



**Експертиза щодо розробки геоінформаційної
системи лісового господарства України з
прив'язкою до місцевості на основі доповіді
В. Ревуцького (2023 р.)**

Д.-Р. Айзенхауер

Фрайбург, грудень 2023



About the Project “Sustainable Forestry Implementation” (SFI)

The project “Technical Support to Forest Policy Development and National Forest Inventory Implementation” (SFI) is a project established in the framework of the Bilateral Cooperation Program (BCP) of the Federal Ministry of Food and Agriculture of Germany (BMEL) with the Ministry of Environment and Natural Resources of Ukraine (MENR). It is a continuation of activities started in the forest sector within the German-Ukrainian Agriculture Policy Dialogue (APD) forestry component.

The Project is implemented based on an agreement between GFA Group, the general authorized executor of BMEL, and the State Forest Resources Agency of Ukraine (SFRA) since October 2021. On behalf of GFA Group, the executing agencies - Unique land use GmbH and IAK Agrar Consulting GmbH - are in charge of the implementation jointly with SFRA.

The project aims to support sustainable forest management planning in Ukraine and has a working focus on the results in the Forest Policy and National Forest Inventory.

Author

D.-R. Eisenhauer

Disclaimer

This paper is published with assistance of SFI but under the solely responsibility of the author D.-R. Eisenhauer under the umbrella of the Sustainable Forestry Implementation (SFI). The whole content, particularly views, presented results, conclusions, suggestions or recommendations mentioned therein belong to the authors and do not necessarily coincide with SFI's positions.

Contacts

Troitska Str. 22-24,
Irpin, Kyiv region
+38 (067) 964-77-2

Зміст

1. Вступ і постановка завдання.....	3
2. Коментарі щодо подальшого розвитку національної лісової інформаційної системи України з посиланням на національний портал геоданих.....	5
3. Підсумок.....	25
4. Збір даних про стан лісів за допомогою методів дистанційного зондування для всіх лісів Саксонії	26
Додаток 1.....	47
5. Джерела.....	55

1. Вступ і постановка завдання

У доповіді РЕВУЦЬКОГО [2023] проаналізовано розвиток лісової інформаційної системи ("Державний лісовий кадастр" або "Облік лісів") України в контексті її розвитку в період з 1995 по 2023 рр. Цей період по суті можна охарактеризувати як перехід від аналогової до цифрової, геоприв'язаної документації лісового фонду, яка доступна широкому колу користувачів через національний портал геоданих і може перетинатися з усім спектром геоданих. Встановлено пряме посилання на INSPIRE, директиву Європейського Союзу про загальнодоступність геоданих.

З презентації поточного стану розвитку сучасної національної лісової інформаційної системи з прямим посиланням на національний портал геоданих, слід підкреслити наступні **критичні аспекти, які є важливими імпульсами** для подальшого розвитку.

Лісова інформаційна система по суті відноситься до **лісу як до форми рослинності**, яка є підмножиною так званої лісогосподарської **операційної зони**, яка крім самого лісу включає також всю лісову інфраструктуру. Виходячи з цього, має бути виведене визначення лісу, яке дозволить встановити **чіткі критерії його обліку різними методами** (наземними, дистанційними). Водночас, ці критерії передбачають чітке відмежування **від "не лісу"**. У природних умовах України особливо актуальним є визначення чіткого відношення до захисних насаджень як лінійних елементів сільськогосподарського ландшафту або до перехідних ситуацій від лісостепу до степу.

Іншим аспектом є чітке роз'яснення **взаємозв'язку між інформацією з лісової інформаційної системи та іншими категоріями використання в земельному кадастрі**.

Зобов'язання щодо документування нагально вимагає інновацій у зв'язку з **методами обліку лісів**, у тому числі змін у лісовому фонді. Це стосується, зокрема, **ефективного та об'єктивного обліку** самої лісової площі, її класифікації за основними **категоріями використання та функціями** (пріоритетними екосистемними послугами), а також основних **параметрів, що характеризують стан лісу**, в тому числі його **зміни**. Прямий зв'язок з адміністративною імплементацією Лісового кодексу України та всіх законодавчих вимог щодо лісокористування є очевидним. Це ж стосується і метаданих в національній та європейській інфраструктурі просторових даних.

Особливо виділяється, що в "Законі України про національну інфраструктуру просторових даних" немає згадки про лісовий кадастр, але "Лісовий кодекс України" передбачає ведення лісового кадастру за державний кошт. Якщо це протиріччя відповідає дійсності, його слід усунути.

Для розвитку лісового кадастру з прив'язкою до національної та європейської інфраструктури просторових даних необхідною передумовою є **узгодженість**

законодавчих та адміністративних вимог, а також **змістових і методологічних стандартів** (тип і параметри географічно прив'язаної інформації, що підлягає реєстрації), які, згідно з цим звітом, принаймні, не є вичерпними.

Якість, своєчасність і загальнодоступність інформації через Інтернет (національний портал геоданих) названі в якості подальших передумов для "завершення" розробки національної лісової інформаційної системи з прямим посиланням на національний портал геоданих. Ці передумови є визначальними для законодавчих та адміністративних специфікацій, а також для змісту та методологічних вимог до геоінформації, пов'язаної з лісовим господарством.

Вимоги до остаточної розробки національної лісової інформаційної системи з прямим посиланням на національний портал геоданих, що впливають з раніше описаного аналізу стану, логічно узагальнені у звіті РЕВУЦЬКОГО [2023, частина b].

Крім того, у звіті [РЕВУЦЬКИЙ 2023, частина c] містяться **заходи, спрямовані на подолання описаних вище недоліків та реалізацію вимог відомчої політики** щодо інформаційної системи лісового господарства України. Вони коротко обговорюються нижче з прямим посиланням на цей звіт.

Відсутність прив'язки інформації про стан лісу до конкретної "лісової ділянки" можна виправити шляхом перетину цієї географічно прив'язаної інформації з базовою картою лісів та/або кадастровою картою.

Своєчасність інформації в лісовій інформаційній системі може бути ефективно забезпечена шляхом поєднання її з інформацією з **обстеження стану лісів та планування розвитку лісів у рамках лісогосподарської організації**, а також з **поточною реалізацією цього планування**. Це забезпечує високий рівень безперервності та своєчасності інформації про стан лісів [див. EISENHAUER 2023]. **Інформація про стан лісів** може **періодично** оновлюватися, навіть протягом необхідного 5-річного циклу, за **допомогою методів дистанційного зондування**. Такий підхід, ймовірно, буде дуже актуальним за реальних умов розвитку в Україні. Обсяг інформації, яку можна отримати за допомогою цих методів на основі автоматизованої оцінки зібраних первинних даних достатньої якості, а також реалізована точність інформації повністю відповідають вимогам національної лісової інформаційної системи.

Взаємодія національної лісової інформаційної системи з національним порталом геоданих та **доступ громадськості** до цієї інформації мають важливе значення для подальшого розвитку.

Нижче більш детально розглядаються найважливіші вимоги та підходи до розробки національної лісової інформаційної системи України, викладені у звіті РЕВУЦЬКОГО [2023].

2. Коментарі щодо подальшого розвитку національної лісової інформаційної системи України з посиланням на національний портал геоданих

2.1 Визначення лісу

Визначення лісу є важливою основою для розробки та підтримки інформаційної системи лісів, в тому числі і в Україні. Виходячи з визначення лісу як форми рослинності, воно певною мірою адаптується для конкретних цілей. Для цього спочатку наведено огляд національних визначень лісу, які зазвичай використовуються в Німеччині.

Визначення лісу в Національній інвентаризації лісів Німеччини (BWI)

"Лісом у розумінні BWI є, незалежно від інформації в кадастрі або подібних реєстрах, будь-яка територія, засаджена лісовими рослинами. До лісу також відносяться вирубані або зруйновані ділянки землі, лісові стежки, лісосіки та захисні смуги, лісові галявини та просіки, лісові луки, місця випасу худоби, місця зберігання деревини, лісові коридори, інші території, пов'язані з лісом та обслуговуючі його, в тому числі території з рекреаційними об'єктами, зарослі вересовища та болота, зарослі колишні пасовища, високогірні пасовища та колиби, а також гірські соснові ліси та лісостани з зеленою вільхою. Пустощі, болота, пасовища, альпійські пасовища та полонини вважаються зарослими, якщо природна рослинність досягла середнього віку п'яти років, і якщо щонайменше 50 % площі вкрито рослинністю.

Лісові ділянки площею менше 1 000 м², лісосмуги шириною менше 10 м, а також ялинкові та декоративні плантації, комерційні лісові розсадники і парки, що належать до житлової зони, не є лісами в розумінні BWI. Водотоки шириною до 5 метрів не переривають зв'язок з лісовою територією.

Ялинкові та декоративні хвойні культури, а також короткоротаційні плантації в лісах є лісами в розумінні BWI ¹.

Таким чином, це **визначення лісу у Федеральному лісовому** кадастрі включає частини лісогосподарської території та інфраструктури, але чітко відмежоване від структур, що характеризуються деревами та іншими деревними рослинами в міських районах, парками в житлових районах, комерційними розплідниками дерев та культурами новорічних ялинок і декоративних кущів за межами лісу. Те саме стосується лісистих ділянок площею < 0,1 га та лісосмуг у відкритому ландшафті або сільськогосподарському ландшафті шириною < 10 м.

¹ Рідель Т., Хенніг П., Поллі Х., Швіцгебель Ф. (2021) Інструкція з реєстрації даних для четвертої національної інвентаризації лісів (BWI 2022) (2021 - 2022 рр.) 2-ге видання, лютий 2021 р. (версія 1.20). Бонн: Федеральне міністерство продовольства та сільського господарства (BMEL), 123 с.

Висновок: Останній критерій виключення, зокрема, може бути важливим з точки зору відхилення національного регулювання в Україні.

Слід також підкреслити, що згідно з цим визначенням лісу, **ялинкові та декоративні чагарникові культури, а також короткоротаційні плантації в лісі**, на відміну від тих, що знаходяться за межами лісу, тобто на відкритій місцевості або в сільськогосподарському ландшафті (див. вище), є лісами.

Висновок: Принаймні у випадку **короткоротаційних** лісокультурних **плантацій за межами лісу**, відповідно до національної лісової політики України та з метою покращення ландшафтно-екологічної функціональності (захист ґрунтів, захист клімату, функціональне біорізноманіття) малолісистих природних територій, що характеризуються екстенсивними та структурно бідними сільськогосподарськими ландшафтами, слід вивчити можливість їх включення до визначення лісу в законодавчому контексті та у зв'язку з лісовою інформаційною системою (лісовим реєстром).

На користь останнього свідчать наступні аргументи:

- Безперервність цих структурних елементів має важливе значення для ландшафтної та виробничої екології, особливо на малолісистих природних територіях (сільськогосподарські ландшафти різних типів)
- Зміна типу використання з лісових на сільськогосподарські землі підлягає відносно жорстким законодавчим та адміністративним обмеженням; з іншого боку, перехід від короткоротаційних насаджень до більш складних форм ведення лісового господарства, що відповідають місцевості, можливий без необхідності зміни типу використання в законодавчому та адміністративному контексті. Однак, остання була б необхідною, якби короткоротаційні плантації були виключені з визначення лісу і віднесені до категорії сільськогосподарських угідь на законодавчому рівні. Саме так відбувається в Німеччині.

Міжнародне визначення лісу (ФАО)

Ліс - це будь-яка земельна ділянка площею понад 0,5 гектара, на якій ростуть дерева висотою понад 5 метрів або дерева, які можуть досягти цієї мінімальної висоти, і наметове покриття яких перевищує 10 %. Молоді деревостани, висота яких не перевищує 5 метрів та/або які не мають наметового покриття більше 10 %, належать до лісу. Тимчасово не вкриті лісом ділянки (через лісокористування або природні порушення) також належать до лісу².

Пояснення:

3. включає лісові дороги, протипожежні розриви та інші відкриті простори, ліси в національних парках, заповідниках та інших природоохоронних

² Рідель Т., Хенніг П., Поллі Х., Швіцгебель Ф. (2021) Інструкція з реєстрації даних для четвертої національної інвентаризації лісів (BWI 2022) (2021 - 2022 рр.) 2-ге видання, лютий 2021 р. (версія 1.20). Бонн: Федеральне міністерство продовольства та сільського господарства (BMEL), 123 с.

територіях, які становлять особливий екологічний, науковий, історичний, культурний чи духовний інтерес.

4. включає вітрозахисні смуги, поlezахисні лісосмуги та коридори з дерев площею понад 0,5 га і шириною понад 20 метрів.

Висновок: загалом, виходячи з міжнародного визначення лісу ФАО, є доцільним об'єднати ці два визначення для обліку лісового фонду України.

На користь цього свідчать наступні аргументи:

Міжнародне **визначення лісу ФАО**³.

- не диференціюється за типом використання або циклом використання і, таким чином, включає плантації з короткою ротацією та інші комерційно орієнтовані "функціональні культури" з ще коротшим циклом використання, наприклад, ялинкові культури,
- включає структурні типи лісостепу за висотою деревних порід, що домінують у лісі, та зімкнутістю пологу (ступенем покриття) верхнього ярусу деревостану,
- враховує на мінімальному рівні інфраструктуру, характерну для освоєних лісів, незалежно від типу використання (комерційні ліси у вузькому розумінні, природоохоронні території різних категорій охорони тощо),
- враховує структури, які є важливими для ступеня екологічної функціональності великомасштабних сільськогосподарських ландшафтів, які є малолісистими і загалом бідними за структурою, і в цьому контексті визначає мінімальні стандарти (площа, ширина), які забезпечують їх достатню ефективність.

З іншого боку, **національне німецьке визначення лісів**, на якому базується Федеральний лісовий кадастр, також встановлює чіткі критерії виключення. Це стосується, наприклад, таких випадків:

- Ділянки для розплідників,
- "лісоподібні" структури в міських населених пунктах, якщо вони не мають мінімального ступеня наближення до справжнього визначення лісу.

З іншого боку, це визначення є менш обмежувальним щодо включення земель лісогосподарського призначення.

Визначення лісів з посиланням на облік лісів та стану лісів за допомогою методів дистанційного зондування*.

* Заключний звіт проекту FNEWs [2024].

Визначення лісу в Національній лісовій інвентаризації (BWI) в першу чергу використовується для **наземного** збору інформації про стан лісів. Це також стосується лісових інвентаризацій лісогосподарських підприємств, наприклад, "Лісова інвентаризація Саксонії - збір даних" (WISA-DE) [див. EISENHAUER 2023]. Ці

³ FAO FRA 2020, Терміни та визначення. <http://www.fao.org/3/i8661EN/i8661en.pdf>

визначення **не** відповідають обліку лісів та ознак для характеристики стану лісів за допомогою методів дистанційного зондування. Тому пряме застосування цих визначень лісу за допомогою даних дистанційного зондування неможливе, оскільки ліс у розумінні наземних методів визначення лісу - це поєднання земного покриття та землекористування. На противагу цьому, дистанційне зондування є методологічно чутливим до земного покриття, але не до землекористування.

Отже, визначення лісу, яке може бути реалізоване за допомогою методів дистанційного зондування, має ґрунтуватися на кількісно вимірюваних і технічно здійснених характеристиках.

Згідно з цим визначенням, ліс - це ділянка землі площею > 0,1 га і шириною не менше 10 м, вкрита деревами, в якій пропорційна площа понад 10% вкрита кронами дерев з більш-менш рівномірним розподілом.

Враховуючи **мінімальну висоту, пошкоджені ділянки та прогалини**, зумовлені господарською діяльністю або природними явищами, а також **стадію росту, це визначення лісу, сумісне з методами дистанційного зондування, буде відповідати визначенню лісу ФАО**. Що стосується характеристики лісу, то мінімальна ширина **20 метрів**, визначена ФАО, більше відповідає характеристиці лісу, ніж вищезгадана мінімальна ширина 10 метрів. Останнє цілком може бути рядами дерев, які не мають навіть елементарних ознак лісу.

Висновок: У зв'язку зі створенням національної лісової інформаційної системи (лісового реєстру) в Україні рекомендується як з фактичних, так і з методологічних міркувань **розробити** визначення лісу **на основі міжнародного визначення лісу ФАО** та критеріїв, які можуть бути реалізовані, тобто зафіксовані, за **допомогою методів дистанційного зондування**. Це визначення має бути послідовно включене в **усі** законодавчі та адміністративні нормативні акти, що стосуються лісів.

