

Ліси для водопостачання:

Покрокове керівництво
зі схем оплати



Cost Association
Avenue Louise 149
1050 Brussels, Belgium
T +32 (0)2 533 3800
F +32 (0)2 533 3800
office@cost.eu
www.cost.eu

Payments for Ecosystem Services (Forest for water)
Forest Research - Alice Holt Lodge,
Farnham, Surrey GU10 4LH
T 0300 067 5600
F 01420 23653
xxx@xxxx.eu
www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw



Головний автор
Т. Р. Нісбет

Співавтори:
**М.-Б. Андреуччі, Р. Де Врізе, Л. Хьогбом,
С. Кей, М. Келлі-Квін, А. Леонарді, М. І. Любенова,
П. Овандо Пол, П. Кінтейро, І. Перес Сілос, Г. Валатін**

Forests for Water Services:

A Step-by-Step Guide for Payment Schemes

MANUAL

2021

Lead Author

Thomas R. Nisbet

Contributing Authors

M.-B Andreucci, R. De Vreese, L. Högbom,

S. Kay, M. Kelly-Quinn, M. I. Lyubanova, A. Leonardi,

P. Ovando Pol, P. Quinteiro, I. Pérez Silos, G. Valatin

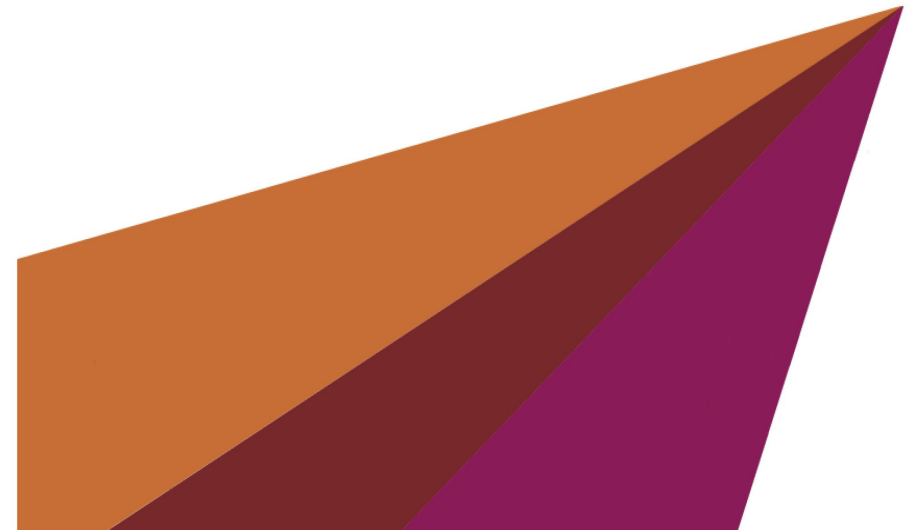


Країни-учасниці COST Action CA15206 Payments for Ecosystem Services (Forest for water):

Австрія, Бельгія, Боснія і Герцеговина, Болгарія, Великобританія, Греція, Данія, Естонія, Ірландія, Іспанія, Італія, Йорданія¹, Китай², Латвія, Литва, Люксембург, Марокко¹, Нідерланди, Німеччина, Нова Зеландія², Норвегія, Північна Македонія, Польща, Португалія, Румунія, Сербія, Словаччина, Словенія, Туніс¹, Туреччина, Угорщина, Україна¹, Фінляндія, Франція, Хорватія, Чехія, Чорногорія, Швейцарія, Швеція, Японія.

¹ Країни-сусіди Європейського Союзу

² Країни-міжнародні партнери



Ліси для водопостачання

Покрокове керівництво зі схем оплати

ПОСІБНИК

2021

Головний автор

Томас Р. Нісбет

Співавтори:

М.-Б. Андреуччі, Р. Де Врізе, Л. Хьогбом,

С. Кей, М. Келлі-Квін, А. Леонарді, М. І. Любенова,

П. Овандо Пол, П. Кінтейро, І. Перес Сілос, Г. Валатін



Lead Author

Thomas R. Nisbet – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.

Contributing authors (alphabetic order)

Maria-Beatrice Andreucci – Department of Planning, Design, Technology of Architecture, Faculty of Architecture, La Sapienza University, 00185 Rome, Italy.

Rik De Vreese – Independent researcher and consultant in Urban Forestry and Ecosystem Services, Ghent, Belgium.

Lars Högbom – the Forestry Research Institute of Sweden (Skogforsk), Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala. Sweden.

Sonja Kay – Agroscope, Research Division Agroecology and Environment, Research group Agricultural Landscapes and Biodiversity, 8046 Zurich, Switzerland.

Mary Kelly-Quinn – School of Biology and Environmental Science, University College Dublin, Belfield, Dublin 4, Ireland.

Alessandro Leonardi – ETIFOR | Valuing Nature, Padova University Spin-off, 35131 Padova (PD), Italy.

Mariyana I. Lyubenova – University of Sofia “St. Kliment Ohridski”, Department of Ecology and Environmental Protection, 1164 Sofia, Bulgaria.

Paola Ovando Pol – James Hutton Institute, Craigiebuckler, Aberdeen AB15 8QH, United Kingdom.

Paula Quinteiro – Centre for Environmental and Marine Studies (CESAM), Department of Environment and Planning, University of Aveiro, Portugal.

Ignacio Pérez Silos – Environmental Hydraulics Institute, Universidad de Cantabria, 39011, Santander, Spain.

Gregory Valatin – Forest Research, Alice Holt Lodge, Wrecclesham, Farnham GU10 4LH, United Kingdom.



This publication is based upon work from COST Action CA15206, supported by COST (European Cooperation in Science and Technology)

Головний автор:

Томас Р. Нісбет – Державна установа “Дослідження лісів”, Еліс Холт Лодж, Реклшем, Фарнгам, Великобританія.

Співавтори (відповідно до алфавіту англійської мови):

Марія-Беатріче Андреуччі – кафедра планування, дизайну, технології архітектури, архітектурний факультет, Ла Сап'єнца університет, Рим, Італія.

Рік Де Врізе – незалежний дослідник і консультант у галузі міських лісів та екосистемних послуг, Гент, Бельгія.

Ларс Хьогбом – Інститут лісового господарства Швеції (Skogforsk), Науковий парк м. Уппсала, Уппсала, Швеція.

Соня Кей – Відділ досліджень агроекології та довкілля, дослідницька група з сільськогосподарських ландшафтів і біорізноманіття, Agroscope, Цюрих, Швейцарія.

Мері Келлі-Квін – Школа біології та екологічних наук, Університетський коледж Дубліна, Белфілд, Дублін 4, Ірландія.

Алессандро Леонарді – ETIFOR | Valuing Nature, мале інноваційне підприємство Падуанського університету, Падуа, Італія.

Маріана І. Любенова – кафедра екології та охорони довкілля, Софійський університет Святого Климента Охридського, Софія, Болгарія.

Паола Овандо Пол – Інститут Джеймса Хаттона, Крейгібуклер, Абердін, Великобританія.

Паула Кінтейро – Центр екологічних і морських досліджень, кафедра довкілля і планування, Університет Авейру, Португалія.

Ігнасіо Перес Сілос – Інститут екологічної гідравліки, Університет Кантабрії, Науково-технологічний парк Кантабрії, Сантандер, Іспанія.

Грегорі Валатін – Державна установа “Дослідження лісів”, Еліс Холт Лодж, Реклшем, Фарнгам, Великобританія.

Наукові редактори перекладу:

Людмила Загвойська – кафедра екологічної економіки, Національний лісотехнічний університет України, Львів, Україна.

Тарас Парпан – лабораторія екології та захисту лісу, Український науково-дослідний інститут гірського лісівництва, Івано-Франківськ, Україна.



Ця публікація ґрунтується на роботі *COST Action CA15206*, підтриманій Організацією Європейського співробітництва у галузі науки і техніки

Нісбет, Т. Р., Андреуччі, М.-Б., Де Врізе, Р., Хьогбом, Л., Кей, С., Келлі-Квін, М., Леонарді, А., Любенова, М. І., Овандо Пол, П., Кінтейро, П., Перес Сілос, І., Валатін, Г. Ліси для водопостачання. Покрокове керівництво зі схем оплати. Наукові редактори перекладу Л. Загвойська і Т. Парпан. Посібник. Івано-Франківськ: НАІР, 2021. 36 с.

Один із перших в Україні посібників, розроблений для надання рекомендацій щодо розроблення ефективних схем платежів за покращення водозабезпечення, які передбачають садіння дерев і догляд за ними. Посібник структурований за основними етапами формування схем оплати, починаючи з ідентифікації проблем водопостачання і водокористування. Відтак, на реальних прикладах із досвіду європейських країн, розглянуто потенційні покупці і продавці відповідних послуг лісових екосистем, оцінені витрати і платежі, виявлені супутні вигоди, а також розглянуті питання моніторингу та інформування про такі платежі.

Цей посібник корисний для всіх стейкхолдерів процесів управління водними ресурсами, сільським і лісовим господарством: політиків, спеціалістів з управління водозборами, землевпорядників, інвесторів, практиків і членів місцевих громад. Застосування наведених рекомендацій із досвіду країн Європейського Союзу сприятиме розробленню ефективних заходів і моделей водопостачання, які використовують послуги лісових екосистем для забезпечення його якості.

ПЕРЕДМОВА ДО УКРАЇНОМОВНОГО ВИДАННЯ

Посібник, запропонований увазі читача, – це одне з перших в Україні науково-практичних видань, присвячених питанню формування ефективних схем плати за покращення якості водозабезпечення шляхом садіння дерев, формування лісонасаджень і догляду за ними відповідно до окресленої цілі. Хоча міждисциплінарний дискурс екосистемних послуг уже доволі розроблений у науковій літературі, його практичний аспект, зокрема – платежі за послуги цих систем, насамперед, – лісових – потребує подальших досліджень, виваженого прийняття рішень і коректного застосування.

Передусім, це зумовлено складністю самого нексусу ліс-вода-економіка-добробут, а відтак – особливостями інституціонального ландшафту країни, часовими лагами між садінням дерев та екологічним ефектом цього заходу, а також культурою споживання послуг екосистем, яка склалася у країні. Хоча ці важливі питання доволі стисло розглянуті у посібнику, матеріал доповнений посиланнями на відповідні дослідження та публікації. До списку використаних джерел англійськомовного видання ми додали дослідження українських учених, щоб наблизити читача до знайомого йому контексту прийняття рішень.

Матеріал, поданий у посібнику, структурований за основними етапами формування схем оплати, починаючи з ідентифікації проблем водопостачання і водокористування і закінчуючи моніторингом та *ex-post*-оцінкою ефективності запропонованих рішень. На прикладі досвіду європейських країн розглянуто питання запровадження таких платежів, зокрема, потенційні покупці та продавці відповідних послуг лісових екосистем, механізми реалізації, оцінені витрати і платежі, ідентифіковано численні супутні вигоди, а також розглянуто питання моніторингу та інформування про такі платежі.

З огляду на недостатню розробленість понятійного апарату досліджуваної проблеми, у перекладі ми використали термінологію, розроблену в законодавчих актах ЄС та застосовану в їх українськомовних перекладах. Вочевидь, вона буде далі уточнюватися та розвиватися. Наукову редакцію перекладу підготували к.е.н., доцент Загвойська Л.Д. (передмова, розділи 6-13) і к.б.н., провідний науковий співробітник Парпан Т.В. (розділи 1-5). Автори сподіваються, що посібник буде корисний для всіх стейкхолдерів цього багатопланового і фундаментально важливого для життєдіяльності людини процесу управління водними ресурсами, сільським і лісовим господарством.

