

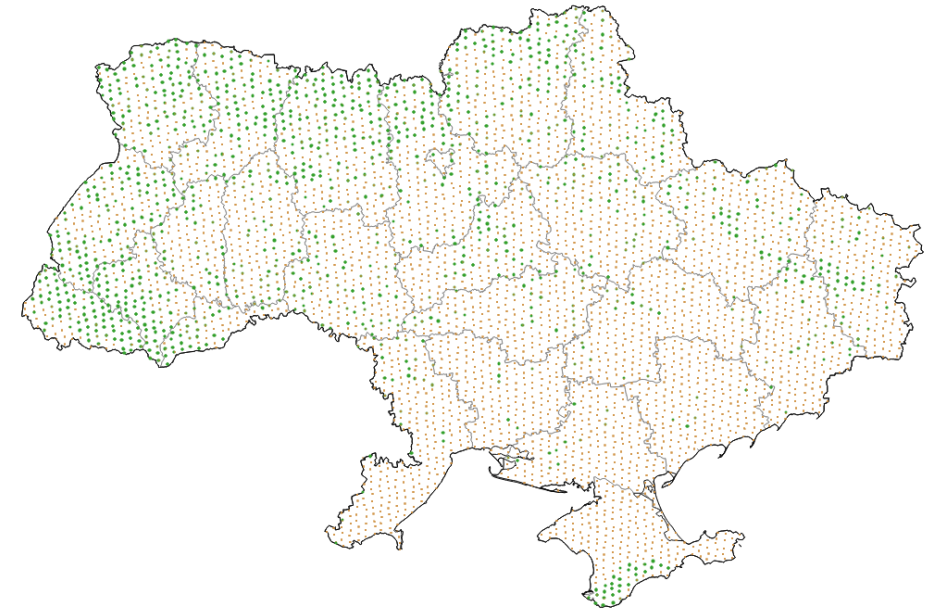
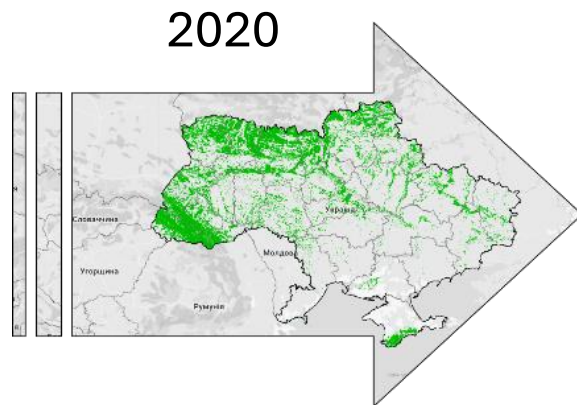
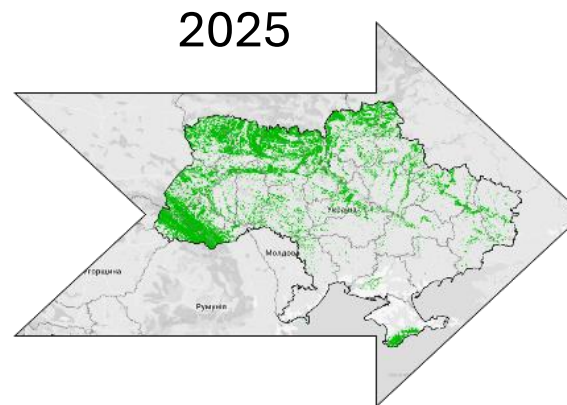
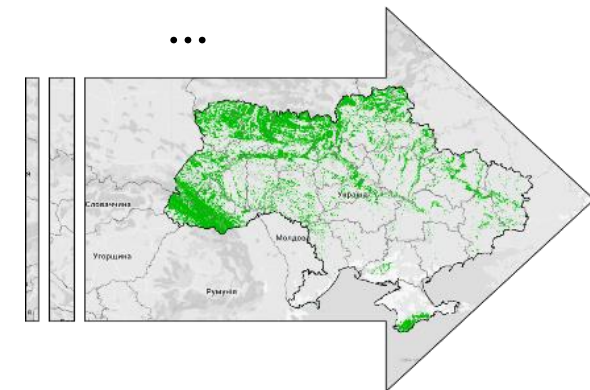
Дистанційна інвентаризація лісів: баланс між прозорістю результатів та захистом конфіденційності інформації

Віктор Миронюк, докт. с.-г. наук
Кафедра таксації лісу та лісового менеджменту
НУБіП України

