



USAID
FROM THE AMERICAN PEOPLE



Український екологічний клуб
Зелена Хвиля
ecoclubua.com



МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ

щодо використання інструментів i-Tree
при підготовці здобувачів вищої освіти
природничого спрямування



Київ - 2025

УДК 502.1:581.526.2]i-Tree(072.034)

M52

Методичні рекомендації щодо використання інструментів i-Tree при підготовці M52 здобувачів вищої освіти природничого спрямування : електрон. вид. / ГО “УЕК “Зелена Хвиля”; Уклад.: Козак О. М., Бідолах Д. І., Дух О. І., Кендзьора Н. З., Бондар О. Б., Гоцій Н. Д. — Київ: ГО “УЕК “Зелена Хвиля”, 2025. — 62 с.

Методичні рекомендації знайомлять викладачів, студентів і практиків із програмним пакетом i-Tree, що використовується для оцінки та монетизації екосистемних послуг дерев і зелених насаджень. Публікація містить практичні вправи, які спрямовані на підготовку фахівців спеціальностей "Екологія", "Садово-паркове господарство", "Лісове господарство", "Географія та регіональні студії", "Архітектура та містобудування" суміжних дисциплін, а також може бути використана в освітніх і позакласних програмах різних рівнів.

УДК 502.1:581.526.2]i-Tree(072.034)

Методичні рекомендації створено ГО “Український екологічний клуб “Зелена Хвиля” за підтримки U.S. Forest Service в рамках реалізації проєкту “Прозора та партисипативна система інвентаризації зелених зон в Україні: iTree4UA”

Укладачі:

Козак О. М., к.біол.н., доцент кафедри екології Національного університету “Києво-Могилянська академія”, координаторка проєкту “i-Tree4UA”, експертка ГО “УЕК “Зелена Хвиля”

Бідолах Д. І., д.с.-г.н., професор, професор кафедри лісового і садово-паркового господарства ВП НУБіП України “Бережанський агротехнічний інститут”

Дух О. І., к.біол.н., доцент, доцент кафедри біології, екології та методики їх навчання Кременецької обласної гуманітарно-педагогічної академії імені Тараса Шевченка

Кендзьора Н. З., к.с.-г.н., директор Ботанічного саду загальнодержавного значення НЛТУ України, асистент кафедри лісівництва Національного лісотехнічного університету України

Бондар О. Б., к.с.-г.н., доцент, доцент кафедри екології та охорони здоров'я Західноукраїнського національного університету

Гоцій Н. Д., к.с.-г.н., старший викладач кафедри екологічної безпеки Львівського державного університету безпеки життєдіяльності

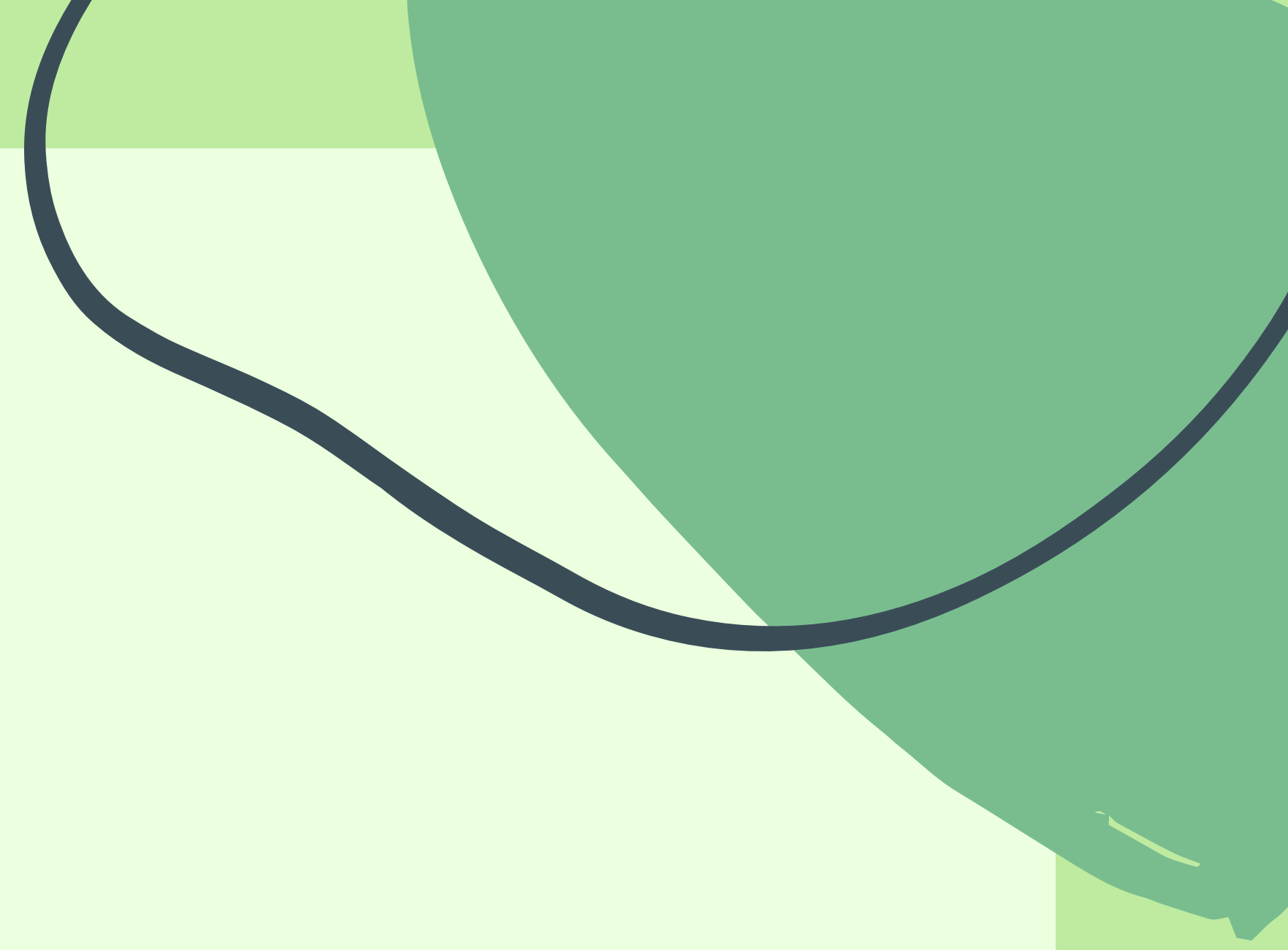
Рецензенти:

Шпаківська І. М., к.біол.н., старший науковий співробітник, завідувач відділу екосистемології Інституту екології Карпат НАН України

Дронова О. Л., к.географ.н., доцент, старший науковий співробітник Сектору збалансованого розвитку та екологічної оцінки Інституту географії НАН України

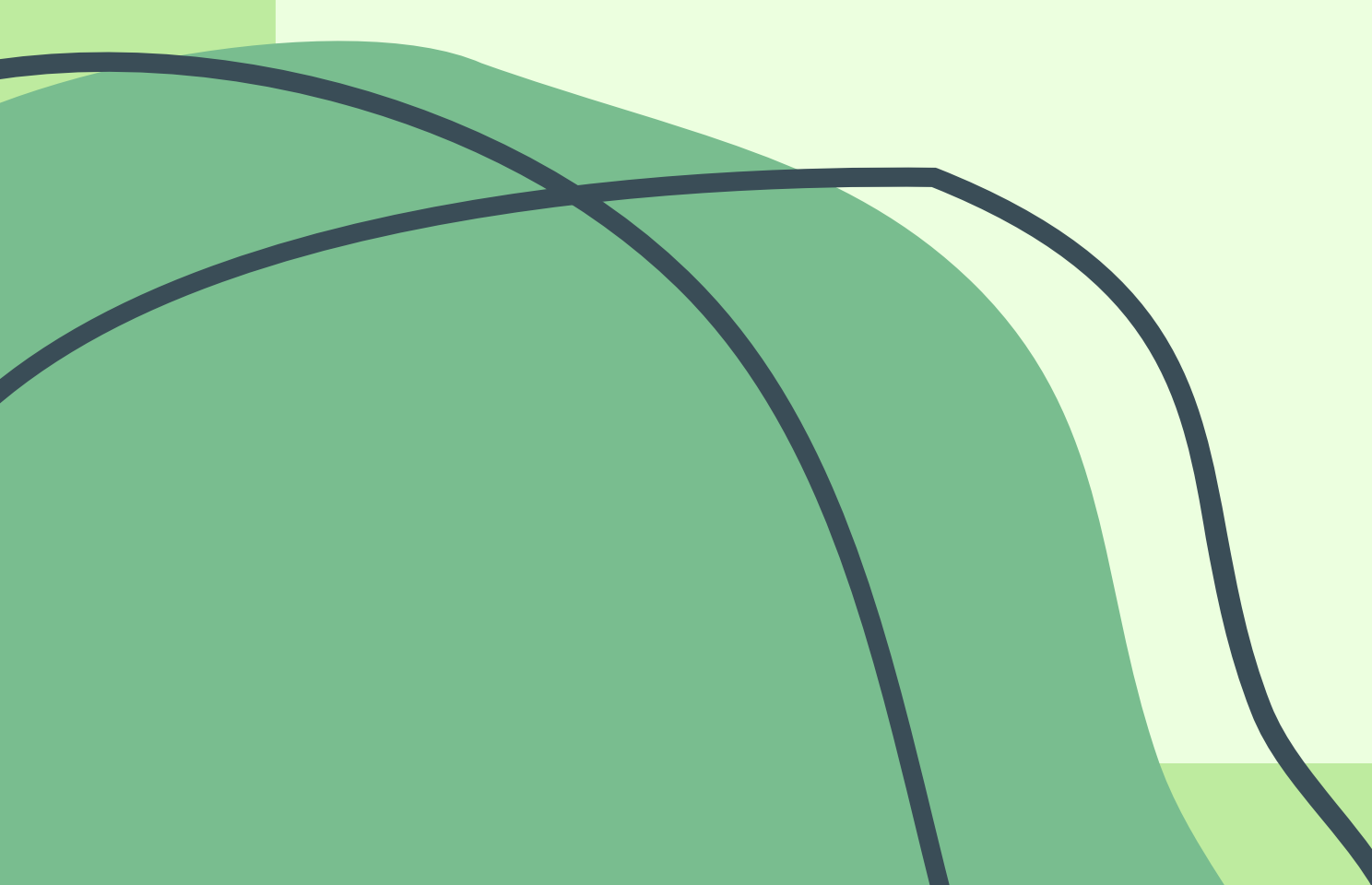
© ГО “УЕК “Зелена хвиля”, 2025

© Козак О. М., Бідолах Д. І., Дух О. І., Кендзьора Н. З., Бондар О. Б., Гоцій Н. Д., 2025



ЗМІСТ

Вступ.....	4
Коротко про інструменти i-Tree.....	6
Як працювати з практичними завданнями?.....	8
Практична робота 1. Оцінка екосистемних послуг окремих дерев за допомогою інструменту i-Tree My Tree.....	10
Практична робота 2. Інвентаризація деревних насаджень та збір польових даних для i-Tree Eco.....	16
Практична робота 3. Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень за допомогою i-Tree Eco.....	24
Практична робота 4. Картування екосистемних послуг дерев та кущів на основі даних i-Tree Eco.....	38
Практична робота 5. Моніторинг зміни деревного покриву за допомогою i-Tree Canopy.....	50
Практична робота 6. Збір та підготовка даних про забруднення повітря та опади для внесення в i-Tree Database.....	55
Список літератури.....	60



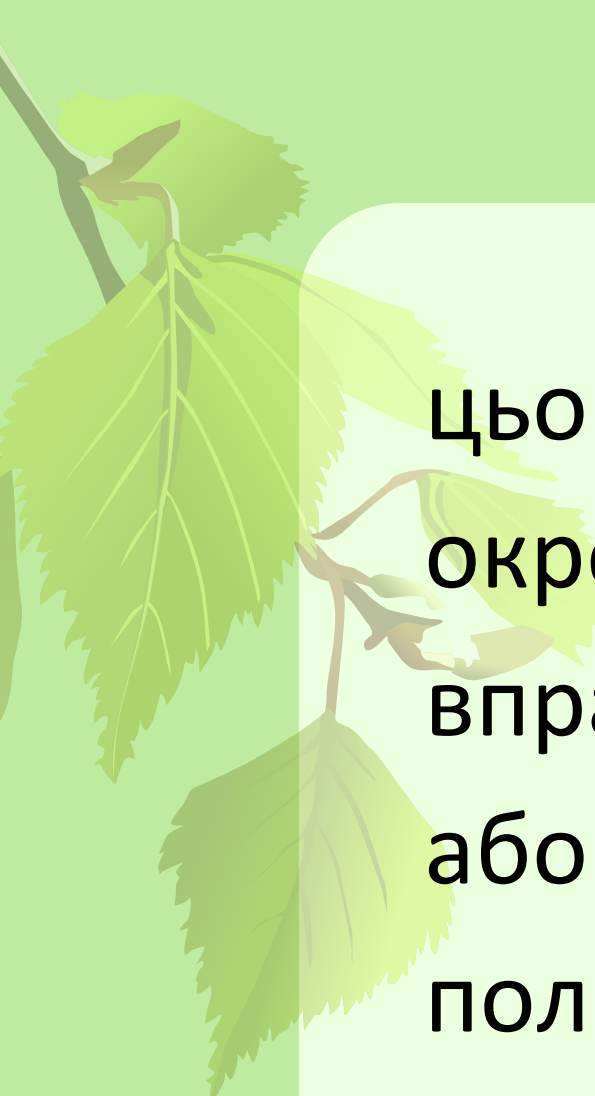
Вступ

Підготовка фахівців різних напрямів у закладах вищої освіти потребує постійного оновлення навчальних матеріалів із урахуванням сучасних наукових досліджень, екологічних та соціальних викликів, а також розробки політик для їх подолання як на міжнародному, так і на національному рівнях. Для фахівців природничого спрямування важливою є інтеграція практичної складової у навчальні програми, що дає змогу студентам отримати реальний досвід і застосовувати теоретичні знання на практиці, працюючи з актуальними екологічними проблемами та світовими трендами. Особливу увагу слід приділяти включенню методичних підходів до оцінювання екосистемних послуг у навчальні програми, що сприяє формуванню системного розуміння цінності природних ресурсів та їхнього сталого управління.

Екосистемні послуги визначаються як товари та послуги, що надаються екосистемами людям. Згідно з Оцінкою екосистем тисячоліття (*Millenium Ecosystem Assessment, 2006*), екосистемні послуги - це «*блага, які люди отримують від екосистем*». Концепція екосистемних послуг все активніше відображається у міжнародних політиках та договорах. Зокрема **Конвенцією про біологічне різноманіття**, екосистемні послуги розглядаються як невід'ємна складова екосистемного підходу та компонент, який має включатися в національні політику, планування, освіту та рішення щодо управління ресурсами. А у **Куньмінсько-Монреальській Глобальній рамковій програмі збереження біорізноманіття** серед чотирьох глобальних цілей до 2050 року в одній з них (Goal B) зазначено, що «*...внесок природи в життя людей, включаючи екосистемні функції та послуги, цінуються, підтримуються та покращуються, причому ті, що зараз занепадають, відновлюються, підтримуючи досягнення сталого розвитку на благо нинішнього та майбутніх поколінь до 2050 року*».

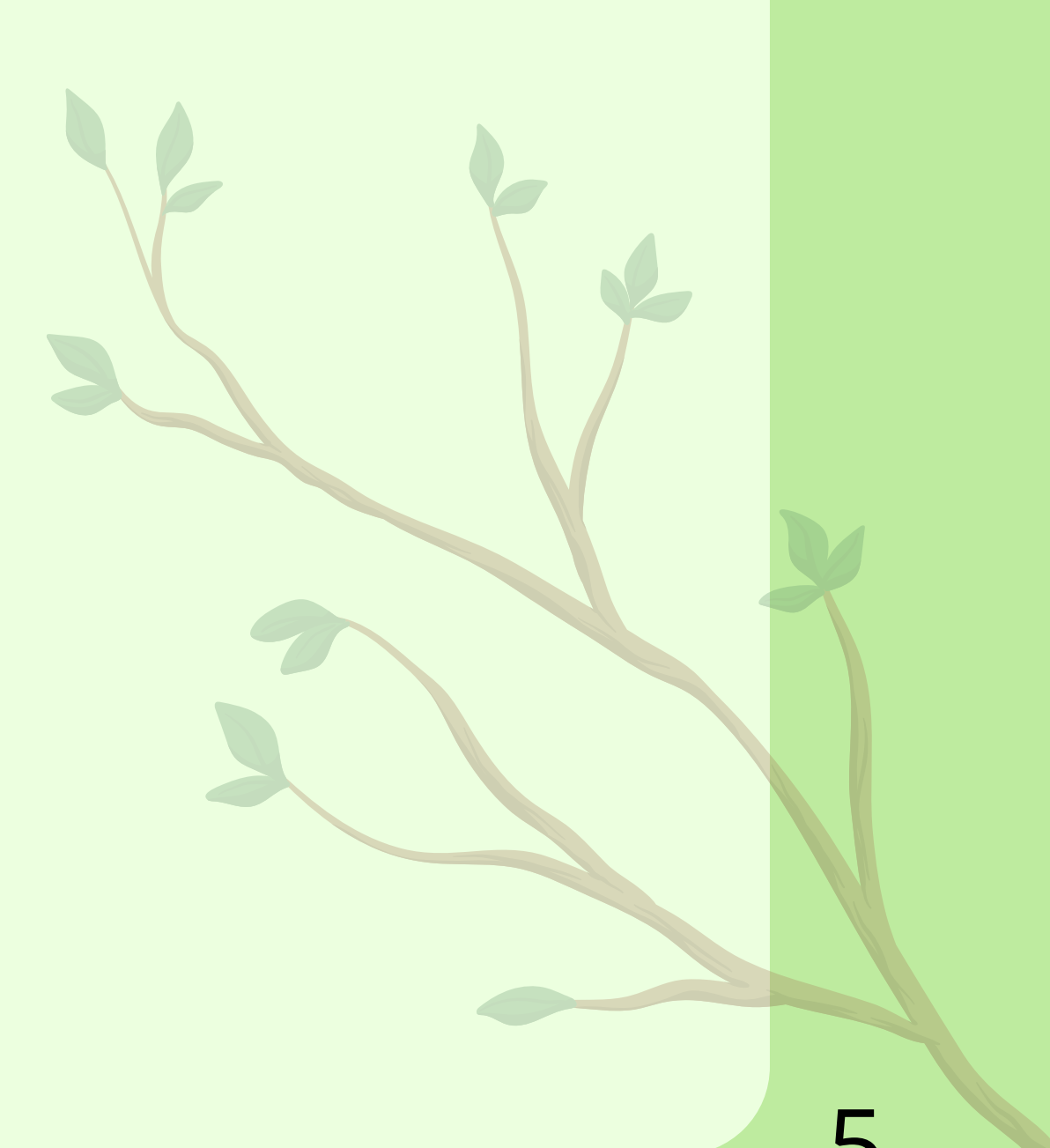
Важливим інструментом є економічна оцінка (монетизація) екосистемних послуг, оскільки вона сприяє усвідомленню цінності природи для суспільства та економіки, інтеграції екологічних аспектів у процес прийняття рішень, запобіганню деградації природних ресурсів і стимулює інвестиції у їхнє збереження та відновлення. Такий підхід забезпечує сталий розвиток, враховуючи інтереси як природи, так і людей. Однак, оцінка екосистемних послуг є складним завданням, адже не всі їхні типи піддаються кількісній оцінці, а для різних категорій екосистемних послуг необхідно використовувати різні методи та підходи. Водночас варто розуміти, що оцінка екосистемних послуг має антропоцентричний характер, оскільки оцінює перш за все користь для людини. Крім того, незалежно від застосованих методів, екосистемні послуги часто залишаються недооціненими. Зважаючи на всю складність та багатогранність оцінки екосистемних послуг, виникає потреба «*зробити цінність природи видимою*». Цій меті слугує низка міжнародних ініціатив, зокрема **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES)**, **The Economics of Ecosystems and Biodiversity (TEEB)** та інші.

Ця публікація спрямована на ознайомлення викладачів і студентів із американським програмним пакетом i-Tree, а також надання їм практичних навичок використання



цього інструменту, як одного з методів оцінки та монетизації екосистемних послуг окремих дерев і деревних насаджень загалом. Варто зазначити, що наведені практичні вправи найкраще підійдуть для оцінки екосистемних послуг міських зелених насаджень або невеликих ділянок лісових екосистем у межах населених пунктів, оскільки збір польових даних для великих масивів природних лісових екосистем може бути дуже трудомістким. Або як альтернативу, цю проблему можна вирішити шляхом закладання пробних площ.

Методичні рекомендації рекомендовано для використання у закладах вищої освіти при підготовці фахівців спеціальностей "Екологія", "Садово-паркове господарство", "Лісове господарство", "Географія та регіональні студії", "Архітектура та містобудування" та інших дотичних галузях, у тому числі міждисциплінарних освітніх програмах. Напрацьовані матеріали не обмежуються використанням лише у вищій освіті, а також можуть бути використані у професійно-технічній і навіть середній освіті, як складова позакласної наукової роботи учнів. Матеріали перш за все створені для викладачів ЗВО, але також можуть бути корисними для студентів, керівників гуртків, представників НГО та об'єктів ПЗФ, які працюють з молоддю тощо.



Коротко про інструменти i-Tree

i-Tree — це сучасний рецензований пакет програмного забезпечення від USDA Forest Service, який використовується для аналізу деревних насаджень та оцінки їх екосистемних послуг. Інструменти i-Tree мають на меті сприяти сталому управлінню зеленими насадженнями в населених пунктах та поширенню обізнаності про роль дерев в урбанізованому середовищі через оцінку структури деревних насаджень та їх екосистемних послуг.

З моменту випуску першої версії інструментів i-Tree у 2006 році, тисячі громад, громадських організацій, консультантів, дослідників, волонтерів і студентів у всьому світі використовували цей інструмент для оцінки окремих дерев, ділянок, районів, міст і навіть цілих штатів. Аналіз локальних екосистемних послуг дерев допомагає зрозуміти зв'язок між управлінням зеленими насадженнями, якістю навколишнього середовища та добробутом громади. Незалежно від того, чи вас цікавить одне дерево чи цілий ліс, i-Tree надає цінні дані, які можна використати для демонстрації важливості зелених насаджень і встановлення пріоритетів для ефективнішого прийняття рішень.

Використання i-Tree у світі станом на 2021 рік



Набір інструментів i-Tree

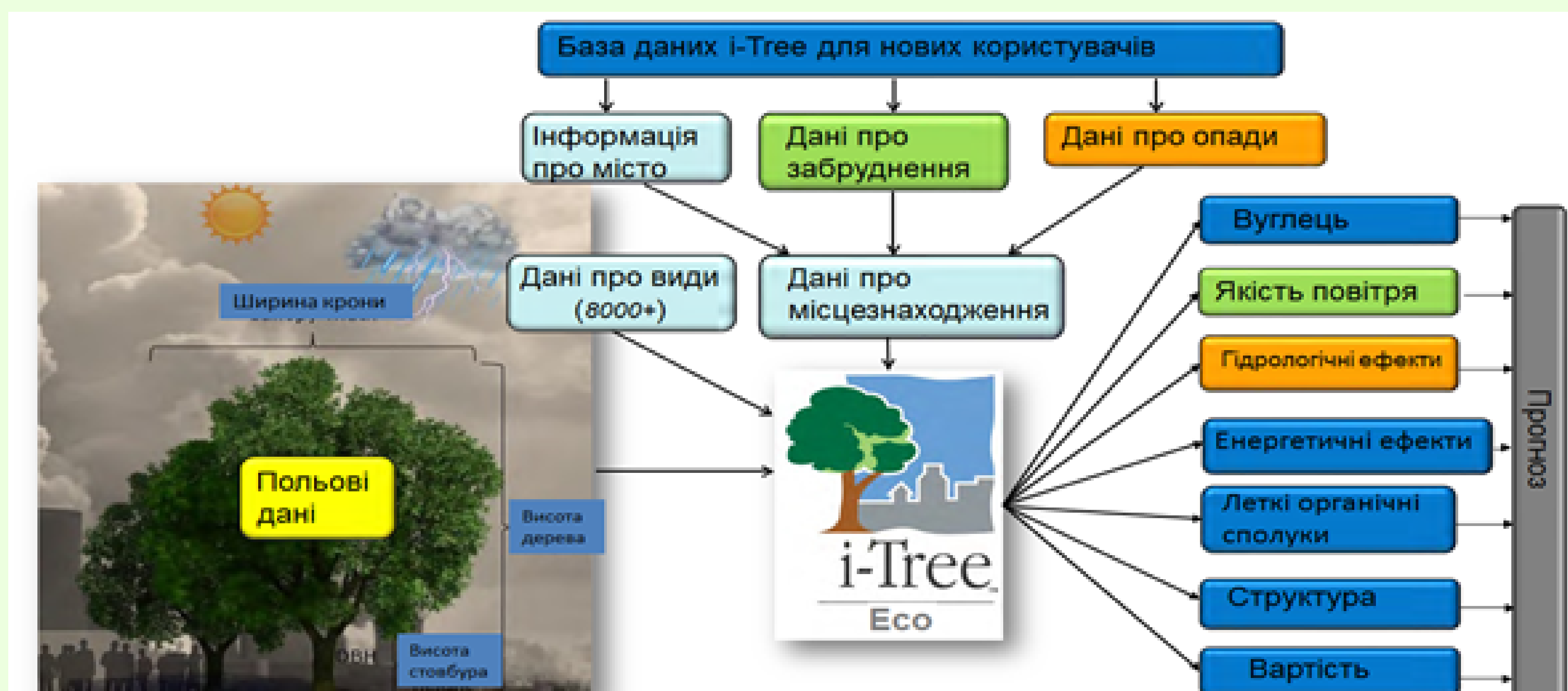


Джерело: Перекладено та адаптовано ГО "УЕК "Зелена Хвиля" з

https://www.itreetools.org/documents/898/i-Tree_Academy_Spring_2023_-_Session_1_i-Tree_Introduction_slides.pdf

Аналіз структури деревних насаджень та оцінка їх екосистемних послуг найкраще виконуються за допомогою програми i-Tree Eco. Ця програма потребує найбільшого обсягу вхідних даних, що дозволяє отримати детальніші результати, а також забезпечує їх високу точність. Для розрахунків у програмі використовуються польові дані про кожне дерево на досліджуваній ділянці (щонайменше інформація про вид та діаметр стовбура), а також локальні дані про ділянку (місцезнаходження, погодинні дані про опади та забруднення повітря) та інформація про види дерев із бази даних i-Tree Database.

Основи структури i-Tree Eco



Джерело: <https://www.itreetools.org/support/resources-overview/i-tree-methods-and-files>

Інструменти i-Tree дозволяють оцінити такі екосистемні послуги, як поглинання та зберігання вуглецю, продукування кисню, гідрологічні ефекти (затримка дощової води зеленими насадженнями), енергетичні ефекти (вплив на нагрівання та охолодження будівель), видалення забруднювачів повітря (очистка повітря від CO, NO₂, SO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀). Детальніше з можливостями та особливостями використання інструментів i-Tree можна познайомитися далі.

Як працювати з практичними завданнями?

Розроблені методичні рекомендації складаються з повністю готових практичних вправ, які допоможуть поглибити теоретичні знання щодо оцінки екосистемних послуг зелених насаджень та набути практичних навичок роботи з основними інструментами i-Tree, зокрема такими як My Tree, i-Tree Eco, Canopy та Database.

Наведені завдання можуть бути використані для підготовки протоколів практичних робіт для студентів. Кожна практична вправа має однакою структуру викладу матеріалу, зокрема складається з однакових блоків, пояснення та рекомендації до яких наведено нижче.

Блок	Пояснення та рекомендації
<i>В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися</i>	<p>Допоможе в орієнтації викладачів для яких курсів дане завдання може підійти. Однак даний перелік не є вичерпним і може доповнюватися.</p> <p>Також підкреслює міждисциплінарну значущість завдання.</p> <p>З протоколу практичного завдання для студентів цей блок можна вилучити.</p>
<i>Рекомендації для викладачів</i>	<p>Допоможе викладачам під час підготовки до завдання. Використовуйте ці вказівки для надання ефективних інструкцій студентам та адаптації завдання для конкретної групи.</p> <p>З протоколу практичного завдання для студентів цей блок можна вилучити.</p>
<i>Теоретичні відомості</i>	<p>Забезпечить зрозуміле пояснення ключових понять, пов'язаних із завданням. Допоможе краще зрозуміти тему.</p>
<i>Корисні посилання</i>	<p>Дозволить поглибити теоретичні знання з теми та познайомить з практиками застосування інструменту та підходів, яким присвячене завдання.</p> <p>Підкреслює важливість роботи з науковими джерелами.</p>
<i>Прилади та матеріали</i>	<p>Переконайтесь, що всі необхідні матеріали доступні.</p> <p>У разі відсутності чогось із запропонованого списку, подумайте про можливі альтернативи.</p> <p>Заохочуйте студентів до самостійної підготовки приладів та матеріалів.</p>

<p><i>Хід роботи</i></p>	<p>Містить детальні покрокові інструкції щодо виконання завдання, у тому числі візуальні елементи, які допоможуть виконати завдання якнайкраще.</p>
<p><i>Приклад оформлення результатів</i></p>	<p>Допоможе зрозуміти як мають виглядати результати. Рекомендуємо даний блок використовувати суто для викладачів.</p> <p>З протоколу практичного завдання для студентів цей блок можна вилучити.</p>
<p><i>Оформлення результатів</i></p>	<p>Допоможе оформити результати завдання.</p>

Під час проведення практичних вправ, дотримуйтеся наступних рекомендацій:

- Перед початком завдання проведіть інструктаж для студентів. Обов'язково зверніть увагу на питання техніки безпеки під час виконання завдання.
- Спочатку поясніть структуру завдання, зокрема основні етапи його виконання.
- Враховуйте рівень підготовки студентів та специфіку дисципліни.
- Мотивуйте студентів через приклади реального застосування знань.
- Оцінюйте не лише правильність виконання, а й логіку, креативність і чіткість висновків.
- Заохочуйте студентів порівнювати та аналізувати свої результати, шукати відмінності та їх причини.

Представлені практичні вправи можуть використовуватися на розсуд викладача. Залежно від наявних часу та технічних ресурсів запропоновані практичні вправи можна змінювати, доповнювати, включати додаткові завдання або виключати окремі аспекти.

Практична робота 1. Оцінка екосистемних послуг окремих дерев за допомогою інструменту i-Tree My Tree

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Загальна екологія; Екологія наземних систем; Екологічний моніторинг; Лісова екологія; Ландшафтна екологія; Урбоекологія; Урбаністика; Ландшафтна таксація; Інвентаризація садово-паркових об'єктів; Інформаційні технології в садово-парковому господарстві; Лісовпорядкування; Моніторинг лісових екосистем; Польова практика різних напрямків; інші суміжні дисципліни.

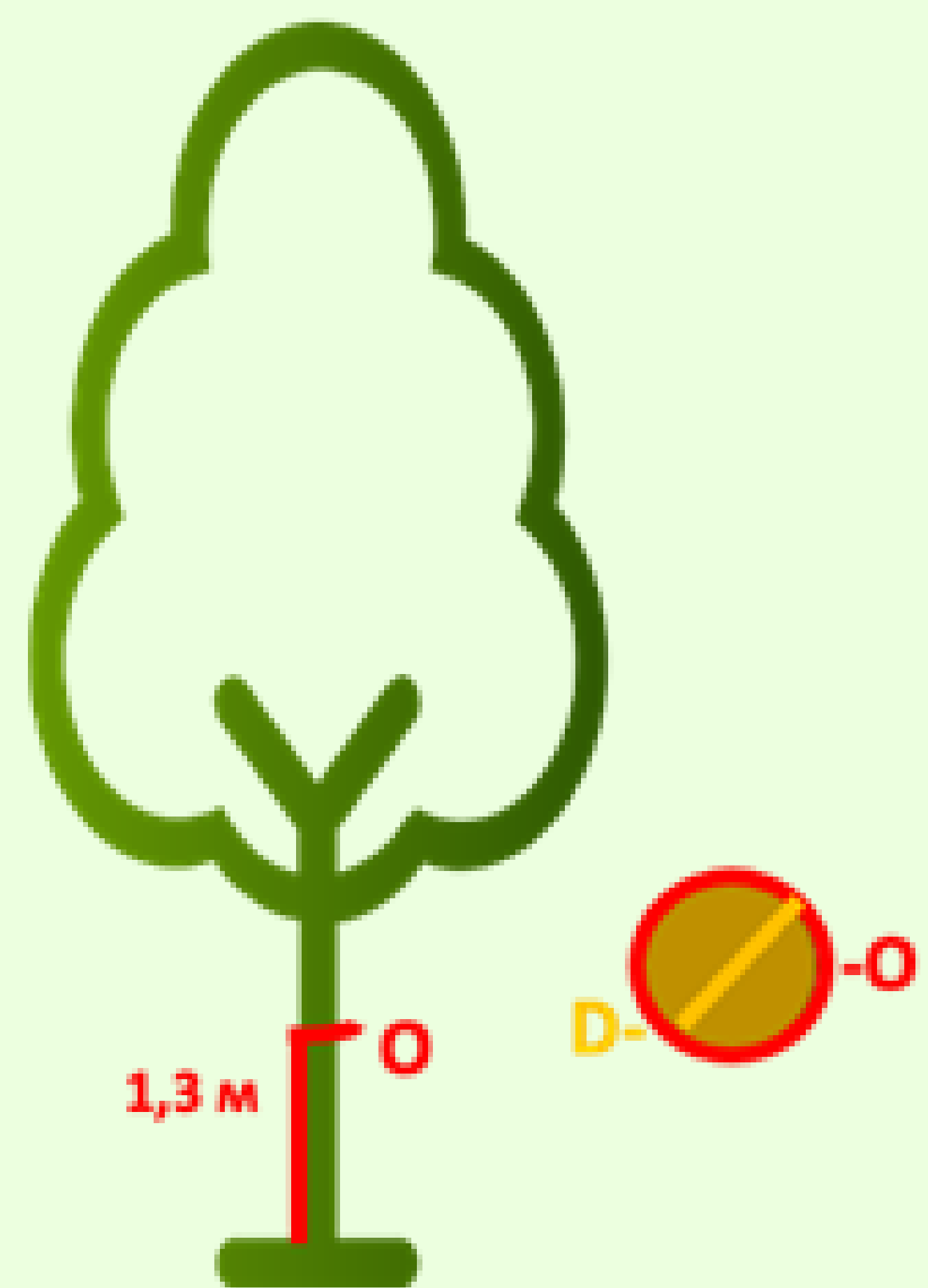
Рекомендації для викладачів:

В умовах завдання пропонується зібрати дані та обрахувати екосистемні послуги для 3-х дерев, але викладачі можуть коригувати кількість залежно від освітніх та дослідницьких цілей, а також наявного часу.

Обов'язково під час інструктажу зверніть увагу студентів, що при внесенні даних в i-Tree My Tree у вкладці "Project" треба обрати "Metric Units". Крім того, при внесенні виду повзунок треба поставити на "Scientific", а тоді вказати латинську назву досліджуваного виду.

Зверніть увагу студентів, що у програмі розмір стовбура можна вказувати як окружність або як діаметр (треба виставити відповідний повзунок). Поясніть під час інструктажу як вимірюється окружність та діаметр стовбура дерева.

- За допомогою мірної стрічки (рулетки) відміряйте 1,3 м стовбура дерева від землі (орієнтовно висота грудей).
- Обмотайте мірну стрічку (рулетку) навколо стовбура дерева на визначеній висоті (1,3 м). Переконайтеся, що стрічка рівна й щільно натягнута навколо стовбура, і запам'ятайте окружність (O).
- Перетворіть окружність стовбура в діаметр, поділивши її на число π (3.14):
 $D = O / 3,14$



Теоретичні відомості:

i-Tree My Tree - інструмент для вимірювання екосистемних послуг окремих дерев. Це простий інструмент, який можна встановити на смартфон у вигляді мобільного додатку або використати без завантаження у вигляді браузерної версії. Інструмент дозволяє оцінити екосистемні послуги окремих дерев у одиницях виміру та грошовому еквіваленті, зокрема такі як секвестрація вуглецю, регуляція дощового стоку та очищення повітря (CO, O₃, NO₂, SO₂, PM_{2.5}). Якщо в радіусі 18 м від дерева знаходиться будівля, то програма дозволяє також оцінити вплив дерева на збереження електроенергії в даній будівлі. Даний інструмент є простим у використанні, а тому часто використовується з освітньою метою для ознайомлення з принципами роботи інструментів i-Tree та знайомства з концепцією екосистемних послуг. Однак може бути використаний і для інших цілей, зокрема для управління та збереження зеленими зонами населених пунктів.

Корисні посилання:

1. Браузерна версія i-Tree My Tree / <https://mytree.itreetools.org>
2. Дух О. І., Цицюра Н. І., Бондар О. Б. (2023). Використання інструментів i-Tree для формування фахових компетентностей майбутніх екологів. Scientific Bulletin of KRHPA, 17, 127–134. / <https://doi.org/10.32782/2410-2075-2023-17.16>
3. Nowak D. J. (2021). Understanding i-Tree: 2021 summary of programs and methods. General Technical Report NRS-200-2021. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station. 100 p. [plus 14 appendixes] / <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-200-2021>.
4. Nowak D. J., Maco S., Binkley M. (2018). i-Tree: Global tools to assess tree benefits and risks to improve forest management. Arboricultural Consultant. 51(4): 10-13. / https://www.fs.usda.gov/nrs/pubs/jrnl/2018/nrs_2018_nowak_006.pdf
5. Коротка відеоінструкція “Як виміряти діаметр дерева?” (англійською) / <https://www.itreetools.org/media/watch.php?s5lgZyxxkWQ?list=PLTpJ4X0F9py0KchjAnoXCvihW-SL4QHry>

Прилади та матеріали: Рулетка (мірна стрічка) для визначення окружності або діаметру дерева, визначник рослин (у т.ч. електронні додатки), смартфон із встановленим додатком iTree My Tree або браузерна версія на комп'ютері My Tree.

Хід роботи:

1. Вибрати три дерева різних видів з окружністю стовбура більше ніж 30 см на одній ділянці (це можуть бути дерева, що ростуть поруч з домом; дерева у парку чи сквері; зелені насадження вздовж дороги тощо).

2. Здійснити збір наступних даних для обраних трьох дерев та записати результати у таблицю 1.1:

o Наукова назва виду (латинська назва) (скористайтесь традиційними визначниками або мобільними додатками, такими як Seek iNaturalist, Pl@ntNet, PlantSnap, Google Lens чи іншими);

o Окружність або діаметр стовбура на висоті 1,3 м, у см;

o Умови росту дерева (за шкалою: відмінно, добре, прийнятно, погано, критично, відмираюче дерево, мертве дерево);

o Освітленість (повна, часткова, дерево повністю затінене);

The image shows a screenshot of a digital data entry form for tree species identification. The form is white with green accents and is set against a light green background with decorative leaf and branch graphics. It contains several input fields and selection options, each with a green question mark icon to its right. The fields are: 'Location*' with a text input containing 'вулиця Іллінська, 4А, Київ, Україна, 02000' and 'Lat: 50.46479, Lng: 30.51981'; 'Tree Species (Type to search)*' with a text input containing 'Aesculus hippocastanum'; 'Tree Condition*' with a dropdown menu set to 'Critical'; 'Trunk Size (cm.)*' with a text input containing '26' and a toggle switch for 'Diameter'; 'Sun Exposure*' with radio buttons for 'Full', 'Partial' (selected), and 'Shade'; and 'Is it within 18 meters of a building?' with radio buttons for 'Yes' (selected), 'No', and 'Skip'. A green pencil icon is visible in the top right corner of the form area.

3. Якщо дерево знаходиться ближче 18 м до будівлі, то потрібно зібрати додаткові показники:

- Відстань від дерева до будівлі, приблизно у метрах;
- Вік будівлі (до 1950; між 1950 і 1980; новіший за 1980 р.);
- Напрямок від дерева до будівлі (Пн, Пд, Сх, Зх, Пн-Сх, Пн-Зх, Пд-Сх, Пн-Зх).

4. Всі зібрані дані для трьох дерев використати для обрахунку екосистемних послуг кожного дерева за допомогою інструменту i-Tree My Tree за посиланням: <https://mytree.itreetools.org/> . Для роботи з My Tree скористайтеся короткими інструкціями нижче.

- Відкрийте сторінку <https://mytree.itreetools.org/>
- Натисніть **“Проект”** на верхній панелі навігації та виберіть метричну систему вимірювання.
- Потім натисніть **“Почати”**.
- Оберіть на карті локацію або впишіть адресу свого дерева.
- Потім натисніть **“Далі”**. Заповніть поля та опишіть своє дерево.
- Прогляньте результати.

5. Отримані розрахунки занести у Таблицю 1.1 та 1.2. Підготувати відповідні висновки.

Приклад оформлення результатів:

Дата вимірів 01.06.2024

Локація м.Київ, 1-ше студ.містечко НаУКМА

ПІБ дослідників Іванів І.І.

Примітки (за потреби) Кроновані дерева минулого року

№п/п	Вид дерева (латин.)	Окружність, см	Діаметр, см	Умови зростання дерева	Освітленість
1.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	82	26,1	Критичні	Часткова
2.	....	...	...	...	...

№ п/п	Вид дерева (латин.)	Окружність стовбура, см	Сумарна вартість екосистемних послуг, грн.	Секвестрація вуглецю у грошовому еквіваленті, грн.	Еквівалент CO2, кг	Регулювання дощового стоку у грошовому еквіваленті, грн.	Затримка дощового стоку, л	Очищення повітря у розмірі, грн.	CO, г	O3, г	NO2, г	SO2, г	PM2.5, г
За цей 2024 рік													
1.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	82	55,99	25,53	12	6,58	67	23,64	5,9	279,3	23,2	50	14,6
2.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
Через 20 років													
1.	<i>Aesculus hippocastanum</i>	82	1189,9	558,4	262,6	137,3	1401,9	494,4	122,4	5830,1	483,7	1043,6	304,4
2.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...

Оформлення результатів:

Таблиця 1.1. Короткий опис локації дослідження та характеристики досліджуваних дерев

Дата вимірів _____

Локація (населений пункт, вулиця, інше) _____

ПІБ дослідників _____

Примітки (за потреби) _____

№п/п	Вид дерева (латин.)	Окружність, см	Діаметр, см	Умови зростання дерева	Освітленість
1.					
2.					
3.					

Таблиця 1.2. Екосистемні послуги окремих дерев за цей рік та через 20 років

№ п/п	Вид дерева (латин.)	Окружність стовбура, см	Сумарна вартість екосистемних послуг, грн.	Секвестрація вуглецю у грошовому еквіваленті, грн.	Еквівалент CO ₂ , кг	Регулювання дощового стоку у грошовому еквіваленті, грн.	Затримка дощового стоку, л	Очищення повітря у розмірі, грн.	CO, г	O ₃ , г	NO ₂ , г	SO ₂ , г	PM _{2.5} , г
За цей _____ рік													
1.													
2.													
3.													
Через 20 років													
1.													
2.													
3.													

Висновки:

Практична робота 2. Інвентаризація деревних насаджень та збір польових даних для i-Tree Eco

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Основи екологічних знань; Загальна екологія; Урбоекологія; Дендроекологія; Екологія лісу; Ландшафтна таксація та інвентаризація садово-паркових об'єктів; Інформаційні технології в садово-парковому господарстві; Захист лісу; Моніторинг довкілля; Екомоніторинг в об'єктах ПЗФ; Організація наукових досліджень лісових екосистем; Польова практика різних напрямків.