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

Скорочення, використані у перекладі

- АЕВ** – Аналіз ефективності витрат (*Cost-effectiveness analysis*)
ВРД – Водна рамкова директива ЄС 2000/60/ЄС “Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики” від 23 жовтня 2000 р. (*Water Framework Directive, WFD*)
КЕВ – Коефіцієнт ефективності витрат (*Cost effectiveness ratio*)
ППЕ – Платежі за послуги екосистем (*Payments for ecosystem services*)

Скорочення, використані в оригінальному документі

- CEA** – *Cost-effectiveness analysis*, Аналіз ефективності витрат, АЕВ
CICES – *Common International Classification of Ecosystem Services*, загальна міжнародна класифікація послуг екосистем
DBEIS – *Department of Business, Energy and Industrial Strategy*, департамент бізнесу, енергетики та промислової стратегії
EEA – *European Environment Agency*, Європейська агенція довкілля
FIA – *Forested Infiltration Area*, ділянка лісової інфільтрації
FIO – *Faecal Indicator Organisms*, організми-індикатори фекалій
GES – *Good Ecological Status*, добрий екологічний стан
GHG – *Green House Gases*, парникові гази
GIS – *Geographical Information System*, географічна інформаційна система, ГІС
Hydro-JULES – *Hydrological, 3D version of the Joint UK Land Environment Simulator*, гідрологічна, тривимірна версія симулятора довкілля *Joint UK Land Environment Simulator*
InVEST – *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs*, Інтегрована оцінка послуг екосистем і компромісів
LIFE+ L' – *Instrument Financier pour l'Environnement (Fourth phase of EU LIFE Programme)*, четвертий етап програми ЄС LIFE
NGO – *Non-Governmental Organisation*, громадська організація
PES – *Payments for Ecosystem Services*, платежі за послуги екосистем, ППЕ
PESFOR-W – *Payments for Ecosystem Services: Forest for Water*, платежі за послуги екосистем: ліси для води
WFD – *Water Framework Directive*, Водна рамкова директива, ВРД

ЗМІСТ

Перелік умовних скорочень	6
1. Вступ	8
2. Мета і сфера застосування	10
3. Визначення проблеми.....	10
4. Роль координованого картографування.....	13
5. Як допомагатиме садіння лісу?	14
6. Значення лісонасаджень і менеджменту лісів.....	18
7. Менеджмент потенційних втрат.....	20
8. Виявлення та оцінювання численних вигід.....	21
9. Як розробити схему ППЕ	22
10. Моніторинг, оцінка та огляд	30
11. Поширення інформації	31
12. Список використаних джерел.....	32
13. Глосарій.....	34

1. ВСТУП

Головна мета політики Європейського Союзу (далі – ЄС) стосовно водних ресурсів – це забезпечення людей і довкілля достатньою кількістю якісної води. Незважаючи на постійні зусилля країн-членів ЄС щодо покращення стану водних ресурсів, лише 40 % поверхневих вод (річок та озер) знаходяться в доброму екологічному стані та сприятливих умовах (ЕЕА, 2018). Дифузні забруднення являють собою серйозну проблему, яка виникає під впливом сільськогосподарської діяльності внаслідок потрапляння у водні об'єкти надміру поживних речовин з полів (нітрати і фосфати), фекальних бактерій з органічних добрив, а також осадових відкладень (рис. 1). Вважається, що вони забруднюють до 25 % поверхневих вод і є головною причиною низької якості хімічного стану підземних вод (ЕЕА, 2018).



Рис. 1. Джерела та шляхи дифузного забруднення водозбору, які впливають на водне середовище і водокористувачів

Для зниження сільськогосподарського забруднення держави-члени ЄС продовжують розробляти та інвестувати в більш дружні для довкілля практичні заходи. До них належать: точніше визначення потрібної кількості поживних речовин для конкретної ферми, менш інтенсивний обробіток ґрунту і введення проміжних культур. Ці заходи до певної міри вже покращили якість води. Однак, у більшості випадків вона ще не відповідає екологічним стандартам. Після опублікування перших Планів управління річковими басейнами у 2009 році спостерігалось лише незначне покращення екологічного стану водних об'єктів (ЕЕА,

2018). Зростає усвідомлення того, що лише зміною землекористування (наприклад, садінням дерев) можна досягти цієї мети (Stutter et al., 2012). Цей посібник зосереджений на вигодах для якості води від посадки дерев та управління ними, хоча визнано, що використання заходів, спрямованих на садіння дерев, повинно бути частиною ширшої системи інтегрованого управління водозбором (наприклад, з урахуванням можливості відновлення торфовищ і водно-болотних угідь) і відповідних стратегій і планів.

Численні вигоди, які надають дерева, лісонасадження і ліси все більше визнаються та цінуються суспільством. (Під використаними в цьому документі англійськими термінами “woodlands” та “forest” розуміють будь-які ділянки, вкриті лісом чи деревними видами; різниця між термінами полягає у тому, що перше поняття (woodlands) стосується відносно невеликих за площею лісових ділянок, а друге (forests) – чималих лісових масивів). До пріоритетів захисту водних об’єктів відносять: збереження водних осередків і характерних для них видів, охорону якісної питної води, пом’якшення наслідків повеней та ерозійних процесів, а також зсувів і втрат ґрунтів (Nisbet et al., 2011). Садіння дерев, крім депонування вуглецю та покращення біорізноманіття, є дуже ефективним і надійним заходом у боротьбі з дифузним забрудненням залишками продуктів сільського господарства. Невеликі за площею цільові насадження навколо або вздовж джерел забруднень у вигляді «буферних ділянок» є оптимальним способом послаблення або усунення потраплянь забруднювальних речовин у поверхневі та підземні води, водночас із мінімізацією експлуатації земель і впливу на продовольчу безпеку.

Хоча вигоди від садіння дерев для підтримання належних стандартів якості води добре відомі (Creed and Noordwijk, 2018), прогрес сильно ускладнюється значними витратами для власників і користувачів земельних ділянок з огляду на зменшення вартості землі та доходів сільського господарства через зміни у використанні земель. Насамперед це стосується посадок на більш продуктивних сільськогосподарських угіддях з інтенсивним господарюванням, які є щонайбільшим джерелом дифузних забруднень. Для суттєвого покращення стану водних об’єктів необхідне створення насаджень із достатньою кількістю дерев. Ефективним стимулюючим механізмом для реалізації цього заходу може бути плата за воду та інші послуги екосистем (далі – ПЕ) (Загвойська, 2013; Соловій, 2016). Збереження та захист водних вигід, які надаються існуючими лісовими ділянками, можуть вимагати фінансової підтримки, особливо у випадку зміни проектування та управління лісами для уникнення загроз, пов’язаних із змінами клімату.

У нинішній час існує багато різних типів платежів за послуги екосистем (ППЕ), підходи та визначення яких системно розвиваються (Forest Europe, 2019). Головною метою цих схем є охорона та надання ПЕ для природокористування та кращого управління природними ресурсами за допомогою відповідних стимулів (Gatto et al., 2009). Для цього повинні бути реалізовані такі п’ять вимог: (1) чітка ідентифікація обмінюваної ПЕ; у нашому випадку – це цільове садіння дерев і належний догляд за новоствореними та існуючими лісовими масивами або лісами для покращення якості води; (2) наявність принаймні одного покупця та (3) щонайменше одного продавця; (4) добровільний характер торгівлі послугами екосистем і, нарешті, (5) обумовленість оплати, що вимагає від продавця / пропонента конкретної послуги відповідних зобов’язань щодо її вчасного та безперервного постачання. Нерідко ці умови не виконуються, особливо умова (4), наприклад, коли схеми реалізуються

в рамках обов'язкової нормативної бази. Такі випадки часто називають “подібними до ППЕ” схемами.

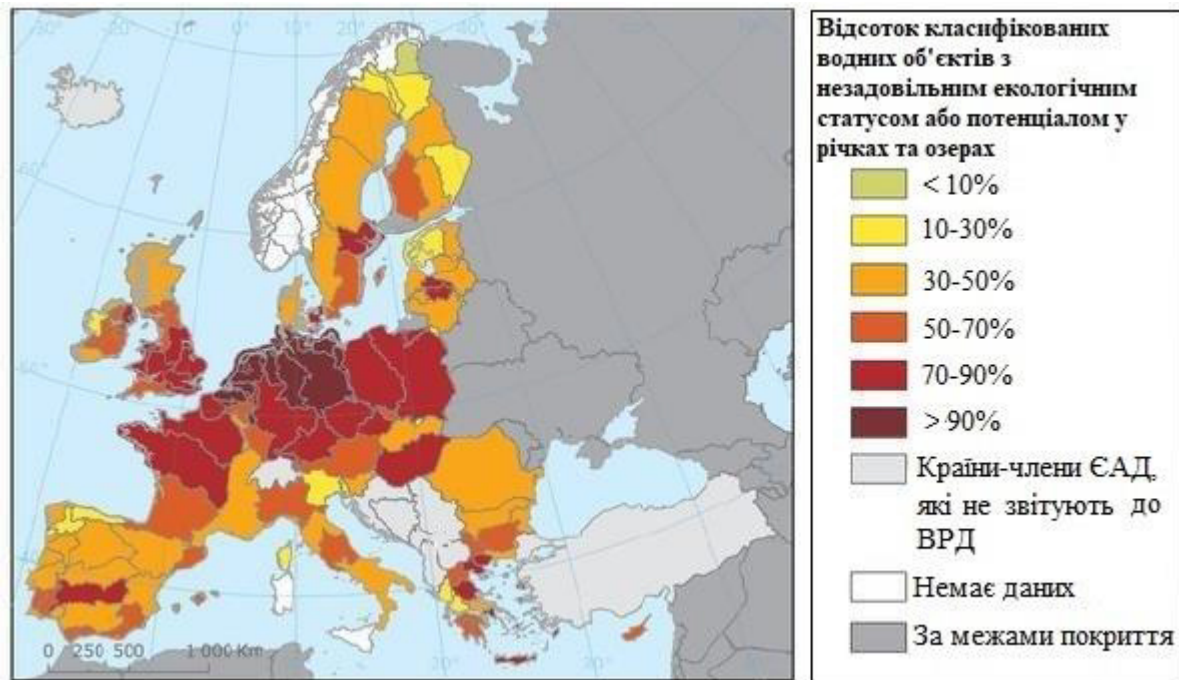
Ми застосували широке визначення схем платежів “Ліси для води”, виходячи з трьох критеріїв: 1) передача грошових коштів між принаймні двома стейкхолдерами; 2) транзакція, яка чітко спрямована на поліпшення послуг, пов'язаних із водою; і 3) плата за діяльність, пов'язану із садінням і доглядом за деревами, або, головним чином, за послуги водопостачання чи за комплексні послуги (враховуючи воду).

2. МЕТА І СФЕРА ЗАСТОСУВАННЯ

Основна мета цього посібника – надання рекомендацій щодо розроблення відповідних рентабельних схем платежів за воду, які підтримують садіння дерев і догляд за лісами для захисту та покращення якості води. Посібник структуровано за основними етапами формування схем оплати, починаючи з визначення проблем водопостачання і водокористування та розуміння того, як садіння дерев і догляд за лісами сприятимуть вирішенню цих проблем. Далі розглянуті потенційні покупці та продавці, розроблені схеми, оцінені витрати і платежі, досліджені численні вигоди, а також питання поширення інформації та моніторингу схем. Ця публікація корисна для всіх хто бере участь у сталому управлінні водними ресурсами, сільським і лісовим господарством, для політиків, спеціалістів з управління водозборами, землевпорядників, інвесторів, практиків і місцевих громад. Застосування посібника гарантуватиме взаєморозуміння та допомогу в успішному впровадженні схем водопостачання та інших ПЕ, водночас мінімізуючи можливі компроміси (наприклад, можливе зменшення обсягу водних ресурсів внаслідок посадки дерев).

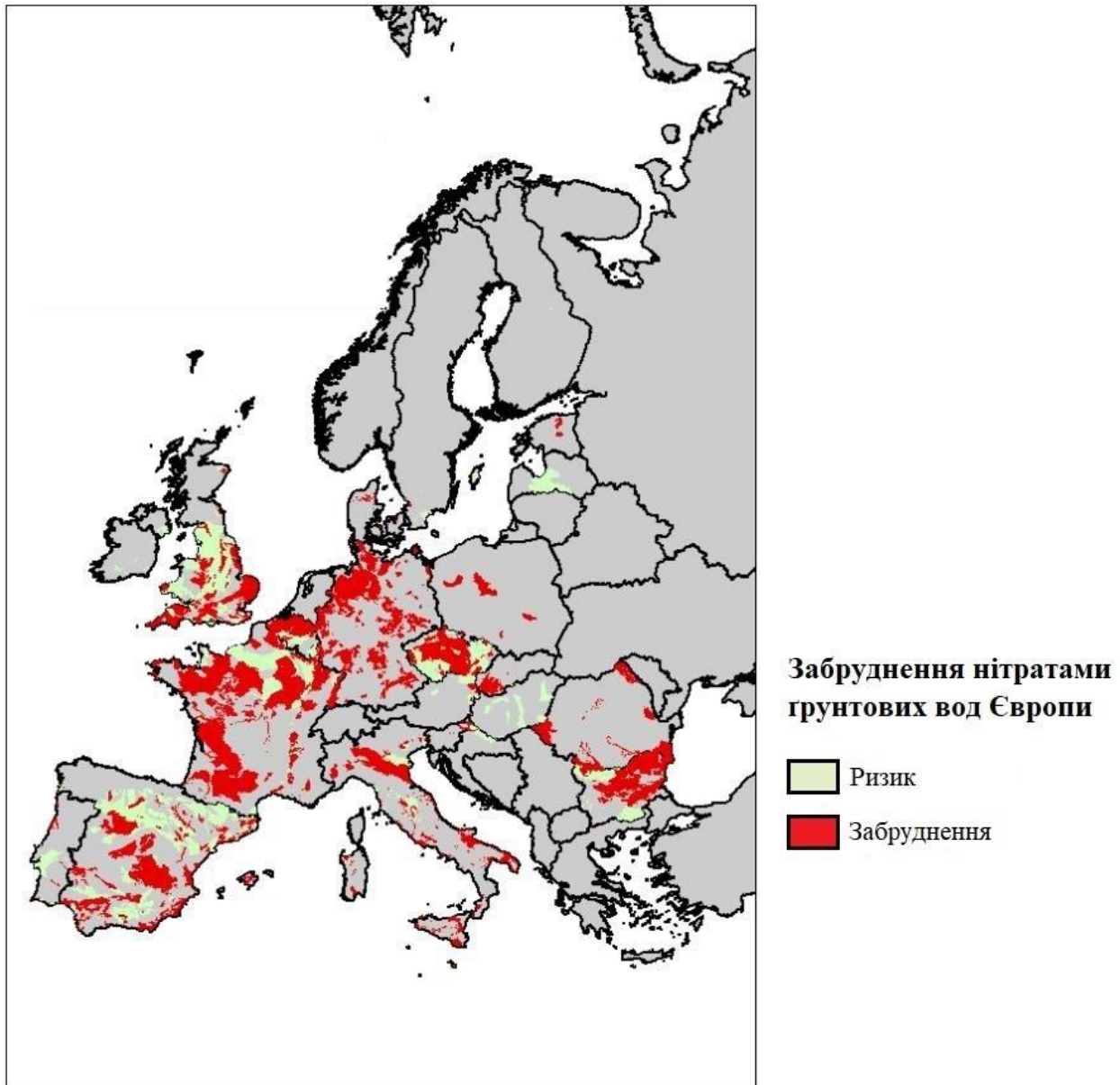
3. ВИЗНАЧЕННЯ ПРОБЛЕМИ

Унаслідок запровадження на території ЄС у 2000 році Водної рамкової директиви (ВРД, *EU Water Framework Directive*) покращилася поінформованість населення щодо стану водних ресурсів у державах-членах ЄС. Постійний моніторинг та оцінка поверхневих і підземних вод з понад 130 тис. ділянок репрезентують стан водних об'єктів на території ЄС і негативний вплив, який перешкоджає досягненню їх відповідного цільового стану (карта 1).