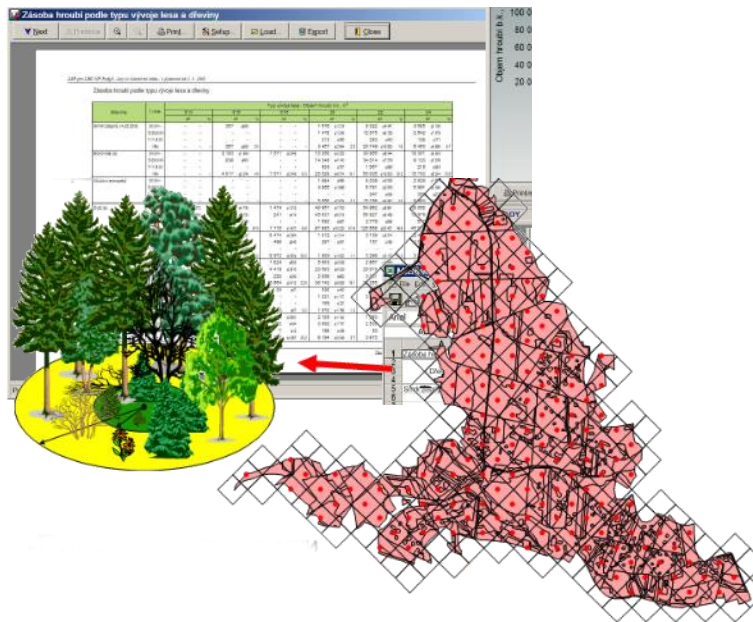
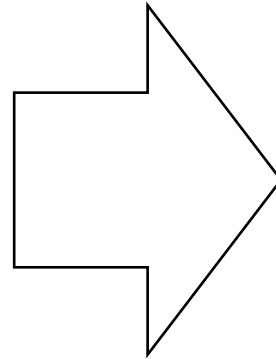
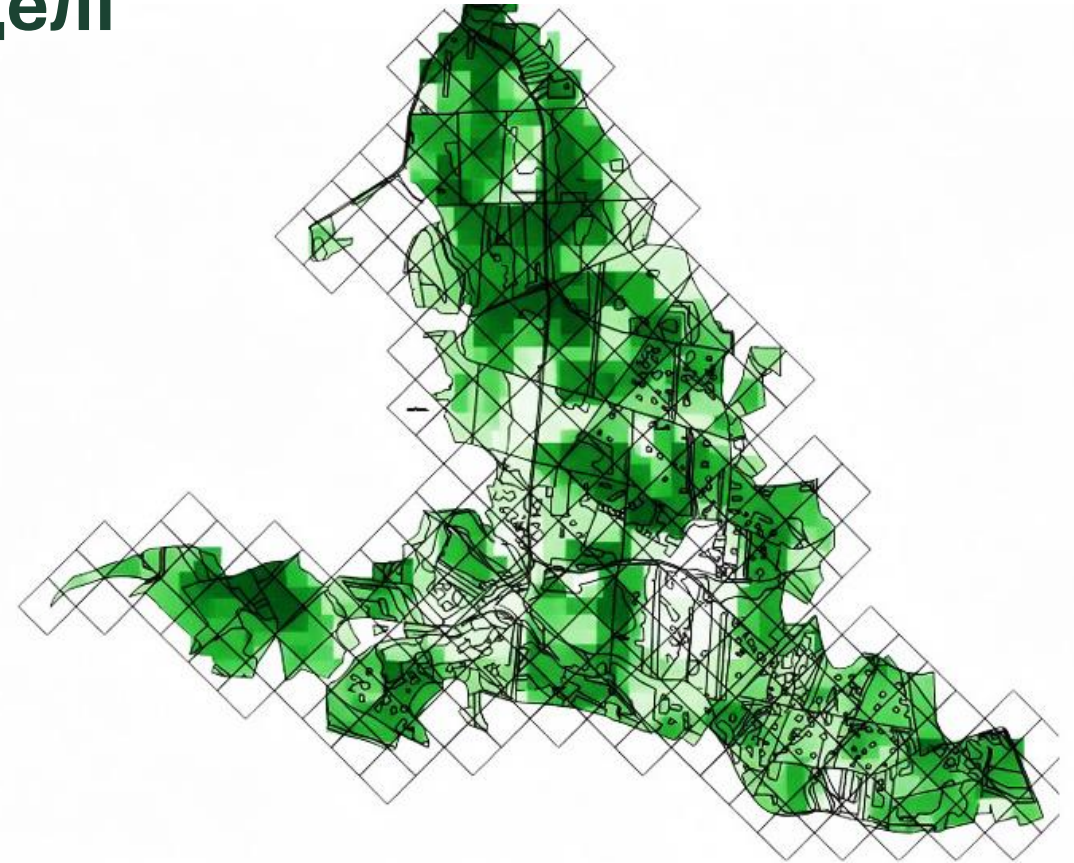
Науково-практичний семінар
«Що відомо про українські ліси: відкриті дані та FSC сертифікація»
29-10-2026, м. Київ, НУБіП України

Завдання ДЗЗ-інвентаризації лісів

- Гармонізувати лісовий моніторинг в Україні з кращими практиками, що використовуються в Європі та інших розвинених країнах
- Підтримати звітність НІЛ в умовах обмежених ресурсів і можливостей
- Перейти від статистичних оцінок до просторових оцінок



Оцінки на основі вибірки та моделі

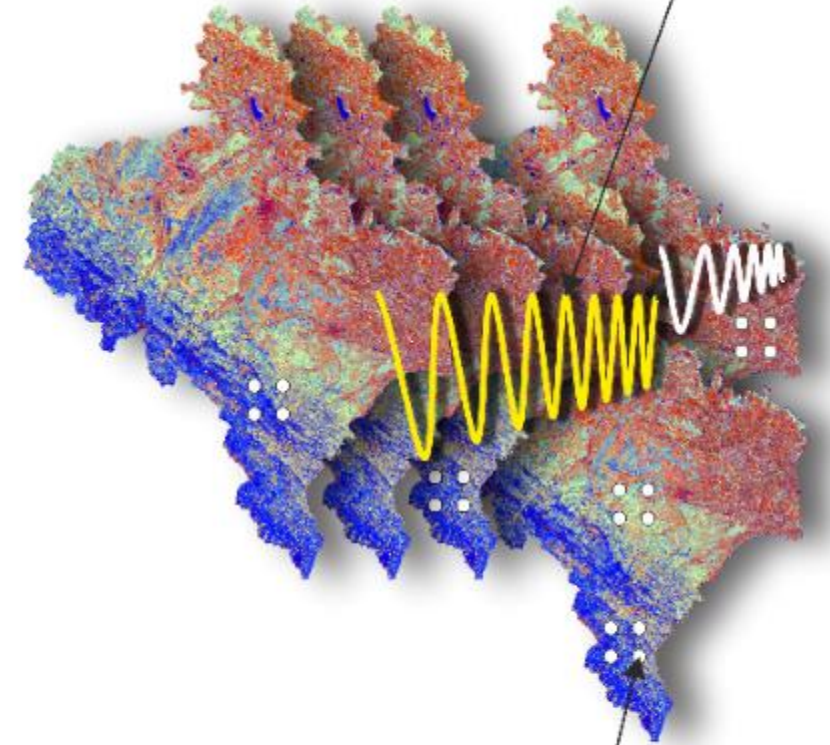


Завдяки спільній обробці наземних і дистанційних даних, ДЗЗ-інвентаризація лісів дає відповідь не лише на питання «**СКІЛЬКИ?**», а й «**ДЕ?**» (цит. за McRoberts & Tomppo, 2007; <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.09.034>)

Поєднання різночасових даних

- Різночасові дані НІЛ сполучаються в просторі та часі з супутниковими знімками
- Супутникові знімки очищують від хмар і поєднують у часові ряди
- Дати збору польових даних повинні максимально наближуватися до дат супутникового знімання