2.2 Законодавча база

У звіті РЕВУЦЬКОГО [2023] у кількох місцях згадується про недосконалість законодавчої та адміністративної бази для збору даних, надання інформації та використання інформації у зв'язку з розробкою, підтримкою та використанням національного порталу геоданих в Україні. Лісову інформаційну систему слід розглядати як одне з джерел або як підсистему цього національного порталу геоданих. Оскільки РЕВУЦЬКИЙ [2023] лише в обмеженій мірі конкретизує цю критику, необхідно звернути увагу на деякі з ключових положень "**Закону про інфраструктуру просторових даних Саксонії**" (див.

<https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/11375-Saechsisches-Geodaten>

[infrastruktur_gesetz](https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/11375-Saechsisches-Geodaten)). Цей закон безпосередньо пов'язаний із "**Законом про геоінформацію у федеральній землі Саксонія**" (див. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/11373-Gesetz-Geoinformationswesen>) і створює **правову основу для функціонування інфраструктури просторових даних** та регулює

відносини з національною інфраструктурою просторових даних Федеративної Республіки Німеччина. Останнє не є актуальним для України. Крім того, цей закон узгоджується з **екологічною політикою Європейського Союзу**. Отже, правові засади функціонування інфраструктури геоданих у федеральній землі Саксонія та зв'язок з екологічною політикою Європейського Союзу можуть бути актуальними для розробки національного порталу геоданих України з прив'язкою до лісової інформаційної системи ("Лісовий кадастр").

Змістовна система закону дає зрозуміти, що він охоплює всі тематичні ключові моменти функціонування інфраструктури просторових даних. Зокрема, це стосується збору та управління геоданими, мережевих сервісів та геопорталу, збору та управління метаданими, **власне функціонування інфраструктури геоданих, доступу до геоданих, метаданих та сервісів геоданих, а також регулювання збору платежів відповідно до приватного права**.

Сфера застосування закону поширюється на органи влади Саксонії, а також на корпорації, установи та фонди **публічного** права, що перебувають під наглядом Саксонії, якщо вони збирають, управляють або надають геодані [див. SächsGDIG, §3 (2)].

Тому для цієї сфери застосування обов'язковим є дотримання правових, технічних стандартів, пов'язаних з контентом, а також стандартів надання та використання геоданих, метаданих і послуг.

При **записі спеціалізованих геоданих офіційні геодані** повинні бути використані відповідно до **закону Саксонії про геодезію та кадастр** [див.

<https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/9851-Saechsisches-Vermessungs-und-Katastergesetz>]. Таким чином, це є важливою основою, щоб, наприклад, створити послідовну **локальну прив'язку інформації з лісової інформаційної системи** (лісового кадастру), як того вимагає РЕВУЦЬКИЙ (2023), беручи до уваги адміністративні та функціональні вимоги до її використання.

Крім того, необхідні двосторонні угоди з **країнами-сусідами** України або їхніми установами, що володіють геоданими, якщо геодані, зібрані та збережені Україною, стосуються місцезнаходження або географічної області в цих країнах.

Основні **стандарти** для мережевих послуг, геопорталу, збору та управління метаданими регулюються розділами 5 і 6 SächsGDIG. Пряме посилання цих стандартів на Директиву ЄС INSPIRE [Директива 2007/2/ЄС] чітко підкреслює, що вони безпосередньо пов'язані з Директивою ЄС INSPIRE.

Висновок: SächsGDIG визначає стандарти для мережевих послуг, а також для збору та управління метаданими, які є важливими для розробки, підтримки та використання лісової інформаційної системи. Відповідний підхід рекомендується для поточного процесу розробки національної лісової інформаційної системи України.

За функціонування інфраструктури просторових даних (ІПД) відповідає державне міністерство. У підпорядкуванні та безпосередньому управлінні цього міністерства знаходиться **Державне підприємство базової геоінформації та топографо-геодезичних робіт**. У своїх прямих відносинах з установами, що володіють геоданими, ця організація відповідає за експлуатацію ІПД [див. розділ 8 SächsGDIG].

Доступ до геоданих, метаданих та сервісів геоданих є практично необмеженим. Обмежувальні умови впливають з потенційно шкідливого впливу на міжнародні відносини, національну безпеку, захист конфіденційності в контексті офіційної діяльності, поточних судових процесів та захисту екологічних активів, персональних даних у зв'язку з інтересами суб'єктів даних, що заслуговують на захист, у кожному випадку з **урахуванням суспільного інтересу** в наданні інформації.

Доступ до ІПД вписується в **правові рамки Закону про екологічну інформацію** [див. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/1471-Saechsisches-Umweltinformationsgesetz>].

Доступ до послуг пошуку та відображення та користування ними є безкоштовними, якщо вони не перевищують **мінімального обсягу**, визначеного в абзаці 7 пункту 2 розділу 2 (див. <https://www.revosax.sachsen.de/>). Поза цим, організації, що володіють геоданими, можуть вимагати плату або компенсацію витрат, а також передбачати виключення відповідальності.

Предметні області, на які посилається SächsGDIG, викладені в додатку до цього закону (див. <https://www.revosax.sachsen.de/>). До інформаційної системи лісів, зокрема, прямо чи опосередковано (неповністю) відносяться такі предметні області, як екологічна характеристика, функціональна класифікація та використання лісів. Останнє в першу чергу стосується екологічної характеристики, функціональної класифікації та використання лісового фонду.

- **Системи відліку координат**
- **Географічні сіткові системи**
- Адміністративні одиниці
- Заповідні території
- **Висота**
- **Наземний покрив**
- **Ортофотографія**
- Геологія (включаючи корінні породи, підземні води, геоморфологію)
- Грунт
- **Землекористування**
- Моніторинг навколишнього середовища
- Території з природними ризиками
- Метеорологічні - географічні параметри
- Біогеографічні регіони
- Оселища та біотопи
- Поширення видів

Висновок: Розвиток національної лісової інформаційної системи України має бути інтегрований у **технічні системи вищого рівня та структури надання інформації на основі геоданих**. Для досягнення загальної **узгодженої системи збору, управління та використання геоданих і послуг**, а також застосування **стандартів**, пов'язаних зі **змістом** (параметрами даних, що збираються) і **технічних стандартів**, розробка лісової інформаційної системи (лісового кадастру) повинна бути інтегрована у **загальну або суміжну правову базу** у послідовний спосіб, пов'язаний з її використанням. Відповідно, на прикладі Саксонії було названо ці правові засади та зроблено посилання на окремі аспекти.

2.3 Досвід розробки та використання лісової інформаційної системи ("лісового реєстру") у федеральній землі Саксонія

Наступні описи підкріплюють попередньо окреслені законодавчі та адміністративні принципи з посиланням на розробку Національної лісової інвентаризації України на прикладі Держлісагентства як організації-власника геоданих. У цьому контексті важливо зазначити, що Заксенфорст виконує функції як державного лісогосподарського підприємства, так і вищого органу управління лісовим господарством. Крім того, управління лісами та моніторинг лісів інтегровані в лісове господарство Саксонії, що дозволяє припустити тематично комплексний збір та управління геоданими і, як наслідок, мережеву взаємодію з саксонським порталом геоданих. Система наступних пояснень в основному базується на звіті РЕВУЦЬКОГО (2023).

Розвиток національної інформаційної лісової системи в Україні вимагає ретельної організаційної, професійної та технічної підготовки. Звіт РЕВУЦЬКОГО (2023) показує, що цей процес ще не завершено і що все ще може існувати фундаментальна потреба в уточненні та розвитку.

Це включає в себе **правові норми**, про які йшлося в попередньому розділі. Крім того, **зацікавлені сторони** повинні бути визначені та об'єднані в рамках визначених **бізнес-процесів**.

У цьому контексті мають **бути** визначені **процедури збору даних та інформації**.

На основі цього мають бути визначені **моделі даних та система просторової прив'язки**, а також створено **набір правил** для збору даних, впровадження даних у лісову інформаційну систему, обслуговування системи (актуалізація даних та інформації), прав користування та об'єднання системи в мережу (портал геоданих).

Крім того, необхідно створити **систему забезпечення якості**.

Технічні основи - обладнання, програмне забезпечення, мережі та послуги - повинні бути створені в контексті, описаному вище.

Згідно з РЕВУЦЬКИМ (2023), для **збору інформації про стан лісів в Україні** заплановано **період у 5 років**, якого слід дотримуватися з огляду на поточну та очікувану динаміку змін у лісах та лісових ландшафтах. Це стосується як власне

лісів як форми рослинності, так і частки та просторового розподілу лісів у мозаїці різних типів землекористування. У Саксонії при оновленні інформації про стан лісів наразі використовується 10-річний період. З причин, згаданих вище, це вже не відповідає реальним вимогам. Основною причиною цього є яскраво виражена динаміка зміни лісів під впливом навколишнього середовища і меншою мірою зміна частки лісів у земельному покриві та їх розподілу.

У зв'язку з 5-річним періодом проведення збору даних і, відповідно, оновленням інформації, пов'язаної з лісами, також є посилання на **звітну дату**. Ця процедура є неодмінною **передумовою високої ефективності обслуговування системи**. На противагу цьому, в Саксонії інформація про стан лісів, особливо приватних, постійно оновлюється на основі офіційних звітів. Цей процес займає багато часу і в деяких випадках є ненадійним з точки зору безперервності та якості інформації, що передається.

У попередньому розділі вже йшлося про необхідність створення локальної прив'язки до класифікації лісів (базової карти лісів), карти ділянок тощо шляхом перетину інформації про стан лісів з цією картографічною, адміністративною, організаційною та функціональною інформацією з метою проведення різних (ГІС) аналізів, статистики та створення картографічних зображень. Основою є **просторова прив'язка** зібраної інформації.

Відповідно до статті 49 Лісового кодексу України, **метою** є створення "лісового кадастру" (лісової інформаційної системи), що складається з геоданих, метаданих і сервісів як основи для національної інфраструктури геоданих. Наведений нижче досвід та рекомендації Заксенфорсту можуть бути використані для підтримки проекту, спрямованого на досягнення цієї мети.

- **Геодані**

- Ліс в цілому, тобто **всі** типи власності на ліси повинні бути враховані. Для України цей аспект може бути несуттєвим або другорядним.
- Під час реєстрації та ведення **даних геометрії та атрибутивних даних має бути** забезпечена єдність **даних про геометрію та атрибути**. **Необхідно будь-що уникнути помилкового розвитку подій**, подібного до того, що стався в Sachsenforst, а саме окремого збору та ведення даних про стан лісу та даних про геометрію території! Такий підхід може призвести до помилок і спричинити проблеми через роздільну відповідальність та підзвітність, а також неефективність у розробці подальших процесів. Це призводить до значної **додаткової роботи в цілому!**
- **Однорідність геоданих** має бути гарантована. Виходячи з цього, належне **забезпечення якості** є вирішальною передумовою для точного аналізу, а також ефективної співпраці різних учасників.
- **Центр геоданих (ЦГД) має бути чітко та обов'язково визначена для кожної теми** (див. 2.2, закон Саксонії про інфраструктуру геоданих).

Для предметної області "Ліси та лісове господарство" відповідним ЦГД може бути національне управління з оцінки стану лісів та планування розвитку лісового господарства ("Forsteinrichtung") (див. EISENHAUER 2023). **Лише цей один ЦГД для предметних областей лісу та лісового господарства відповідає за ці оригінальні набори даних та їхнє обслуговування.** Тому всі інші організації, що володіють геоданими, включаючи національний портал геоданих, отримують ці дані, не вносячи жодних змін до цих "копій" оригінального набору даних.

- Послідовне використання **методів дистанційного зондування** настійно рекомендується принаймні (!) для **первинного збору інформації про ліси та їх стан**, особливо в реальних умовах України. Виходячи з цього, з самого початку слід розглянути можливість проведення **періодичних повторних обстежень лісового фонду** на цій методологічній основі. Ця проблема розглядається окремо в наступному розділі з огляду на її надзвичайну важливість.
- Точне порівняння з кадастром (підтвердженням права власності на ділянку) має бути дотримане з самого початку, оскільки це стосується лісового фонду України. Незалежно від цього, **немає сенсу прив'язувати цю інформацію до геоданих.** Навпаки, доцільно вести незалежні тематичні бази даних, які можна в будь-який час об'єднати ("змішати") з іншими геоданими, включаючи офіційні геодані (див. попередній розділ).
- Відповідно, настійно рекомендується суворе розмежування геоданих і лісового кадастру (інформаційної системи лісів).
- Вкрай доцільно запровадити "офіційну", тобто законодавчо визначену та адміністративно впроваджену систему категорій лісів як **незмінний компонент для територіальної прив'язки інформації про ліси та їхній стан.** У Федеративній Республіці Німеччина це відповідає (лісовому) **поділу.** У Державному лісовому законі федеральної землі Саксонія таке визначення ще не було зроблено, чого слід уникати в Лісовому законі України.

• **Метадані**

- **Метадані** - це описові дані, які необхідні, зокрема, як основа для пошуку, а також для визначення використання та зручності користування наявними геоданими та геоінформаційними сервісами. Зміст (назва, ключові слова, просторовий масштаб, дата отримання, поточний статус, автор, власник, доступність, формат даних), якість і доступність цих геоданих, сервісів та інших геоінформаційних додатків збираються в каталогах геоданих, і їх можна досліджувати та отримувати доступ до них через геопортали.
- Технічна реалізація каталогу геоданих базується на мережі розподілених, незалежних каталогів метаданих і відбувається через скоординовані, стандартизовані інтерфейси до каталожних служб ЄС,

федерального уряду, федеральних земель, промисловості та науки. Вміст каталогів геоданих використовується різними іншими інфраструктурами (гео)даних у німецькому та європейському контексті (див. <https://www.gdi-de.org/GDI-DE/Servicefunktionen/Geodatenkatalog.de> та <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu>).

- о Метадані, записані в каталозі медіа-даних Sachsenforst **GeoMIS.Forst**, розміщуються в **GeoMIS. i** публікуються в стандартизованій формі (див. <https://geomis.sachsen.de>). Це робить усі наявні геодані та сервіси геоданих прозорими та загальнодоступними для широкого кола користувачів (див. рис. 1 і 2). Метадані потребують постійного обслуговування та підтримки.
- о Директива INSPIRE 2007/2/EC Європейського Парламенту та Ради від 14 березня 2007 року (див. <https://eur-lex.europa.eu/>) створила правову основу для вирішення існуючих проблем, пов'язаних з можливістю пошуку, наявністю, якістю, організацією, доступністю та спільним, транскордонним використанням геоданих. Зокрема, були враховані вимоги європейських природоохоронних органів до інструменту для формулювання, реалізації та моніторингу заходів екологічної політики. Країни-члени ЄС зобов'язані поступово надавати сумісні геодані та спеціалізовані геодані, які вже доступні в цифровій формі, для загального користування через Інтернет, що дозволить забезпечити доступ до георесурсів та покращити зручність використання геоданих та геопослуг для органів державної влади, бізнесу та громадян.

