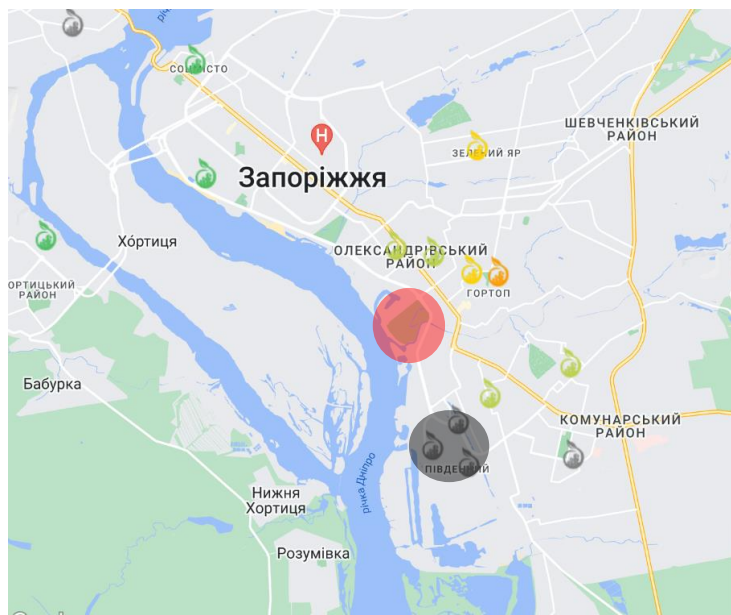


Леткі органічні сполуки (CH_2O)

min = $9,9 \mu g/m^3$ max = $16,7 \mu g/m^3$



Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



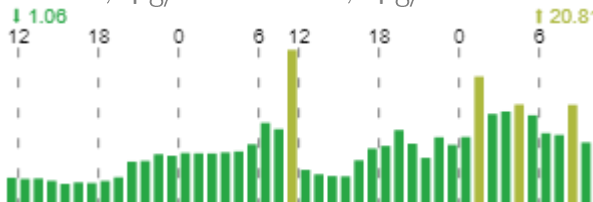
Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя
Станція моніторингу – «Eco_Pivdenny»
Дата - 21-23 вересня 2022 року

Усереднені за годину результати
моніторингу якості повітря після ракетного
нападу зранку та пізнього вечора 22.03.22

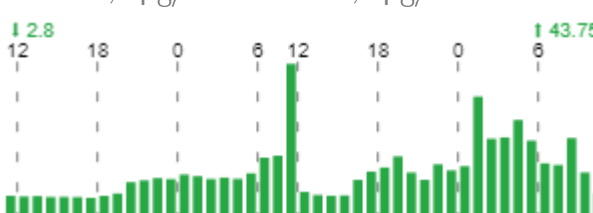
Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$)

min = $1,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max = $20,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$



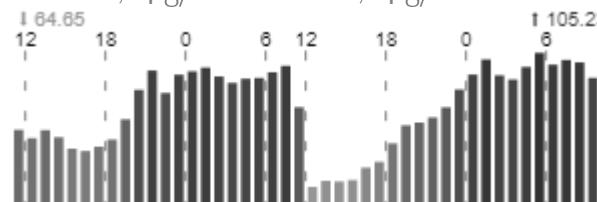
Дрібнодисперсний пил (PM_{10})

min = $2,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max = $43,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$



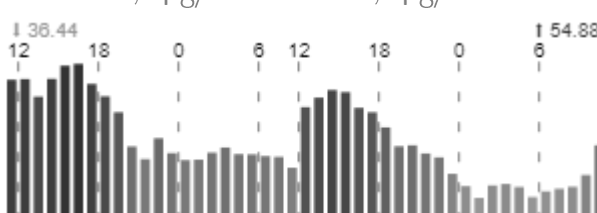
Аміак (NH_3)

min = $6,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max = $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$