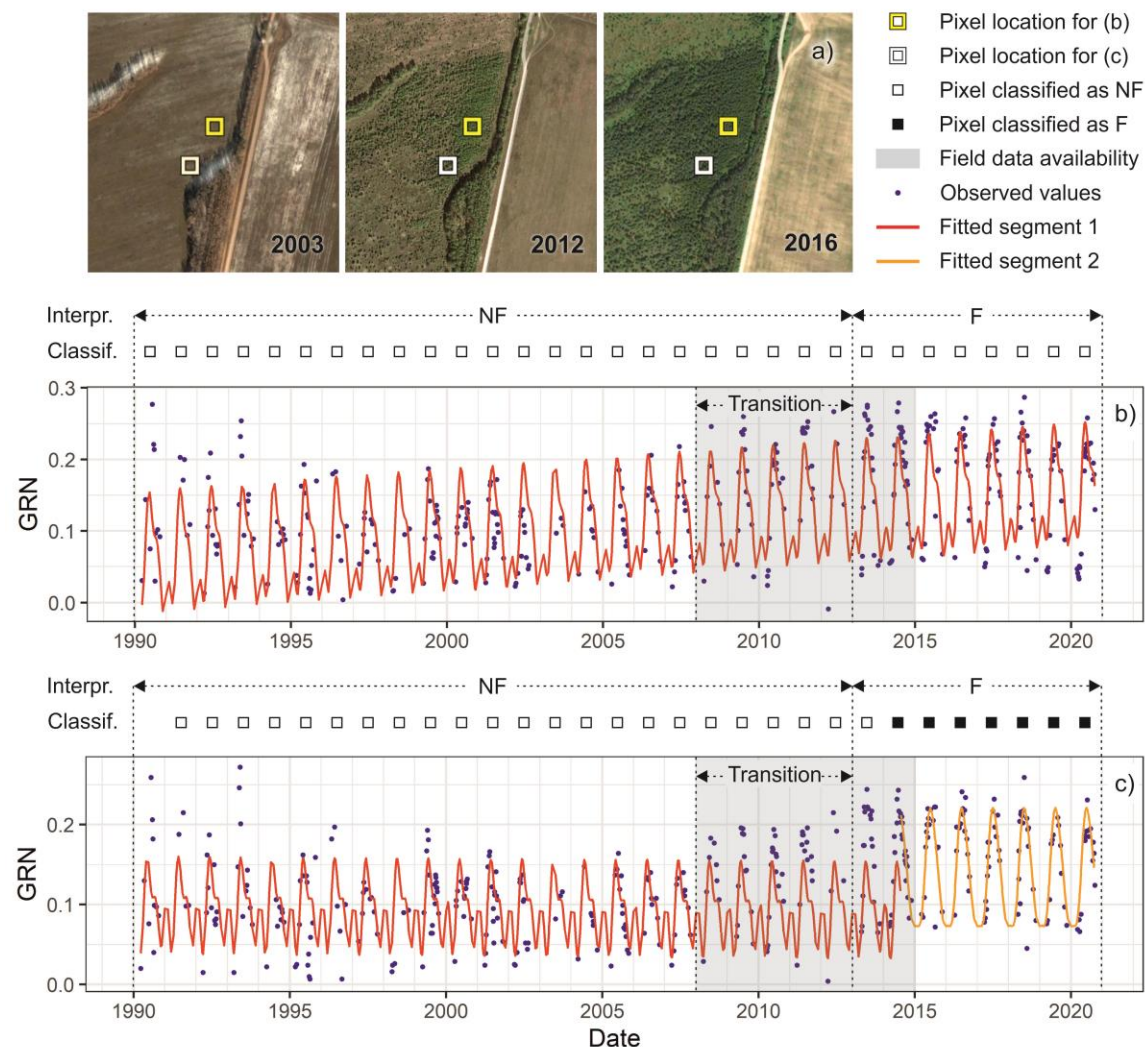
Часові ряди Sentinel 2 (2017-2023),
згладжені за допомогою алгоритму
CCDC



Дані НІЛ (2021-2023)
Дані ЛВ (2019-2021)

Темпоральна сегментація знімків

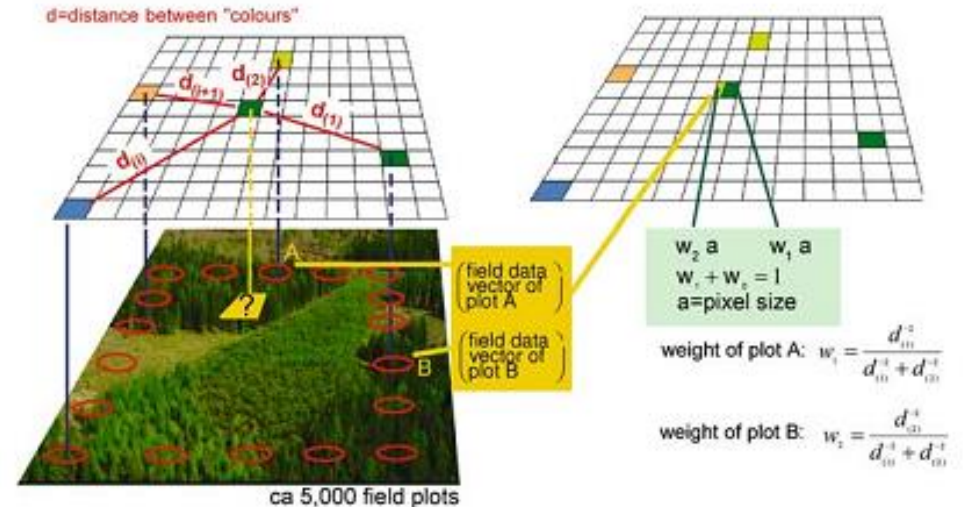
- Вирівнює випадкову варіацію спектральних даних від загальної траєкторії
- Дозволяє одержати «синтетичне» зображення на будь-яку дату
- Створює додаткові предикативні змінні для моделей машинного навчання



Метод k-найближчих сусідів

На відміну від більшості методів машинного навчання, для k-NN методу обов'язковим полем в таблиці атрибутів і предикативних змінних є номер ділянки, оскільки він забезпечує пошук найбільш близького (подібного в просторі предикативних ознак) «сусіда». Він і його атрибути ідентифікуються за порядковим номером ділянки.

