

**Комплексна оцінка ризиків
деградації ґрунтів унаслідок змін
клімату: природоорієнтоване
планування для збереження
біорізноманіття і відновлення
екосистеми ґрунту**

Монографія

*Укладачі: Марія Руда
Тарас Бойко
Алла Шибанова*



**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РИЗИКІВ
ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ УНАСЛІДОК ЗМІН
КЛІМАТУ: ПРИРОДООРІЄНТОВАНЕ
ПЛАНУВАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ВІДНОВЛЕННЯ
ЕКОСИСТЕМИ ҐРУНТУ**

Монографія

*Укладачі: Марія Руда
Тарас Бойко
Алла Шибанова*

Київ
ГО «МНГ»
2025

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РИЗИКІВ
ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ УНАСЛІДОК ЗМІН
КЛІМАТУ: ПРИРОДООРІЄНТОВАНЕ
ПЛАНУВАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ВІДНОВЛЕННЯ
ЕКОСИСТЕМИ ҐРУНТУ**

Монографія

*Укладачі: Марія Руда
Тарас Бойко
Алла Шибанова*

Київ
ГО «МНГ»
2025

УДК 504:37.03

К 63

DOI <https://doi.org/10.56287/8285-53-1>



МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

Рекомендовано Вченою радою
Національного університету «Львівська Політехніка»,
(протокол № 23 від 27.05.2025 року)

Рецензенти:

- Тихан М. О.** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри Інтелектуальної мехатроніки та роботи Інституту комп'ютерних технологій автоматики та метрології Національного університету «Львівська політехніка».
- Петрушка І. М.** доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри екологічної безпеки та природоохоронної діяльності Інституту сталого розвитку ім. В. Чорновола Національного університету «Львівська політехніка».
- Копій Л. І.** доктор сільськогосподарських наук, професор, завідувач кафедри екології Інституту екологічної економіки та менеджменту Національного лісотехнічного університету України.

К 63

Комплексна оцінка ризиків деградації ґрунтів унаслідок змін клімату: природоорієнтоване планування для збереження біорізноманіття і відновлення екосистеми ґрунту : монограф. / Укл.: Руда М., Бойко Т., Шибанова А. — Електрон. дан. — Київ : ГО «МНГ», 2025. — 192 с. : рис., табл. — on-line.

ISBN 978-617-8285-53-1 (on-line)

У монографії досліджено природу складних і системних ризиків, що виникають внаслідок нелінійної взаємодії компонентів екологічних та людських систем в умовах зміни клімату. Робота ґрунтується на аналізі Плану дій Технічної експертної групи з комплексного управління ризиками. Розглянуто механізми виникнення каскадних небезпек та вплив супутніх чинників, таких як бідність, демографічні зміни та конфлікти, що посилюють загальну вразливість. Обґрунтовано необхідність впровадження системного підходу до оцінки та управління кліматичними ризиками.

Видання призначене для науковців, викладачів, докторантів та аспірантів.

УДК 504:37.03

ISBN 978-617-8285-53-1 (on-line)

© Укладачі, 2025
© НУ «Львівська політехніка», 2025
© Яро́ченко Я. В., 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	7
РОЗДІЛ 1	
КОМПЛЕКСНА ПЕРСПЕКТИВА РИЗИКУ	10
1.1. Комплексна система ризику в контексті зміни клімату	10
1.1.1. Кліматичні та катастрофічні ризики та їх вплив	10
1.1.2. Клімат і перспективи ризику стихійних лиха	10
1.1.3. Перспектива системного ризику	12
1.1.4. Ризик як ціннісна концепція	13
1.1.5. Основи комплексної оцінки та планування ризиків	14
1.1.6. Небезпеки, які можна розглянути в рамках комплексного підходу до ризику	16
1.2. Комплексна оцінка ризиків, що підтримує планування та прийняття рішень на основі ризиків у контексті зміни клімату	16
1.3. Комплексне управління ризиками	18
РОЗДІЛ 2	
ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ	19
2.1. Загальний робочий процес та підхід	19
2.1.1. Рекомендовані етапи: визначення обсягу, ідентифікація ризику, аналіз та оцінка ризику	19
2.1.2. Кількісні підходи	20
2.1.3. Напівкількісні підходи	21
2.1.4. Якісні підходи – експертна оцінка та оцінка зацікавлених сторін	22
2.1.5. Гібридні підходи – реальність оцінки ризиків складних систем	23
2.2. Комплексна оцінка ризику та його просторова складова	23
2.3. Обсяг – всеобічна оцінка ризику	26
2.4. Ідентифікація ризику	29
2.5. Аналіз ризику – загальні концепції та концептуалізація з ланцюгами впливу	32
2.5.1. Поняття ланцюгів ударів	34
2.5.2. Концептуалізація каскадних і комплексних небезпек, впливів і ризиків	35
2.5.3. Міркування під час концептуалізації комплексних ризиків із ланцюгами впливу	38
2.5.4. Визначення варіантів адаптації та зниження ризику за допомогою ланцюгів впливу	38
2.6. Аналіз ризику – небезпеки, вплив та вразливість	40
2.6.1. Аналіз небезпек	41

2.6.2. Аналіз експозиції	48
2.6.3. Аналіз вразливості	51
2.7. Результати оцінки ризику – заключні кроки аналізу та оцінки ризику	55
2.7.1. Опис потенційних несприятливих наслідків	57
2.7.2. Від несприятливих наслідків до ризику	63
2.7.3. Порівняння ризиків між системами та секторами.....	64
2.7.4. Оцінка ризику	65
2.8. Усунення невизначеності та перевірка результатів	66
2.9. Представлення результатів оцінки ризику	68

РОЗДІЛ 3

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ІНТЕГРАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ РИЗИКУ ТА ІНФОРМАЦІЇ ПРО РИЗИКИ В ПРОЦЕСІ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ПЛАНУВАННЯ	70
3.1. Обґрунтування комплексного підходу до інтеграції ризиків у процеси планування.....	70
3.2. Проблеми інтеграції результатів оцінки ризику в планування	72
3.2.1. Окремі етапи оцінювання та планування.....	72
3.2.2. Окремі процеси планування	73
3.2.3. Робота з різними просторовими та часовими масштабами.....	74
3.3. Надійна практика для комплексного врахування оцінених ризиків у плануванні.....	75
3.3.1. Постановка ризиків для людини та екологічних систем у центрі	78
3.3.2. Застосування інклюзивного управління ризиками	81
3.3.3. Повне врахування контексту зміни клімату	86
3.3.4. Посилення інформації про ризики та комунікації	88
3.3.5. Визнання комплексного та системного характеру ризиків.....	90
3.3.6 Використання міждисциплінарних підходів для визначення та вибору заходів	93
3.3.7. Використання концепції стійкості до ризику для визначення та вибору заходів	97
3.3.8. Розгляд, мінімізація та запобігання ризикам за допомогою природних рішень.....	98
3.3.9. Інтеграція ризиків між секторами та рівнями.....	100
3.3.10. Використання ітераційних і гнучких процесів.....	107

РОЗДІЛ 4

ВИКЛИКИ ДЛЯ ВСЕОХОПНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ	111
4.1. Робота з множинними ризиками в складних системах	111
4.2. Врахування релевантних часових періодів	112

4.3. Нестача наявності та/або доступу до даних	113
4.4. Розуміння спроможностей	113
4.5. Повільні (довготривалі) процеси	114
4.6. Поняття імовірності в контексті зміни клімату	114
4.7 Майбутні зміни експозиції та вразливості	114
4.8 Ціннісна складова оцінювання ризиків та наслідки для управління ризиками	115
4.9 Просторова деталізація оцінювання ризиків для підтримки ухвалення рішень і планування	116
4.10 Оцінювання ризиків та визначення заходів зі зменшення ризику	116
4.11 Наявний контекст зменшення ризиків і адаптації до зміни клімату	117
РОЗДІЛ 5	
ҐРУНТИ ЯК ЕКОСИСТЕМИ	118
5.1. Функції ґрунтів і здоров'я ґрунту	120
5.1.1. Ґрунт як середовище існування	120
5.1.2. Ґрунт як регулятор	122
5.1.3. Ґрунт як виробник біомаси	124
5.2. Зміна клімату та ґрунти: впливи і потенціал для пом'якшення та адаптації	125
5.2.1. Ґрунти під кліматичним стресом	126
5.2.2. Значення ґрунтів для пом'якшення зміни клімату	129
5.2.3. Потенціал ґрунтів для адаптації до зміни клімату	130
5.3. Сталі системи землеробства для адаптації до зміни клімату	142
5.3.1 Агроекологія	142
5.3.2 Агролісівництво	143
5.3.3. Органічне землеробство	146
5.3.4. Регенеративне землеробство	148
5.3.5. Пермакультура	149
5.4. Політика та управління у сфері ґрунтів	151
5.4.1. Ґрунти в міжнародних стратегіях, настановах та ініціативах	152
5.4.2. Ґрунти в національних політиках	158
5.5. Управління ґрунтами	159
5.5.1. Які поширені виклики існують у сфері управління ґрунтами?	160
5.5.2. Що необхідно для сталого врядування та управління ґрунтами?	162
5.5.3. Сприятливе середовище для сталого врядування та управління ґрунтами	166
ВИСНОВКИ	170
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	177

ВСТУП

Спостерігається безпрецедентне зростання інтересу до природоорієнтованих рішень для пом'якшення наслідків зміни клімату та адаптації до них. Проте в обговореннях таких рішень часто бракує надзвичайно важливого елементу – **ролі «здорових» ґрунтів**. Як середовище існування для рослин і тварин, як регулятор клімату та водного режиму, а також як основа наземних екосистем і переважної більшості нашого виробництва продовольства, ґрунти є критично важливими для всіх екосистемних послуг – зокрема й тих, від яких безпосередньо залежить виживання людства.