Рекомендації для викладачів:

- Оберіть локації для інвентаризації, де можна провести оцінку дерев, ще до проведення заняття.
- Ознайомте студентів з різними аспектами збору даних (ідентифікація виду, вимірювання, фотографування, запис даних).
- Продемонструйте роботу приладів (рулетка, висотомір, мобільні додатки).
- Навчіть студентів основних методів вимірювання: діаметра стовбура (DBH), висоти дерева, ширини крони, визначення стану дерева тощо.
- Наголосіть на важливості точності збору польових даних, які будуть використані для наступних практичних робіт.
- Поділіть студентів на групи, видайте роздаткові матеріали та прилади.

Теоретичні відомості:

Інвентаризація деревних насаджень - це процес збору, аналізу та управління даними про дерева, який виконується для:

- Визначення стану та характеристик дерев (діаметр стовбура, загальна висота, висота живого дерева, висота до початку крони, параметри крони).
- Оцінки екологічних функцій (екосистемних послуг) дерев (наприклад, депонування вуглецю, очищення повітря, покращення водного балансу).
- Планування заходів із догляду, захисту та розвитку деревних насаджень.

Інвентаризація деревних насаджень та збір польових даних для i-Tree Eco - це комплексний процес, спрямований на оцінку екологічної цінності, стану та впливу міських і природних дерев на довкілля. Система i-Tree Eco дозволяє отримувати кількісні та якісні дані про роль дерев у таких сферах, як очищення повітря, збереження енергії, утримання вуглецю, регуляція дощового стоку тощо.

Інструкція щодо вимірювання висоти дерев за допомогою оптичного висотоміра.

Висотомір призначений для вимірювання висоти дерев, протяжності крони дерева і довжини очищеної від сучків частини стовбура. Базисні відстані для вимірювання висот - 20 і 30 м. Діапазон вимірювання висот: з відстані 20 м - 0-30 м, з відстані 30 м - 0-38 м. Відносна похибка вимірювання висоти $\pm 4\%$. Порядок користування оптичним висотоміром наступний:

→ Необхідно відійти від вимірюваного дерева на вибрану базисну відстань (20 або 30 метрів), дістати висотомір з футляра і піднести до ока зі сторони наочника. Окуляр щільно притиснути до ока. Дерево буде видно за об'єктивом в прямокутному прорізі стінки, на котрій розміщено дві шкали. При цьому нульовий штрих шкали необхідно сумістити з точкою кореневої шийки вимірюваного дерева. Поділка шкали, якої сягне вершина дерева, визначає його висоту. Шкали прикріплені до шкалоносіїв протилежними кінцями. Це зроблено для того, щоб при вимірюванні висоти з заданого базису одночасно можна було б зробити відлік лише за однією шкалою.

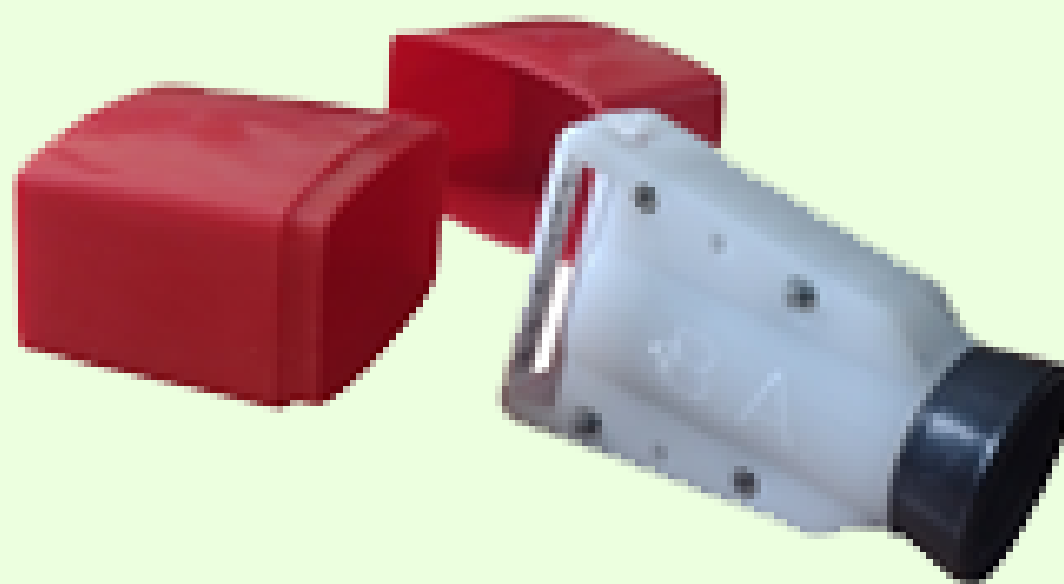
Корисні посилання:

1. i-Tree Eco / <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>
2. Eco Tree Measurements / Короткі відеоінструкції “Як виміряти загальну висоту дерева, висоту до живої верхівки та висоту до основи крони”, “Як виміряти діаметр одного стовбура дерева на рівні грудей”, “Як визначити освітленість крони для дерева під час польового збору екологічних даних” (англійською) / <https://www.itreetools.org/support/resources-overview/video-learning>
3. Nowak, D. J., Crane, D. E., Stevens, J.C., Hoehn, R. E., Walton, J. T. & Bond J. (2008). A Ground-Based Method of Assessing Urban Forest Structure and Ecosystem Services. *Arboriculture & Urban Forestry*, 34(6), 347–358 / <https://www.itreetools.org/documents/13/08%20UFORE.pdf>
4. Martin, N. A., Chappelka, A. H., Keever, G. J. & Loewenstein, E. F. (2011). A 100% tree inventory using i-Tree Eco protocol: A case study at Auburn University, Alabama. *Auburn University. Arboriculture & Urban Forestry*, 37(5), 207-212 / <https://doi.org/10.48044/jauf.2011.027>
5. Ross, S., Jean-Philippe, S., Clatterbuck, W., Giffen, N., Herold, J., & Zobel, J. (2020). i-Tree eco analysis of landscape vegetation on remediated areas of oak ridge national laboratory. *Open Journal of Forestry*, 10(04), 412 / <http://www.scirp.org/journal/Paperabs.aspx?PaperID=103351>

Прилади та матеріали: визначник рослин (у т.ч. електронні додатки *Seek iNaturalist*, *Pl@ntNet*, *PlantSnap*, *Google Lens* чи ін.); рулетка (мірна стрічка) для визначення розміру крони окружності або діаметра стовбура; висотомір для визначення висоти дерева (висотомір оптичний ВА (Висотомір Анучіна) або додаток на смартфоні); бланки для інвентаризації.



Рулетка (мірна стрічка)



Висотомір оптичний ВА
(Висотомір Анучіна)



Шкала висотоміра
(базисні відстані для
вимірювання висот - 20 і 30 м)

Хід роботи:

1. Оберіть кілька дерев різних видів, діаметрів стовбура і висоти. При проведенні повної інвентаризації проводяться вимірювання лише тих кущів і дерев, які мають діаметр стовбура не менше 1 дюйма (2,54 см). Кущі не враховуються.
2. Проведіть збір наступних даних для обраних дерев (запишіть результати у таблицю 2.1):
 - Наукова назва виду (латинська назва) (скористайтеся визначником або мобільними додатками);
 - Окружність або діаметр стовбура на висоті 1,3 м, у см (виміряйте рулеткою);
 - Частка відмирання крони, %;
 - Загальна висота дерева, м (виміряйте висотоміром);
 - Висота живого дерева, м;
 - Висота початку крони, м;
 - Ширина крони у напрямках Пн-Пд та Сх-Зх, м;
 - Відсутня частина крони, %;
 - Освітленість, кількість світла, що потрапляє на крону (від 0 до 5).
 - Для детальнішого ознайомлення з процесом збору зазначених показників ознайомтеся із нижченаведеною інформацією.

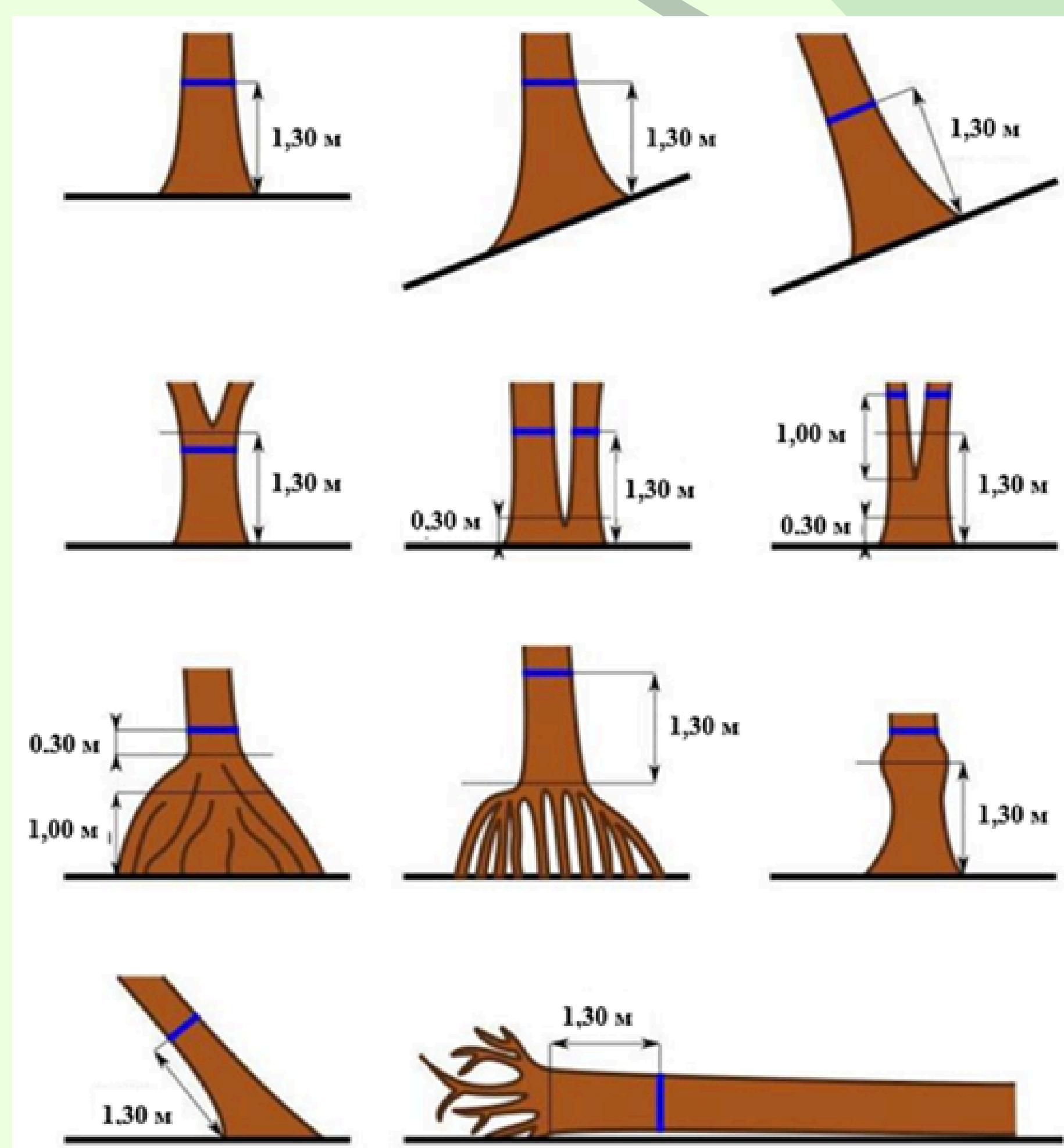
Вимірювання діаметра стовбура (DBH).

Окружність стовбура (O) вимірюють на висоті 1,3 м над рівнем землі (приблизно на висоті грудей). Вимірювання проводять з допомогою мірної стрічки.

Особливості вимірювання нестандартних стовбурів вказано на ілюстрації.

- Якщо в дерева точка розгалуження основного стовбура знаходиться над поверхнею землі, то рослина вважається одним деревом. Діаметр до шести стовбурів вимірюється за кожним стовбуром окремо (DBH 2 та ін., при цьому варто вказати, на якій висоті виміряно ці діаметри - DBH height).

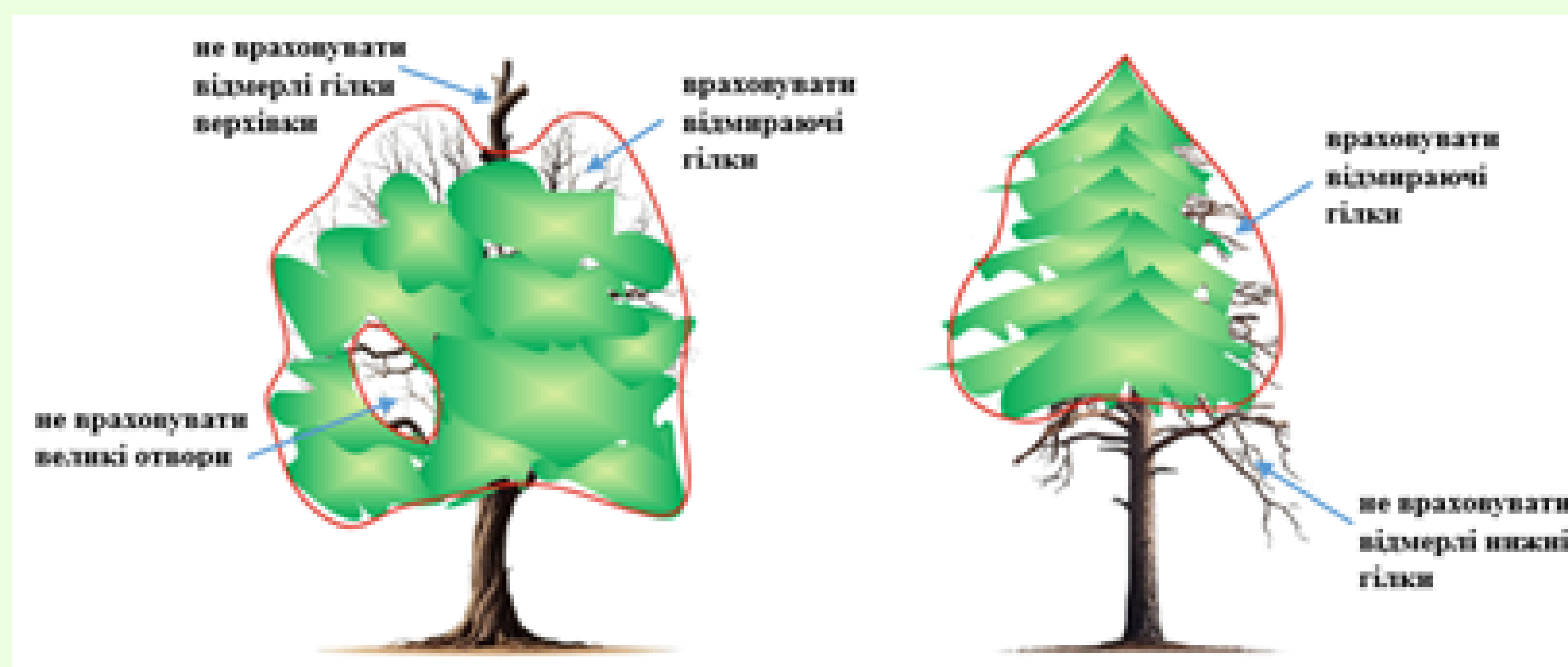
Якщо в дерева точка розгалуження основного стовбура знаходиться під землею, то кожний стовбур вважається окремим деревом.



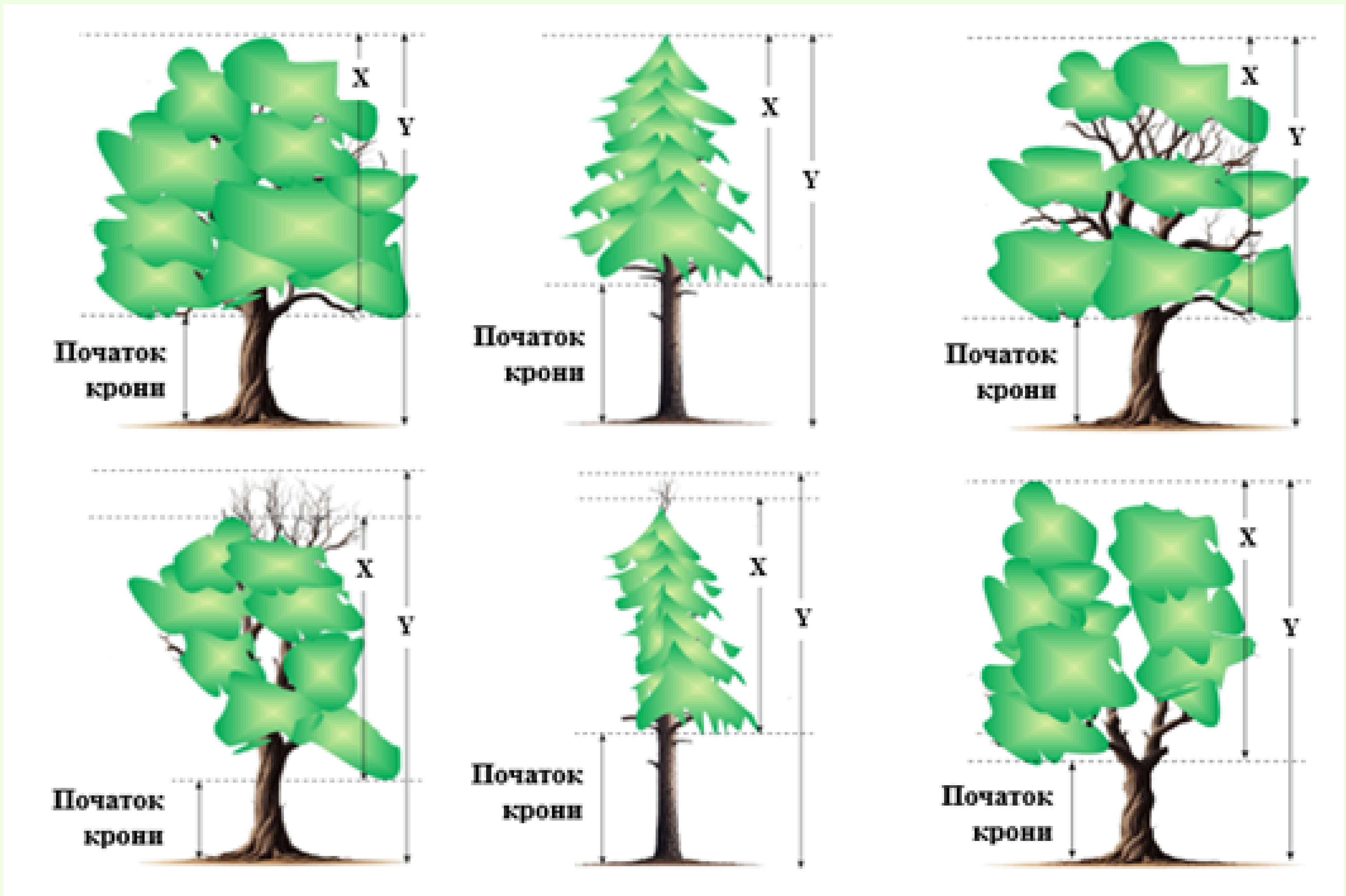
Окружність стовбура можна перетворити в діаметр (DBH), поділивши її на число π (3,14):
 $DBH = O / 3,14$

Частка відмирання крони

Показник визначається як відсоток тої частини крони дерева, яка є відмираючою. Відмирання верхівки крони та нижніх гілок через затінення не враховується.



Вимірювання висоти дерева і супутніх параметрів (висоти живого дерева, висоти початку крони).



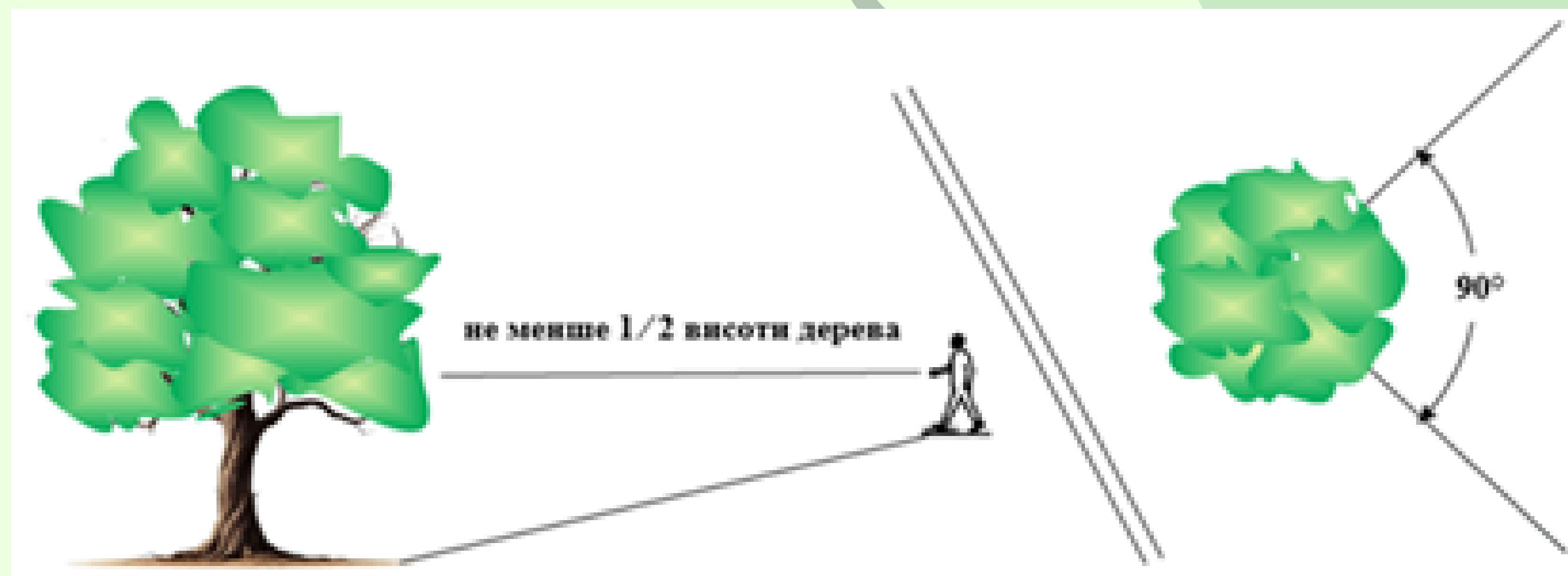
Загальну висоту дерева вимірюють від рівня землі до верхівки мертвого чи живого дерева (до верхньої точки стрілки Y на малюнку).

Висота живого дерева - це сума висоти до нижнього краю крони (початок крони) + висоти живої крони (стрілка X на мал.). Вимірюється від рівня землі до верхівки ЖИВОЇ крони.

Висоту до нижнього краю крони (початок крони) вимірюють від рівня землі до нижнього краю живої крони (по лінії краю крони, як наведено на мал). Пагони зі сплячих бруньок нижче лінії також буде враховано при виконанні розрахунку показника відсутньої крони.

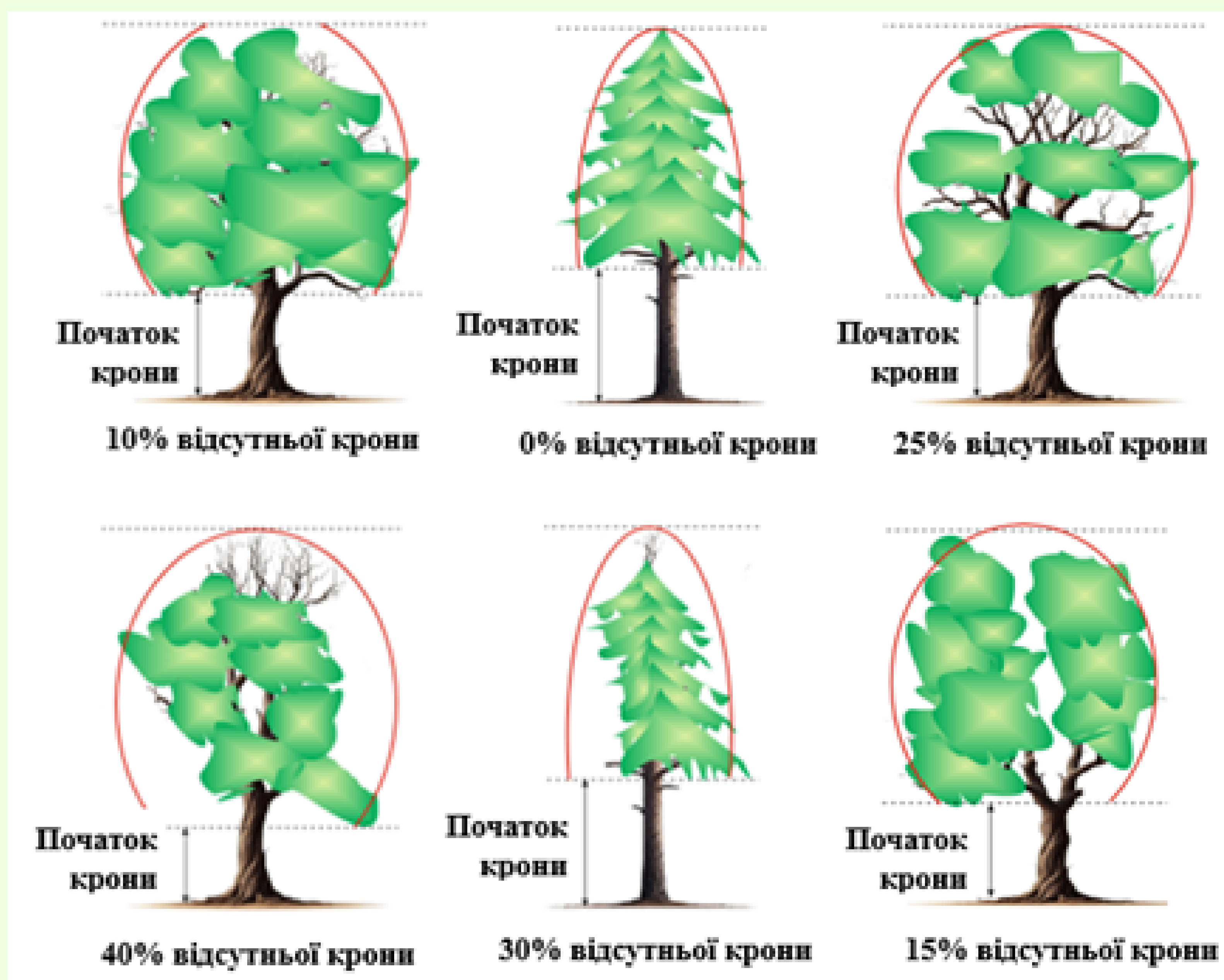
Спостереження за короною.

Для проведення вимірювань крони необхідно забезпечити спостереження за нею так, як зображено на малюнку.



Намагайтеся стояти на відстані від дерева, довжина якої дорівнює від половини до повної висоти цього дерева. При проведенні вимірювань двоє дослідників мають стояти під кутом один до одного у точках, з яких найкраще проглядається корона. В ідеалі - під кутом 90 градусів один від одного, на рівній поверхні.

Відсоток відсутньої крони. Визначення відсотка всього об'єму крони, який не заповнений гілками та листями (див. малюнок).



Уявіть собі здорове, правильно сформоване дерево. В лісі звертайте увагу на природну форму крони, яка є притаманною конкретному виду.

Визначте відсоток крони, що є відсутньою через нерівномірне формування, обрізку, відмирання, листопад, та/або недостатній листяний покрив.

Не враховуйте внутрішні прогалини у кроні, спричинені природним затіненням всередині крони.

Отриманий показник можна зменшити за рахунок показника наявності пагонів зі сплячих бруньок, що знаходяться нижче рівня живої крони.

Вимірювання ширини крони:

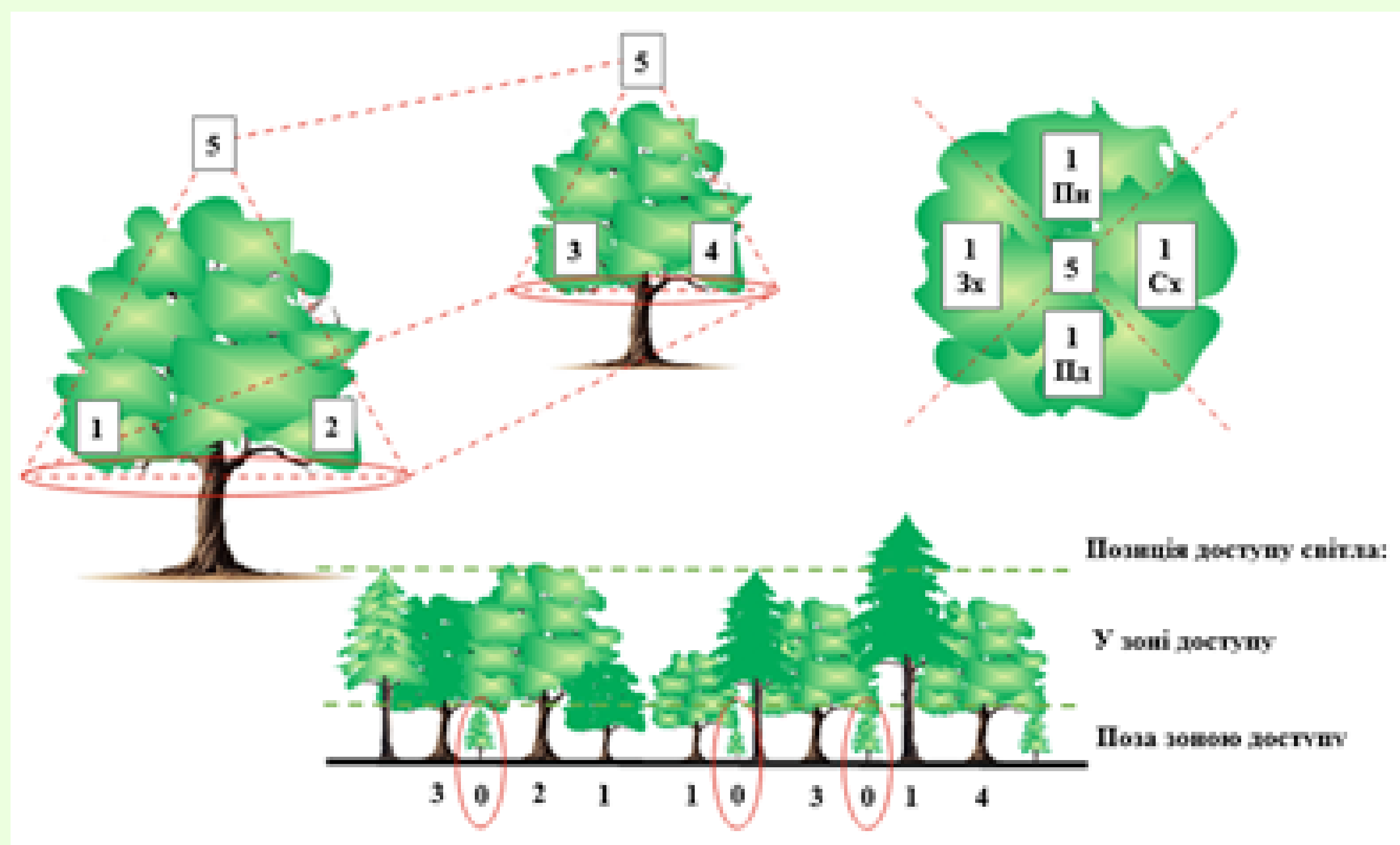
Жива крона вимірюється по ширині з точністю до 0,1 м у двох напрямках: з півночі на південь (Пн-Пд) та зі сходу на захід (Сх-Зх), всі мертві дерева позначаються як -1.



Доступ світла до крони. Кількість сторін крони дерева, які отримують світло зверху або збоку (максимум 5).

Сторона дерева вважається такою, що не отримує прямого світла, якщо доступу світла до неї перешкоджає крона сусіднього дерева або будівля:

- закриває цю сторону;
- знаходиться в межах середньої ширини крони від стовбура відповідного дерева та об'єкт є, як мінімум, такої ж висоти, що і відповідне дерево.



Для оцінки доступу світла до крони використовуйте такі коди:

- Мертве дерево: значення не вводиться
- 0: Дерево не отримує прямого світла, оскільки воно знаходиться у тіні дерев чи інших елементів рослинності та об'єктів.
- 1: Пряме світло досягає 1 з 5 сторін дерева.
- 2: Пряме світло досягає 2 з 5 сторін дерева.
- 3: Пряме світло досягає 3 з 5 сторін дерева.
- 4: Пряме світло досягає 4 з 5 сторін дерева.
- 5: Пряме світло досягає дерево з усіх 5 сторін (дерево росте на відкритій ділянці).

При проведенні інвентаризації дерев також можна додатково вказувати їх GPS-координати та фотозображення.

3. Всі отримані заміри та обчислені розрахунки занесіть у таблицю 2.1. Підготуйте відповідні висновки.

Приклад оформлення результатів:

Польові дані інвентаризації дерев

Дата вимірів 09.10.2024 р.

Локація (населений пункт, вулиця, інше) м. Львів, Ботанічний сад НЛТУ України

ПІБ дослідників Гуцол Д., Поліщук О., Шкуленда В., Тхор С.

Примітки (за потреби) великовікові дерева дендрарію

№ дерева	Вид	ДВН, см	ДВН 2, см	ДВН height, м	Відмирання крони %	Загальна висота, м	Висота живого дерева, м	Висота основи (до початку крони), м	Ширина крони Сх-Зх, м	Ширина крони Пн-Пд, м	Відсутня частина крони, %	К-ть світла, що потрапляє на крону, к-ть сторін
1	<u>Carya ovata</u>	55	-		5	25	25	4	10,5	12,2	15	2
2	<u>Taxus baccata</u>	48	40	1,4	10	16	16	2	11,0	8,7	5	3
5	<u>Fagus sylvatica</u>	58	-		5	28	28	6	10,8	13,4	5	4
4	<u>Larix decidua</u>	64	-		15	25	23	8	8,6	6,5	20	2
5	<u>Quercus robur</u>	92	-		5	26	26	7	18	15	10	4

Оформлення результатів:

Таблиця 2.1. Польові дані інвентаризації дерев

Дата вимірів _____

Локація (населений пункт, вулиця, інше) _____

ПІБ дослідників _____

Примітки (за потреби) _____

№ дерева	Вид	ДВН, см	ДВН 2, см	ДВН height, см	Відмирання крони %	Загальна висота, м	Висота живого дерева, м	Висота основи (до початку крони), м	Ширина крони Сх-Зх, м	Ширина крони Пн-Пд, м	Відсутня частина крони, %	К-ть світла, що потрапляє на крону, к-ть сторін

Висновки:

Практична робота 3. Оцінка екосистемних послуг деревних насаджень за допомогою i-Tree Eco

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Основи екологічних знань; Загальна екологія; Урбоекологія; Дендроекологія; Екологія лісу; Ландшафтна таксація та інвентаризація садово-паркових об'єктів; Інформаційні технології в садово-парковому господарстві; Захист лісу; Моніторинг довкілля; Екомоніторинг в об'єктах ПЗФ; Організація наукових досліджень лісових екосистем; Екологія людини та соціоекологія; Екологічна освіта та культура; Польова практика різних напрямків; Науково-дослідницька робота студентів та учнів.

Рекомендації для викладачів:

- Для роботи з програмою i-Tree Eco необхідно попередньо завантажити її з офіційного сайту <https://www.itreetools.org/i-tree-tools-download> (об'єм програми – 326 Мб). Програма доступна лише для операційної системи Windows.
- Для використання програми i-Tree Eco необхідний доступ до Інтернету.
- Перед початком роботи з програмою i-Tree Eco слід зібрати відповідні польові дані (практична № 2).
- Необхідно додатково підготувати інформацію про вартість електроенергії (грн/кВт·год) та опалення (грн/Гкал), у разі якщо плануєте оцінювати вплив дерев на збереження електроенергії у будівлях поруч.
- Звіт з оцінки екосистемних послуг деревних насаджень, створений за допомогою i-Tree Eco, генерується англійською мовою. Однак, використовуючи онлайн-перекладачі, ви зможете адаптувати інформацію звіту та ефективно її використати. Крім того, ви можете вибрати окрему інформацію зі звіту залежно від мети та завдань ваших досліджень.

Теоретичні відомості:

Поверхневий стік – це вода, яку земля не може поглинути. Він може бути серйозною проблемою у багатьох міських районах, особливо під час штормів, оскільки велика кількість асфальтованих поверхонь збільшує об'єм води, яка не може просочуватися в ґрунт. Дерев та чагарники мають здатність перехоплювати опади. Крона дерев затримує дощову воду на листі та гілках, збільшуючи час, за який дощові опади досягають землі. Це особливо корисно для зменшення стоку дощової води з асфальтованих поверхонь. Коріння дерев зменшує ерозію ґрунту та створює умови, які краще сприяють проникненню дощової води в землю, поповнюючи запаси підземних вод.

Зберігання та поглинання вуглецю рослинами. Зміна клімату є проблемою глобального масштабу. Дерев можуть допомогти пом'якшити зміну клімату, зберігаючи вуглець у своїх тканинах. Секвестрація вуглецю – це процес видалення рослинами вуглекислого газу з повітря. Зберігання вуглецю – це процес акумуляції та утримання вуглецю в біомасі рослин.

Забруднюючі речовини (полутанти, забруднювачі) – природні або антропогенні фізичні агенти, хімічні речовини, які потрапляють у природне середовище або виникають у ньому в кількостях, що перевищують межі звичайних граничних коливань чи середнього природного фону за певний відрізок часу, або перебувають у ньому в кількостях, що перевищують показники, допустимі для конкретних цілей.

До основних забруднювачів повітря відносять: діоксид сірки (SO_2), діоксид азоту (NO_2), озон (O_3), чадний газ (CO) та дрібнодисперсні тверді частки ($\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}), які класифікуються як «критерійні забруднювачі повітря», вони є основними показниками, що використовуються для оцінки якості повітря.

Одним із природних факторів, який може зменшувати концентрацію забруднюючих речовин у містах, є здатність зелених насаджень поглинати газоподібні забруднювачі листям та хвоєю. Через продихи молекули забруднюючих речовин із повітря потрапляють всередину листка, дифундують у міжклітинні простори та можуть реагувати з внутрішньою поверхнею листка.

PM (Particulate Matter, $\text{PM}_{2.5}$, PM_{10}) – це мікроскопічні тверді або рідкі частинки, що перебувають у повітрі. Їхній розмір визначається числовими індексами: наприклад, $\text{PM}_{2.5}$ означає частинки діаметром до 2,5 мікронів, а PM_{10} – до 10 мікронів. Найбільшу загрозу для здоров'я людини становлять дрібнодисперсні частинки пилу, які утворюються під час процесів горіння.

Оксид вуглецю (CO) – чадний газ, що утворюється в результаті неповного згорання твердого палива в умовах нестачі кисню. Негативно впливає на стан здоров'я людини, блокуючи надходження кисню до крові.

Діоксид сірки (SO_2) – газ, що утворюється при згорянні викопних видів палива на електростанціях, інших промислових установках. Діоксид сірки отруйний, хоч і значно менше, ніж сірководень. Наявність його в повітрі в кількості $0,33 \text{ мг/дм}^3$ і більше викликає задишку і запалення легенів.

Діоксид азоту (NO_2) – газоподібна речовина, добре розчиняється у воді і в атмосфері, сприяє утворенню кислотних дощів. Діоксид азоту подразнює нервову систему, знижує вміст гемоглобіну в крові, викликає гострі захворювання органів дихання.

Корисні посилання:

1. Бондар О. Б., Мельник Є. Є., Бицюра Л. О., Дух О. І., Ярема О. М., Файфура В. В. Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень парку культури і відпочинку ім. Т. Шевченка (м. Кременець) з використанням інструменту I-tree eco. Український журнал природничих наук: науковий журнал / [гол. ред. Овчаренко Микола, відп. ред. Шелюк Юлія]. Житомир: Вид-во Житомирського держ. ун-ту імені І. Франка, 2023. №4. С. 109-106.
2. Офіційний ресурс для завантаження програмного забезпечення i-Tree eco / <https://www.itreetools.org/i-tree-tools-download>

3. Онлайн-конвертер одиниць вимірювання енергії /

<https://www.unitconverters.net/energy/calorie-th-to-therm.htm>

4. Air Pollution Removal by Urban Forests / <https://www.nps.gov/articles/000/uerla-trees-air-pollution.htm>

[utm_source=article&utm_medium=website&utm_campaign=experience_more&utm_content=small](https://www.nps.gov/articles/000/uerla-trees-air-pollution.htm?utm_source=article&utm_medium=website&utm_campaign=experience_more&utm_content=small)

5. Avoided Runoff and Urban Forests / <https://www.nps.gov/articles/000/uerla-trees-runoff.htm>

6. Carbon Storage by Urban Forests / <https://www.nps.gov/articles/000/uerla-trees-carbon-storage.htm>

[utm_source=article&utm_medium=website&utm_campaign=experience_more&utm_content=small](https://www.nps.gov/articles/000/uerla-trees-carbon-storage.htm?utm_source=article&utm_medium=website&utm_campaign=experience_more&utm_content=small)

Прилади та матеріали: комп'ютер із доступом до інтернету, завантажена програма i-Tree Eco, польові дані інвентаризації деревних насаджень (зібрані під час практичної роботи 2), опційно: дані щодо вартості електроенергії (грн/кВт·год) та опалення (грн/Гкал).

Хід роботи:

1. Завантажити програму i-Tree Eco на комп'ютер.

Під час завантаження програми необхідно зареєструватись, вказавши емейл, країну, регіон, використання за призначенням, після чого на емейл надійде лист із посиланням на завантаження програми.

allowing us to demonstrate your interest to our partners and funding organizations. We thank you for your support.

Note: fields with * next to them are required.