K-nn method with k=2



Джерело: Tomppo E., Haakana M., Kalita M., Peräsaari J.
Multi-Source National Forest Inventory: Methods and
Applications (2008)

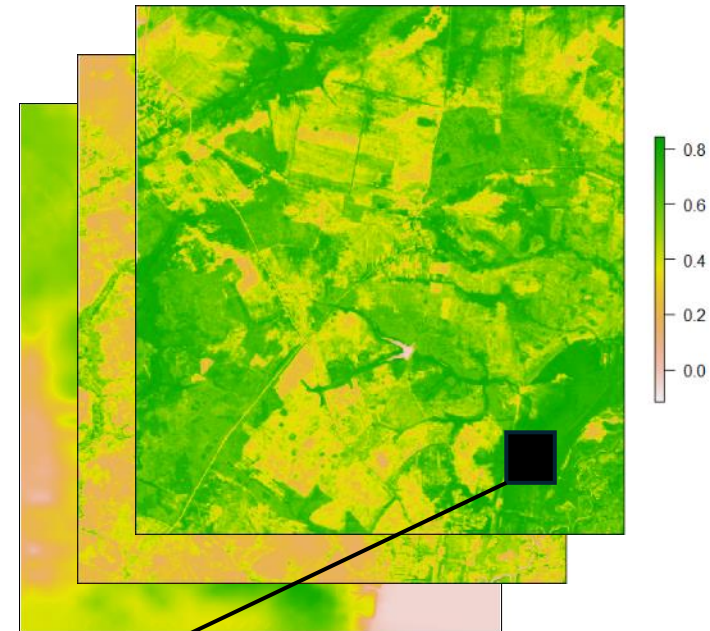
Як це працює?

Дані ДЗЗ



ID	BA PISY	BA QURO	BA BEPE
1	22,3	10,3	2,1
2	14,1	10,2	1,0
3	33,2	5,6	2,3

Спектральні дані

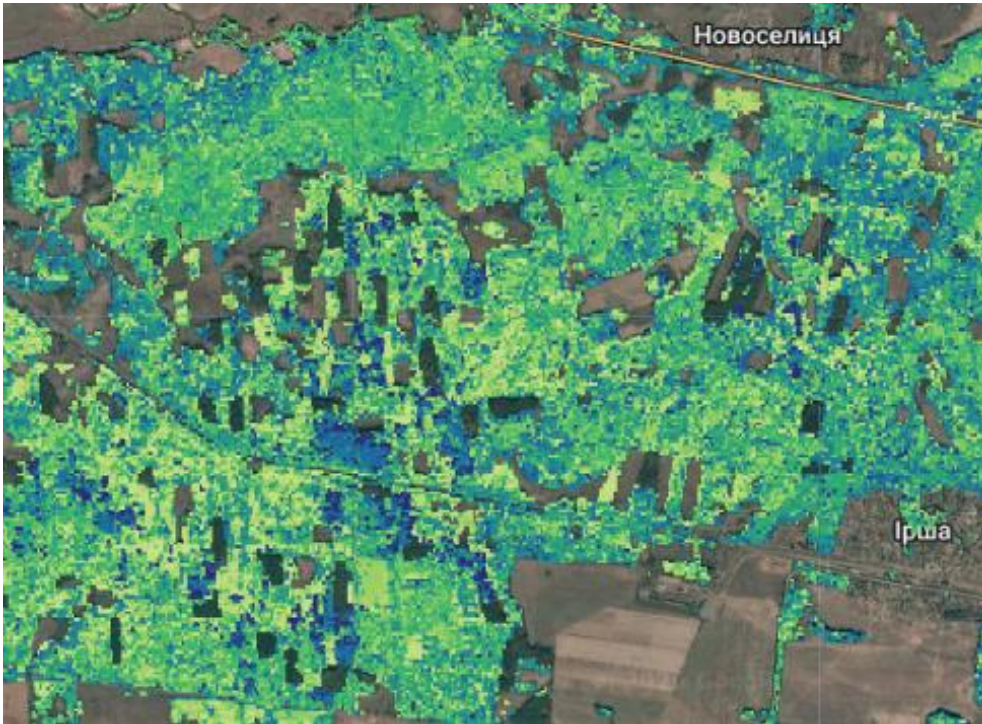


Рельєф, клімат ...

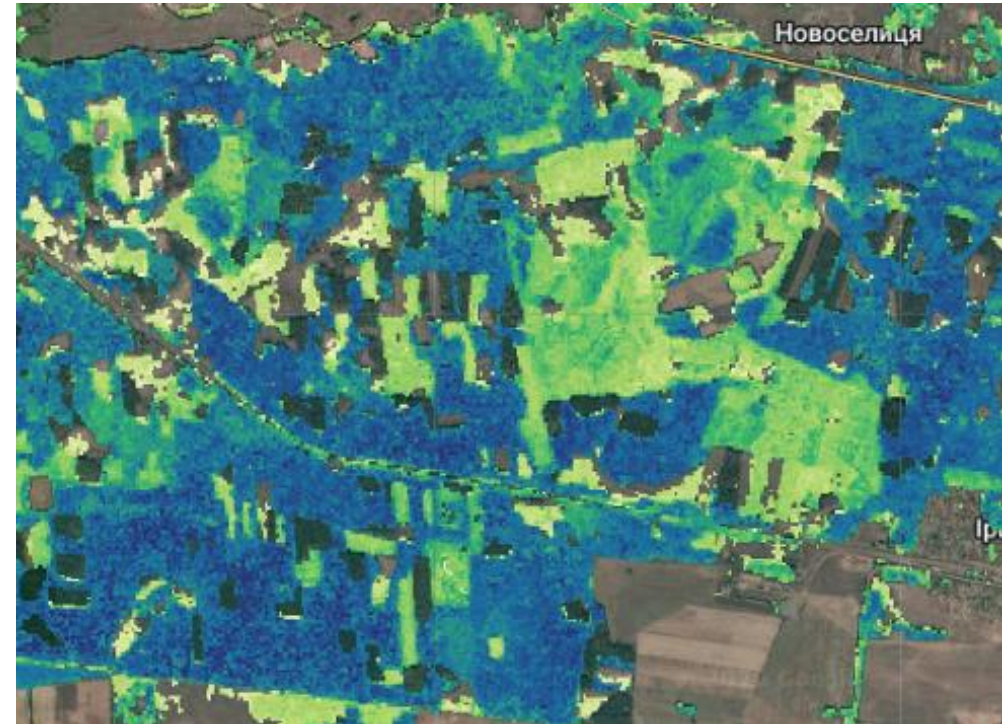
ID	DEM	NIR	NDVI
1	178	0,2456	0,756
2	190	0,1489	0,66
3	185	0,2695	0,70

