



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ

Кафедра геоінформатики і фотограмметрії

МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА

Геоінформаційний моніторинг теплових островів міських територій

Виконав: студент 1 курсу, групи ГСТм-24
Напрямок підготовки 193 «Геодезія та землеустрій»
Спеціалізація «Геоінформаційні системи і технології»
Косенко Іван Тарасович
Керівник: старший викладач, Тетяна ПЛЮЩ

Мета, об'єкт, предмет дослідження

Мета магістерської роботи

Розробка методики та здійснення геоінформаційного моніторингу теплових островів обраної міської території з використанням супутникових даних та ГІС-інструментів для оцінки просторово-часової динаміки температурної поведінки, а також надання рекомендацій для міського планування з урахуванням отриманих результатів.

Об'єкт дослідження

Міська територія - Донецької області

Предмет дослідження

Предметом дослідження є геоінформаційна модель моніторингу міських теплових островів, що включає процеси збору, оброблення, аналізу та візуалізації супутникових даних з використанням індексних методів, алгоритмів обчислення температури поверхні та технологій хмарних обчислень Google Earth Engine.



Чому Донецька область?



Донбас арена 2012 рік(Початок Євро-2012)



Донбас арена 2024-2025 рр.

Дослідження предметної сфери

Під поняттям міського теплового острова (МТО) зазвичай розуміють ситуацію, коли міська територія має вищі температури (поверхні або повітря) порівняно з навколишніми менш урбанізованими зонами.

Основні визначення

Міський тепловий острів (UHI): Феномен, коли міська територія має вищі температури порівняно з прилеглими сільськими зонами.

SUHI (Surface UHI): Тепловий острів поверхні, що визначається за температурою земної поверхні (LST) за допомогою супутникових даних.

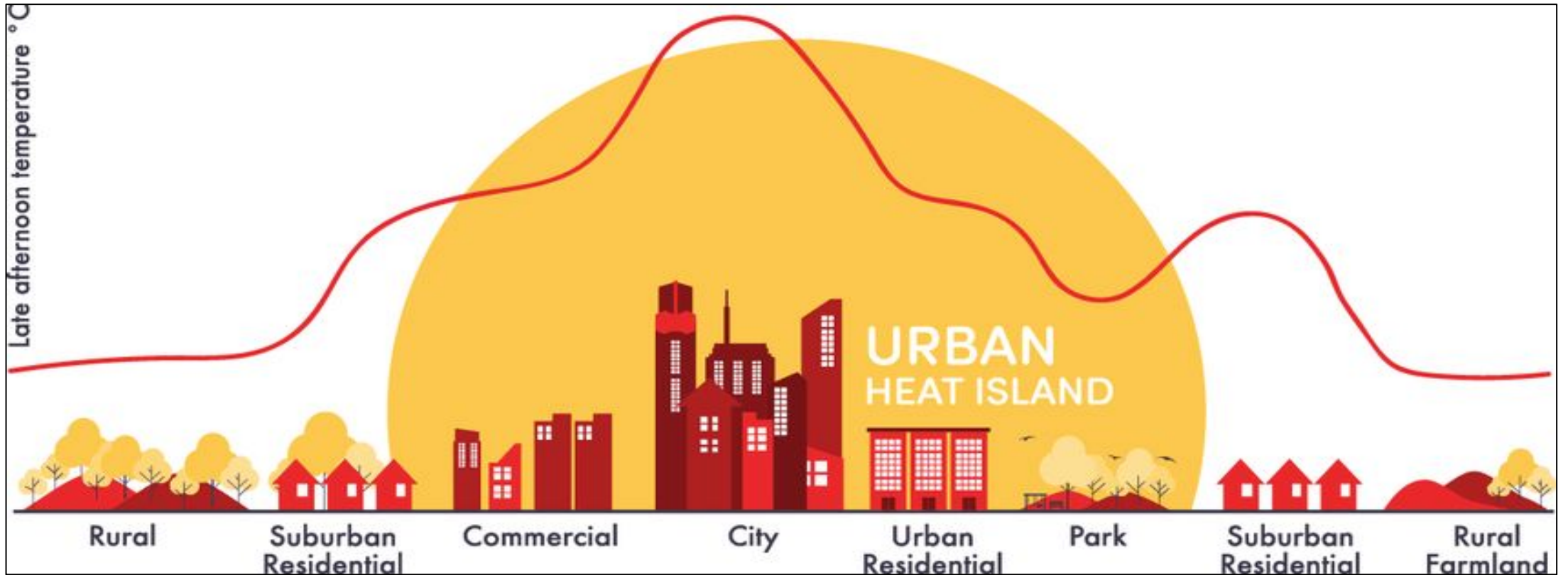
Ключові чинники

Матеріали: Асфальт і бетон з низьким альбедо та високою теплоємністю.

Геометрія: Щільна забудова, що перешкоджає вітрові та затримує тепло.

Антропогенне тепло: Викиди від транспорту, промисловості та кондиціонування.

Залежність UHI (Urban Heat Island) від поверхні



Використані джерела даних та індекси

Джерела даних: *Landsat* -, *MODIS*, *OSM*, метеодані

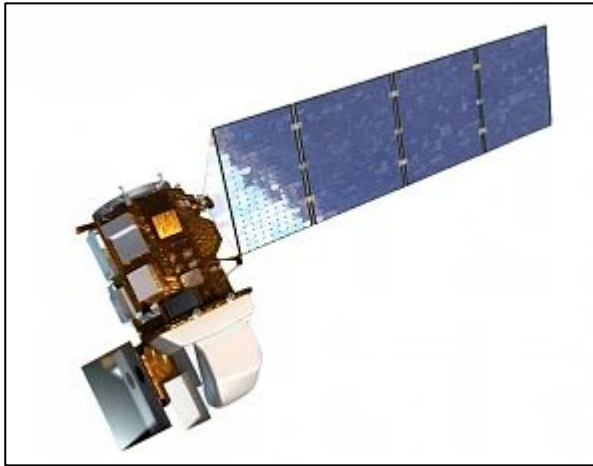
Індекси:

NDVI - *Normalized Difference Vegetation Index* (нормалізований різницевий індекс рослинності)

NDBI - *Normalized Difference Built-up Index* (нормалізований індекс забудови)

LST - *Land Surface Temperature* (це температура земної поверхні)

SUHI - *Surface Urban Heat Island* (поверхневий міський тепловий острів)



LandSat-8

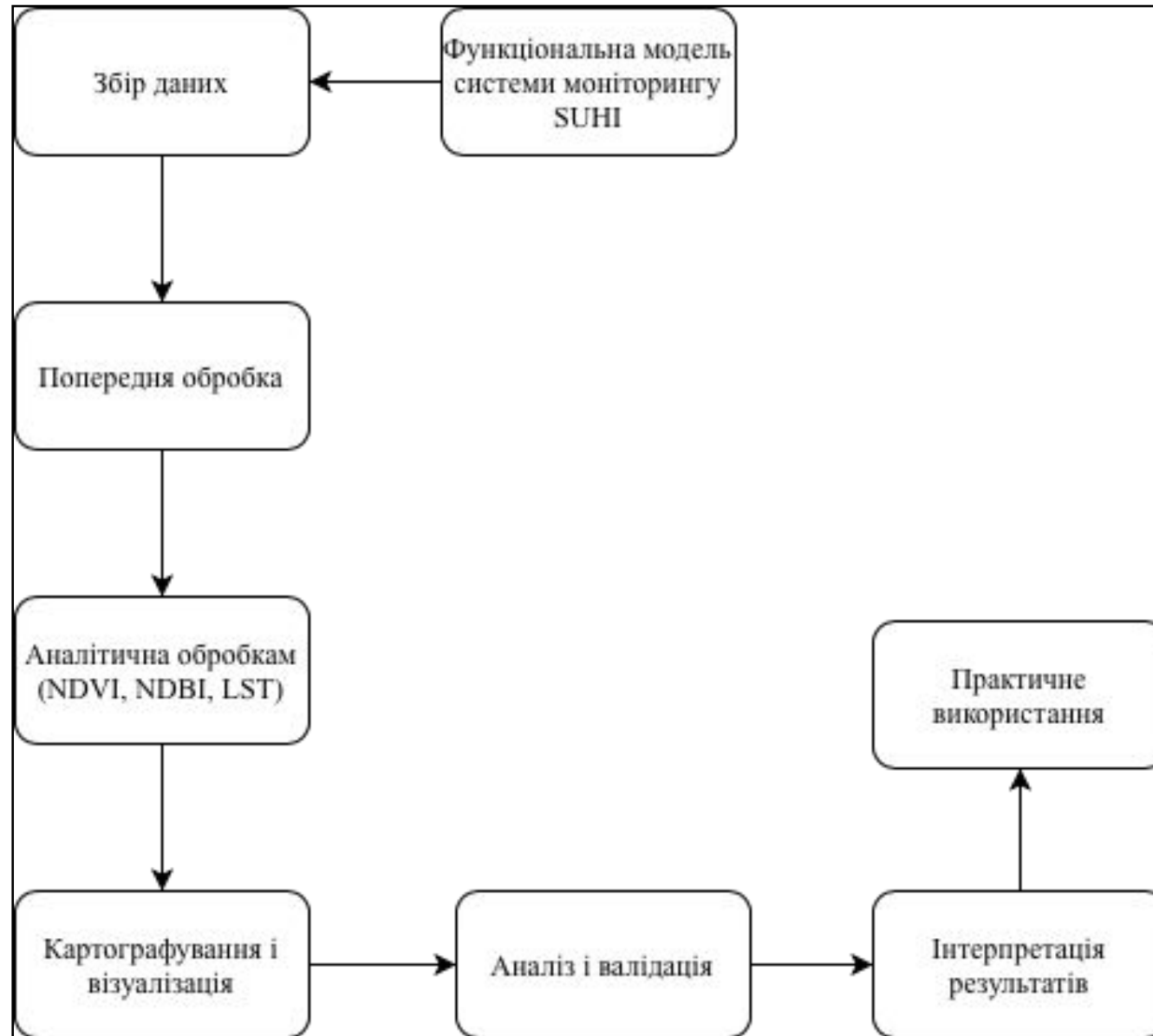


MODIS

Концептуальна модель



Функціональна модель



Обмеження використання Landsat для завантаження та обробка термічних даних

Першочергово для оцінки температури поверхні можна було використати термічний канал ST_B6, у Landsat 8 та 9, проте він має низку обмежень для нашого дослідження на рівні області.