Карта 1: Відсоток поверхневих водних об'єктів у країнах ЄС із екологічним станом, гіршим, ніж добрий. Відтворено з ЕЕА (2016) © European Environment Agency, 2016

Державні органи з управління та регулювання водними ресурсами складають і регулярно оновлюють дані і карти водних об'єктів, які показують їх незадовільний стан, причинно-наслідкові дії та позитивні зміни внаслідок запровадження програм заходів з досягнення бажаного стану. Сюди відносять також знання про те, які водні об'єкти не мають належного стану через дифузні забруднення (поживні речовини, осад і пестициди), які отримані в результаті сільськогосподарської діяльності та іншого негативного впливу на воду (карта 2). Державні органи з регулювання водних ресурсів мають інформацію про знаходження і стан особливо вразливих водних об'єктів, таких як заповідні зони питної води та ареали поширення численних, передовсім рідкісних видів. Для оцінки стану та негативного впливу на водні ресурси ці дані систематично подають до Європейської агенції довкілля (ЄАД, *European Environment Agency, EEA*). Востаннє вони були опубліковані у 2018 році (ЕЕА, 2018).



Карта 2: Розподіл забруднених нітратами підземних вод у країнах ЄС

Для вирішення проблем негативного впливу на водні ресурси та досягнення цільових показників потрібні скоординовані та довгострокові дії на рівні управління водозборами. Особливо це стосується дифузного забруднення, яке часто має чимало джерел і поширюється в ландшафті і землеволодіннях. У деяких регіонах і країнах в моделях забруднень уже визначені джерела і шляхи забруднення, що сприяє розробленню відповідних заходів з мінімізації їх поширення (Collins et al., 2018; Mockler and Bruen, 2018).

У багатьох державах-членах ЄС вже створено партнерства з управління водозборами для боротьби із забрудненням водних об'єктів і покращення їхнього стану із застосуванням інтегрованого підходу, який базується на водозбірному принципі. Ці партнерства часто очолюють довірені посередники, які мають кращу можливість досягти змін, координуючи заявки на фінансування (<https://ribblelifetogether.org/improve/woodlands/>,

4. РОЛЬ КООРДИНОВАНОГО КАРТОГРАФУВАННЯ

Координоване картографування може допомогти визначити і пріоритезувати водні об'єкти та окремі ділянки землі для створення цільових насаджень і лісгосподарських заходів з метою зменшення негативного впливу на водні ресурси (Broadmeadow et al., 2012). Отже, картографування допомагає комплексному управлінню водозбірними басейнами та впливає на розробку схем ППЕ – “Ліси для води” (PESFOR-W). Цей підхід ґрунтується на використанні геоінформаційних систем (ГІС) та інтегрує широкий спектр просторових даних для визначення ефективних місць зміни землекористування з метою досягнення цілей ВРД та отримання численних вигід для суспільства (вставка 1).



Головні кроки охоплюють:

1. Використання бази даних ВРД для встановлення меж поверхневих і підземних водних об'єктів із незадовільним екологічним чи хімічним станом внаслідок дифузного забруднення сільськогосподарськими відходами; визначення кількості дифузних забруднень, які спричиняють шкоду, проводячи ВРД-заміри хімічних чи біологічних показників, пов'язаних зі стандартами якості води, або оцінюючи потенційні ризики;

¹ Ведення лісового господарства саме за ландшафтно-водозбірним принципом акцентує увагу на забезпеченні максимально можливої водоохоронної ефективності лісів (Шпарик та ін., 2015; Барка та ін., 2015). (Прим. ред. – Парпан Т.).

2. Застосування будь-якої наявної статистики (наприклад, даних сільськогосподарської інвентаризації або контролю використання добрив чи пестицидів), обстеження ділянок і заміряних чи змодельованих даних щодо забруднень для ідентифікації та класифікації джерел і шляхів поширення дифузних поллютантів, які потрапляють до водозборів;

3. Складання карт будь-яких просторових обмежень (наприклад, обмежень доступу) чи вразливості (наприклад, ландшафтні краєвиди) для садіння дерев у межах водозборів; накладання просторових масивів даних для ідентифікації ділянок, небезпечних з точки зору забруднень, які не мають обмежень щодо садіння дерев, де є можливість для створення лісонасаджень масивів з метою зменшення одного чи декількох дифузних поллютантів у водних об'єктах незадовільної якості;

4. Розгляд та нанесення на карту будь-яких інших проблем із якістю води, вигоди для вирішення яких можна отримати, садячи дерева (наприклад, для місцевих громад, які проживають нижче за течією, або для активів, яким загрожують повені); нанесення цих проблемних районів на карти і накладення цих ділянок для визначення можливості отримання численних вигід від садіння дерев там, де це найбільш необхідно;

5. Створення карт будь-яких потенційних компромісів, пов'язаних із водними ресурсами та садінням лісу (наприклад, водойми з малою кількістю води через поганий стан або недостатні потоки); використання показаної на цих картах уразливості для планування та управління насадженням з метою мінімізації негативних наслідків (наприклад, зміна типу або виду дерев для зменшення споживання води деревами);

6. Картографування даних про деревні типи (хвойні / листяні), види та вік дерев для існуючих лісів задля визначення можливості реконструкції та догляду за лісами, а також для зменшення майбутніх ризиків щодо водозахисних функцій лісів (напр., через зміни клімату);

7. Використання отриманих даних для покращення та інтегрування лісівничих, протипаводкових і водних стратегій і планів, щоб обрати найефективніший підхід у боротьбі з дифузними забрудненнями і досягнути цілей ВРД; цей підхід повинен ґрунтуватись на водозбірному принципі.

5. ЯК ДОПОМАГАТИМЕ САДІННЯ ЛІСУ?

З усього рослинного покриву лісові угруповання найкраще виконують функції збереження та захисту води. Ця їхня риса визначається низкою характерних ознак, зокрема: здатність лісового покриву та ґрунту затримувати та рівномірно розподіляти опади завдяки процесам евапорації; добре структурована природа лісових ґрунтів як результат тривалих надходжень органічних речовин, укорінення дерев і відсутності порушень ґрунту; зменшення ерозії та сприяння стабільності схилів; активне поглинання і перероблення поживних речовин; дуже низький рівень надходжень хімічних речовин, таких як добрива або пестициди (Nisbet et al., 2011; Creed and Noordwijk, 2018). Тому вода, яка витікає з лісових масивів, має високу якість і відмінний екологічний стан і потребує мінімального очищення, або взагалі придатна для громадського водопостачання без будь-якого оброблення.

Вирубування лісів з подальшим використанням вивільнених територій для ведення сільського господарства призвело до широкомасштабної втрати вигід функціонування водних об'єктів і переходу до інтенсивнішого землекористування, яке пов'язане з постійним порушенням ґрунтів, їх пошкодженням, посиленням ерозії та великими надходженнями поживних і хімічних речовин. Незважаючи на нещодавні поліпшення у сільськогосподарській практиці, ще багато видів її діяльності спричиняють втрати, пов'язані з потраплянням до водного середовища осаду, нітратів, фосфатів, пестицидів та / або фекальних бактерій. Це призводить до дифузних забруднень і великої кількості водних об'єктів, які знаходяться у незадовільному екологічному стані. Міркування про продовольчої безпеки будуть спрямовані на запобігання масштабному повторному садінню лісів, необхідного для вирішення цієї проблеми. Однак, для зміни цієї ситуації можна створювати невеликі цільові лісові насадження або застосовувати агролісомеліоративні заходи, до яких відносяться створення захисних лісосмуг і живоплотів з метою затримання та видалення розсіяних забруднювальних речовин із прилягаючих сільськогосподарських ділянок чи пасовищ.

Створення цільових насаджень є досить ефективним заходом, оскільки джерела забруднювальних речовин, шляхи їх переміщення до водотоків і вразливість споживачів води нижче за течією змінюються в просторі (рис. 2). Приміром, ґрунти відрізняються своєю вразливістю до пошкоджень, здатністю зберігати поживні та хімічні речовини, швидкістю поверхневого стоку та ступенем пов'язаності з водотоками. Як тільки забруднювальні речовини мобілізуються у воді чи повітрі, їхній рух здебільшого починається вздовж основних шляхів поверхневих каналів, дренажних ліній і панівних напрямків вітру. Свердловини підземних вод отримують воду з різних ділянок і глибин землі і слугують їй водозабірниками. Садіння дерев навколо, на, впоперек і вздовж основних джерел забруднення та шляхів їх акумулювання може бути ефективним для зменшення їх потрапляння у водотоки і водні об'єкти. Водночас, цей захід значно покращить якість води внаслідок обмеженого землекористування.

Садіння крізь дерев упоперек або вздовж шляхів забруднення у вигляді буферних ділянок або смуг забезпечує подвійну вигоду для якості води (рис. 2). По-перше, на вразливих ділянках буде усунуто потрапляння забруднювальних речовин, привнесених попередньою сільськогосподарською діяльністю. По-друге, посаджені дерева стануть бар'єром для переміщення забруднювальних речовин зі схилів або з вітром (*Ucar and Hall, 2001*). Забруднювальні речовини можуть бути затримані або видалені шляхом: спрямування стоків до просочування у більш структурований ґрунт буферних лісів; фільтрування або поверхневого нашарування, коли поверхневий стік проходить крізь шар листової підстилки або утримується у заглибинах, сформованих корінням дерев; поглинання корінням із залученням у процеси росту дерев; перехоплення та затримання забрудненого повітряного потоку кронами дерев. Прибережні буферні ліси особливо цінні у видаленні забруднень і зменшенні пошкоджень на межі з сильно вразливими сільськогосподарськими землями. Штучно створені насадження можуть не лише вилучати шкідливі речовини, які переносяться основним водотоком, але й вилучати ці речовини з прибережних територій у період затоплення.

1

ВЗДОВЖ ВОДНИХ ПОТОКІВ

Посадка дерев створює захисний буфер від господарської діяльності на сусідніх землях та зменшує надходження до водних об'єктів поживних речовин, осаду, пестицидів та фекальних організмів. Крони дерев також забезпечують вкрай необхідний затінок і охолоджують водотоки, а коренева система зміцнює береги, зменшує ерозію та замулення.