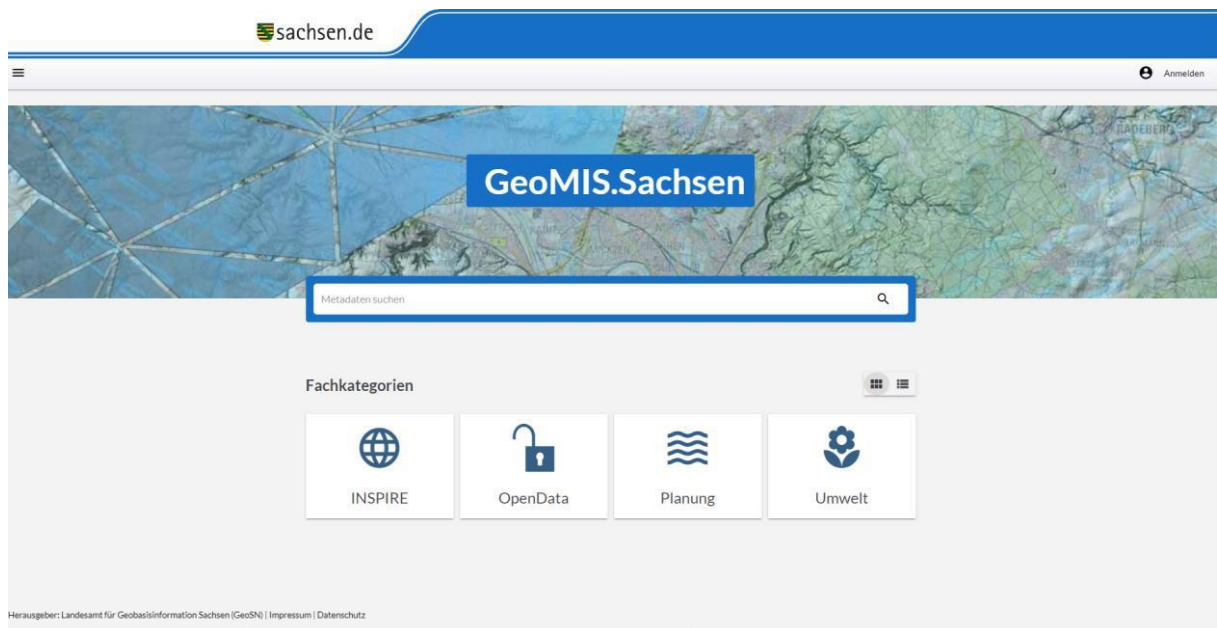


Рис. 1: GeoMIS.Saxony - Старт

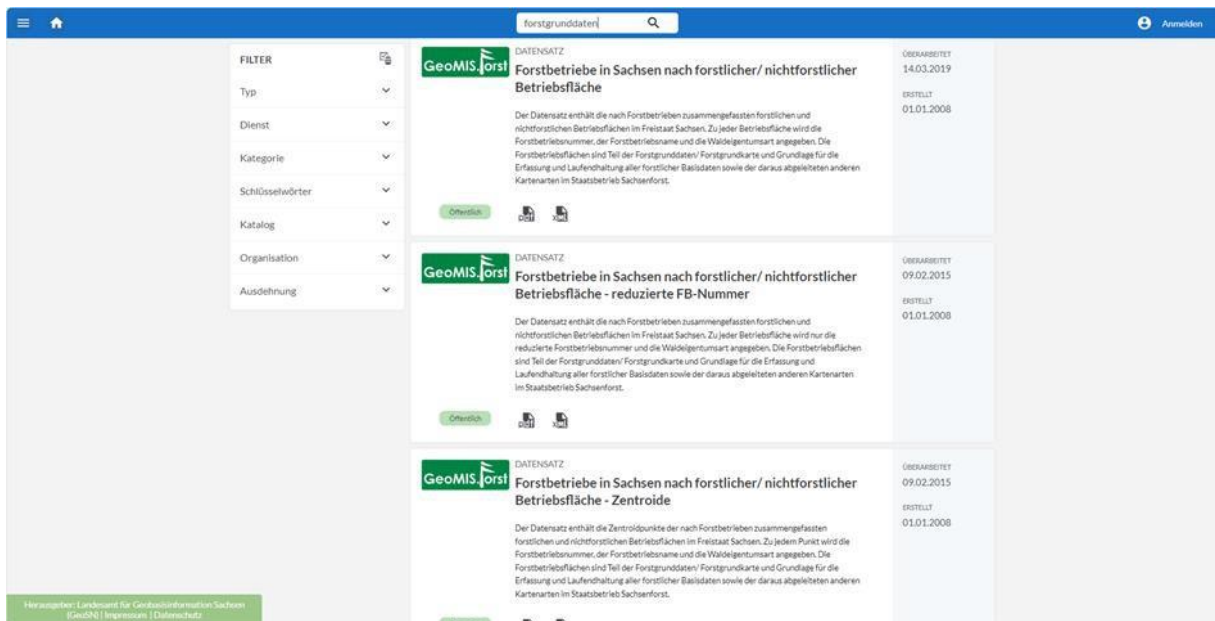


Рис. 2: Пошук "базових даних про ліс" у GeoMIS.Sachsen, який має доступ до GeoMIS.Forst через мережу

*Ця диференціація не є релевантною для України.

- **Геосервіси** (також сервіси даних/карт):
 - Геосервіси - "це мережеві просторові веб-сервіси, які роблять геодані доступними у структурованому вигляді" (Вікіпедія).
 - Геосервіси - це стандартизовані технічні інтерфейси, які забезпечують прямий доступ до геоданих від постачальника даних через Інтернет до поточного опублікованого стану. Вони можуть бути інтегровані в геоінформаційну систему або веб-додаток і, таким чином, можуть використовуватися разом з вашими власними геоданими.
 - Геосервіси можуть пропонуватися як у вигляді чистого відображення (WebMapServices, WMS), так і у вигляді сервісів завантаження (WebFeatureServices, WFS), які забезпечують доступ до векторних даних у стандартизованому текстовому форматі через Інтернет.
 - **Геосервіси повинні пропонуватися виключно державним управлінням** або від його імені, але в будь-якому випадку під його контролем.
 - На цій основі забезпечується **доступ до "Національної інфраструктури просторових даних"**.
- При **управлінні наборами геоданих має** бути забезпечена безпосередня співпраця осіб, які несуть професійну та технічну відповідальність.
- "Публічна карта лісового кадастру", згадана у звіті РЕВУЦЬКОГО (2023), ймовірно, є еквівалентом геопорталу. Особливо на початковому етапі забезпечення геоданими лісового фонду, ця карта не є абсолютно

необхідною. Рекомендується зосередити увагу служб розвитку на наданні геосервісів. Вони є більш важливими і настільки ж ефективними за умови, що вже існують інші портали, наприклад, геопортал України, які можуть інтегрувати ці геосервіси.

- Термін "лісовий облік", використаний у звіті РЕВУЦЬКОГО (2023), більше відповідає "базі даних лісів" ("дані про стан лісів"), ніж лісовій інформаційній системі (лісовому реєстру). Остання є технічною системою зі спеціалізованими додатками, тоді як перша є систематично організованим реєстром первинних даних та похідних даних, орієнтованих на різні цілі та процедури оцінювання, що є основою для лісового господарства та суверенних адміністративних процесів прийняття рішень та контролю. Наполегливо рекомендується чітко розрізняти ці дві системи з точки зору термінології та змісту.

2.4 Збір інформації про ліс та стан лісів

2.4.1 Базова класифікація методів дистанційного зондування

Законодавчі вимоги до збору, обробки, надання та використання даних про стан лісів вже обговорювалися, тому відповідні принципи згадуються тут лише для повноти викладу:

- Існує зобов'язання надавати екологічну інформацію, якщо вона стосується офіційних, а отже, принципово публічних даних (→ Закон про екологічну інформацію).
- Обмежувальні умови можуть перешкоджати наданню даних (→ комерційна та бізнес-таємниця, національна безпека, міжнародні відносини тощо).
- Директива ЄС INSPIRE має бути імплементована.

Дані про **ліси та лісову структуру** можна розглядати як **екологічну інформацію**, а отже, їх необхідно надавати, якщо вони є офіційними і вже зібрані. Однак, не існує права на створення цих даних.

Що стосується **обмежувальних умов**, слід зазначити, що дані про структуру лісів, якщо вони **не прив'язані** до земельних ділянок, що перебувають у приватній власності, **не порушують жодної комерційної або службової таємниці**. Крім того, **ці дані** нелегко **прив'язати до земельних ділянок**. Крім того, таку інформацію можна легко отримати на підставі **загального права** на відвідування лісу.

Відповідно до **Директиви ЄС INSPIRE**, дані про структуру лісів можуть бути віднесені до **тем геоданих "рельєф" і "грунтовий покрив"** цієї Директиви, а отже, повинні надаватися відповідно до INSPIRE. Відповідно, мають бути дотримані специфічні вимоги до надання даних та управління метаданими (→ інфраструктура просторових даних).

Для детального аналізу теми необхідно було б знати наявну на сьогоднішній день базу даних про ліси та інформацію про стан і структуру лісів в Україні. Відповідно, була зроблена спроба отримати доступ до цієї інформації через портал геоданих України (data.gov.ua). У період підготовки цього звіту це було неможливо.

У зв'язку з цим приймається інформація зі звіту РЕВУЦЬКОГО [2023], згідно з яким для України існує відповідна база даних, що базується на інвентаризації наземних лісів. Однак ці дані та похідна інформація можуть бути застарілими по відношенню до поточного стану лісів.

У своєму звіті EISENHAUER [2023] надає подальші рекомендації щодо розвитку оцінки стану лісів та планування розвитку лісового господарства в Україні. У цьому звіті описано методологію наземної оперативної інвентаризації, яку, можливо, можна розглядати як частину національної великомасштабної інвентаризації, порівнянної з Федеральною інвентаризацією лісів (BWI) у Німеччині. Окремо наголошується на надзвичайній важливості методів дистанційного зондування для отримання інформації про ліси та стан лісів та її оновлення через відносно короткі проміжки часу, такі як 5-річний цикл, визначений РЕВУЦЬКИМ [2023], особливо за поточних та очікуваних рамкових умов в Україні (доступність лісових територій, наявність спеціалізованого персоналу відповідно до обсягу робіт, які необхідно виконати, нова розробка процедури, що базується на сучасному стані техніки та знань як потенціалу, орієнтованого на майбутнє). У цьому звіті вже згадувалося про взаємозв'язок між веденням бази даних про ліси, включаючи постійне включення інформації з планування розвитку лісового господарства, та порталом геоданих. Так само очевидна роль "Національного офісу моніторингу стану лісів та планування розвитку лісового господарства" як організації-власника геоданих, що зберігає вихідні дані про стан лісів.

Згідно з попередніми дослідженнями, можна припустити, що **для** створення національної лісової інформаційної системи в Україні можна **використовувати існуючий набір даних дистанційного зондування або створити такий набір даних** і пов'язати його з існуючим або створеним **наземним еталонним або навчальним набором даних** з метою отримання **інформації про ліси та стан лісів** у масштабі всієї території (наприклад, про лісовий покрив, породний склад дерев, вікові класи, типи структури та карти запасів).

Ця **базова процедура** також застосовується до мультиспектральних супутникових даних (Sentinel2) і 3D хмар точок з аерофотознімків, які в подальшому обробляються на основі зіставлення зображень [KIRSCHHÖFER ETAL.2020]. Вимірювання з використанням лазерного сканування слід класифікувати відповідно. Зв'язок між наземними даними та даними дистанційного зондування описується за допомогою моделей (множинних лінійних моделей, KNN, **випадкового лісу**, штучного інтелекту тощо).

Сітчаста **структура даних** рекомендується для **більших лісових** масивів, як, наприклад, для обліку та характеристики лісового фонду України, або для **великих лісових підприємств**.

Підходить **просторова роздільна здатність** 10 x 10 метрів. Ця роздільна здатність відповідає доступності **даних Sentinel 2**. **Висока часова роздільна здатність** цих даних дозволяє оцінити просторовий розподіл деревних порід або, принаймні, груп деревних порід. Точність цієї інформації має бути достатньою для характеристики національного лісового фонду України. Так само можлива **узагальнена стратифікація** (класи висоти) в межах однієї деревної породи або групи деревних порід, наприклад, за висотними рамками "підріст", "молодняк", "старий".

Інформація про вертикальну структуру лісів необхідна для **більш детальної стратифікації та інформації** про стан лісів, таких як висота деревостанів, пологове покриття та запаси деревини. Для Саксонії можна створювати **модель поверхні кожні 2-3 роки на основі ортофотопланів** або кожні **6 років на основі загальнодержавної лазерної скануючої зйомки**. Така **часова роздільна здатність** відповідала б циклу, передбаченому Ревуцьким [2023] для оновлення інформації про стан лісового фонду України. Крім того, обидва методи відрізняються **за глибиною проникнення в ліс** і, відповідно, за отриманою **інформацією про вертикальну структуру лісу**. **3D хмара точок аерофотознімків** може бути використана лише для отримання інформації про лісову поверхню і, таким чином, про **текстурну мозаїку лісів**, наприклад, зіставлення різних більш-менш однорідних **фаз росту**, "відкриті простори", спричинені втручанням або використанням, і т.д. Такого методологічного підходу було б достатньо, щоб охарактеризувати типові **структури лісу певного вікового класу**. На відміну від цього, **лазерне сканування** проникає в ліс вертикально аж до землі або до другого лісового ярусу. Щодо безпосередньо отриманої інформації про **вертикальну структуру лісів**, можна з більшою точністю визначити **просторовий розподіл запасів деревини** (→ оцінка потенціалу використання, → аналіз змін потенціалу, моніторинг використання, → моніторинг вугільних матеріалів). Крім того, можна отримати базову **інформацію про структуру природного середовища** у лісах (→ моніторинг лісозахисних територій). Окрім цієї стандартної інформації, **потенціал цього методологічного підходу** поширюється на **отримання типологічних страт сукцесій** або змін життєвості [див. KIRCHHÖFER ET AL 2020, 2021; WHITE ET AL. 2013].

Технічна реалізація може бути підтримана онлайн-сервісами, які забезпечують комплексне та ефективне використання даних. Публічні геодані можуть бути надані "WebMap Services", які пропонують лише представлення (карту) геоданих. Для більш широкого аналізу, що вимагає доступу до оригінальних даних, відповідні можливості пропонують такі сервіси даних, як "Web Coverage Services". Значною **перевагою WMS та WCS** є високий ступінь **стандартизації та їх широке використання**.

Висновок: Для того, щоб охарактеризувати лісовий фонд України і створити необхідну для цього базу даних у раціональний спосіб, у відносно короткий термін і з доступними зусиллями, слід звернути увагу на **методи дистанційного зондування і, зокрема, на лазерне сканування. Еталонний набір даних** (навчальний набір даних), що створюється наземними методами, може бути сформований на **основі національної лісової інвентаризації або оперативних інвентаризацій, що** стосуються доступної лісової території. Для того, щоб встановити процедуру обліку та характеристики лісового фонду, яка б максимально відповідала можливостям дистанційного зондування, рекомендується **максимально синхронізувати цикл аерофотозйомки з циклом оцінки стану лісів та планування розвитку лісового господарства для більших просторових одиниць** (наприклад, лісогосподарських підприємств).

2.4.2 Методологічний підхід

Побудова моделей поверхонь

Як описано вище, збір **даних** про **структуру лісу** базується на первинних даних, які можуть бути отримані з **оцифрованих моделей поверхні** або **нормалізованих моделей поверхні**. Основою для необхідного набору первинних даних є ортофотоплани або супутникові знімки (Sentinel2). Високоточні (еталонні) зображення забезпечують цифрові моделі рельєфу на основі **лазерного сканування**, які надаються **державними геодезичними** службами Німеччини та її федеральних земель.

Основними етапами роботи є **зіставлення знімків**, вимірювання висот поверхонь з цифрових аерофотознімків, що перекриваються (3D хмара точок). Процес можна автоматизувати за допомогою програмних продуктів "SURE" (nFrames) або "MATCH-T DMS" (Trimble). Результатом є тривимірна хмара точок. Подальший процес **фільтрації** видаляє з хмари точок точки, які можуть бути віднесені до категорії помилкових через їхню висотну віддаленість від рельєфу місцевості або ізольоване розташування. Для цього процесу потрібна високоточна цифрова модель рельєфу (просторова роздільна здатність 1 м), яка надається державними геодезичними службами. Ця модель рельєфу також використовується для створення **нормалізованої** цифрової моделі рельєфу з хмари 3D точок. В ході подальшої **растеризації** (TIFF) досягається просторова роздільна здатність хмари точок (1 м). Невеликі пропуски даних інтерполюються. Більші прогалини заповнюються пікселями "без даних". На основі нормалізованої цифрової моделі поверхні можна створити карту висотної структури лісу. Інші можливі застосування включають моделювання запасів деревини та біомаси, які будуть розглянуті нижче.