У доступних знімках Landsat спостерігаються відсутні дані у великій смужі від Маріуполя у північно-східному напрямку, що робить неможливим отримати повне покриття ROI

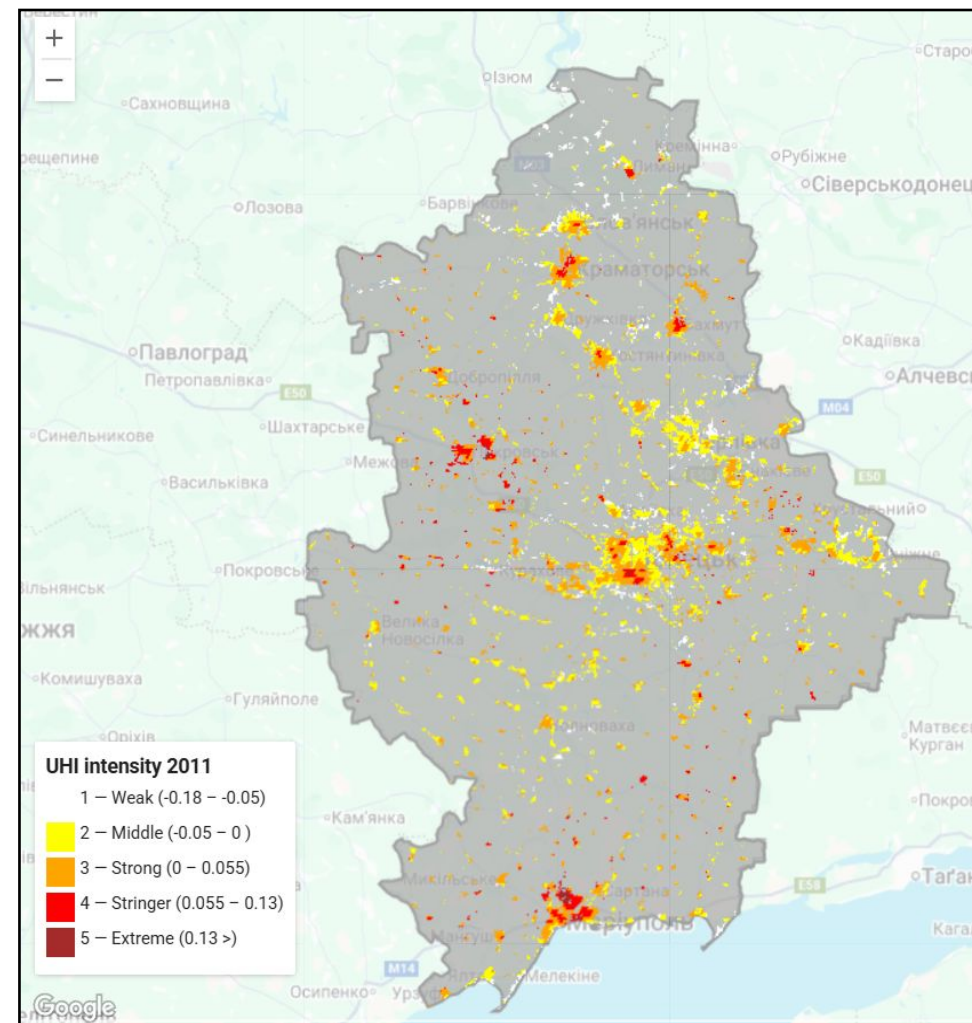
Через відсутність великої кількості даних в Landsat було прийняте рішення перейти на MODIS



Класифікація інтенсивності UHI

Клас	Назва (Інтенсивність)	Діапазон значень UHI
1	Weak (Слабкий)	-0.18 ... -0.05
2	Middle (Помірний)	-0.05 ... 0
3	Strong (Сильний)	0 ... 0.055
4	Stronger (Дуже сильний)	0.055 ... 0.13
5	Extreme (Екстремальний)	> 0.13

Ця класифікація дозволяє візуально та аналітично оцінювати просторове розподілення теплових островів на території міста.



Аналіз результатів

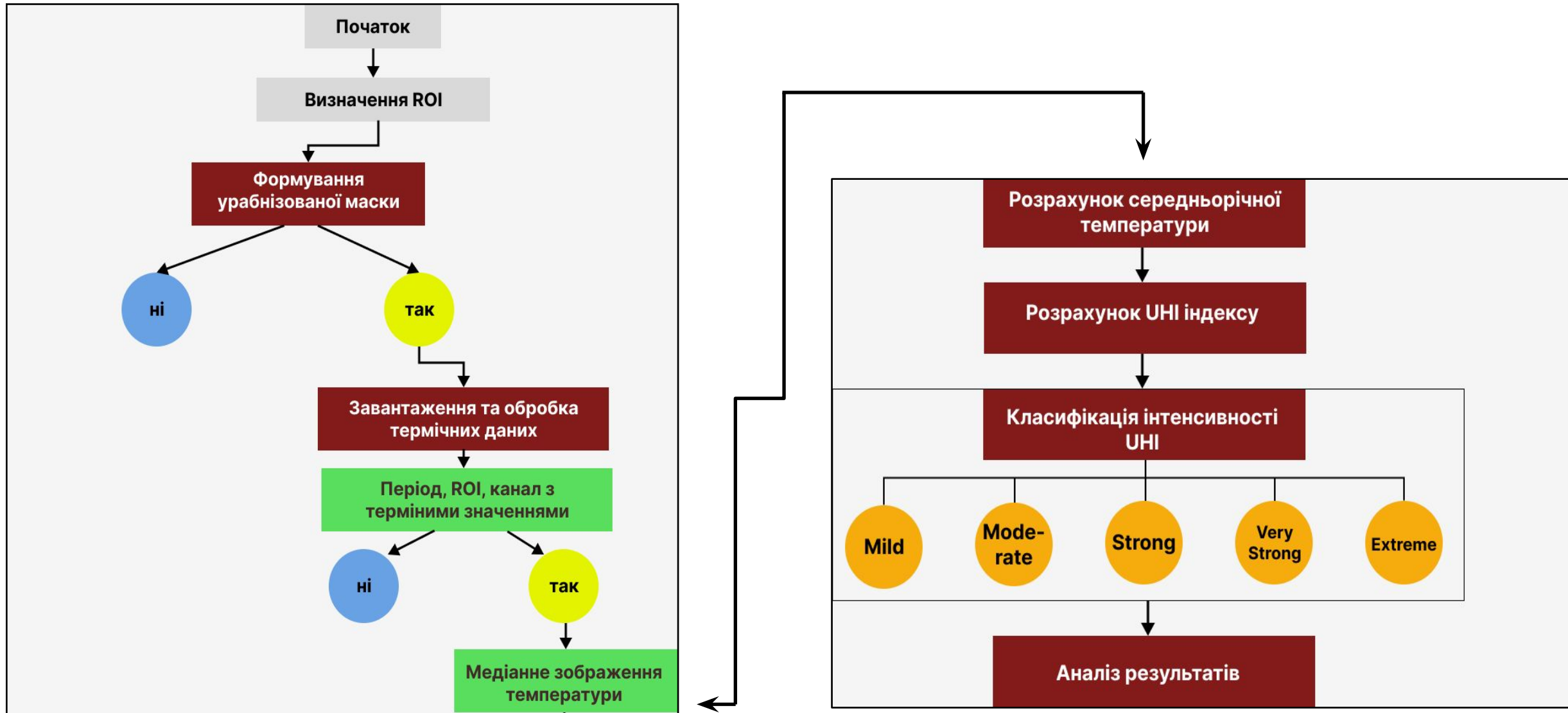
У методику включено проведення порівняння UHI у різні роки.

Для кожного року обчислюються такі характеристики:

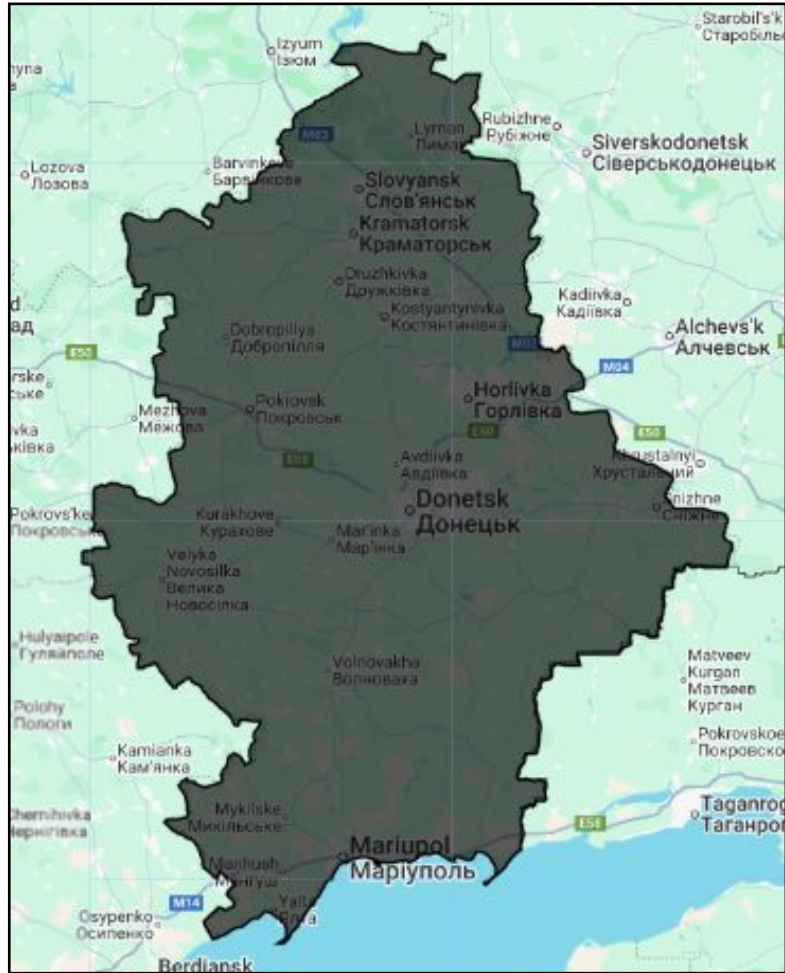
- Мінімальна, середня та максимальна LST;*
- Аналіз площі UHI по класах інтенсивності;*
- Мапи UHI для кожного з років;*
- Середні UHI по містах Донецької області відповідно до року дослідження.*

Ці показники дозволяють оцінити динаміку теплових міських островів та просторові зміни інтенсивності міського нагріву землі.