Email *

Nation *

City *

Intended use *

Organization name

Looking for

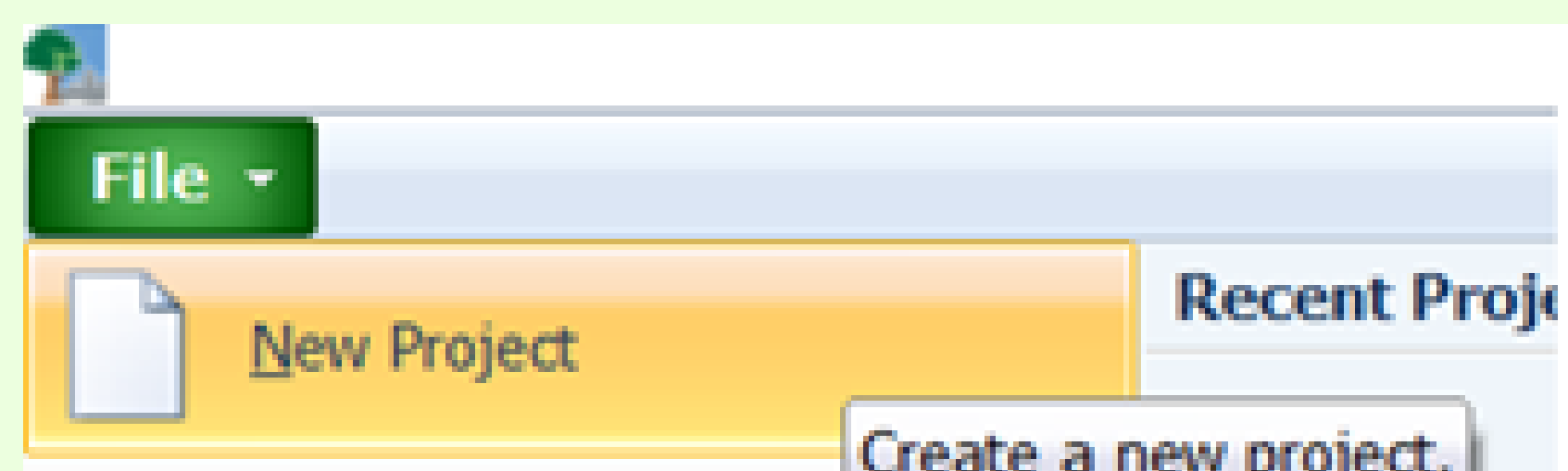
Title

First name

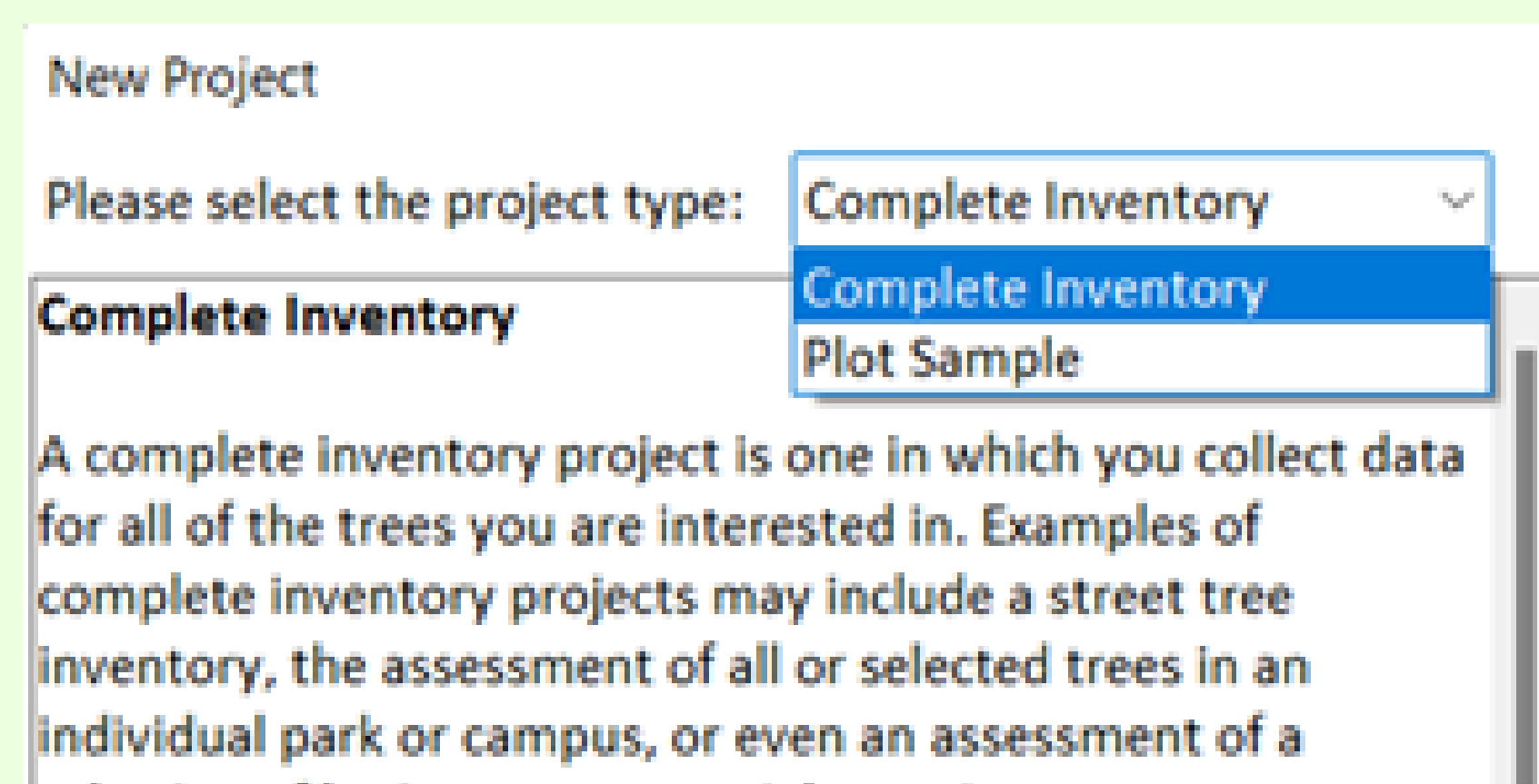
Last name

2. Створити проєкт для внесення даних у програму i-Tree Eco

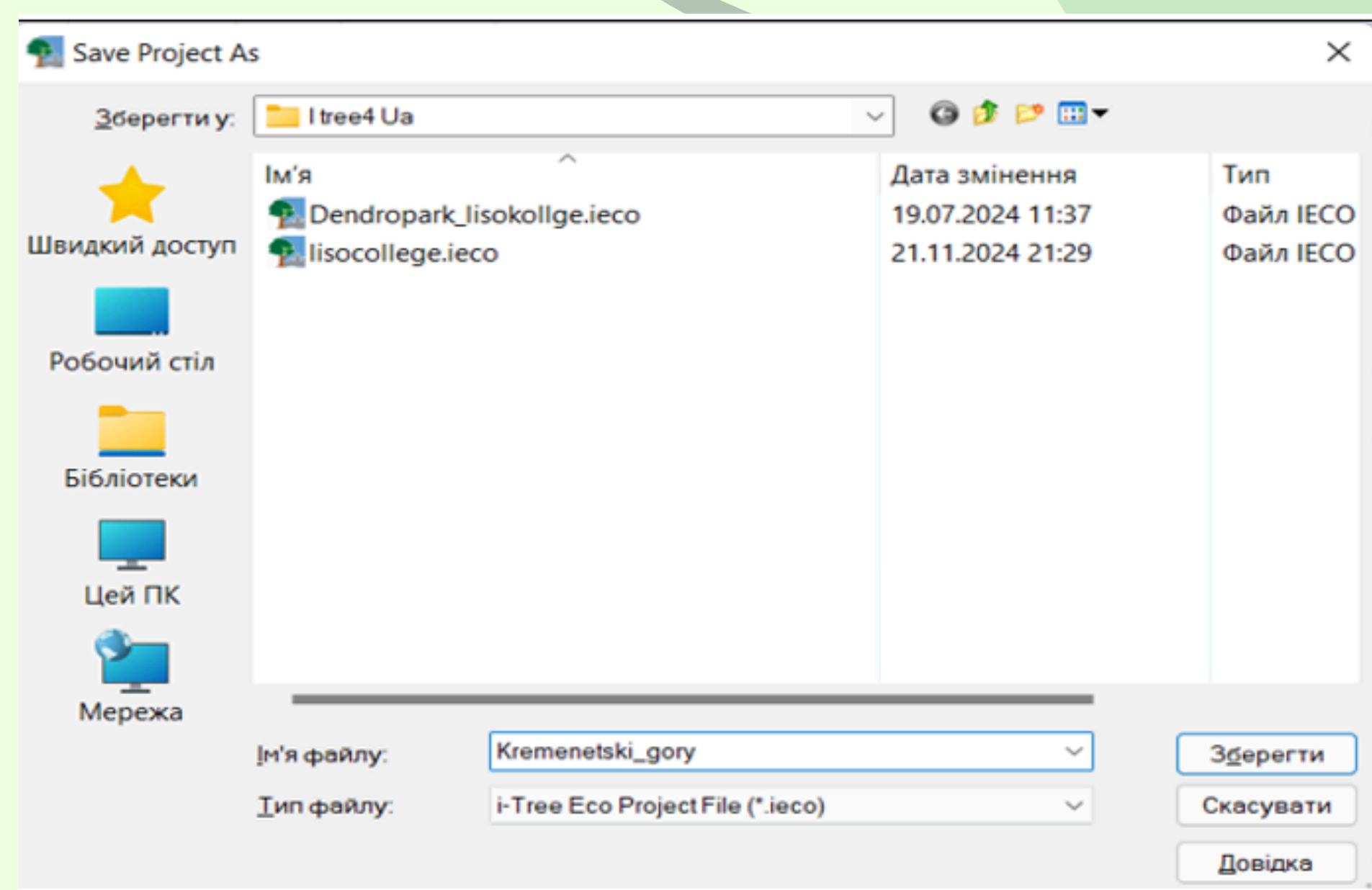
2.1. Відкрийте вкладку "File", далі оберіть "New project".



2.2. Виберіть формат проєкту: **Complete inventory** (якщо буде проводиться інвентаризація усіх дерев ділянки); **Plot sample** (якщо інвентаризація вибіркова, певної території).



2.3. Збережіть проєкт на комп'ютер, надавши йому відповідну назву.



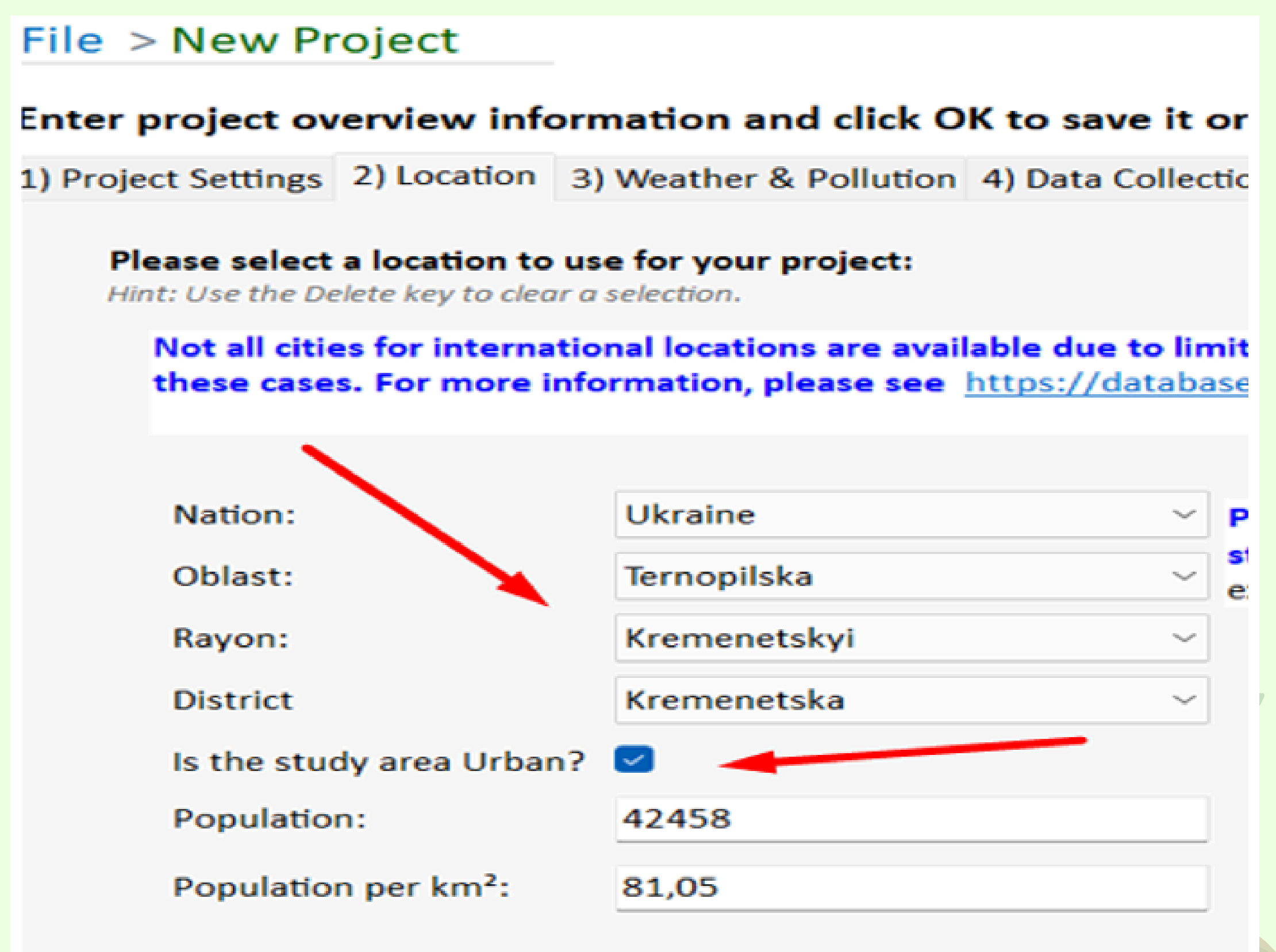
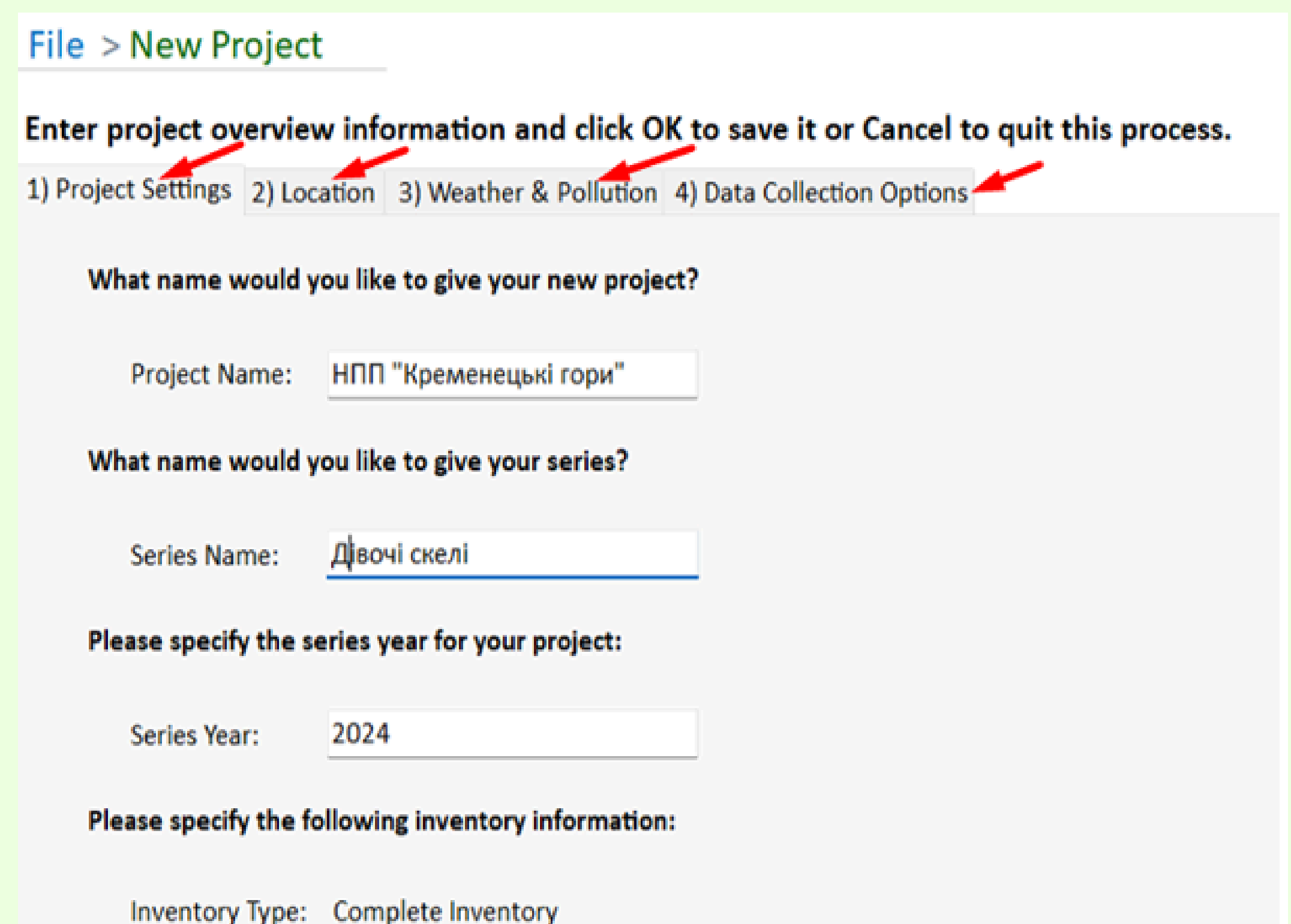
2.4. Заповніть вкладки проєкту: налаштування проєкту (**Project setting**), місце знаходження (**Location**), погода і забруднення (**Weather and Pollution**), варіанти збору даних (**Data collection options**).

Заповніть загальні дані вашого проєкту: **Project name** (назва проєкту, яка буде відображатися на діаграмах і графіках звіту), **Series name** (назва серії, це конкретна назва ділянки в межах міста чи парку), **Series year** (рік дослідження).

Location (Місце знаходження)

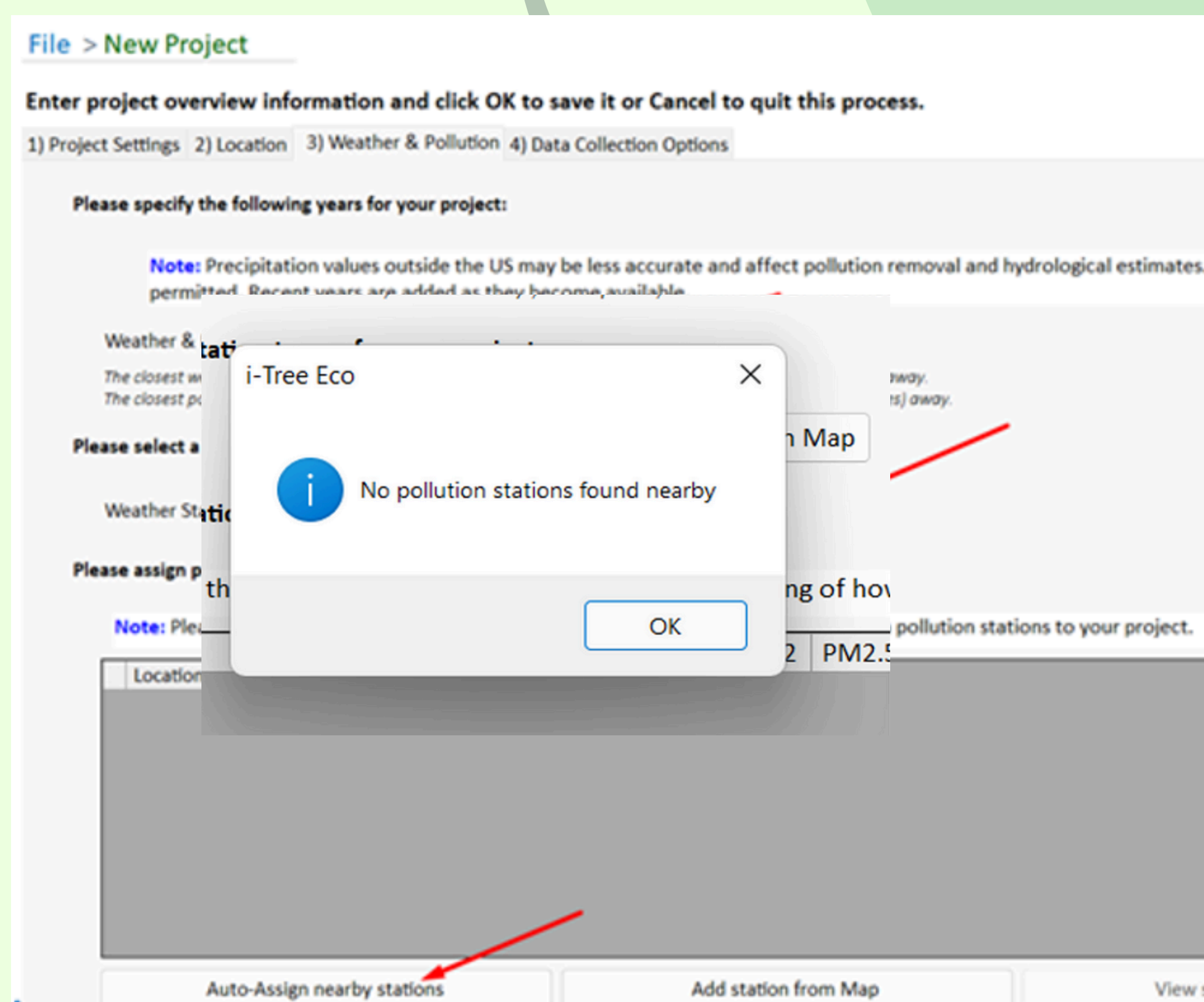
- Оберіть дані розташування досліджуваної ділянки (**Nation, Oblast, Rayon, District**).

Відзначте, чи є досліджувана ділянка урбанізованою. Якщо досліджувана ділянка є частиною міського або урбанізованого середовища, поставте позначку поруч із запитанням “**Is the study area urban? (Чи є ділянка урбанізованою?)**”.



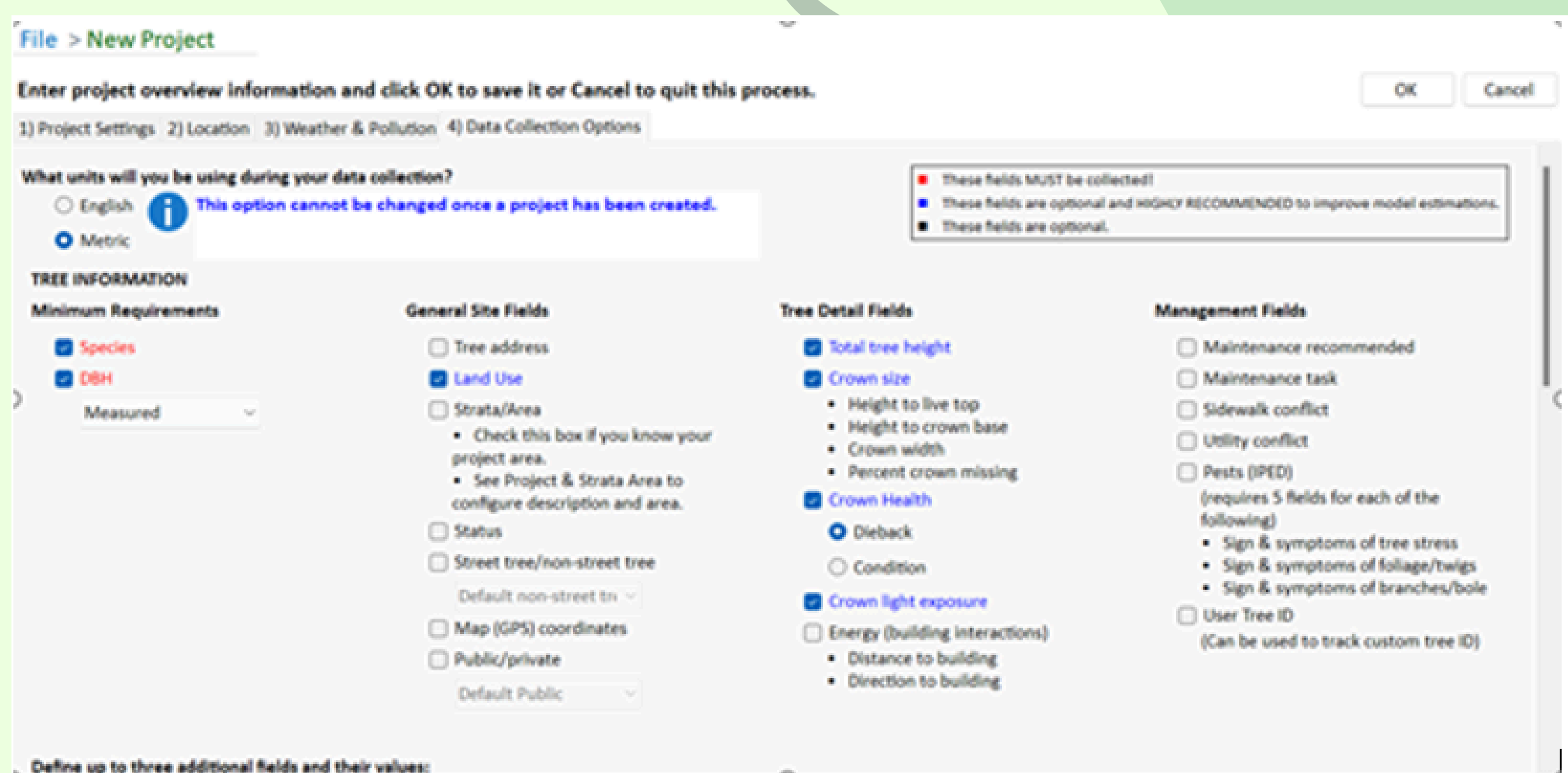
Weather and Pollution (Погода і забруднення)

- Виберіть опцію **“Select on map”** та оберіть найближчу метеостанцію до вашого місця розташування.
 - Натисніть **“Auto-Assign nearby station”** (Автоматичне призначення найближчої станції) і програма автоматично завантажить дані станції фіксації забруднення.
 - Якщо з’явиться нове діалогове вікно **“No pollution station found nearby”** (Станції фіксації забруднення не знайдено поблизу), виберіть інший рік фіксації даних (**“Weather and Pollution year”**), зазвичай на рік назад.
- Обравши метеостанцію і станцію фіксації забруднення натисніть **“Ok”**.

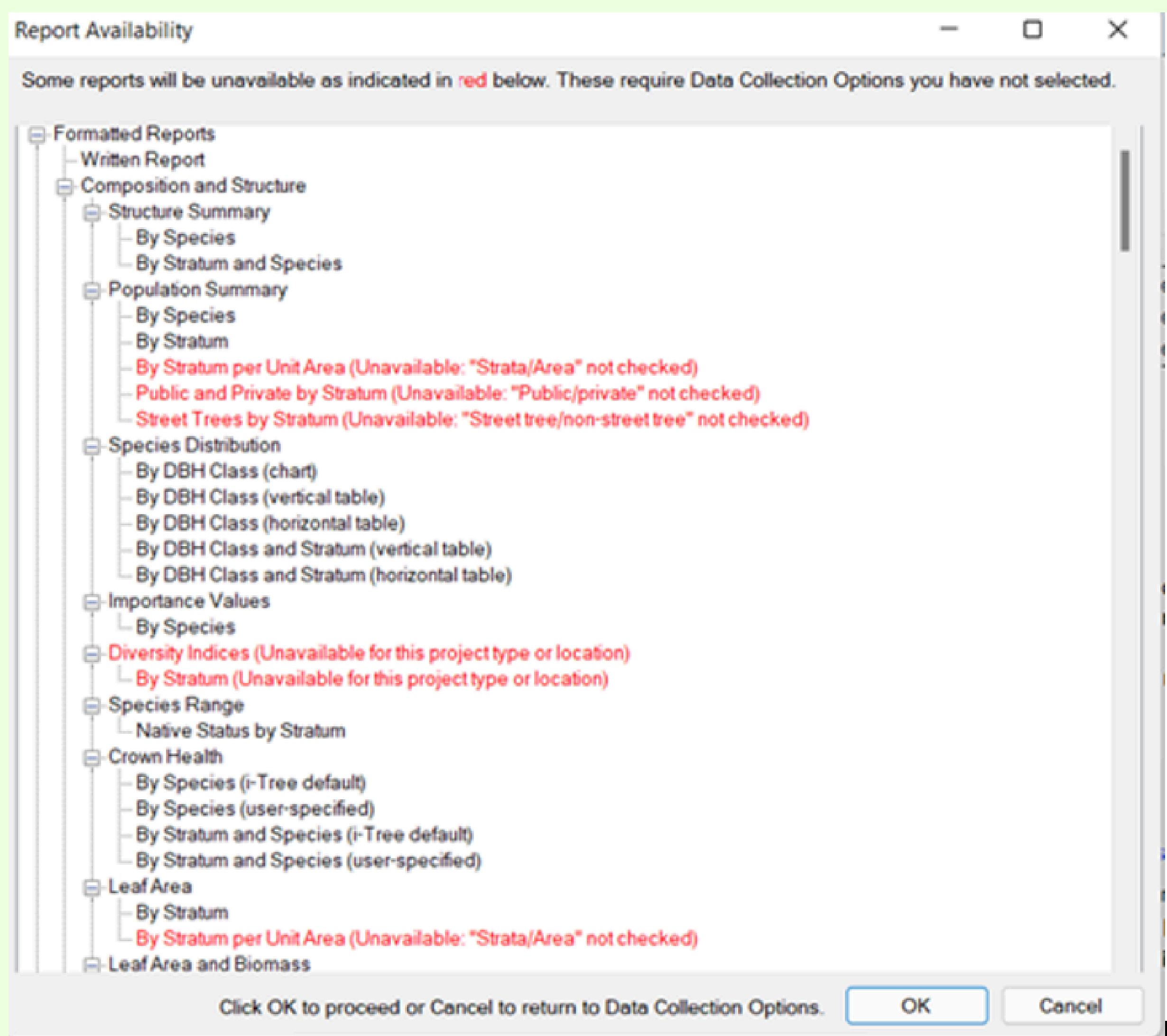


Data collection options (Варіанти збору даних)

- Поставте галочки поруч з необхідними опціями для збору даних: **Metric** – одиниці виміру; **Species** – вид; **DBH (Diameter at Breast Height)** – діаметр на висоті грудей; **Land use** – використання земель; **Total tree height** – загальна висота дерева; **Crown size** – розмір крони; **Crown health** – стан крони; **Crown light exposure** – освітлення корони.
- Після вибору опцій натисніть “Ok”.

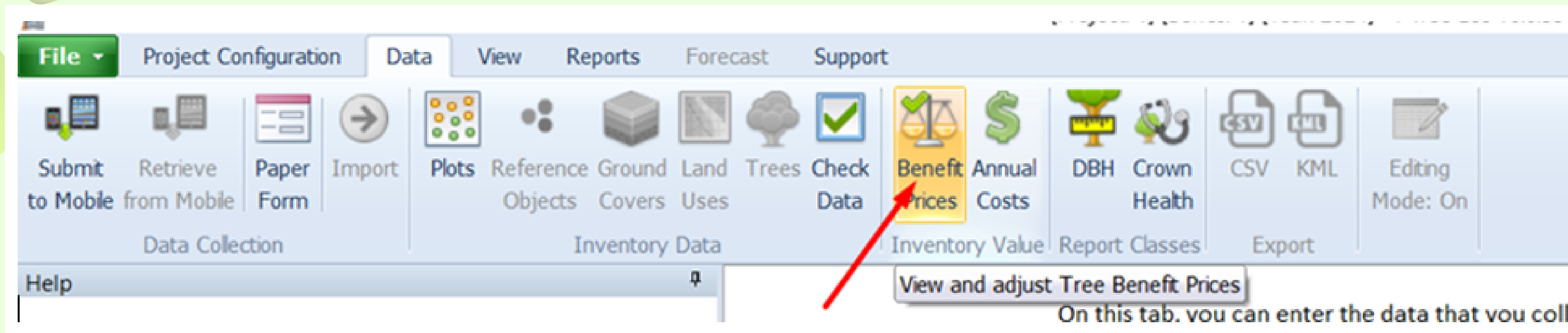


У новому діалоговому вікні “**Report availability**” (Дані для звіту) натисніть кнопку “Ok”.

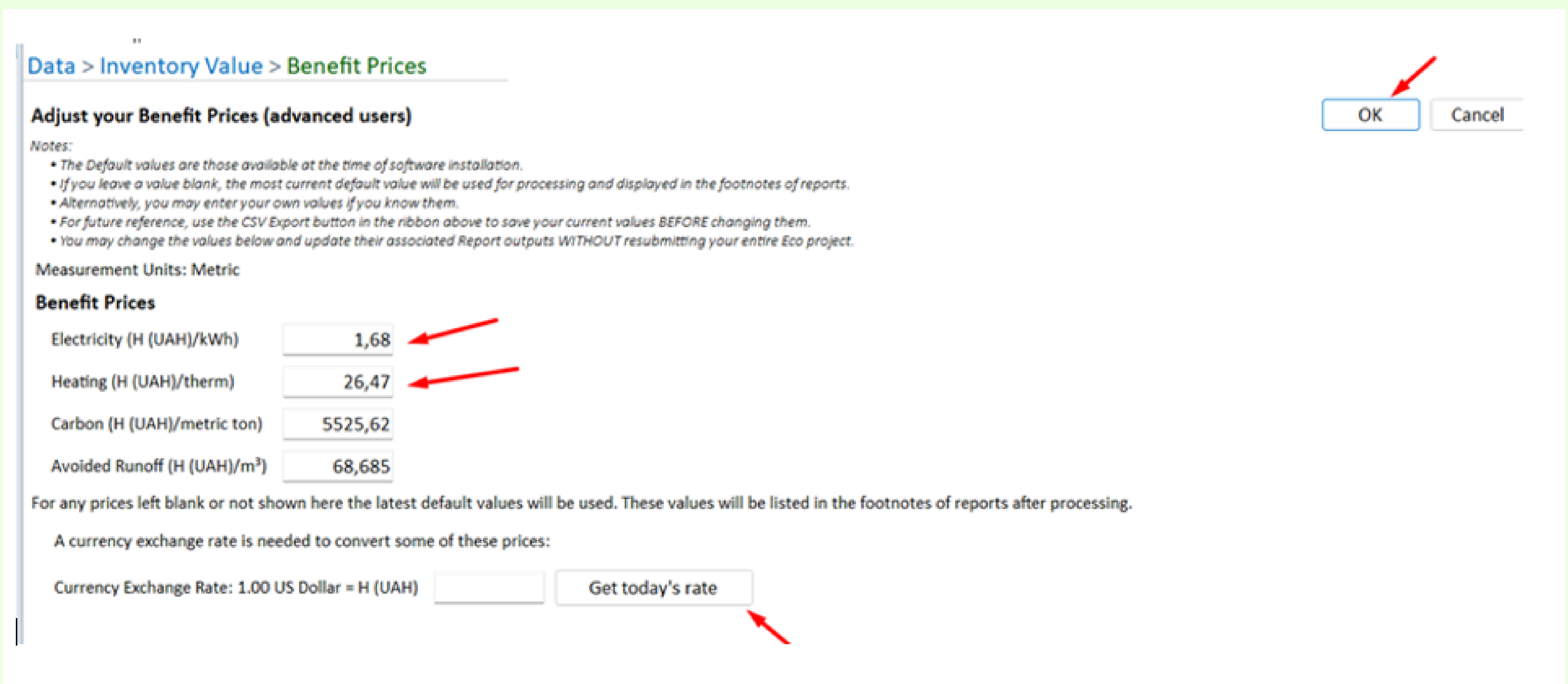


2.5. Встановіть ціни на послуги

- Натисніть вкладку “Data” і виберіть пункт “Benefit prices” (Ціни на послуги)

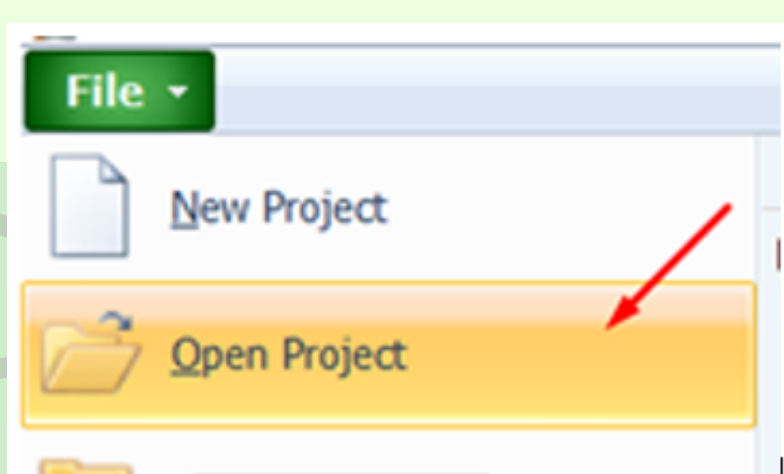


- У новому діалоговому вікні будуть вказані ціни на послуги, які програма за замовчування виставляє, проте ви їх зможете скоригувати вказавши коректні дані на цей момент. Зверніть увагу, що в програмі вартість тепла встановлена за 1 терм (therm), тоді як в Україні тепло оцінюють у гікакалоріях. Для перерахунку враховуйте, що 1 терм (therm) = 0,025 Гкал. Наприклад, якщо ціна за 1 Гкал становить 1093,09 грн, то ціна за 1 терм буде розраховуватися як: $0,025 \times 1093,09 = 27,3$ грн. В Україні вартість вуглецю (Carbon) та перехоплених опадів (Avoided Runoff) на даний момент не обраховуються, тому ці показники використовуються за замовчуванням. У разі їх законодавчого затвердження, буде можливість коригувати ці значення.
- Встановіть курс долара до гривні. Для цього натисніть кнопку “Get today’s rate” (Отримати сьогоднішній тариф), і програма автоматично оновить курс.
- Після цього натисніть “Ок”.



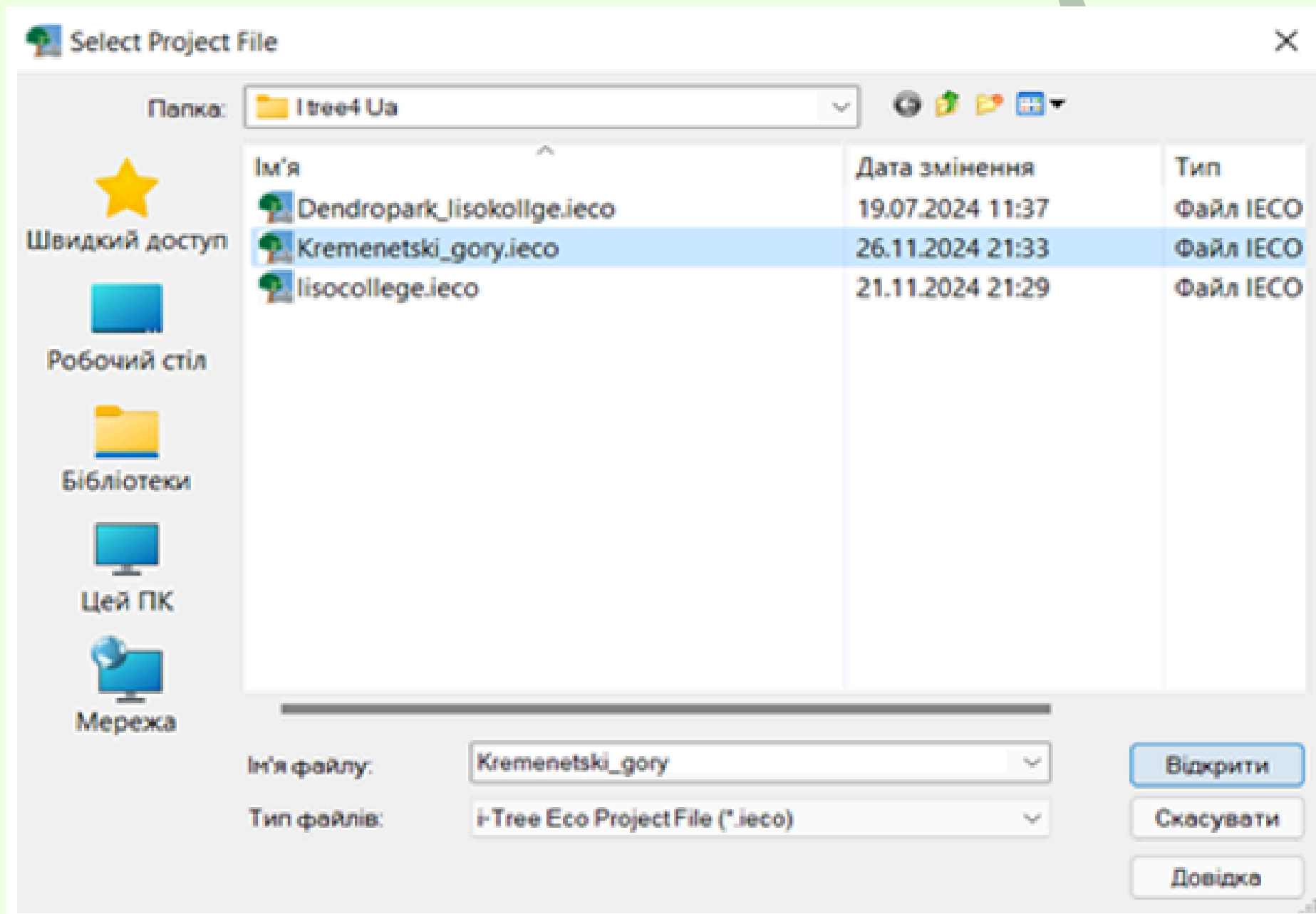
3. Внести дані у програму i-Tree Eco

- 3.1. Відкрийте раніше створений проєкт, який знаходиться на вашому комп'ютері. Перейдіть до вкладки “File” та оберіть пункт “Open project”.

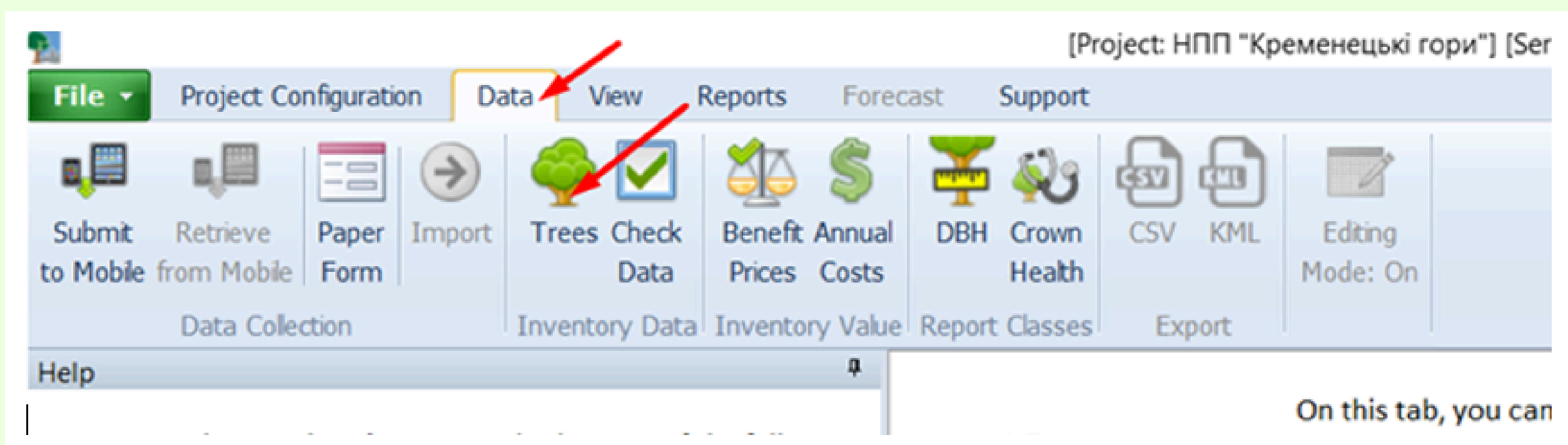


У діалоговому вікні, яке з'явиться, знайдіть файл із розширенням *.ieso, що відповідає назві вашого проекту.