Осушення запасів деревини та надземної біомаси

Запаси деревини та надземної біомаси є ключовою інформацією для відомчих та лісових стратегій і процесів управління, що безпосередньо пов'язані з

національною та європейською кліматичною політикою (стан і динаміка поглинання вуглецю в лісових екосистемах). Наземні методи визначення цих параметрів лише обмежено відображають поточну динаміку процесів зміни лісів. Обмеженість ресурсів (кваліфікованого персоналу, часу, фінансів) у поєднанні з високим відомчим та лісогосподарським тиском щодо надання такої **актуальної** інформації призводить до значного тиску на раціоналізаторство. В Україні це посилюється значною обмеженістю доступу до лісових територій.

Для моделювання інформації про запас деревини та надземну біомасу необхідно об'єднати дані з нормалізованої цифрової моделі поверхні з картами деревних порід та даними про ділянку.

В основу моделювання покладено метод **випадкового лісу**, за допомогою якого інтегруються дані з різних джерел. **Метод є гнучким**, тобто його можна розширювати або скорочувати залежно від наявності даних. На додаток до основної інформації про структуру лісів з нормалізованої цифрової моделі поверхні (nDOM), в моделювання включаються інші пояснювальні змінні, такі як породний склад дерев, ґрунт, клімат і топографія. Це вимагає відповідних похідних, оскільки ці дані зазвичай доступні у формі, яка не може бути використана безпосередньо для моделювання.

Дані про **ґрунти** та **клімат** можна використовувати з вільно доступних джерел (→ Геопортал). Дані про **топографію**, цифрову модель місцевості з роздільною здатністю 1 м по горизонталі, можна отримати в Держгеокадастрі. Дані про **породний склад дерев** можуть бути отримані з супутникових даних Sentinel-2 з достатньою точністю (принаймні, на основі груп деревних порід).

Як неодноразово підкреслювалося раніше, **наземні еталонні набори даних з інвентаризацій лісів** необхідні для навчання і перевірки моделей для оцінки запасів деревини і біомаси. Стає очевидним, що **ключовою функцією наземних інвентаризацій лісів** буде надання репрезентативних навчальних наборів даних для того, щоб мати можливість використовувати методи дистанційного зондування для отримання інформації про стан лісів.

Основні робочі етапи процедури оцінки запасів деревини та надземної біомаси коротко описані нижче, оскільки вони можуть бути корисними для створення процедури, заснованої на дистанційному зондуванні, для характеристики Національного лісового фонду України.

1. **виведення біомаси та запасу деревини на кожну** точку відбору проб з даних лісової інвентаризації, пов'язаних з окремими деревами та площами відбору проб
2. **отримання структурних метрик** з нормалізованих моделей поверхонь
 - Структурні метрики на піксель 20x20м: середня та максимальна висота nDOM, 75-та та 95-та висота дерев >6 м та >20 м відповідно
 - Обробка даних за допомогою Python-скрипту за допомогою LAStools

3. отримання метрик топографії з цифрової моделі місцевості з роздільною здатністю 1 м по горизонталі

→ Розрахунок середньої висоти місцевості та середньоквадратичного відхилення

Значення висот цифрових моделей рельєфу 1 м на піксель 20x20 м

→ Обробка даних за допомогою LAStools

4. обробка кліматичних даних про опади та температуру (національна метеорологічна служба)

→ Повторна вибірка та проекція даних

→ Обробка даних за допомогою програмного забезпечення ГІС (наприклад, ArcGIS)

5. підготовка даних про ґрунт

→ Розрахунок параметрів ґрунту (потенційна ємність катіонного обміну, корисна ємність поля, забезпеченість азотом)

→ Повторна вибірка та проекція даних

→ Обробка даних за допомогою R-скрипту

6. підготовка карти деревних порід

→ Повторна вибірка та проекція даних

→ Обробка даних за допомогою програмного забезпечення ГІС (наприклад, ArcGIS)

7. моделювання, створення карт запасів деревини та біомаси

→ Зчитання та об'єднання растрових та референтних даних

→ Створення моделі випадкового лісу

→ Комплексне моделювання запасів деревини та біомаси

→ Вихід карти запасів деревини та біомаси

Висновок: Методи дистанційного зондування можна поєднати з набором наземних еталонних даних та інтеграцією інших пояснювальних змінних, щоб створити процедуру, придатну для отримання **відповідної інформації про лісовий фонд України** та її оновлення з **роздільною здатністю 5 років з розумними зусиллями та прийнятною якістю. Необхідні дані** також повинні бути **у вільному доступі** в Україні. **Отримана інформація становить значний інтерес для відомчої політики, національної та європейської екологічної політики, управління лісовими підприємствами та контролю за ними з боку незалежних державних органів, а також високий суспільний інтерес.** Вони відповідають тематиці Директиви ЄС **INSPIRE**.

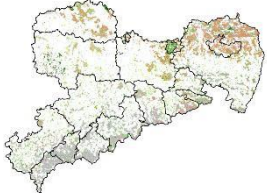


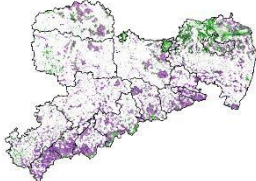


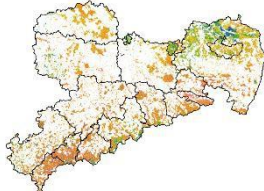
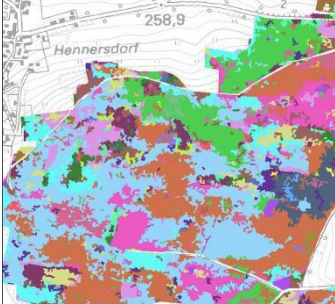

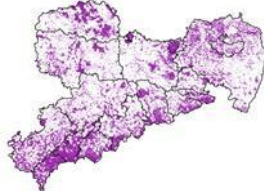
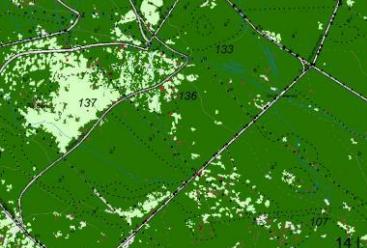

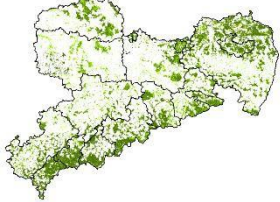


2.4.3 Приклад " Загальний лісовий проект Саксонія"

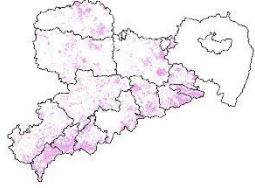
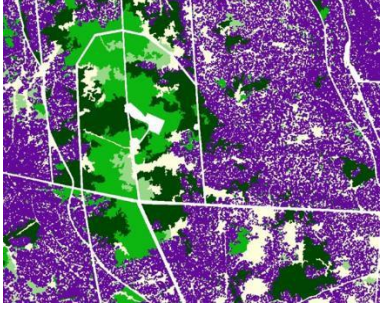

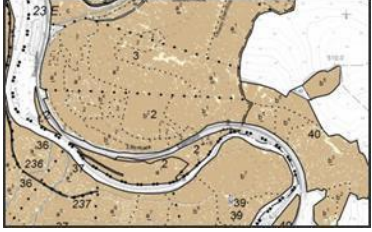

Щоб задовольнити попит на поточну інформацію про стан лісів для всього лісового фонду Саксонії, вона була отримана напівавтоматично на основі даних дистанційного зондування в період з 2011 по 2021 рік. Процес був розроблений спільно Sachsenforst, Центром компетенції лісового господарства та лісівництва (KWuF), Департаментом ГС, картографії, геодезії та дистанційного зондування та приватними компаніями Digitale Dienste Berlin і Luftbild Umwelt Planung Potsdam в рамках пілотного проекту 2011/12 рр. і постійно вдосконалювалася в ході подальшої роботи над проектом. Результати проекту були доопрацьовані в залежності від наявних даних.

Аналіз базувався на офіційних даних аерофотознімків, ортофотознімків, лазерних даних, даних цифрових моделей рельєфу (DGM), цифрових моделей поверхні (DOM) та розрахованих на їх основі моделей висоти рослинності (VHM), які можна безкоштовно отримати в Державному управлінні геоданих та геодезії Саксонії (GeoSN). Залежно від дати опрацювання в аналіз були включені дані з 2008 по 2021 рік. Через яскраво виражені явища пошкодження з 2018 року, особливо внаслідок заселення короїдами ялини та сосни, своєчасність даних, які раніше надавалися GeoSN з 3-річним інтервалом, була вже недостатньою. З цієї причини до процесу оцінки були включені дані з супутника Sentinel-2 з високою роздільною здатністю, щоб надати актуальну та технічно достовірну інформацію.

Наразі використання цієї інформації розширюється за межі лісової інформаційної системи Sachsenforst та саксонського геопорталу з метою подальшого розвитку процедури ведення лісового господарства та включення питань охорони природи та захисту довкілля до моніторингу лісів та планування розвитку лісового господарства. У разі необхідності, Україна також могла б взяти участь у запланованій розробці сервісів (див. Додаток 1 для поточних процедурних інструкцій).

Були отримані наступні параметри стану лісу:

Стан лісу -параметри	Шар, покрив	Приклад ілюстрації	Умовні позначення
Групи порід дерев	wz_ba_2011_2021_f 		
Класи висот дерев	wz_wuchskl_2011_2021_f 		
Висота насадження	wz_besthoe_2011_2021_f 		
Окремі дерева або групи дерев (перестійні)	wz_ueberhalt_2011_2021_1_p/~_f 		
Порода дерев, Диференція ція листяні / хвойні	wz_ba_2011_2021_f 		

<p>Інформація про ярусність, класи висоти дерев</p> <p>2.Ярусність для класу росту</p> <p>Деревина</p>	 <p>wz_schicht_2018_2021_f</p>		<p>Baumhöhenklasse</p> <ul style="list-style-type: none"> < 2m 2m bis < 6m 6m bis < 10m 10m bis < 13m 13m bis < 15m 15m bis < 18m 18m bis < 21m 21m bis < 26m 26m bis < 30m >= 30m BlöÙe
<p>Пологове покриття</p>	 <p>wz_schirm_2011_2021</p>		
<p>Збільшення лісових площ, зменшення лісових площ</p>	<p>wz_wald_2011_2021_f</p>		
<p>Класи структури лісу (Висота дерев з рівнями 3 м)</p>	<p>wz_raster_bhkl.tif</p>		

3. Підсумок

Ця експертиза має на меті підтримати розробку національної лісової інформаційної системи ("лісового кадастру") для України з посиланням на національний портал геоданих та національну інфраструктуру геоданих. Підставою для цього став звіт РЕВУЦЬКОГО [2023]. На основі цього звіту та поточної ситуації в Саксонії, Німеччина, а також тенденції її розвитку, тема була розглянута з правової, адміністративної та технічної точки зору. На основі цього були виведені рекомендації для розвитку в Україні.

Список використаних джерел та додатки забезпечують поглиблене розуміння змісту та методології з посиланням на відповідні тематичні координаційні центри. Насамкінець, в якості прикладу наведено огляд так званого "Спільного лісового проекту" Саксонії, який охоплює всі форми власності лісів і був ініційований понад 10 років тому, у 2011 році, у зв'язку з критичною ситуацією з даними та інформацією, особливо щодо недержавних лісів. На основі цього проекту надається "фінальний" огляд досягнутих результатів на прикладі землі Саксонія на основі карт.

4. Збір даних про стан лісів за допомогою методів дистанційного зондування для всіх лісів Саксонії

За дорученням державного підприємства Sachsenforst була розроблена процедура, за допомогою якої достатній мінімум інформації про стан лісу для всього лісу Саксонії може бути автоматично записаний з даних дистанційного зондування.

1. Передумови

Консультування приватних власників лісів є законодавчо закріпленим мандатом державного підприємства Sachsenforst (§ 49 SächsWaldG). Знання природних умов, у тому числі даних про деревостани, необхідних для ведення лісового господарства, є передумовою для надання експертних консультацій. Якщо для нових державних і корпоративних лісів, створених у 1993 році, є відповідні дані про площу деревостанів, то для приватних лісів такої бази не було. Відповідно, районні керівники в приватних лісах не мали актуальних даних про деревостани для доповнення реєстру власників лісів, який є основним інструментом для роботи в приватних лісах. Більшість керівників лісових округів постійно використовували дані про стан лісів приблизно 35-річної давнини з лісової інформаційної системи Саксонії (WIS, конвертована база даних лісового фонду (DSWF) колишньої НДР) для підготовки до роботи при консультуванні приватних лісовласників.

Для значної частини лісових територій дані про стан лісів не були зареєстровані в інформаційній системі WIS (Інформаційна система - ліс) для приватних лісів протягом останніх 35 років. Винятком є загальнонаціональний проект обстеження лісових територій FIGO 2005/2006, в якому районні керівники в першу чергу реєстрували початкові площі заліснення і сукцесії на аерофотознімках, а також фіксували породи дерев, вік і клас деревостану на цих ділянках на місці.

Існуючі дані інвентаризації забезпечили лише обмежену роботу в цьому регіоні. Це означає, що наразі неможливо визначити координаторів для проведення консультацій та інвентаризації. Зміни, що відбулися у породному складі, структурі деревостанів, висоті верхівок та кінцевих бонітетах, більше не дозволяють зробити жодних висновків щодо потреб у догляді, варіантів догляду або потенціалу використання деревини. Через великі розміри ділянок у приватних лісах і пов'язані з цим витрати часу на об'їзд, оптимальна підготовка робіт має вирішальне значення для проведення передбачених законом консультацій з власниками приватних лісів.

Окрім запланованого використання даних у лісовій практиці, потреба в них є також у спеціалізованих відділах Компетентнісного центру лісів і лісового господарства та Вищого управління лісового та мисливського господарства.

Основними сферами застосування тут є

- Облік лісових площ, наприклад

- o покращити якість території, що облаштовується
- o розмежувати територію, необхідну для картографування
- o для мапування території
- o для статистики лісових площ
- Управління лісовим господарством
- Моделювання місцезнаходження / продуктивності
- Створення карт структури лісу для підтримки планування процесу організації лісів, огляд деревостанів та висотної структури деревостанів
- Підтримка консультування у приватних та корпоративних лісах
- Охорона лісів: головним чином, локалізація ялинників на досліджуваній території, оцінка ризиків зараження короїдами
- Розмежування ділянки ґрунтозахисного вапнування
- Моніторинг FFH (розмежування стадій розвитку та проведення аналізу структури ареалу).

В рамках пілотних проектів були розроблені методи для лісових районів Марієнберга, Оберлаузітц та ландшафтного біосферного заповідника Оберлаузітц, в яких для (напівавтоматичного) визначення параметрів структури та стану лісу використовуються спектральна та текстурна інформація, а також інформація про висоту дерев з даних дистанційного зондування (насамперед, цифрові аерофотознімки RGBI, цифрові ортофотознімки RGBI, лідарні дані) або результати їхньої оцінки. Розроблені моделі були надалі консолідовані в рамках загальносаксонської обробки.

Були отримані наступні параметри

- Площа лісів збільшується і зменшується
- Екранована/неекранована зона
- Класи росту, класи висоти дерев
- Групи деревних порід
- Наглядач
- Класи висоти дерев у проміжках між наметами лісових масивів (ярусність).

Було створено загальносаксонський набір даних, що містить інформацію про розподіл видів дерев, класів росту та висоти дерев на основі стандартизованої довідкової бази, яка може бути використана для різних сфер застосування.

Позитивні відгуки користувачів, керівників лісгоспів та лісництв, доводять, що глибина інформації та структура даних, отриманих в результаті проектів, в принципі є достатніми для практичних цілей.

2. Вихідні дані

Для того, щоб забезпечити перенесення розробленого методологічного підходу на інші території Саксонії, для досліджень, де це було можливо, використовувалася спеціалізована інформація та геодані, які є доступними для Sachsenforst на всій території федеральної землі, а також були використані в пілотних проектах.