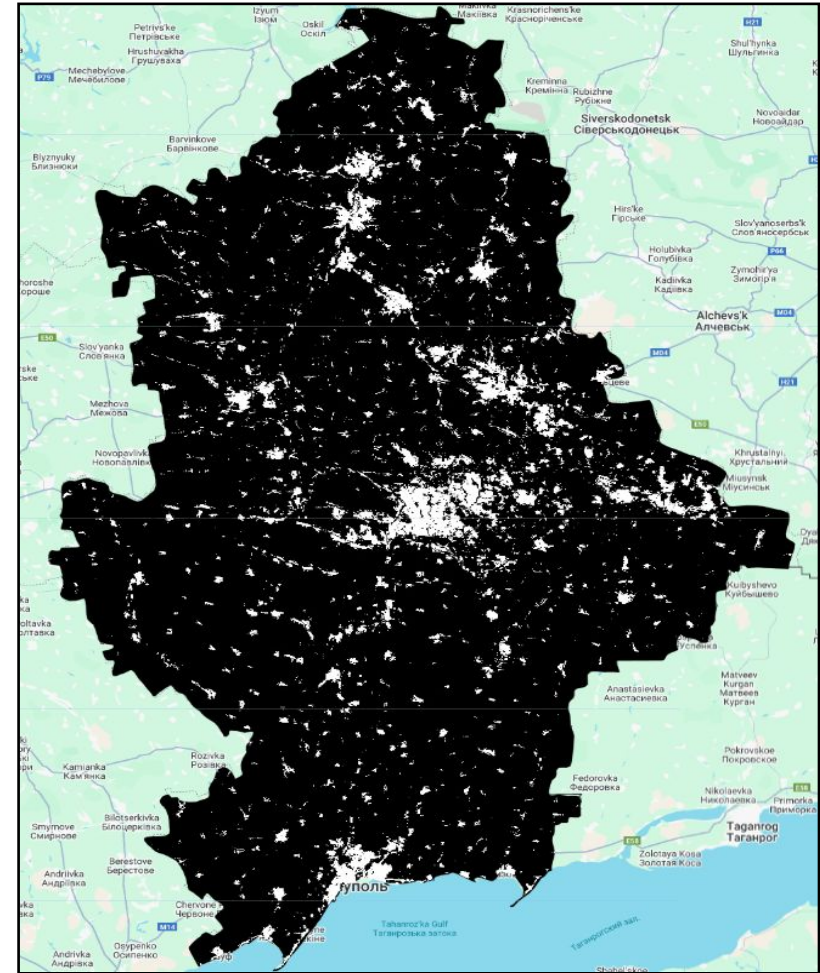
Блок-схема алгоритму аналізу результатів



Визначення області дослідження

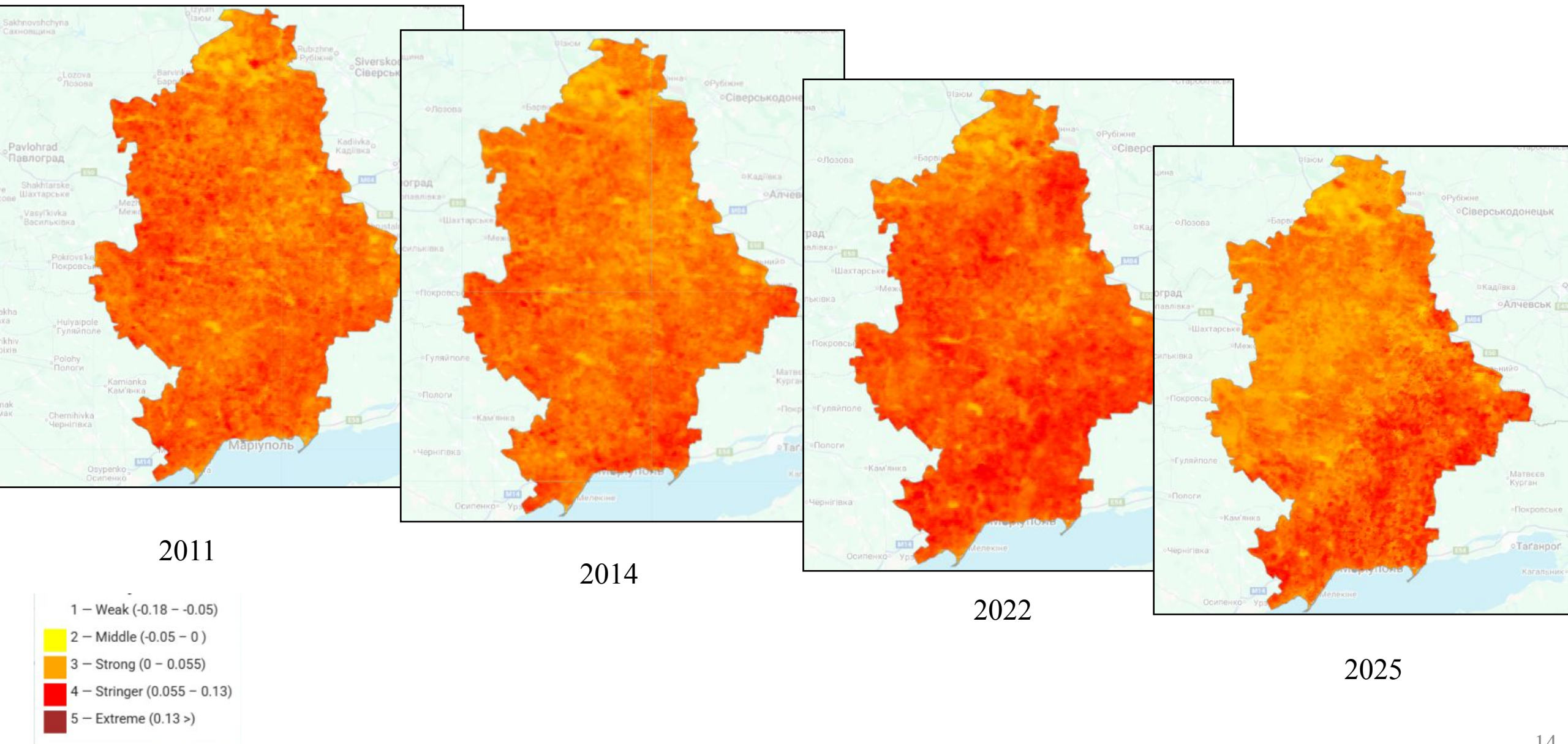


Межі ROI, сформовані на основі даних
FAO GAUL (рівень 1)