Водночас, здоров'я ґрунтів у багатьох регіонах світу перебуває під загрозою: воно було підірване десятиліттями індустріального сільського господарства та деградації земель і додатково ускладнюється впливом зміни клімату. Уже одна третина земельної поверхні Землі зазнала деградації. На цих деградованих територіях проживає близько 3 мільярдів людей¹. Водночас здорові ґрунти здатні підвищувати стійкість до кліматичних шоків і збільшувати різноманіття видів як над поверхнею, так і в ґрунті, що робить їх ключовим елементом політик і практик з адаптації до зміни клімату та її пом'якшення, збереження біорізноманіття, управління водними ресурсами й сталого розвитку.

Попри очевидну значущість ґрунтів для багатьох сфер міжнародної уваги, донедавна вони залишалися майже непомітними. Впродовж десятиліть деградація ґрунтів і важливість сталого управління ґрунтами та землями отримували недостатню увагу. Лише впродовж останніх кількох років значення якості ґрунтів почало дедалі більше визнаватися фахівцями та політиками. Під час Міжнародного року ґрунтів Продовольча та сільськогосподарська організація Об'єднаних Націй (ФАО) та Міжурядова технічна група експертів з ґрунтів оприлюднили важливий звіт про стан ґрунтів. Останнім часом усвідомлення зв'язку між сталим розвитком, продовольчою безпекою, зміною клімату, біорізноманіттям і ґрунтами поступово посилюється, що відображається у

¹ IPBES. (2018). The IPBES assessment report on land degradation and restoration. Montanarella, L., Scholes, R. and Brainich, A. (eds.). Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES). <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>

зростаючій кількості міжнародних стратегій, політик та ініціатив. Водночас і досі бракує належної уваги до критичної ролі, яку здорові ґрунти відіграють майже в усіх наземних екосистемно орієнтованих підходах. Також існує потреба чіткіше окреслити взаємозв'язки між здоров'ям ґрунтів, біорізноманіттям і зміною клімату та розробити інтегровані політики на національному, регіональному й міжнародному рівнях.

Сьогодні настав критичний момент для аналізу взаємозв'язку між «здоровими» ґрунтами та іншими глобальними цілями, а також відповідними природоорієнтованими рішеннями, здатними забезпечити «потрійний виграш» для людей, клімату й природи. За умов, коли до досягнення Цілей сталого розвитку ООН (ЦСР) залишається менше ніж десятиліття, урядам необхідно суттєво посилити зусилля з одночасного поліпшення стану довкілля та добробуту людей.

Сільськогосподарські системи відіграють ключову роль у реалізації ЦСР та інших міжнародних угод у сферах зміни клімату, біорізноманіття й багатьох інших напрямів. Водночас вони самі зазнають серйозного впливу зростаючих наслідків зміни клімату. Необхідність адаптації аграрних систем для підвищення їхньої стійкості є вирішальною умовою досягнення глобальної продовольчої безпеки та формування сталих продовольчих систем. Екосистемно орієнтовані підходи можуть зробити в це суттєвий внесок. Однак, щоб повною мірою реалізувати потенціал екосистемної адаптації (*EbA*) у сільському господарстві, потрібно зазирнути нижче поверхні – у ґрунт.

Метою сталого сільського господарства є суттєве зменшення негативного впливу на екосистеми та підвищення стійкості аграрних систем до зміни клімату за одночасного задоволення зростаючого попиту на здорову їжу. Управління ґрунтами є центральним чинником, що визначає, чи зможуть агроєкосистеми й надалі забезпечувати сталі врожаї для майбутніх поколінь, чи їхні ресурси будуть надмірно експлуатовані, що призведе до порушення екосистемних послуг і спричинить значні довгострокові суспільні витрати. Водночас не всі підходи до сталого землеробства однаковою мірою сприяють збереженню здоров'я ґрунтів – а отже, й здоров'я екосистем загалом.

Ця монографія має на меті продемонструвати важливість сталого управління ґрунтами (*SSM*) для адаптації до зміни клімату, збереження біорізноманіття та досягнення довгострокової продовольчої безпеки. Запроваджуючи природоорієнтовані рішення, зокрема екосистемну адаптацію (*EbA*), фермери можуть істотно підвищити продуктивність свого господарювання, водночас адаптуючись до кліматичних ризиків.

РОЗДІЛ 1

КОМПЛЕКСНА ПЕРСПЕКТИВА РИЗИКУ

1.1. Комплексна система ризику в контексті зміни клімату

1.1.1. Кліматичні та катастрофічні ризики та їх вплив

У контексті зміни клімату та катастроф ризик можна визначити як «можливість несприятливих наслідків для людини або екологічних систем» [5], спричинену прямо чи опосередковано небезпечними подіями чи тенденціями. «Несприятливі наслідки» включають потенційну втрату життя, каліцтво або знищені чи пошкоджені активи [6], а також втрати та збитки (*loss and damage L&D*) для надання послуг, екосистем і природних ресурсів [5]. У спільнотах *DRR* та *CCA* існує загальне розуміння того, що кліматичні ризики та ризики стихійних лих є результатом не лише небезпеки як прямого тригера, але й динамічної взаємодії між небезпеками з впливом та вразливістю потенційно постраждалих людей або екологічних систем.

1.1.2. Клімат і перспективи ризику стихійних лих

Міжурядова група експертів зі зміни клімату (*The Intergovernmental Panel on Climate Change IPCC*) прийняла концепцію ризику, пов'язаного зі *DRR*, у своєму п'ятому звіті про оцінку [7]. Це заклало основу для інтеграції оцінки й управління ризиками стихійних лих і кліматичних ризиків у комплексний підхід до ризиків. На політичному рівні узгодженість між *DRR* і *CCA* була широко досягнута, і такі звіти, як звіти про глобальну оцінку *UNDRR* або звіти про оцінку *IPCC*, сприяють комплексній перспективі ризику. Однак у багатьох практичних застосуваннях на національному та субнаціональному рівнях обидві дисципліни застосовують концепції ризику з досить різними фокусами, що робить інтеграцію більш складною, ніж може припустити використання загальної концепції:

– Традиційно *DRR* часто зосереджується на наслідках конкретних катастрофічних подій для людей і фізичних активів. Ключовими питаннями для

оцінки ризику стихійного лиха були: які потенційні наслідки конкретної події та які ймовірні наскільки? Оцінка ризику стихійного лиха в основному стосується поточної ситуації на основі попередніх спостережень та ймовірнісних підходів, припускаючи стаціонарність у часі. З'являється включення в аналіз потенційних майбутніх змін через зміну клімату або зміни в інших основних факторах ризику, але це ще не є загальним стандартом. Ризик зазвичай описується з точки зору «ризiku через небезпеку» (наприклад, ризик від повеней). Часто відносно рідкісні, але дуже серйозні події (напр.повінь із 100-річним періодом повторення) розглядаються як проєктні події для оцінки ризику та управління ризиками, припускаючи, що система, яка підготовлена до таких серйозних подій, також може впоратися з подіями того ж типу, які є менш серйозними, але більш частими (наприклад, повені з 10-річним періодом повторення). Уразливість часто зосереджується на фізичній вразливості з певним аспектом соціальної вразливості, коли йдеться про вплив на людей та їх засоби до існування. Управління ризиками зосереджується на готовності, а також на запобіганні, враховуючи передачу ризику, а також стратегії та заходи подолання та відновлення.

– *ССА* зосереджується на потенційному впливі зміни клімату на різні людські та екологічні системи. Діяльність *ССА* здебільшого включає поточні кліматичні ризики в підхід до оцінки та управління. Однак головною метою є звернення до майбутніх змін. Що стосується майбутніх кліматичних ризиків, ключовим питанням для оцінки кліматичних ризиків є те, що сталося б, якби... шляхом розгляду потенційних несприятливих наслідків зміни клімату для різних потенційних майбутніх станів (наприклад, середина століття або кінець століття) та різних сценаріїв глобального потепління (спричинені високими або низькими викидами). Оскільки кліматичні сценарії самі по собі не мають ймовірності, фактична ймовірність не може бути приписана до опису наслідків, принаймні не для майбутніх періодів і не для сценаріїв. Ризики зазвичай описуються як діапазон несприятливих наслідків для різних людських і екологічних систем (перспектива «ризик для системи»). Несприятливими

наслідками, які розглядаються в *ССА*, зазвичай є довготривале погіршення системи, спричинене довгостроковими тенденціями екстремальних подій (наприклад, сильніші та / або частіші повені), а також процеси, що починаються повільно (наприклад, підвищення рівня моря або засолення). Такі наслідки можуть бути спричинені складною взаємодією каскадних прямих і непрямих впливів і динаміки впливу, вразливості та базових чинників ризику. Основна увага при зниженні ризику зосереджена на (попередній) адаптації до потенційно нової ситуації. Якщо адаптація не може зменшити ризики до прийняттого рівня, обговорюються інші варіанти (наприклад, передача або трансформація ризику). Починаючи з розробки та прийняття Сендайської рамкової програми (*Sendai Framework and strongly expressed*) та чітко вираженої в *GAR-2019* [1], відбулася зміна парадигми у сфері зменшення ризиків до комплексного, перспективного підходу до оцінки та управління ризиками. Цей підхід визнає, що ризик є складним, динамічним і обумовлений такими глобальними процесами, як зміна клімату, втрата біорізноманіття, глобалізований економічний розвиток або інші глобальні потрясіння, такі як пандемія коронавірусної хвороби (*COVID-19*). Процеси зменшення ризиків кількома способами пов'язані з пом'якшенням наслідків зміни клімату, адаптацією та зменшенням уразливості, і все ж небагато планів *DRR* враховують ці зв'язки [1].

ССА та *DRR* зближуються; однак залишаються прогалини, головним чином у практичних застосуваннях. Послідовний підхід до ризику, який повністю враховує контекст зміни клімату та інші основні чинники ризику для поточної ситуації та відповідних потенційних майбутніх станів, а також інтеграція підходу *ССА* до існуючої практики управління ризиками катастроф (*disaster risk management DRM*) і навпаки, є все ще не загальний стандарт.