2

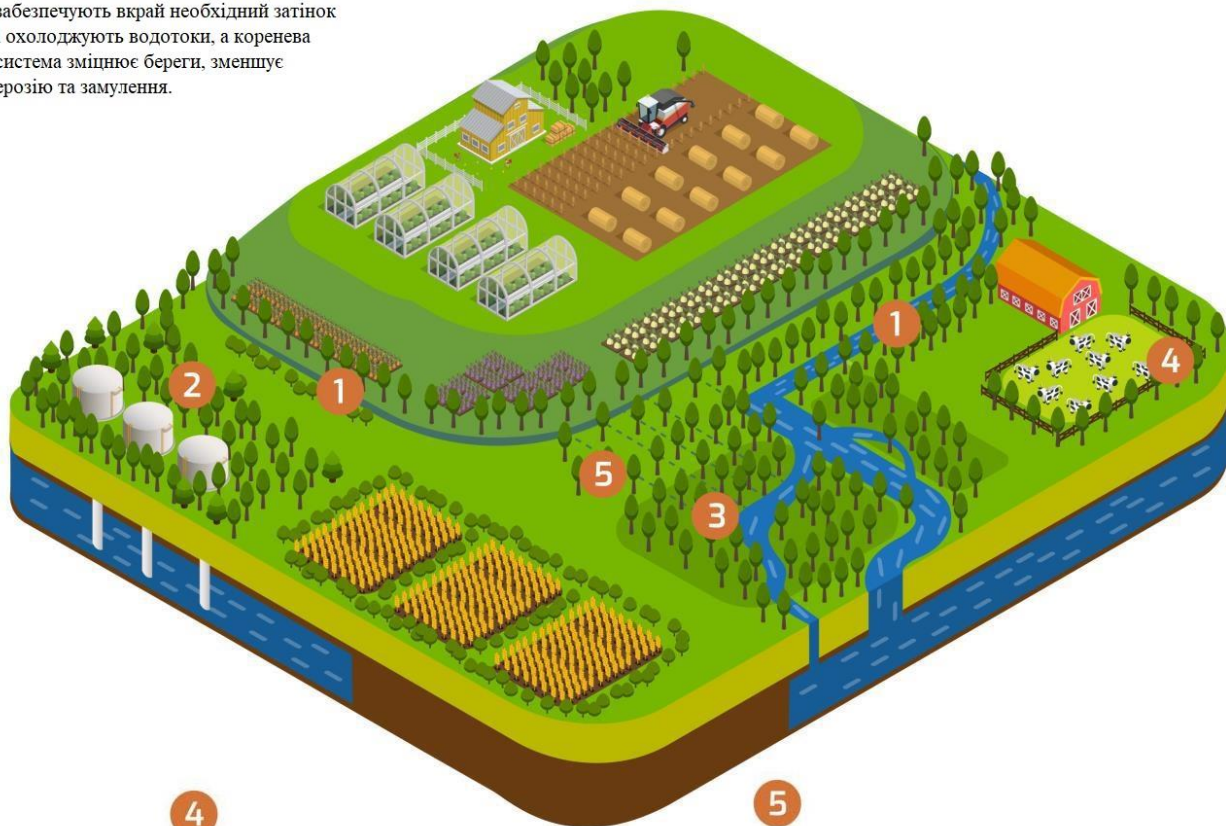
НАВКОЛО СВЕРДЛОВИН

Посадка дерев захищає джерела підземних вод від забруднення поживними речовинами і пестицидами.

3

НА ЗАПЛАВНИХ ДІЛЯНКАХ

Відновлення заплавних лісів уповільнює потоки води та утримує дифузні поллютанти.



4

НАВКОЛО МІСЦЕЗНАХОДЖЕНЬ ТВАРИН

Посадка дерев навколо місцезнаходження тварин поглинає аміак і покращує якість повітря.

5

ПО ВОДНИХ ШЛЯХАХ

Посадка дерев вздовж та поперек водних потоків збільшує інфільтрацію стоків та утримання поллютантів.

Рис. 2: Кращі місця в сільськогосподарському ландшафті для садіння дерев з метою зменшення дифузного забруднення

Дані ВРД-моніторингу вказують на чималу різницю в якості води між лісовими та сільськогосподарськими угіддями. Суттєва відмінність залежить від інтенсивності та якості землекористування. Кількість забруднень у вигляді добрив, органічних домішок, хімікатів та інших шкідливих речовин, які потрапляють у воду, є добре відомою для кожного виду землекористування. Ці дані можуть бути використані в моделі забруднень з метою оцінювання впливу та ефективності внаслідок зміни землекористування на певній площі чи її одиниці (таблиця 1). І навпаки, значно важче передбачити бар'єрний ефект буферних територій, оскільки на них впливають численні чинники планування та управління, а також характер, тип забруднень і масштаби втручання. Дослідження показали, що вміле планування та управління буферними ділянками можуть бути дуже ефективними у зменшенні надходження забруднень, а деякі з цих речовин можуть до 100 % затримуватись на цих ділянках і зовсім не потрапляти до водних об'єктів (Perez-Silos, 2017).

Вміст і змодельовані коефіцієнти експорту поживних речовин для різних сільськогосподарських культур і лісових ділянок Великобританії*

	Постійні луки	Горбисті пасовиська	Пшениця	Ячмінь	Кукурудза	Олійний ріпак	Ліс
Поглинання азоту	94-135	10	131-167	120-132	46-62	155-189	20
Експорт нітратів - N	0,86-10,58	0,02-0,05	1,54-19,72	1,54-19,72	1,52-19,72	3,29-17,4	0,02-0,1
Поглинання фосфатів	6-16	0	13-35	18-41	27-43	15-37	0
Експорт фосфатів - P	0,012-0,169	0,008	0,038-0,458	0,038-0,458	0,038-0,458	0,15-1,834	0,008

*Усі значення наводяться в кг/га за рік. Дані щодо вмісту поживних речовин отримано від Британського центру досліджень використання добрив за 2000-2011 рр. (BSFP, 2013). Коефіцієнти експорту ґрунтуються на тих самих змодельованих даних, які взято зі звіту Державного моніторингу екосистем Великобританії (Bateman et al., 2014).

Огляд 65-ти досліджень показав, що ширина буфера є визначальним чинником зменшення забруднень. Що менша ширина буфера, то довше і повільніше триватиме їх усунення (Perez-Silos, 2017). Існує низка важливих чинників, які знижують ефективність деревних буферів в усуненні різнорідних забруднень з найближче розташованих схилів. До них відносять: збільшення обсягів стоку, зростання навантаження забруднювальними речовинами (особливо у тих випадках, коли кількість стікаючих зі схилів забруднювальних речовин перевищує здатність ґрунтів і дерев до затримання та усунення), наявність молодих або старих дерев, їх поганий життєвий стан і незадовільний приріст, недостатня густота насаджень і наявність будь-яких обвідних каналів (водостоків). Тому для мінімізації навантажень і підтримання високого рівня усунення забруднень необхідна значна обережність у проектуванні та догляді за буферними зонами щоб впоратися з навантаженням локальних забруднювальних речовин і ефективно досягти і підтримувати високі рівні їх виведення. Це може потребувати продуктивного догляду за лісонасадженнями і регулярних лісозаготівель для уловлення поживних речовин (див. розділ 6).

Відсутність бажання власників земель віддавати сільськогосподарські землі під розширення буферних зон може призводити до далеких від оптимальних показників. На підставі розглянутих досліджень та в якості інструкцій (таблиця 2) показано, як можна зменшити кількість різнорідних забруднювальних речовин за рахунок збільшення ширини вдало спроектованої та доглянутої буферної зони (Perez-Silos, 2017). У таблиці відсутні дані щодо фактичної кількості фекальних бактерій і багатьох пестицидів, до того ж ефективність видалення останніх значною мірою залежить від виду пестициду та шляхів його переміщення.

Відсоткове зменшення концентрації розсіяних забруднень з узгір'я до водотоків, яке досягається належним плануванням і доглядом лісових буферів різної ширини, %. Огляд виконано Perez-Silos (2017)

Ширина буфера	5 м	10 м	20 м	50 м	100 м
Нітрати - N	20	30	40	80	90+
Фосфати - P	10	20	30	60	90+
Завислий осад	80	90+ %	90+	90+	90+

Хоча наведені вище таблиці можуть бути використані для вивчення екологічної та економічної ефективності садіння дерев у порівнянні з іншими заходами, необхідне розроблення такої схеми, яка б уможливила оцінювання змін на рівні водозбору. Найкращу інформацію про зміну процесів на рівні водозбору демонструє гідрологічне моделювання. Розуміння підземних і гідрологічних процесів має вирішальне значення для визначення джерел і шляхів забруднення довкілля. Отримані знання про ці процеси націлюватимуть як на впровадження адекватних заходів, так і на оцінку їхньої екологічної ефективності. Важливо використовувати просторово розподілену модель, яка може бути інтегрована з ГІС для визначення найбільш ефективної локалізації та інтеграції заходів, враховуючи динаміку руху забруднювальних речовин та еволюцію заходів. Одним із таких широко застосованих інструментів є фізична модель Оцінювання ґрунту та води (*Soil & Water Assessment Tool, SWAT model*), хоча вона має високі вимоги до даних, непридатна для невеликих водозборів (<150 га) і вимагає дуже обережних підходів для забезпечення правильної параметризації, насамперед – лісових процесів (Baksic, 2018). Якщо немає необхідних для цієї моделі кількісних даних, тоді можна застосовувати простіший інструмент моделювання – набір моделей інтегрованого оцінювання ПЕ і компромісів (*Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs, InVEST*) (Kareiva, 2011).

6. ЗНАЧЕННЯ ЛІСОНАСАДЖЕНЬ І МЕНЕДЖМЕНТУ ЛІСІВ

Вигоди від садіння дерев для покращення якості водних ресурсів можуть виникати впродовж десятків років, оскільки потрібен час для росту дерев, формування лісового покриву та усталення впливів на водокористування і ґрунти. Також може пройти певний час, перш ніж ґрунт поглине поживні речовини або забруднення, такі як пестициди, привнесені попереднім деструктивним землекористуванням, або ж вони поки вимийуться із системи “ґрунт-гірська порода”. Затримка і часовий лаг залежатимуть від типу забруднень, глибини водних шляхів (набагато повільніше для глибших підземних вод) і характеру насаджень (наприклад, тип і вид дерев, щільність насаджень). Наприклад, можна швидко (протягом одного-трьох років) отримати зменшення суспендованого осаду, адсорбованого/загального фосфату й організмів-індикаторів фекалій шляхом припинення порушень ґрунту і випасання худоби, а також поліпшення інфільтрації ґрунту з подальшим укоріненням посаджених дерев. На відміну від цього, потрібні будуть десятки років, аби вивести запаси нітратів і пестицидів із ґрунтів і підземних вод, хоча після зміни землекористування відбуватиметься швидка стрибкоподібна зміна в надходженні цих хімікатів.

Особливою перевагою садіння дерев є відносно постійний характер зміни землекористування, завдяки якому вигоди водозабезпечення можуть виникати в довгостроковій перспективі. Однак, отримання вигід залежить від посаджених дерев та їх укорінення, від того, чи буде вестися їх догляд на засадах сталості, чи будуть повторно посажені дерева у випадку їх вирубування або втрати через пожежі, шторми, хвороби чи ураження шкідниками. Продуктивний менеджмент може принести власникам і користувачам земельних ділянок економічні вигоди у вигляді деревини і деревного палива, але вони пов'язані з ризиком забруднення через лісогосподарську діяльність, зокрема – заготівлю і трелювання деревини, а також із ризиком тимчасової втрати цих вигід до тих пір, поки дерева не виростуть знову після їх вирубування. Ці ризики можна мінімізувати за допомогою належного догляду, але вони вимагатимуть великої обережності у плануванні, проектуванні і менеджменті, особливо у таких вразливих місцях, як зелені берегові смуги (*Forestry Commission, 2019*).

Цільове створення буферних лісонасаджень з метою перехоплення дифузних забруднень від прилеглих сільськогосподарських угідь вимагає ретельнішого проектування та активного догляду для підтримання і посилення процесу виведення забруднень. Для різних ділянок технічні характеристики відрізнятимуться, їх потрібно визначати для кожного конкретного випадку, а сам проект лісонасадження повинен відповідати типу ділянки, природі забруднень і шляхам їх переміщення. Наприклад, затримання мулу / осаду / наносів поліпшується внаслідок створення вкритої рослинністю, нерівної поверхні землі, яка своєю чергою покращується від меншого затінення наметом насадження і більшої відстані між деревами. І навпаки, виведення нітратів вимагає або вологих лісових масивів із заболоченими ґрунтами, щоб сприяти втраті нітратів за рахунок денітрифікації, або садіння близько розташованих, швидкозростаючих видів дерев для максимального поглинання нітратів. Там, де надходження нітратів з вище розташованих ділянок дуже велике, може знадобитися регулярна заготівля деревини або деревного палива, щоб уникнути насичення нітратами і перевантаження буферів. У таких випадках ширші буфери полегшили б поетапну лісозаготівлю у смугах для підтримання певного рівня виведення нітратів, хоча в цих випадках потрібна особлива обережність, аби уникнути пошкодження ґрунту під час лісозаготівлі.

Інші забруднення, такі як аміак і пестициди, які поширюються повітряними шляхами, вимагають особливої уваги до проектування структури лісового намету, щоб максимізувати осадження з повітря та уловлювання забруднень. Типовим прикладом є проектування лісових буферів навколо тваринницьких ферм для зменшення викидів аміаку (*Bealey et al., 2016*). Іншою проблемою може бути наявність дренажу або тріщин у ґрунті, які дають можливість забруднювальним речовинам у дренажних водах обходити ґрунт, уникати затримання ґрунтом і поглинання корінням дерев. У таких випадках може бути потрібним фізичне втручання, щоб зруйнувати ці шляхи, наприклад, блокуванням дренажу, хоча блокування також може виникати природним чином із плином часу в результаті вкорінення дерев або всихання чи набухання ґрунту (*Stutter et al., 2020*).