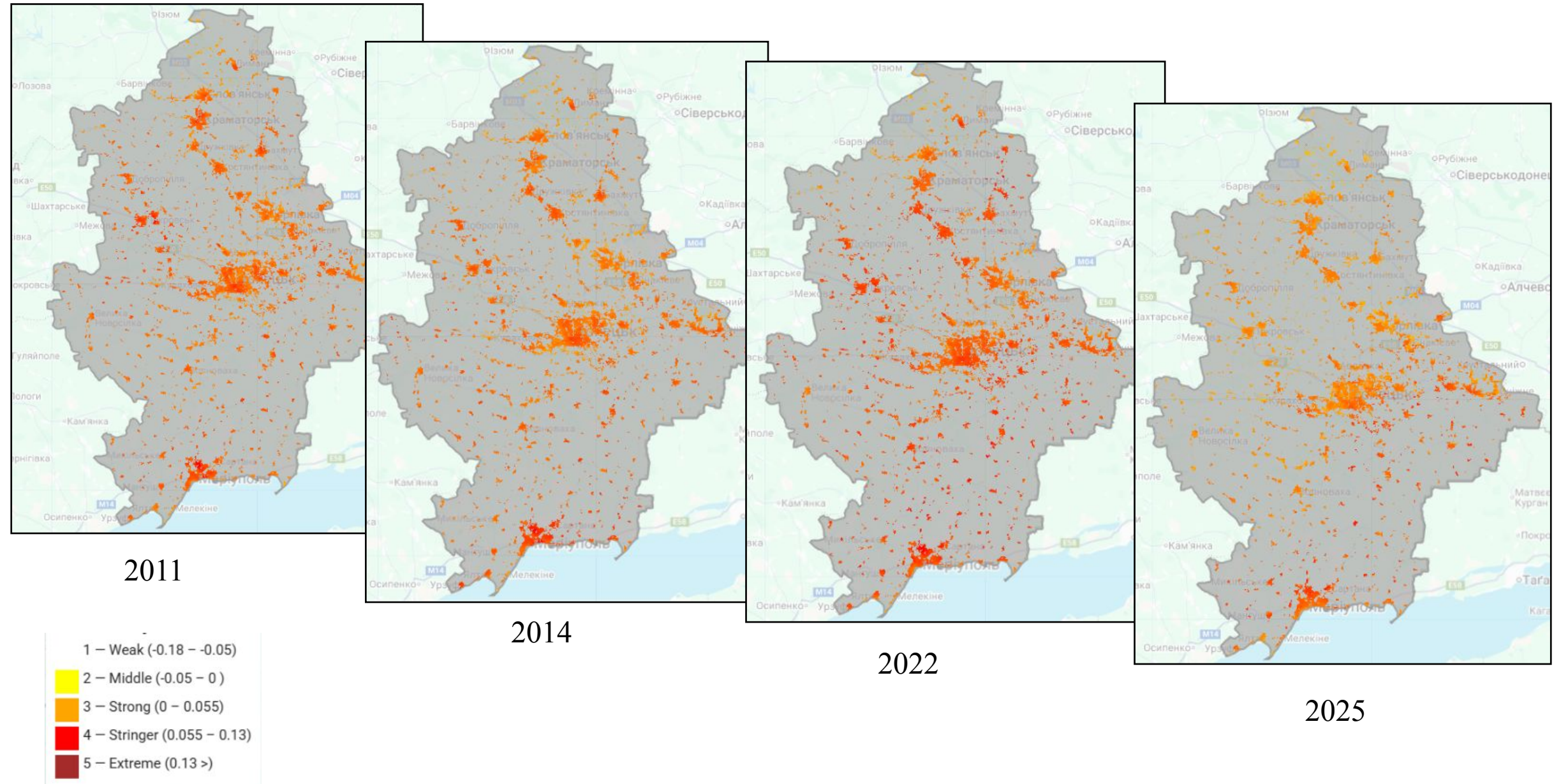


Урбанізована маска на основі
даних Dynamic World

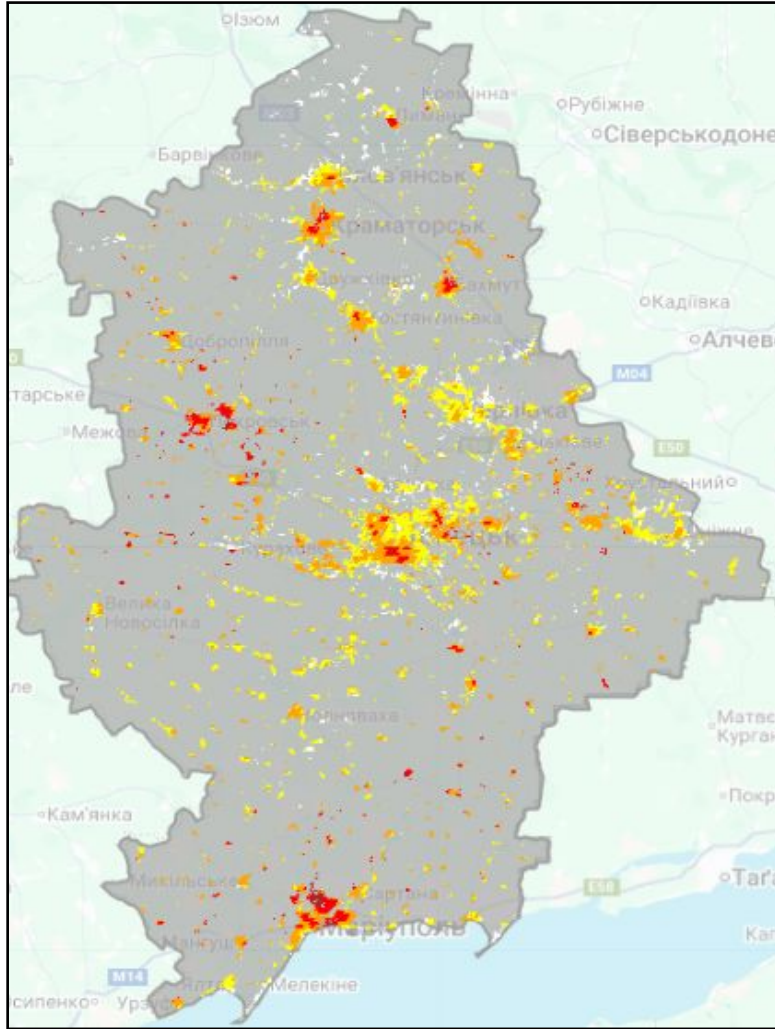
Медіанни LST(Land Surface Temperature)



Медіанни LST урбанізованих територій

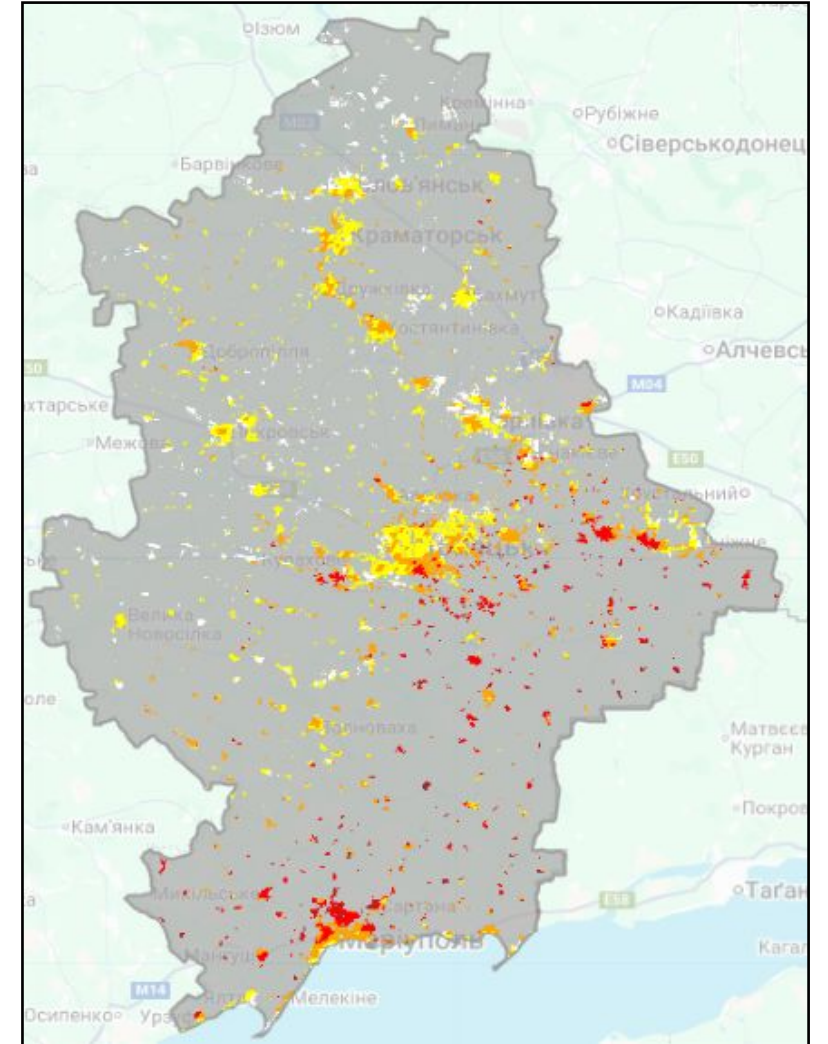


Інтенсивність UHI (Urban Heat Island) у Донецькій області з 2011 по 2025



2011

- 1 – Weak (-0.18 – -0.05)
- 2 – Middle (-0.05 – 0)
- 3 – Strong (0 – 0.055)
- 4 – Stronger (0.055 – 0.13)
- 5 – Extreme (0.13 >)