1.1.3. Перспектива системного ризику

Розуміння системної природи ризику може включати ідентифікацію підсистеми, з якої вони походять, і оцінку ширшого набору каскадних впливів

на взаємозалежності піделементів. Це робить ризики дуже складними. Походження системного ризику від підсистеми та ланцюжки впливу в інших підсистемах можуть впливати на всю систему та навіть виходити за політичні межі. Отже, оцінка просторового масштабу системного ризику (тобто врахування його транскордонного характеру) може знадобитися через взаємопов'язаність глобалізованого світу. Оцінка взаємозв'язку та нелінійності в причинно-наслідкових зв'язках системного ризику та виявлення критичних підсистем у системі, які можуть вийти з ладу або навіть досягти переломної точки, є важливими атрибутами оцінки системного ризику [8].

Дуже важливо зрозуміти, як люди впливають на системний ризик. Взаємозв'язки між соціальним, екологічним, технічним та міським середовищем впливають на системний ризик у різних масштабах та інтенсивності, що призводить до переходу системи або трансформаційних підходів. Ця робота підтримує перспективу системного ризику, концептуалізуючи ризики з ланцюжками впливу на етапі оцінки ризику та враховуючи системний характер у прийнятті рішень і плануванні.

1.1.4. Ризик як ціннісна концепція

«Потенціал несприятливих наслідків» – це відчутні та відносно об'єктивні аспекти, які можна виміряти, змодельовати, описати або оцінити (наприклад, потенційна втрата врожаю через посуху), сам ризик не є ні відчутним, ні об'єктивним. Натомість ризик є вираженням оцінки, заснованої на цінностях, того, наскільки «релевантним», «критичним», «шкідливим», «допустимим» або «прийнятним» може бути потенціал конкретних несприятливих наслідків для конкретних цінностей, що поставлені на карту. Отже, ризик повідомляється в безодиничній шкалі (наприклад, від дуже низького до дуже високого) і часто поділяється на класи ризику.

Для ризиків, пов'язаних із кліматом, не існує стандартних критеріїв для опису того, що означає «дуже низький» або «дуже високий» ризик. Визначення критеріїв має бути чітким і залежно від контексту на основі погоджених

цінностей (наприклад, захист людських життів і засобів до існування) і цілей (чого слід уникати або чого слід досягти). Визначення стандарту 31000 Міжнародної організації зі стандартизації (ISO) враховує ціннісний характер, визначаючи ризик як «вплив невизначеності на його цілі» [9].

Цінності та цілі відрізняються для різних груп акторів. *SDGs* можна розглядати як один набір узгоджених цілей, за якими можна оцінювати ризики (наприклад, якою мірою ризики, пов'язані з кліматом, підривають конкретні *SDGs*).

1.1.5. Основи комплексної оцінки та планування ризиків

Виходячи з наведених вище міркувань, пропонується структура ризику (рис. 1.1), яка базується на загальних концепціях *DRR* та *CCA*. Вона розширює існуючі концепції до комплексної перспективи ризику, визнаючи складний і частково системний характер ризиків у контексті зміни клімату.

Ця перспектива відображена в Глобальній структурі оцінки ризиків (*Global Risk Assessment Framework (GRAF)*), яку обґрунтовує *UNDRR*, щоб допомогти державам-членам ООН краще використовувати дані про ризики, включно з кліматичними даними. Крім того, вона розглядає повний спектр небезпек, пов'язаних із кліматом, таких як екстремальні явища, повільні процеси та тенденції, а також їх взаємодію з некліматичними небезпеками (рис. 1.2). Вона також враховує поточні та потенційні майбутні стани та визнає ціннісні аспекти ризику.

Концепція зосереджена навколо ризику та розуміє ризик як потенційні несприятливі наслідки для людини або екологічних систем, спричинені небезпеками, пов'язаними з кліматом, у поєднанні з іншими небезпеками, що призводить до каскадного потенційного впливу. Ризик визначається чинниками впливу та вразливості, крім небезпек. Зміна клімату та інші основні чинники ризику вже змінюють небезпеки, вразливі місця та впливи.

Оцінка ризиків, прийняття рішень і планування з урахуванням ризиків можуть бути пов'язані з цією структурою. Ризик для поточного стану та для потенційних майбутніх станів оцінюється в *CRA*. Чітко визначені цілі та

цінності є цільовою системою, щодо якої оцінюються ризики (визначення контексту, цілей і критеріїв ризику для оцінки ризику). Оцінка ризику розроблена та впроваджується в контексті прийняття рішень і планування з урахуванням ризиків і зосереджена на визначенні та інтеграції заходів зі зменшення ризику.

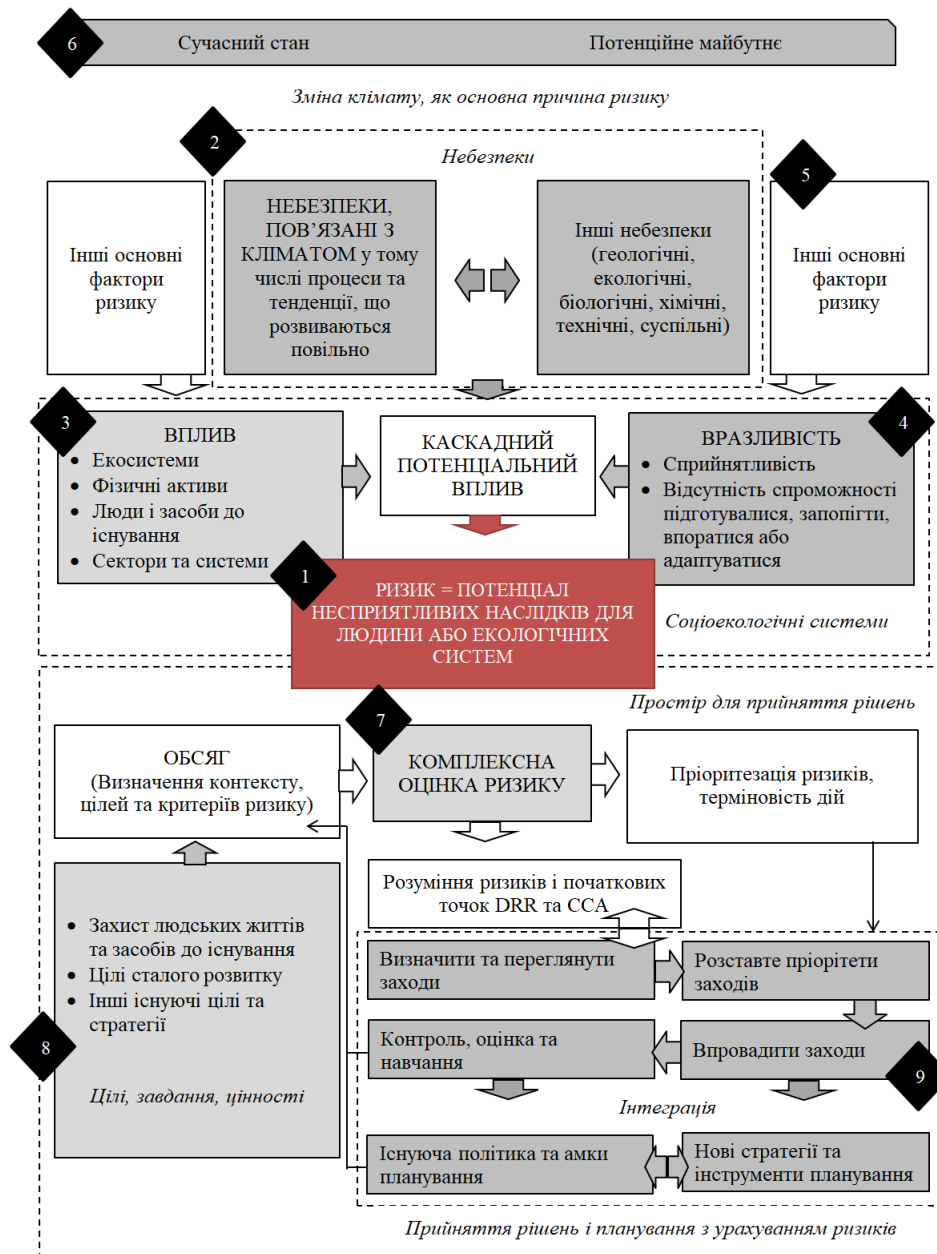


Рисунок 1.1. Структура для CRA та планування в контексті зміни клімату: ризик та його першопричини (верхня частина) та оцінка ризику при прийнятті рішень, та адаптація на основі екосистем (нижня частина) [на основі літературних джерел з доопрацюванням авторів]

Примітка. Концепція зосереджена навколо ризику (1). Ризик – це потенційні несприятливі наслідки для людини або екологічних систем, викликані небезпеками, пов'язаними з кліматом, у поєднанні з іншими небезпеками (2), що призводить до каскадного потенційного впливу. Ризик визначається факторами впливу (3) і вразливості (4) на додаток до небезпек. Зміна клімату та

інші чинники ризику (5) вже змінюють небезпеки, вразливість і вплив. Ризик для поточного стану, а також для потенційних майбутніх станів (6) оцінюється в *CRA* (7). Чітко визначені цілі та цінності є цільовою системою, відносно якої оцінюються ризики (визначення контексту, цілей і критеріїв ризику для оцінки ризику) (8). Оцінка ризику спільно розроблена та реалізована в контексті прийняття рішень та планування з урахуванням ризиків і зосереджена на визначенні та інтеграції заходів зі зменшення ризику (9).

1.1.6. Небезпеки, які можна розглянути в рамках комплексного підходу до ризику

Деякі з найважливіших аспектів, щоб зробити підхід до ризику більш всеосяжним, – це врахування наслідків зміни клімату, повного спектру небезпек², пов'язаних з екстремальними подіями та подіями, що швидко розвиваються, з повільними процесами та тенденціями, а також взаємозв'язки між небезпеками, пов'язаними з кліматом, та іншими небезпеками, впливи та основні чинники (рис. 1.2).