Дехто вважає, що привабливішим варіантом забезпечення вигід для водних ресурсів є відмова від менеджменту лісів, але цей варіант дедалі більше ускладнюється зміною клімату і пов'язаними з нею ризиками штормів, пожеж і спалахів хвороб. Управління цими ризиками зумовлює потребу в ширшому втручанні для збільшення видового і вікового

різноманіття або встановлення протипожежних загороджень для підвищення стійкості лісів, особливо в тих лісах, де в результаті історичної традиції сформувалися одновікові або монокультурні насадження (Чернявський та ін., 2017). Приклади показують масштабне переформування лісів із хвойних у широколистяні в різних районах Німеччини, оскільки ялинові і соснові насадження дедалі більше піддаються впливу шкідників і хвороб (Schuler et al., 2011) і встановлення заходів протидії лісовим пожежам у деяких районах Франції. Однак, відсутність продуктивного менеджменту в деяких лісах робить таке втручання нерентабельним для лісовласників і потребує економічної підтримки.

7. МЕНЕДЖМЕНТ ПОТЕНЦІЙНИХ ВТРАТ

Хоча садіння дерев – це, зазвичай, дуже хороший захід для забезпечення якості води, все ж він має один потенційний недолік. Йдеться про здатність дерев використовувати більше води, ніж низькорослі типи рослинності, що призводить до меншого водного стоку чи підживлення ґрунтового горизонту (наприклад, через перехоплення / випаровування вологи наметом лісу і / або потенційно активнішої транспірації, підтримуваної глибшим укоріненням) (Nisbet, 2005). Ця тема широко досліджена, однак складна, а тому викликає суперечки. Багато що залежить від низки характеристик місцевості, особливо від її географічного масштабу, клімату, висоти, геології, типу ґрунту, типу лісу, виду дерев, їхнього віку та альтернативного земляного покриву. Загалом: хвойні дерева знижують вихід води більше, ніж широколисті; відмінності між окремими видами зазвичай невеликі (хоча є певні винятки); ці зниження значно менші для дуже молодих і старих дерев. Такий вплив на вихід води з водозбору відносно невеликий (важко вимірюваний), якщо засаджено або очищено від лісу менше 20 % водозбору (Creed and Noordwijk, 2018).

У деяких місцевостях ліси можуть створювати протилежний ефект і збільшувати водовіддачу. Відомі приклади охоплюють високогірні ліси, які ефективно вловлюють воду з хмар, насадження широколистяних лісів на пасовищах, які знаходяться над крейдяними пластами, і де ліси замінюють зрошуване землеробство або зернові культури з високим рівнем водоспоживання (Creed and Noordwijk, 2018; Roberts and Rosier, 2005). Використання води в лісі може бути зменшене шляхом заміни хвойного деревостану на широколистяний, формування різновікової структури і створення більшої кількості відкритих просторів, хоча ці заходи означають значні витрати для лісовласників.

Проблема водокористування ще більш ускладнюється впливом лісів на потоки в посушливу погоду, коли запаси води найбільш обмежені. Можна очікувати, що загалом інтенсивніше використання води деревними видами призведе до зниження низького стоку, але багато що залежить від природи і геології місцевих ґрунтів і пластів. Водопроникні геологічні структури є найбільш уразливими, тоді як зниження рівня води можуть бути невеликими або навіть зворотними для непроникних геологічних структур із погано структурованими ґрунтами. Садіння дерев у таких місцях може поліпшити інфільтрацію ґрунту, що призведе до збільшення частки дощових опадів, які стікають на глибину і доповнюють низькі потоки. Інший виняток стосується наявності прибережних і заплавних лісів, які можуть поліпшити накопичення паводкових вод і їх подальше скидання, допомагаючи підтримувати стік у посушливий період. Ще одним ускладнюючим чинником є те, що інтенсивніше водокористування і потенційне зниження водного стоку лісами може бути

корисним для зменшення паводкових потоків у водозборах із вищим ризиком повеней, і для вирішення проблем засолення ґрунтів у посушливих районах.

Сьогодні вже розроблені моделі (наприклад, *SWAT*, *WaSSI-C*, *Hydro-JULES*) для оцінювання впливу лісів на водовіддачу, але вони відрізняються своєю здатністю відображати та пристосовувати основні гідрологічні процеси (наприклад, випаровування вологи наметом лісу), а також проектувати лісові ділянки і режими менеджменту. Тому потрібна велика обережність у виборі відповідних моделей і значень параметрів, а також серйозні зусилля для тестування і перевірки прогнозів. Найскладнішим є моделювання впливів екстремальних потоків².

Інші потенційні втрати якості водних ресурсів, як правило, більш локалізовані за розміром і охоплюють ризик підвищеного підкислення води і мобілізації металів, наприклад, алюмінію, через очищення лісового покриву від кислотних відкладень та опадів. Ця проблема, в основному, обмежується чутливими до кислот гірськими геологічними умовами та швидко зникає завдяки успіхам ЄС у контролі викидів (*Nisbet and Evans*, 2014). Ще одна проблема – надмірна затіненість намету і погана морфологія русла через те, що хвойні насадження розташовані дуже близько до водотоків. Також обережність потрібна для уникнення накопичення уловлених забруднювачів у біомасі дерев або в ґрунті, які можуть бути повернені у водне середовище. Нарешті, хоча садіння дерев і лісовий покрив загалом знижують ризик повеней, існують деякі локальні винятки, такі як підживлення паводкових вод вище заплавної лісової і блокування водопропускних труб і мостів вимиванням решток деревини (*Nisbet et al.*, 2011).

Усі вищезазначені потенційні втрати у вигодах можна ефективно усувати, здійснюючи належні проектування і догляд насаджень, зокрема, садячи найбільш відповідні типи і види дерев у потрібному місці, виходячи з особливостей місцевості та екологічних вимог.

8. ВИЯВЛЕННЯ ТА ОЦІНЮВАННЯ ЧИСЛЕННИХ ВИГІД

Хоча акцент у цьому посібнику зроблено на тому, як підтримати садіння лісових масивів і догляд лісів для захисту і поліпшення якості води, важливо визнати, що ця стратегія також примножить природний капітал і принесе численні вигоди від ПЕ (Загвойська, 2013; Мішенін і Дегтярь, 2016) із точки зору інших аспектів екологічної політики (Лазор і Загвойська, 2002). Існують особливі можливості для насаджень щодо зниження ризику підтоплення нижче за течією, а також для пом'якшення підвищення температури води за рахунок створення тіні, що набуває дедалі більшої важливості у контексті зміни клімату (*Burgess et al.*, 2017).

² У рамках дослідження взаємовідношень між лісом і ступенем паводкової небезпеки в басейні річки Бодрог по обидва боки словацько-українського кордону проведено гідрологічне та імітаційне моделювання складових ландшафту із застосуванням новоствореної гідрологічної моделі ISSOP з використанням теоретичного прикладу масштабного знеліснення. Результати експерименту підтвердили значення впливу відсотка вкритої лісом території, а також вікової та видової структури лісів на гідрологічний режим водозборів Східної Словаччини та Закарпатської області України (Барка та ін., 2015; Парпан і Кічура, 2015). (Прим. ред. – Парпан Т.).

Формування лісових масивів також безпосередньо сприятиме пом'якшенню наслідків зміни клімату за рахунок зв'язування і накопичення вуглецю в ґрунті, тим самим допомагаючи компенсувати викиди парникових газів у сільському господарстві (*Morison et al.*, 2012). До інших помітних вигід належать: поліпшення біорізноманіття та запобігання зменшенню чисельності лісових птахів завдяки розширенню лісових габітатів і сполученню фрагментованих лісових масивів в межах сільськогосподарських ландшафтів; продукування деревини і деревного палива для диверсифікації сільськогосподарського бізнесу; можливість покращити відкриті ландшафти та забезпечити кращі можливості для відпочинку (*Bateman et al.*, 2014; Загвойська, 2014; Пелюх і Загвойська, 2018).

9. ЯК РОЗРОБИТИ СХЕМУ ППЕ

Для розроблення успішної схеми ППЕ необхідно пройти вісім операційних кроків, які описані нижче у контексті садіння лісів і догляду за ними для поліпшення або захисту якості води. Схеми можуть бути простими або складними, а також великими чи малими, залежно від досліджуваної місцевості та характеру проблеми. Три приклади, які узагальнюють успішні схеми, описані у текстових вставках нижче. Більше інформації про них можна знайти на веб-сайті проекту *PESFOR-W* (www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw/case-studies).

1. Визначення проблеми якості води: цей процес може набувати різних форм. Для сільськогосподарських угідь проблема якості води, зазвичай, полягає в надмірному рівні дифузних забруднень, внаслідок впливу сільськогосподарської діяльності, що призводить до неможливості досягнути бажаних стандартів якості води і доброго стану водних ресурсів (Веклич, 2019; Веклич та ін., 2019; Мішенін і Дегтярь, 2016). Може виявитися, що водозахисна функція лісу опиняється під загрозою через надмірні навантаження на довкілля, наприклад, підвищений ризик штормових пошкоджень чи пожеж внаслідок зміни клімату, або поширення шкідників чи хвороб. Інша загроза може виникати внаслідок інтенсифікації сільського господарства або урбанізаційних процесів. Якою б не була проблема, відправною точкою є чітке визначення її природи, зокрема її просторового і часового виміру. У випадку дифузного забруднення необхідно визначити, які забруднення (наприклад, нітрати, фосфати, осади, пестициди або організми-індикатори фекалій) залучені, їхні джерела (поля, ділянки або ґрунти) і шляхи переміщення (поверхневий стік або підземні води). Орган регулювання водних ресурсів буде ключовим партнером для визначення проблеми якості води.

2. Визначення місцевих учасників: цей етап передбачає виявлення всіх зацікавлених сторін, пов'язаних із проблемою, і тих, на кого вона впливає. Теоретично, схеми ППЕ можуть бути обмежені окремими покупцями та продавцями, але частіше вони залучають широке коло учасників. Місцевих учасників можна поділити на п'ять основних груп: органи регулювання; постачальники та продавці; бенефіціари та покупці; посередники і дизайнери (розробники схем) (рис. 3). Регулюючі органи або бенефіціари та покупці частіше беруть на себе ініціативу в розробці схеми ППЕ, тоді як буде ще потрібна робота з підвищення обізнаності деяких суб'єктів із проблемами якості води, аби схилити їх до повної участі.

ГОЛОВНІ УЧАСНИКИ

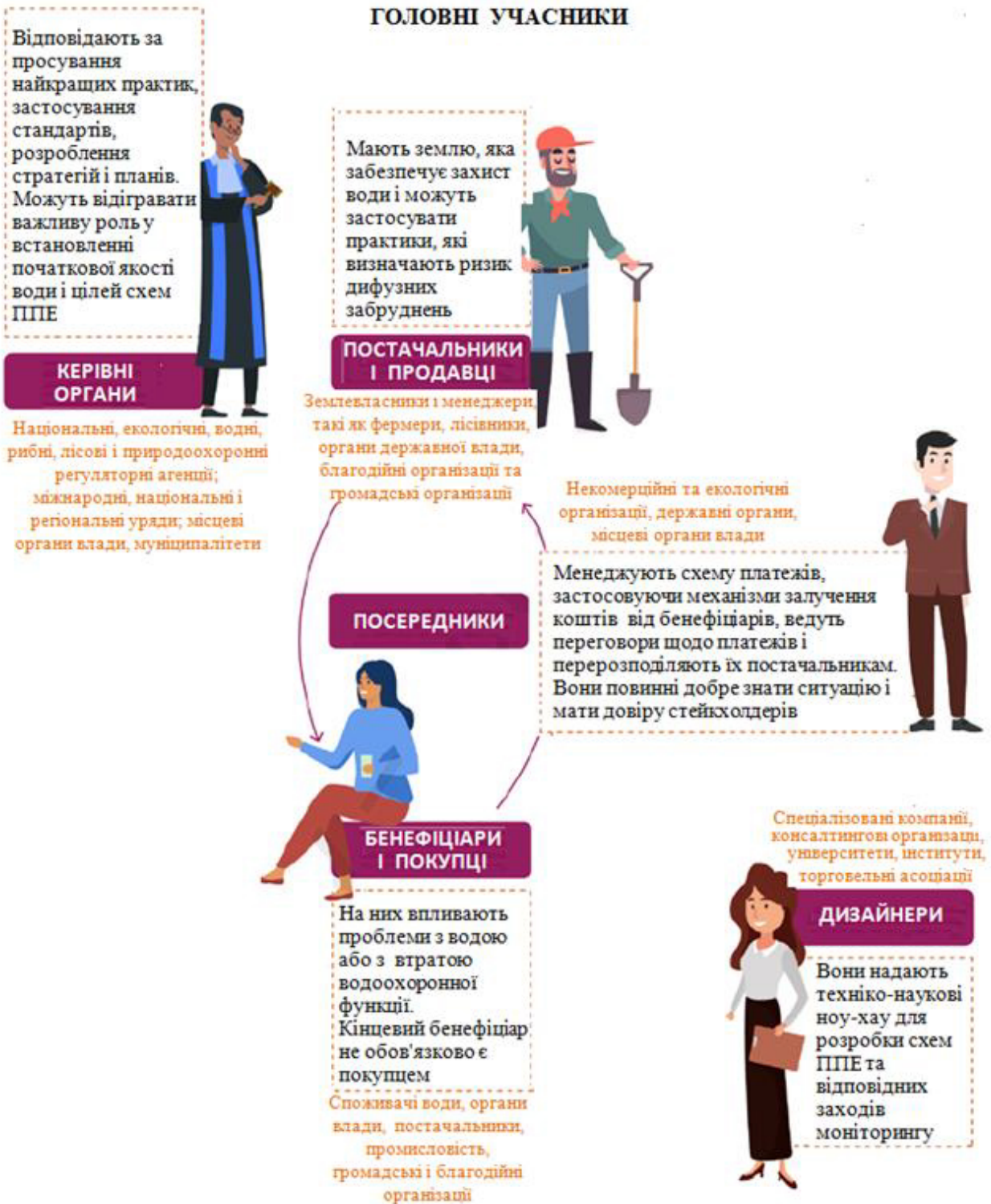


Рис. 3. Основні дійові особи, які можуть брати участь у розробці схеми ППЕ

3. Оцінювання ступеня реалізованості схеми ППЕ: організуйте зустріч усіх зацікавлених сторін для вивчення проблеми якості води та розгляду потенційних рішень і можливостей, спираючись на ширший досвід і приклади різних схем ППЕ. Оцініть існуючий базовий рівень якості води і межі її поліпшення, необхідні для досягнення цільового показника або її стандарту якості, або, в разі втрати наявної функції лісового захисту, ступінь можливого пошкодження. Переконайтеся, що проблема не може бути вирішена лише належним

доглядом за лісом або використанням нормативних механізмів. Вивчіть альтернативні заходи, які можуть бути прийняті, аналізуючи для кожної з альтернатив витрати, вигоди та усунуті ризики і, залежно від ступеня їх використання альтернатив, визначте найменш витратний / найбільш прийнятний варіант. З'ясуйте, чи є покупці і продавці, які бажають реалізувати і фінансувати кращі заходи, чи є в учасників бажання співпрацювати, чи є довірені посередники для надання допомоги в організації та реалізації схеми оплати, а також оцініть витрати на транзакції, менеджмент і моніторинг.