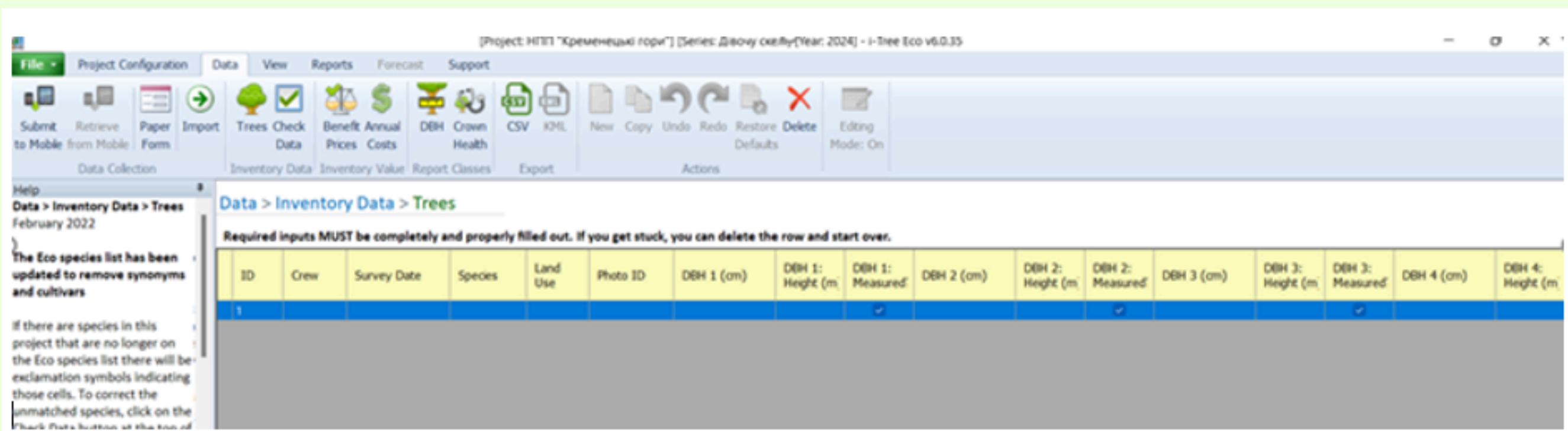
Виберіть потрібний файл і натисніть **“Відкрити”**.



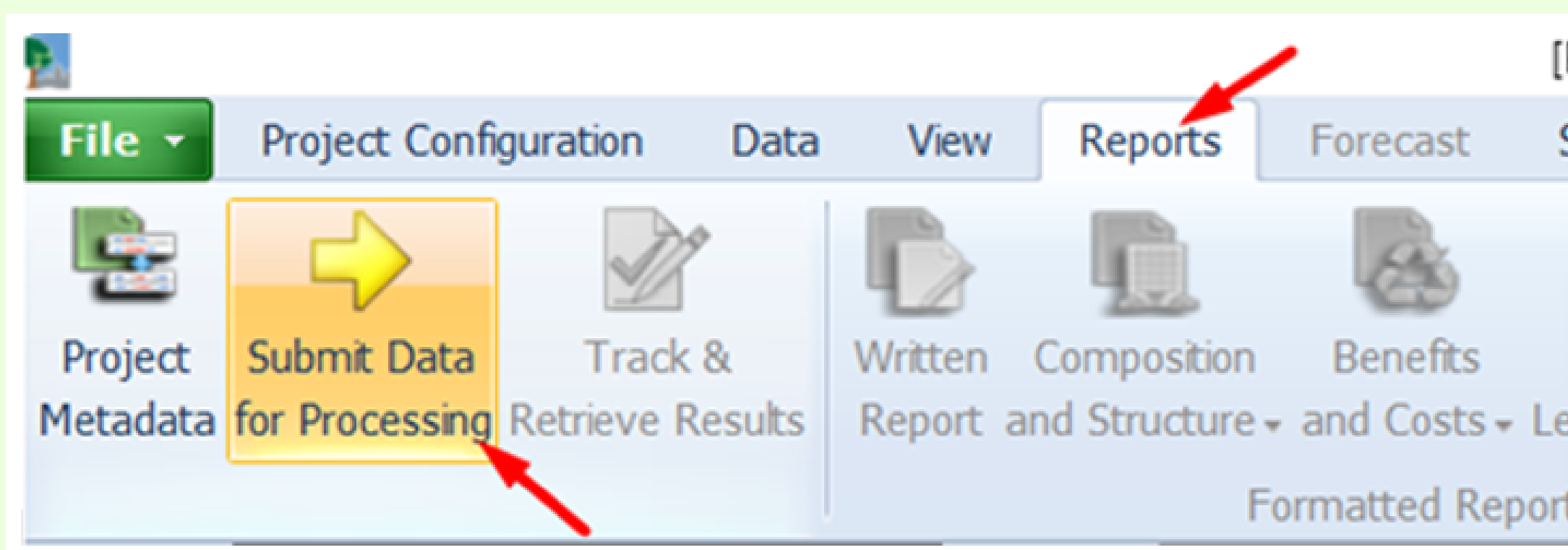
3.2. Для введення польових даних відкрийте вкладку **“Data”** та оберіть пункт **“Trees”**.



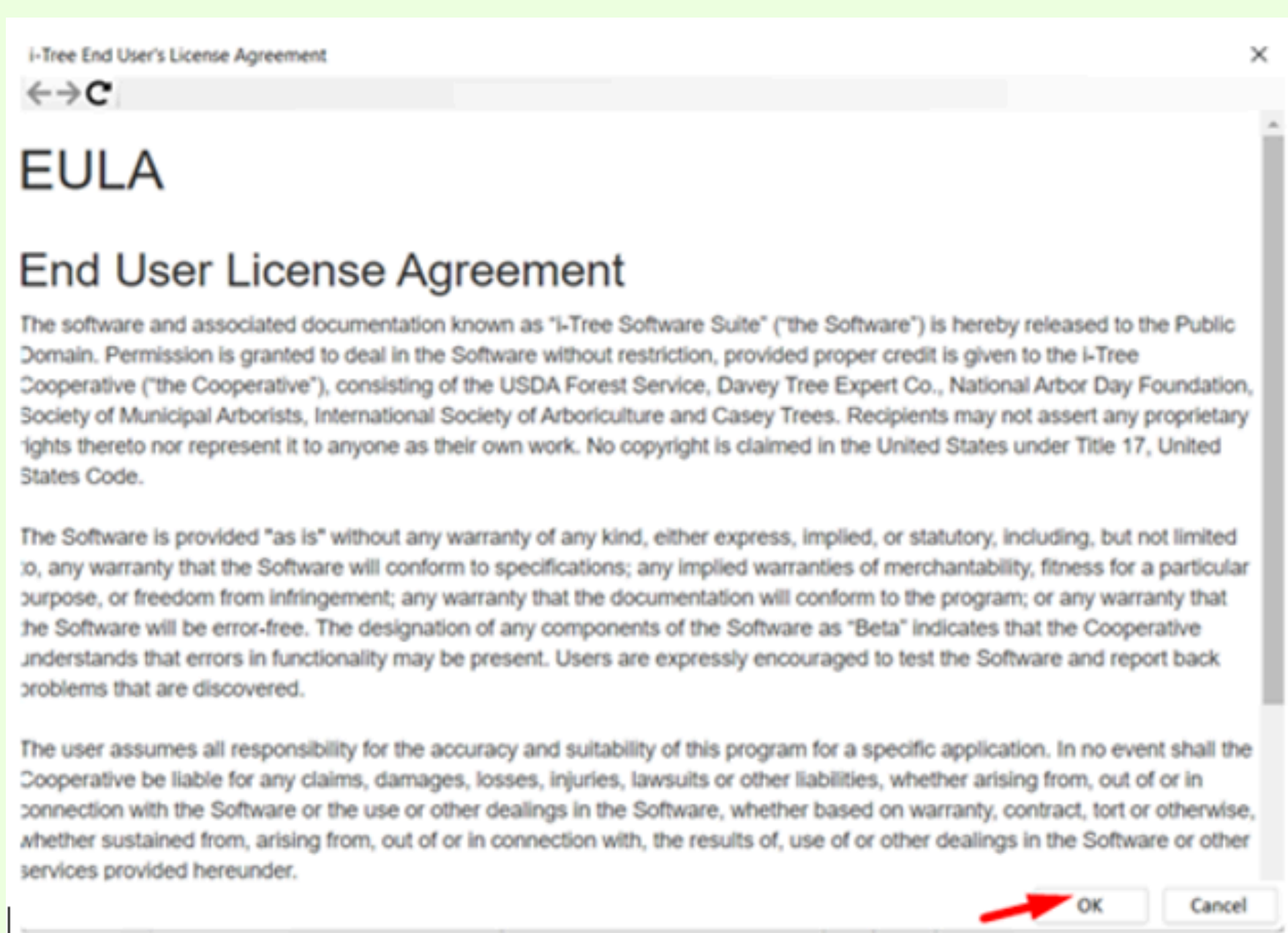
3.3. Завантажте в електронну таблицю відповідну інформацію попередньо зібраних польових даних.



3.4. Для створення звіту перейдіть до вкладки **“Report”**, а потім оберіть пункт **“Submit Data for Processing”**



У новому діалоговому вікні **“Ліцензійна угода кінцевого користувача”** ознайомтеся з текстом угоди, після чого натисніть кнопку **“Ok”**.



У новому діалоговому вікні заповніть контактну інформацію, після чого натисніть кнопку “Ok”. Особливу увагу приділіть правильності введення електронної пошти (email), оскільки саме на неї буде надіслано згенерований звіт програми i-Tree Eco.

Contact Information

Project: (НПП"Кременецькі гори", Дівочі скелі, 2024)

Name:

Address:

Phone: () - - ext

Email: **Email is critical for returning results. Please verify that your email address is correct.**

Confirm:

Notes:

OK Cancel

Якщо з'являється вкладка “Check data result” (Перевірте результати даних), це свідчить про некоректно внесені дані або пропущену необхідну відмітку. У діалоговому вікні буде зазначено, де саме потрібно внести виправлення. Наприклад, повідомлення про помилку може вказувати, що інформація про стан крони дерева з ID 2 є недійсною через відсутність необхідних даних.

Check Data Results

We've checked your data and listed any errors and warnings below. FIRST, please address any errors listed - i-Tree Eco cannot process your data with these errors. You may wish to review the warnings and make adjustments as necessary, although Eco will attempt to process your data in spite of these errors.

If the issue persists, it could be due to problems with other applications trying to access the i-Tree Eco database. To make sure this is not the case, close Eco, restart your computer, and try again. If the problem continues to occur, insufficient permissions to properly run Eco may be in place. In this case, please work with your IT department to set the proper permissions on your computer. Only if these actions fail to resolve the problem, please choose Pack Project from the file menu and email your project to info@itreetools.org.

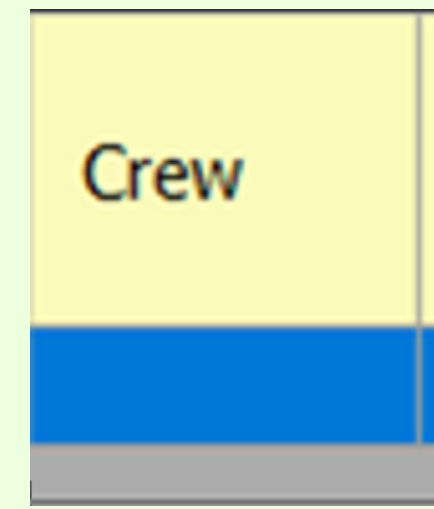
DATA VALIDATION ERRORS (These errors MUST be fixed to proceed):

ERROR: The following trees contain invalid data:
Tree 2 has invalid crown health information. **Go to Data > Trees to correct these issues.**

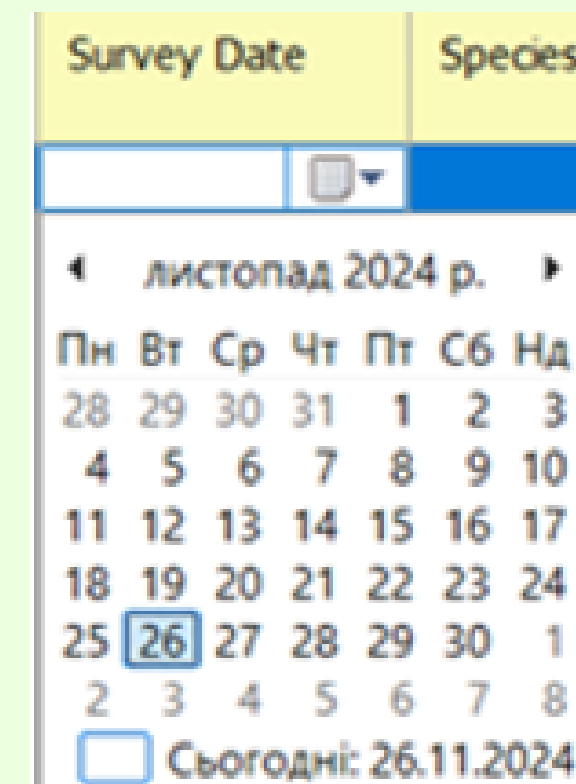
Save Close

Характеристика комірок таблиці

Crew (Команда). У цій комірці вкажіть номер команди, або прізвища людей, які проводили інвентаризацію дерев. Заповнення цього поля є необов'язковим.



Survey Date (Дата дослідження). У цій комірці вказується дата проведення збору даних. Для коректного внесення даних оберіть відповідну дату з календаря.



Species (Вид). У цю комірку заноситься інформація про вид досліджуваної рослини. Зверніть увагу, що тут є можливість обирати необхідний вид з випадаючого списку. Врахуйте, що внесення українських назв видів у програму неможливе, тому слід використовувати латинські (наукові) назви. Наприклад, для виду Ялина європейська слід почати вводити латинську назву *Picea abies*, після чого програма автоматично підтягне відповідний запис, зокрема, *Norway spruce (Picea abies)*.

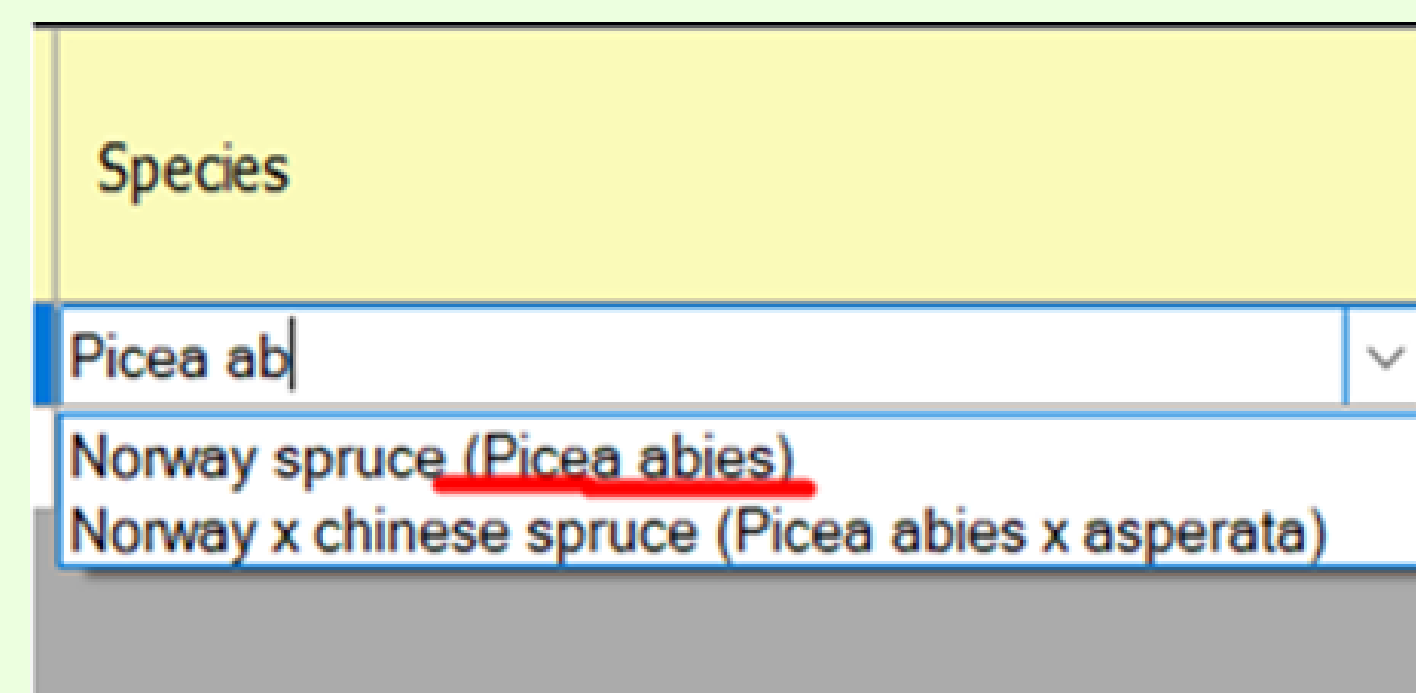
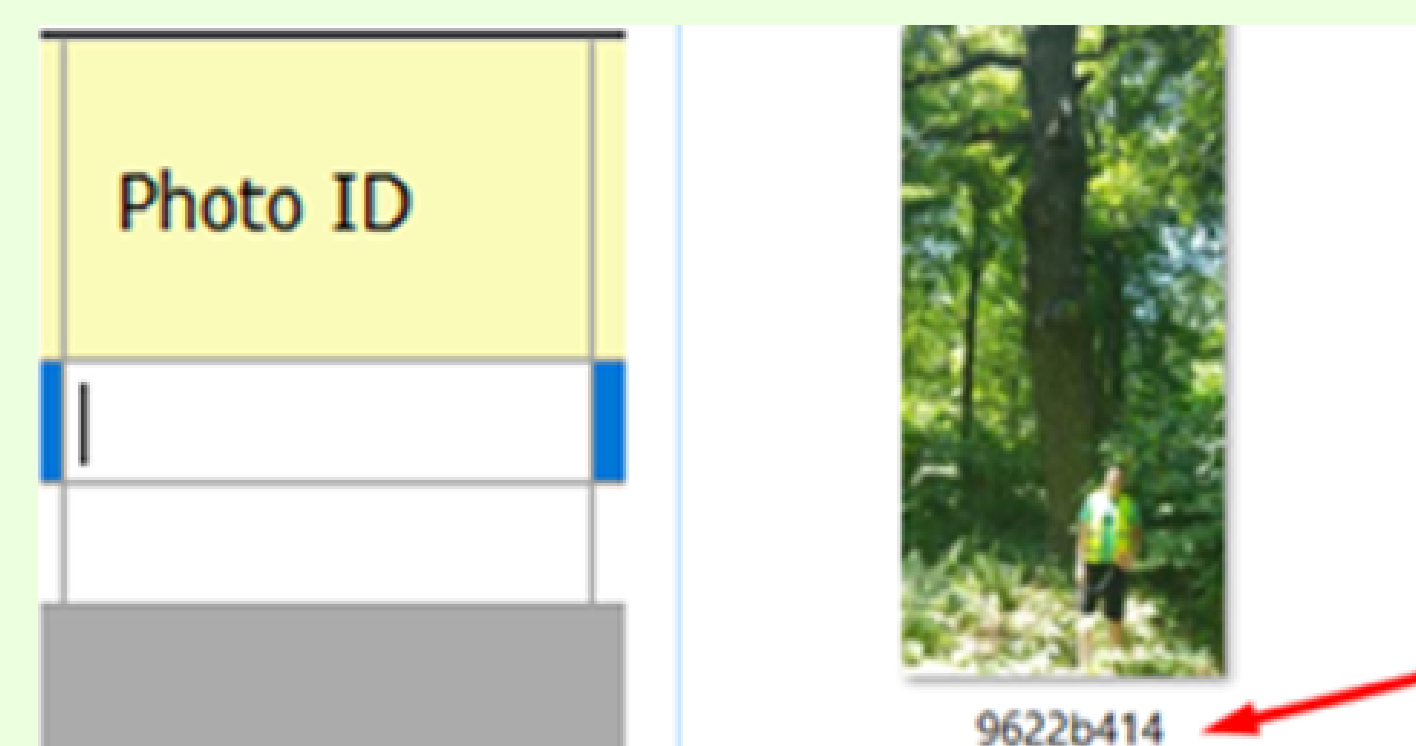


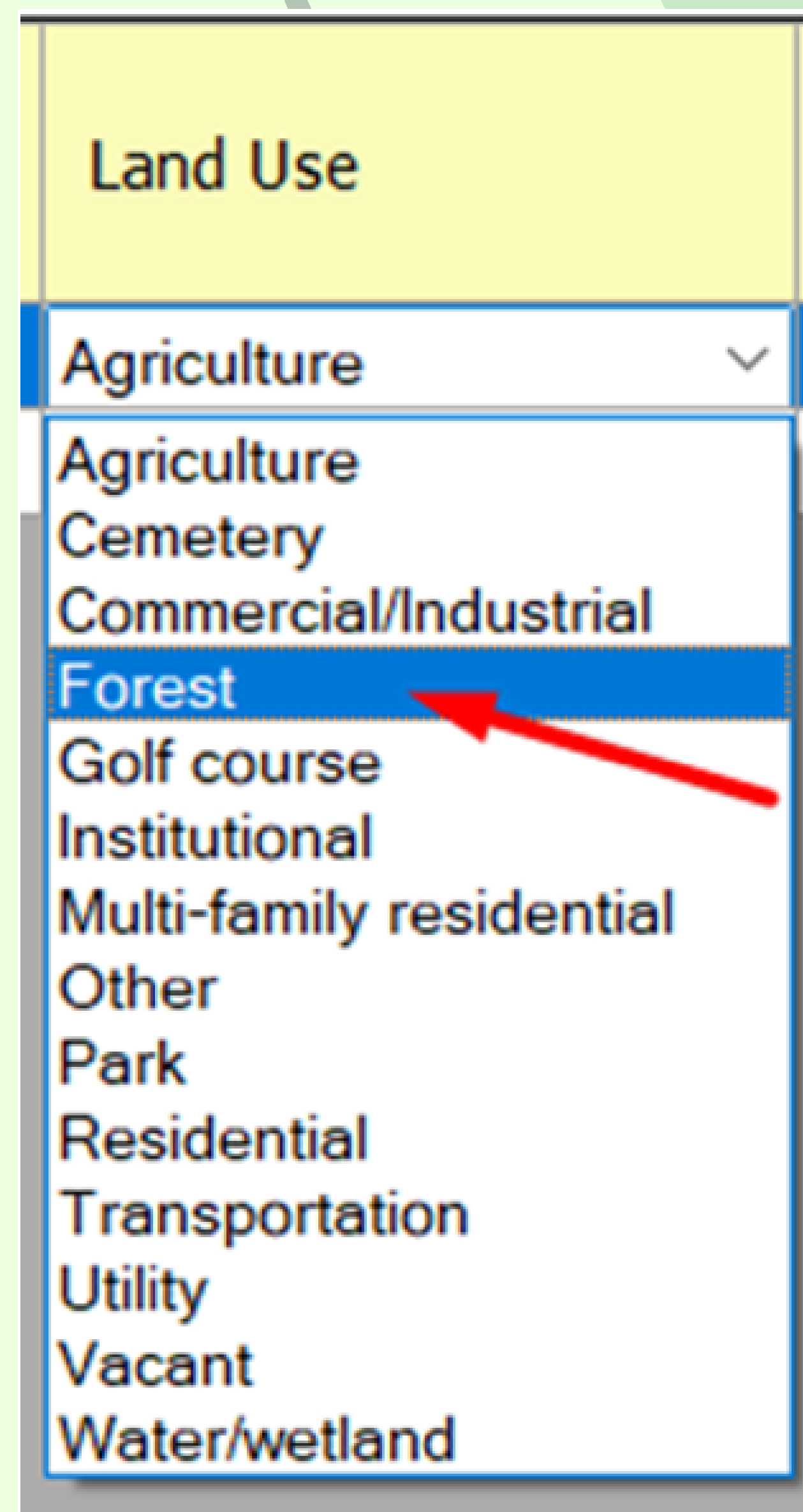
Photo ID (Номер Фотографії). Якщо ви зробили фото рослини, параметри якої вносите у таблицю, вкажіть номер фотографії (за наявності), яка збережена на вашому пристрої, у цій комірці. Заповнення цього поля є необов'язковим.



Land Use (Землекористування). У цій комірці користувачам надається можливість обирати з запропонованого списку тип

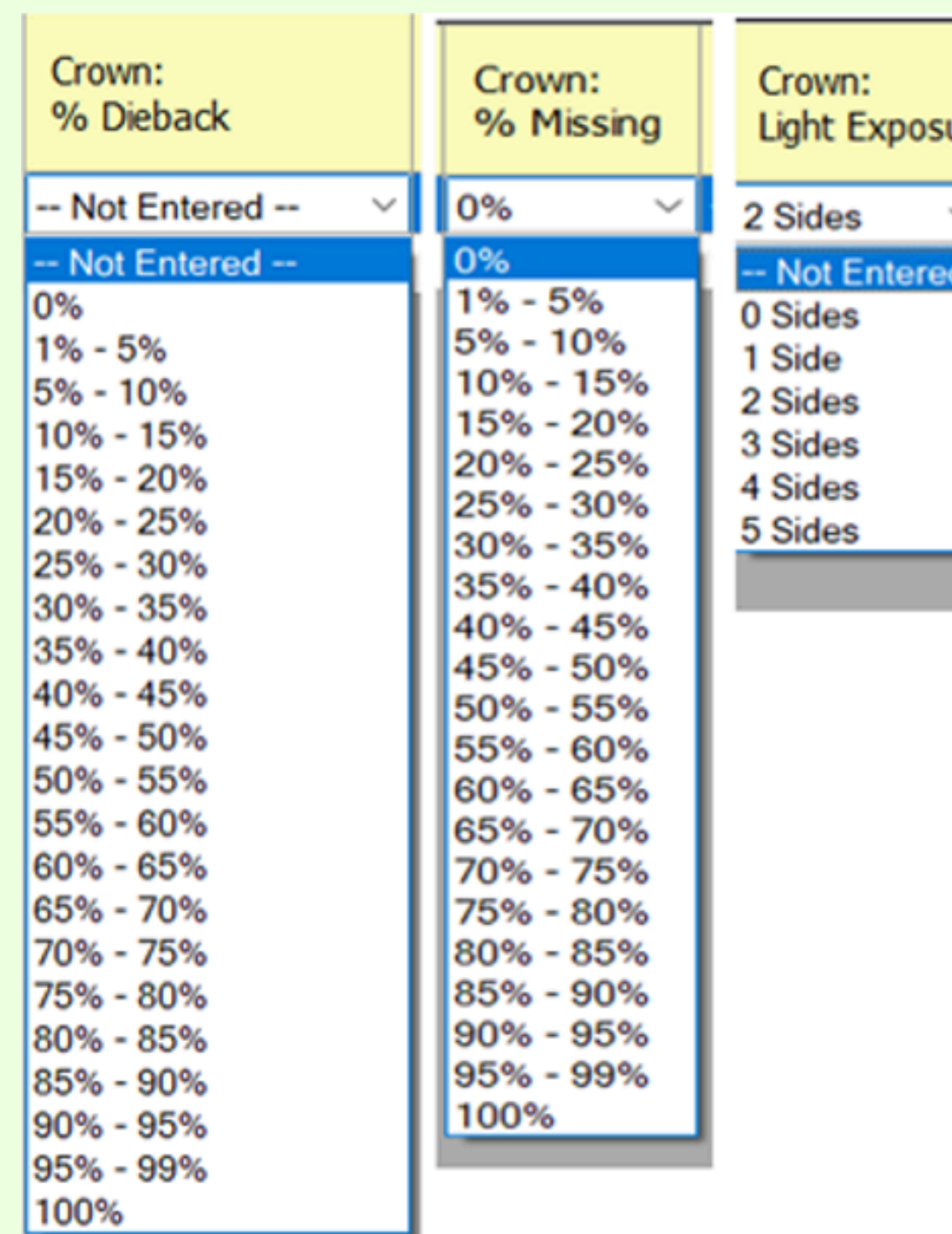
землекористування на якому розташоване дерево. Наприклад, якщо ваша ділянка знаходиться в підпорядкуванні лісового господарства, оберіть "Forest".

Інші варіанти землекористування: Agriculture (сільськогосподарська ділянка), Cemetery (цвинтар), Commercial (комерційне використання), Forest (ліс), Golf course (гольф-поле), Institutional (інституційне використання), Multi-family residential (багатоквартирне житлове використання), Other (інше використання), Park (парк), Residential (житлове використання), Transportation (транспортне використання), Utility (комунальне використання), Vacant (незайнята земля), Water/wetland (водні/заболочені території).



Crown: %dieback (відсоток відмирання крони), Crown: % missing (відсоток відсутньої крони), Crown: light exposure (кількість світла, що потрапляє на крону).

При внесенні цих даних користувачі можуть обирати значення з запропонованого списку, вибираючи відповідний варіант.



DBH (діаметр стовбура на рівні грудей); Total height (загальна висота); Crown: Top Height (висота живого дерева); Crown: Base Height (висота основи); Crown Width N/S (ширина крони Північ-Південь); Crown Width E/W (ширина крони Схід-Захід)

Якщо дерево має один стовбур, вносять дані для DBH 1. Якщо у досліджуваного дерева кілька стовбурів, вказують діаметр кожного стовбура (DBH 1, DBH 2 ...) та висоту на якій виміряно ці діаметри (DBH 1: Height, DBH 2: Height ...).

DBH 1 (cm)	DBH 1: Height (m)	DBH 1: Measured	DBH 2 (cm)	DBH 2: Height (m)	DBH 2: Measured
84,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
32,0	1,00	<input checked="" type="checkbox"/>	25,0	2,00	<input checked="" type="checkbox"/>

4. Вибрати дані зі звіту згенерованого з i-Tree Eco та вставити у шаблон нижче. Результати оформити у вигляді рисунків 3.1-3.6 та таблиць 3.1 та 3.2. Підготувати відповідні висновки.

Приклад оформлення результатів:

Приклад заповнення електронної таблиці даних

ID	Crew	Survey Date	Species	Land Use	Photo ID	DBH 1 (cm)	DBH 1: Height (m)	DBH 1: Measured	DBH 2 (cm)	DBH 2: Height (m)	DBH 2: Measured
1	Team 1. DukhO. Tryhuba O.	26.11.2024 0:...	Norway spruce (Picea abies)	Forest	9622b414	84,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>
2	Team 1. DukhO. Tryhuba O.	26.11.2024 0:...	European hornbeam (Carpinus betulus)	Forest		32,0	1,00	<input checked="" type="checkbox"/>	25,0	2,00	<input checked="" type="checkbox"/>
3								<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>

ID	DBH 6 (	DBH 6: Height (m)	DBH 6: Measured	Crown: % Dieback	Total Height (m)	Crown: Top Height (m)	Crown: Base Height (m)	Crown: Width N/S (m)	Crown: Width E/W (m)	Crown: % Missing	Crown: Light Exposur	Comments
1			<input checked="" type="checkbox"/>	1% - 5%	30,00	30,00	1,00	6,5	7,2	15% - 20%	2 Sides	
2			<input checked="" type="checkbox"/>	1% - 5%	25,00	25,00	1,50	5,0	6,0	1% - 5%	3 Sides	
3			<input checked="" type="checkbox"/>	-- Not Entered --							-- Not Enter...	

Зразок інвентаризаційного звіту парку «Феофанія», розташованого в Голосіївському районі міста Києва, перекладено з англійської мови.

<https://drive.google.com/file/d/1dWdP1t4Rkrksy4JuWejHytChcbieb2CM/view>

Оформлення результатів:

Вихідні дані досліджуваної ділянки

Кількість дерев:

Лісопокрита площа:

Найпоширеніші види дерев:

Відсоток дерев зі стовбуром менше 15,2 см в діаметрі:

Очищення повітря _____ кг/ рік (_____ тис. грн/рік)

Зберігання вуглецю: _____ т (_____ тис. грн./рік)

Поглинання вуглецю: _____ кг (_____ тис. грн./рік)

Продуктування кисню: _____ т /рік

Запобігання поверхневим стокам: _____ м /рік (_____ тис. грн./рік)

Відновна вартість: _____ млн. грн.

Рис. 3.1. Співвідношення деревних порід на досліджуваній ділянці

Рис. 3.1. Співвідношення деревних порід на досліджуваній ділянці





Рис. 3.2. Співвідношення дерев за категоріями діаметру стовбура на досліджуваній ділянці

Рис. 3.2. Співвідношення дерев за категоріями діаметру стовбура на досліджуваній ділянці



Рис. 3.3. Щорічне видалення забруднювачів повітря деревами та його вартість на досліджуваній ділянці

Рис. 3.3. Щорічне видалення забруднювачів повітря деревами та його вартість на досліджуваній ділянці

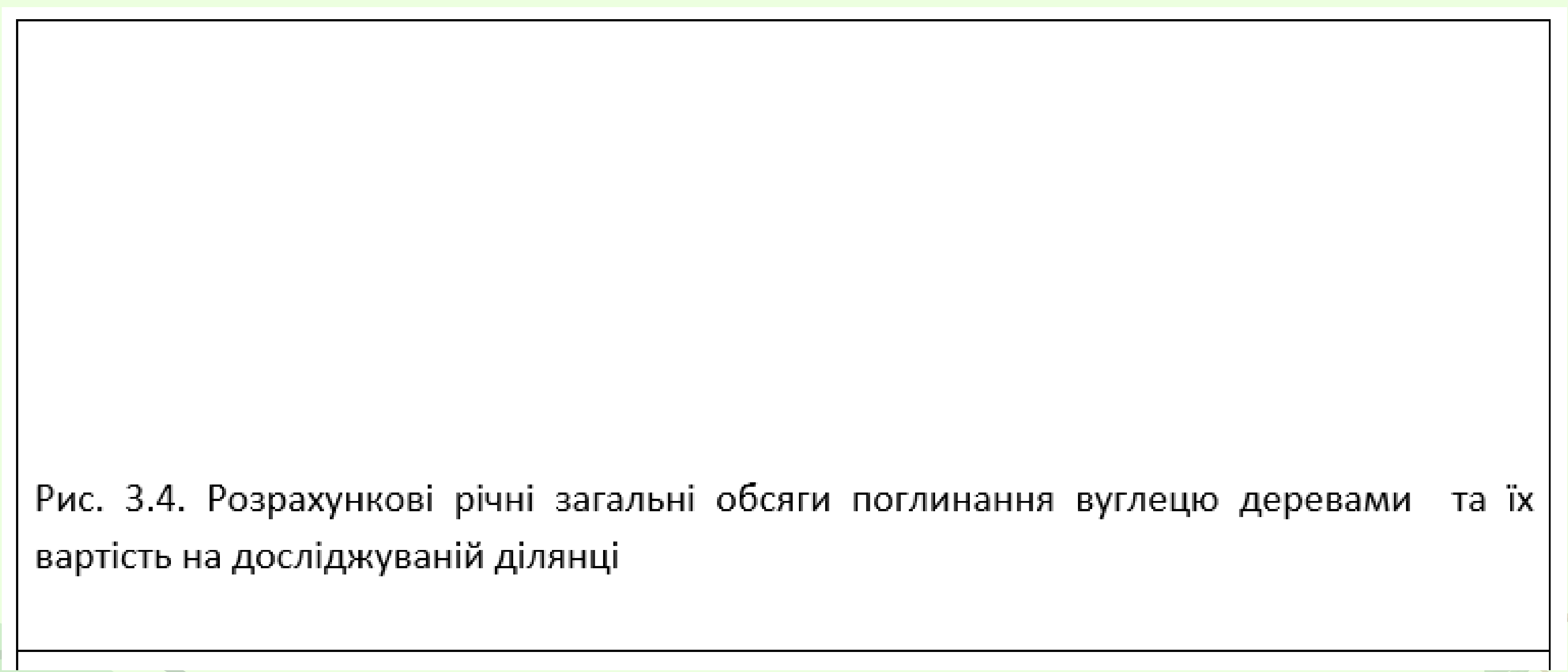


Рис. 3.4. Розрахункові річні загальні обсяги поглинання вуглецю деревами та їх вартість на досліджуваній ділянці

Рис. 3.4. Розрахункові річні загальні обсяги поглинання вуглецю деревами та їх вартість на досліджуваній ділянці

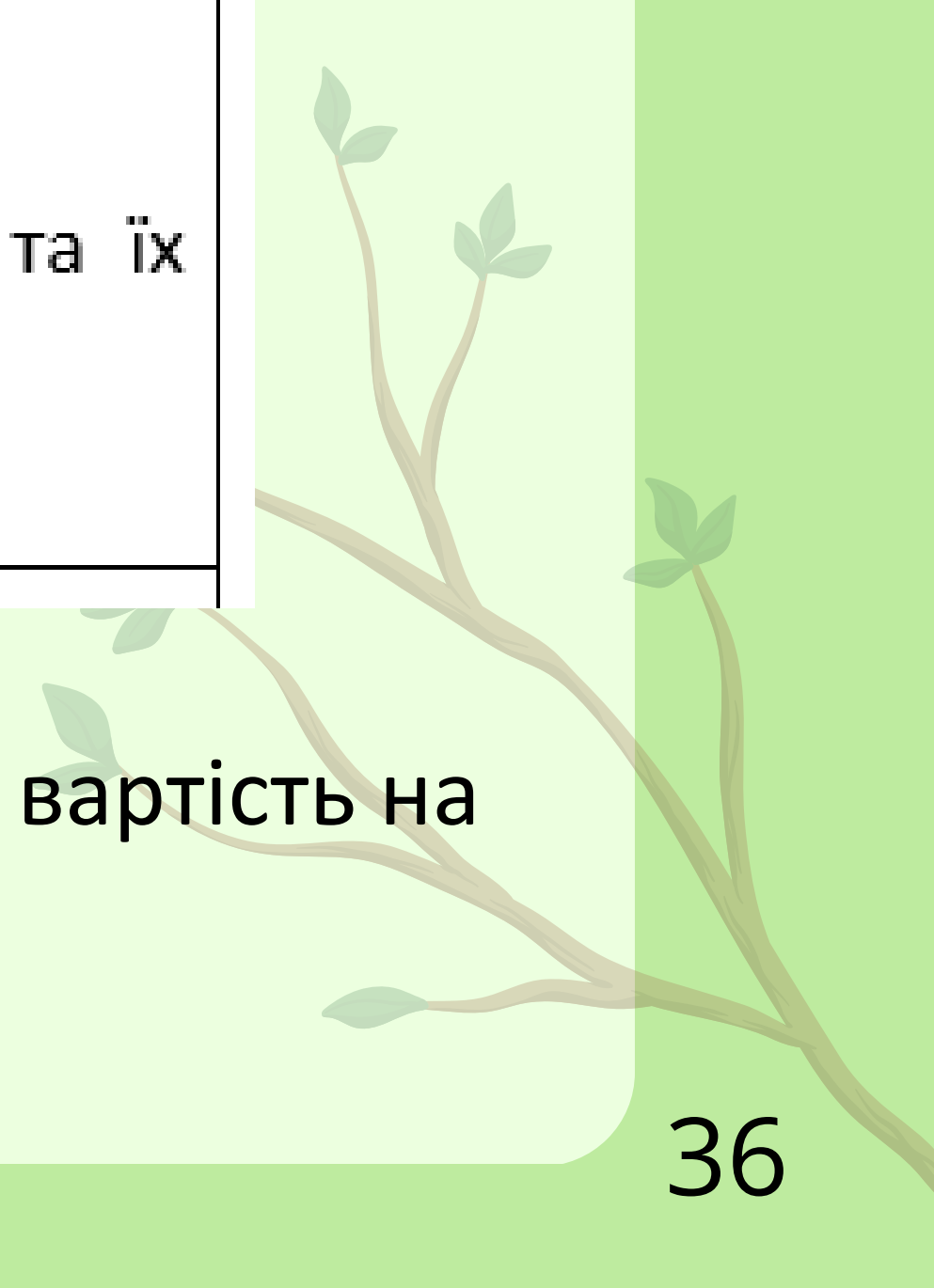


Рис. 3.5. Розрахункові річні загальні обсяги зберігання вуглецю деревами та їх вартість на досліджуваній ділянці

Рис. 3.5. Розрахункові річні загальні обсяги зберігання вуглецю деревами та їх вартість на досліджуваній ділянці

Рис. 3.6. Поверхневий стік який було затримано різними видами дерев на досліджуваній ділянці

Рис. 3.6. Поверхневий стік який було затримано різними видами дерев на досліджуваній ділянці

Табл. 3.1. Найбільш важливі дерева на досліджуваній ділянці за площею листової поверхні

Назва виду	Частка виду у популяції, %	Частка листової поверхні, %	Індекс важливості виду (IV) *

* Значення важливості (IV) обчислюються як сума відсотків частки виду у популяції та частки листової поверхні.

Табл. 3.2. Продукування кисню деревами досліджуваної ділянки

Назва виду	Кисень (кг)	Валове поглинання вуглецю (кг/рік)	Кількість дерев	Листкова поверхня (га)

Висновки:

Практична робота 4. Картування екосистемних послуг дерев та кущів на основі даних i-Tree Eco

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Загальна екологія; Екологія наземних систем; Екологічний моніторинг; Лісова екологія; Ландшафтна екологія; Урбоекологія; Ландшафтна таксація; Інвентаризація садово-паркових об'єктів; Інформаційні технології в садово-парковому господарстві; Інформаційні технології в лісовому господарстві; Лісовпорядкування; Моніторинг лісових екосистем; Навчальні практики різних напрямів підготовки.