1.2. Комплексна оцінка ризиків, що підтримує планування та прийняття рішень на основі ризиків у контексті зміни клімату

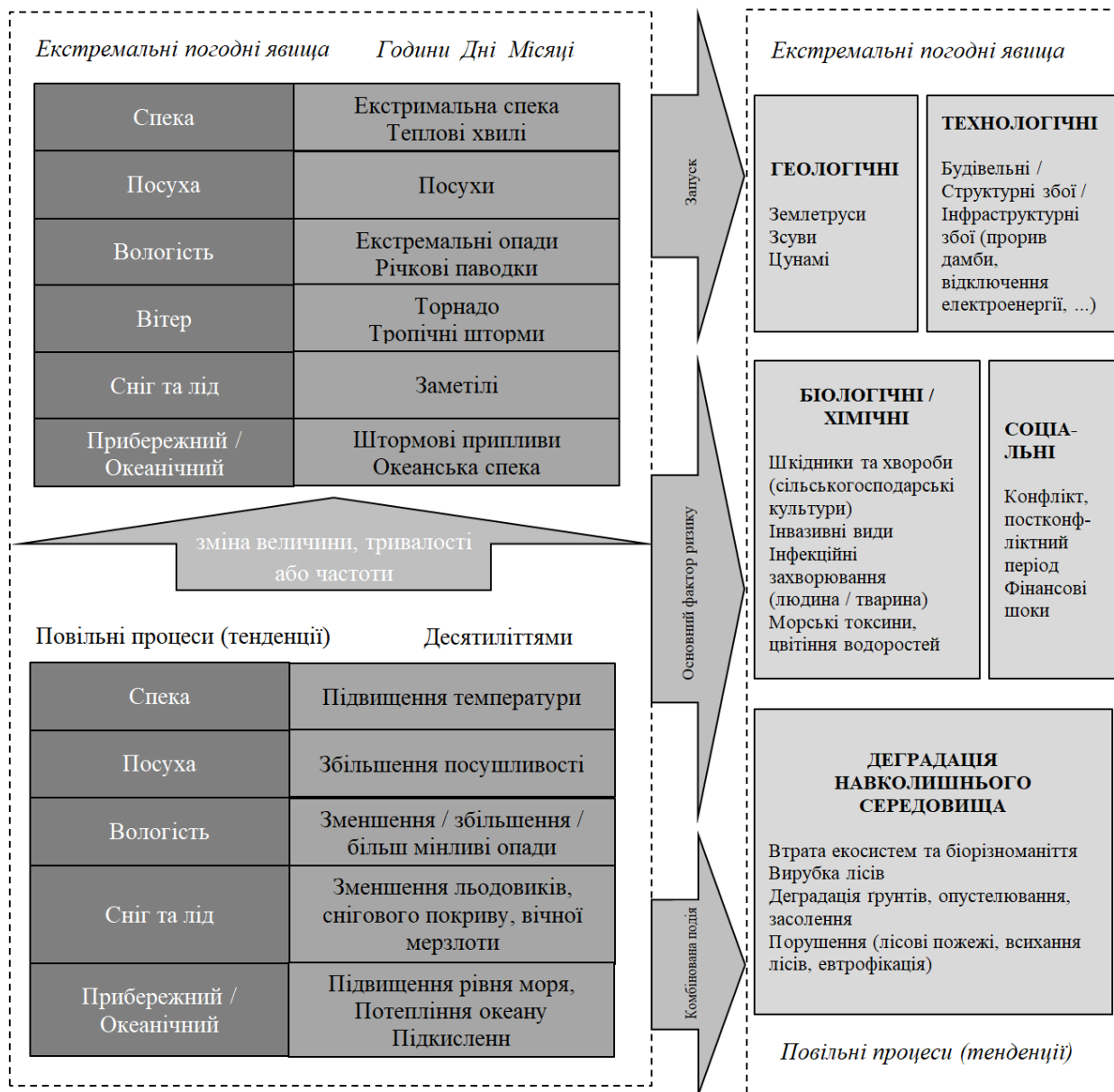
CRA може підтримувати прийняття рішень і планування в контексті зміни клімату на основі фактичних даних та з урахуванням ризиків. Це також можна розуміти як управління ризиками, за допомогою якого розробляються «плани, дії, стратегії або політика для зменшення ймовірності та/або величини несприятливих потенційних наслідків на основі оцінених або передбачуваних ризиків» [10]. Це також зазвичай називають етапом «оброблення ризиків» у стандартах *ISO*, які використовуються у цій роботі [9, 11–13].

Щоб оцінка ризику була корисною, важливо змінити концепцію на протилежну та запитати, яка додаткова інформація потрібна для запобігання, мінімізації та усунення кліматичних ризиків і ризиків стихійних лих, досягнення існуючих і майбутніх цілей розвитку та забезпечення того, що політика та шляхи розвитку не створюють нових ризиків. На етапі визначення обсягу, політики та процесу планування визначають мету, обсяг і тип оцінки ризику, необхідної в контексті зміни клімату.

²*UNDRR and the International Science Council have classified a wide list of hazards (UNDRR, 2020).*

**ПОВ'ЯЗАНІ
З КЛІМАТОМ НЕБЕЗПЕКИ**

**ІНШІ НЕБЕЗПЕКИ, ВПЛИВИ,
ПОВ'ЯЗАНІ З КЛІМАТОМ
НЕБЕЗПЕКИ, ЩО ЛЕЖАТЬ В
ОСНОВІ ФАКТОРІВ РИЗИКУ**



ЗМІНА КЛІМАТУ ЯК ОСНОВНИЙ ФАКТОР РИЗИКУ

Рисунок 1.2. Ключові небезпеки та їх взаємозв'язок, які можна розглядати в рамках комплексного підходу до ризику [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Етапи ідентифікації та аналізу ризиків спрямовані на те, щоб зрозуміти ризики та вразливі місця та визначити їх за допомогою співпраці з фахівцями з управління ризиками, які забезпечують чіткі вихідні точки для дій. Етап оцінки ризику визначає гарячі точки ризику, пріоритетність ризиків і терміновість дії (сприяє процесу прийняття рішень і планування). Таким чином, оцінка ризику, розробка та впровадження заходів зі зменшення ризику є не частиною послідовного процесу (спочатку оцінка, потім визначення заходів), а орієнтованим на цінності, ітеративним та комунікативним процесом, який поважає та спирається на існуючий ризик практики управління та контекст прийняття рішень і планування.

1.3. Комплексне управління ризиками

З огляду на те, що *CRM* є досить складним інструментом, в цій роботі представлені рекомендації, які сприяють ширшому дискурсу та практиці щодо *CRM*, зосереджуючись на оцінці ризиків і плануванні в контексті зміни клімату. *CRM* є однією з сфер, визначених Паризькою угодою, яка може допомогти урядам покращити розуміння, дії та підтримку у запобіганні, мінімізації та вирішенні питань *L&D*, пов'язаних із несприятливими наслідками зміни клімату. У контексті зміни клімату *CRM* надає призму для створення стійкості до багатьох ризиків, пов'язаних із кліматичними та не пов'язаними з кліматом небезпеками, а також їх взаємодією з іншими соціально-економічними факторами. Замість серії окремих заходів або підходів, він поєднує інноваційні випробувані заходи, включаючи підходи *CCA*, *DRM*, управління екосистемами та соціального захисту, у повний пакет (тобто комплексний підхід). Ці заходи спрямовані на управління ризиками шляхом уникнення, зменшення, передачі, збереження або трансформації ризиків, пов'язаних із спектром небезпек, включаючи екстремальні погодні явища та повільні процеси [14–16].

РОЗДІЛ 2

ПРОВЕДЕННЯ КОМПЛЕКСНОЇ ОЦІНКИ РИЗИКУ

2.1. Загальний робочий процес та підхід

2.1.1. Рекомендовані етапи: визначення обсягу, ідентифікація ризику, аналіз та оцінка ризику

Завдяки стандарту *ISO 31000* щодо управління ризиками [9] і його більш конкретній настанові щодо методів оцінки ризиків – *ISO 31010* [17] – існує загальноприйнятий загальний стандарт робочого процесу для оцінки ризиків, який значною мірою використовується під час катастроф, рекомендації, дослідження та звіти щодо ризику та кліматичного ризику. Робочий процес *ISO 31000* пропонує наступні етапи оцінки ризику (рис. 2.1): визначення обсягу (для підготовки оцінки ризику), ідентифікація ризику, аналіз ризику та оцінка ризику. Оцінка ризику, нарешті, готує фазу обробки ризику, яка стосується вибору та реалізації варіантів вирішення та зменшення ризику. Повідомлення про ризики та консультації проводяться впродовж усього процесу. Рекомендації в цій роботі структуровані відповідно до звичайних кроків будь-якої оцінки ризику.



Рисунок 2.1. Етапи оцінки ризику відповідно до *ISO 31000* і взаємозв'язок із прийняттям рішень і плануванням з урахуванням ризиків [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Примітка. Обсяг готує оцінку ризику. Сама оцінка ризику складається з ідентифікації, аналізу та оцінки ризику.

Загальні підходи до оцінки ризику можна розділити на кількісні, напівкількісних та якісних підходів (див. рис. 2.2), які коротко описані в підрозділах нижче.