4. Вивчення потенційних взаємовигідних рішень: подумайте, чи принесуть обрані варіанти додаткові вигоди від ПЕ (наприклад, зв'язування вуглецю, управління ризиками повеней, відпочинок і біорізноманіття (див. CICES класифікацію ПЕ (*Haines-Young and Potschin, 2017*)) і, якщо так, чи є для них ринки. Якщо є зацікавлений покупець, намагайтесь кількісно оцінити потенційні вигоди і масштаб, аби розробити інтегровану схему ППЕ. Щоб допомогти розробити таку схему, підкріпити інвестиційні рішення і посилити публічну підтримку, можна виконати порівняльний аналіз ефективності витрат в розрахунку на одиницю поліпшення якості довкілля. Його можуть виконати посередники або дизайнери, якщо є відповідні дані (вставка 2).

Вставка 2

Аналіз ефективності витрат (далі – АЕВ) – це метод, який можна застосувати для порівняння вартості створення лісових насаджень із вартістю альтернативних заходів поліпшення якості води. Це може бути важливо як для обґрунтування необхідності створення лісових насаджень, так і для вибору заходів для реалізації. Основне завдання полягає в тому, щоб оцінити площі насаджень і / або масштаб альтернативних заходів, необхідних для досягнення заданого цільового показника якості води. Найпростіше зосередитися на конкретній дифузійній забруднювальній речовині або їх наборі, наприклад, зниження концентрації нітратів у водотоці на X % або скиди, нижчі допустимих, замість того, щоб використовувати ширший показник, такий як «якість води», або використовувати біологічну метрику. Оцінювання, ймовірно, вимагатиме використання просторово розподіленої моделі, такої як *SWAT*, для визначення впливу різних масштабів і місць садіння на якість води, як це описано вище у розділі 5. Альтернативний, простіший підхід полягає в звуженні розгляду до впливу альтернативних заходів на зниження рівня забруднювальних речовин, оскільки значення останніх відносно добре відомі для різних ґрунтових покривів і типів сільськогосподарських культур (табл. 1). У тих випадках, коли пропонуються заходи зниження ризику недотримання цільових показників якості води, які в даний час відповідають стандартам, поліпшення необхідно буде розглядати з точки зору зниження ризику перевищення цього показника.

Для виконання АЕВ потрібно витрати на створення лісонасадження або витрати на інші заходи поділити на досягнуте завдяки цьому заходу поліпшення якості води. Залежно від того, що саме є метою: зниження концентрації чи навантаження, розрахований коефіцієнт ефективності витрат (КЕВ) може бути виражений в таких одиницях, як €/мг/л або €/кг/га певного забруднення. Загальні витрати за весь період життєвого циклу насадження потрібно розрахувати шляхом дисконтування майбутніх витрат. Крім того, загальні витрати повинні враховувати упущену вигоду, яка виникає внаслідок зміни землекористування, і всі транзакційні витрати. Якщо розрахунок виконують із точки зору приватного сектора, то витрати також повинні враховувати будь-які зміни у застосованих фінансових стимулах. Однак, якщо АЕВ виконують із суспільної точки зору, тоді зміни у виплатах субсидій (наприклад, пов'язані з агроекологічними схемами ЄС) не потрібно враховувати, оскільки вони вважаються трансфертними платежами. Хоча в АЕВ основна увага приділяється якості води, цінність інших вигід, які надають лісові масиви, також може бути врахована і

використана для компенсації витрат, що дозволить знизити КЕВ. Визначення вартості цих вигід може бути складним завданням для деяких вигід, таких як розширення габітатів, але легшим для інших, таких як зв'язування вуглецю.

Головні кроки АЕВ:

- визначіть проблему якості води і рівень необхідних покращень, наприклад, концентрацію або навантаження конкретного дифузного забруднення, щоб досягнути або сприяти досягненню чинного стандарту якості води;
- оцініть площу лісонасаджень та інших альтернативних заходів, необхідних для досягнення бажаного зниження концентрації або навантаження забруднювальними речовинами, використовуючи моделювання (наприклад, модель *SWAT*) або бюджетування витрат на усунення забруднювальних речовин;
- розрахуйте загальні витрати на впровадження заходів, враховуючи упущену вигоду, транзакційні витрати та (з точки зору приватного сектору) стимули, дисконтуючи майбутні витрати, які виникнуть протягом усього життєвого циклу насадження;
- у випадках, коли очікувані зміни в ефективності заходів відрізняються в часі, потрібно застосувати один із двох підходів: або (1) поділити загальні витрати на індекс довкілля відповідно до того, коли вони очікуються (наприклад, шляхом застосування відсотка дисконтування витрат, які виникнуть у наступні роки); або (2) співставити заходи, використовуючи порівняльний показник ефективності витрат (*benchmark cost-effectiveness cost-comparator*), який враховує час виникнення покращень (підхід, який іноді використовують для порівняння варіантів пом'якшення наслідків зміни клімату – наприклад, *DBEIS*, 2019);
- розгляньте інші вигоди і будь-які хиби, які пов'язані з аналізованими заходами або існуючим землекористуванням, і, де це можливо, оцініть їхню вартість або витрати (аналогічно, застосувавши відсоток дисконтування до доходів, які виникають в майбутні роки), щоб розрахувати чисті витрати кожного заходу;
- беручи до уваги вищезгадані чисті витрати та довкілля ефективність потенційних заходів, врахувавши ризик і невизначеність, розрахуйте середнє значення та діапазон КЕВ для кожного заходу та порівняйте їхню ефективність. Криві граничних витрат на очищення (*Marginal Abatement Cost Curves*) можуть бути використані для дослідження взаємозв'язку між економічною ефективністю різних заходів і загальним обсягом очищення від дифузних забруднень, отриманим у певні моменти часу в майбутньому;
- використовуйте отримані результати для розробки відповідної схеми оплати для знаходження найменш витратного заходу або поєднання декількох заходів для досягнення і забезпечення цільових показників якості води в задані терміни, беручи до уваги можливість їх застосування і прийнятність у конкретних умовах;
- там, де важливо залучення декількох інвесторів для створення лісових насаджень, розрахуйте ефективність витрат також з інших точок зору (наприклад, пом'якшення наслідків зміни клімату та / або зниження ризику повеней).

Важливо зберігати всю відповідну документацію з детальними розрахунками для подальшого розгляду та навчання.

5. Визначення ролей і обов'язків: забезпечення місцевої підтримки для розроблення схеми ППЕ, визначення ролей і відповідальності головних учасників. Ці дії мають охоплювати встановлення чітких просторових меж для схеми та узгодження заходів, пов'язаних із ними витрат, платежів і термінів. Шукайте і складайте проекти угод.

6. Вирішення або мінімізація потенційних юридичних проблем: розгляньте юридичні, податкові та нормативні питання для головних учасників, такі як наслідки для оподаткування, прав власності та боротьби із забрудненнями, особливо для тих, хто здійснює або отримує платежі. Там, де це необхідно, варто звернутися за юридичною консультацією для сприяння прийняттю рішень.

7. Складання технічних специфікацій (інструкцій): технічні специфікації мають бути розроблені і погоджені для проектування та керування вибраними заходами для вирішення проблеми якості води. Регулюючі органи та дизайнери, як правило, найкраще підходять для консультування щодо необхідних специфікацій. Що стосується садіння дерев, то цей захід буде змінюватися від ділянки до ділянки і передбачатиме розгляд місця розташування (зокрема, місцевого клімату, геологічних пластів, ґрунтів і топографії), протяжності / площі або ширини лісонасадження (див. табл. 2), а також деревних видів, складу насадження, його щільності, термінів і необхідних методів догляду для забезпечення ефективного вкорінення і росту дерев (наприклад, підготовка ґрунту, огороження, боротьба з бур'янами). Для існуючого лісу цей етап може охоплювати елементи реконструкції лісонасадження для зниження ризиків або підвищення його стійкості, такі як зміна видового складу, вікової структури або введення протипожежних бар'єрів. Специфікація повинна передбачати деяку свободу дій (наприклад, додаткове садіння дерев), щоб урахувати невизначеність в ефективності заходу.

8. Формалізація схеми контракту: між покупцями і продавцями має бути укладено офіційний контракт, який містить технічну специфікацію заходів, які мають бути реалізовані, терміни їх виконання, початкові умови якості води, критерії успіху, потреби в моніторингу, поетапні платежі і заплановані перевірки. Однак, дуже добре передбачити певну ступінь гнучкості в Умовах та положеннях, щоб у майбутньому можна було вносити корективи за результатами моніторингу та оцінювання. Потрібна обережність, щоб уникнути високого рівня бюрократії і транзакційних витрат, водночас гарантуючи, що менеджмент і моніторинг схеми ППЕ відповідатимуть меті.

Три приклади, які узагальнюють успішні схеми, наведені нижче у відповідних вставках.

ПРИКЛАД ІЗ ПРАКТИКИ 1: САДІННЯ ДЕРЕВ ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВИГІД, ПОВ'ЯЗАНИХ ІЗ ВОДОЮ

У всьому світі чимало підприємств водозабезпечення дедалі більше усвідомлюють зростаючі загрози для водопостачання і зростання вартості очищення води. Відповідно, увага переміщується із сірої інфраструктури на зелену, щоб у майбутньому краще забезпечити якість і кількість води у джерелах водозбору. Схеми ППЕ виникають як підхід до управління водними ресурсами, розроблений на засадах сталості. У рамках цього

підходу власники і користувачі земельних ділянок, зокрема, фермери і лісогосподарі, отримують стимул до зміни землекористування або менеджменту для покращення водопостачання. Цільові заходи, такі як садіння дерев в охоронних зонах, потенційно пропонують більш ефективний (у сенсі витрат) спосіб вирішення проблеми дифузного забруднення води у порівнянні з її промисловим очищенням. На

європейському рівні стаття 9 ВРД говорить, що “держави-члени враховують принцип повернення коштів, витрачених на водопостачання, включаючи витрати, пов’язані з довкіллям і ресурсами” (ВРД, 2000). Це призвело до того, що деякі підприємства водопостачання у Великобританії (*South West Water* і *United Utilities*), Німеччині (Саксонія і Ганновер) та Італії (*ETRA* і *Romagna Acque*) стягують із споживачів витрати, понесені на охорону джерел води, при цьому самі платежі надходять землевласникам і розпорядникам. Ці схеми є «подібними до ППЕ», оскільки

споживач не платить добровільно за вигоду / рахунок, однак вони виявились найефективнішими в ЄС системами поліпшення якості води на рівні водозбору (*UNECE*, 2018).



ПРИКЛАД ІЗ ПРАКТИКИ 2: САДІННЯ ДЕРЕВ ДЛЯ ЗАХИСТУ ЯКОСТІ ПІДЗЕМНИХ ВОД

У Данії є три відомі схеми платежів за послуги лісових екосистем, які забезпечують якість підземних вод. Дві з них розташовані недалеко від Оденсе на острові Фюн, а третя – біля м. Ольборг на півночі півострова Ютландія. Усі вони призначені для вирішення наростаючої проблеми забруднення підземних вод внаслідок здійснення сільськогосподарської діяльності, насамперед – забруднення питної води через підвищення рівня нітратів і / або пестицидів. Схема в Ольборзі є однією з найстаріших і була розроблена в 1991 році за фінансової підтримки від *EU LIFE* і муніципалітету Ольборга для придбання землі у фермерів у критичних зонах поповнення підземних вод. 900 га сільськогосподарських угідь інтенсивного використання були перетворені в 500 га широколистяних

лісів і 400 га низьковитратних пасовищ, насамперед – для зниження рівня нітратів. Вигоди від покращення якості питної води було оцінено щонайменше в 489 €/га щороку, а чиста суспільна вигода (не враховуючи питну воду) – в 189 €/га щороку, враховуючи вигоди від місцевого відпочинку та зменшення викидів вуглецю.