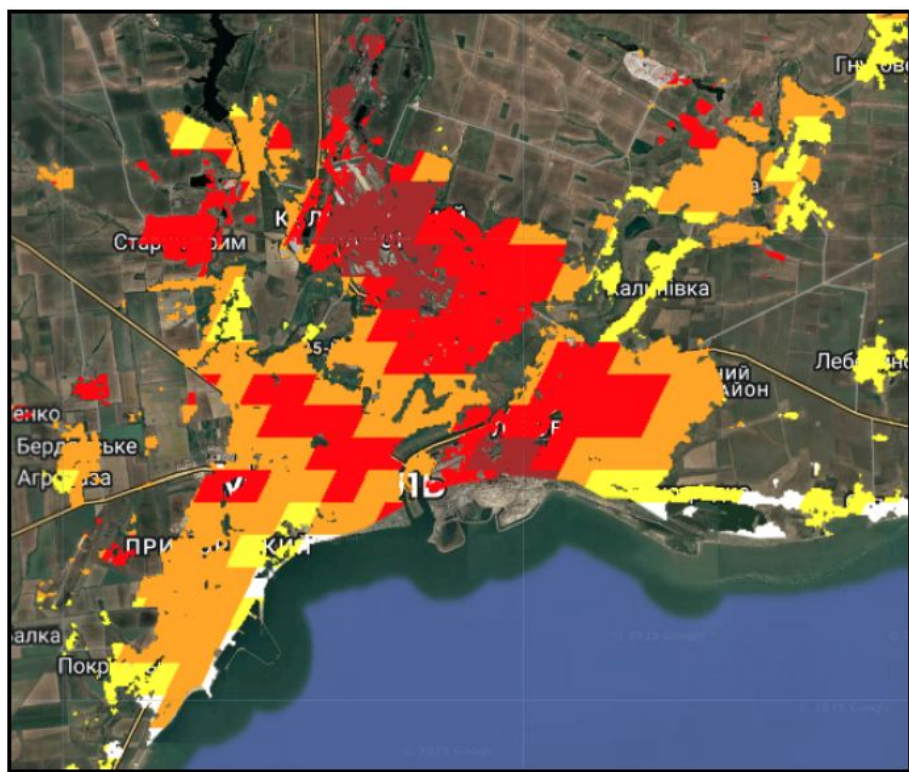


2025

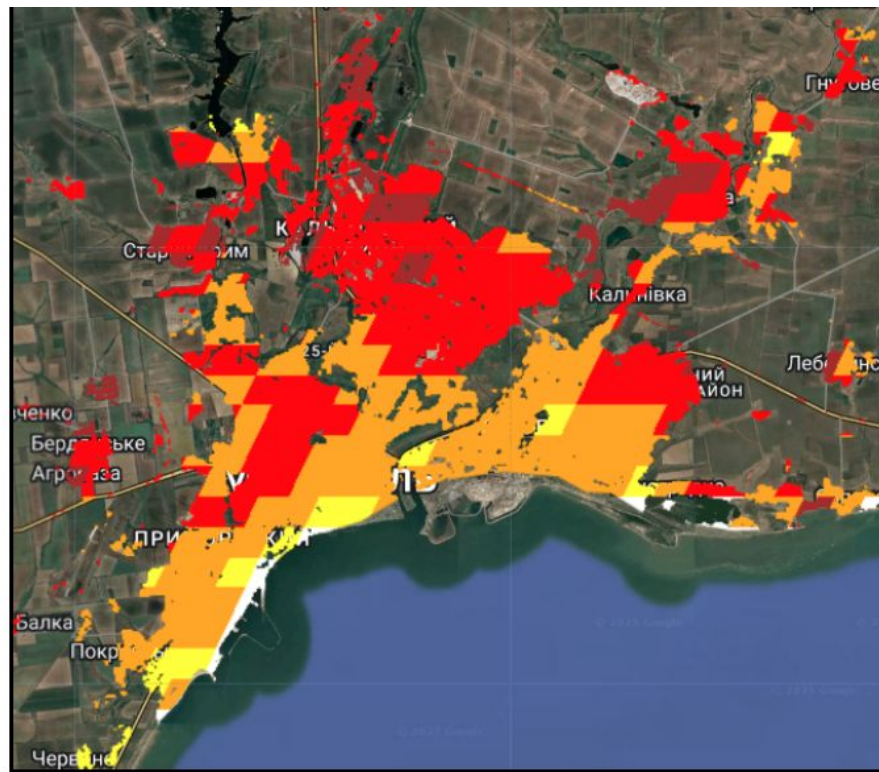
Аналіз зафіксованих температур в Донецькій області

Рік	Мінімум, °С	Максимум, °С	Середня, °С
2011	24,88	36,92	30,42
2014	25,15	37,16	30,23
2020	27,78	39,46	34,11
2022	25,51	36,75	31,30
2025	23,79	36,61	29,48

Класифіковане зображення УНІ Маріуполя



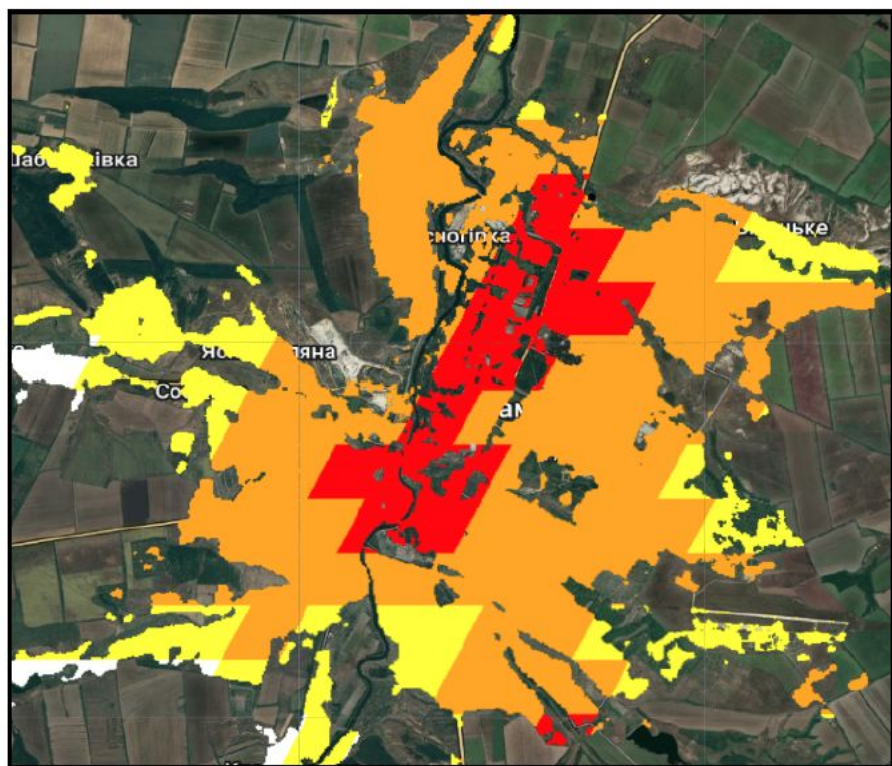
2011 р.



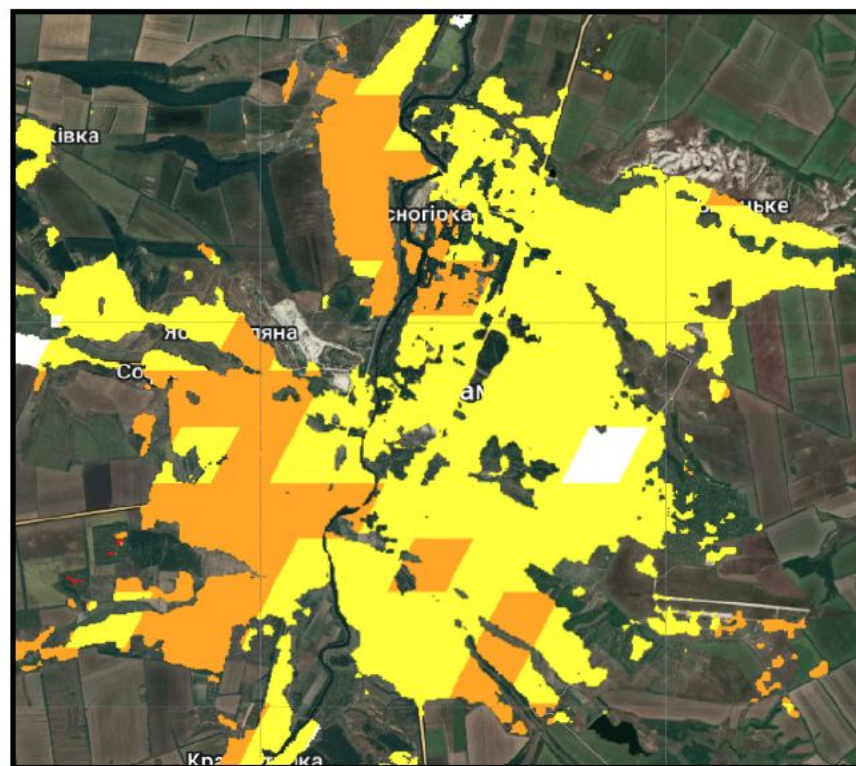
2025 р.



Класифіковане зображення УНІ Краматорська



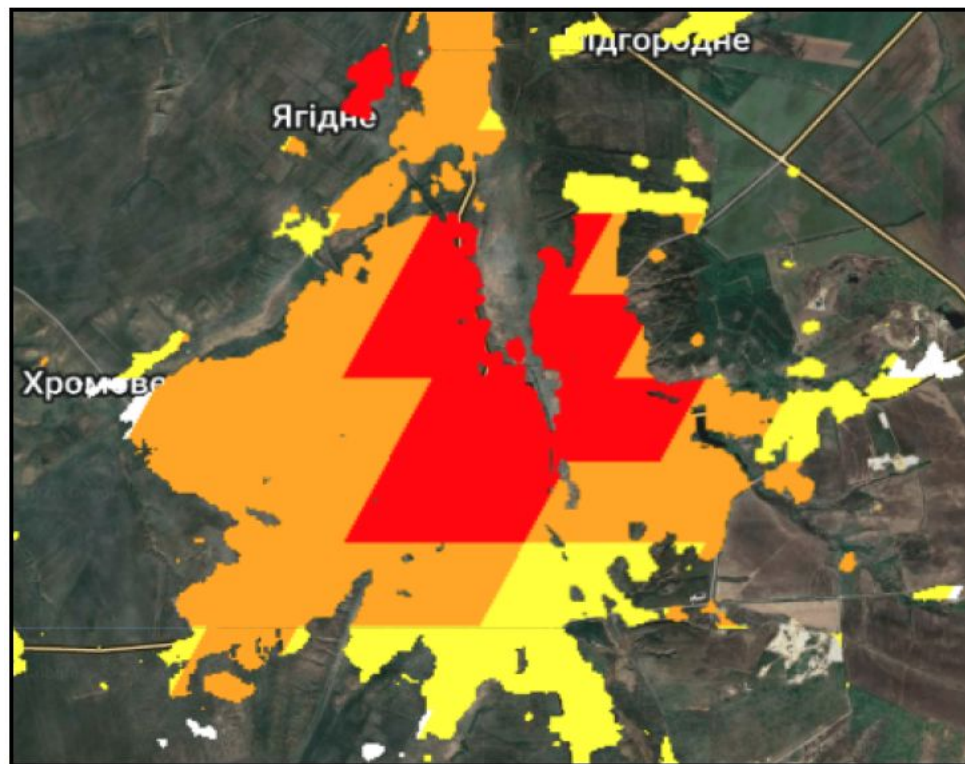
2011 р.