Роль висоти для картографування лісових атрибутів

Вік деревостанів, змодельований на основі спектральних даних



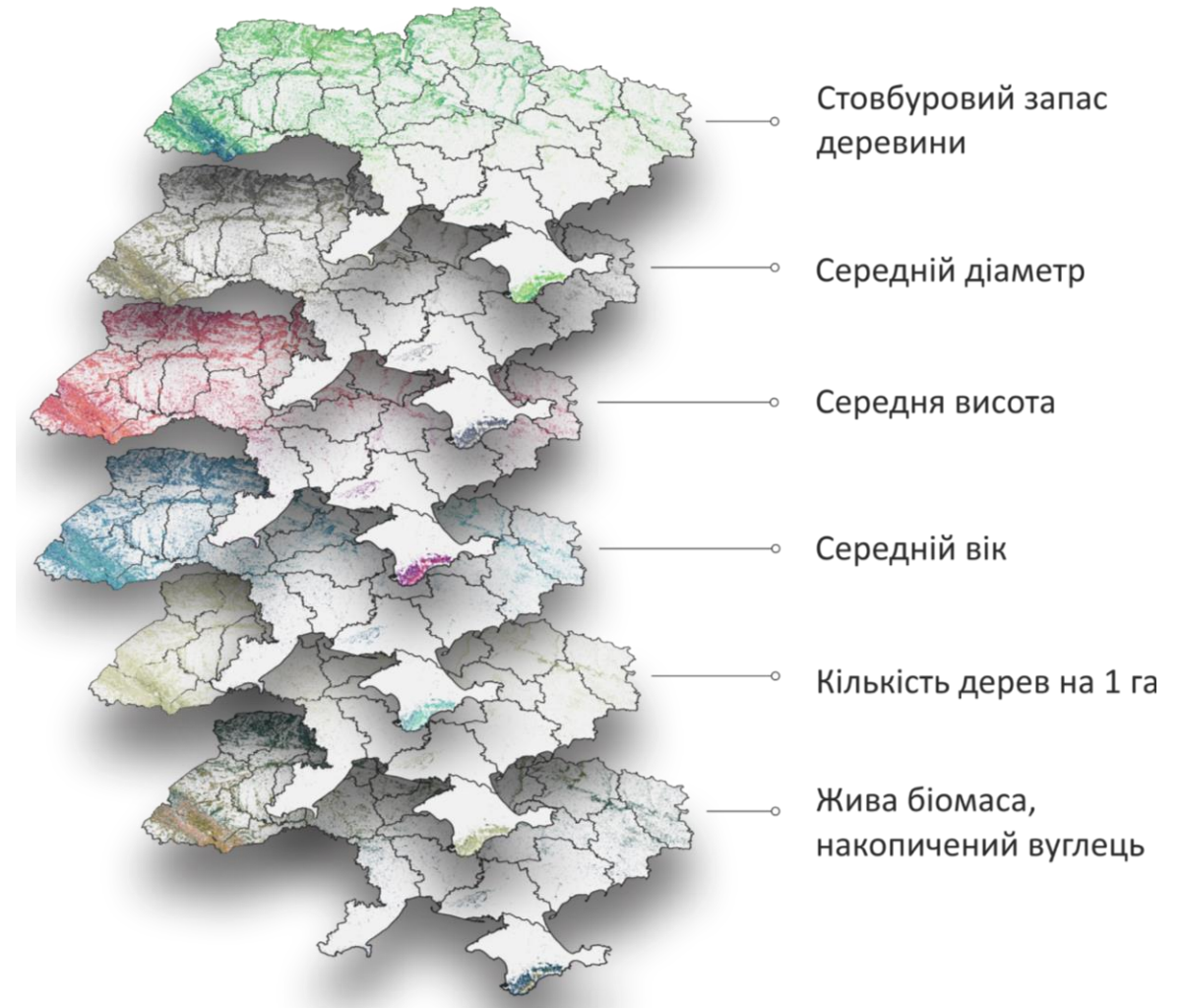
Вік деревостанів, змодельований на основі спектральних даних і карти висот (Pauls et al., 2025)