Відповідно, до аналізу були включені такі вихідні дані:

- Цифрові ортофотоплани RGBI (роздільна здатність 0,2 м на місцевості, 8 біт)
- цифрові дані аерофотознімків RGBI (роздільна здатність 0,2 м на місцевості, 16 біт)
- Залежно від наявності, цифрова модель місцевості **ATKIS-DGM1** або **ATKIS-DGM2**
- Залежно від наявності, цифрова модель поверхні DOM1 або цифрова модель поверхні DOM2 та моделі висоти рослинності, розраховані на основі DOM та DGM (нормалізовані моделі поверхні nDOM)
- Дані з Лісової географічної інформаційної системи Саксонії (FGIS)
 - Цифрова базова карта лісів (лісова класифікація всього лісу)
 - Цифрова карта місцезнаходження (інформація про місцезнаходження всього лісу)
 - Дані картографування типів біотопів (BTLNK)
 - Дані з саксонської лісової інформаційної системи WIS (база даних лісів, параметри вік, порода, форма деревостану, висота, клас деревостану та зімкнутість деревостану).

Для уточнення диференціації деревних порід були також використані дані Sentinel-2, які доступні органам влади безкоштовно в рамках програми Copernicus.

2. Методологічний підхід

На рисунку 1 представлено схематичний огляд загального технологічного процесу.

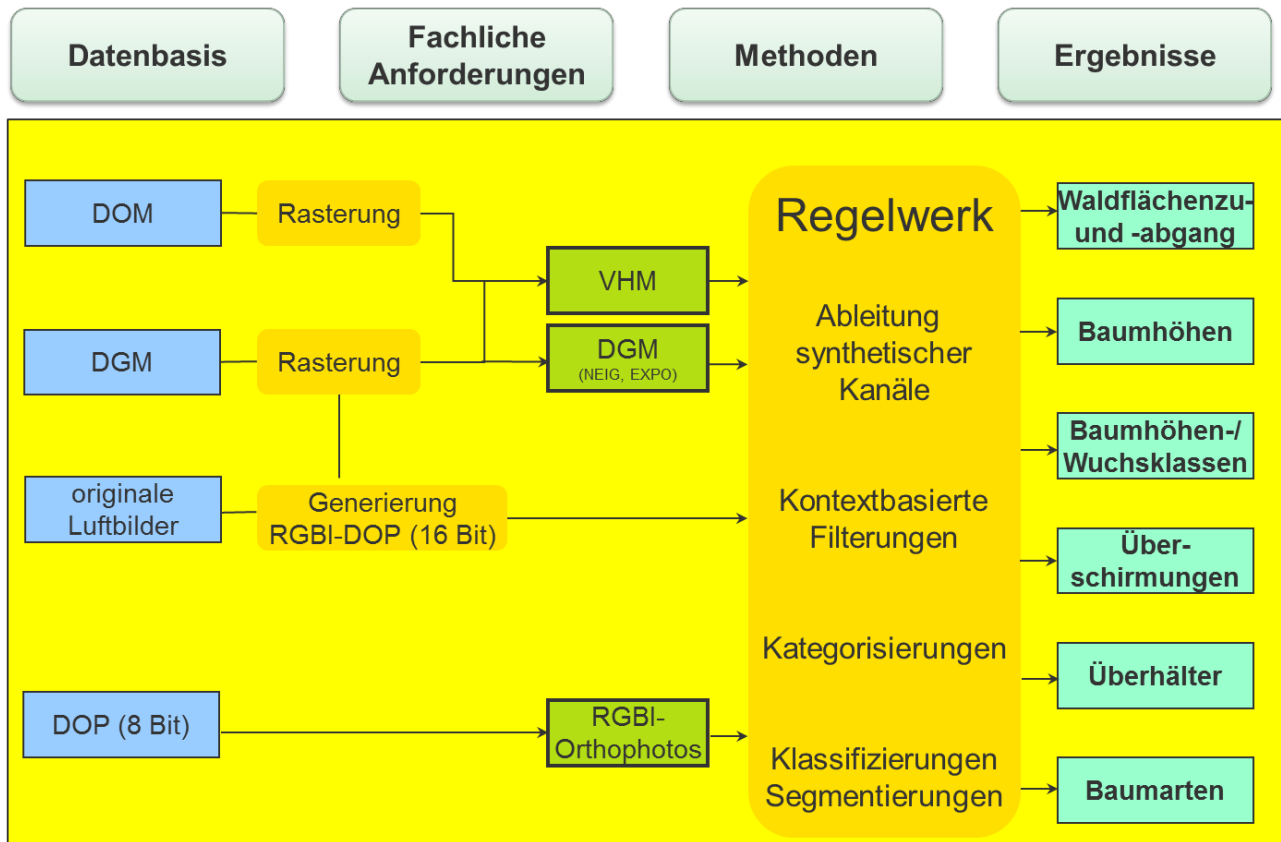


Рис. 1: Процедура реєстрації даних про стан лісів за допомогою методів дистанційного зондування

3.1 Поділ на лісові та нелісові землі

Відповідно до лісового закону Саксонії, "ліс [...] - це будь-яка земельна ділянка, засаджена лісовими рослинами (лісовими деревами та лісовими кущами), яка завдяки своїм розмірам придатна для виконання корисних, захисних або рекреаційних функцій [...]" (SMUL 1992).

Для того, щоб встановити демаркацію з іншими вкритими деревами територіями, необхідно враховувати, серед іншого, мінімальні розміри площі та мінімальну ширину.

Вони визначені для (нового) картографування потенційних лісових територій на основі робочих інструкцій з оцінки та планування стану деревостанів (AA WAB; STAATSBETRIEB SACHSENFORST, 2011).

Було розроблено двоетапну процедуру картографування ймовірних ділянок втрат лісу та доступу до лісу:

1. автоматизоване попереднє картографування
2. ручне перемапування

3.1.1 Автоматизоване попереднє картографування підозрілих територій

Передбачає отримання та сегментацію потенційних лісових площ (втрат) на основі інформації про висоту рослинності nDOM (модель висоти рослинності), зв'язування цих даних з іншими геоданими в наборах правил та зберігання підозрілих ділянок як проміжних результатів. На першому етапі було визначено дві зони пошуку для великомасштабної локалізації підозрілих ділянок, які за різними критеріями вказують на втрату або збільшення лісів. Використовуючи спеціалізовану інформацію та інші геодані, всю область обробки було поділено на категорії "ліс" або "деревний покрив", "не ліс" і "область пошуку доступу до лісу". З одного боку, це зменшує площу для аналізу, а з іншого - мінімізує грубі помилки картографування.

Для опису вкритих деревами ділянок дані з нормалізованої моделі поверхні були відфільтровані та агреговані на основі контексту. Вони пов'язані з пошуковими просторами та геоданими, створеними в правилах. Окрім висоти рослинності, залишилося лише кілька об'єктів, але вони можуть бути усунені автоматично, наскільки це можливо, в процесі подальшого оцінювання за допомогою додаткової інформації.

Лісові галявини

Локалізацію потенційних лісосік можна здійснити лише шляхом аналізу площі лісової ділянки. Область пошуку визначається за допомогою наданих даних FGIS. Основні дані про ліс наносяться на сітку і відповідно класифікуються (вкриті деревиною землі, не вкриті деревиною землі). Більші прогалени в деревостанах, проріджування та знищення, а також лісгосподарська діяльність неминуче призводять до некоректного відображення в автоматизованому картографуванні лісосік на основі даних дистанційного зондування. Крім того, незначні геометричні відхилення між базовими даними про ліс і пологом,

зображенням на даних дистанційного зондування, призводять до псевдозмін. Вводячи мінімальні розміри площі, в якості підозрілих ділянок обираються компактні сегменти. Ці ділянки були перевірені в рамках ручного перекартування.

Пункти доступу до лісу

Для великомасштабного картографування потенційних точок доступу до лісу спочатку було звужено область пошуку та відокремлено ділянки, на яких можна очікувати значних помилок картографування через вкриті деревами території. Для цього були використані дані ATKIS та BTLNK.

Інтеграція даних ATKIS

Дані ATKIS використовуються для уникнення некоректного нанесення на карту (наприклад, кладовищ, парків, земельних ділянок).

Інтеграція BTLNK

Основні або підгрупи BTLNK розподіляються за трьома категоріями "ліс", "не ліс" і "зона пошуку доступу до лісу":

- До категорії "нелісових" відносяться всі території з деревами, які не вважаються лісами згідно з Лісовим законом.
- Категорія "територія пошуку лісу" об'єднує території, на яких зазвичай очікується поповнення лісів завдяки заходам з лісорозведення та сукцесії (наприклад, орні землі та пасовища, місця відкритого видобутку бурого вугілля).
- Категорія "Ліс" відповідає основній групі "Ліси та лісові масиви".

Слід розрізнити два випадки локалізації ймовірних зон "доступу до лісу":

• Доступ поблизу узлісся:

Вони є продовженням заповідних територій, тому мінімальні розміри площі для лісових ділянок тут не можуть бути застосовані. Однак, через ситуацію з пологом, розмежування лісопокривних площ на основі даних дистанційного зондування не зовсім точно відповідає класифікації лісів цифрової FGK або геометрії (межі деревостанів та зовнішні межі лісу). Для того, щоб локалізувати точки доступу до лісу, які безпосередньо прилягають до ділянок лісового покриву, і відрізнити їх від таких псевдозмін, відповідні ділянки повинні бути відфільтровані або буферизовані.

• Доступ до лісу на відкритій місцевості

Мінімальні розміри ділянок і мінімальна ширина ділянок беруться до уваги для визначення (нових) ділянок лісонасаджень і сукцесій на віддалених лісових периферіях, зокрема на сільськогосподарських землях або в пост-гірничодобувних ландшафтах, можливо, також на військових полігонах.

Основна технічна інформація, дані дистанційного зондування та геодані пов'язуються в набори правил, знову ж таки за допомогою модуля ModelMaker

ERDAS IMAGINE, щоб записати описані характеристики можливого зростання лісових площ.

Результати автоматизованого попереднього картографування доступу до лісів

У межах зони пошуку, яка характеризується сільським господарством, лісові острови та лісонасадження можуть бути дуже надійно визначені як потенційні зони доступу. Початкові площі заліснення, визначені в BTLNK, зазвичай можна легко перевірити за допомогою даних nDOM. Вибір ділянок зростання поблизу узлісь пов'язаний з багатьма умовами, щоб мінімізувати некоректне картування через псевдозміни. З одного боку, решта підозрілих ділянок, особливо на територіях з високою часткою приватних лісів, пояснюється відсутністю актуальних базових даних про ліси. З іншого боку, вони також можуть бути пов'язані з геометричними помилками в базових даних про ліс.

Результати автоматизованого попереднього картографування "втрат лісу"

У рамках попереднього картографування підозрілих ділянок майже всі вирубки локалізовано. Оскільки немає іншої інформації про площу, окрім інформації про висоту з nDOM, а ситуація з даними не дозволяє проводити різночасові порівняння, неможливо надійно відокремити проріджені деревостани або рубки. Це призводить до переоцінки втрат площі.

Запровадивши мінімальні розміри ділянок, з одного боку, та контекстну фільтрацію, з іншого, можна значно зменшити кількість ділянок, що підлягають перевірці в рамках ручного перемальовування, а також зменшити кількість ділянок, що підлягають перевірці. Щоб пришвидшити перевірку, всі підозрілі ділянки спочатку кодуються як "ліс", так що багато ділянок, вирубаних у результаті лісгосподарських робіт, не потрібно обробляти в рамках візуальної інтерпретації аерофотознімків.

Вихідні поверхні векторизовані або адаптовані до базових даних про ліс.

3.1.2 Ручне перекартографування підозрілих ділянок

Результати попереднього картографування перевіряються на екрані і вручну оцифровуються в основні дані про ліс.

На додаток до основних лісівничих даних інтегровано поточну інформацію про висоту з nDOM (висота рослинності), інформацію про біотопи та землекористування з BTLNK та ATKIS, а також DOP (в основному ручне повторне картографування). Векторні дані з BTLNK і ATKIS заздалегідь растеризуються і відповідно кодуються, а результати автоматизованого попереднього картографування дозволяють швидко обробити досліджувану територію, оскільки перевіряти потрібно лише попередньо вибрані ділянки в межах базових даних про ліс (видалення) або області пошуку (збільшення).

Наведені нижче дані використовуються для ручного перемапування входів і виходів з лісу:

- Результат автоматизованого попереднього картографування,

- цифрові ортофотоплани RGBI,
- нормалізована модель поверхні (nDOM),
- Основні лісогосподарські дані з інформацією WIS.

Вони повинні бути накладені або імпортовані на екран для візуальної перевірки.

Різний час запису даних аерофотознімків і даних лідара необхідно врахувати при візуальній інтерпретації.

Підозрілі райони доступу до лісу

За необхідності, автоматично створені підозрілі ділянки мають бути розширені за допомогою інтерпретатора аерофотознімків або адаптовані до базових даних про ліс. Підозрілі ділянки "доступу до лісу" позначаються в моделі даних як "доступ". Існуючі лісосіки об'єднуються з цими новими потенційними лісовими площами.

Ця загальна площа відповідає новій аналітичній області, для якої розраховуються всі наступні параметри стану лісу.

Підозрілі ділянки загибелі лісу

Автоматично створені підозрілі ділянки повинні бути перевірені інтерпретатором аерофотознімків і, за необхідності, виправлені. Підозрілі ділянки "відтоку лісу" позначаються як "відтік" відповідно до моделі даних.

Площу лісосік, відокремлену в результаті поділу на лісові та нелісові землі, необхідно порівняти з існуючим базовим шейп-файлом даних про ліс. Виявлені потенційні прирости лісів (перше заліснення, ділянки сукцесії, ліси, які ще не відображені на базовій карті лісів) та вилучення лісів повинні бути записані в цифровому вигляді, окремо ідентифіковані та враховані в подальшій оцінці.

3.2 Екранування, тип екранування

На основі даних лідарної зйомки та цифрових ортофотопланів були виділені екрановані та неекрановані ділянки (прогалени). Метою обстеження була горизонтальна диференціація верхнього ярусу деревостанів. Диференціація проміжного деревостану або підросту не проводилась і не може бути здійснена за наявними даними.

Підхід до картографування ґрунтується на припущенні, що проекція положу або надґрунтового ярусу на поверхню землі відповідає положовому покриву. Робочі інструкції Саксонії з планування лісового господарства (SBS 2011) використовуються як керівництво для визначення висоти надґрунтового покриву. Згідно з ними, компоненти деревостану з максимальною висотою понад 20 м відносяться до категорії перестійних деревостанів. Пологове покриття старовікового деревостану повинно мати коефіцієнт зімкнення крон понад 0,2. Незатінені частини деревостану не обов'язково повинні бути наземними точками в наземних моделях. На поверхневих моделях важко відрізнити плями від зон росту. З цієї причини не робиться різниці між ростом рослинності та незатіненими компонентами деревостану.

Розмежування між категоріями "захищений" та "незахищений" складається з наступних етапів:

- Розмежування екранованих компонентів на основі значень висоти
- Розмежування неекранованих компонентів на основі значень висоти
- Демаркація неекранованих компонентів у місцевому контексті
- Інтеграція результатів картографування "надмірна висота / окремі дерева"

Відповідні крони дерев наносяться на карту за допомогою спеціальних аналізів. Їх розподіл використовується, зокрема, для покращення картографування пологової площі розріджених деревостанів. Повністю автоматизоване картографування може бути реалізоване за допомогою SML-моделі.

3.3 Висота деревостану

Щоб уникнути плутанини з інформацією про висоту, яку потрібно отримати, або з номенклатурою лісгосподарської організації, було введено термін "висота деревостану за даними лазерної/повітряної зйомки". Ця оцінка висоти не стосується одиниць лісгосподарської організації. Натомість як еталонні ділянки використовуються менші, переважно однорідні одиниці, отримані на основі моделей поверхні, згенерованих за допомогою даних дистанційного зондування. Для розробки процесу відбираються ділянки класифікації висоти дерев.

На рисунку 2 схематично зображено технологічний процес.