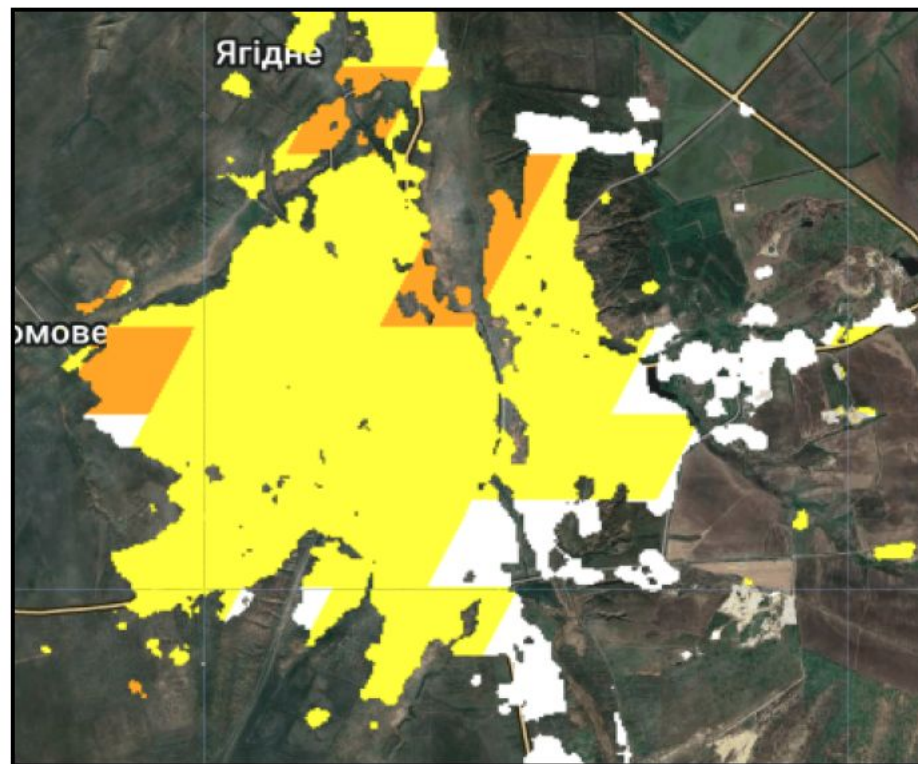
2025 р.



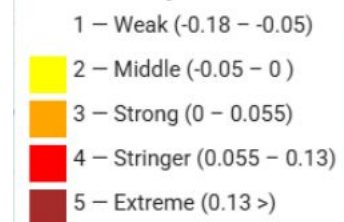
Класифіковане зображення УНІ Бахмут



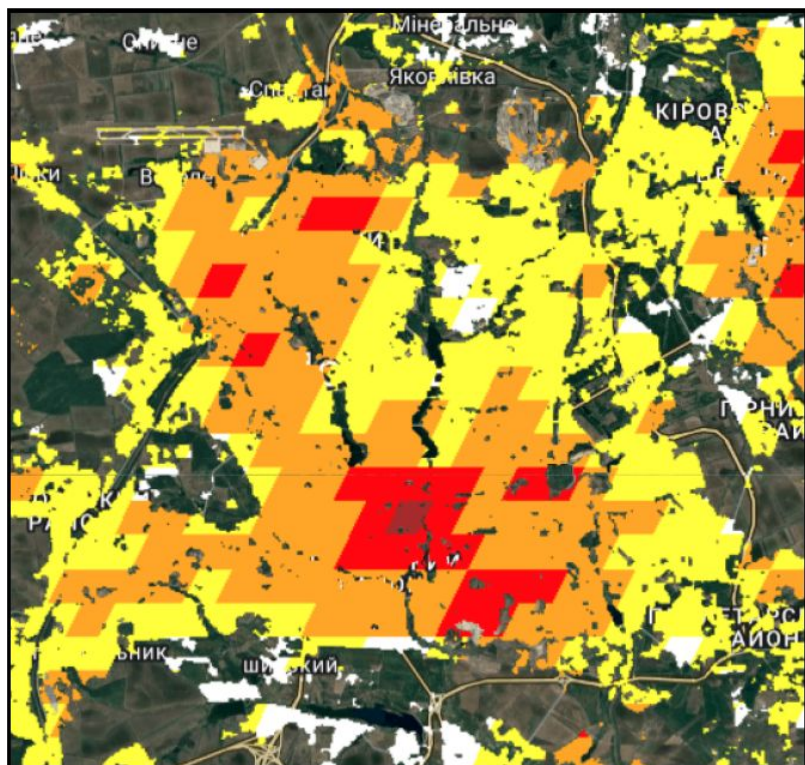
2011 р.



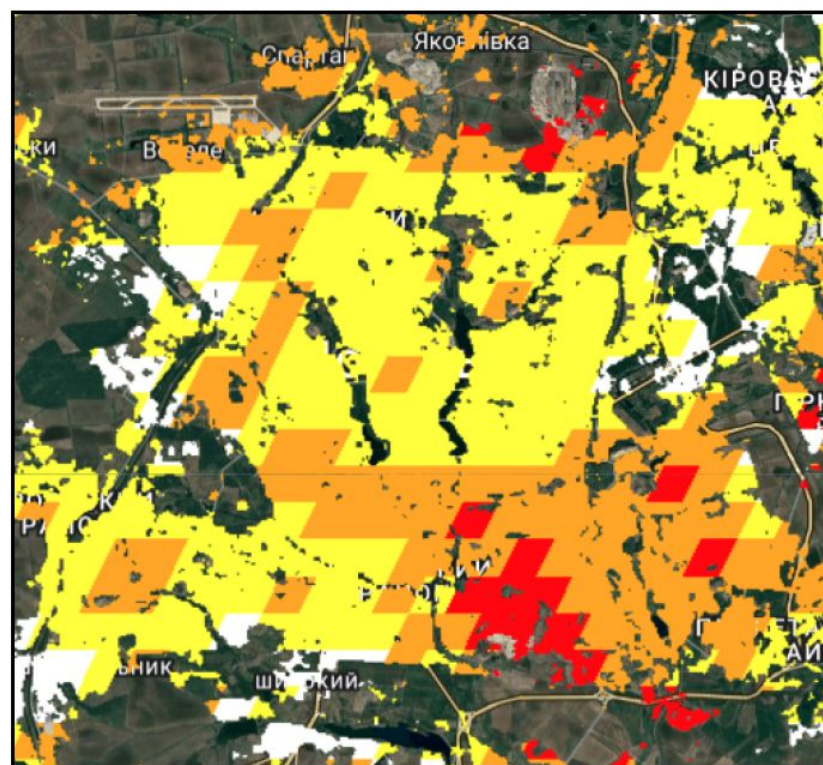
2025 р.



Класифіковане зображення УНІ Донецьк



2011 р.



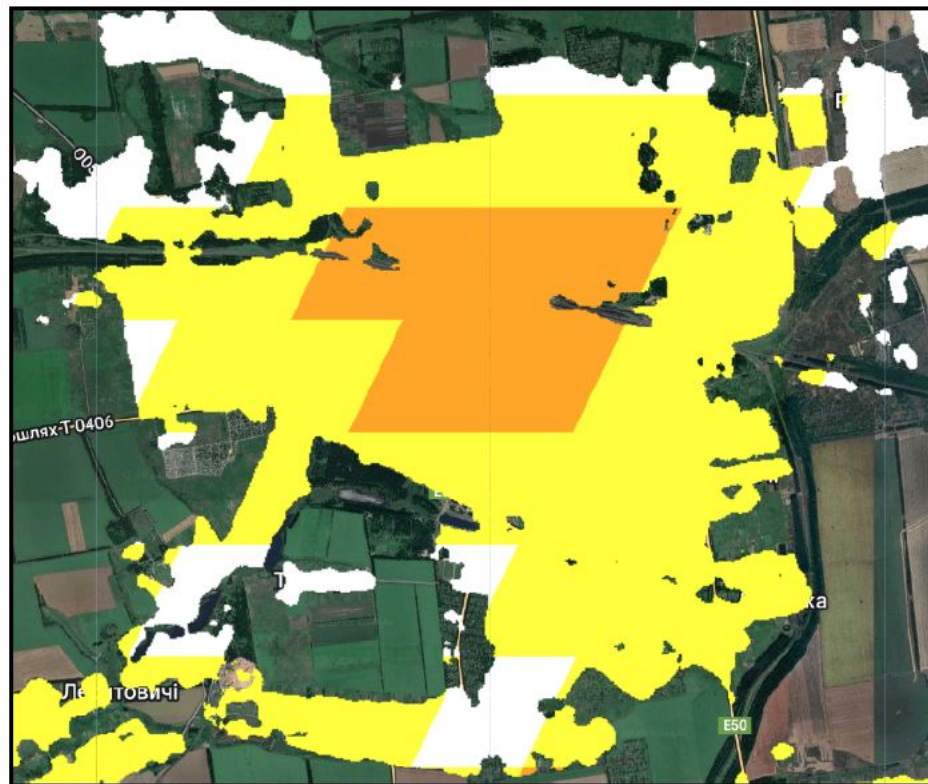
2025 р.