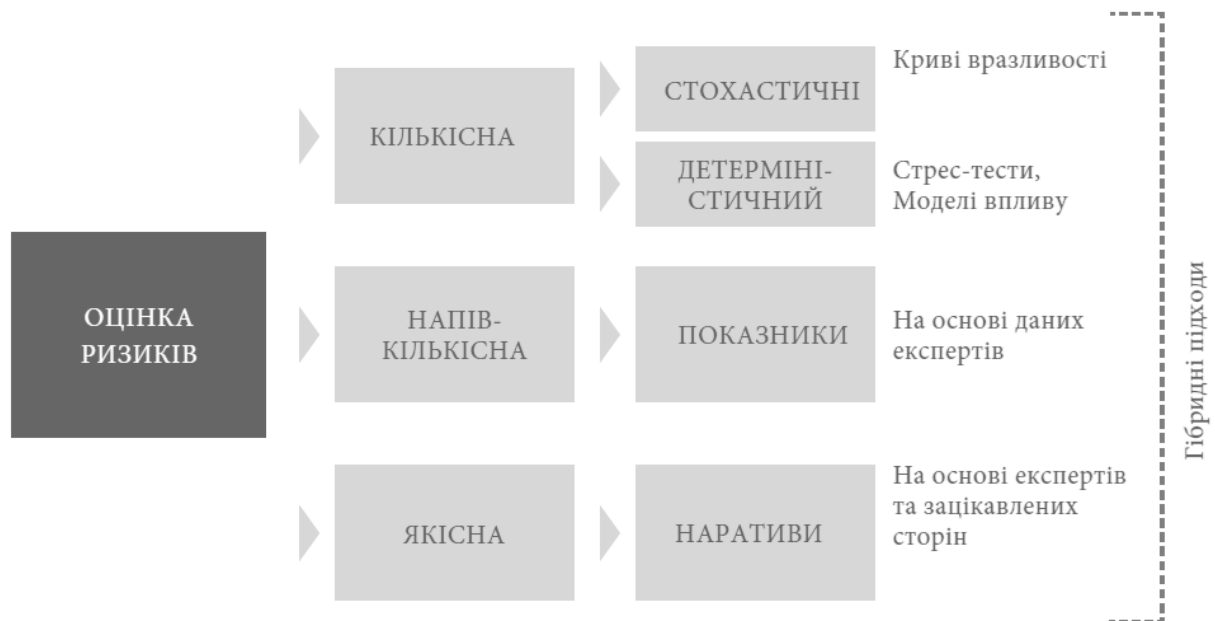


Рисунок 2.2. Загальні підходи до оцінки ризику [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

2.1.2. Кількісні підходи

Кількісні підходи спрямовані на надання кількісних оцінок ризику щодо набору заданих показників збитків, включаючи, наприклад, прямі економічні наслідки (наприклад, через фізичне пошкодження незахищених активів або переривання діяльності), кількість жертв/загиблих/переміщених осіб та втрата потужності інфраструктури. Кількісні підходи зазвичай базуються на спостереженнях і статистичних підходах (для минулої та поточної ситуації) або на моделях фізичних впливів. Їм потрібні високоякісні дані, технічна інформація та навички в багатьох дисциплінах.

Моделі впливу для моделювання прямого фізичного впливу зміни клімату та їхнього просторового розподілу були успішно застосовані на різних просторових масштабах у гідрології (наприклад, моделювання доступності води, якості води, повеней або посух), у кріосфері (наприклад, танення льодовиків або танення снігу), для природних небезпек (наприклад, зсувів або

селевих потоків), у сільському та лісовому господарстві (наприклад, вплив зміни клімату на рослинність), у біорізноманітті (наприклад, вплив на фенологію), для здоров'я людини тощо. Хоча фізичні моделі неявно враховують деякі аспекти вразливості (головним чином сприйнятливість до прямих пошкоджень), вони зазвичай не моделюють наслідки для незахищених елементів. Тому вони надають лише частину інформації, необхідної для оцінки ризиків. Крім того, для багатьох відповідних кліматичних впливів, таких як зсуви та селеві потоки, шкідники та хвороби в сільському господарстві чи здоров'я людини, моделі ризику або не існують, або ще недостатньо точні. Кількісні моделі зі страхового сектора оцінюють фінансові втрати та збитки за допомогою статистичних підходів, як правило, як функцію небезпеки та вразливості на основі історичних спостережень впливу. Хоча такі моделі можуть надати корисну інформацію для визначення пріоритетів ризиків, вони обмежено придатні для розуміння майбутніх ризиків і для просторово чіткого аналізу ризиків. Тому вони менш підходять для визначення точок входу для зменшення ризику та адаптації в контексті зміни клімату.

2.1.3. Напівкількісні підходи

Напівкількісні підходи часто використовують індикатори як засіб вимірювання ризику та його основних компонентів і факторів. Показники можуть бути заповнені даними, але також можуть бути заповнені шляхом виявлення знань експертів або зацікавлених сторін. Індикатори є звичайним підходом, коли необхідно поєднати інформацію з різних джерел і різного характеру. Індикатори можна агрегувати в рамках підходу шкільного класу до складних індикаторів, включаючи такі методи, як використання арифметичних або геометричних середніх, часто із застосуванням схеми зважування для вирішення різної значущості окремих факторів для загального результату. Прикладами оцінки ризику на основі зведених показників у глобальному масштабі є індекс ризику *INFORM* [18] або глобальний індекс кліматичного ризику [19].

Довідник *GIZ* щодо вразливості [20, 21] і Додаток про ризики [22] пропонують висхідний підхід на основі індикаторів із використанням ланцюгів впливу, розроблених за участю дослідників і які стосуються конкретних прикладів. Підходи, засновані на індикаторах, вимагають кількох суб'єктивних рішень щодо того, як значення індикаторів нормалізуються, агрегуються та зважуються. У той же час індикатори часто є єдиним способом порівняння, обробки та агрегування різномірної інформації для окремих компонентів ризику принаймні напівкількісним способом.

2.1.4. Якісні підходи – експертна оцінка та оцінка зацікавлених сторін

Процеси експертного пошуку, а також такі методи, як систематичні огляди, корисні для узагальнення та оцінки висновків або допомагають заповнити прогалини в знаннях, якщо доступних даних недостатньо. Будь-який експертний підхід має бути максимально структурованим і прозорим щодо відбору експертів, техніки збору даних, способу виявлення (наприклад, особистого, онлайнного або гібридного) або процесу синтезу індивідуальних запитань у групове судження [23].

Виявлення експертів має певні труднощі, такі як потенційна упередженість експерта(ів) (якого можна уникнути, залучивши кількох експертів і зацікавлених сторін з різних цільових груп), необхідні великі зусилля та обмеження у відтворюваності. Незважаючи на ці проблеми, структуровані експертні підходи все частіше використовуються в різних сферах, включаючи науку про навколишнє середовище та клімат. Діаграма ключових ризиків і горіння вугілля в рамках процесу Робочої групи II *IPCC* [22] є ще одним гарним прикладом експертної оцінки ризику. Кілька національних оцінок кліматичних ризиків (наприклад, у Новій Зеландії та Сполученому Королівстві Великої Британії та Північної Ірландії) і галузевих оцінок (наприклад, кліматично стійкий сектор водопостачання, санітарії та гігієни, проведений Дитячим фондом ООН і Глобальним водним партнерством) їхній аналіз сильно залежить від участі експертів [24–26].

2.1.5. Гібридні підходи – реальність оцінки ризиків складних систем

З глибшим розумінням складності та системного характеру ризику відбувається зміна парадигми від імовірнісного моделювання окремих небезпек до гібридних підходів. «Немає сумніву, що природа інформації про ризики є і залишатиметься кількісною, але зосередженість на імовірнісному моделюванні та однорідних наборах даних поступається місцем майбутньому, яке є менш остаточним і більш точно репрезентує світ, як він є» [1]. Незважаючи на багато досягнень у кількісному визначенні ризику, експертне судження залишається в центрі оцінки, коли справа доходить до агрегування та синтезу інформації та висновків. Об'єктивні дані про ризик, наприклад, про небезпеку або фізичний вплив, вимагають суб'єктивного визначення пріоритетів і нормативних суджень (рис. 2.3). У цьому процесі важливо розуміти основні припущення та обмеження оцінки ризику. Це вимагає прозорості та тісної взаємодії між тими, хто проводить оцінку ризиків, і тими, хто її замовляє або використовує [27].

2.2. Комплексна оцінка ризику та його просторова складова

Окремі фактори оцінки ризику (наприклад, кліматичні дані, місця та масштаби минулих небезпечних подій, розподіл населення, транспортна інфраструктура, розташування ріллі та демографія населення) зазвичай можуть бути охарактеризовані просторово чітко. Карти є чудовим інструментом для передачі інформації про різні рівні ризику в різних областях і визначення просторових гарячих точок, які можуть вимагати особливого зниження ризику або заходів з адаптації, і які слід проаналізувати більш детально:

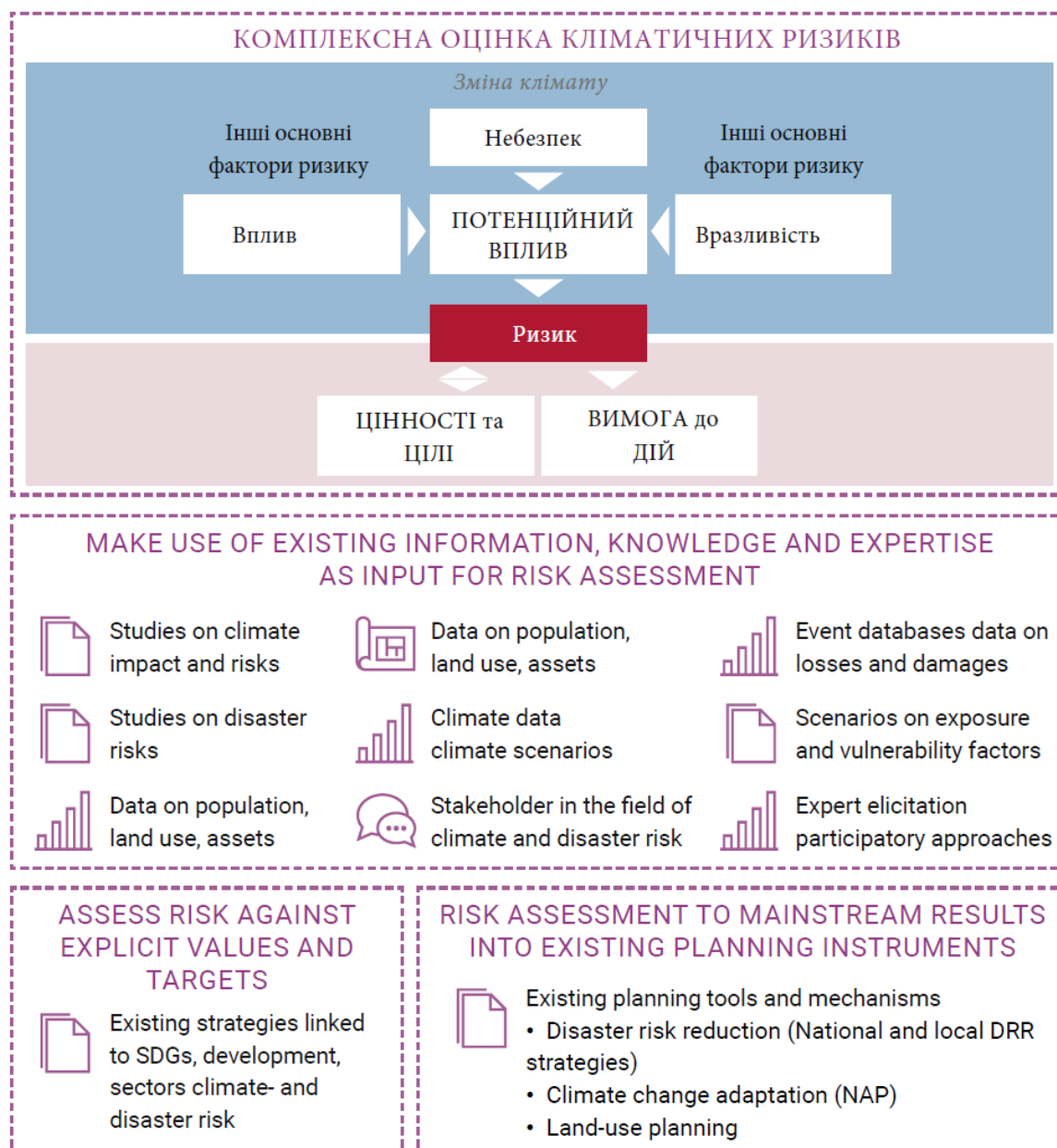


Рисунок 2.3. Джерела інформації під час проведення *CRA*³

Примітки. Ризики оцінюються та порівнюються з існуючими стратегіями та цілями, а оцінка ризиків розроблена таким чином, щоб результати були включені в існуючі інструменти планування. НПА = національний план адаптації.

– Територіальну інформацію про величину, частоту та тривалість конкретних погодних або кліматичних подій (небезпек) для поточної ситуації часто можна отримати зі спостережень (наприклад, даних метеостанції), інтерпольованих даних або даних повторного аналізу. Параметри потенційної майбутньої погоди або прогнозів, пов’язаних із кліматом, можна отримати з

³UNDRR (2022) “Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change”, United Nations Office for Disaster Risk Reduction

кліматичних моделей та їх змодельованих кліматичних сценаріїв. Одним з обмежень є просторова роздільна здатність (масштаб), яка часто є занадто грубою (наприклад, >100 км на комірку сітки), щоб адекватно охопити базову просторову гетерогенність (наприклад, у гірських регіонах). Ще одним обмеженням є обмежена здатність кліматичних даних показувати екстремальні значення з належною точністю. Некліматичні небезпеки також можна нанести на карту залежно від наявності національних баз даних подій або придатності глобальних баз даних подій.

– Опромінення, наприклад, з точки зору присутності відкритих елементів та їхньої просторової щільності, часто можна добре відобразити для поточної ситуації на основі наявних статистичних даних або інформації, отриманої від спостереження Землі. Варіанти картографування потенційно відкритих елементів все ще обмежені.

– Вразливість складніша. Деякі аспекти фізичної вразливості та сприйнятливості часто можна добре відобразити. Фактори соціальної та економічної вразливості можна агрегувати на рівні адміністративних одиниць, навіть якщо роздільна здатність часто недостатньо висока, щоб відповідати просторовим представленням небезпек і впливу. Фактори вразливості, пов'язані з небезпекою, часто можна якісно описати лише за допомогою наративів.

– Потенційні прямі впливи (наприклад, вплив посухи на рослинність) можна нанести на карту, якщо змодельовати конкретні показники прямого впливу (наприклад, нормалізована різниця аномалій індексу рослинності, аномалії вологості ґрунту або стану рослинності). Комплексні та непрямі впливи можна оцінити напівкількісно (наприклад, за допомогою індикаторів) або якісно. Крім того, в останньому випадку рекомендовано віднести потенційний вплив до географічних регіонів (наприклад, еколого-кліматичних зон).

– Для місцевих оцінок, заснованих на підходах із високим рівнем участі, доцільно використовувати намальовані від руки карти або малювати на картах, щоб визначити місця, де виникли небезпеки, або де вразливість або ризик щодо певних небезпек (наприклад, зсувів) є високим. Ці підходи є доповненням до

отримання інформації для розуміння ризику та факторів ризику, які є дуже цінними для підвищення обізнаності та створення прийнятності.

– Використання підходу на основі індикаторів дозволяє накладати карти небезпеки, ризику та вразливості, щоб виділити регіони з потенційно критичними характеристиками ризику (гарячі точки). Щоб отримати карти ризиків, які показують результат узгодженої оцінки ризиків, а не лише окремі базові компоненти, необхідно мати оперативні процедури для об'єднання окремих факторів (небезпеки, впливу, вразливості чи потенційних впливів) у остаточну карту ризиків. Оцінка кліматичних ризиків для адаптації на основі екосистем надає хороші приклади такого підходу, заснованого на індикаторах, для картографування ризиків [28]. Підпункт 2.8 надає додаткову інформацію про те, як оцінити результуючий ризик.

2.3. Обсяг – всебічна оцінка ризику

Визначення обсягу є, мабуть, найважливішим етапом, щоб зробити оцінку ризику всебічною. На цьому етапі оцінка ризику пов'язується з контекстом і визначається налаштування. Огляд можна організувати навколо деяких ключових питань (рис. 2.4).

Головне завдання полягає в тому, щоб знайти правильний баланс між цілеспрямованим і ширшим підходом, враховуючи цілі, доступний час і ресурси. Складання *CRA* може тривати від кількох місяців до 3 років. Огляд найкраще проводити шляхом поєднання настільних досліджень і семінарів із залучення зацікавлених сторін та експертів.

Для *CRA* в контексті зміни клімату, дотримуючись 10 ключових принципів, наведених у вступі, на етапі визначення обсягу особливо важливо:

– Визначте цілі та критерії ризику таким чином, щоб відображати існуючі цілі та завдання, такі як *SDGs*, національні або місцеві цілі розвитку та попит на інформацію про кліматичні ризики з точки зору прийняття рішень і планування. Ключові питання включають:

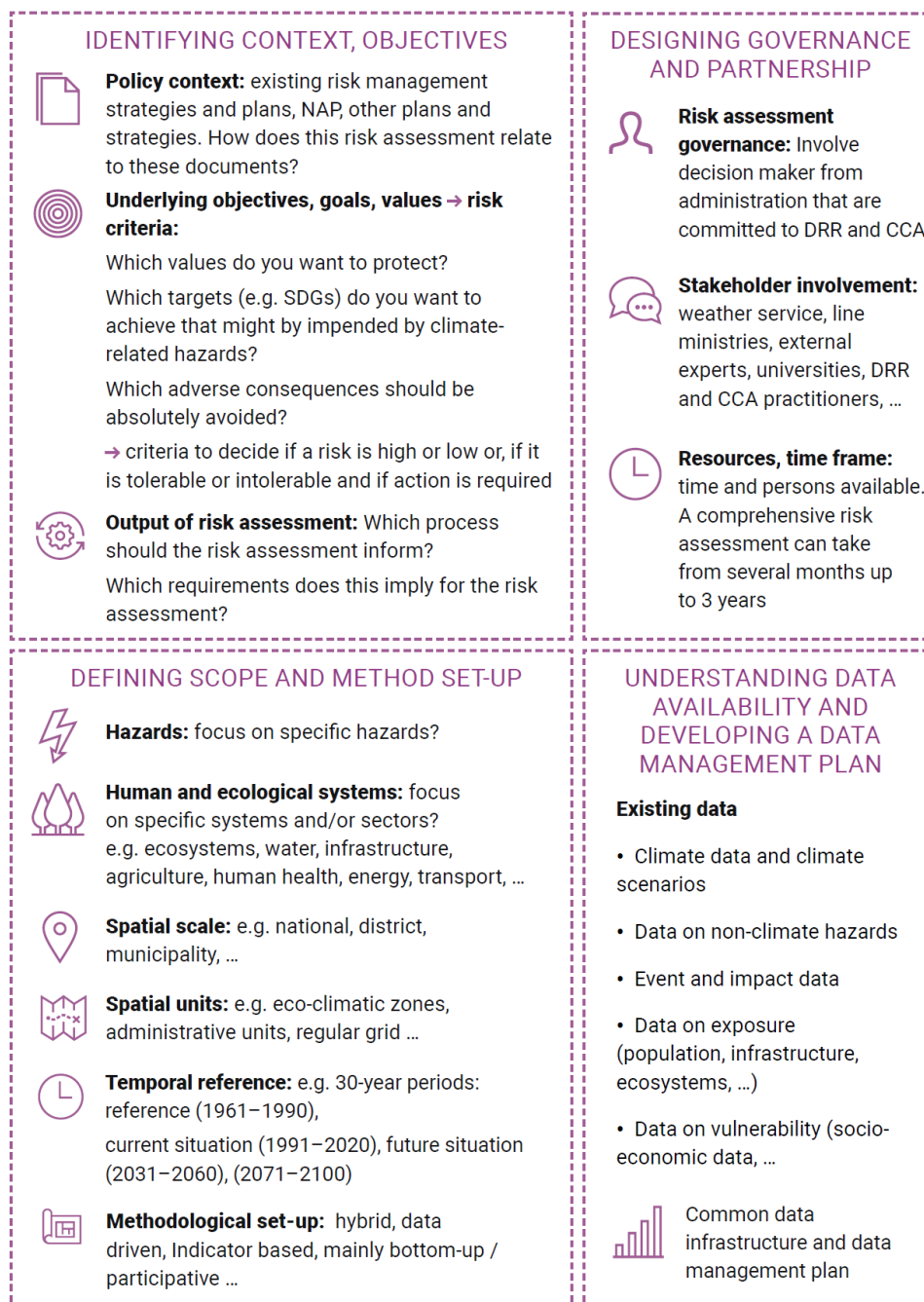


Рисунок 2.4. Ключові питання та міркування на етапі визначення обсягу⁴

• Яких несприятливих наслідків слід повністю уникати (наприклад, втрата продовольчої безпеки)?