Дві схеми ППЕ близько Оденсе – це *Elmelund Skov* і *Brylle Water*. В обох схемах створено лісові насадження для зменшення забруднення пестицидами місцевих джерел підземних вод. Цей ефект досягається за рахунок добровільного процесу консолідації земель, у рамках якого сільськогосподарські землі у невразливих районах купують і використовують для заохочення до обміну землями тих фермерів, які

господарюють у зонах, критичних для поповнення підземних вод. Виміняну землю передають державним або приватним партнерам за заниженою ціною для створення та менеджменту лісонасаджень.

Незворотність переходу від сільськогосподарських угідь до лісів гарантується законом. В *Elmelund Skov* 380 га сільськогосподарських угідь були перетворені на лісові масиви з 2001 р. відповідно до угоди про партнерство між місцевою компанією водопостачання, муніципалітетом Оденсе і державним агентством лісового господарства.

Схема *Brylle Water* є найновішою, вона була започаткована в 2014 році. Приватний фонд, який оплатив 40 % витрат, купив і засадив лісом 156 га

сільськогосподарських угідь. Решта 60 % витрат були профінансовані місцевим водоканалом. Процес консолідації земель потребував значних транзакційних витрат на укладання угод із фермерами та зміцнення довіри. Відкритий доступ для відпочинку був важливим компонентом схем і забезпечував фінансування і підтримку схеми з боку муніципалітету.



ПРИКЛАД ІЗ ПРАКТИКИ 3: САДІННЯ ДЕРЕВ ДЛЯ ПОКРАЩЕННЯ ЖИВЛЕННЯ ПІДЗЕМНИХ ВОД

Ця схема ППЕ реалізована на околиці міста Карміньяно-ді-Брента, неподалік Падуї, на півночі Італії. Вона була запроваджена у 2012 році як „Ділянка лісової інфільтрації”, щоб поповнити та покращити ресурси підземних вод у цьому районі. Надмірна експлуатація водоносного шару призвела до зниження рівня води в місцевих джерелах і струмках, тоді як сільськогосподарська діяльність погіршила якість підземних вод. Лісовий масив площею 2,5 га було посаджено на орних землях, на яких раніше вирощували кукурудзу. Також було викопано систему траншей для відведення поверхневих вод на ділянку в періоди надлишкового стоку в довколишній річці Брента (з розрахунку ~ 1 млн. $\text{м}^3/\text{га}/\text{рік}$). Створення лісових масивів допомогло полегшити проникнення води у водоносний горизонт і поліпшити її фітоочищення, видаляючи поживні

речовини та інші забруднювачі. Лісові масиви також забезпечують вуглецеві вигоди і такі продукти лісу, як дрова, біомаса і деревина у довгостроковій перспективі, а також приносять користь місцевій громаді як цінні оселища, можливості для відпочинку та навчання. Група місцевих і регіональних зацікавлених сторін, зокрема місцеві компанії і муніципалітети, утворила партнерство, щоб подати заявку на отримання коштів, які були використані для розробки і створення схеми ППЕ на приватних сільськогосподарських угіддях. Близько 80 % витрат на впровадження було профінансовано за рахунок коштів *LIFE+* і *RDP*. Втрату доходу землевласника в результаті переходу від вирощування кукурудзи до лісових угідь було перекрито платежами від *Brenta Land Reclamation Board* (Ради з меліорації

земель Бренти) за послугу інфільтрації води (1200 €/га/рік), від муніципалітету за розширення можливостей для рекреації та освіти для громади (1500 €/рік), плюс

вартість виробів із деревини та вуглецеві вигоди.



10. МОНИТОРИНГ, ОЦІНКА ТА ОГЛЯД

Моніторинг може приймати різні форми, які помітно відрізняються за вартістю. По-перше, реалізовані заходи потребуватимуть певного рівня моніторингу, щоб забезпечити їхню відповідність плану, а також належного догляду, аби досягнути і підтримувати ефективність насаджень з точки зору вмісту забруднювальних речовин. Для лісових насаджень цей етап передбачає перевірку того, що дерева повністю прижилися (наприклад, заміну будь-яких втрат, організацію випасу худоби і боротьбу з бур'янами і шкідниками), що догляд за створеними лісовими насадженнями відбувається на засадах сталого розвитку

і, де це потрібно, заміну лісових масивів для забезпечення ефективності в довгостроковому періоді. У випадку більш строгого цільового створення насадження, наприклад, буферних зон прибережних лісів, необхідно переконатися, що вони спроектовані і доглянуті відповідно до завдання вирішення проблеми дифузного забруднення (і для отримання будь-яких супутніх вигід) упродовж більш тривалого періоду часу, ніж очікуваний термін служби буфера. Моніторинг охоплює перевірку того, що темпи росту дерев достатні і стійкі, щоб справлятися зі стоком поживних речовин із прилеглих земель, буфер не перевантажено / не перенасичено забруднювальними речовинами і жодні заходи догляду не завдають шкоди цій ділянці.

По-друге, в багатьох випадках потрібно відстежувати вплив заходів на якість води, щоб переконатися в тому, що вони дають бажаний ефект. Для цього можна використати існуючі мережі моніторингу (наприклад, мережі для ВРД- оцінювання), які вже створені і підтримуються регуляторами водопостачання, але ці виміри, зазвичай, будуть проведені в масштабі всього водного об'єкта. Тому може виникнути потреба в додаткових локальних вимірюваннях. Моніторинг має бути адаптований до типу реалізованих заходів, їхнього впливу на джерела і шляхи поширення дифузних забруднень, а також до конкретних забруднень. Наприклад, немасштабні лісонасадження з меншою ймовірністю виправдовують моніторинг якості річкової води, але краще підходять для проведення локальних вимірювань, таких як зміна ґрунтових умов. Необхідно узгоджувати місцевість, тип, частоту і вартість моніторингу; опрацювання, зберігання і володіння даними; аналізування даних, звітування та публікування результатів.

Вирішення проблем дифузного забруднення водних об'єктів, імовірно, потребуватиме цільового садіння дерев на великих територіях за участю декількох землевласників, а також багато часу. Воно потребуватиме стратегічного планування та інтегрованого управління водозбором з регулярним аналізом прогресу і дій. Успіх досягнення цільових показників якості води може бути безпосередньо пов'язаний із платежами, передбаченими договорами, хоча висока мінливість параметрів якості води з плином часу (наприклад, через мінливість погодних умов і рівнів річки) може зробити це завдання дуже складним, особливо в короткостроковій і середньостроковій перспективах. Потрібно розглянути можливість проведення періодичного оцінювання рентабельності схеми платежів для інформування про необхідність будь-яких змін, обміну досвідом і, в кінцевому підсумку, для забезпечення довгострокового успіху.

11. ПОШИРЕННЯ ІНФОРМАЦІЇ

Успішна комунікація, поширення і маркетинг ППЕ заходів залежать від того, наскільки зрозумілими для учасників є повідомлення проєкту. Рівень поінформованості та розуміння вигід, які надають ліси водним об'єктам, будуть неоднаковими для різних учасників, тому можуть знадобитися різноманітні підходи і досвід. Пам'ятайте про різні стилі навчання і відповідно адаптуйте інформацію. Академічні підходи, які застосовують у навчальних цілях, можуть не працювати в польових умовах. Будьте уважні до місцевих умов і відносин.

Джерела і шляхи дифузного забруднення можуть стати предметом суперечок, особливо серед власників і користувачів земельних ділянок, а тому потребуватимуть відкритого обговорення доказів і залучення досвіду експертів. Зазвичай, є низка альтернативних варіантів вирішення тієї чи іншої водної проблеми, і ті заходи, які передбачають зміни

землекористування та, зокрема, створення лісових масивів, можуть наштовхнутися на внутрішній опір з боку деяких учасників. У цьому випадку зосередьтеся на ретельному виборі заходів підвищення ефективності та мінімізації впливу на існуюче землекористування.

Дуже важливо об'єднати різні групи, обговорити протилежні точки зору та усунути розбіжності. Варто розглянути можливість використання фази літа-тора – такого посередника, який викликає довіру в усіх учасників, особливо в тих випадках, коли між учасниками є глибокі суперечності. Використання карт і результатів моделювання може бути дуже корисним, але з ними потрібно поводитися обережно і не використовувати їх для призначення винного. Багато хто не буде довіряти цим результатам і буде сумніватися в їхній здатності відображати реальність. Отже, дуже важливо обґрунтувати істинність такої інформації, що найкраще зробити на зустрічах учасників, де обговорюються проблеми і запропоновані контрзаходи їх усунення.

Потрібно використовувати регіональні і більш широкі тематичні дослідження для розроблення варіантів і досягнення впевненості та консенсусу, як от відвідування існуючих демонстраційних сайтів, коли це можливо (ознайомтеся з відповідними тематичними дослідженнями на www.forestresearch.gov.uk/research/pesforw/case-studies). Вони можуть стати чудовим способом показати рівень якості води, ширше коло вигід садіння дерев і захисну функцію існуючих лісів, а також загрози, з якими вони стикаються.

12. СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Baksic, N. (2018), Reviewing available pollutant models and decision support tools for informing the design and management of woodland creation measures for reducing agricultural diffuse pollution. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 12 p.
- Bateman, I., Day, B., Agarwala, M., Bacon, P., Badura, T., Binner, A., De-Gol, A., Ditchburn, B., Dugdale, S., Emmett, B., Ferrini, S., Carlo Fezzi, C., Harwood, A., Hillier, J., Hiscock, K., Hulme, M., Jackson, B., Lovett, A., Mackie, E., Matthews, R., Sen, A., Siriwardena, G., Smith, P., Snowdon, P., Sünnenberg, G., Vetter, S., & Vinjili, S. (2014) UK National Ecosystem Assessment Follow-on. Work Package Report 3: Economic value of ecosystem services. UNEP-WCMC, LWEC, UK. 246 p.
- Bealey, W.J., Dore, A.J., Dragosits, U., Reis, S., Reay, D.S. Sutton M.A. (2016) The potential for tree planting strategies to reduce local and regional ecosystem impacts of agricultural ammonia emissions. *Journal of Environmental Management* 165:106-116.
- Broadmeadow, S. and Nisbet, T. (2012) National map of woodland creation opportunities: targeting eWGS to help meet the objectives of the WFD and reduce flood risk in England. Final Report to Forestry Commission England. Forest Research, Alice Holt Lodge, Farnham, Surrey. 29 p.
- BSFP (2013) British Survey of Fertiliser Practice dataset. From Department for Environment, Food & Rural Affairs, London.
- Burgess-Gamble, L., Ngai, R., Wilkinson, M., Nisbet, T., Pontee, N., Harvey, R., Kipling, K., Addy, S., Rose, S., Maslen, S., Jay, H., Nicholson, A., Page, T., Jonczyk, J. and Quinn, P. (2017) Working with Natural Processes - Evidence Directory. Environmental Agency, Bristol. 298 p.
- Collins, A.L., Newell Price, J.P., Zhang, Y., Godday, R., Naden, P.S., Skirvin, D. (2018) Assessing the potential impacts of a revised set of onfarm nutrient and sediment 'basic' control measures for reducing agricultural diffuse pollution across England. *The Science of the Total Environment*, 621:1499-1511.
- Creed, I.F. and Noordwijk, M.v. (eds.) (2018) Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report. IUFRO World Series Volume 38. Vienna. 192 p.
- DBEIS (2019) Valuation of energy use and greenhouse gas. Supplementary guidance to the HM Treasury Green Book on Appraisal and Evaluation in Central Government. Department of Business, Energy and Industrial Strategy, London. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/794737/valuation-of-energy-use-and-greenhouse-gas-emissions-for-appraisal-2018.pdf.
- EEA (2016) Annual Indicator Report Series (AIRES): Surface Waters. EEA Environmental Indicator Report No 30/2016. EEA, Copenhagen, Denmark.
- EEA (2018) European waters – assessment of status and pressures 2018. European Environment Agency EEA Report 7/2018. <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>.
- Forest Europe (2019) Valuation and payments for forest ecosystem services in the pan-European region. Final Report of the Forest Europe Expert Group on valuation and payments for forest ecosystem services. Forest Europe, Bratislava, Slovak Republic. <https://foresteurope.org/publications/>.
- Forestry Commission (2019) Managing forest operations to protect the water environment. Forestry Commission Practice Guide, Forestry Commission, Edinburgh. 48 p.
- Gatto, P., Pettenella, D., Secco, L. (2009) Payments for forest environmental services: organisational models and related experiences in Italy. *iForest-Biogeosciences and Forestry*, 2 (4):133-139.
- Haines-Young, R. and Potschin, M.B. (2017) Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and guidance on the Application of the Revised Structure: www.cices.eu
- Kareiva P, Tallis H, Ricketts TH, Daily GC, Polasky S. (2011) Natural capital: theory and practice of mapping ecosystem services. Oxford University Press, Oxford.
- Mockler, A.E.M. and Bruen, M. (2018) Support tools for characterisation and evaluation of Programmes of Measures. Report No. 249. Environment Protection Agency, Dublin, Ireland.
- Morison, J., Matthews, R., Miller, G., Perks, M., Randle, T., Vanguelova, E., White, M. and Yamulki, S. (2012) Understanding the carbon and greenhouse gas balance of forests in Great Britain. Forestry Commission Research Report. Forestry Commission, Edinburgh. 149 p.
- Nisbet, T.R. (2005) Water use by trees. Forestry Commission Information Note 65, Forestry Commission Edinburgh, UK.
- Nisbet, T., Silgram, M., Morrow, K., Broadmeadow, S. (2011) Woodland for water: Woodland measures for meeting Water Framework Directive objectives. Forest Research Monograph 4, Forest Research Surrey 156 p
- Nisbet, T.R., Evans, C.D. (2014) Forestry and surface water acidification. Forestry Commission Research Note 16. Forestry Commission, Edinburgh.