Класифіковане зображення УНІ Покровськ



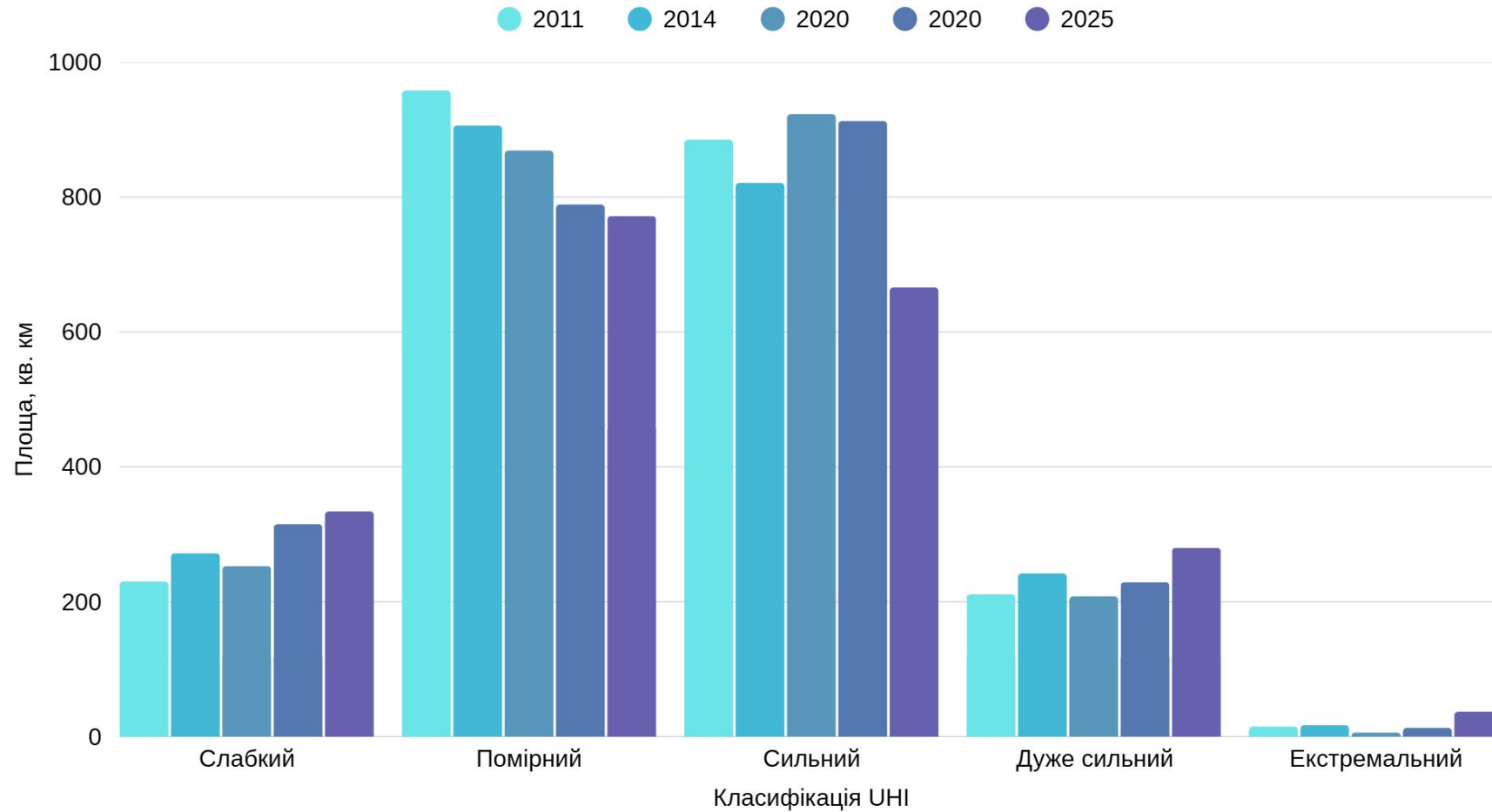
2011 р.



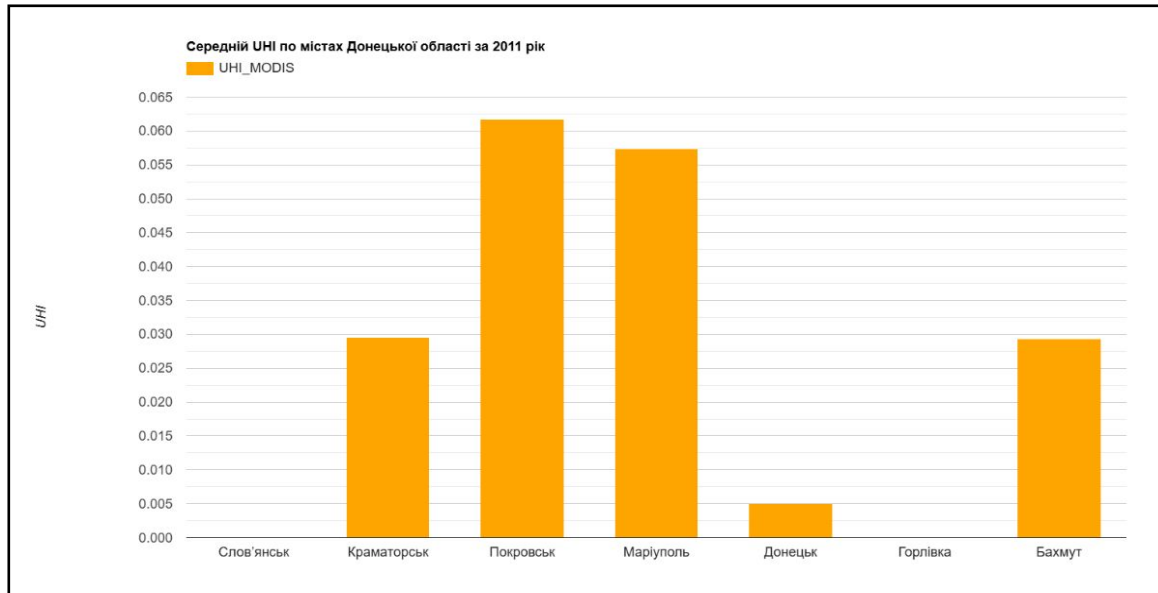
2025 р.

- 1 – Weak (-0.18 – -0.05)
- 2 – Middle (-0.05 – 0)
- 3 – Strong (0 – 0.055)
- 4 – Stringer (0.055 – 0.13)
- 5 – Extreme (0.13 >)

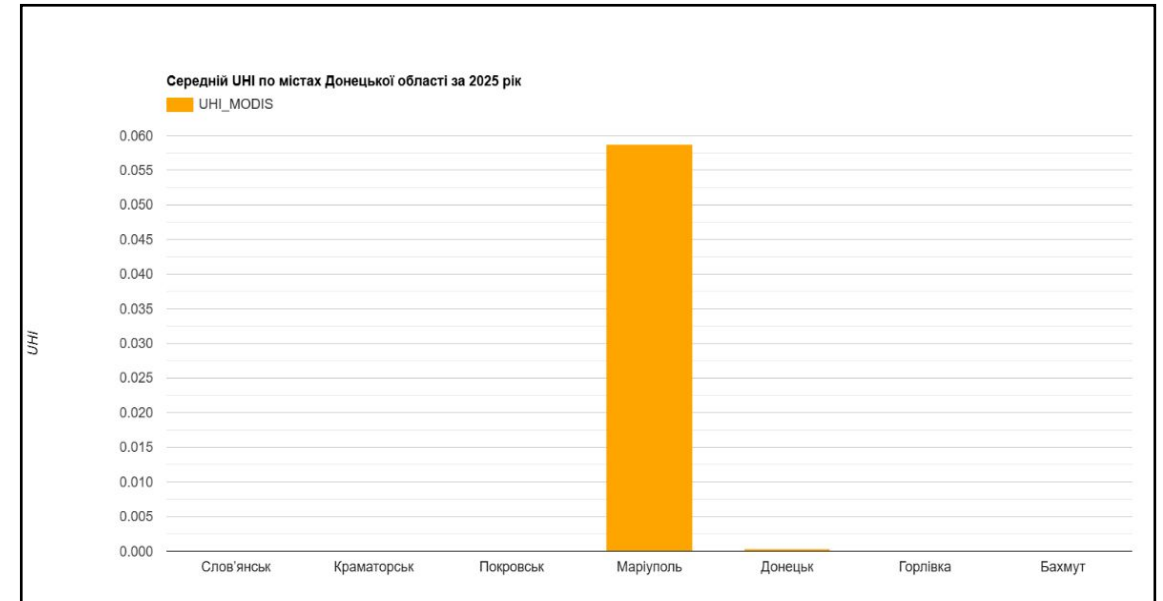
Площі УНІ по класах інтенсивності у 2011-2025 рр.