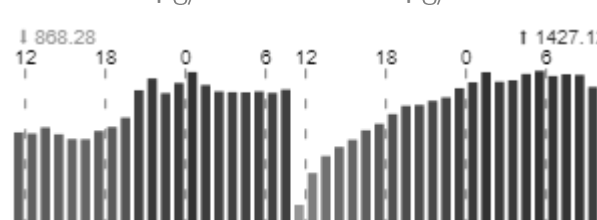
Діоксид азоту (NO_2)

min = $36,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max = $55,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$

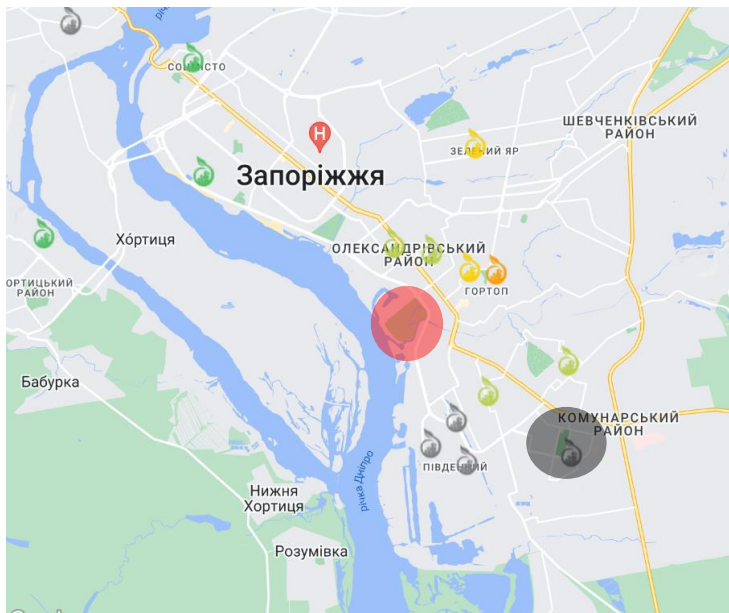


Чадний газ (CO)

min = $870 \mu\text{g}/\text{m}^3$ max = $1430 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)

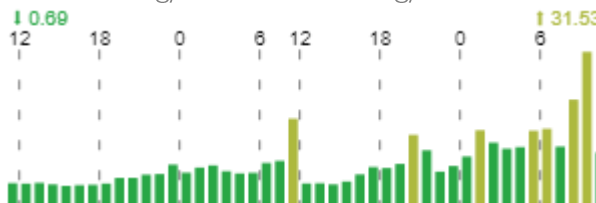


Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя
Станція моніторингу – «Запорізька гімназія №6»
Дата - 21-23 вересня 2022 року

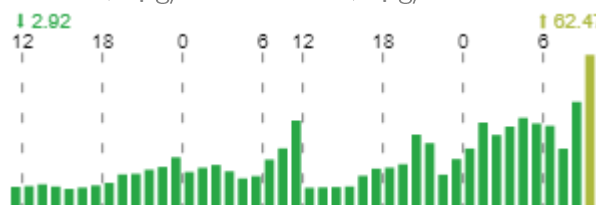
Усереднені за годину результати моніторингу
якості повітря після ракетного нападу зранку та
пізнього вечора 22.03.22

Дрібнодисперсний пил (PM_{2.5})

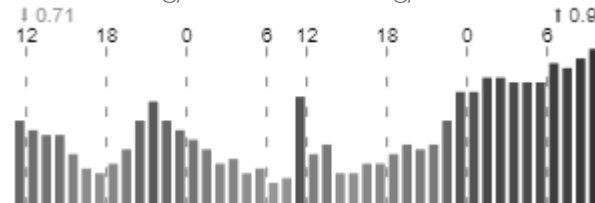
$$\text{min} = 0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \text{max} = 31,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$$


Дрібнодисперсний пил (PM₁₀)

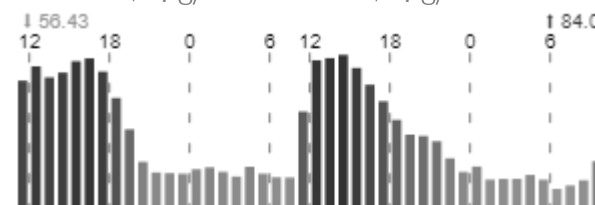
min = 2,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ max = 65,5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$