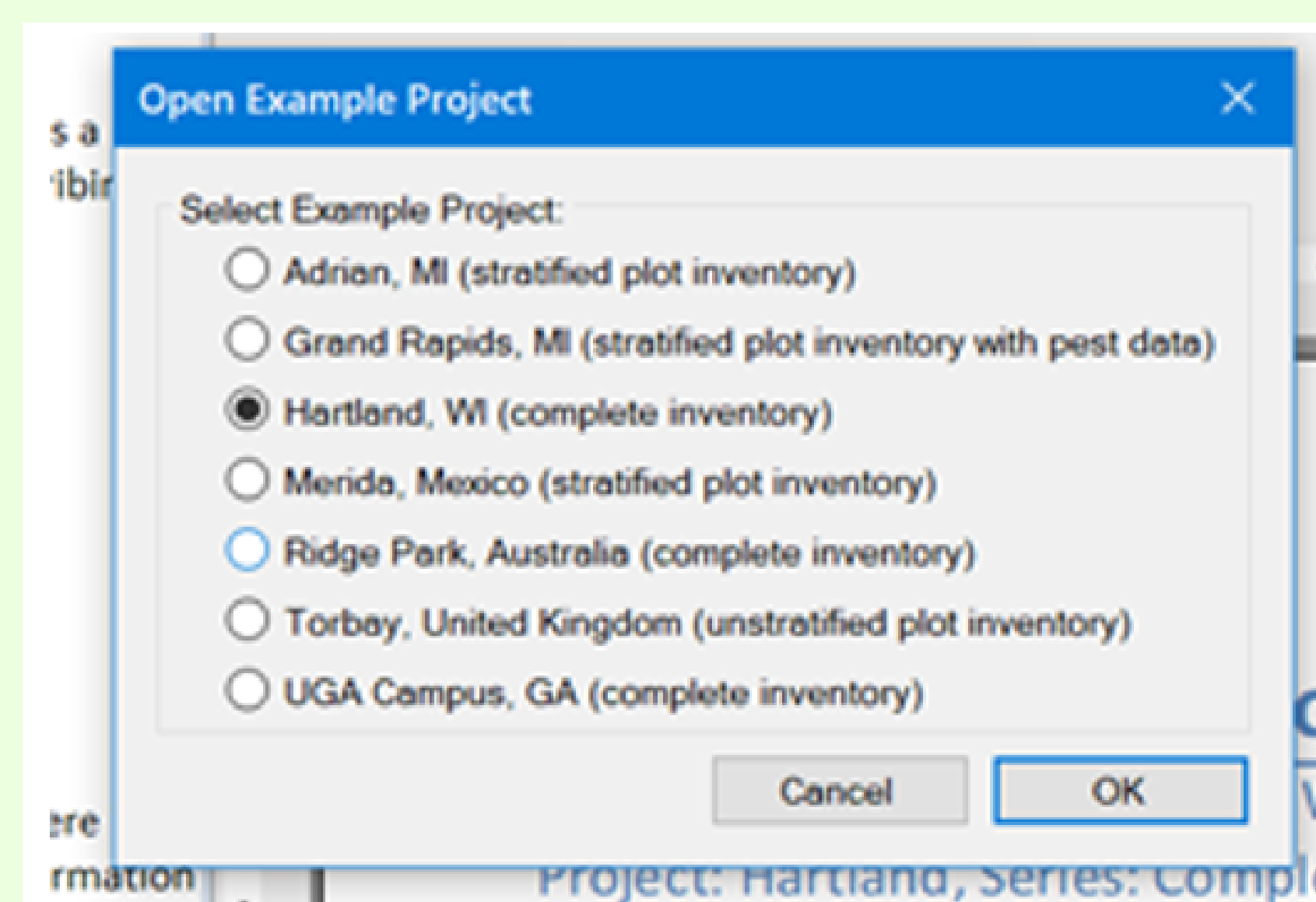
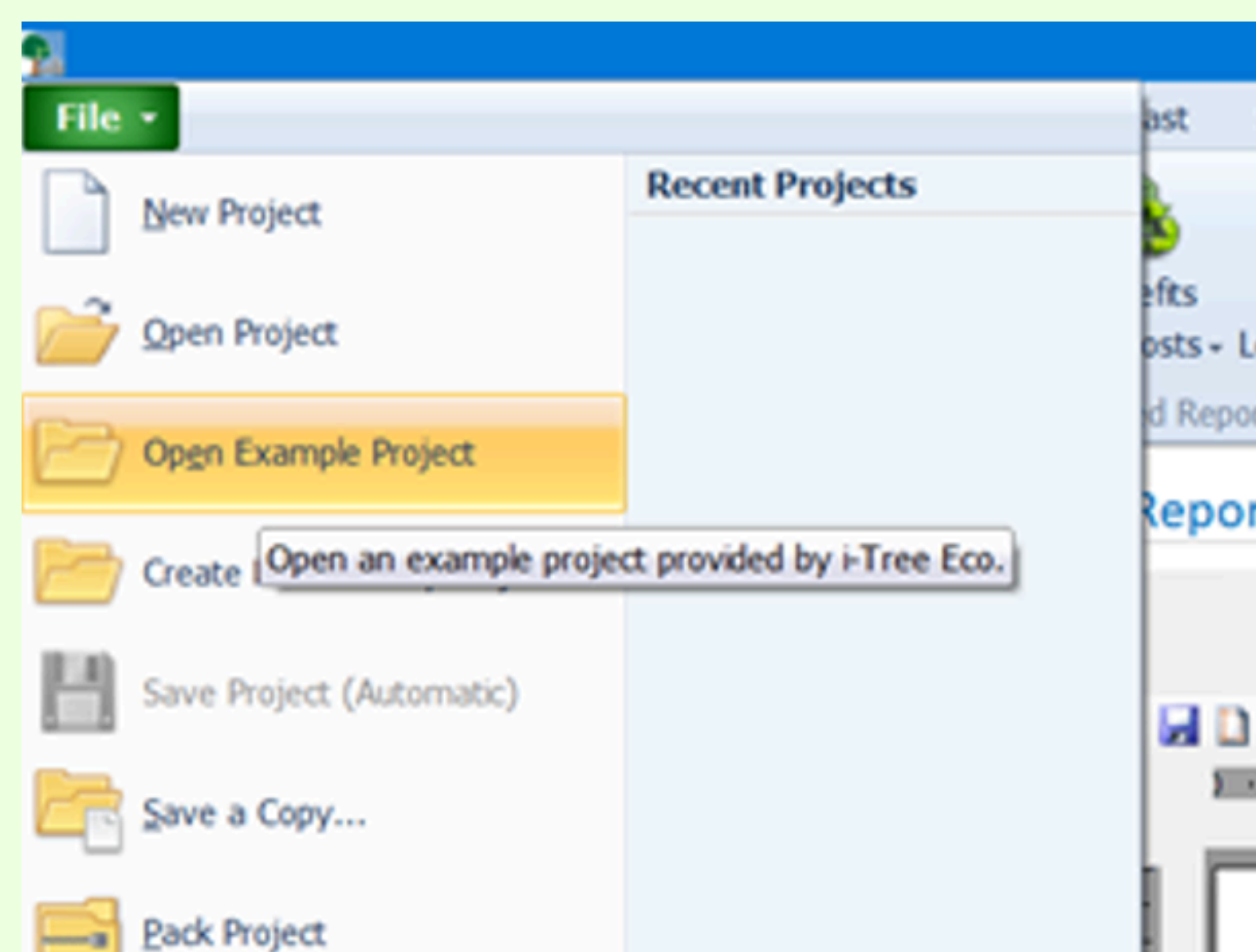
Рекомендації для викладачів:

Для виконання практичної роботи потрібні дані, які отримано за результатами практичної роботи №3 у вигляді отриманих звітних даних у розділі “Reports” програми i-Tree Eco. Обов'язковою умовою є наявність інформації про координати розташування кожного дерева чи куща. За відсутності результатів виконання практичної роботи №3 можна скористатись даними, що надані в якості прикладу для повної інвентаризації (complete inventory) зелених насаджень (наприклад Hartland, WI complete inventory).

Для використання даних, що надані в якості прикладу потрібно:

У пункті головного меню програми i-Tree Eco обрати групу меню “File” та запустити команду “Open Example Project”.

Серед запропонованих проектів слід обрати ті, для яких в дужках відзначено результати **повної інвентаризації (complete inventory)**, наприклад Hartland.



Також для виконання практичної роботи потрібна програма для картування (доцільно використати безкоштовну програму **Google Earth (Планета Земля)**, яку можна використовувати в Інтернет-версії або завантажити дистрибутив з офіційного сайту за таким посиланням: <https://www.google.com/earth/about/versions/#download-pro>).

Для спеціальностей, які в навчальному процесі вивчають геоінформаційні системи, картування доцільно виконувати у вивчених ГІС, наприклад безкоштовній програмі QGIS.

Теоретичні відомості:

Картування (англ. *Mapping*; нім. *Kartierung*) – нанесення на географічну основу карти відповідних параметрів досліджуваних явищ, які стосуються природи, населення, господарства тощо. Відповідно, **картування екосистемних послуг** – це нанесення на географічну основу (наприклад на топографічну карту чи космічний знімок) результатів оцінки екосистемних послуг окремих дерев або кущів. В цій роботі таке картування виконується на прикладі безкоштовної програми Google Earth (Планета Земля) за результатами, які отримані в i-Tree Eco.

Корисні посилання:

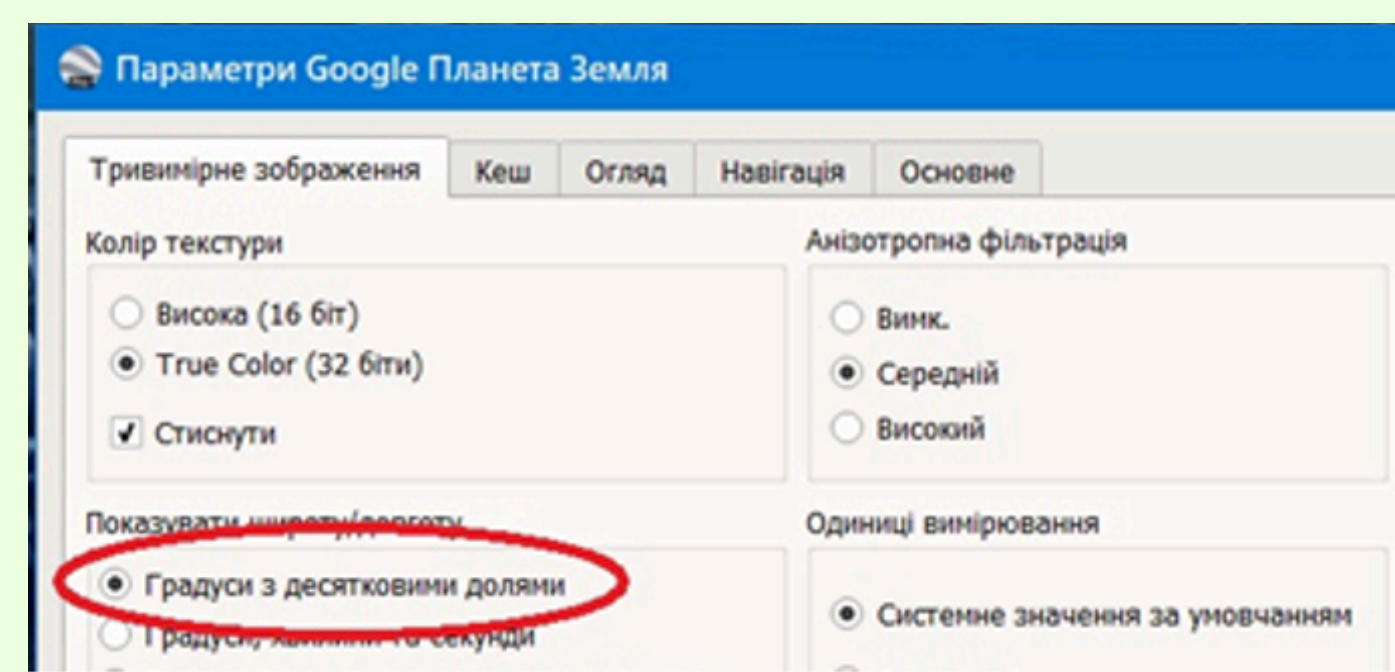
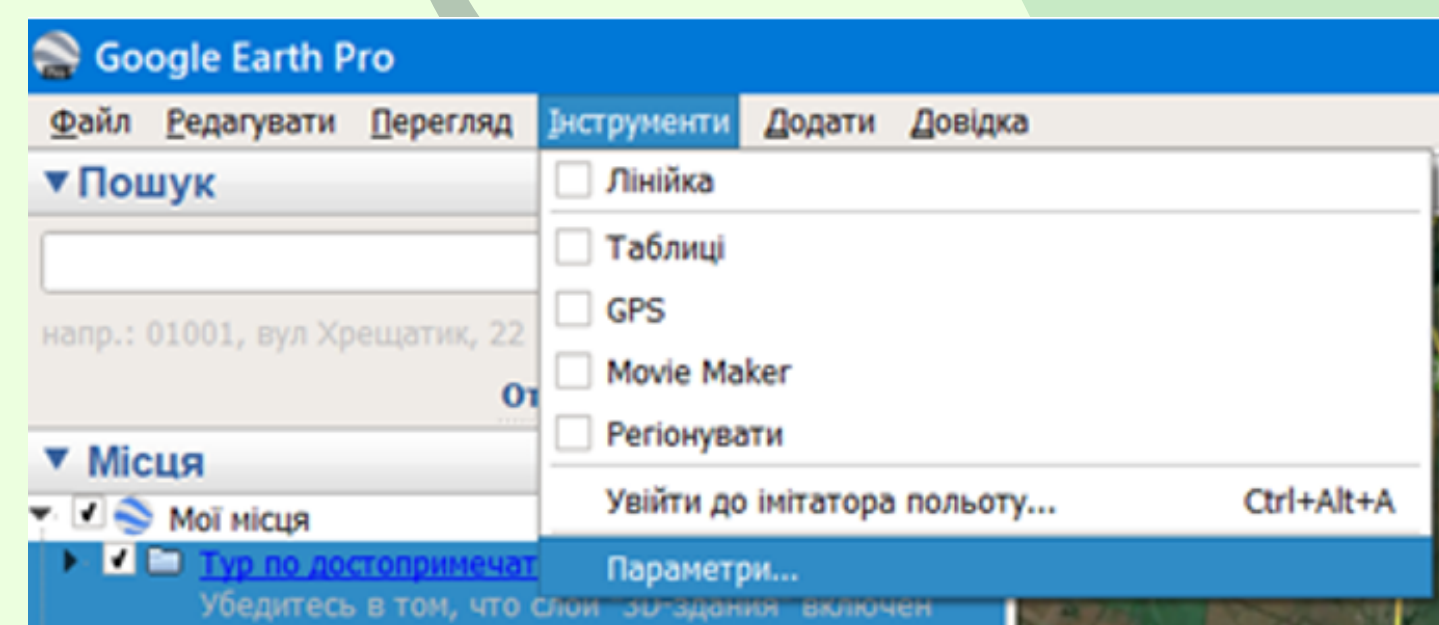
1. Assessment and representation of Urban Trees Ecosystem Services: a case study in Pryzamkovyi park / D. Bidolakh et al. Folia Forestalia Polonica. 2023. Vol. 65, no. 2. P. 104–116 / <https://doi.org/10.2478/ffp-2023-0011>
2. Google Earth Help. Google Help / <https://support.google.com/earth/#topic=7364880> (date of access: 16.12.2024).
3. USDA Forest Service. (2023). i-Tree Eco Users Manual (version 6.0). www.itreetools.org / https://www.itreetools.org/documents/275/EcoV6_UsersManual.2021.09.22.pdf
4. Безкоштовний дистрибутив версії додатка Планета Земля. Google Earth. / <https://www.google.com/earth/about/versions/#download-pro>
5. Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень з використанням інструменту i-Tree Eco / Д. І. Бідолах та ін. Scientific Bulletin of UNFU. 2023. Т. 33, № 2. С. 7–13 / <https://doi.org/10.36930/40330201>

Прилади та матеріали. Для виконання роботи потрібні дані з геолокації дерев та кущів (найзручніше в системі географічних координат, які виражені у форматі десяткових градусів, наприклад: пн. широта N 49.859534°; сх. довгота E 0 31.292638°). Їх можна отримати різними способами (оберіть зручний для вас):

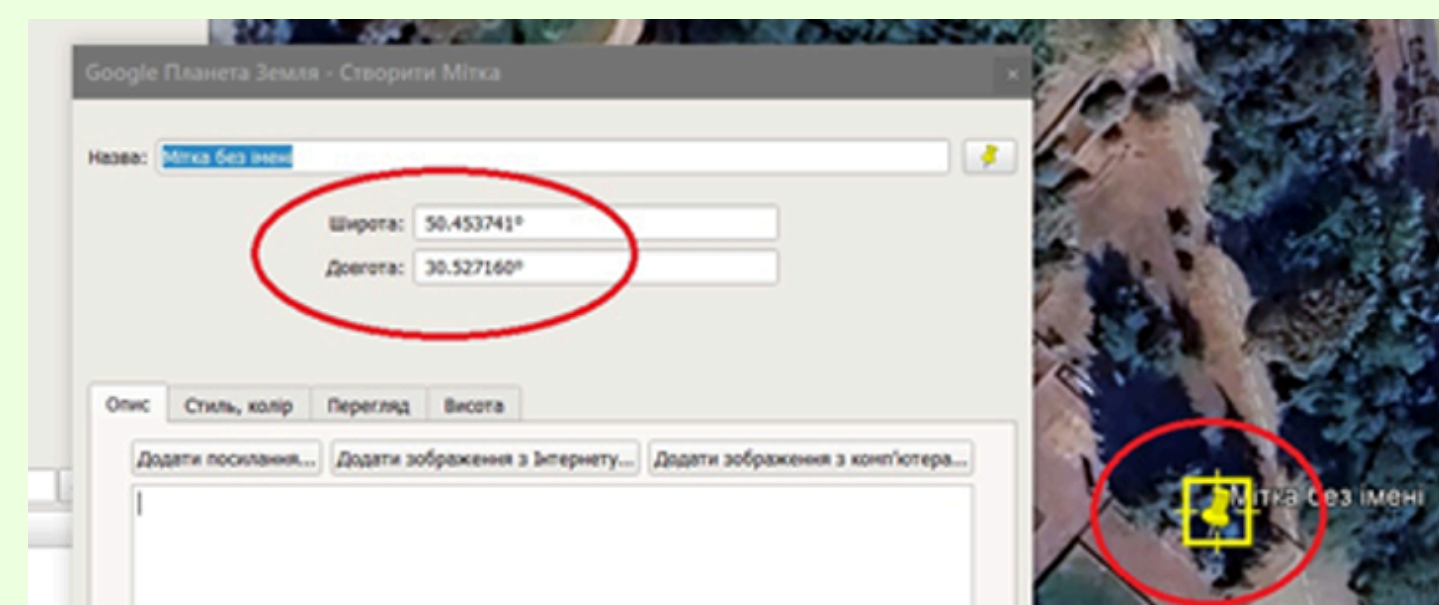
1. За допомогою **GPS-приймача** (використайте інструкцію до прилада) зафіксуйте місце розташування кожного дерева чи куща та експортуйте координати точок або перенесіть їх до таблиці вручну.
2. З використанням **мобільних додатків у смартфоні** (наприклад GPS Point або інші) зафіксуйте місце розташування кожного дерева чи куща та експортуйте координати точок або перенесіть їх до таблиці вручну.
3. За допомогою безкоштовної **програми Google Earth (Планета Земля)** виконайте наступні кроки:

1. Налаштуйте спосіб представлення координат в Google Earth натискаючи такі команди:

“Інструменти” → “Параметри” → “Тривимірне зображення” → “Показувати широту/довготу” → “Градуси з десятковими долями” → “Застосувати” → “ОК”.



2. Відшукайте місце розташування кожного дерева чи куща на карті **“Додати” → “Мітка”**, переміщуючи мітку наведіть її на центр дерева, збережіть його координати та зафіксуйте широту і довготу точки.

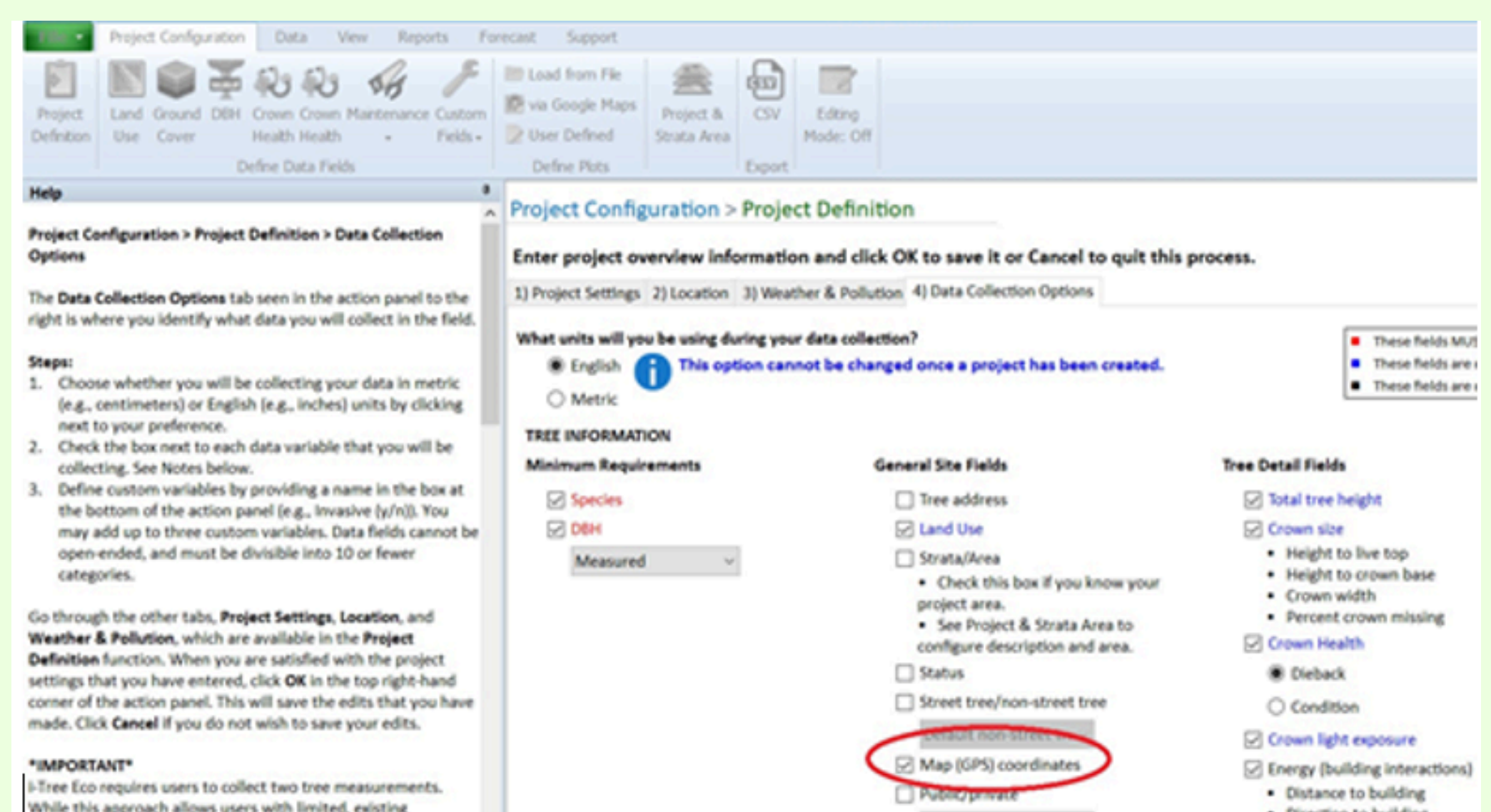


Хід роботи:

Для картування екосистемних послуг дерев та кущів на основі даних i-Tree Eco потрібно створити обмінний файл у форматі KML та імпортувати його до ГІС чи геобраузера за такими кроками:

1. Для створення файлу у форматі KML потрібно **створити новий проєкт у i-Tree Eco** відповідно до рекомендацій, які наведені у практичній роботі № 3. У випадку використання даних, що надані в якості прикладу (описано в рекомендаціях для викладачів) пункти 1-7 слід пропустити!

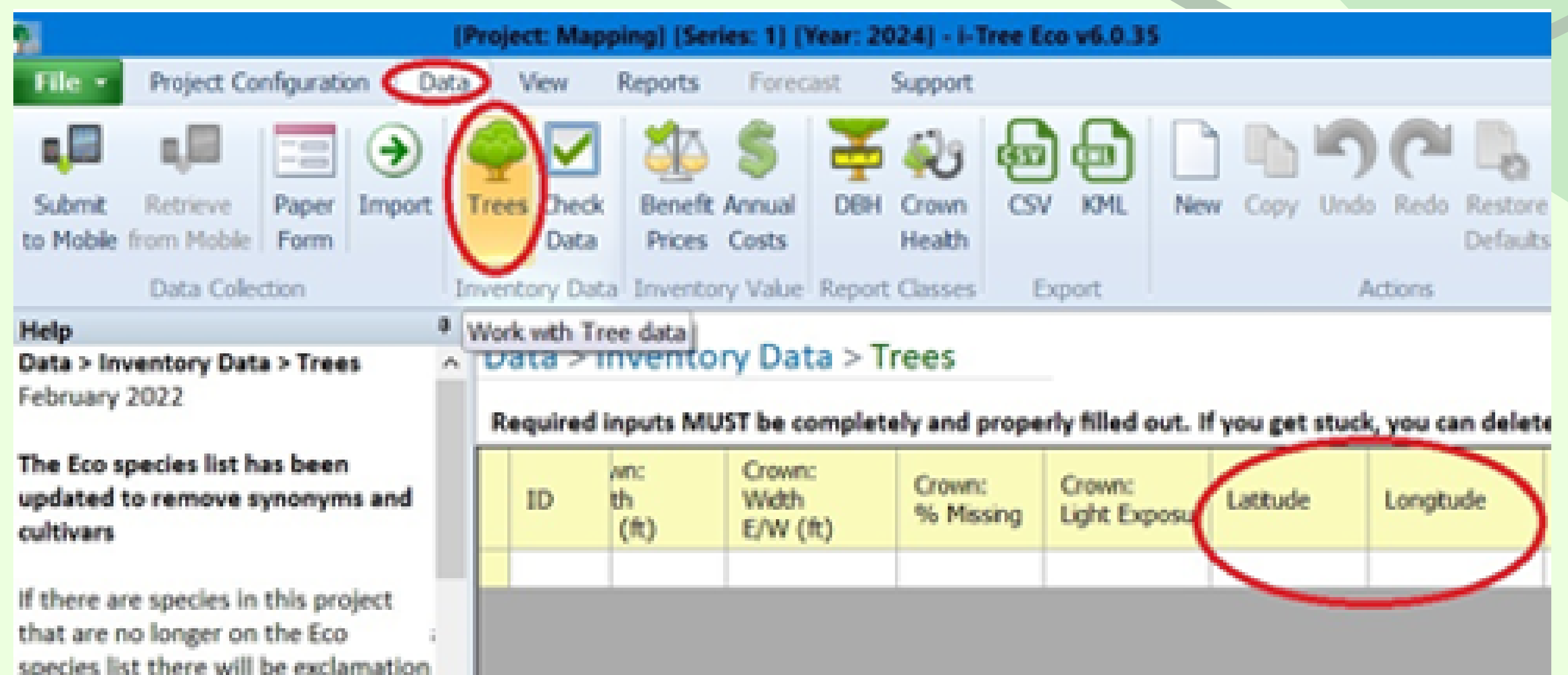
Важливо: під час внесення параметрів проєкту в ході вибору опцій для 4-го розділу конфігурації (**Data collection options**) для внесення геолокації точок потрібно обов'язково активувати опцію **“Map (GPS) coordinates”!**



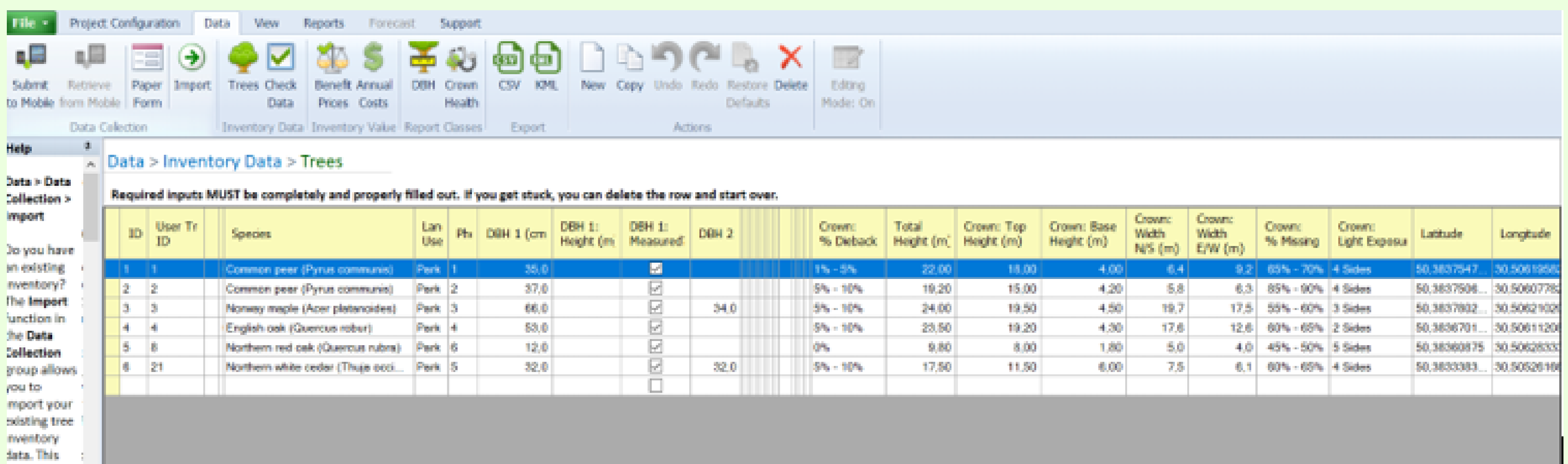
2. Для перевірки правильності виконання попереднього кроку потрібно переконавшись, що поля широти та довготи додано до відомості інвентаризації у програмі i-Tree Eco.

Для цього потрібно відкрити групу меню “Data” та активувати команду роботи з даними дерев “Trees”.

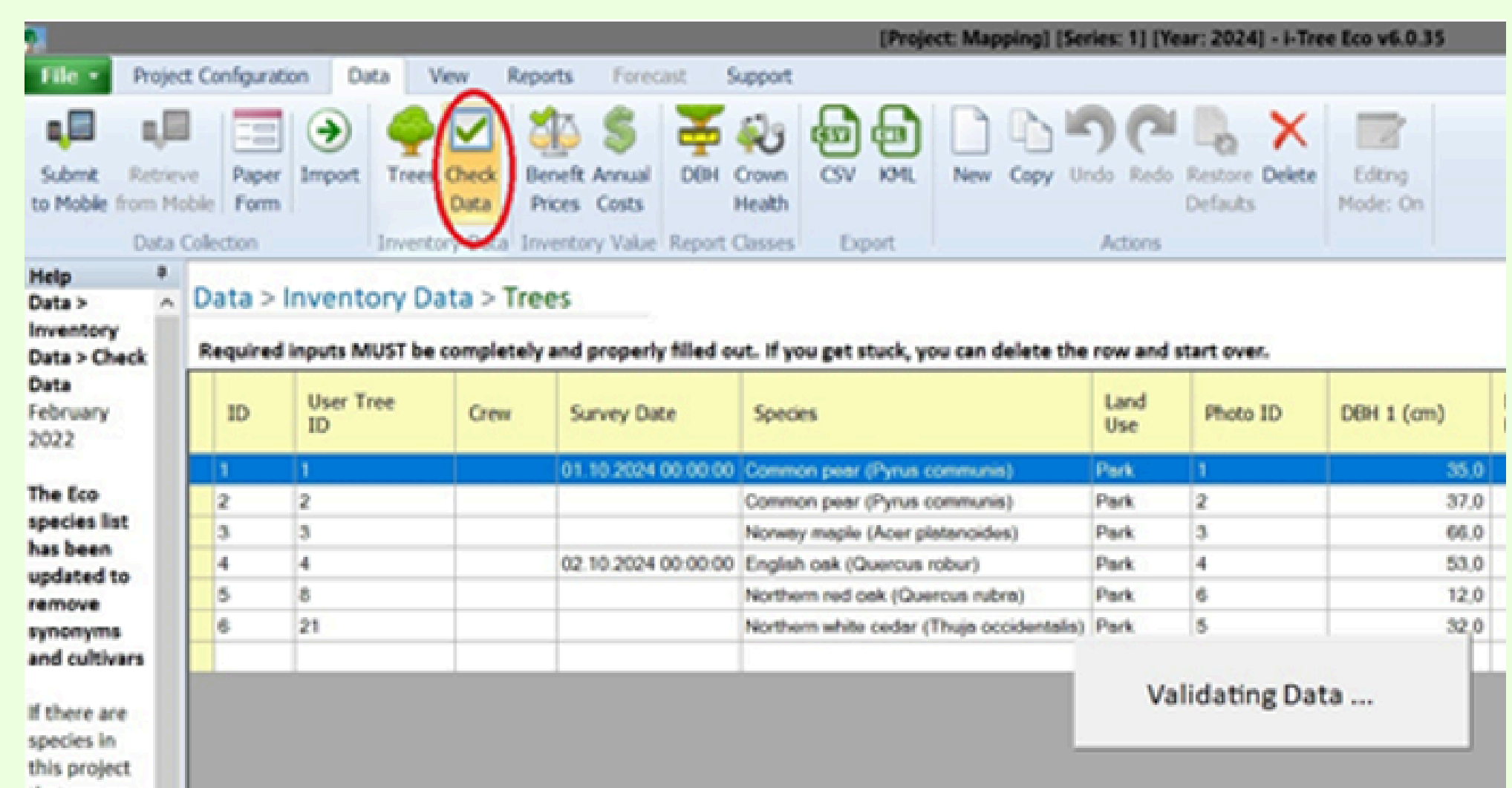
В інвентаризаційній відомості потрібно віднайти поля Latitude (Широта) та Longitude (Довгота).



3. Для внесення даних до i-Tree Eco слід занести (або імпортувати) результати інвентаризації дерев та кущів разом з їх геолокацією (координатами розташування) до відомості інвентаризації у програмі i-Tree Eco відповідно до методики, що описана в практичній роботі №3.

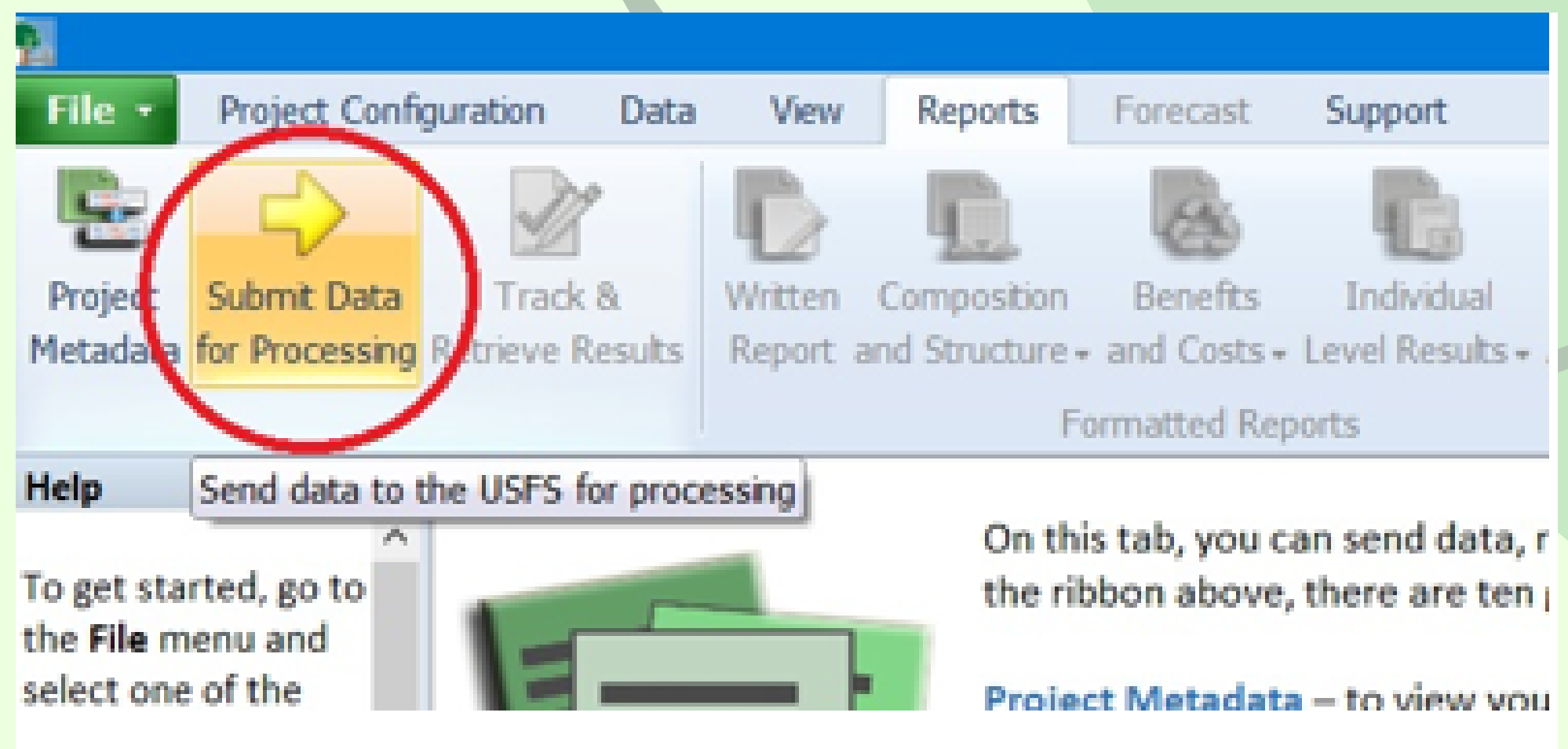


4. Для контролю відсутності помилок після завершення внесення даних до відомості інвентаризації у програмі i-Tree Eco потрібно перевірити вірність заповнення інформації та пройти валідацію даних, відкривши групу меню “Data” та активувавши команду запуску базового тесту перевірки даних “Check Data”.



У випадку появи помилок валідації, потрібно виправити вказані недоліки (помилки під час внесення даних, невірна конфігурація проєкту, відсутність встановленого курсу обміну валют тощо).

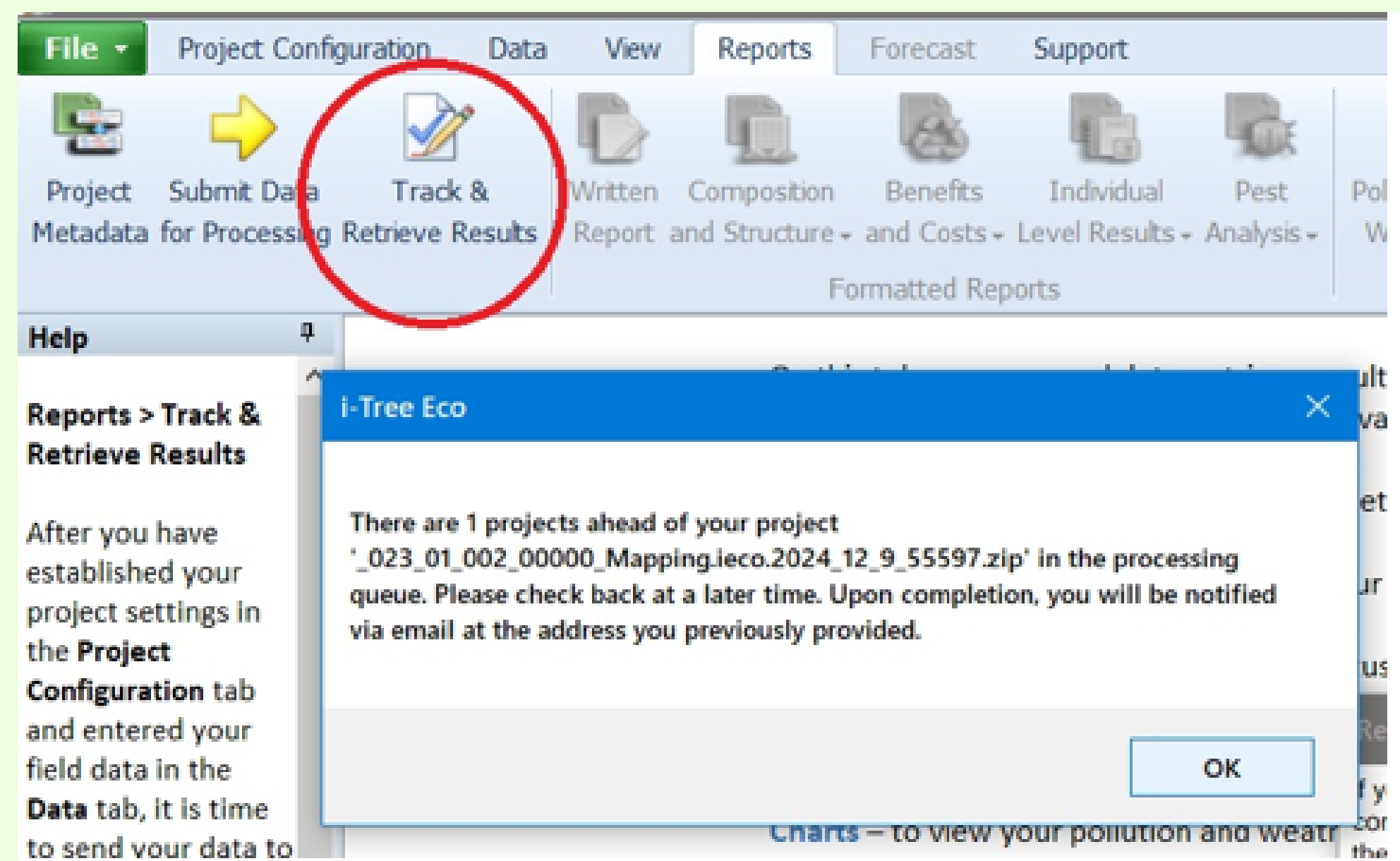
5. **Надсилання даних на опрацювання.** За умови успішного проходження валідації, дані потрібно відправити на опрацювання. Для цього слід перейти до групи меню **“Reports”** та активувати команду надсилання даних до USFC на опрацювання **“Submit data for Processing”**.



Після цього потрібно підтвердити ліцензійну угоду та внести відповідну контактну інформацію для надсилання результатів опрацювання даних.

6. Для отримання результатів опрацювання даних потрібно їх отримати з серверу USFC з використання групи меню **“Reports”** шляхом активації команди отримання оброблених результатів **“Track & Retrieve Results”**.