Середній UHI

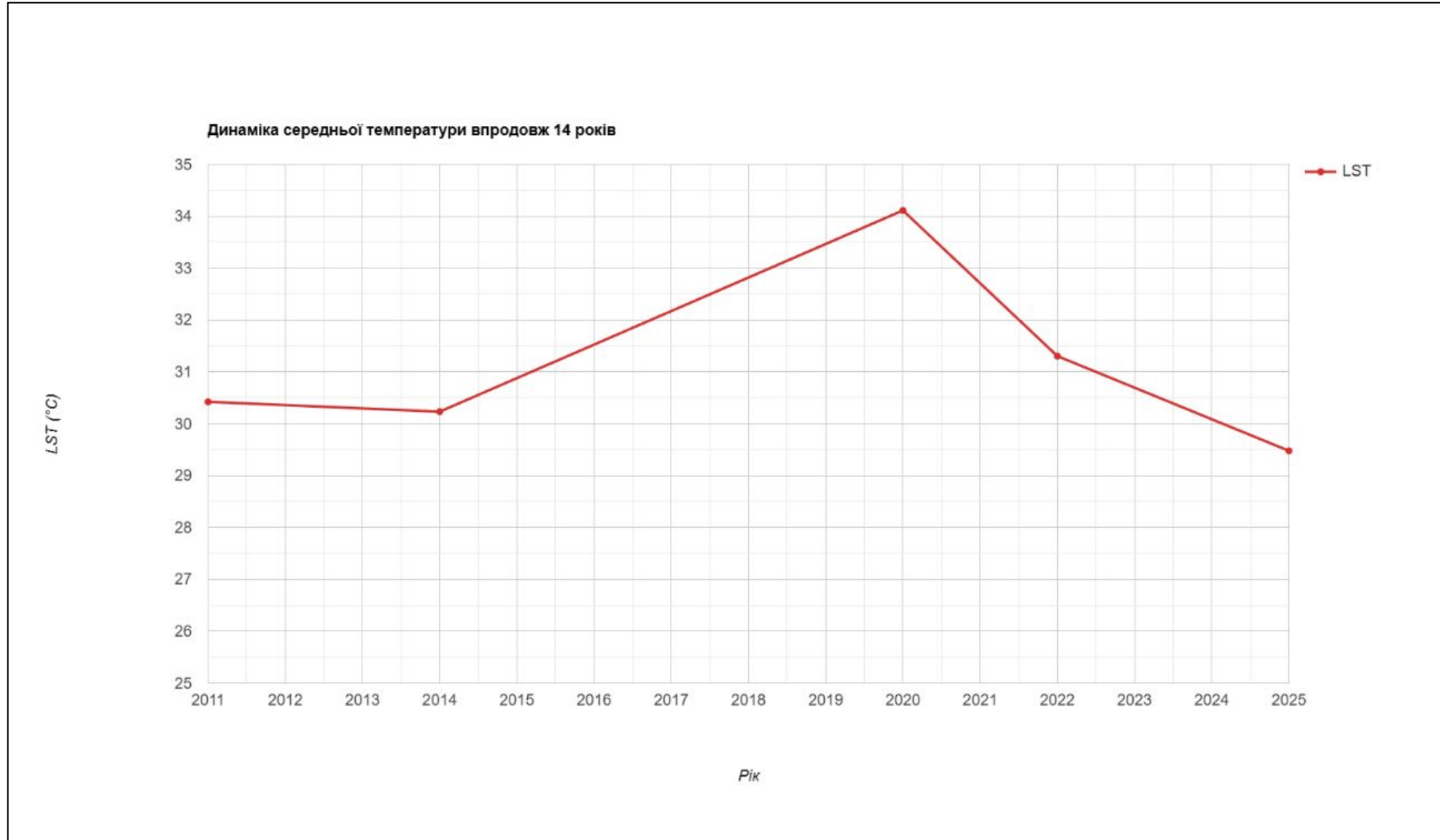


2011

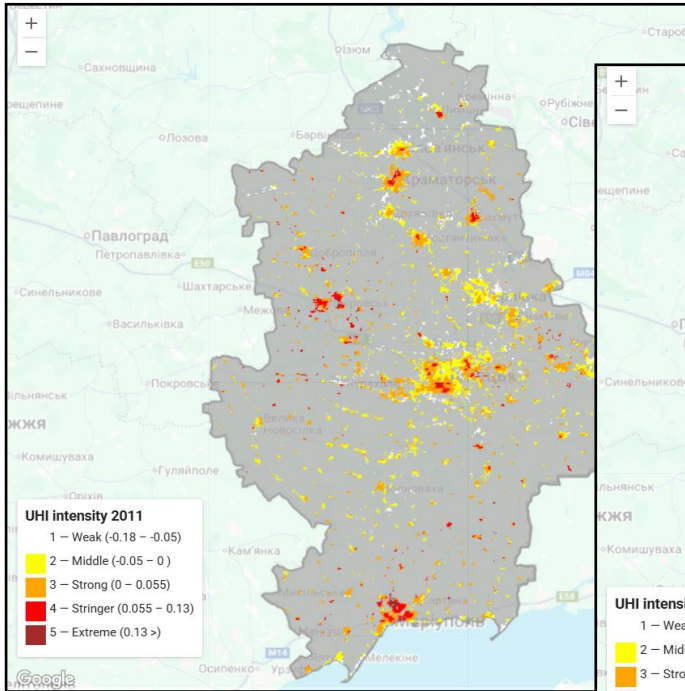


2025

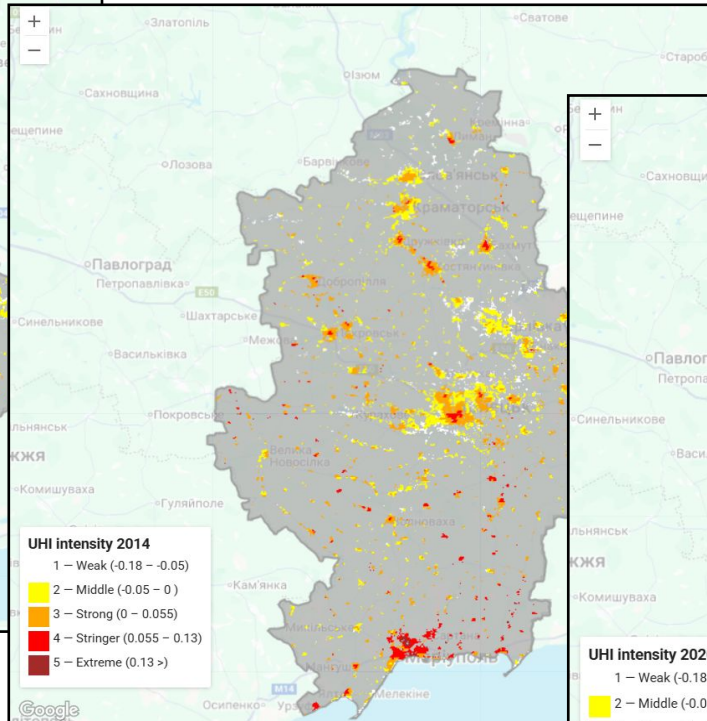
Динаміка середньої температури впродовж 14 років



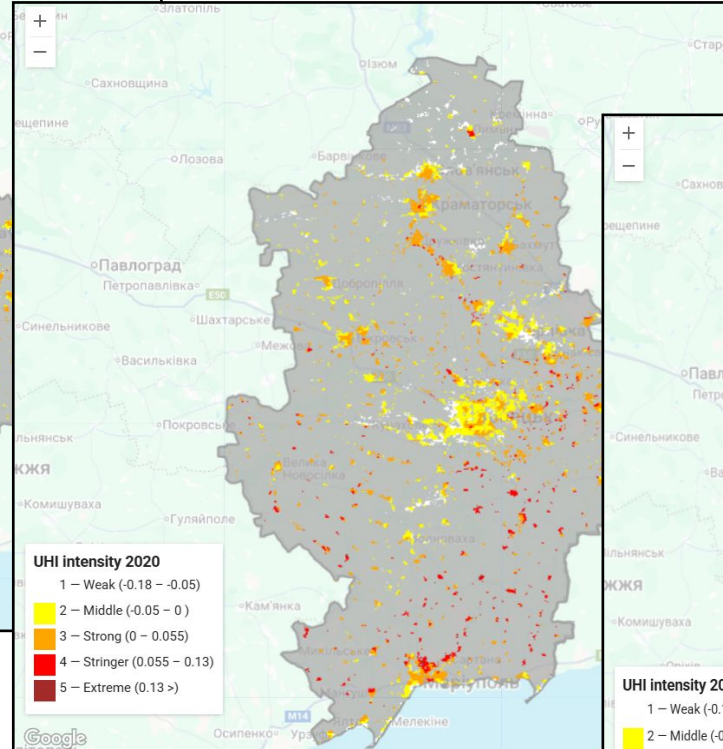
Інтенсивність УНІ за 14 років



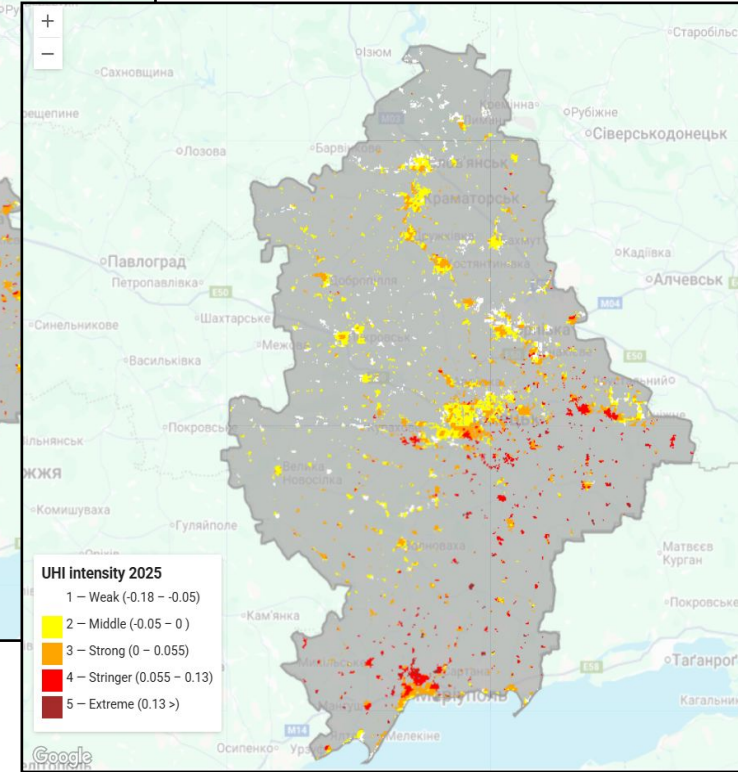
2011



2014



2020



2025

Висновки

У ході виконання магістерської роботи було розроблено та опробовано геоінформаційну методика моніторингу міських теплових островів на основі супутникових даних і хмарних технологій Google Earth Engine. Отримані тематичні карти та аналітичні результати підтверджують ефективність використання індексів NDVI, NDBI та показника LST для виявлення зон поверхневих міських теплових островів (SUHI).

Результати роботи можуть бути використані для екологічного моніторингу, містобудівного планування та розроблення заходів з адаптації міських територій до кліматичних змін. Запропонована методика є універсальною, відтворюваною та може бути застосована для інших регіонів України з використанням відкритих супутникових даних.

Дякую за увагу!