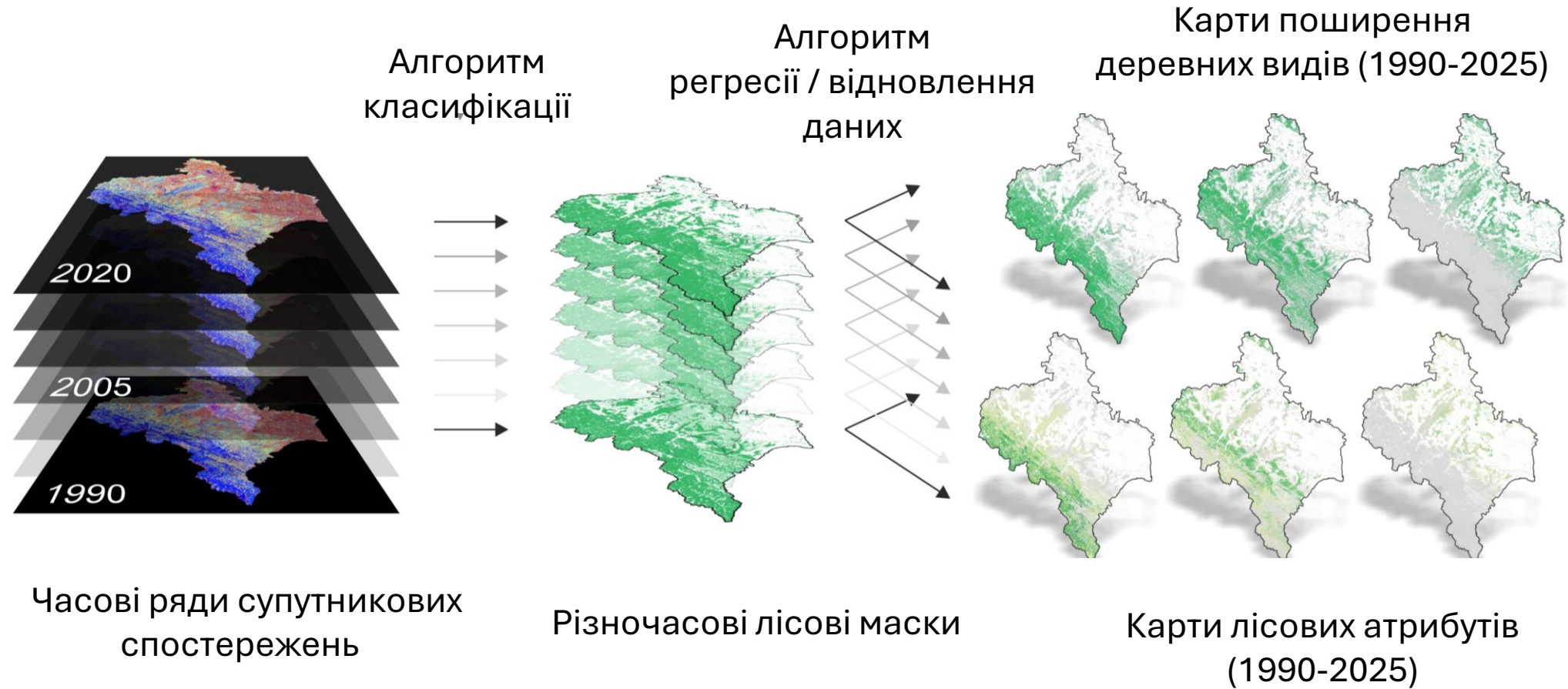
Жовтий колір – 1 рік, темно-синій колір – 90 р.

Цільові атрибути ДЗЗ-інвентаризації лісів

- Дистанційна інвентаризація націлена на створення карт цільових атрибутів НІЛ, які можна регулярно поновлювати в часі
- Під час ДЗЗ-інвентаризації превагу здобувають методи, що забезпечують прогнозування низки показників за допомогою однієї прогностичної моделі (k-NN)

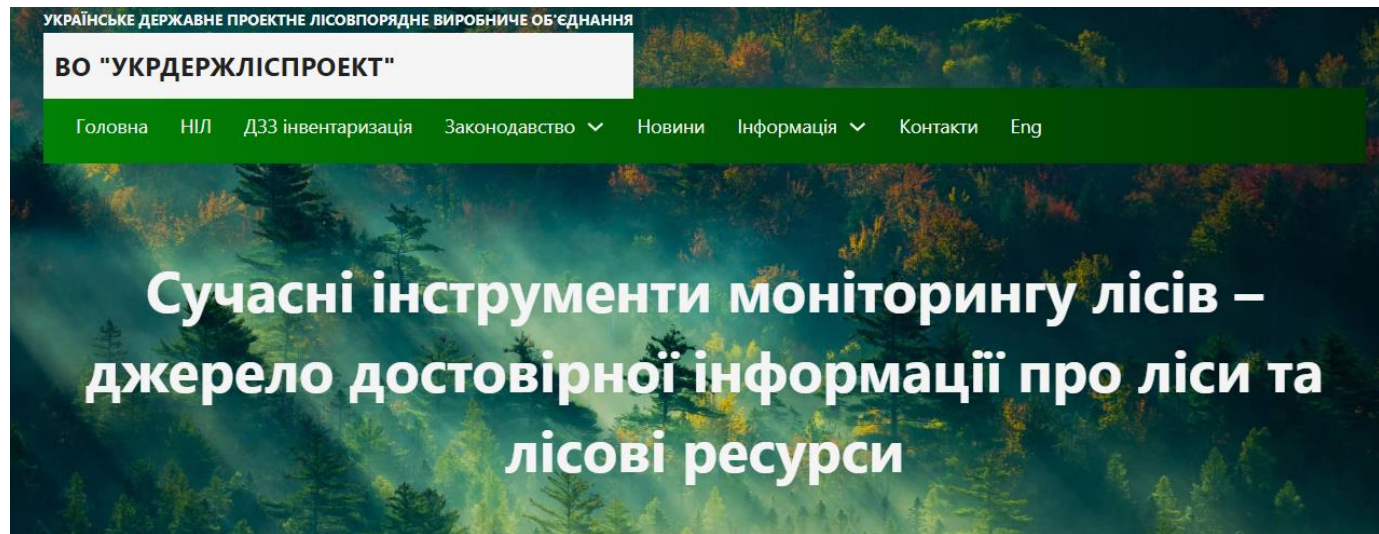


Створення різночасових карт



Сайт ДЗЗ-інвентаризації

Доступ до сайту ДЗЗ-інвентаризації здійснюється за посиланням nfi.lisproekt.gov.ua/



Онлайн-аналіз різночасових карт

Google Earth Engine Apps

RS-Inventory Explorer

Dominant tree species & forest inventory dynamics in Ukraine (2019 vs. 2025)

Methodology:
Myroniuk, V. et al. (2024). Nationwide remote sensing framework for forest resource assessment in war-affected Ukraine. For. Ecol. & Management. Vol. 569. 122156.

How to use this application:

1. Draw an AOI polygon or rectangle on the map using buttons or drawing tools.

2. Select display layers & analysis scale (20m Sentinel-2 / 100m Fast).

3. Click  Run Analysis* to compute per-species metrics.

4. Inspect species change tables, charts, & export CSV to Google | Local Drive.

Analysis & Visualization Parameters

Analysis Scale:

20 meters (Sentinel-2)

Active Map Layer:

2025 Species + 2019 Forest Mask (Default)

Draw Polygon

Draw Rectangle

Run Analysis

Clear AOI

AOI cleared. Draw a new polygon on the map.