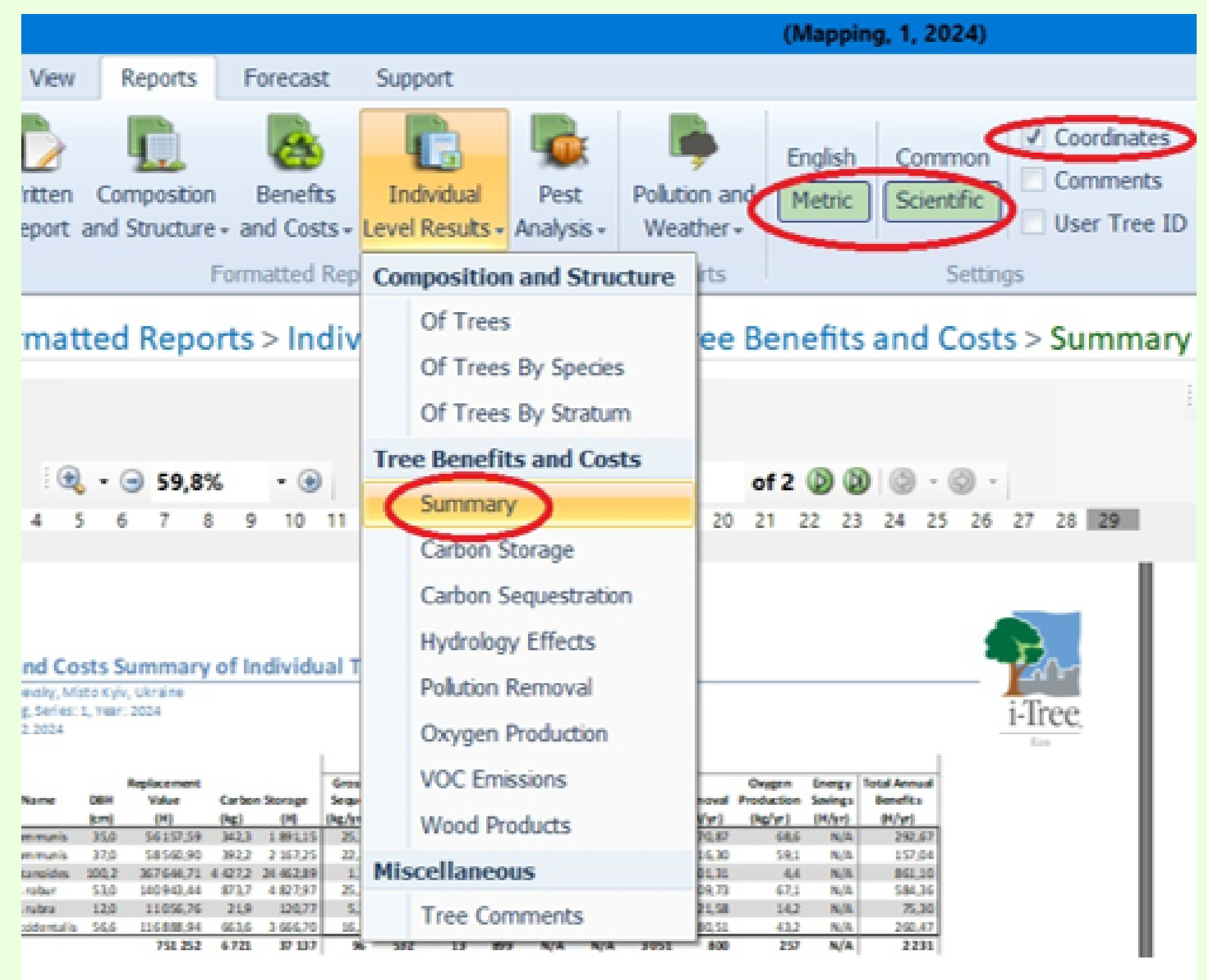
У випадку появи діалогового вікна очікування на опрацювання інших проєктів, слід дочекатись своєї черги та отримати результати



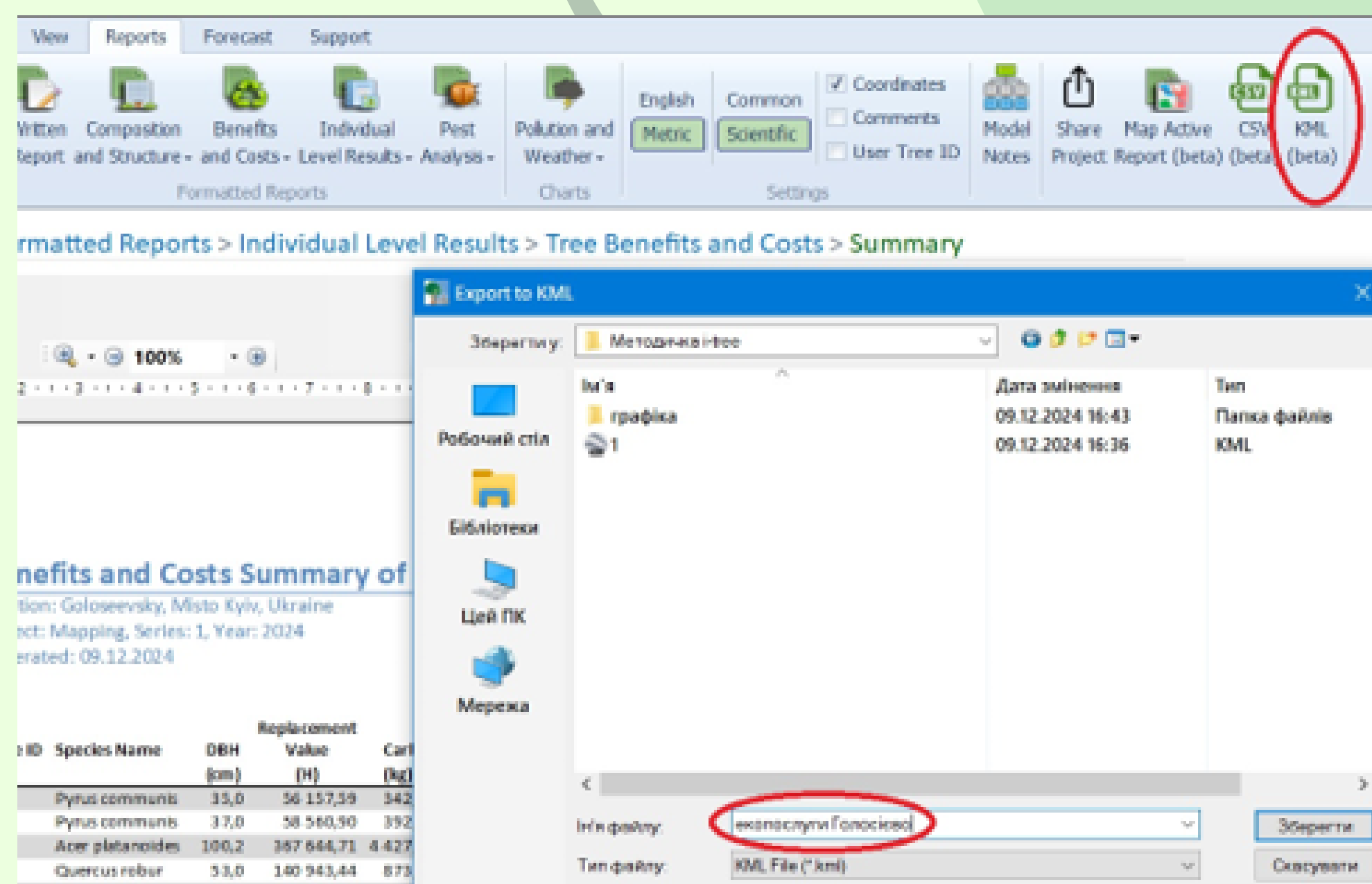
Повідомлення про завершення опрацювання даних також надходить на вказану під час реєстрації ліцензійної угоди електронну пошту.

7. Для отримання вихідної інформації до файла оцінки екосистемних послуг потрібно відкрити сумарний звіт екосистемних послуг дерев та їх вартості за допомогою групи меню **“Reports”** шляхом активації групи команд **“Individual Level Results”** та команди **“Summary”**.

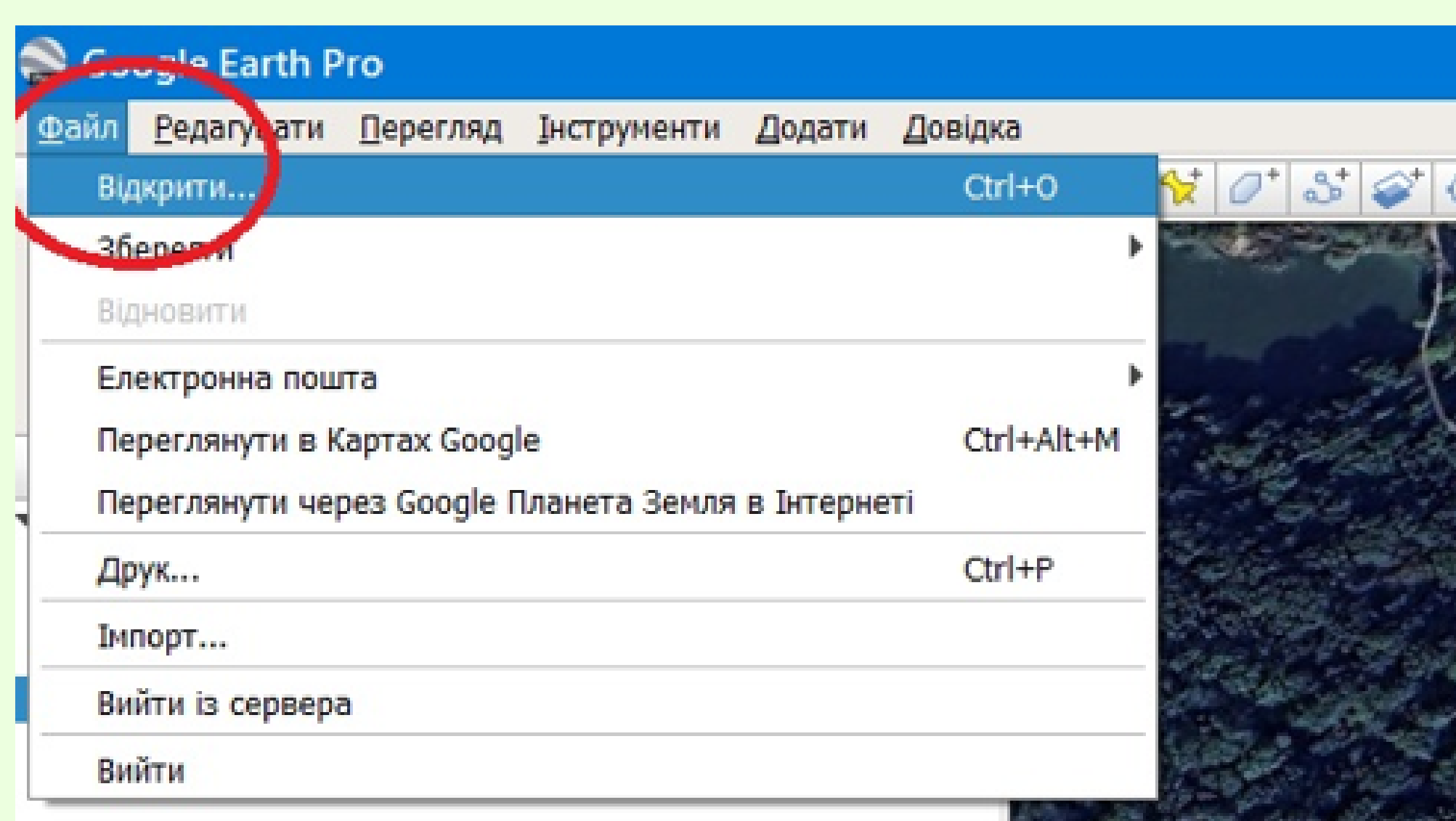
При цьому важливо перевірити, щоб звіт виводився у метричній системі (Metric) з латинськими назвами рослин (Scientific) та координатами точок.




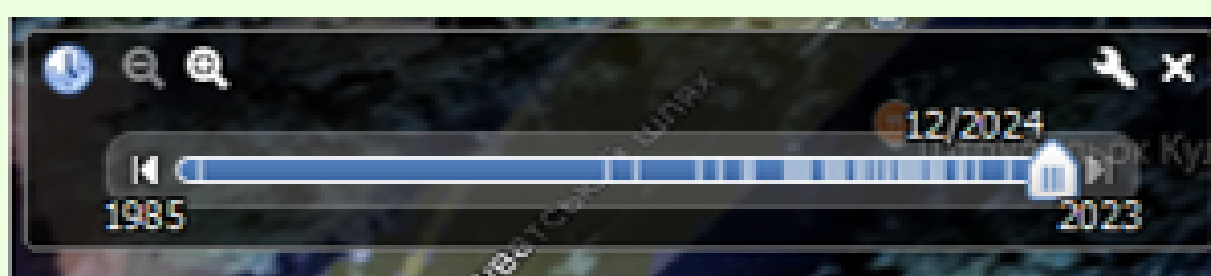
8. Для експорту файла з результатами оцінки екопослуг у форматі KML потрібно скористатись групою меню "Reports" шляхом активації команди "KML", вказавши розташування місця збереження файла, дати йому відповідну назву та зберегти його.



9. Для імпорту файла з результатами оцінки екопослуг у форматі KML потрібно відкрити програму Google Earth (або іншу ГІС) та відкрити збережений раніше файл за допомогою меню "Файл" шляхом активації команди "Відкрити", вказавши місце розташування файла.



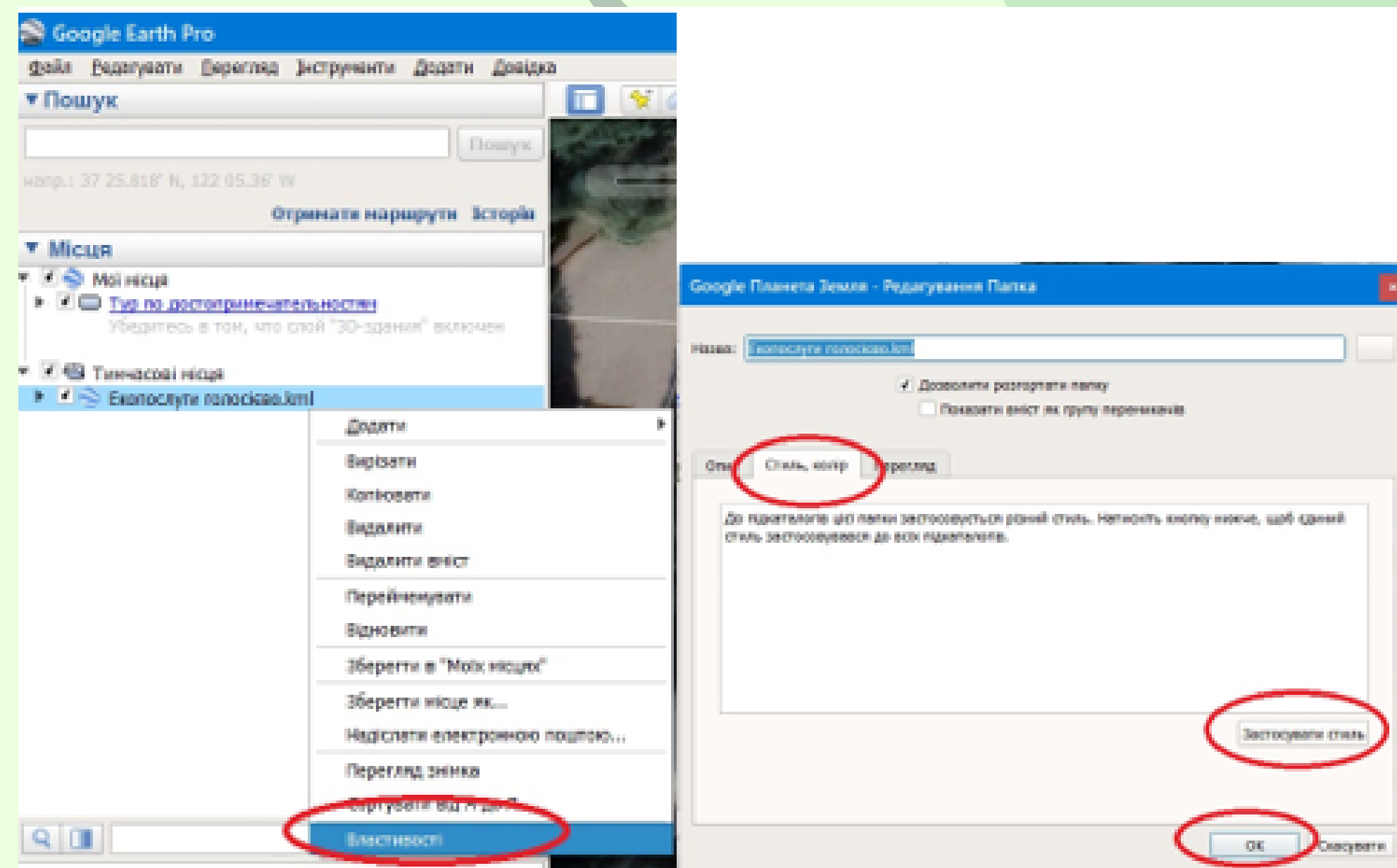
10. Для пошуку оптимальної растрової основи доцільно знайти найкращий космічний знімок для растрової основи за допомогою піктограми показу зображень у часі  шляхом переміщення повзунка між датами наявних знімків:



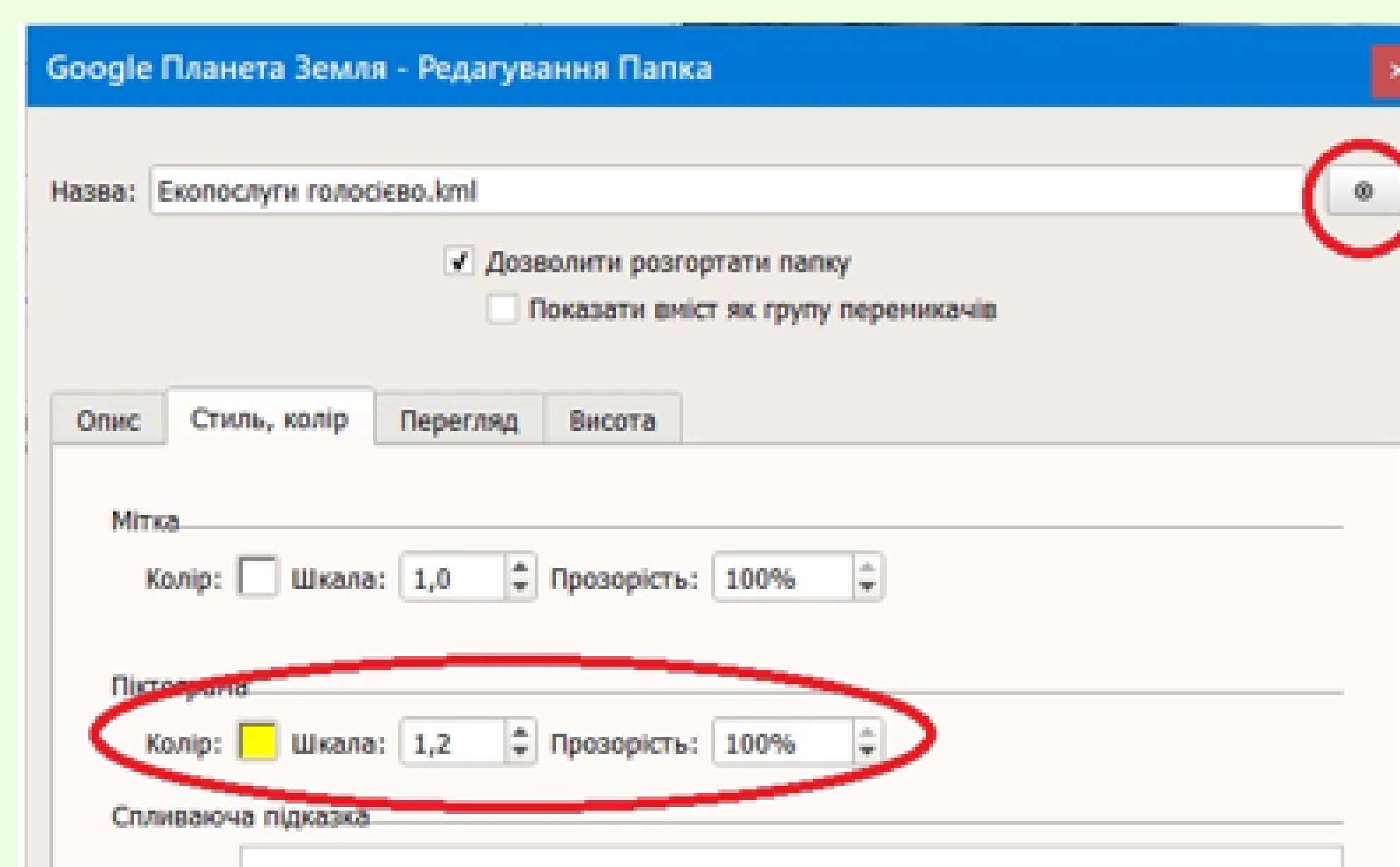
Так, нами в якості найкращої растрової основи (з огляду чіткості зображення) взято дані зйомки від 09.2020 р.



11. Для початку редагування позначок дерев та кущів доцільно перейти в контекстне меню шару KML (у боковій панелі програми “Місця”) та натиснути правою кнопкою вказівника на його назві. У вікні редагування слід обрати закладку “Стиль, колір” та використати команду “Застосувати стиль”.

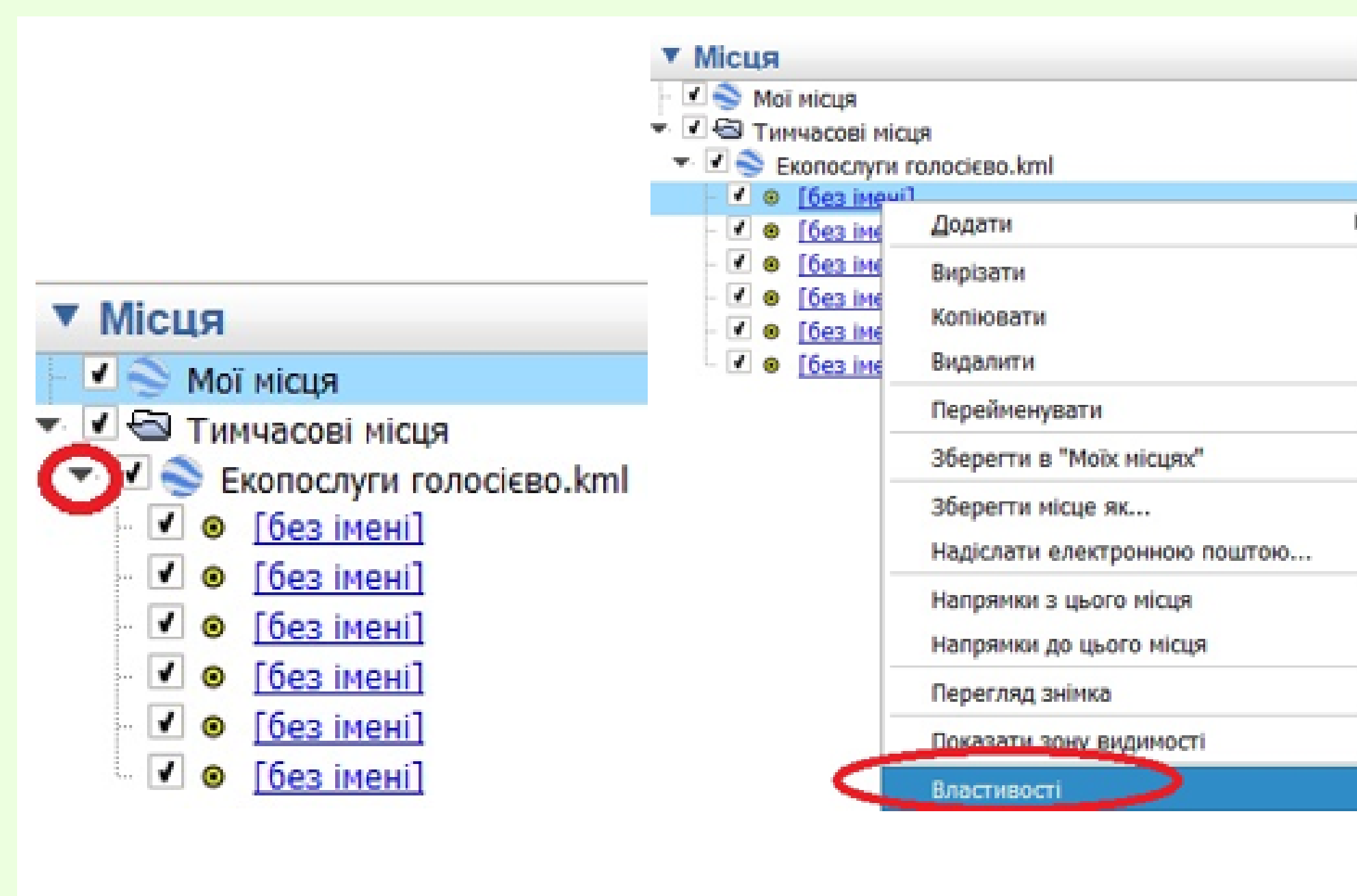


12. Для закінчення редагування позначок дерев та кущів доцільно змінити піктограму та її колір у тому ж вікні редагування.

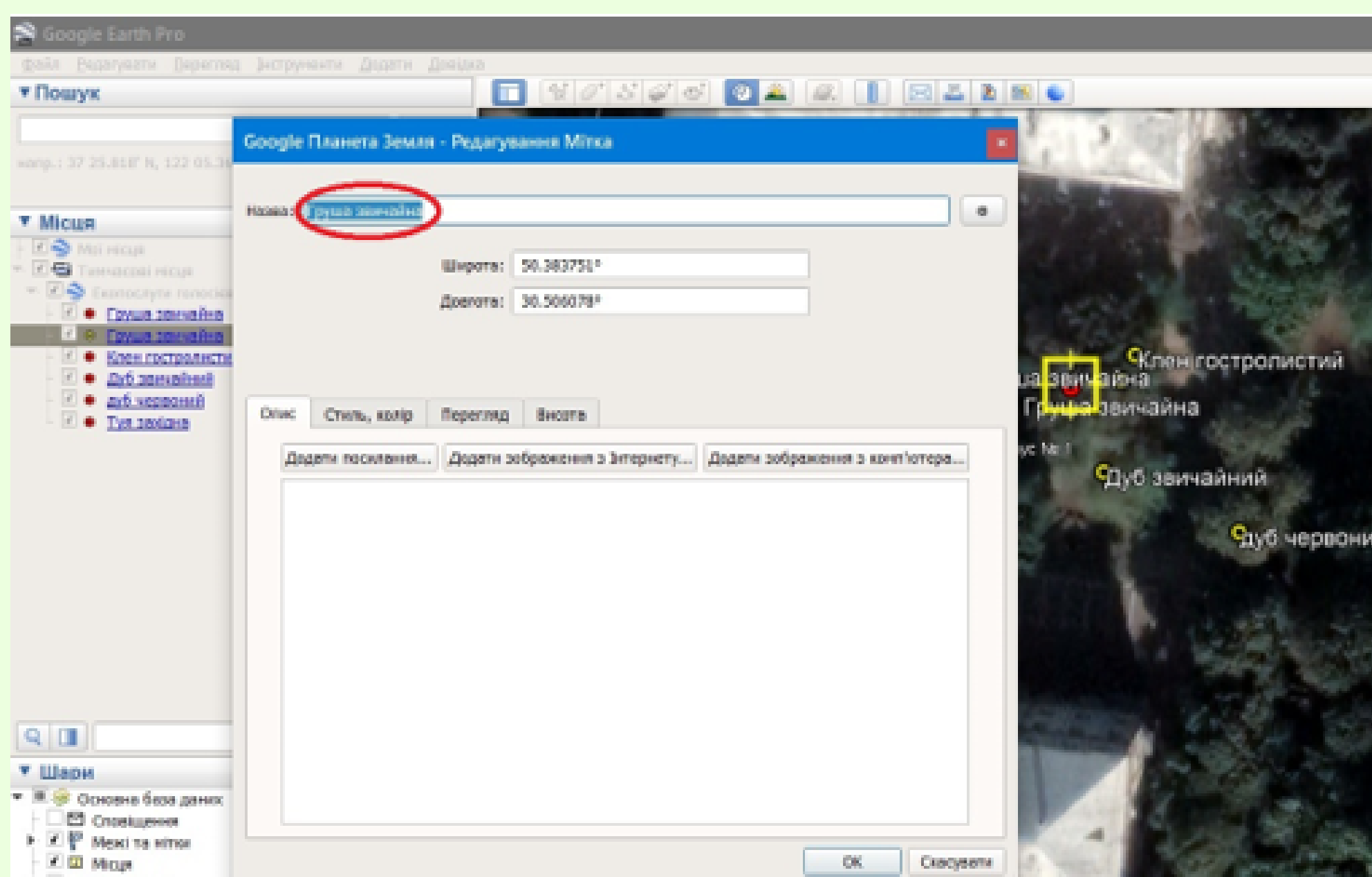


13. Для покращення візуалізації дерев та кущів доцільно перейти до редагування вмісту шару, розгорнувши список точок у боковій панелі шару KML.

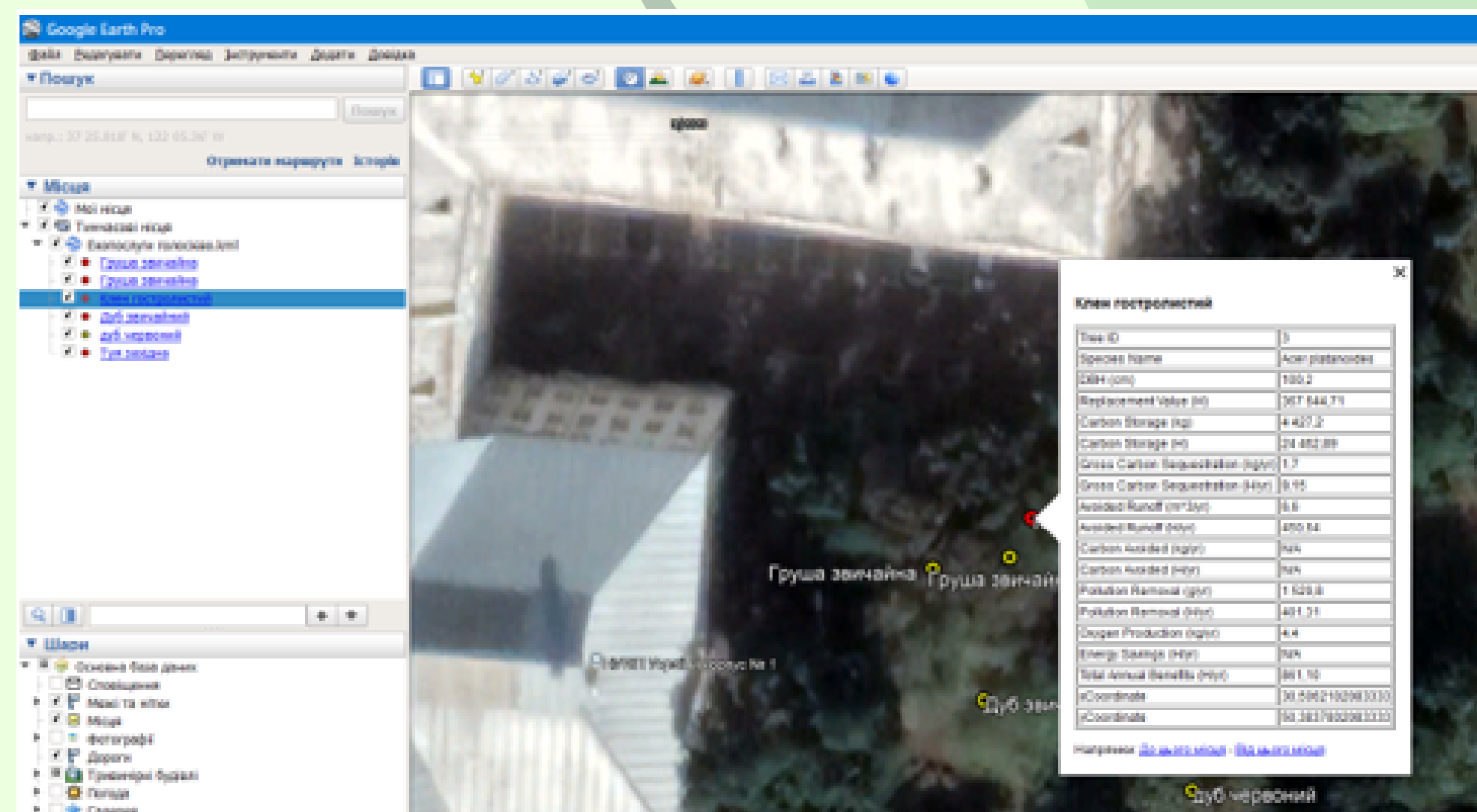
Для додавання видових назв рослин потрібно відкрити контекстне меню, натиснувши правою кнопкою вказівника на назву точки.



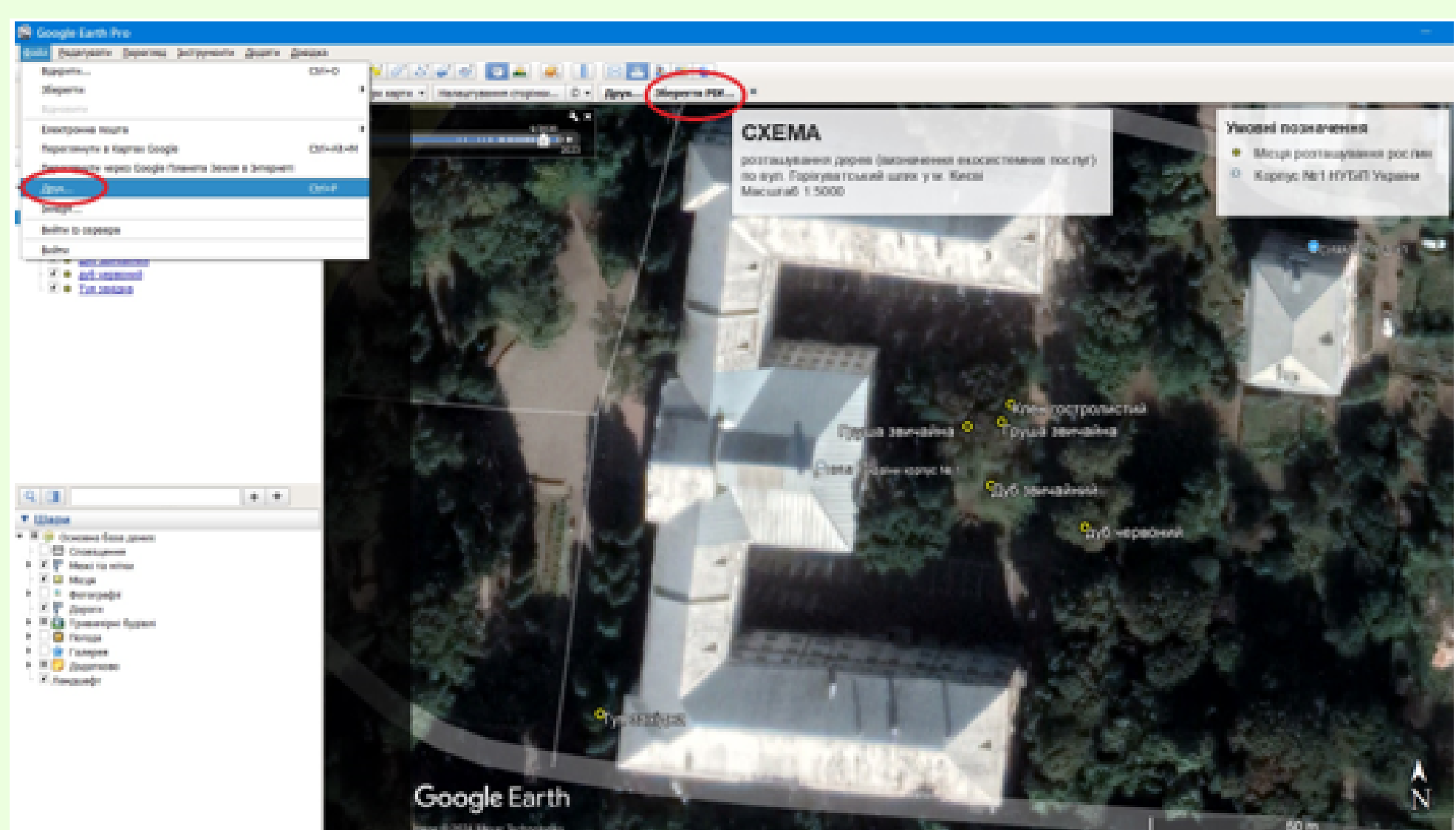
14. У вікні властивостей можна редагувати параметри точок, додаючи назви рослин. До того ж, у цьому режимі є можливість редагування місця розташування точок, шляхом наведення курсора на символ точки та його переміщення:



15. Для одержання інформації про екосистемні послуги кожної рослини достатньо навести вказівник на точку та натиснути лівою кнопкою миші на ній.

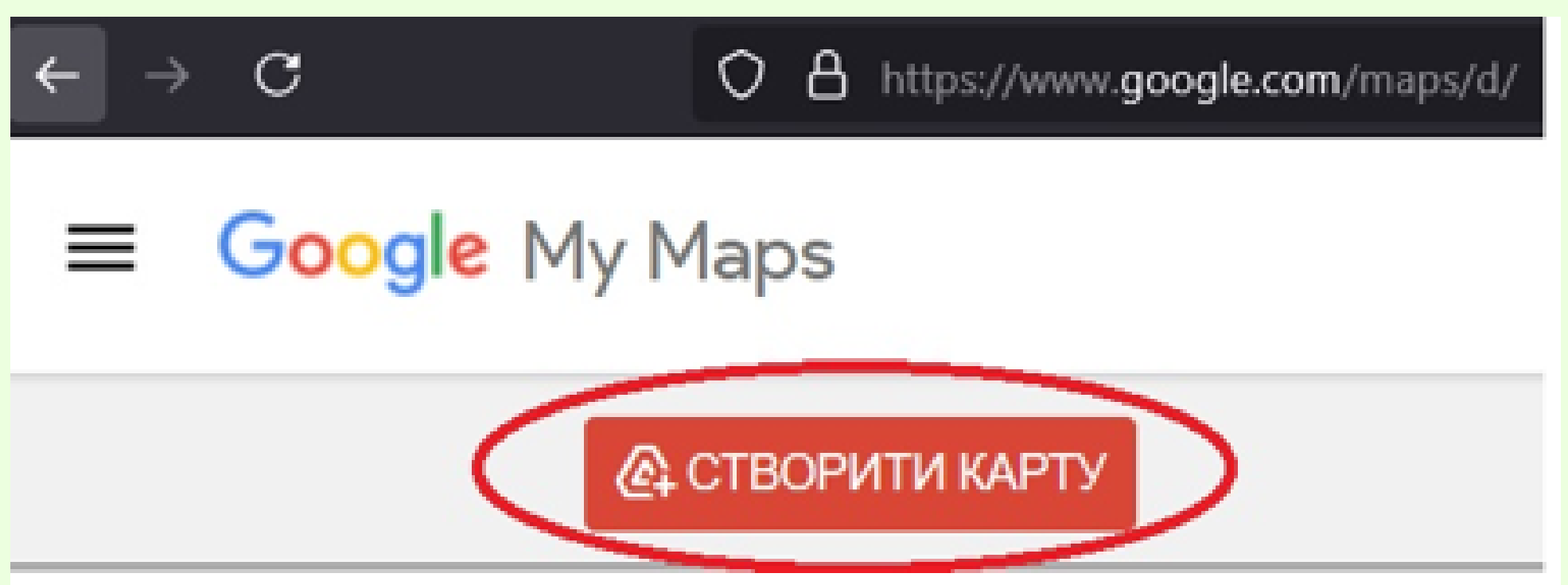


16. Наступним етапом цієї роботи є збереження мапи розташування дерев та кущів, для чого можна скористатись групою меню "Файл" та командою "Друк", які дають змогу додати назву, умовні позначення та масштаб для завершення мапи шляхом редагування відповідних елементів та зберігання готової мапи.

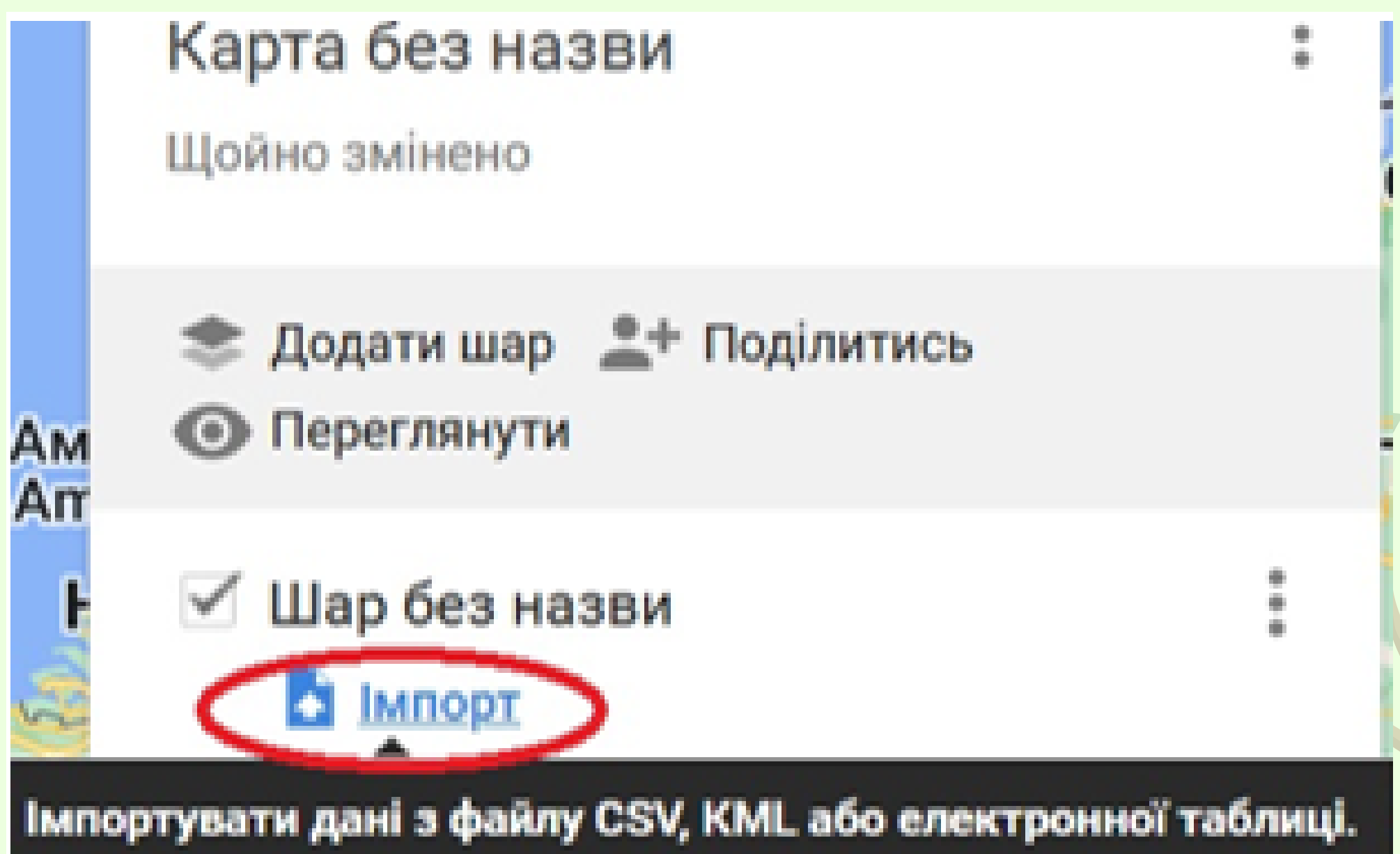


Для створення інтерактивної мапи розташування дерев та кущів можна скористатись картографічними вебсервісами, наприклад від компанії Google My Maps, який доступний за покликанням: <https://www.google.com/maps/d/>
Наступні кроки можна виконувати в тому числі без опрацювання даних в ГІС, тобто пропустивши кроки 9-16 цієї роботи.

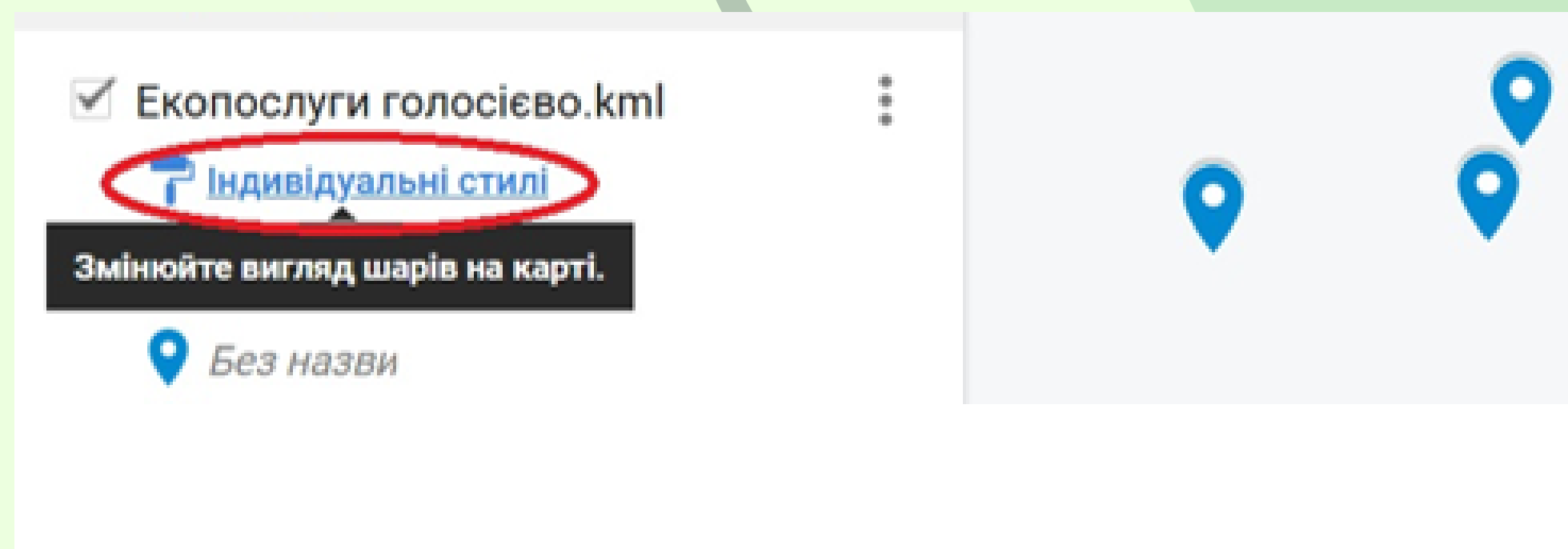
17. Для підготовки інтерактивної мапи розташування дерев та кущів у головному вікні вебсервісу потрібно створити нову карту, натиснувши відповідну кнопку.