– Розробіть оцінку ризику як процес із широким залученням учасників із залученням експертів і зацікавлених сторін із широкого спектру дисциплін та всіх рівнів. Крім того, слід враховувати традиційні, місцеві та корінні знання.

⁴UNDRR (2022) “Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change”, United Nations Office for Disaster Risk Reduction

Зацікавлені сторони, відповідальні за планування адаптації та зменшення ризику та реалізацію, повинні бути залучені до оцінки ризику від початку до:

- Включіть знання та досвід зацікавлених сторін.
- Створіть спільне розуміння та спільну оцінку ризику.
- Підтримка зобов'язань щодо управління ризиками та перехід від розуміння ризику до дій зі зменшення ризику.

– Включіть знання та досвід зацікавлених сторін. Розглянемо в налаштуваннях ширшу перспективу щодо небезпек (екстремальні події, повільні процеси та тенденції) та уразливих систем і секторів.

– Розробіть оцінку ризику як процес із широким залученням учасників із поставте в центр оцінки ризику для людини та екологічних систем, а не ризику від небезпек [29].

– Майте на увазі, що комплексний аналіз ризиків має базуватися на гібридних підходах із деякими кількісними елементами (наприклад, для аналізу небезпек і прямих впливів), деякими напівкількісними елементами, заснованими на показниках, і багатьма якісними підходами, такими як сюжетні лінії та структуровані оцінки в щоб зрозуміти та оцінити складну взаємодію факторів небезпеки, впливу та вразливості, потенційних впливів та ризиків.

– Завжди починайте з оцінки поточних ризиків і ретельно вирішуйте, які ризики та які елементи ризику (небезпека, вплив, вразливість) можна і потрібно передбачити в майбутньому (наприклад, ризики, пов'язані з секторами та системами з довгостроковими горизонтами прийняття рішень, такими як інфраструктура, земля -планування використання або лісове господарство).

– Розробіть аналіз ризику так, щоб він був просторово чітким, якщо цього вимагає просторовий обсяг. Просторові одиниці слід вибирати таким чином, щоб вони представляли відносно однорідні зони щодо очікуваних впливів і ризиків. Рекомендуються еокліматологічні зони (наприклад, гори, узбережжя та міські райони).

Налаштування оцінки ризику можуть відрізнятися залежно від цілей і контексту оцінки. У таблиці 2.1 порівнюється налаштування типової оцінки

ризиків лиха (у стилі Сендайської рамкової програми) і типової оцінки кліматичного ризику. *CRA* об'єднує елементи обох установок на основі конкретного контексту та вимог, визначених процесом прийняття рішень і планування.

2.4. Ідентифікація ризику

Ідентифікація ризику починається з першої ідентифікації відповідного(-их) ризику(-ів) із ширшим фокусом на основі наявних знань, таких як звіти, бази даних подій та експертні знання. Він завершується вибором небезпек, впливів і ризиків, які будуть розглянуті на етапі аналізу ризиків (рисунок 8). Ідентифікація ризиків може бути організована в настільному форматі та завжди повинна включати семінар із зацікавленими сторонами, визначеними на етапі визначення обсягу (рис. 2.5). Далі містяться деякі запитання, які були зібрані разом, щоб керувати обговореннями на цьому етапі.

Основні питання для етапу ідентифікації ризику

Які небезпеки, наслідки та ризики є актуальними?

- Які пов'язані з кліматом небезпеки, впливи та пов'язані з ними ризики мали місце в минулому?
- Які додаткові небезпеки, впливи та пов'язані з ними ризики, ймовірно, набудуть значення в майбутньому?
- Які небезпеки, впливи та пов'язані з ними ризики слід більш детально розглянути в оцінці ризику?

Хто і що в групі ризику? Що таке відкриті елементи? Які цінності поставлені на карту?

- Природні та фізичні системи (наприклад, екосистеми, вода та інфраструктура).
- Люди та засоби їх існування (включаючи гендерні аспекти та соціальні групи).
- Суспільні сектори, наприклад, сільське господарство, туризм і виробництво енергії
- *SDGs*.

Таблиця 2.1

Порівняння типових налаштувань для оцінки ризику
(катастрофа проти кліматичного ризику)

Сфери порівняння	Оцінка ризику стихійних лих	Оцінка кліматичного ризику
Основна спрямованість і типова структура оцінювання	Основна увага приділяється окремим ризикам, пов'язаним із конкретними небезпечними подіями (наприклад, повеннями, землетрусами чи різними антропогенними небезпеками). Ризики часто повідомляються за «капіталом» або «категоріями наслідків» (наприклад, люди чи активи). Основна увага приділяється фізичній вразливості та впливу як потенційним точкам входу для <i>DRR</i> . Оцінка кількох ризиків (всє) рідкість.	Широкий фокус; структуровані за прямим впливом і пов'язаними з ним ризиками для природних систем (наприклад, вода, екосистеми, ґрунт і рельєф) і ризиками, пов'язаними з (непрямим) впливом на суспільні сектори (наприклад, сільське господарство, лісове господарство, водне господарство, забудовані території, інфраструктура, транспорт, охорона здоров'я). і туризм). Сильна увага до вразливості та впливу як потенційних точок входу для <i>ССА</i> . Розгляд зв'язків із багатьма ризиками між секторами та гарячими точками з багатьма ризиками.
Вид і характер небезпек і впливів	Основна увага приділяється чітко визначеним небезпечним подіям, їхній ймовірності (вираженій періодом повторення або часом повторення) та їхнім впливам (часто кількісно визначеним у <i>L&D</i> , зазвичай у грошових одиницях).	Різні типи кліматичних небезпек (від екстремальних погодніх явищ до повільно протікаючих процесів) та їх динаміка зміни клімату. Основна увага приділяється їх величині, а також тривалості та частоті. Потенційні впливи в основному розглядаються через їх масштаби. Зазвичай відсутній чіткий аналіз <i>L&D</i> .
Період часу / довідка про час	Зазвичай немає конкретного посилання на час. Імпліцитно: минулі та поточні умови за припущення стаціонарності (без змін з часом) як передумова для імовірнісної оцінки.	Зазвичай 30-річні проміжки часу, наприклад: – Всесвітня метеорологічна організація (ВМО) посилання (1961–1990); – Поточні умови (наприклад, 1991–2020 рр.); Найближче майбутнє (наприклад, 2031–2060); – Далеке майбутнє (наприклад, 2071–2100) (тільки якщо це стосується конкретного контексту прийняття рішень і планування).

Просторовий фокус/ просторові одиниці	Залежить від небезпек. Можуть бути зосереджені на територіях, які постраждали від певної події (наприклад, повені та землетрусу), або зведені до більших територій.	Повна територія (наприклад, країна), часто поділена на географічні підрозділи (наприклад, провінції). Рекомендовано: екологічні зони (наприклад, гори, передгір'я, узбережжя) та азональні одиниці (наприклад, міста).
Методи	Бажано моделі впливу та ймовірнісні оцінки, засновані на минулих спостереженнях і стохастичному моделюванні, доповнені експертними оцінками.	Змішані підходи моделей клімату та впливу, підходи на основі індикаторів, а також експертні підходи та підходи за участю.
Як подолати невизначеність	Невизначеності часто враховуються на рівні небезпеки та поширюються на наступні етапи оцінювання. Невизначеність у вразливості та особливо в показниках впливу рідко розглядається ретельно.	Невизначеність щодо майбутнього клімату вирішується за допомогою кліматичних сценаріїв. Модельна невизначеність у кліматичних моделях відображається через ансамблі кліматичних моделей, що дозволяє повідомляти про медіану, верхню та нижню межі (наприклад, через процентилі). Навряд чи враховується будь-яка невизначена інформація щодо впливу, вразливості чи впливу. Невизначеність остаточної оцінки можна вирішити за допомогою якісних рівнів довіри.
Як вимірюється та оцінюється ризик	Кількісно як імовірність певного типу та рівня наслідків. Рівні ризику (наприклад, високий, середній, низький) можуть бути призначені в матриці ризику як функція ймовірності наслідків проти самого наслідку. Однак чіткі критерії ризику часто відсутні.	Здебільшого тяжкість наслідків, якісно виражена в рівнях ризику через комплексну експертну оцінку або оцінку на основі індикаторів на основі неоднорідної вхідної інформації (моделі впливу, наукові знання, експертні знання, знання зацікавлених сторін). Немає встановлених концепцій для вираження ймовірності. Немає стандартів для остаточної оцінки. Варіанти включають такі поняття, як «значність ризику» або «невідкладність дії».