Tree Species Legend

1: Scots Pine (PISY)

2: Norway Spruce / Fir (PIAB)

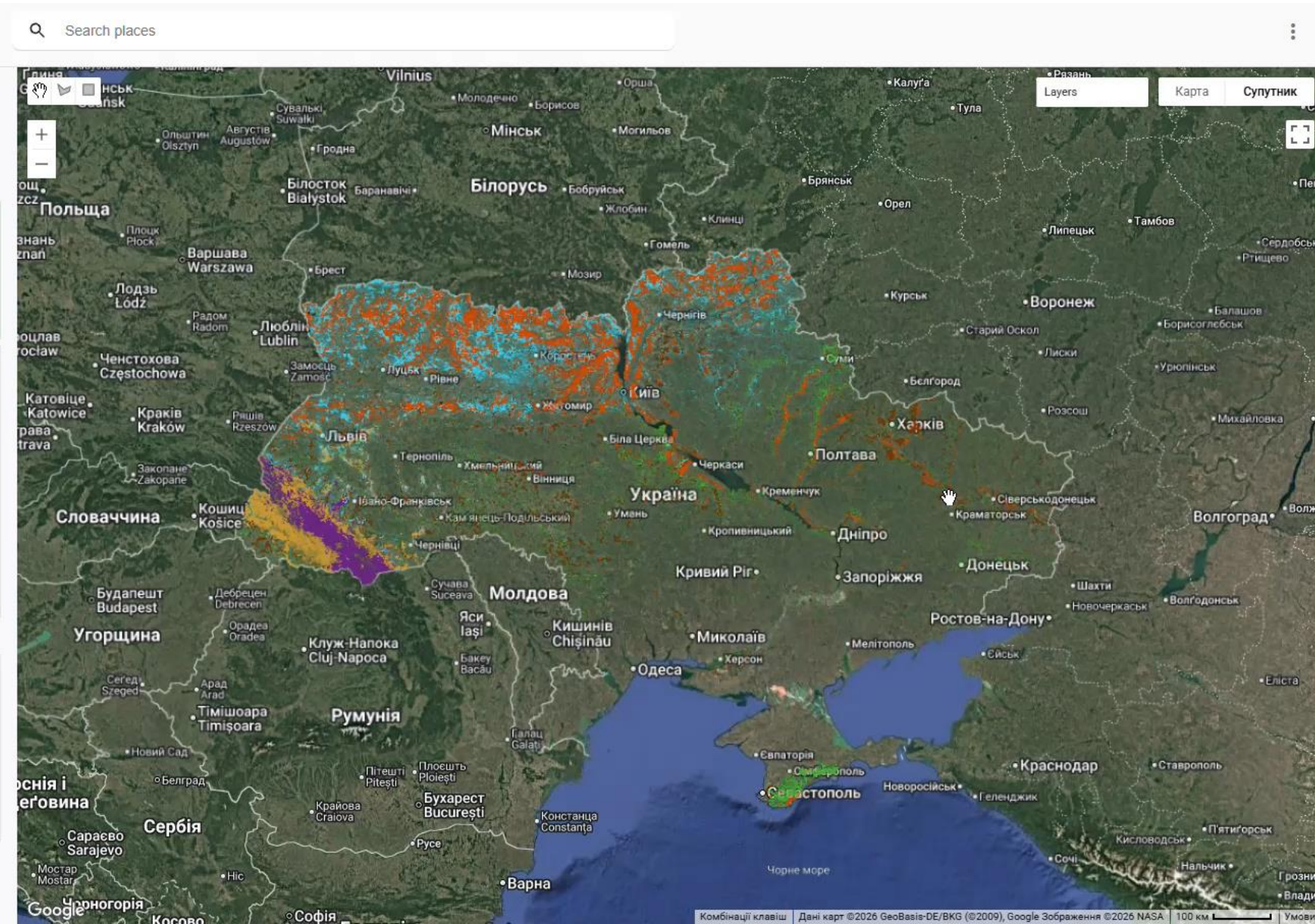
3: Oak (QURO)

4: European Beech (FASY)

5: Hard Deciduous (HDC)

6: Soft Deciduous (SDC)

7: Hornbeam (CABE)



Публічні результати, чутливі дані

Інвентаризаційні ділянки – це постійні місця спостереження: їх повторно обстежують, щоб оцінити зміни в часі. Вони мають географічну прив'язку та непомітне маркування в природі.