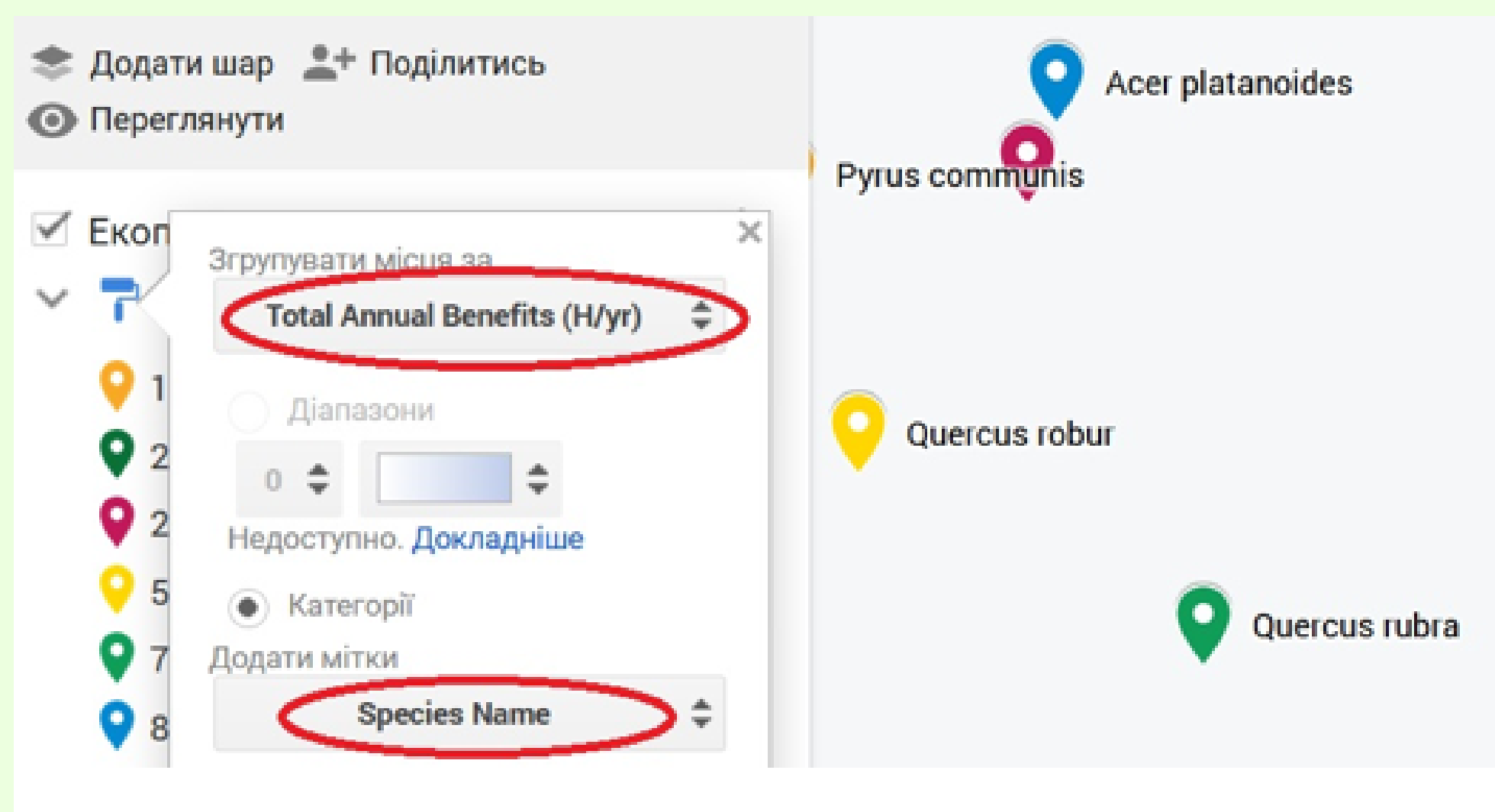
18. Для додавання результатів оцінки екосистемних послуг у вигляді шару KML слід натиснути кнопку імпорт та вказати шлях до розташування відповідного файла у форматі KML.



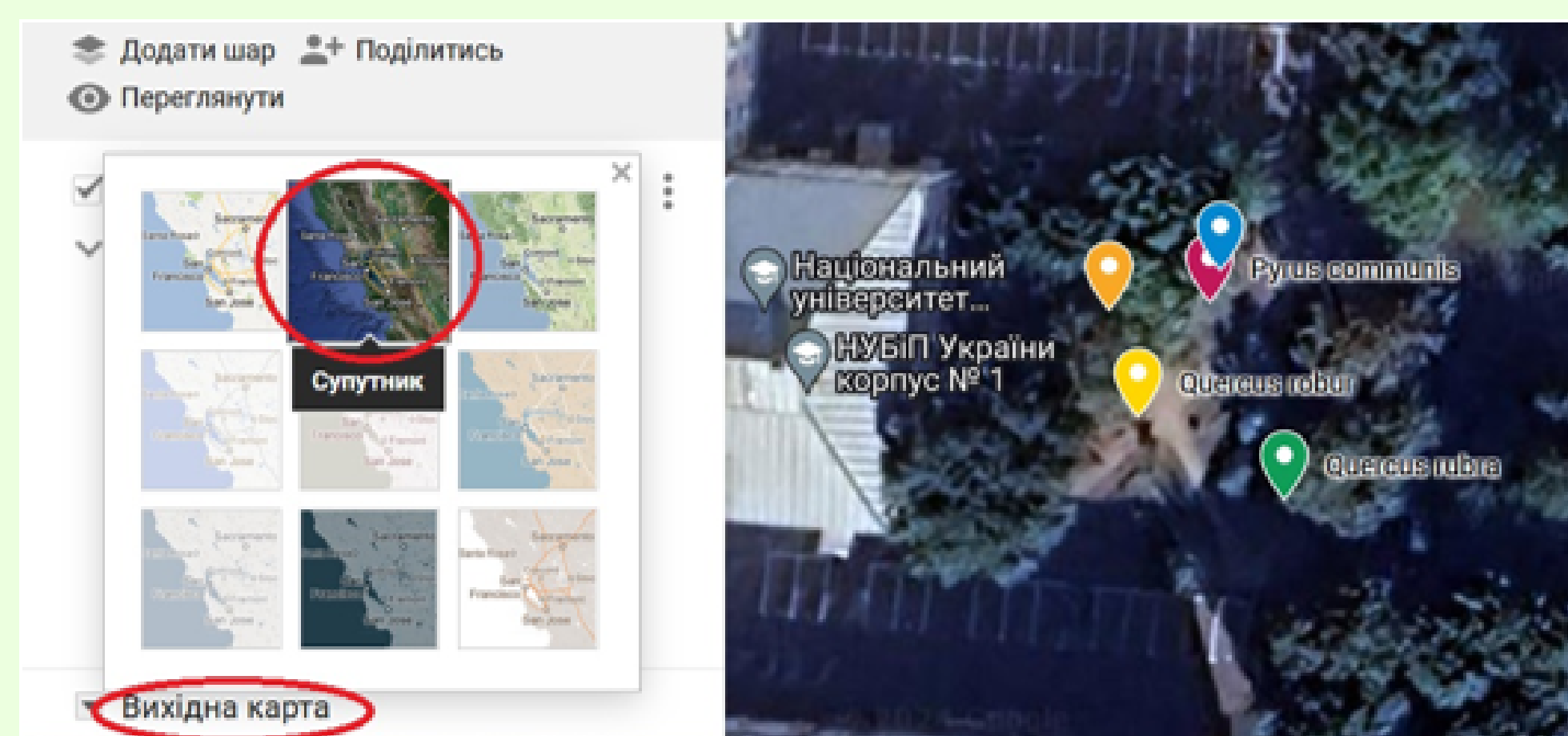
19. Після успішного імпорту шару KML доцільно відредагувати **стиль представлення інформації**, натиснувши відповідну кнопку **“Індивідуальні стилі”**.



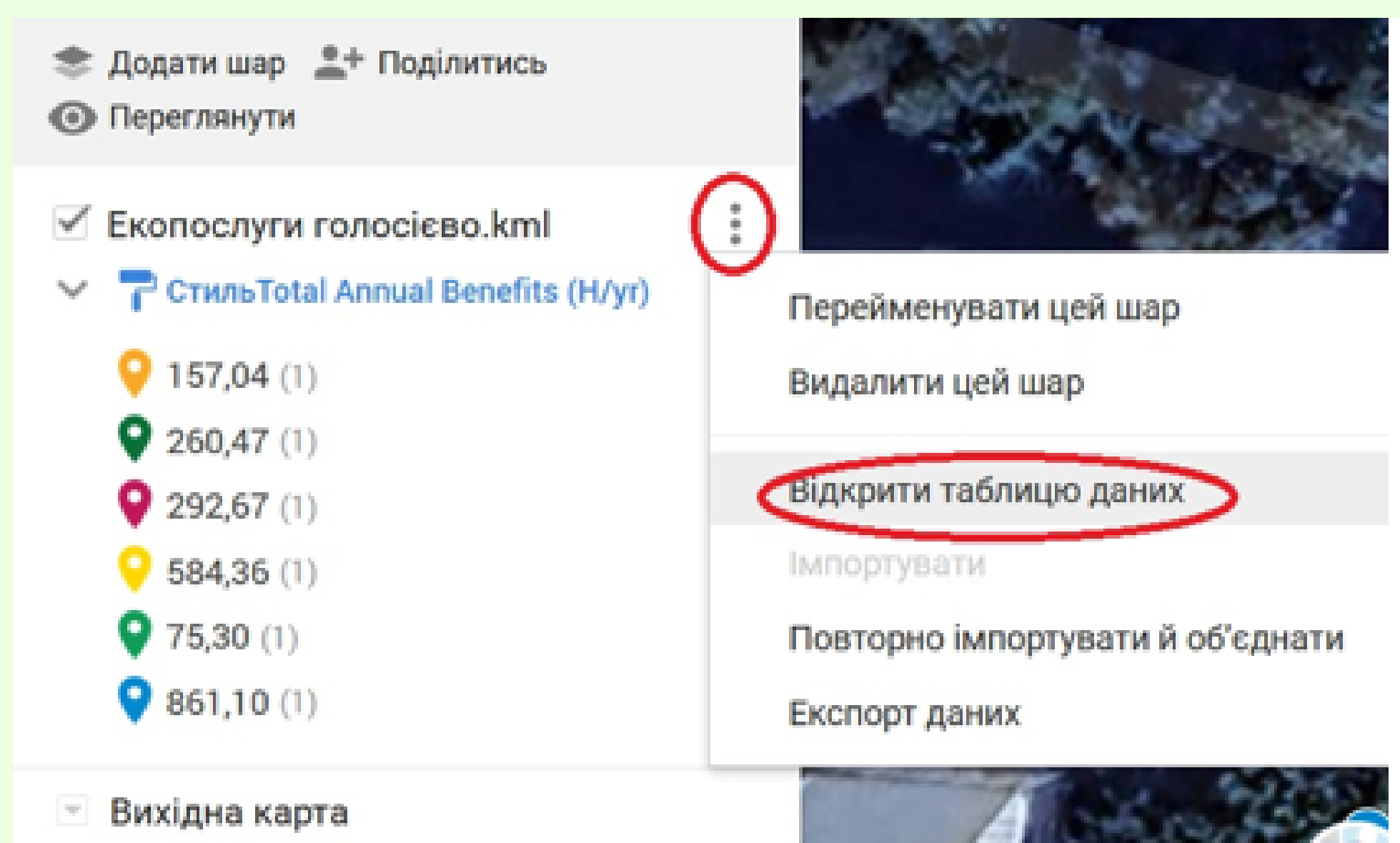
20. Для редагування **стилю представлення інформації**, слід обрати зручний спосіб представлення даних, наприклад групування точок **“за загальною екосистемною продуктивністю”**, та представлення міток виходячи із **“назв деревних та кущових видів”**.



21. Для **редагування основи мапи**, можна перейти у меню **“Вихідна карта”** та обрати супутникову основу.



21. Для **редагування вихідних даних** можна скористатись меню **“Відкрити таблицю даних”**, яка стає доступною після натискання лівою кнопкою вказівника на параметрах назви шару.

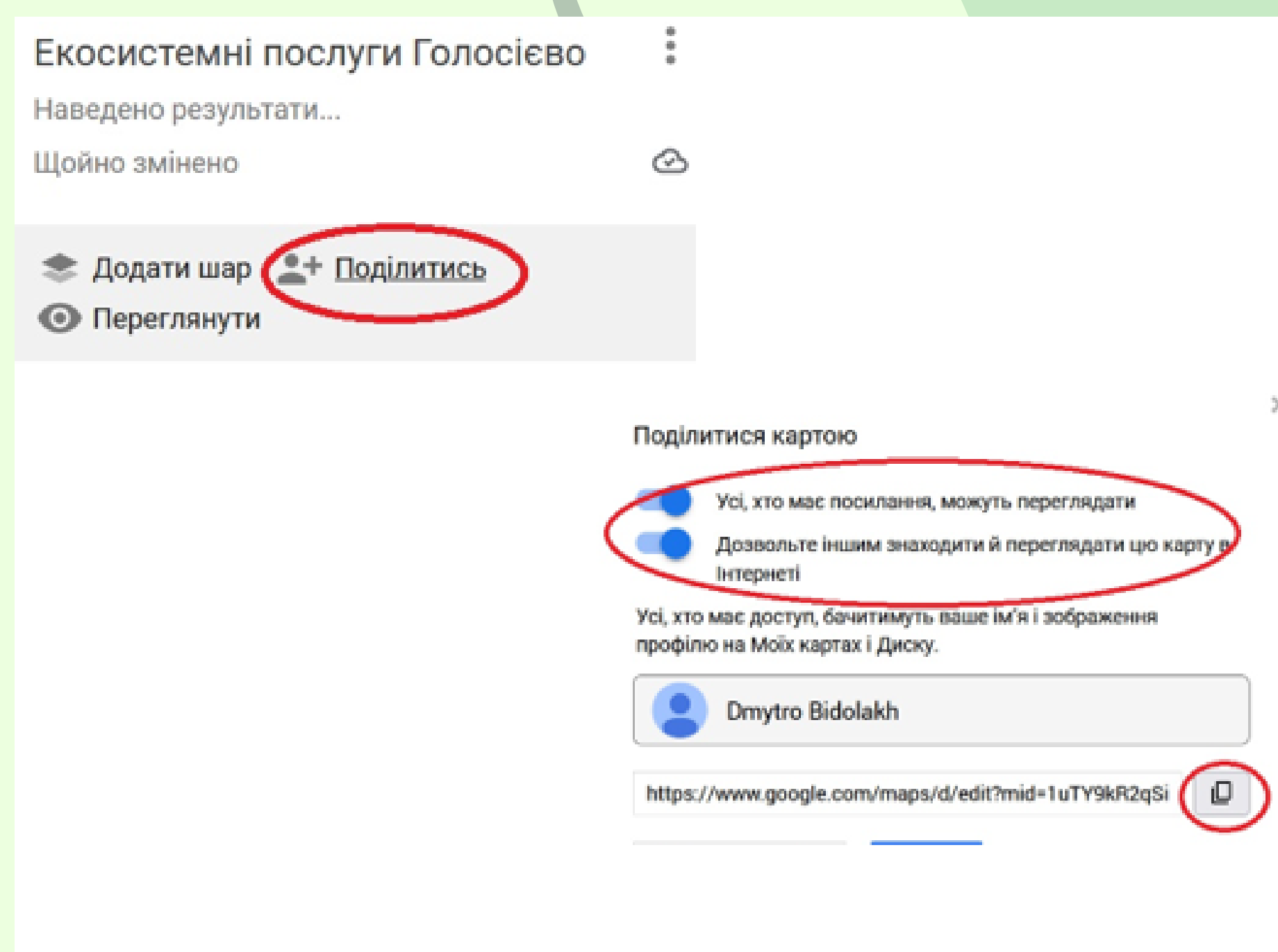


22. У вікні **редагування таблиці** можна додавати нові стовпці (*Add row*), присвоювати нові та редагувати наявні атрибути (наприклад додати стовпець **“Назва”** та внести українські видові назви рослин). Всі внесені дані зберігаються автоматично.

№	Назва	опис	Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Replacement Value (H)	Carbon S
1	Груша звичайна		1	Pyrus communis	35,0	56 157,59	342,3
2	Груша звичайна		2	Pyrus communis	37,0	58 560,90	392,2
3	Клен гостролистий		3	Acer platanoides	100,2	367 644,71	4 427,2
4			4	Quercus robur	53,0	140 943,44	873,7
5			5	Quercus rubra	12,0	11 056,76	21,9
6			6	Thuja occidentalis	56,6	116 888,94	663,6

Add row

23. Для поширення готової мапи слід використати кнопку **“Поділитись”**, вказати назву нової мапи, опис, налаштувати дозволи для перегляду мапи в інтерактивному режимі та скопіювати посилання на розташування мапи на сервісах Google. За цим посиланням мапа буде доступною для перегляду та додавання на інший сайт.



Приклад оформлення результатів:

Приклад оформлення результатів польового дослідження дерев, що занесені до відомості інвентаризації в **MS Excel**:

№ дерева	Латинська назва	Діам 1	Діам 2	Діам 3	Діам 4	Діам 5	Діам 6	% відм. крони	Висота заг., м	Основа дерева, м	Висота крони, м	Прот. крони ПдПн	Прот. крони ЗхСх	% відсутн. крони	Освітлення	Широта	Довгота
1	<i>Pyrus communis</i>	35	0	0	0	0	0	3	22,00	4,00	18	6,4	9,2	68	4	50,38375	30,5062
2	<i>Pyrus communis</i>	37	0	0	0	0	0	8	19,20	4,20	15	5,85	6,3	88	4	50,38375	30,50608
3	<i>Acer platanoides</i>	66	34	28	36	33	37	8	24,00	4,50	19,5	19,7	17,45	58	3	50,38378	30,50621
4	<i>Quercus robur</i>	53	0	0	0	0	0	8	23,50	4,30	19,2	17,6	12,6	63	2	50,38367	30,50611
8	<i>Quercus rubra</i>	12	0	0	0	0	0	0	9,75	1,75	8	4,5	4	48	5	50,38361	30,50628
21	<i>Thuja occidentalis</i>	32	32	34	0	0	0	8	17,50	6,00	11,50	7,44	6,1	63	4	50,38334	30,50526

Приклад оформлення результатів польового дослідження дерев, що занесені до відомості інвентаризації в **i-Tree Eco**:

ID	User Tree ID	Survey Date	Species	Lan Use	Phi	DBH 1 (cm)	DBH 1: Height (m)	DBH 1: Measured	DBH 2	DBH 2: Height (m)	DBH 2: Measured	DBH 3 (	DBH 3: Height (m)	DBH 3: Measured	DBH 4	DBH 4: Height (m)	DBH 4: Measured	DBH 5
1	1	01.10.2024 ...	Common pear (<i>Pyrus communis</i>)	Park	1	35,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
2	2		Common pear (<i>Pyrus communis</i>)	Park	2	37,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
3	3		Norway maple (<i>Acer platanoides</i>)	Park	3	66,0		<input checked="" type="checkbox"/>	34,0		<input checked="" type="checkbox"/>	36,0		<input checked="" type="checkbox"/>	28,0		<input checked="" type="checkbox"/>	33,0
4	4	02.10.2024 ...	English oak (<i>Quercus robur</i>)	Park	4	53,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
5	8		Northern red oak (<i>Quercus rubra</i>)	Park	6	12,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	
6	21		Northern white cedar (<i>Thuja occi...</i>)	Park	5	32,0		<input checked="" type="checkbox"/>	32,0		<input checked="" type="checkbox"/>	34,0		<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	

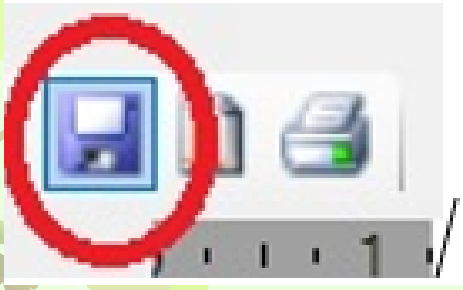
продовж. відомості інвентаризації в **i-Tree Eco**

DBH 5: Height	DBH 5: Measured	DBH 6	DBH 6: Height (m)	DBH 6: Measured	Crown: % Dieback	Total Height (m)	Crown: Top Height (m)	Crown: Base Height (m)	Crown: Width N/S (m)	Crown: Width E/W (m)	Crown: % Missing	Crown: Light Exposu	Latitude	Longitude	Comments
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	1% - 5%	22,00	18,00	4,00	6,4	9,2	65% - 70%	4 Sides	50,3837547...	30,50619582...	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	5% - 10%	19,20	15,00	4,20	5,8	6,3	85% - 90%	4 Sides	50,3837506...	30,50607782...	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	37,0		<input checked="" type="checkbox"/>	5% - 10%	24,00	19,50	4,50	19,7	17,5	55% - 60%	3 Sides	50,3837802...	30,50621020...	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	5% - 10%	23,50	19,20	4,30	17,6	12,6	60% - 65%	2 Sides	50,3836701...	30,50611208...	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	0%	9,80	8,00	1,80	5,0	4,0	45% - 50%	5 Sides	50,38360875	30,50628333...	
<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>			<input checked="" type="checkbox"/>	5% - 10%	17,50	11,50	6,00	7,5	6,1	60% - 65%	4 Sides	50,3833383...	30,50526166...	

Зведені екосистемні послуги дерев та кущів*

Tree ID	Species Name	DBH (cm)	Replacement Value (H)	Carbon Storage		Gross Carbon Sequestration		Avoided Runoff		Carbon Avoided		Pollution Removal		Oxygen Production	Energy Savings	Total Annual Benefits (H/yr)	x Coordinate	y Coordinate
				(kg)	(H)	(kg/yr)	(H/yr)	(m ³ /yr)	(H/yr)	(kg/yr)	(H/yr)	(g/yr)	(H/yr)	(kg/yr)	(H/yr)			
1	<i>Pyrus communis</i>	35,00	56 157,59	342,30	1 891,15	25,70	142,22	1,20	79,58	N/A	N/A	270,10	70,87	68,60	N/A	292,67	30,51	50,38
2	<i>Pyrus communis</i>	37,00	58 560,90	392,20	2 167,25	22,20	122,43	0,30	18,31	N/A	N/A	62,20	16,30	59,10	N/A	157,04	30,51	50,38
3	<i>Acer platanoides</i>	100,20	367 644,71	4 427,2	24 462,89	1,70	9,15	6,60	450,64	N/A	N/A	1 529,8	401,31	4,40	N/A	861,10	30,51	50,38
4	<i>Quercus robur</i>	53,00	140 943,44	873,70	4 827,97	25,20	139,11	3,40	235,51	N/A	N/A	799,50	209,73	67,10	N/A	584,36	30,51	50,38
5	<i>Quercus rubra</i>	12,00	11 056,76	21,90	120,77	5,30	29,47	0,40	24,24	N/A	N/A	82,30	21,58	14,20	N/A	75,30	30,51	50,38
6	<i>Thuja occidentalis</i>	56,60	116 888,94	663,60	3 666,70	16,20	89,55	1,30	90,41	N/A	N/A	306,90	80,51	43,20	N/A	260,47	30,51	50,38
Total			751 252	6 721	37 137	96	532	13	899	N/A	N/A	3 051	800	257	N/A	2 231		

* для отримання таблиці потрібно відкрити сумарний звіт екосистемних послуг дерев за допомогою групи меню **“Reports”** шляхом активації групи команд **“Individual Level Results”** та команди **“Summary”** (аналогічно до п. 7 цієї роботи) та зберегти його у форматі **.xls**



Оформлення результатів:

Таблиця 4.1

Відомість інвентаризації за результатами польового дослідження дерев

№ дерева	Латинська назва	Діам. 1	Діам. 2	Діам. 3	Діам. 4	Діам. 5	Діам. 6	% відм. крони	Висота заг., м	Основа дерева, м	Висота крони, м	Прот. крони ПдПн	Прот. крони ЗхСх	% відсутн. крони	Освітлення	Широта	Довгота

Таблиця 4.2

Зведені екосистемні послуги дерев та кущів

№ з/п	Видова назва	Діам. см	Відновна вартість грн	Поглинання вуглецю		Секвестрація вуглецю		Регулювання водного стоку		Очищення повітря		Продуктування кисню кг/рік	Загальний обсяг грн/рік	Широта	Довгота
				кг	грн	кг/рік	грн/рік	мкуб/рік	грн/рік	г/рік	грн/рік				
1															
2															
...															
n															
Total															

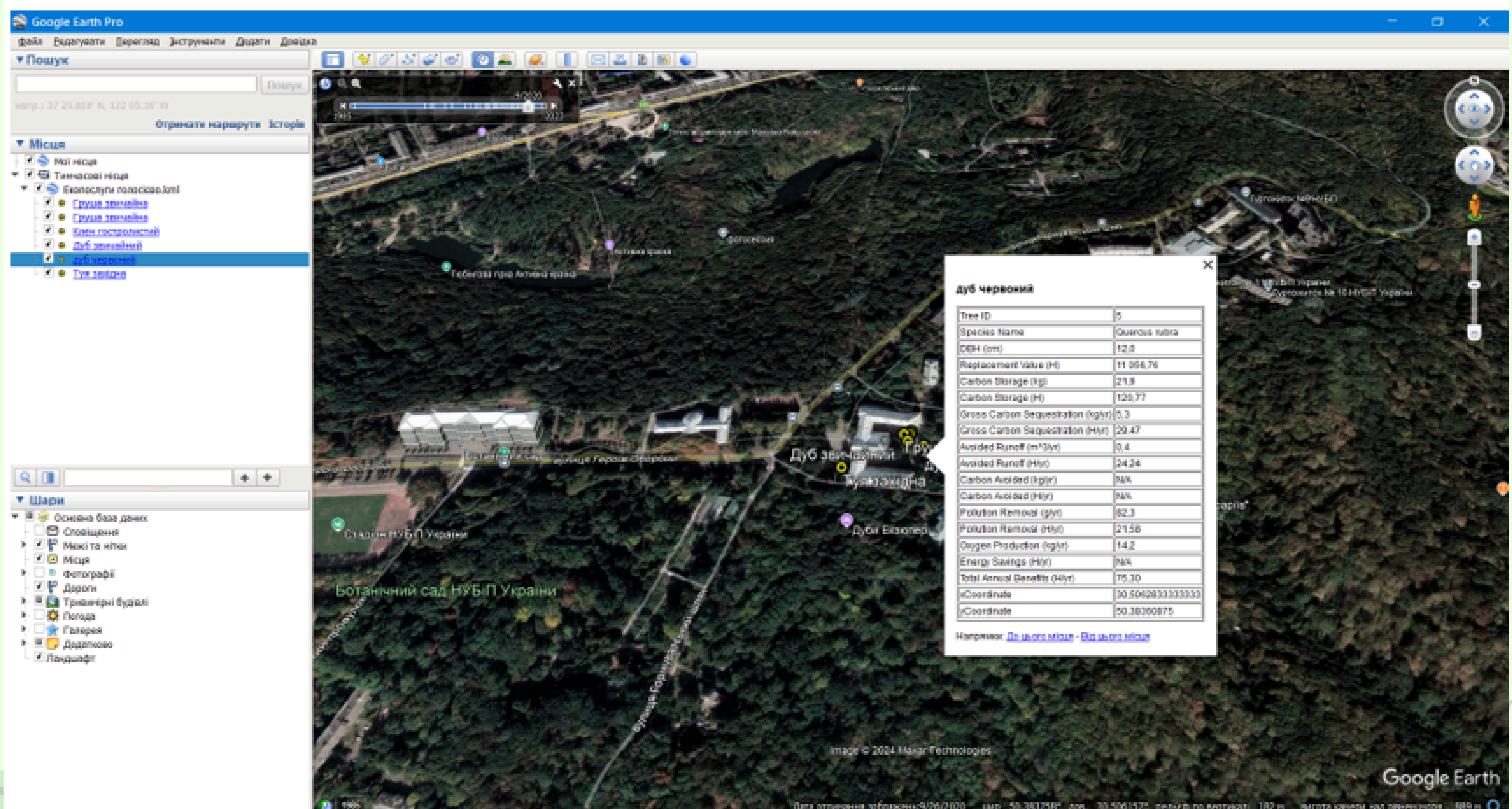


Рис.1.Фрагмент мапи екосистемних послуг дерев та кущів (знімок екрану)

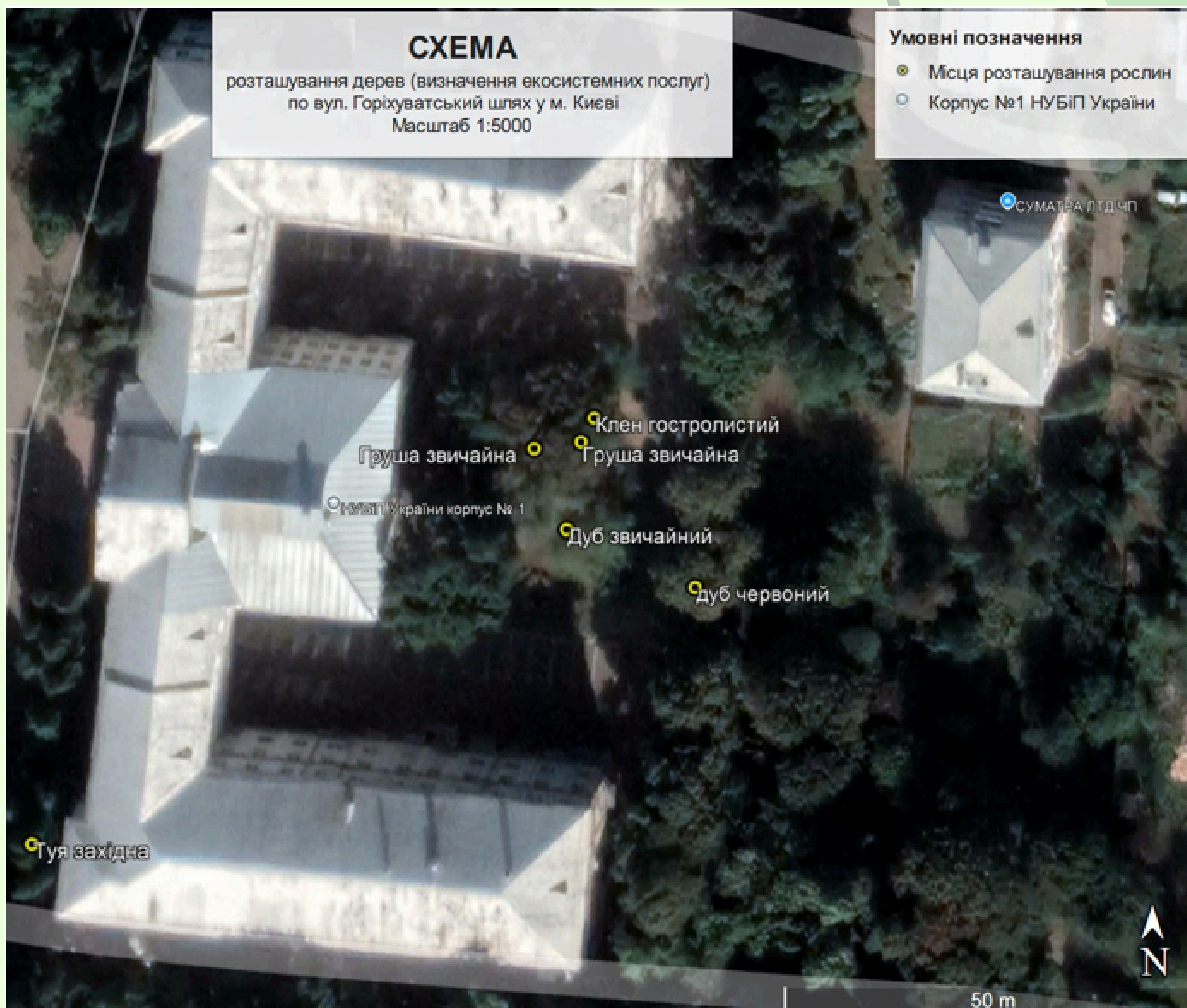


Рис.2. Схема розташування дерев (визначення екосистемних послуг)

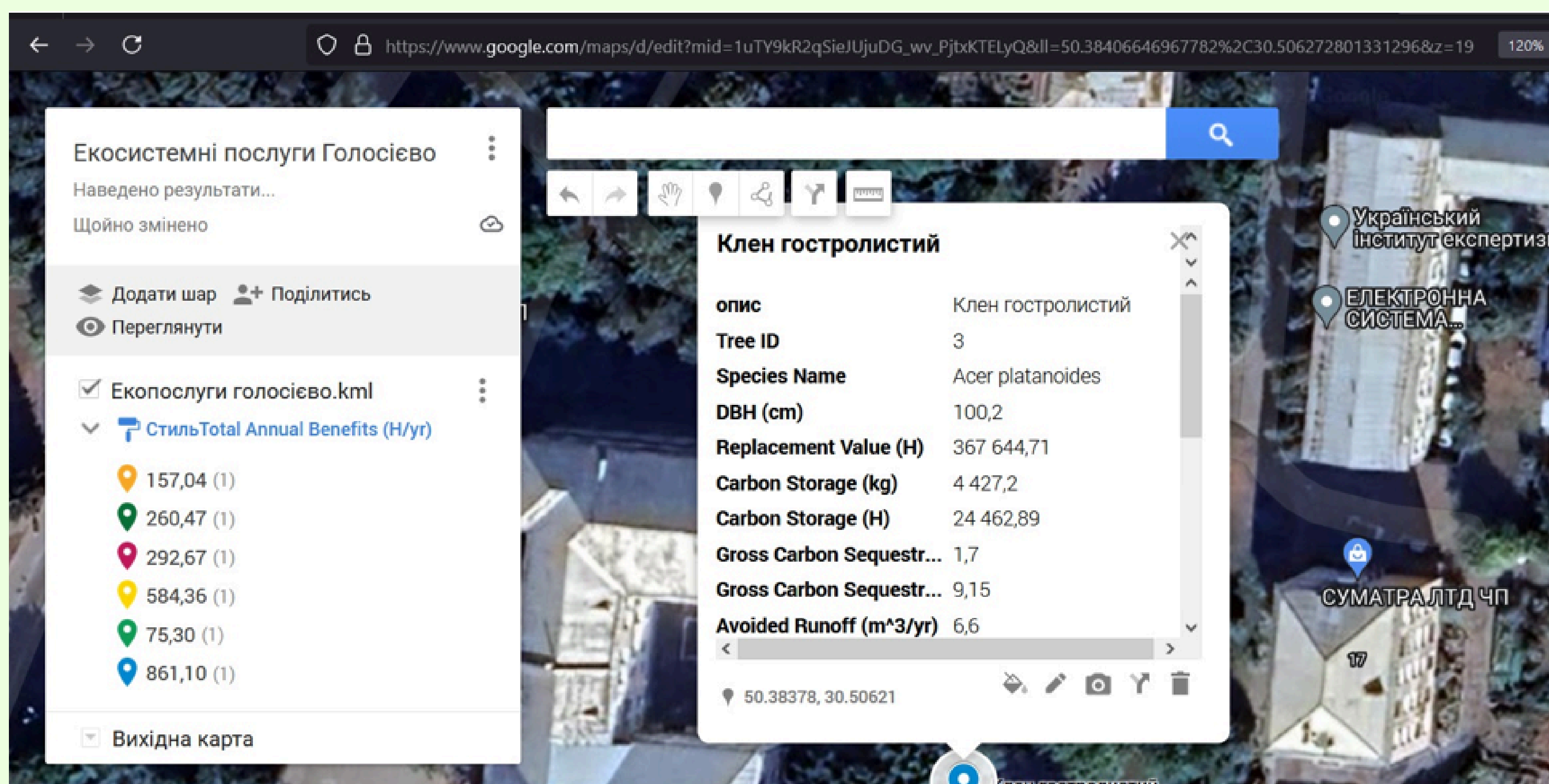


Рис.3. Фрагмент інтерактивної мапи екосистемних послуг дерев та кущів (знімок екрану, доступно за посиланням: https://www.google.com/maps/d/edit?mid=1uTY9kR2qSieJUjuDG_wv_PjtxKTElyQ&usp=sharing)

Висновки:

Практична робота 5. Моніторинг зміни деревного покриву за допомогою i-Tree Сапору

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Загальна екологія; Екологія наземних систем; Екологічний моніторинг; Екологічне нормування; Екологічне управління; Лісова екологія; Ландшафтна екологія; Урбоекологія; Урбаністика; Польова практика різних напрямків.

Рекомендації для викладачів:

У даному завданні коротко описано як працювати з програмою i-Tree Сапору. Однак, викладачі можуть дане завдання змінювати та доповнювати на власний розсуд. Наприклад, можна пропонувати студентам порівнювати дві або більше ділянок з різним типом менеджменту. Крім того, i-Tree Сапору може бути використана для моніторингу змін рослинного покриву. Для цього файл створеного проєкту у i-Tree Сапору треба експортувати у форматі KML (доступні також формати KMZ та CSV), а тоді відкрити у програмі Google Earth Pro або в іншій ГІС. Там треба вибрати доступний супутниковий знімок за визначений проміжок часу (наприклад 10 або 20 років тому), а тоді вже в i-Tree Сапору кожену точку змінити відповідно до змін покриву у минулому. Наприклад, зараз визначений клас покриття - "Дерева", а 10 років тому був трав'янистий покрив. У такому випадку треба внести відповідні зміни. Варто зазначити, що не завжди для досліджуваної території є у вільному доступі супутникові знімки за бажаний час, тому відповідно можуть бути певні обмеження для цілей моніторингу змін.

Теоретичні відомості:

i-Tree Сапору є інструментом, який дозволяє визначати співвідношення різних класів покриття на досліджуваній ділянці (наприклад - дерева, трав'янистий покрив, будівлі, дороги і т. д.), а також оцінити екосистемні послуги дерев, зокрема такі як очищення повітря, накопичення вуглецю, регуляції водного стоку тощо. Цей інструмент є частиною набору інструментів i-Tree, який включає комплекс програмних засобів для сталого управління зеленими насадженнями та оцінки екосистемних послуг дерев. В i-Tree Сапору аналіз класів покриттів здійснюється за допомогою карт, отриманих з супутникових знімків, що дозволяє визначити, яку частину площі займають дерева та інші покриття. Інструмент i-Tree Сапору широко використовується в наукових дослідженнях, міському плануванні та екології. Даний інструмент може бути корисним для швидкої оцінки екосистемних послуг у великому масштабі, а також для оцінки змін покриву у часі.

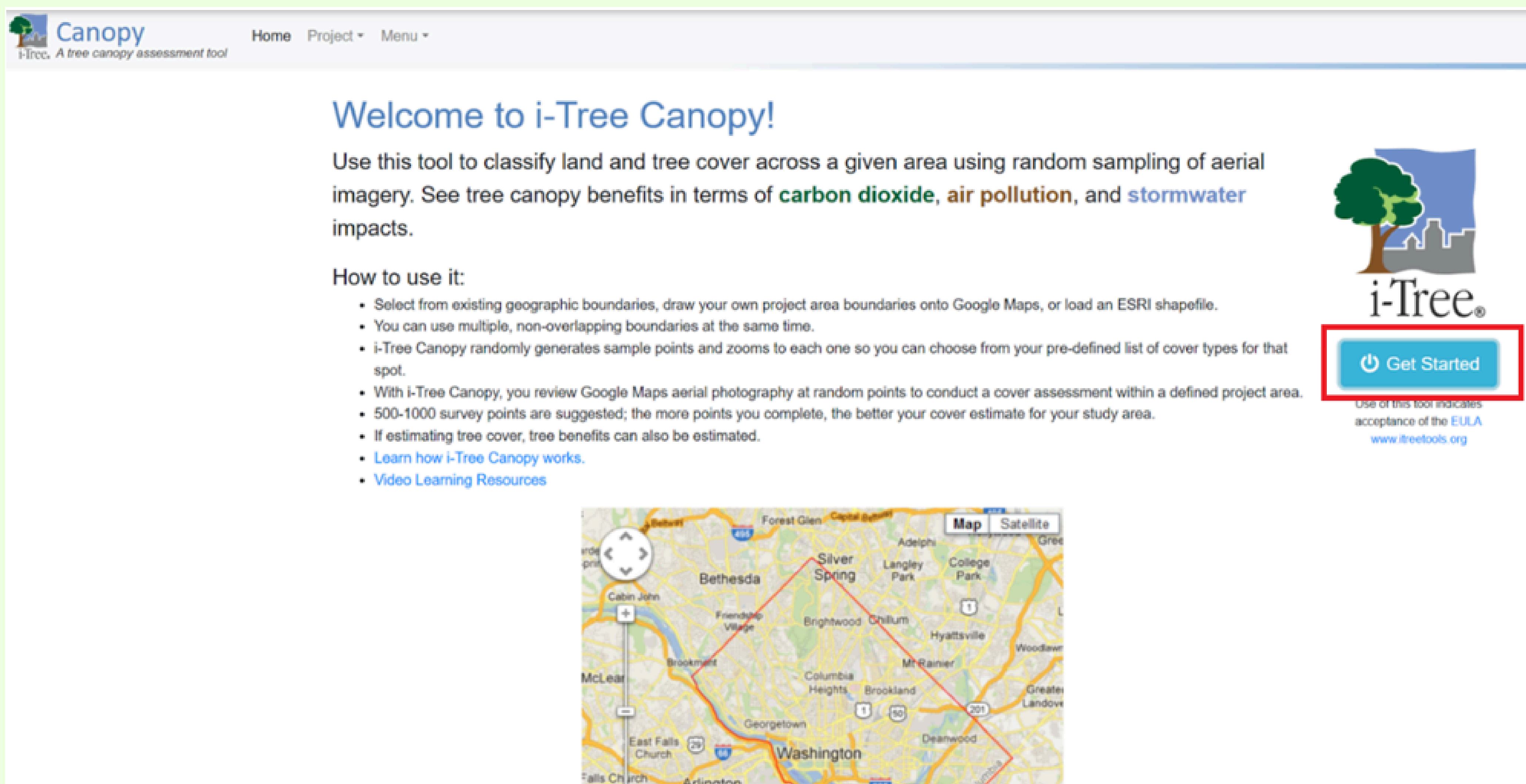
Корисні посилання:

1. Браузерна версія i-Tree Canopy / <https://canopy.itreetools.org>
2. Omodior O., Eze P., & Anderson K. R. (2021). Using i-tree canopy vegetation cover subtype classification to predict peri-domestic tick presence. Ticks and Tick-Borne Diseases, 12(3), 101684. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2021.101684>
3. Hirabayashi S. i-Tree Canopy Air Pollutant Removal and Monetary Value Model Descriptions. URL: https://www.itreetools.org/documents/560/i-Tree_Canopy_Air_Pollutant_Removal_and_Monetary_Value_Model_Descriptions.pdf

Прилади та матеріали: комп'ютер із доступом до інтернету, браузерна версія i-Tree Canopy.