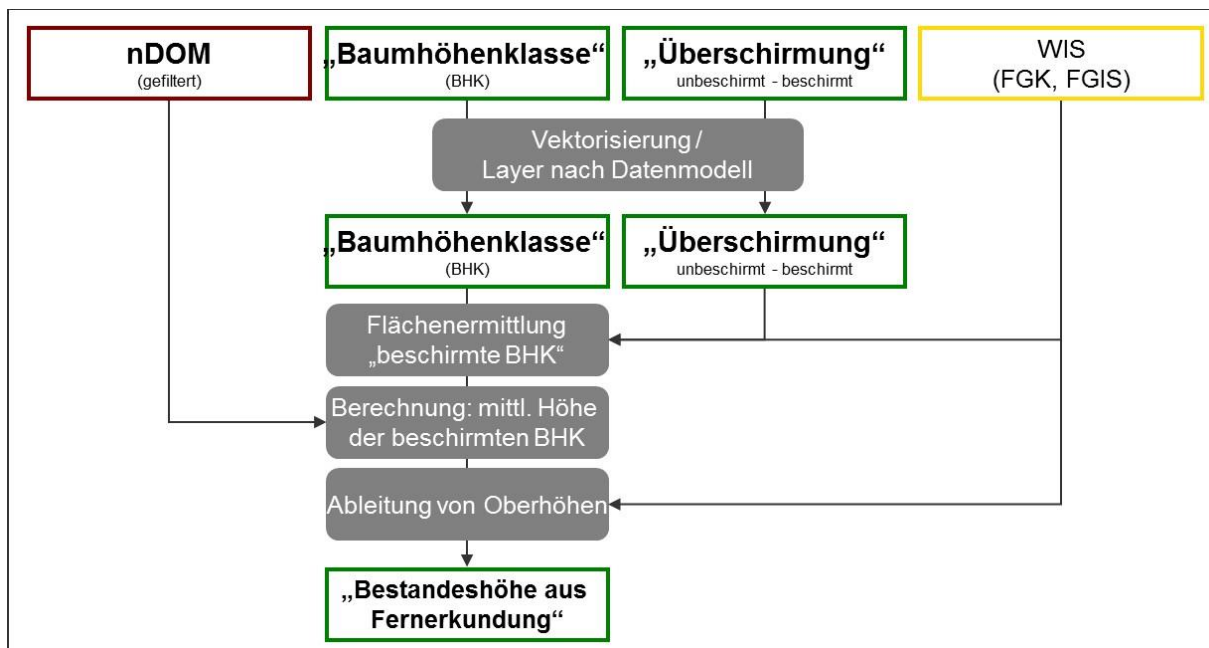


Рис.2: Схема - Похідна параметру "Висота дерева з ДЗЗ"

Висоту деревостану оцінювали поетапно за лазерними даними:

- Формування еталонних ділянок або елементарних одиниць
- Розмежування площі екранованого деревного покриву
- Розрахунок середньої висоти екранованої ділянки

3.4 Перестійні дерева

Старі насадження, перестійні та залишкові деревостани, а також окремі дерева були відокремлені у зріджених деревостанах. Основною характеристикою об'єктів, що підлягають картографуванню, є різниця у висоті з навколишньою територією, яка базується, серед іншого, на визначенні верхньої межі деревостану, наведеному в Робочій інструкції з оцінки стану і планування лісів у перестійних насадженнях (AA WAB). Крім того, між окремими деревами та сусідніми закритими частинами деревостану має бути мінімальна відстань.

Перестійні дерева, які ростуть в деревостані, не можуть бути відокремлені в поверхневих моделях, якщо вони такої ж висоти або нижчі, ніж навколишнє дерево. Ці старі намети не потрібно наносити на карту. Оскільки на даних дистанційного зондування неможливо відокремити окремі крони дерев та крони менших груп дерев, допускається використання відповідних об'єктів.

На рисунку 3 показано процедуру реєстрації окремих дерев та груп дерев (надземних частин).

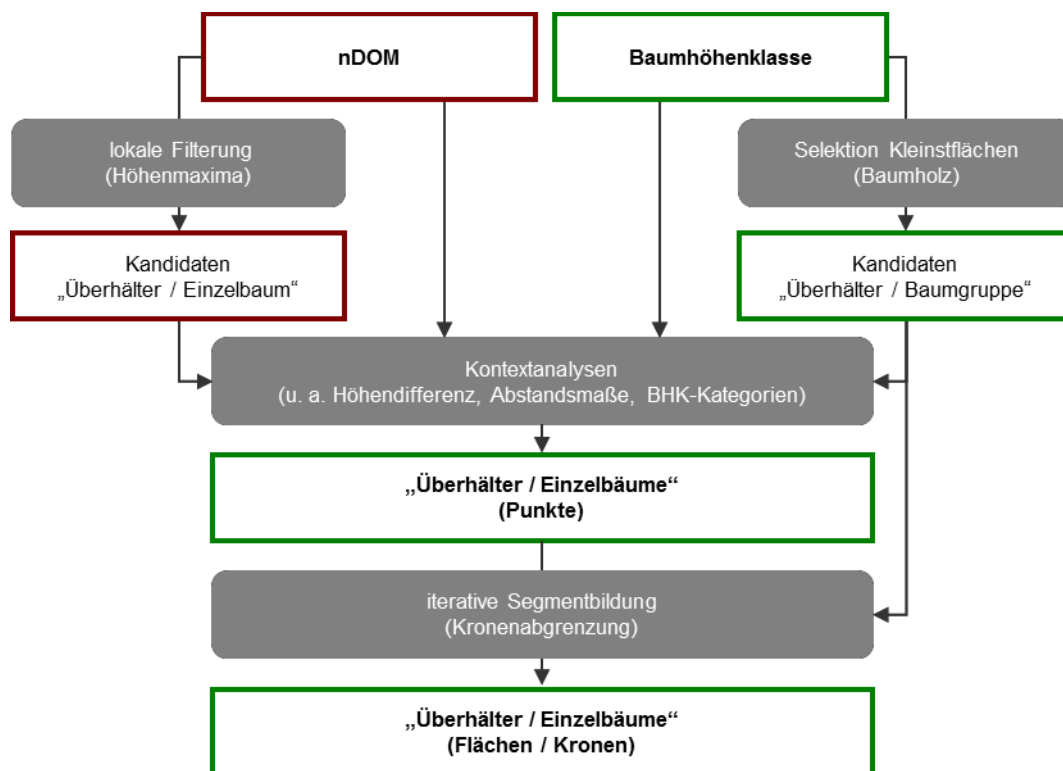


Рис. 3: Схематична процедура обліку окремих дерев та груп дерев (надземної частини)

Для реєстрації окремих дерев у стандартизованих моделях поверхні кілька ознак об'єднуються в набір правил, а стратифікація деревної підстилки здійснюється за допомогою картографування класів висоти дерев. Таким чином, критерії можуть бути адаптовані для кожного класу висоти дерев, щоб відобразити окремі дерева в їхньому місцевому контексті. Мінімальна висота окремих дерев може змінюватися в залежності від класу висоти дерев.

Процедура аналізу даних nDOM базується на таких етапах аналізу

- Визначення локальних максимумів висоти в nDOM
- Усунення крайових дефектів
- Визначення набору правил для вибору окремих дерев
- Розмежування окремих крон дерев
- Додавання мікросегментів з карти класу висоти дерев

3.5 Класи росту та класи висоти дерев

На додаток до класів деревостанів (WK), що базуються на Робочих інструкціях з оцінки та планування стану лісів (AA WAB), слід розрізнити детальні класи висоти дерев (ВНК) з меншими інтервалами висоти (див. рис. 5). Оскільки основним критерієм для розмежування класів деревостанів є верхня висота деревостану, в першу чергу аналізується інформація про висоту, отримана з nDOM.

Відповідно до директиви ведення лісового господарства Саксонії AA WAB (SBS 2011), для реєстрації ділянок зростання необхідна мінімальна площа 0,1 га. Аналіз площі за допомогою даних дистанційного зондування може призвести до отримання занадто малої площі, особливо при реєстрації молодих частин деревостану, внаслідок ефекту затінення крайніми деревами.

Деревостани з різними класами росту відображаються в nDOM з високою просторовою роздільною здатністю і є візуально помітними. Зокрема, в зімкнутих деревостанах можна розрізнити більш дрібні відмінності за висотою, так що додаткові класи висоти дерев можуть бути визначені як підкласи. Поверхні зімкнутих деревостанів характеризуються більш-менш високою варіабельністю значень висоти, що можна пояснити різною мірою вираженою шорсткістю пологів. Автоматичне визначення класів деревостану та класів висоти дерев методично імітує відповідні контекстно-залежні аналізи. Переходи між деревостанами різної висоти чітко відображаються на карті. У випадку неперервних переходів неможливо чітко визначити межі між сусідніми класами деревостанів.

Wuchsklasse - WK	Baumhöhenklasse - BHK
Anwuchs	< 2 m
Jungwuchs	2 m bis < 6 m
schwaches Stangenholz	6 m bis < 10 m
	10 m bis < 13 m
starkes Stangenholz	13 m bis < 15 m
	15 m bis < 18 m
	18 m bis < 21 m
Baumholz	21 m bis < 26 m
	26 m bis < 30 m
	≥ 30 m
Blöße	Blöße

Рис.4: Присвоєння класів росту та категорій висоти дерев

Концепція двоетапного оцінювання використовується для відображення класів росту та класів висоти дерев (див. Рисунок 5):

- Рівень 1:

Картографування класів зростання: ділянки з мінімальним розміром площі виділяються та класифікуються відповідно до визначень класів зростання.

- Рівень 2:

Картографування класів висоти дерев: розмежування дрібномасштабних класів висоти дерев виконується крок за кроком для однієї категорії класу росту за один раз.

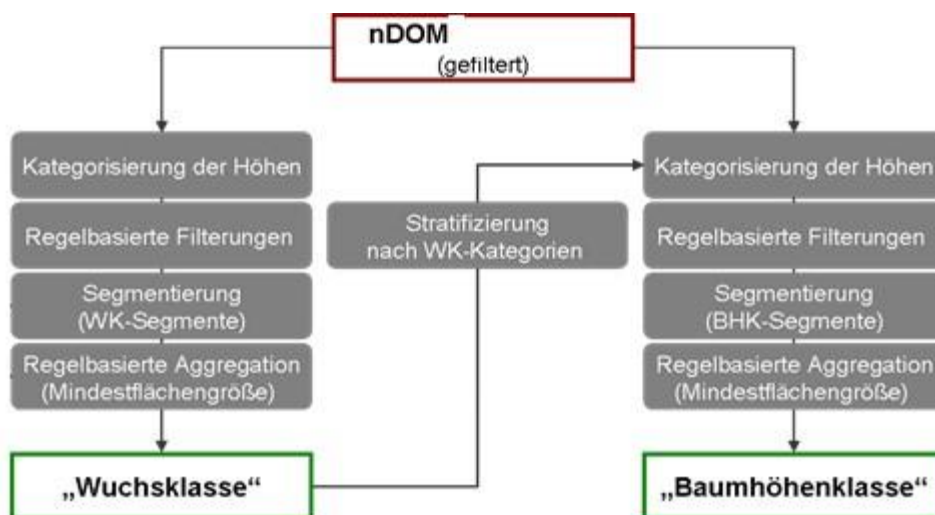


Рис. 5: Схематична процедура отримання класів росту / класів висоти дерев

3.5.1 Картування класів зростання

Розмежування класів зростання з використанням даних nDOM здійснюється в п'ять етапів оцінки.

- Фільтрація даних nDOM
- Категоризація відфільтрованих даних nDOM - попереднє картування
- Фільтрація попереднього картування
- Сегментація
- Виключення та об'єднання невеликих ділянок - результат картографування класів зростання

3.5.2 Відображення класів висоти дерев

Методологічний підхід до виділення категорій класу висоти росту відповідає підходу до картування класів бонітету. Площа лісового покриття стратифікується з використанням результатів картування класів деревостану. Для кожної категорії класи висоти дерев агрегуються, а потім об'єднуються в загальну карту.

Атрибут висоти дерева класифікується наступним чином відповідно до існуючої моделі даних:

- Висота дерева 1: < 2 м
- Висота дерева 2: від 2 м до < 6 м
- Висота дерева 3: від 6 м до < 10 м
- Висота дерева 4: від 10 м до < 13 м
- Висота дерева 5: від 13 м до < 15 м
- Висота дерева 6: від 15 м до < 18 м
- Висота дерева 7: від 18 м до < 21 м
- Висота дерева 8: від 21 м до < 26 м
- Висота дерева 9: від 26 м до < 30 м
- Висота дерева 10: >= 30 м
- Висота дерева 11: без покриття

3.5.3 Визначення класів висоти дерев (ВНKL) з 3- метровим інтервалом

Відфільтровані дані nDOM були розподілені на класи висоти дерев з кроком 3 м відповідно до їхніх значень висоти:

- ВНKL 0: не визначено
- ВНKL 1: від 0 до 3 м
- ВНKL 2: >3 до 6 м
- ВНKL 3: >6 до 9 м
- ВНKL 4: >9 до 12 м
- ВНKL 5: >12 до 15 м
- ВНKL 6: >15 до 18 м
- ВНKL 7: >18 до 21 м
- ВНKL 8: >21 до 24 м
- ВНKL 9: >24 до 27 м
- ВНKL 10: >27 до 30 м

ВНKL 11: >30 до 33 м

ВНKL 12: >33 до 36 м

ВНKL 13: >36 м

Результати картографування були збережені у вигляді набору растрових даних у форматі TIF з роздільною здатністю 5 x 5 м² (стан лісу - класи висоти дерев).

3.6 Клас висоти дерев у прогалинах пологу лісових ділянок за класом росту

Деревина (стратифікація)

Відфільтровані дані nDOM були використані для опису класу висоти дерев у прогалинах деревостанів/прогалинах пологу лісових ділянок у класі росту дерев. Така диференціація особливо можлива у прогалинних, сильно розріджених деревостанах. Дані також дають уявлення про структуру/ярусність деревостану.

Клас висоти дерев класифікується в лісорослинних зонах для проміжків у пологах наступним чином:

Висота дерева 1: < 2 м

Висота дерева 2: від 2 м до < 6 м

Висота дерева 3: від 6 м до < 10 м

Висота дерева 4: від 10 м до < 13 м

Висота дерева 5: від 13 м до < 15 м

Висота дерев 6: від 15 м до < 18 м

Висота дерев 7: від 18 м до < 21 м

Висота дерев 8: від 21 м до < 26 м

Висота дерев 9: від 26 м до < 30 м

Висота дерева 10: >= 30м

Висота дерева 11: без покриття

3.7 Групи деревних порід

Групи деревних порід реєструвалися як окремі ділянки в ярусі деревних порід відповідно до лісової директиви Саксонії, починаючи з площі 0,1 га. В іншому випадку, порода реєструвалася як додаток без зазначення площі. Зареєстровані окремі дерева та групи зберігаються в окремому ярусі (надземна частина).

Через складність обліку молодих деревних порід для детального дослідження було встановлено обмеження за віком або висотою дерев. Це означає, що в молодих деревостанах, особливо в молодняка, розмежування проводилося лише між хвойними та листяними лісами. Включення комплексної лісової інформаційної системи Саксонії (WIS) виявилось корисним при реєстрації деревних порід у деревостанах віком понад 30 років. Породи дерев з WIS були використані для перевірки достовірності в регіонах з незначними змінами деревостанів.

В рамках досліджень були виділені наступні види (групи) дерев:

- Сосна
- Ялина
- Модрина
- Деревина хвойних порід, недиференційована
- Бук
- Дуб
- Береза
- Тверді породи дерева
- Вільха, ясен (місце розташування, модель схилу/ DGM)
- Деревина листяних порід недиференційована.

Класифікація деревних **порід** є ієрархічною процедурою, яка поділяється на наступні суб-аналізи:

- Попередня обробка даних
- Картування деревостанів листяних порід та крон листяних дерев
- Класифікація груп деревних порід
- Передача перевірених, актуальних записів WIS.

Огляд наведено на рис. 6, який також демонструє складність процесу.

Дані Sentinel-2, які є доступними для органів влади безкоштовно в рамках програми Copernicus, також були використані для диференціації деревних порід. Було перевірено, наскільки додаткове використання даних Sentinel може покращити розпізнавання деревних порід.