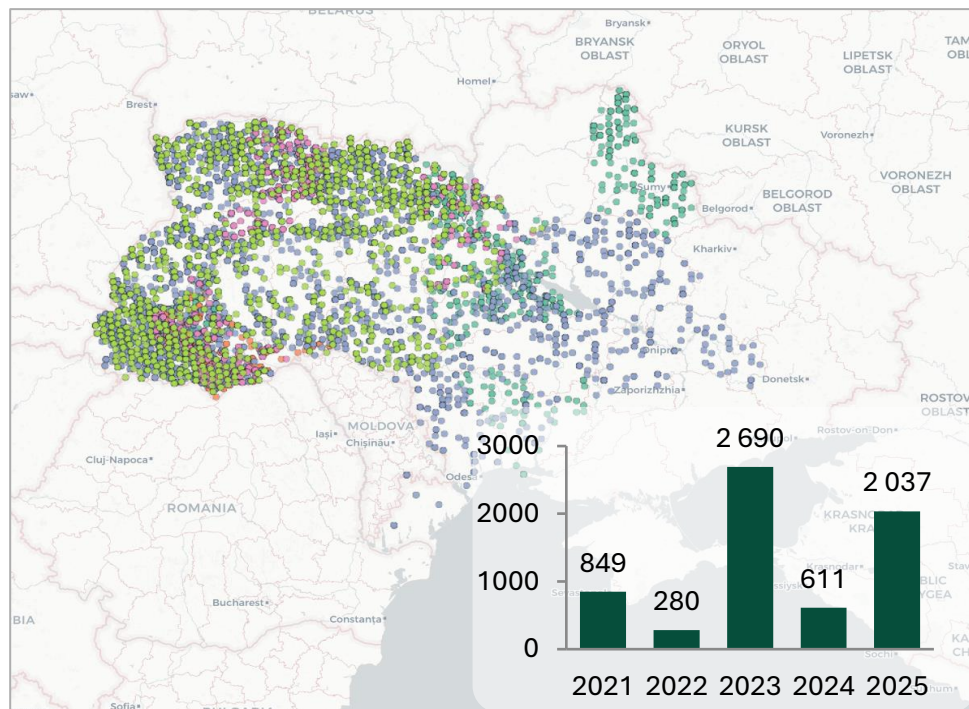
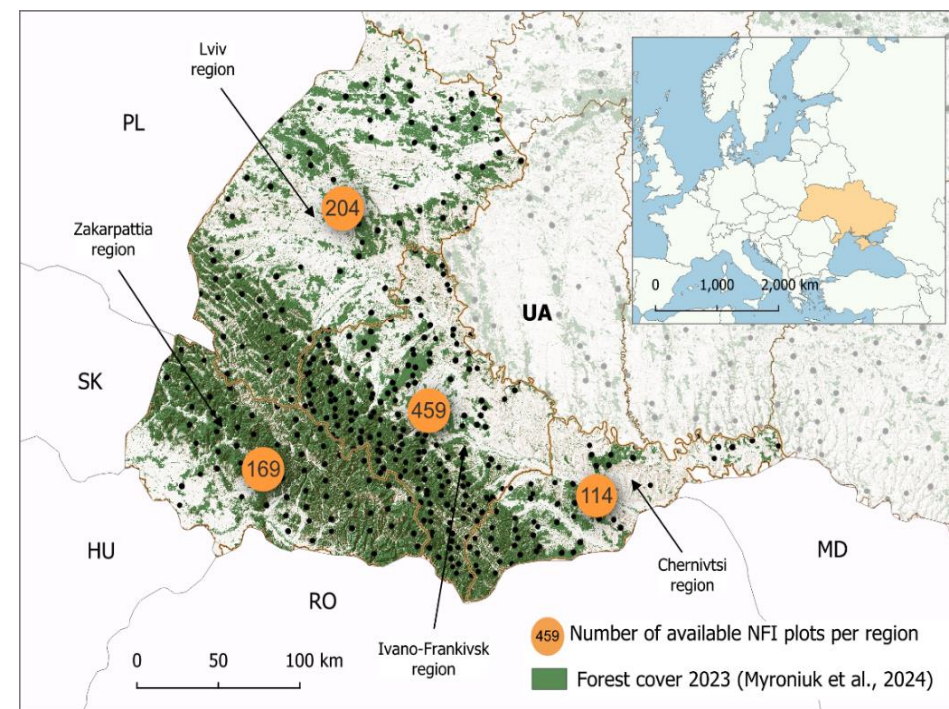
Результати Національної інвентаризації лісів мають бути публічними й методологічно прозорими, тоді як доступ до чутливих первинних даних, насамперед точних координат постійних пробних площ, потребує окремого регулювання. Захист цих даних має поєднуватися з можливістю незалежної перевірки розрахунків і не підміняти собою відкритість результатів.

Нова європейська концепція «**Модель рухається до даних, а не дані до» моделі**»: спільні моделі й публічні результати можна створювати без централізації чутливих первинних даних.



Проект ReSampe

*Federated Mapping of Forest Multifunctionality
under **Reduced Sample** Conditions in Ukraine*



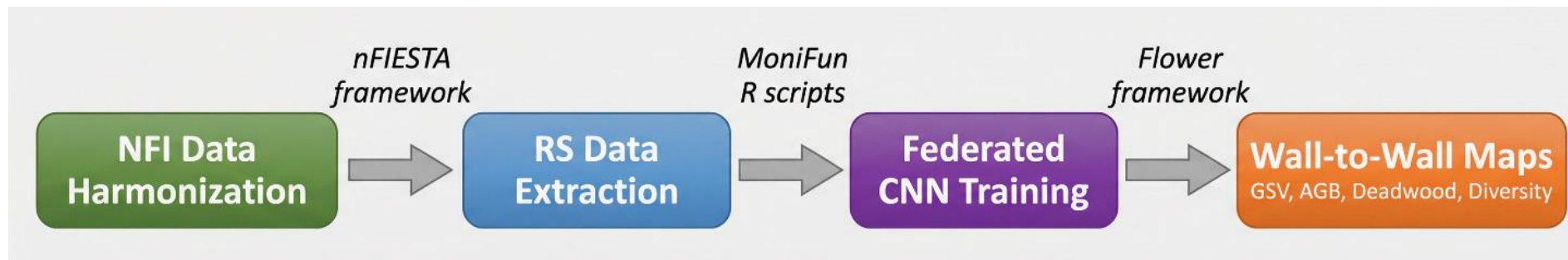
Реалізується за грантовою програмою Європейського лісового інституту (EFI)

Проект ReSample: від даних НІЛ до показників мультифункціональності лісів Європи

- **Гармонізація:** узгодження визначень показників і структури даних
- **Інтеграція:** локальне поєднання польових спостережень із супутниковими ознаками
- **Федеративне навчання:** спільне моделювання без централізації первинних даних
- **Картографування:** застосування навчених моделей для просторового прогнозування характеристик лісів

Спільне моделювання без передачі первинних даних

- Дані НІЛ зберігаються в установах, відповідальних за їх збирання та використання
- Точні координати пробних площ потрібні для поєднання польових спостережень із супутниковими даними, але не мають передаватися всім учасникам
- Розроблені моделі стають загально доступними
- Інформація з різних країн використовується для спільного моделювання, зберігаючи контроль власників над даними



Український контекст: можливості та умови застосування

- Проєкт ReSample – стрес-тест методики MoniFun в умовах обмеженої і незбалансованої вибірки НІЛ України
- Публічність результатів не вимагає централізації всіх первинних даних, фактичної передачі чутливої інформації не відбувається
- Федеративне навчання – це інструмент співпраці за обмеженого доступу до даних, а не автоматична гарантія кращих прогнозів чи повної конфіденційності
- Перша інтеграція даних НІЛ України в Європейський простір

Дякую за увагу!