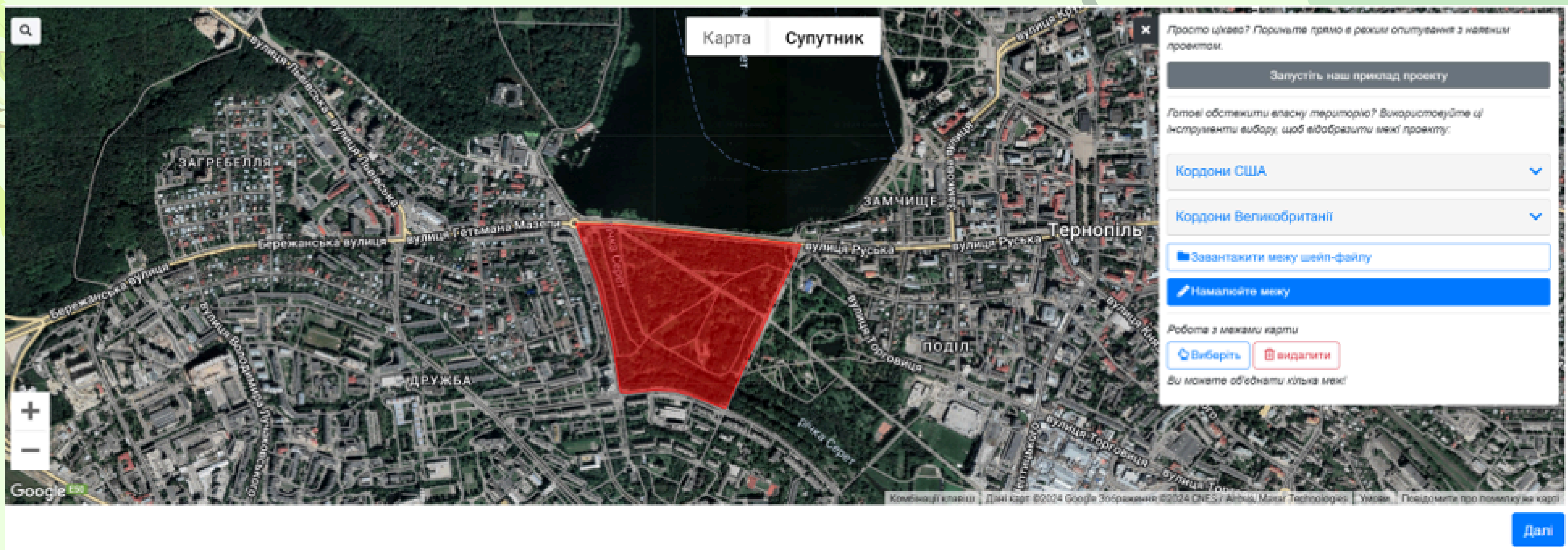
Хід роботи:

1. Для початку необхідно зайти на вебсайт: <https://canopy.itreetools.org>, який надає інструменти для аналізу класів покриттів території.
2. Для старту роботи необхідно натиснути кнопку "**Розпочати**" (**Get Started**), що відкриє інтерфейс для вибору території для подальшого аналізу.

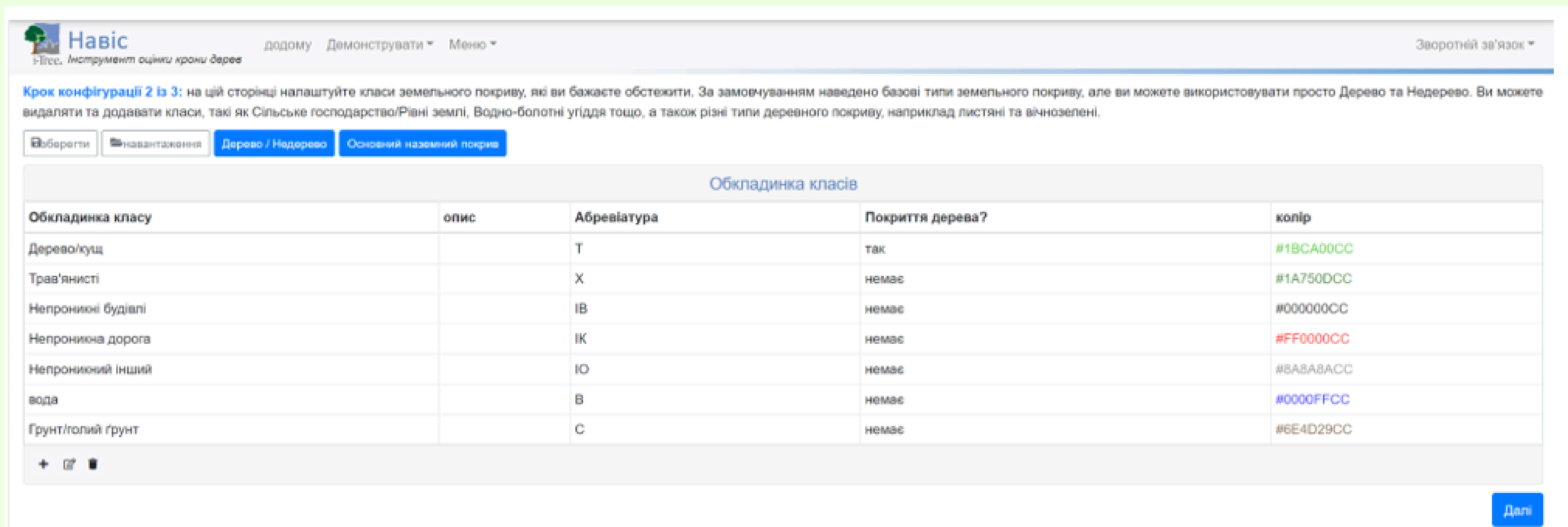


3. На наступному етапі необхідно використати карту та надані інструменти для визначення меж ділянки, яку планується обстежити. Найпростішим варіантом є вибір вже існуючих меж, однак можливе самостійне нанесення меж на карту або завантаження шейп-файлів (*.shp), що містять межі досліджуваної території.

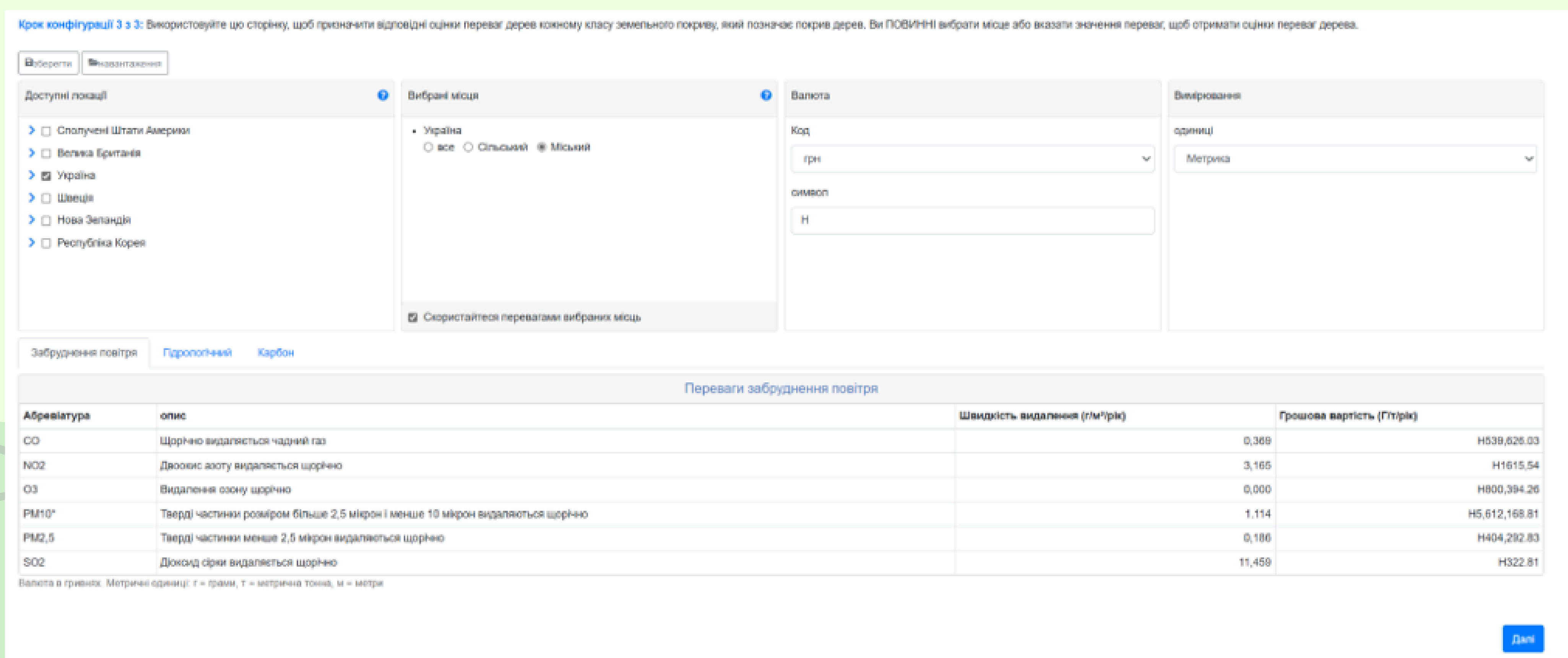
4. Для визначення меж території слід вибрати одну з опцій "**Малювати меж**" або завантажити шейп-файли, що містять відповідну геопросторову інформацію. Користувач може намалювати межі досліджуваної ділянки, починаючи з початкової точки та рухаючись до кінцевої. Обрана територія буде відображатися на карті червоним кольором. Після визначення меж, слід натиснути кнопку "**Далі**" для переходу до наступного етапу.



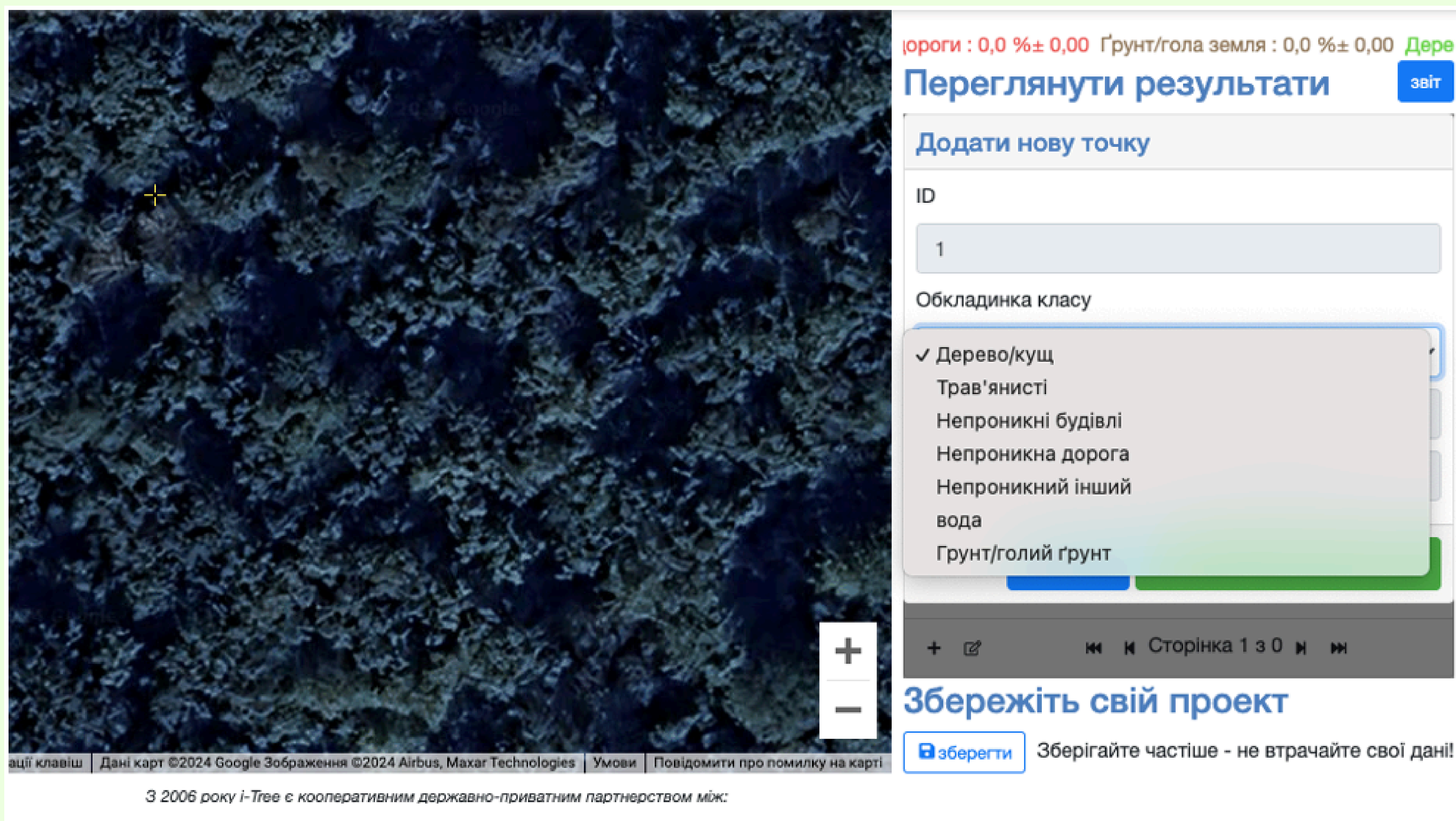
5. На наступному етапі користувач налаштовує класи земельного покриття, які будуть підлягати дослідженню. За замовчуванням, пропонуються базові класи, зокрема "дерево" та "не дерево", однак можна додавати й інші типи покриття, такі як сільськогосподарські угіддя, водно-болотні угіддя, будівлі, газони, дороги, інші непроничні покриття тощо. Після вибору відповідних класів покриттів необхідно натискати кнопку "Далі".



6. Далі налаштовуємо параметри обрахунку екосистемних послуг для досліджуваної ділянки. Для цього серед доступних локацій вибираємо "Україна", також вибираємо тип території (сільська, міська, або комбінована місцевість), валюту (гривні, долари, або інші), та обов'язково метричну систему вимірів. Після вибору параметрів натискаємо кнопку "Далі".



7. Наступним етапом є класифікація класів покриттів на досліджуваній ділянці шляхом рандомного додавання точок на карті. Для цього в нижньому правому куті відкритого вікна треба натиснути кнопку "+", після натискання якої на карті з'явиться жовтий знак "+", а справа додаткове вікно "Додати нову точку". У полі "Обкладинка класу" з випадаючого списку треба вибрати відповідний клас покриття та натиснути "Зберегти та створити новий". Продовжувати класифікувати покриття доти, доки похибка у результатах не стане прийнятною для вас. Проглянути результати можна, натиснувши кнопку "Звіт". Чим більше точок буде додано, тим меншою буде стандартна помилка, і відповідно вищою точність результатів.



8. Після додавання необхідної кількості точок слід зберегти проект, надавши йому відповідну назву (наприклад, "Парк Топільче"). Збереження можна здійснити на комп'ютері або USB-флешці для подальшого використання.

9. Вибрати дані зі згенерованого звіту. Результати оформити у вигляді рисунків 5.1-5.2 та таблиці 5.1. Підготувати відповідні висновки.

Приклад оформлення результатів:



Оцінки переваг дерева: вуглець (метричні одиниці)

опис	Вуглець (т)	±ДП	CO ₂ Екв. (т)	±ДП	Вартість (грн.)	±ДП
Щорічно секвеструється на деревах	26,45	± 3,86	96,99	± 14,14	Н 146 159	± 21306
Зберігається на деревах (Примітка: ця вигода не є ринковою ставкою)	664,29	± 96,84	2435,73	± 355,07	Ч 3670608	± 535 078

Валета вказана в гривнях і округлена. Стандартні помилки сум вилучення та виплат базуються на стандартних помилках вибірок і класифікованих балах. Обсяг поглинання базуються на 3,000 т вуглецю або 11,220 т CO₂ на гектар і округлюється. Зберігається кількість базуються на 76,848 т вуглецю або 281,776 т CO₂ на га та округлюється. Значення (грн.) базуються на H5525,62/т вуглецю або H1506,99/т CO₂ і округлюється. (Метричні одиниці: т = тонни, метричні тони, га = гектари)

Оцінки переваг дерев: забруднення повітря (метричні одиниці)

скорочення	опис	Кількість (кг)	±ДП	Вартість (грн.)	±ДП
CO	Carbon Monoxide removed annually	31,89	± 4,65	Н 17 208	± 2,508
NO2	Nitrogen Dioxide removed annually	273,61	± 39,89	Н 442	± 64
O3	Ozone removed annually	0,04	± 0,01	Ч 29	± 4
SO2	Sulfur Dioxide removed annually	990,50	± 144,39	Ч 320	± 47
PM2.5	Particulate Matter less than 2.5 microns removed annually	16,08	± 2,34	Н 6,501	± 948
PM10*	Particulate Matter greater than 2.5 microns and less than 10 microns removed annually	96,31	± 14,04	Н 540 509	± 78 792
Всього		1408,43	± 205,31	Н 565 009	± 82 364

Валета вказана в гривнях і округлена. Стандартні помилки сум вилучення та виплат базуються на стандартних помилках вибірок і класифікованих балах. Оцінки забруднення повітря базуються на цих значеннях у кг/га/рік і округлюються. CO 3,689 @ H539,63 | NO2 31,653 @ H1,62 | O3 0,004 @ H800,39 | SO2 114,588 @ H0,32 | PM2,5 1,860 @ H484,29 | PM10* 11,142 @ H5,612 17 (Метричні одиниці: кг = кілограми, га = гектари)









Оцінки переваг дерев: гідрологічні (метричні одиниці)

скорочення	Вгода	Сума (Кі)	±ДП	Вартість (грн.)	±ДП
AVRO	Avoided Runoff	209,74	± 30,57	Н14,406	±2100
E	Evaporation	8527,95	± 1243,15	НД	НД
I	Interception	8951,01	± 1246,51	НД	НД
T	Transpiration	6 087,69	± 887,43	НД	НД
PE	Potential Evaporation	31 196,92	± 4547,69	НД	НД
PET	Potential Evapotranspiration	26 259,38	± 3682,16	НД	НД

Валета вказана в гривнях і округлена. Стандартні помилки сум вилучення та виплат базуються на стандартних помилках вибірок і класифікованих балах. Гідрологічні оцінки базуються на цих значеннях у кг/га/рік і округлені. AVRO 24,284 @ H98,68 | E 886,554 @ НД | I 989,221 @ НД | T 704,252 @ НД | PE 3,609 007 @ НД | PET 2,922 124 @ N/A (Метричні одиниці: Кі = кілометри, га = гектари)

Про i-Tree Salority
Концепцію та протокол цієї програми розробили Дейв Дік Новак, Девід Фрі Т. Волтон та Ерік Дж. Грінфілд (Лісова служба USDA). Поточна версія цієї програми була розроблена та адаптована до i-Tree Девідом Елінгсвортом, Майком Банні та Скоттом Максом (The Davey Tree Expert Company)
Обмеження i-Tree Salority
Точність аналізу залежить від здатності користувача правильно класифікувати кожен топу в правильний клас. Зі збільшенням кількості балів точність оцінки зростає, оскільки стандартна помилка оцінки зменшується. Якщо класифіковано зацілило мало балів, стандартна помилка буде надто високою, щоб мати реальну достовірність оцінки.

© 2009 року i-Tree є кооперативним державно-приватним партнерством між:

Оформлення результатів:

<p>Рис. 5.1. Класи покриттів досліджуваної ділянки</p>	<p>Рис. 5.2. Карта-схема досліджуваної ділянки</p>
--	--

Таблиця 5.1. Екосистемні послуги досліджуваної території

Екосистемні послуги	Кількість	Вартість	Примітка
Щорічна секвестрація вуглецю			
Обсяг видалених забруднюючих речовин з повітря в рік			
З них:			
CO			
NO2			
O3			
SO2			
PM2.5			
PM10			
Щорічна регуляція дощового стоку			

Висновки:

Практична робота 6. Збір та підготовка даних про забруднення повітря та опади для внесення в i-Tree Database

В яких курсах (дисциплінах) може використовуватися:

Метеорологія та кліматологія; Загальна екологія; Екологічний моніторинг; Моделювання і прогнозування стану довкілля; Гідроекологія; Урбоекологія; Урбаністика; Агроекологія; Оцінка впливу на довкілля; Стратегічна екологічна оцінка; Інформаційні технології в садово-парковому господарстві; Моніторинг лісових екосистем; Польова практика різних напрямків.

Рекомендації для викладачів:

В умовах завдання пропонується зібрати локальні дані про опади та забруднення атмосферного повітря для внесення в i-Tree Database. Завдання знайомить студентів із платформою i-Tree Database. Під час проведення заняття студентів слід ознайомити з різними аспектами збору та обробки даних (рекомендовані відкриті джерела інформації, параметри пошуку, особливості вводу даних, одиниці вимірювань та ін.).

Теоретичні відомості:

i-Tree Database – це інструмент, що дозволяє розширювати базу даних про місцезнаходження, види, опади та забруднення повітря для подальшого використання цих даних інструментами i-Tree.

Дані про опади (Precipitation) дають можливість оцінити кількість води, яка затримується деревами під час опадів, а дані про забруднення повітря (Pollution) використовуються для розрахунку забруднювачів, які поглинаються зеленими насадженнями з атмосферного повітря. Ці екологічні дані використовуються для розрахунку екосистемних послуг.

Всі дані, які вносить користувач перевіряються USDA Forest Service. Для того, щоб додати дані, треба зареєструватися на сайті для можливості зворотного зв'язку. В базу приймаються лише повні високоякісні дані. Після погодження дані включаються в наступний випуск програмного забезпечення i-Tree Eco. Після того, як i-Tree Eco буде оновлено відповідними даними, користувачам надходить електронний лист. Весь цей процес може тривати близько 3-х місяців.

Завдяки глобальному використанню i-Tree ці бази даних розширюються, включаючи відсутні види дерев і інформацію, пов'язану з місцезнаходженням.

Дані, що містяться в i-Tree Database можна розділити на такі групи:

1. Місцезнаходження;
2. Дані по опадах;
3. Дані по забрудненню повітря;
4. Дані по видах рослин.

Користувачі i-Tree Database можуть:

- переглядати та експортувати наявні дані;
- додавати до бази даних нові дані.

Правила додавання даних:

- i-Tree Database працює за принципом: «перший прийшов - перший обслужений».
- Неповні або низькоякісні подання призведуть до затримки всіх наступних повідомлень користувачів, тому уважно перевіряйте дані перед їх завантаженням.

Даний інструмент може використовуватись з освітньою метою для ознайомлення з принципами роботи з базами екологічних даних та екосистемних послуг.

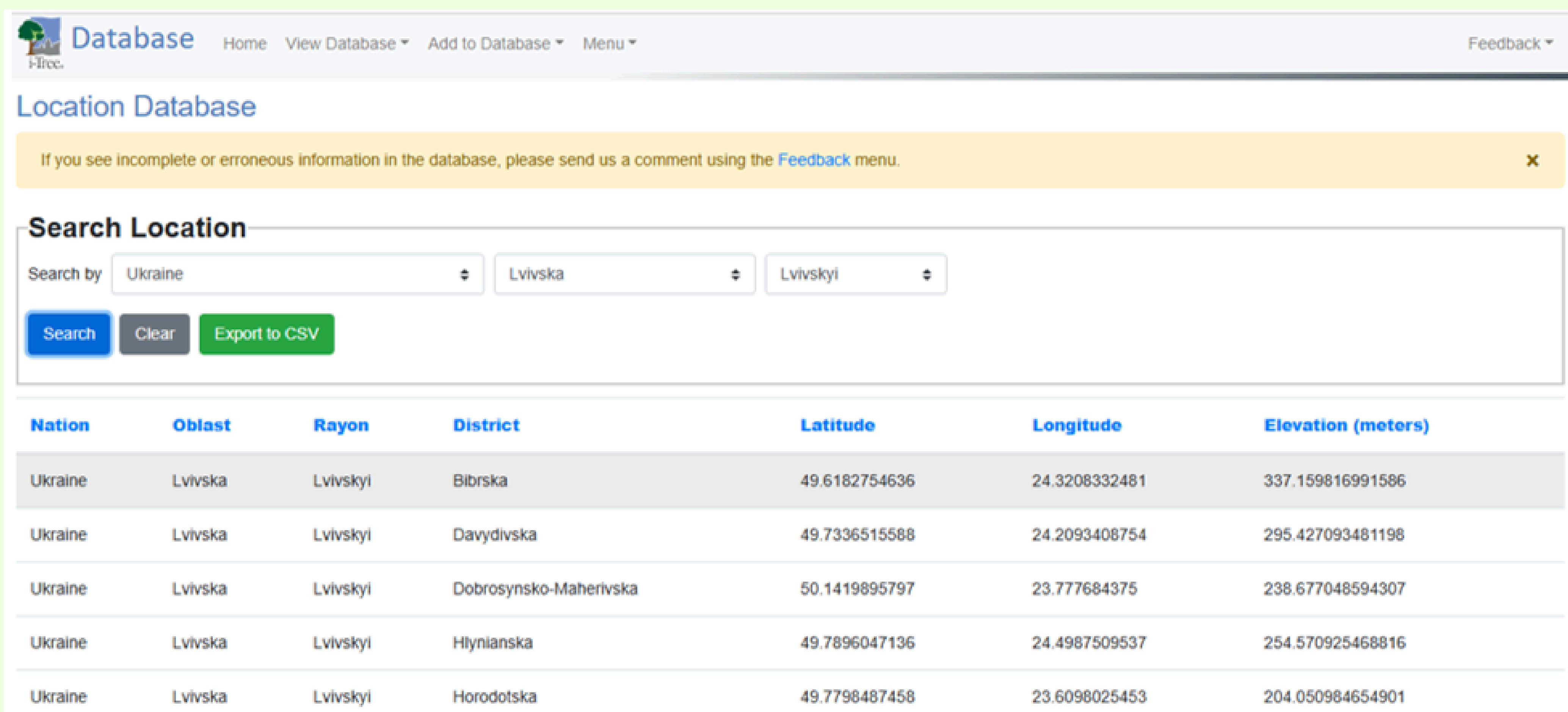
Корисні посилання:

1. i-Tree Database / <http://www.itreetools.org/database>
2. i-Tree Eco / <https://www.itreetools.org/tools/i-tree-eco>
3. Мапа якості повітря Save EcoBot / <https://www.saveecobot.com/maps#6/48.829/31.399/aqi>
4. Супутникові метеорологічні дані / <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>
5. Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) / <https://www.ncei.noaa.gov/access/past-weather/>
6. Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського / <http://cgo-sreznevskiy.kyiv.ua>
7. Метеопост / <https://meteopost.com/weather/archive/>

Прилади та матеріали: комп'ютер із доступом до інтернету, завантажені шаблони для заповнення даних по опадах та забрудненню повітря у вигляді Excel таблиць.

Хід роботи:

1. Ознайомитися з принципами роботи з i-Tree Database.
 - 1.1. Перед тим, як вносити дані до i-Tree Database, слід переконатись, що цих даних там немає і чи підтримується місцезнаходження, яке ви хочете додати. Дані повинні бути якісними, повними й перевіреними (погодинні дані по опадах та забрудненню повітря повинні бути за 1 календарний рік). Здійснити реєстрацію і зайти у базу даних i-Tree можна за посиланням: <http://www.itreetools.org/database>
 - 1.2. Вводити дані щодо місцезнаходження для території України немає потреби, оскільки всі ОТГ України вже є в базі I-Tree Database.



Database Home View Database Add to Database Menu Feedback

Location Database

If you see incomplete or erroneous information in the database, please send us a comment using the Feedback menu.

Search Location

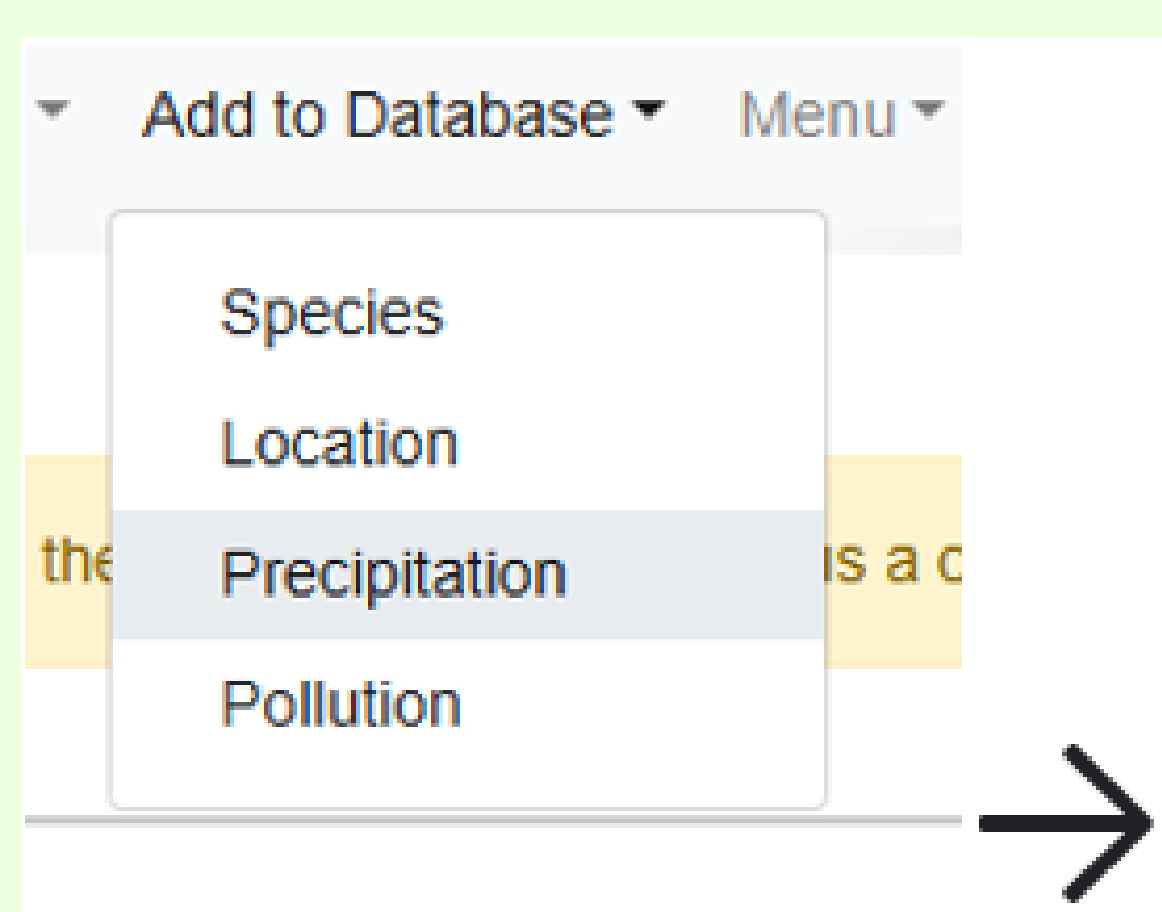
Search by Ukraine Lvivska Lvivskiy

Search Clear Export to CSV

Nation	Oblast	Rayon	District	Latitude	Longitude	Elevation (meters)
Ukraine	Lvivska	Lvivskiy	Bibrska	49.6182754636	24.3208332481	337.159816991586
Ukraine	Lvivska	Lvivskiy	Davydivska	49.7336515588	24.2093408754	295.427093481198
Ukraine	Lvivska	Lvivskiy	Dobrosynsko-Maherivska	50.1419895797	23.777684375	238.677048594307
Ukraine	Lvivska	Lvivskiy	Hlynianska	49.7896047136	24.4987509537	254.570925468816
Ukraine	Lvivska	Lvivskiy	Horodotska	49.7798487458	23.6098025453	204.050984654901

1.3. Для ознайомлення з алгоритмом додавання в i-Tree Database даних щодо опадів, натисніть на кнопку **“Додати до бази даних” (Add to Database)** у верхній частині екрану. Виберіть опцію **“Опади” (Precipitation)**. Натисніть на посилання **“Шаблон” (Template)** для підготовки даних. Заповніть завантажену таблицю погодинними даними щодо кількості опадів у визначеній локації. Дані повинні відображатися у метрах за годину (м/год) за цілий календарний рік. За відсутності даних у потрібному форматі слід перевести їх у відповідність до вимог i-Tree. Відкриті ресурси, з яких можна брати дані для заповнення таблиці, наведені у пункті 2.

1.4. Після підготовки файлу з даними, треба його завантажити у i-Tree Database. Для цього оберіть поле **“Рік”** (можливе завантаження лише до 2021 року) та найближчу метеостанцію (краще це зробити через кнопку **“Select on Map”**). У полі **“Precipitation Data”** обрати підготовлений файл згідно завантаженого шаблону. Після цього натиснути кнопку **“Submit”**.

A screenshot of the 'Add Precipitation' form in the i-Tree Database. The form is titled 'Add Precipitation' and includes a welcome message for user 'Наталія Кендзьора'. It contains several input fields: 'Year' (2020), 'Weather Station' (333930-99999), 'Precipitation Data' (opady_Lviv 2020-2021.xlsx), and 'Resubmission' (No). There are buttons for 'Select on Map', 'Browse', 'Template', 'Submit', and 'Reset'. The form is set against a light green background with a white border.

УВАГА!!! При виконанні практичної роботи дані не потрібно завантажувати в i-Tree Database, а надіслати викладачу на погоджений емейл або завантажити у погоджене хмарне сховище.

1.5. Для ознайомлення з алгоритмом додавання в i-Tree Database даних щодо забруднення повітря, натисніть на кнопку **“Додати до бази даних” (Add to Database)** у верхній частині екрану. Виберіть опцію **“Забруднення” (Pollution)**. Дані по забрудненню заповнюються аналогічно до даних по опадах, але тут є деякі відмінності та додаткові поля. Зокрема, з випадаючого списку треба обрати відповідні **“Континент” (Continent)**, **“Державу” (Nation)** та **“Рік” (Year)**. У полі **“Pollution Data”** обрати підготовлений файл відповідно до завантаженого шаблону. Далі треба вказати координати моніторингової станції з якої взято дані (краще це зробити через кнопку **“Select on Map”**). Після цього натиснути кнопку **“Submit”**.

The screenshot shows the 'Add Pollution' form in the i-Tree Database application. The form is titled 'Add Pollution' and includes a welcome message. It contains several dropdown menus and text input fields. The dropdown menus are for Continent (Europe), Nation (Ukraine), Oblast (Lvivska), Rayon (Lvivskiy), District (Lvivska), and Year (2020). The text input fields are for Pollution Data (Poapon 2020.xlsx), Pollution Monitor Source (optional), Latitude, and Longitude. There is also a 'Resubmission' dropdown menu set to 'No'. At the bottom of the form, there are 'Submit' and 'Reset' buttons.

2. Ознайомитися із джерелами метеоданих і даних по забрудненню повітря:

● Мапа якості повітря Save EcoBot /

<https://www.saveecobot.com/maps#6/48.829/31.399/aqi>

● Супутникові екологічні дані від NASA / <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

● Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) /

<https://www.ncei.noaa.gov/access/search/data-search/global-hourly>

● Центральна геофізична обсерваторія імені Бориса Срезневського / [http://cgo-](http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua)

[sreznevskyi.kyiv.ua](http://cgo-sreznevskyi.kyiv.ua)

● Метеопост / <https://meteopost.com/weather/archive/>

3. Використовуючи вище наведені відкриті бази даних, підготувати таблиці з даними по опадах та забрудненню повітря для досліджуваної території відповідно до наданих шаблонів, інструкцій та для заданого часового слоту (погоджується з викладачем).

Варто взяти до уваги, що кожен із зазначених ресурсів має свої особливості зберігання, генерування та завантаження даних. Більшість сучасних баз даних підтримують формат CSV, який можна імпортувати в Excel Microsoft, а тоді вже опрацьовувати відповідно до мети та завдань. Для ознайомлення з особливостями завантаження даних зі згаданих джерел пропонуємо переглянути запис вебінару - <https://www.youtube.com/watch?v=NQx5YSOjCto>

Приклад оформлення результатів:

Дані по опадах		Дані по забрудненню повітря											
Назва файлу - Lviv_hourly_precip_2021.xlsx		Назва файлу - <u>Air Pollution Lutsk.xlsx</u>											
	A	B		A	B	C	D	E	F	G	H		
1	Date	precip		1	YEAR	MONTH	SPNAME	CITYNAME	ADDR	UNITS	QUANTITY	DAY	H
2	2021-01-01 00:00:00 UT	0,0000625		2	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
3	2021-01-01 01:00:00 UT	0,0000625		3	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
4	2021-01-01 02:00:00 UT	0,0000625		4	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
5	2021-01-01 03:00:00 UT	0		5	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
6	2021-01-01 04:00:00 UT	0		6	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
7	2021-01-01 05:00:00 UT	0		7	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	
8	2021-01-01 06:00:00 UT	0,0000625		8	2019	1	CO	LocationName	MonitorID	7	0	1	

Оформлення результатів:

Дані по опадах для досліджуваної території оформити згідно з [шаблоном 1](#).

Дані по забрудненню повітря для досліджуваної території оформити згідно з [шаблоном 2](#).

!!! Звертаємо увагу, що дані оформлюються не повністю для всього року, а лише відповідно до наданих викладачем інструкцій та для заданого часового слоту (оптимально погодинні дані за 2-3 дні, тиждень або місяць якщо є достатньо часу і є потреба у подальшому використанні таких даних).

Дані не потрібно завантажувати в i-Tree Database, їх необхідно надіслати викладачу на погоджений емейл або завантажити у погоджене хмарне сховище.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Bidolakh D. Assessment and representation of Urban Trees Ecosystem Services: a case study in Pryzatkovy park : [Електронний документ] / D. Bidolakh et al. // *Folia Forestalia Polonica*. — 2023. — Vol. 65, № 2. — P. 104–116. — Текст англ. — Режим доступу : <https://doi.org/10.2478/ffp-2023-0011>
2. Bidolakh D. Assessment of ecosystem functions of green spaces as an important component of their inventory in the context of sustainable development of urban landscapes : [Електронний документ] / D. Bidolakh // *Ukrainian Journal of Forest and Wood Science*. — 2023. — Vol. 14, № 1. — P. 8-26. — Текст англ. — Режим доступу : <https://doi.org/10.31548/forest/1.2023.08>
3. Burkhard B. *Mapping ecosystem services* : [Електронне видання] / B. Burkhard, J. Maes. — Sofia: Pensoft Publishers, 2017. — 374 p. — Текст англ. — Режим доступу : [doi: 10.3897/ab.e12837](https://doi.org/10.3897/ab.e12837).
4. Castro-Díez P. Global effects of non-native tree species on multiple ecosystem services : [Електронний документ] / Castro-Díez, P., et al. // *Biological Reviews*. — 2019. — № 94(4). — P. 1477-1501. — Текст англ. — Режим доступу : [doi: 10.1111/brv.12511](https://doi.org/10.1111/brv.12511).
5. Costanza R. The value of the world's ecosystem services and natural capital : [Електронний документ] / R. Costanza // *Nature*. — 1997. — Vol. 387. — P. 253-260. — Текст англ. — Режим доступу : www.esd.ornl.gov/benefits_conference/nature_paper.pdf
6. Google Earth Help : [Електронний ресурс] // *Google Help*. — Режим доступу : <https://support.google.com/earth/#topic=7364880>
7. Melnyk Ye. Ye. The influence of recreational load on plantings in the regional landscape park «Kahamlytsky» of the city of Kremenchuk / Ye. Ye. Melnyk, O. B. Bondar // *Natural sciences: history, the present time, the future, eu experience* : [матеріали конференції], september 6–7, 2023, Wloclawek, Republic of Poland. — Wloclawek, 2023. — P. 61–64. — Текст англ.
8. Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and Human Well-Being : Synthesis* : [Електронне видання]. — Washington : Island Press, 2005. — 155 p. — Текст англ. — Режим доступу : <https://www.millenniumassessment.org>
9. Monteiro M. V. An insight to the current state and sustainability of urban forests across Great Britain based on i-Tree Eco surveys : [Електронний документ] / M. V. Monteiro, P. Handley, K. J. Doick // *Forestry: An International Journal of Forest Research*. — 2020. — № 93(1). — P. 107-123. — Текст англ. — Режим доступу : <https://doi.org/10.1093/forestry/cpz054><https://doi.org/10.30525/978-9934-26-344-6-14>
10. Nowak D. J. Understanding i-Tree: 2021 summary of programs and methods. General Technical Report NRS-200-2021 : [Електронний документ] / D. J. Nowak. — Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northern Research Station, 2021. — 100 p. [plus 14 appendixes]. — Текст англ. — Режим доступу : <https://doi.org/10.2737/NRS-GTR-200-2021>.
11. Comparison of Ecosystem Services and Replacement Value calculations performed for urban trees / Suchocka, M.; Heciak, J.; Błaszczak, M.; Adamczyk, J.; Gaworski, M.; Gawłowska, A.; Mojski, J.; Kalaji, H.M.; Kais, K.; Kosno-Jończy, J.; et al. // *Ecosyst. Serv.* — 2023. — № 63. — P. 1-14. — Текст англ. — Режим доступу : <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2023.101553>
12. USDA Forest Service. i-Tree Eco Users Manual (version 6.0) : [Електронний ресурс] // www.itreetools.org. — Режим доступу : https://www.itreetools.org/documents/275/EcoV6_UsersManual.2021.09.22.pdf
13. Безкоштовний дистрибутив версії додатка Планета Земля : [Електронний ресурс] // Google Earth. — Режим доступу : <https://www.google.com/earth/about/versions/#download-pro>
14. Кендзьора Н. З. Інструменти i-Tree В оцінюванні екосистемних послуг старовікових дерев / Н. З. Кендзьора, Н. Д. Гоцій, Б. М. Янишин // *Екологічна безпека в умовах війни*: [Електронне видання] : зб. тез доповідей V міжнародної науково-практичної конференції, 21 лист. 2024 р., Львів. — Львів: ЛДУБЖД, 2024. — С.22-24. — Режим доступу : <http://surl.li/icredt>

15. Огляд підходів з оцінки екосистемних послуг через призму їхнього застосування для визначення збитків, завданих військовими діями рф на території України : [Електронний документ] / А. Варуха [за заг. ред. О. Кравченко]. — Львів: «Компанія “Манускрипт”», 2022. — 56 с. — Режим доступу : http://epl.org.ua/wp-content/uploads/2023/01/Ocinka_ecoposluh_UA.pdf?fbclid=IwAR1Q2-E0GI3imU9oqWELO0dA4o7gc4FPc1FrvRjKOW0OUhY2T-4cqZJmMFI
16. Соловій І. Оцінка послуг екосистем, забезпечуваних лісами України, та пропозиції щодо механізмів плати за послуги екосистем : [Електронне видання] / Ігор Соловій // Текст укр., англ.— Режим доступу : https://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/evaluation_of_forest_ecosystem_services_and_proposals_on_pes_mechanisms.pdf
17. Оцінювання екосистемних послуг зелених насаджень з використанням інструменту i-Tree Eco : [Електронний документ] / Д. І. Бідолах та ін. // Scientific Bulletin of UNFU. — 2023. — Т. 33, № 2. — С. 7–13. — Режим доступу : <https://doi.org/10.36930/40330201>

Шановні колеги!

Просимо вас залишити свій відгук про Методичні рекомендації щодо використання інструментів i-Tree при підготовці здобувачів вищої освіти природничого спрямування.

Заповнення даної форми займе не більше 15 хв., але є дуже важливим для висвітлення впливу проєкту "i-Tree4UA" перед нашими донорами. Крім того, результати анкети будуть використані для напрацювання додаткових рекомендацій щодо використання публікації, а можливо і оновленого 2-го видання.

Результати анкети будуть використані лише узагальнено та не міститимуть особистих даних.

Наперед щиро дякуємо за ваш час!

Відгук можна залишити **тут**:

<https://forms.gle/Gpv83NTa26Pzgied9>

або ТУТ:



Виробничо-практичне видання

ГО “Український екологічний клуб “Зелена Хвиля”

**МЕТОДИЧНІ РЕКОМЕНДАЦІЇ
щодо використання інструментів i-Tree при підготовці
здобувачів вищої освіти природничого спрямування**

(електронне видання)

Козак Олена Міланівна,
Бідолах Дмитро Ілліч,
Дух Ольга Ігорівна,
Кендзьора Наталія Зенонівна,
Бондар Олександр Богданович,
Гоцій Наталія Данилівна

Редактор: Н. Ю. Василенко
Комп'ютерне верстання: Н. Ю. Василенко
Підготовлено до публікації 17.01.2025