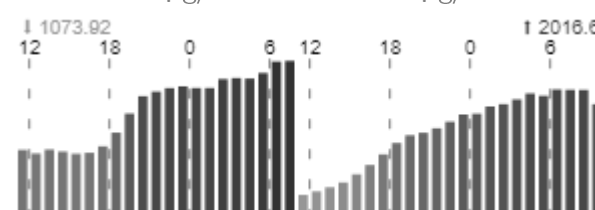
Аміак (NH₃.)

$$\min = 0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \max = 0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$$


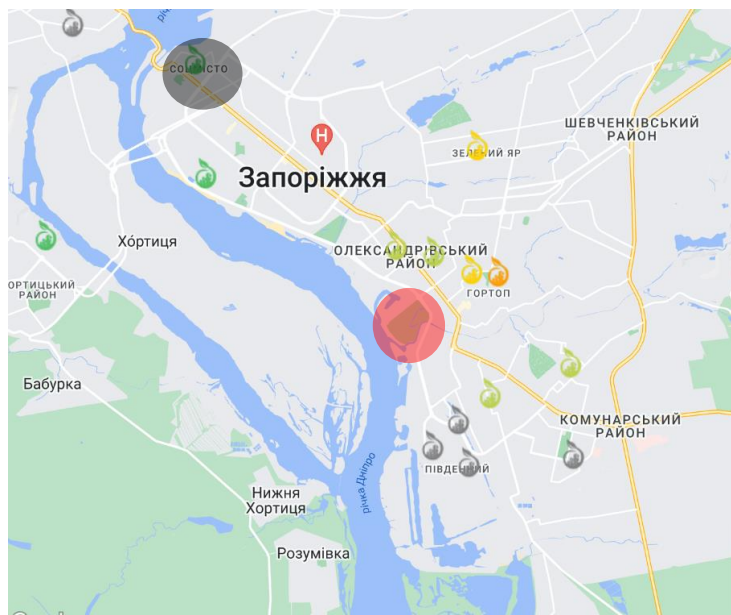
Діоксид азоту (NO₂)

$$\text{min} = 56,4 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \text{max} = 84,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$$


Чадний газ (CO)

$$\text{min} = 1078 \mu\text{g}/\text{m}^3 \quad \text{max} = 2030 \mu\text{g}/\text{m}^3$$


Аналіз результатів моніторингу на окремих локаціях агломерації міста Запоріжжя (21-23.09.2022)



Картографічні дані: © 2022 Google

Локація - Агломерація міста Запоріжжя

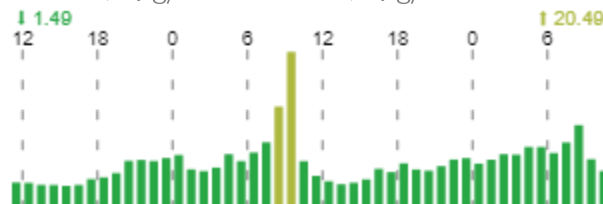
Станція моніторингу – «ЗНУ-1 (Arnika)»

Дата - 21-23 вересня 2022 року

Усереднені за годину результати моніторингу якості повітря після ракетного нападу зранку та пізнього вечора 22.03.22

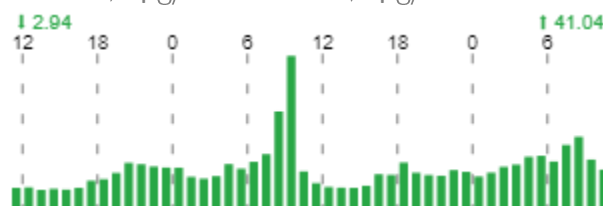
Дрібнодисперсний пил ($PM_{2.5}$)

min = $1,5 \mu g/m^3$ max = $20,5 \mu g/m^3$



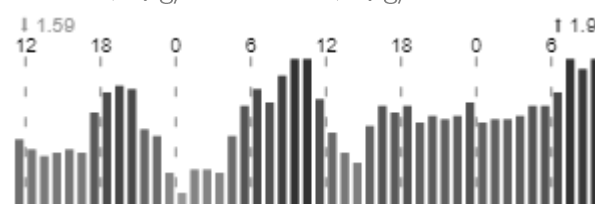
Дрібнодисперсний пил (PM_{10})