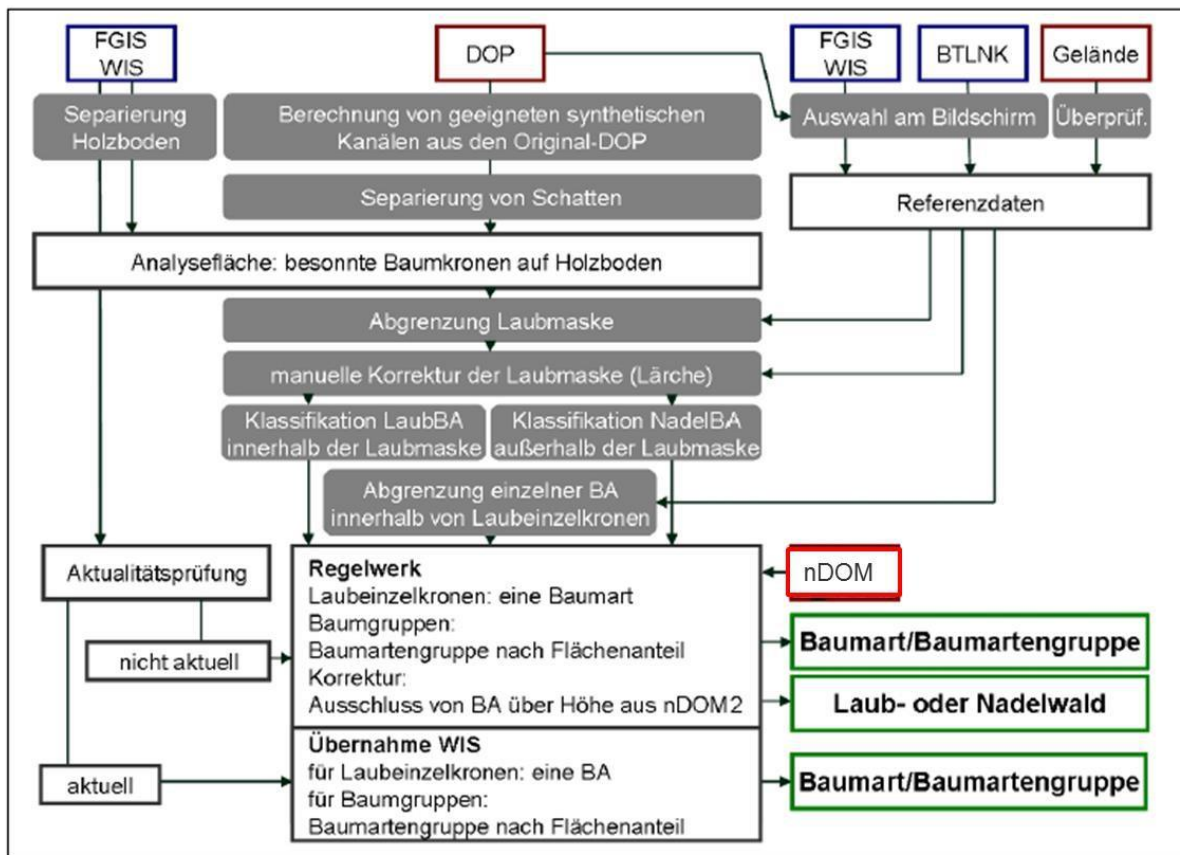


Рис. 6: Схематична процедура виділення деревних порід (груп)

Попередньо визначені та попередньо оброблені підрайони спочатку класифікуються окремо. Потім результати класифікації проаналізованих підрайонів об'єднуються для отримання загального результату картографування.

3.7.1 Попередня обробка даних

Включає:

- Повторну обробку 16-бітного DOP
- Масштабування DOP
- Маскування DOP з площею деревного покриву (площа для аналізу)
- Стратифікація області обробки на підобласті (критерії: радіометрично-спектральні властивості DOP, обсяг даних)
- Отримання індексів та інших синтетичних каналів як вхідних даних для процедур класифікації.

3.7.2 Картування деревостанів листяних порід та крон листяних дерев

Автоматизоване картування листяних деревостанів і крон листяних дерев само по собі може лише частково забезпечити необхідну точність. Натомість добре зарекомендувала себе двоетапна процедура, яка спочатку передбачає автоматичне попереднє картування. Потім проміжні результати піддаються посткартуванню за допомогою візуальної інтерпретації аерофотознімків і з додаванням даних FGIS.

Ділянки твердолистяних порід попередньо наносяться на карту за допомогою ERDAS Objective. На додаток до ортофотографій та похідних додаткових каналів, інформація з nDOM також інтегрується для зменшення помилок картографування. Використання інформації про висоту рослинності дозволяє, зокрема, краще відокремити листяні породи від наземної рослинності. Початкові дані для об'єктивної оцінки маскуються категоріями "без покриття" та "приріст", щоб досягти подальшого зменшення кількості помилок при картографуванні.

Результати автоматичного попереднього картографування показують неточності. Наприклад, наведені нижче види дерев не можуть бути надійно розділені на великих площах через їхню спектральну схожість у використуваних DOP GeoSN:

- Модрини та листяні дерева
- Берези та червоні вільхи з хвойних порід
- Молоді ялини та листяні дерева

Помилки картографування також зосереджені в розріджених хвойних деревостанах або в кварталах. Зокрема, відокремлення густої життєво важливої наземної рослинності та листяної деревини виявляється складним, якщо не вдається досягти чіткого розмежування за допомогою характерної "висоти рослинності" або nDOM. Крім того, радіометричні недоліки GeoSN DOP можуть призвести до локально обмежених, але потім значних помилок картографування.

Неправильне відображення наземної рослинності також відбувається, якщо ні модель поверхні, ні відображення класів висоти дерев не дають змоги її відокремити. Відповідні поправки також необхідні, якщо існує просторове переплетення твердолистяних деревостанів і життєво важливої наземної рослинності, що призводить до утворення змішаних полігонів у процесі об'єктивної оцінки.

Завдяки візуальному дешифруванню аерофотознімків та інтеграції даних WIS усуваються грубі помилки.

3.7.3 Класифікація груп деревних порід

У невеликих масштабах часто досягається задовільна відмінність між групами деревних порід. Масштабні огляди результатів показують, що ступінь розділення піддається вираженням локальним коливанням.

Негативний вплив відмінностей в освітленості, пов'язаних з рельєфом, на точність класифікації можна обмежити за допомогою обраних алгоритмів класифікації та використання додаткових каналів. Винятком є дуже круті та порізані схили, які неможливо класифікувати.

У процесі класифікації можна спостерігати сильну спектральну неоднорідність для класів "дуб" і "бук", що також призвело до спектрального перекриття між

класами. Введення ярусу дуба значно зменшує помилки картографування між дубом і буком.

Через об'єднання поточних і таким чином прийнятих даних WIS (для "вірогідних" ділянок), з одного боку, і груп деревних порід з класифікації деревних порід, з іншого (для "невірогідних" ділянок), іноді з методологічних причин виникають множинні атрибуції розщеплених, але однорідних деревостанів.

Спектральна подібність між молодими хвойними та листяними деревостанами (молодий підріст, слабка стовбурова деревина) спричиняє найбільші помилки. Часті помилки картографування виникають насамперед для молодих ялиників та модрин, які мають сильні перекриття з листяними деревостанами через їхні високі значення відбиваючої здатності.

Маска листяних дерев, скоригована за допомогою візуального дешифрування аерофотознімків, являє собою достовірне картографічне зображення груп і деревостанів листяних дерев, пристосоване до конкретної місцевості.

3.7.4 Перевірка актуальності даних WIS

У наборі правил актуальність існуючих даних WIS перевіряється за допомогою висоти дерев та частки листяних порід у деревостані (див. Рисунок 7). Породи дерев для шару деревних порід беруться з поточних даних WIS і позначаються як такі. Частка актуальних даних впливає на якість кінцевого результату: чим більше актуальних даних, тим точніша інформація про види дерев.

Вік деревостанів можна частково взяти зі старих даних WIS. Для цього необхідно перевірити його достовірність, використовуючи висоту дерев з лазерних даних та/або поточну DOP. Якщо вік є правдоподібним згідно з існуючим запасом, оновлений вік з бази даних лісів повинен бути прийнятий в атрибуті ALTER_WDB. В іншому випадку, атрибут не присвоюється (порожній = немає інформації або вік не може бути присвоєний).

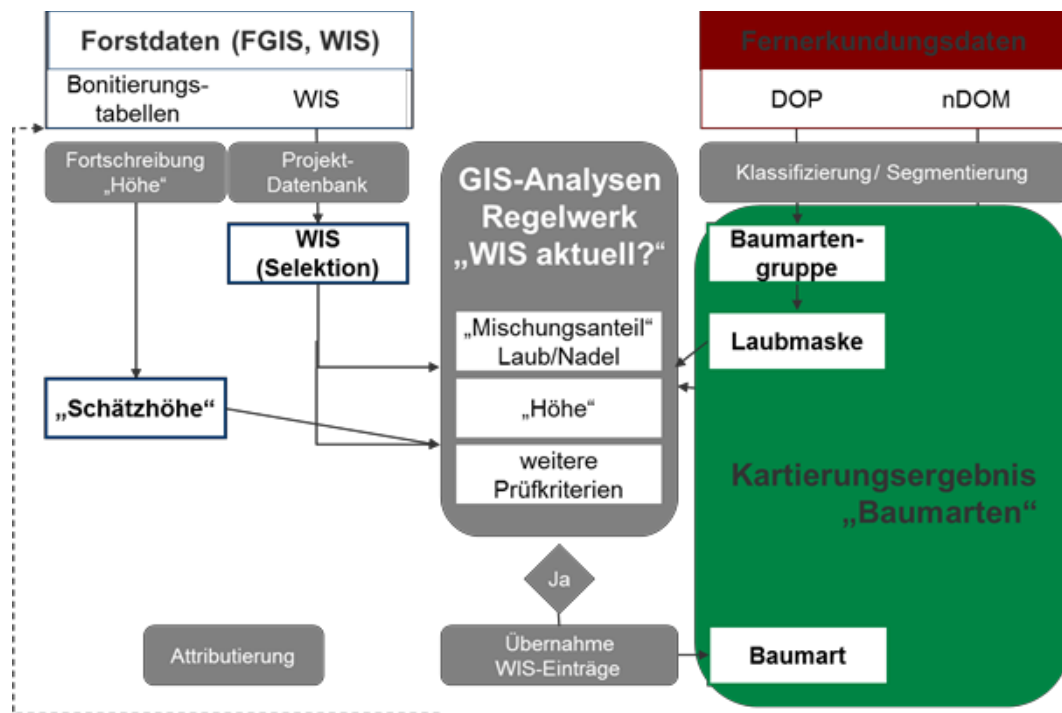


Рис. 7: Правила перевірки актуальності за допомогою даних WIS

3.7.5 Створення ярусів

Кінцевим результатом є векторний набір даних, який поділяється на крони листяних дерев та групи листяних і хвойних дерев.

Результати всіх підобластей мають бути об'єднані в один набір даних. Залежно від того, наскільки актуальними є дані WIS, набір даних містить більш точні види дерев (взяті з даних WIS) або менш точні групи видів дерев (з класифікації DOP). Нарешті, дані з шару деревних порід об'єднуються з даними класу деревостану та наметового покриву.

3.8 Вихідні дані, перевірка результатів

Для перевірки результатів були проведені польові дослідження. Для збору еталонних даних були використані як польові дослідження, так і поточні дані аерофотозйомки.

4. Представлення результатів

В результаті оцінки даних дистанційного зондування було створено кілька ярусів, які були розумно поєднані між собою і перетиналися з адміністративними/майновими (муніципалітет, район, ділянка, кадастрова ділянка), лісгосподарськими (лісгосподарство, лісгосподарська дільниця, відділення) та лісоорганізаційними (лісовий район) одиницями.

Наступні яруси були створені як шейп-файл/файл бази геоданих відповідно до моделі даних:

- Ліс/не ліс - wz_wald_<jjjj>_f
- Екранування (екрановані та неекрановані поверхні, проміжки) - wz_schirm_<jjjj>_f

- Верхня висота - wz_baumhoehe_<jjjj>_f
- Класи росту, класи висоти дерев - wz_wuchskl_<jjjj>_f
- Класи висоти дерев у прогалинах намету лісових ділянок класу деревостану - wz_schichtigkeit_<jjjj>_f
- "Перестійні дерева" (запис окремих вищих об'єктів, наприклад, окремих дерев або групи дерев) - wz_ueberhaelter_<jjjj>_f
- Породи дерев, групи порід дерев - wz_ba_<jjjj>_f
- Класи висоти дерев з 3- метровим інтервалом у вигляді растрових даних (розмір пікселя 5 x 5 м²) wz_raster_bhkl

Додаток:

SACHSENFORST, KOMPETENZZENTRUM FÜR WALD UND FORSTWÄTSCHAFT: Збір даних про стан лісів за допомогою методів дистанційного зондування для всіх лісів Саксонії.

Додаток 1

Коментарі щодо змін до Постанови Кабінету Міністрів України від 20 червня 2007 р. № 848

“Про затвердження Порядку ведення державного лісового кадастру та обліку лісів”

Вступ

В рамках експертизи на цю ж тему [Айзенхауер, лютий 2024 р.] на основі звіту Ревуцького [2023] обговорювалися законодавчі та адміністративні умови для розвитку національного порталу геоданих та національної інфраструктури геоданих. Було зроблено посилання на Закон про інфраструктуру просторових даних Саксонії, Закон про геоінформацію та закон про геодезію та кадастр Саксонії. Було також згадано Закон Саксонії про екологічну інформацію та Директиву Європейського Союзу INSPIRE. Зобов'язання щодо збору та публічного використання геоданих, включаючи тематичну інформацію про стан лісів, ґрунтуються на взаємодії цих правових баз. Це питання було всебічно розглянуто у згаданому вище звіті. Відповідні закони та імплементаційні положення були процитовані з посиланням (посилання). У зв'язку з цим безпосередньо нижче розглядаються лише "Порядок ведення державного лісового кадастру" та відповідні "Пояснювальні матеріали до проекту постанови Кабінету Міністрів України "Про внесення змін до постанови Кабінету Міністрів України від 20 червня 2007 р. № 848".

1. Порядок ведення Державного лісового кадастру та обліку лісів

Щодо (1.) Зроблено посилання на процедуру, зміст і процес якої обґрунтовано лише частково. Це стосується посилання на відповідні імплементаційні положення адміністративного та методологічного характеру, щоб не перевантажувати законодавчу базу деталями.

В якості **правової бази**, наведено посилання на нормативно-правові акти, які можна порівняти з:

- Закон Саксонії про інфраструктуру просторових даних
- Закон Саксонії про геодезію та кадастр
- Закон Саксонії про геоінформацію
- Закон Саксонії про екологічну інформацію
- Директива INSPIRE 2007/2/ЕС Європейського Парламенту та Ради від березня 2007 року

Не має значення, що це закони державного рівня, оскільки Україна, як централізована держава, не має федеральних структур, які б регулювали цю

сферу. Вищезгадані правові посилання в законодавстві України представлені в пунктах (21.) та 22. Рекомендується перевірити ці посилання на повноту.

Крім того, фактична процедура повинна бути викладена у положеннях про імплементацію, тобто на адміністративному рівні. Закон або закони повинні зосереджуватися на фундаментальних питаннях, пов'язаних зі змістом, та обов'язках у сфері збору, збереження, управління та використання геоінформації. Потенційно або фактично це передбачає два закони:

- Закон України "Про Національну інфраструктуру просторових даних"
 - Мета закону
 - Визначення понять
 - Сфера застосувань
 - Збір та управління геоданими
 - Мережеві сервіси та геопортал інфраструктури просторових даних України
 - Збір та управління метаданими
 - Функціонування інфраструктури просторових даних в Україні
 - Доступ до геоданих, метаданих та сервісів геоданих
 - Приватноправові збори, платежі та витрати, надання ліцензій та публічно-правових дозволів
 - Повноваження видавати нормативно-правові акти
 - перехідні положення

Основні нормативно-правові акти, які необхідно буде вивчити під час розробки інфраструктури геоданих або порталу геоданих України, обговорюються у згаданому вище звіті [Айзенхауер 2024]. З цієї причини вони не будуть повторюватися тут.

- Закон про національну геоінформаційну систему
 - Положення цього закону в основному стосуються передачі офіційних геоданих з офіційної топографо-геодезичної бази даних геодезичними органами до інфраструктури просторових даних.
 - У цьому відношенні існує прямий зв'язок із Законом "Про топографо-геодезичну діяльність та кадастр".

Наступні аспекти є вирішальними для адміністративного підґрунтя у вигляді відповідного імплементаційного положення.