- Perez-Silos, I. (2017) Assessing the effectiveness of woodland creation for reducing agricultural diffuse pollution – developing value ranges to create look-up tables. STSM Scientific Report. COST Action 15206. Forest Research, Surrey. 11 p.
- Roberts, J. and Rosier, P. (2005) The impact of broadleaved woodland on water resources in lowland UK: III. The results from Black Wood and Bridgets Farm compared with those from other woodland and grassland sites. *Hydrology and Earth System Sciences*, 9:614-620.
- Schuller, G., Pfister, L., Vohland, M., Seeling, S. and Hill, J. (2011) Large scale approaches to forest and water interactions. In: Bredemeier, M., Cohen, S., Godbold, D., Lode, E., Pichler, V. and Schleppei, P. (eds) *Forest Management and the Water Cycle: An Ecosystem-Based Approach*. Ecological Studies Vol. 212. Springer, New York, p. 435-452.
- Stutter, M.I., Chardon, W.J., Kronvang, B. (2012) Riparian buffers as a multifunctional management tool in agricultural landscapes: introduction. *Journal of Environmental Quality*, 41:297-303.
- Stutter, M., Wilkinson, M. and Nisbet, T.R. (2020) Improving the benefits from watercourse field margins using 3-D buffers. Environment Agency Report, Environment Agency, Bristol.
- Ucar, T., Hall, F.R. (2001) Windbreaks as a pesticide drift mitigation strategy: a review. *Pest Management Science*, 57:663–75.
- UNECE (2018) *Forests and Water – Valuation and Payments for Forest Ecosystem Services*. UNECE, Geneva. 108 p.

Джерела, використані в україномовному виданні

- Директива 2000/60/ЄС Європейського Парламенту і Ради «Про встановлення рамок діяльності Співтовариства в галузі водної політики» від 23.10. 2000. https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/994_962#Text.
- ДСТУ 3017:2015 Видання. Основні види. Терміни та визначення. – Чин. від 2016-01-07. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 38 с.). http://ksv.do.am/GOST/dstu_3017-2015.pdf.
- Веклич, О.О. (2019) Параметризація економічного збитку від погіршення/знищення екосистемних послуг. *Економіка природокористування і сталий розвиток*, 1: 58-64.
- Барка, Т., Буха, Т., Гласний, Т., Кічура, А., Кочицький, Д., Коржов, В., Ковальчик, М., Маретта, М., Парпан, Т., Петраш, Р., Шварц, М., Сіткова, З., Суйова К. (2015) Ведення лісового господарства та небезпека виникнення паводків на словацькій та українських територіях басейну річки Бодрог. Публікація в рамках HYDROFOR: системи оптимального ведення лісового господарства, спрямовані на посилення гідрологічної ролі лісів у попередженні паводків у басейні річки Бодрог. Лісовий науково-дослідний інститут; Національний лісовий центр, м. Зволен, Словаччина. 237 с.
- Веклич, О.О., Кобзар, О.М., Колмакова, В.М., Патока, І.М. (2019). Екосистемні засади оцінювання збитків від забруднення навколишнього природного середовища: монографія. ДУ ІЕПСР НАН України, Київ, 304 с.
- Загвойська, Л.Д. (2014) Теоретичні підходи до визначення економічної вартості послуг лісових екосистем: вигоди перетворення чистих деревостанів у мішані. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 12:201-209.
- Загвойська, Л.Д. (2013) Концептуалізація послуг екосистем у сучасному еколого-економічному дискурсі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 11:178-185.
- Лазор, О., Загвойська, Л. (2002) Еколого-економічні підходи до реалізації екологічної політики. *Економіка України*, 12:76-79.
- Мишенін, Є. В., & Дегтярь, Н. В. (2016) Стратегічні орієнтири в управлінні екосистемними послугами водно-болотних угідь. *Механізм регулювання економіки*, 1:33-41.
- Парпан, Т.В., Кічура, Н.В. (2015) Стабілізуюче і протипаводкове значення лісового покриву водозборів річок Ужа і Латориці. *Науковий вісник НЛТУ України*, 25.8:195-202.
- Пеллох, О., Загвойська, Л. (2018) Дослідження уподобань населення Львівщини щодо рекреаційних лісів методом експерименту з вибором. *Науковий вісник НЛТУ України*, 28(9):73-80.
- Соловій, І. П. (2016) Концепція плати за послуги екосистем: світовий досвід і перспективи її впровадження у лісовому секторі. *Наукові праці Лісівничої академії наук України*, 14:252-258.
- Чернявський, М.В., Гудима, В.Д., Парпан, Т.В. (2017) Рекомендації з рубок переформування в основних типах лісу Українських Карпат. Івано-Франківськ. 18 с.
- Шпарик, Ю.С., Парпан, Т.В., Вітер, Р.М. (2015) Рекомендації з ведення лісового господарства з врахуванням ландшафтно-водозбірних і лісотипологічних принципів та функціонального призначення лісів Українських Карпат. Івано-Франківськ. 33 с.

13. ГЛОСАРІЙ

Термін	Англомовний відповідник	Трактування
1	2	3
Аналіз ефективності витрат	Cost-effectiveness analysis	Це економічний метод порівняння витрат і ефектів різних заходів, наприклад, порівняння вартості створення лісових насаджень з вартістю альтернативних заходів щодо поліпшення якості води. Метод також можна використовувати для оцінювання витрат і наслідків запровадження схеми ППЕ.
Бенефіціари та покупці за схемою ППЕ	Beneficiaries and buyers in PES scheme	Це суб'єкти (наприклад, споживачі води та комунальних послуг), на яких впливає проблема (наприклад, забруднення води), та які отримують вигоду від діяльності або заходів, спрямованих на її вирішення або послаблення, як от оплата чи реалізація контрзаходу.
Відсоток дисконтування	Discount rate	Норма прибутку або відсоток, який використовують для розрахунку теперішньої вартості суми грошей, яку ви отримаєте, або інвестицій, які ви вкладете в майбутньому. Дисконтування – це процес застосування відсотка дисконтування для визначення теперішньої вартості витрат чи вигід, які виникнуть у майбутньому.
Втрачений дохід	Revenue foregone	Різниця між фактично досягнутим доходом і доходом, який можна було б отримати в результаті альтернативної дії, наприклад, втрата доходів фермера через садіння лісів на землях, які раніше були сільськогосподарськими угіддями.
Географічні інформаційні системи (ГІС)	Geographical Information Systems (GIS)	Комп'ютерна система та структура для збору, управління, аналізу та відображення просторових / географічних даних.
Дифузне забруднення	Diffuse pollution	Забруднення внаслідок масштабної діяльності, де немає жодного дискретного або точкового джерела, наприклад, стікання поживних речовин у водні об'єкти внаслідок застосування добрив на ділянці.
Екологічний стандарт якості	Environmental quality standard	Нормативно-правовий документ, який містить певні правила, настанови, показники якості, які відображають допустимі рівні концентрації речовини на одиницю вимірювання
Зона лісової інфільтрації	Forested Infiltration Area (FIA)	Спеціалізована територія лісових угідь, яку використовують для прийому поверхневих вод, що відводяться з річкових каналів у періоди підвищеного стоку для поповнення підземних водоносних горизонтів і поліпшення водопостачання в літні посушливі періоди.
Індекс довкільної вигоди	Environmental benefit index	Індекс, який використовують для ранжування (наприклад, шляхом виставлення балів) і порівняння дій або заходів із точки зору величини вигоди довкілля, яка досягається цими заходами.

1	2	3
Коефіцієнт ефективності витрат (КЕВ)	Cost-effectiveness ratio	Це чиста вартість дії або заходу, поділена на отриманий ефект або результат. Наприклад, вартість садіння лісу, поділена на поліпшення / приріст якості води, виражена в €/мг/л або грн./кг/га.
Крива граничних витрат на очищення	Marginal Abatement Costs Curve	Рейтинг альтернативних видів діяльності за рівнем витрат на одиницю покращення якості довкілля (від низьких до високих значень) із зазначенням покращення, яке досягається для кожного заходу.
Ліс	Forest	Велика ділянка землі, вкрита деревами.
Лісові насадження	Woodland	Невелика ділянка землі, вкрита деревами.
Оцінка ризику	Risk assessment	Систематичний процес вимірювання та оцінювання потенційних ризиків, які можуть бути пов'язані із запланованою діяльністю підприємства.
Порівняльний показник ефективності витрат	Benchmark cost-effectiveness cost-comparator	Стандартизований показник, еталон, який використовують для прийняття рішення щодо ефективності різних заходів, які можуть бути вжиті для досягнення кращого стану довкілля (наприклад, підвищення якості води).
Посередники та проектувальники схеми ППЕ	Intermediaries and designers in PES scheme	Посередники – це суб'єкти, такі як некомерційні або екологічні організації, які керують схемою ППЕ шляхом впровадження механізмів для збору коштів від бенефіціарів, узгодження платежів і їх перерозподілу серед постачальників. Розробники (дизайнери) – це такі суб'єкти, як консультаційні та дослідницькі агенції, які надають технічні та наукові ноу-хау для розроблення схем ППЕ і відповідних заходів моніторингу.
Послуги екосистем	Ecosystem services	Вигоди, які надають екосистеми. Вони сприяють тому, що життя людини стає можливим і гідним, наприклад, чиста вода.
Постачальники та продавці у схемі ППЕ	Suppliers and sellers in PES scheme	Суб'єкти, які можуть постачати або продавати ПЕ, наприклад, землевласники і менеджери, які пропонують прийняти певну практику або зміну землекористування.
Регулюючі органи	Regulatory bodies	Орган, призначений урядом для здійснення функцій регулювання, наприклад, запобігання забрудненню води шляхом забезпечення дотримання стандартів якості довкілля.
Сталий менеджмент водних ресурсів	Sustainable water management	Управління водним середовищем для задоволення поточних потреб у воді без шкоди для здатності майбутніх поколінь робити те ж саме.

1	2	3
Сталий менеджмент лісів	Sustainable forest management	Процес управління та використання лісів і лісових земель, який підтримує біорізноманіття, продуктивність, здатність лісів до відновлення та їхню життєздатність, а також потенціал для виконання тепер і в майбутньому відповідних екологічних, економічних і соціальних функцій на місцевому, національному і глобальному рівнях, і не завдає шкоди іншим екосистемам.
Стандарти якості води	Water quality standards	Стандарти, які описують бажаний стан води з точки зору фізичних, хімічних і біологічних характеристик, необхідних для підтримки певного використання чи захисту водних екосистем.
Схеми плати за послуги екосистем (ППЕ)	Payment for Ecosystem Services (PES) schemes	Схеми, які відображають передачу ресурсів принаймні між двома господарюючими суб'єктами та чітко, експліцитно спрямовані на поліпшення ПЕ, наприклад, платежі фермерам за садіння дерев для поліпшення якості води або за належне використання земельних ресурсів з метою збільшення пропозиції цих послуг.
Технічна специфікація для садіння дерев	Technical specification for tree planting	Детальний опис вимог, яких потрібно дотримуватися в схемі садіння дерев для забезпечення успішного встановлення і досягнення цілей, наприклад, щодо відстані між деревами, деревних видів і підготовки землі.
Технічна специфікація заходів, пов'язаних із якістю води	Technical specification for water quality measures	Детальний опис вимог, які необхідно дотримуватися, розробляючи заходи захисту або поліпшення якості води, таких як, наприклад, садіння дерев.
Транзакційні витрати	Transaction costs	Витрати на організацію та ведення економічної торгівлі, такі як платежі між постачальниками та бенефіціарами за ПЕ.
Якість води	Water quality	Міра придатності води для певного використання, наприклад, для пиття або купання, на основі вибраних фізичних, хімічних і біологічних характеристик.
SWAT модель	SWAT model	Модель масштабу річкового басейну, розроблена для кількісної оцінки впливу землекористування та менеджменту на великих водозборах.