min = $2,9 \mu g/m^3$ max = $41,2 \mu g/m^3$



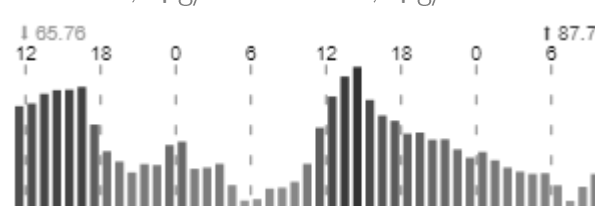
Аміак (NH_3)

min = $1,6 \mu g/m^3$ max = $1,9 \mu g/m^3$



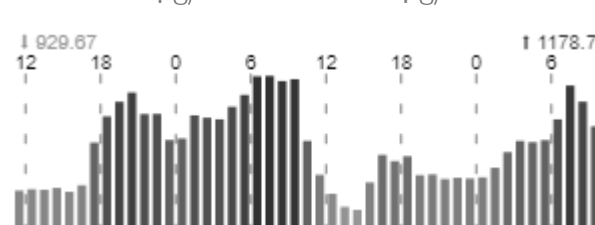
Діоксид азоту (NO_2)

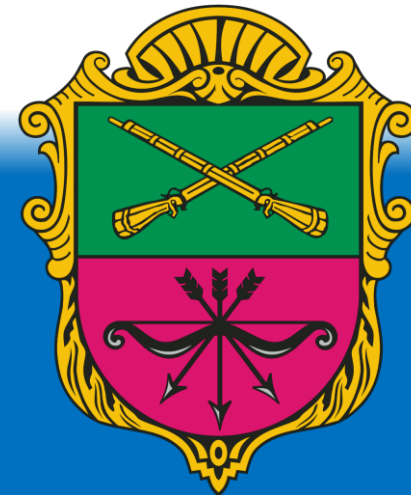
min = $65,8 \mu g/m^3$ max = $87,7 \mu g/m^3$



Чадний газ (CO)

min = $930 \mu g/m^3$ max = $1180 \mu g/m^3$





ВПЛИВ РАКЕТНОЇ АТАКИ НА ЯКІСТЬ ПОВІТРЯ В АГЛОМЕРАЦІЇ МІСТА ЗАПОРІЖЖЯ (УКРАЇНА, 22-23.09.22)

THE IMPACT OF ROCKET ATTACK ON AIR QUALITY IN THE ZAPORIZHZHIA CITY AGGLOMERATION (UKRAINE, 22-23.09.22)

Випуск підготовлено учасниками та експертами проєкту «Чисте повітря для України»

Максим СОРОКА (Ph.D.), Тетяна Жавжарова (M.Sc.)

Контакти для довідок та додаткових запитань

Contacts for information and additional questions

<https://cleanair.org.ua/>

23/09/2022

© 2022 Сорока Максим
© 2022 ГО «Довкола»

Публікація створена у співпраці з Українською мережею громадського моніторингу якості повітря Eco City, яка спільно з чеською неурядовою організацією Arnika реалізує проєкт «Чисте повітря для України» за фінансової підтримки програми TRANSITION Міністерства закордонних справ Чеської республіки та Національного фонду на підтримку демократії NED USA. Погляди та думки, висловлені у цих матеріалах, належать виключно авторам і жодним чином вони не можуть бути сприйняті як будь-яка офіційна позиція або думка Міністерства закордонних справ або уряду Чеської Республіки, Національного фонду на підтримку демократії або уряду США. Поширюється на умовах ліцензії Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0). Ця ліцензія дозволяє іншим змінювати, адаптувати та створювати ваші похідні некомерційні твори за умови поширення похідних творів на ідентичних умовах та повного збереження атрибуції та посилання на першоджерело – ГО «Довкола» та Українська мережа громадського моніторингу Eco City ГО «Фрі Ардуїно»