Щодо (2.) **Державний лісовий кадастр** України - це геоінформаційна база даних з інформацією про лісовий фонд України. Він містить **базу даних для геоінформаційної системи (геопорталу)**.

Державний лісовий кадастр є складовою національної інфраструктури просторових даних і охоплює предметну область лісів у найширшому розумінні. Взаємозв'язок між державним лісовим кадастром та **національною інфраструктурою просторових даних** обговорюється на сторінках 7 і 8 звіту Айзенхауера [2024].

При управлінні державним лісовим кадастром необхідно також визначити взаємовідносини **між** зацікавленими сторонами, які беруть участь у його веденні. Таким чином, мова йде не лише про регулювання відносин між центральним органом та цими суб'єктами, але й про їхні відносини між собою.

Публічна кадастрова карта лісів є предметом національного геопорталу, який також має бути представлений як такий у сенсі концептуальної та структурної узгодженості.

Державне агентство лісових ресурсів (Держлісагентство) має відповідати за **ведення державного лісового кадастру**. Це було б очевидно, оскільки ця установа також проводить обстеження стану лісів, серед іншого. Крім того, інша основна інформація про характеристики лісів, така як інформація про ділянку, функції лісу, зміни стану лісу, пов'язані з втручанням, тощо, повинна реєструватися і підтримуватися в актуальному стані.

2. Облік лісів

Щодо (3.) **Ведення, оновлення та затвердження державного лісового кадастру** має здійснюватися Державним агенством лісових ресурсів України (Держлісагентство) (див. вище та хвіт Айзенхауера 2023). Оскільки це доцільно, було б варто чітко закріпити це завдання на законодавчому рівні. **Концентрація повноважень**, що виникне в результаті, є необхідна з **міркувань ефективності**, що стосується як змістовних і методологічних, так і технічних аспектів (ІТ-інфраструктура, програмне забезпечення). До цього слід додати необхідність залучення постійного кваліфікованого **спеціалізованого персоналу** для цієї сфери відповідальності. Тут слід враховувати обмеженість ресурсів. Ця проблема вже розглядалася у звіті Айзенхауера [2023].

Необхідно уточнити, як саме **ведеться державний лісовий кадастр "під час ведення лісового господарства"**. Посилання на ведення лісового господарства у вужчому сенсі є лише непрямим. Слід розглянути наступні **додаткові процедури та рівні інформації**:

- **Періодичне оновлення інформації в лісовому кадастрі** на основі обстеження стану лісів з використанням методів дистанційного зондування [див. Айзенхауер 2023, 2024] з 5-річним циклом аерофотозйомки. За даних умов альтернативи цьому методологічному підходу, ймовірно, не існує. Причини були розглянуті в попередніх звітах. Розвиток у Німеччині явно рухається в цьому напрямку. Саксонія поки що є єдиною федеральною землею, яка застосувала методи дистанційного зондування для обліку стану всього лісу. Наразі готується повторне дослідження. Про це йшлося у звіті Айзенхауер [2024]. Рекомендується вивчити цю процедуру і, за необхідності, закріпити її на законодавчому рівні.
- **Актуалізація / постійний моніторинг змін стану лісів шляхом оновлення інформації про стан лісів на підобластях після здійснення заходів з управління.** В принципі, по відношенню до державного лісового кадастру та національного геопорталу, це **інформаційний рівень, який чітко орієнтований на взаємозв'язок між плануванням ведення лісового господарства, впровадженням заходів та їх впливом на стан лісів.** Обидва рівні інформації повинні розглядатися і підтримуватися окремо (порівн. 4.)

Щодо (4.) Таке визначення є проблематичним і, ймовірно, не дуже практичним, оскільки його важко реалізувати. Аналогову процедуру слід було б відкинути як непрактичну з самого початку. Централізоване програмне рішення для ведення лісового господарства могло б стати основою, оскільки воно може використовуватися не тільки для даних про стан лісів і планування, але й для здійснення планування власниками/користувачами лісів (ліцензійна система?) (оновлення). Якщо достовірна інформація про стан лісів має генеруватися таким чином, це, безсумнівно, вимагає достатнього "**прямого**" контролю за здійсненням планування щодо планування та заповненої документації. На додаток до технічної реалізації (програмного забезпечення), необхідно з'ясувати доцільність такого контролю. Загалом, необхідно передбачити значні постійні (не періодичні!) зусилля. В принципі, слід вивчити, чи не було б доцільніше відокремити цю частину інформації про стан лісів, яка безпосередньо стосується документування впливу заходів **оперативного** управління на стан лісів та їх моніторингу у зв'язку з плануванням ведення лісового господарства, принаймні, **безпосередньо** від збору параметрів стану лісів для державного лісового кадастру як частини національного геопорталу (див. вище).

Існує **опосередкований** зв'язок у тому, що періодична інформація про стан лісів, яка збирається наземними методами або, переважно, методами дистанційного зондування з інтервалом не більше 5 років, може бути використана для загальних або вибіркового перевірок виконання планів ведення

лісового господарства. Крім того, при використанні даних Sentinel 2 можлива також оперативна щорічна перевірка. Цей моніторинг стосується основних напрямків ведення лісового господарства: використання, рубок догляду та лісовідновлення, починаючи з фази молодняків і далі.

Висновок: Що стосується пунктів (3.) і (4.), рекомендується, щоб управління та ведення державного лісового кадастру було принаймні безпосередньо відокремлене від управління державним лісовим кадастром інструментами, які, по суті, слугують для моніторингу виконання управлінських заходів щодо ведення лісового господарства, включаючи реєстрацію та санкціонування серйозних відхилень, аж до незаконного землекористування. Державний лісовий кадастр повинен оновлюватися кожні п'ять років, як описано в звіті Ревуцького [2023]. Незалежно від цього, великомасштабні порушення структури лісів ("стихійні лиха") можуть бути зафіксовані та внесені до державного лісового кадастру в рік, коли вони сталися, за допомогою методів дистанційного зондування (Sentinel 2).

Щодо (5.) У зв'язку з (3) і (4) слід враховувати той самий принцип **відокремлення** періодичного **обстеження параметрів стану лісів для створення та ведення державного лісового кадастру від тематичного комплексу "обстеження стану лісів, планування розвитку лісового господарства та перегляд виконання планів"** (організація лісового господарства). **Збір параметрів стану лісів для створення та ведення державного лісового кадастру, безумовно, є державним завданням. Об'єктивно** зібрана і в подальшому отримана інформація про стан лісів може бути використана як еталон для перевірки достовірності і, на основі цього, також для моніторингу другої тематичної області "ведення лісового господарства". На відміну від цього, другий тематичний комплекс "ведення лісового господарства" може бути переданий власникам лісів, у тому числі щодо фінансування, з державним субсидуванням або без нього (див. (4.) і (5.)). Описано взаємозв'язок між цими двома тематичними областями з метою досягнення сталого ведення лісового господарства відповідно до правил.

Щодо (6.) Це також стосується рекомендованого розділення двох предметних областей. В обох випадках йдеться про стандартизовану на національному рівні процедуру з частково різними цілями. Ці цілі, у свою чергу, відповідають набору первинних даних, які необхідно зібрати, та інформації про стан лісів, отриманої на основі цих даних, на основі визначеного національного стандарту. У сфері ведення лісового господарства можуть застосовуватися різні процедури, наприклад, залежно від розміру відповідного лісгосподарського підприємства. Це питання слід вивчити. На основі визначених стандартів (цільові параметри, метод, модель даних) в обох предметних областях створюються відповідні бази даних з різними вимогами до оновлення (лісовий кадастр - періодично; реєстр лісовпорядкування /

реєстр площ лісогосподарських підприємств - безперервно). Ці бази даних пов'язані з лісовим кадастром як предметом національного геопорталу, з одного боку, і з геоінформаційними системами лісового господарства, з іншого.

Щодо (7.) Принцип рекомендує збирати дані лише один раз, у визначеній формі (формат даних) та у визначеному місці (установа, організаційний підрозділ). Відповідно, бажано надавати постачальникам даних стандартизовані заявки для отримання уніфікованих даних з гарантованою якістю. Це забезпечить стандартизовану послідовність в обробці інформації для національного геопорталу, включаючи послуги візуалізації, а також для лісової геоінформаційної системи, орієнтованої на лісове господарство.

Щодо (8.) Держлісагентство передає тематичні геодані адміністратору національного лісового кадастру на основі **визначених інтерфейсів та автоматизованих потоків даних**. Необхідно чітко визначити ролі. Держлісагентство відповідає за адміністрування (створення, ведення, технічну підтримку) **національного лісового кадастру**. Держлісагентство використовує визначені інтерфейси та автоматизовані потоки даних для передачі визначеної інформації про стан, використання та функціональні категорії лісів на національний портал геоданих, на теми лісів, землекористування, природоохоронних територій тощо. Відповідальність за національний портал геоданих лежить поза межами управління лісового господарства. Такий розподіл є послідовним, оскільки обсяг інформації на **національному порталі геоданих** виходить далеко за межі компетенції управління лісового господарства.

У Саксонії, наприклад, Міністерство регіонального розвитку та підпорядковане йому державне підприємство з питань інформації про геодані відповідають за функціонування порталу геоданих та інфраструктури геоданих. Роль Лісового господарства Саксонії (Sachsenforst) відповідає ролі Держлісагентства.

3. Державна система лісового кадастру

Щодо (9.) Слід вивчити, наскільки доцільно, щоб організація, яка збирає дані для національної інвентаризації лісів (наземними методами і, можливо, методами дистанційного зондування), також відповідала за ведення національного лісового кадастру. Слід розглянути можливість зосередження цих функцій у Національному агентстві моніторингу та планування розвитку лісів (Держлісагентство), щоб уникнути неефективної "диверсифікації" адміністративного апарату з усіма проблемами, що впливають з цього - розподіл повноважень, ресурсів та їх використання, проблеми інтерфейсу, тощо.

Щодо (10.) Монетарна оцінка лісів (таксація лісів) - це питання, пов'язане з певними подіями, наприклад, у зв'язку з лісогосподарськими балансами та купівлею-продажем лісових ділянок. Ці процеси не є частиною Національного лісового реєстру і повинні бути значною мірою відокремлені від нього, тобто оцінка лісів може спиратися, серед іншого, на інформацію з національного лісового кадастру. В принципі, це може бути окрема спеціалізація Держлісагентства, незалежна від лісогосподарських підприємств та власників лісів.

Геодані, метадані та послуги відносяться до різних змістових/ концептуальних категорій - оскільки властивості та геодані (технічний опис) зіставляються. Систематична презентація представлена у звіті Айзенхауера (2024). У цьому звіті також йдеться про впровадження та диференційований розгляд або змістовний поділ категорій "лісова площа" та "лісогосподарська операційна територія".

Щодо (11.) На цьому етапі важливо відповісти на фундаментальне питання про те, чи національний лісовий кадастр зосереджений на інформації про стан лісів, чи він також повинен відображати заплановані господарські заходи та їхній вплив на зміни стану лісів під час їхньої реалізації. Очевидно, що мається на увазі останнє. Ця проблема вже обговорювалася в розділі "Облік лісів" (2).

У Німеччині немає жодного державного лісового підприємства / державної лісової адміністрації, де такий підхід був би запроваджений. У Німеччині спостерігається тенденція до часового стиснення періодичного обстеження стану лісів у зв'язку з більш активним впровадженням методів дистанційного зондування. Документація з планування лісогосподарських заходів не береться до уваги і є виключно предметом діяльності планових лабораторій лісовпорядкування. Контроль виконання є предметом проміжного та основного перегляду (раніше це відбувалося через 5 та 10 років відповідно).

Документація з впровадження є предметом безпосереднього контролю ведення лісового господарства та основою для звіту лісогосподарських підприємств перед управлінням лісового господарства або органами лісового господарства.

В принципі, існує два різних рівні інформації - **національний лісовий кадастр** з тематичною інформацією про стан лісів з достатньою просторовою (підзонами) та часовою роздільною здатністю (зазвичай оновлюється кожні п'ять років) у прямому зв'язку з національним порталом геоданих та **базою даних управління лісовим господарством** з посиланням на **реєстр площ лісогосподарських підприємств** та **документацію лісогосподарських підприємств** щодо **впровадження управлінських заходів** з основним посиланням на регулювання діяльності лісогосподарських підприємств з метою сталого лісоуправління. **У першому випадку йдеться насамперед про**

інформаційну платформу, у другому - про платформу регулювання та контролю.

Щодо (12.) Цей підхід визначається **структурою організації управління лісовим господарством**. Є багато аргументів на користь концентрації в "**Національному відомстві з моніторингу та розвитку лісового господарства**", де органи лісового господарства можуть отримати доступ до інформаційних платформ, які управляються, ведуться та підтримуються цим відомством.

Щодо (13.) Цей пункт слід розглядати у зв'язку з (17.), згідно з яким Держлісагентство "...веде національний лісовий кадастр і є його власником". Це твердження в пункті (17.) відповідає раніше обговореному, змістовно вірогідному та структурно ефективному зосередженню обов'язків з ведення національного лісового кадастру в безпосередньому зв'язку з проведенням національної інвентаризації лісів та обстеженням стану лісів у контексті управління лісовим господарством.

Щодо (14., 15.) Програмне забезпечення, згадане тут мимохідь, є важливим для всієї системи. Ця тема має бути закріплена за Держлісагентством як основне завдання. Це також означає, що вона має бути підкріплена спеціалізованим персоналом для забезпечення кваліфікованої співпраці з ІТ-компаніями та/або компаніями, які пропонують відповідні ГІС-продукти. Належний захист власних ключових компетенцій має важливе значення, особливо для цих ключових технологій.

Щодо (18. - 22.) В принципі, ці положення є зрозумілими і відповідають тим, що діють у Саксонії.

Необхідно уточнити зв'язок між національним лісовим кадастром і національним порталом геоданих та його оператором або адміністратором. За необхідності слід розглянути можливість доступу до інформації про стан лісів через національний портал геоданих, а не безпосередньо через національний лісовий кадастр.

5. Джерела

1. EISENHAEUER, D.-R. 2023: Aufbau einer effektiven Organisation und Struktur des Forstplanungsamtes der Ukraine nach Kriegsende (Savchyn – Bericht, SFI / 2022). Kommentare und Hinweise. Unveröffentlicht.
2. HOFFMANN, K. ET AL 2017: Sachsenforst setzt auf Fernerkundung. Sachsens forstliche Praxis nutzt mit großem Erfolg Daten aus der Fernerkundung. LWF aktuell, 4 (2017), 26 – 29.
3. KIRCHHÖFER ET AL 2020: Ableitung von Oberflächenmodellen aus Luftbildern – das Verfahren des F³ - Projektes. www.waldwissen.net
4. KIRCHHÖFER ET AL 2021: Die Ableitung von Holzvorrat und Biomasse aus Luftbildern – das Verfahren des F³-Projektes. www.waldwissen.net
5. REVUTSKYI 2023: Bericht zu Gesetzgebung, institutioneller Verwaltung, öffentlichem Zugang, Finanzierung, technischen Lösungen für das staatliche Forstkataster und die Forstbuchhaltung. Unveröffentlicht.
6. RIEDEL, T., HENNIG P., POLLEY, H., SCHWITZGEBEL, F. 2021: Aufnahmeanweisung für die vierte Bundeswaldinventur (BWI 2022) (2021 - 2022) 2. Auflage, Februar 2021 (Version 1.20). Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 123 p
7. WHITE ET AL. 2013: The Utility of Image-Based Point Clouds for Forest Inventory: A Comparison with Airborne Laser Scanning. Forests 2013, 4, 518-536; doi:10.3390/f4030518.
8. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/11375-Saechsisches-Geodateninfrastrukturgesetz> <http://www.fao.org/3/i8661en.pdf> <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/11373-Gesetz-Geoinformationswesen>
9. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/9851-Saechsisches-Vermessungs-und-Katastergesetz>
10. <https://www.revosax.sachsen.de/vorschrift/1471-Saechsisches-Umweltinformationsgesetz>
11. <https://www.revosax.sachsen.de/>
12. <https://www.gdi-de.org/GDI-DE/Servicefunktionen/Geodatenkatalog.de>
13. <https://inspire-geoportal.ec.europa.eu>
14. <https://geomis.sachsen.de>
15. <https://eur-lex.europa.eu/>