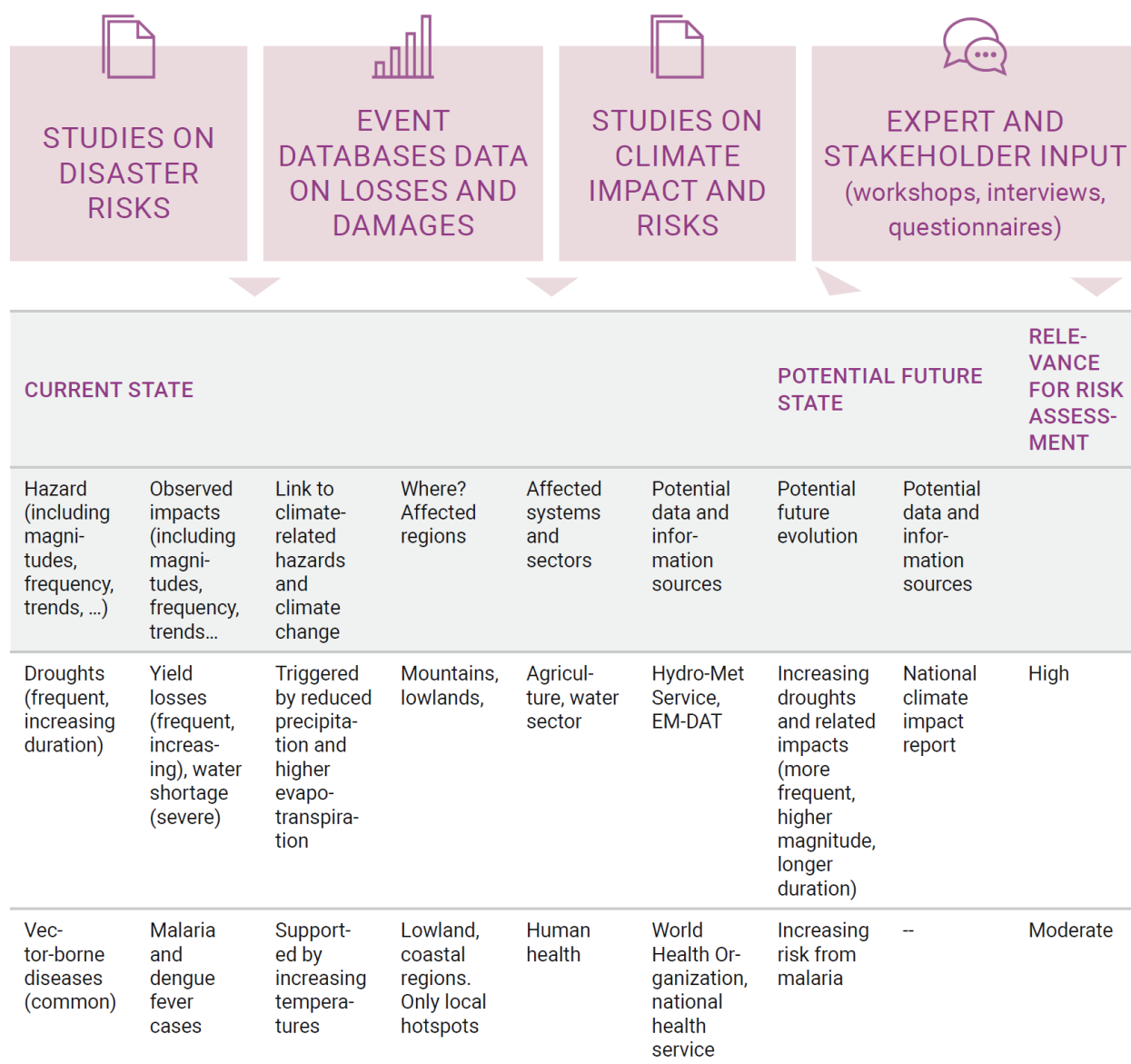


Рисунок 2.5. Приклад результатів етапів ідентифікації ризику: перелік відповідних небезпек, їх вплив, сектори, постраждалі регіони, потенційні джерела даних, потенційні майбутні зміни та оцінка значущості для оцінки ризику⁵

2.5. Аналіз ризику – загальні концепції та концептуалізація з ланцюгами впливу

Аналіз ризиків аналізує кожен вибраний ризик, основні та взаємопов’язані фактори ризику (небезпеки, фактори впливу та вразливості) і оцінює результуючий ризик за допомогою напівкількісних та якісних методів, що керуються даними. Далі містяться деякі запитання, які були зібрані, щоб скерувати обговорення на цьому етапі. У підрозділах нижче обговорюються міркування щодо того, як запровадити аналіз ризиків.

⁵UNDRR (2022) “Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change”, United Nations Office for Disaster Risk Reduction

Ключові питання для етапі аналізу ризику

Що викликає ризик? Розуміння ризиків (поточних і потенційних майбутніх станів).

– Які фактори та процеси призводять до певних ризиків для конкретних людських або екологічних систем (небезпеки, вплив і вразливість)?

– Як взаємопов'язані небезпеки, впливи та ризики (що до чого призводить – каскади, сполуки та зворотні зв'язки)?

– Який вплив зміни клімату на фактори ризику (включаючи поточний стан)?

– Які інші внутрішні та зовнішні чинники ризику впливають на вразливість та ризик (наприклад, деградація землі, соціально-економічні тенденції, розвиток населення та конфлікти)?

Наскільки несприятливими є потенційні наслідки (ризик) і фактори (поточний і потенційний майбутні стани)?

– Наскільки «серйозними» є небезпеки та вплив (щодо потенційних несприятливих наслідків)?

– Наскільки відкритою є система (кількість і щільність відкритих елементів, економічна цінність і релевантність)?

– Наскільки вразливими є відкриті елементи (загальні та специфічні для небезпек/впливів)?

– Наскільки негативними є потенційні наслідки?

Чи можливо звернути увагу на ймовірність і впевненість?

– Наскільки добре зрозуміла можливість несприятливих наслідків і наскільки ця можливість залежить від зміни клімату, розробки політики чи соціально-економічних змінних?

– Чи можна кількісно оцінити ймовірність настання наслідків? Якщо ні, чи можна охарактеризувати потенціал якимось іншим способом, який допоможе зацікавленим сторонам вирішити, чи сприймати цей потенціал серйозно, і як він порівнюється з потенційними несприятливими наслідками альтернативних напрямків дій?

– Наскільки достовірними є твердження про оцінку ризику? Які джерела невизначеності?

2.5.1. Поняття ланцюгів ударів

Для ідентифікації та аналізу ризиків рекомендується використання ланцюгів впливу для концептуалізації складних ризиків (рис. 10). Ланцюги впливу – це концептуальні моделі, які слідують комплексній структурі ризику. Ланцюжки впливу є ключовим елементом підходу до оцінки кліматичних ризиків у Збірнику вразливостей *GIZ* та Додатку про ризики [20–22]. Зазвичай ланцюжки впливу розробляються відповідно до контексту та конкретного випадку за допомогою підходу участі (наприклад, проведення семінарів з визначення ризиків) (рис. 2.6). Вони можуть бути вдосконалені та підтверджені для аналізу ризиків. Ланцюжки впливу можна використовувати для розуміння ризиків з концептуальної точки зору та можуть слугувати структурою для напівкількісної оцінки (наприклад, за допомогою складених показників або структурованої якісної оцінки). Загалом ланцюги впливу застосовувалися в більш ніж 20 національних і субнаціональних оцінках кліматичних ризиків.

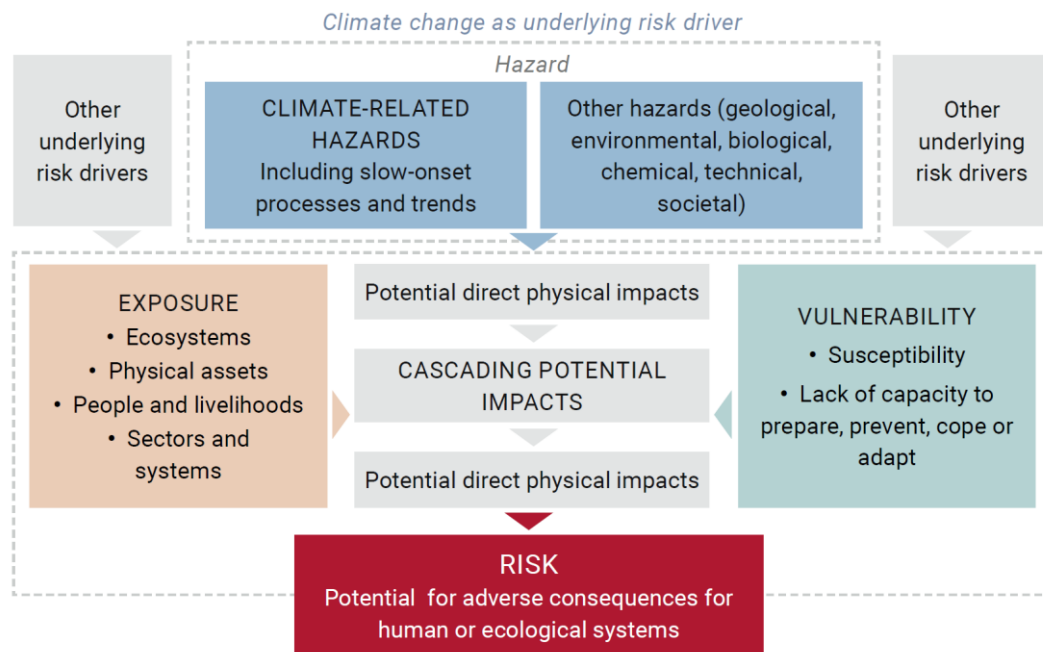


Рисунок 2.6. Загальна структура ланцюга ударів⁶

⁶UNDRR (2022) "Technical Guidance on Comprehensive Risk Assessment and Planning in the Context of Climate Change", United Nations Office for Disaster Risk Reduction

2.5.2. Концептуалізація каскадних і комплексних небезпек, впливів і ризиків

Небезпеки та ризики не обмежуються взаємозв'язком одного фактора. Навіть одна небезпека зазвичай характеризується каскадними ефектами прямих і непрямих впливів, на які, у свою чергу, впливають кілька факторів уразливості та впливу (рис. 2.7). Часто на одну систему (одночасно) впливає більше однієї небезпеки (множинні небезпеки). Небезпека може спровокувати інші небезпеки та спричинити каскади наслідків, які призведуть до впливу та ризиків для багатьох природних, фізичних і людських систем, включаючи людей, їх засоби до існування та суспільні сектори. Те, чи слід розглядати подію чи процес як небезпеку чи вплив, часто залежить лише від точки зору. Вплив однієї небезпеки може знову стати іншою небезпекою. Вплив перетворюється на ризик, якщо несприятливі наслідки для людини або екологічних систем, які його стосуються, мають відношення до оцінки ризику. Ризики часто пов'язані один з одним і призводять до ситуації з кількома ризиками. Наприклад, сільськогосподарський сектор наражається на численні взаємопов'язані ризики, пов'язані з підвищенням температури, посухами та сильними дощами.

Якщо кілька небезпек відбуваються одночасно або в послідовності, їх часто визначають як складні події. Складними подіями можуть бути: (а) дві або більше екстремальних подій, що відбуваються одночасно або послідовно, (б) комбінації екстремальних подій із основними умовами, які посилюють вплив подій, або (в) комбінації подій, які самі по собі не є екстремальними, але які призвести до екстремальної події або впливу в поєднанні. Події, що сприяють цьому, можуть бути подібними (згруповані кілька подій) або різного типу [30].

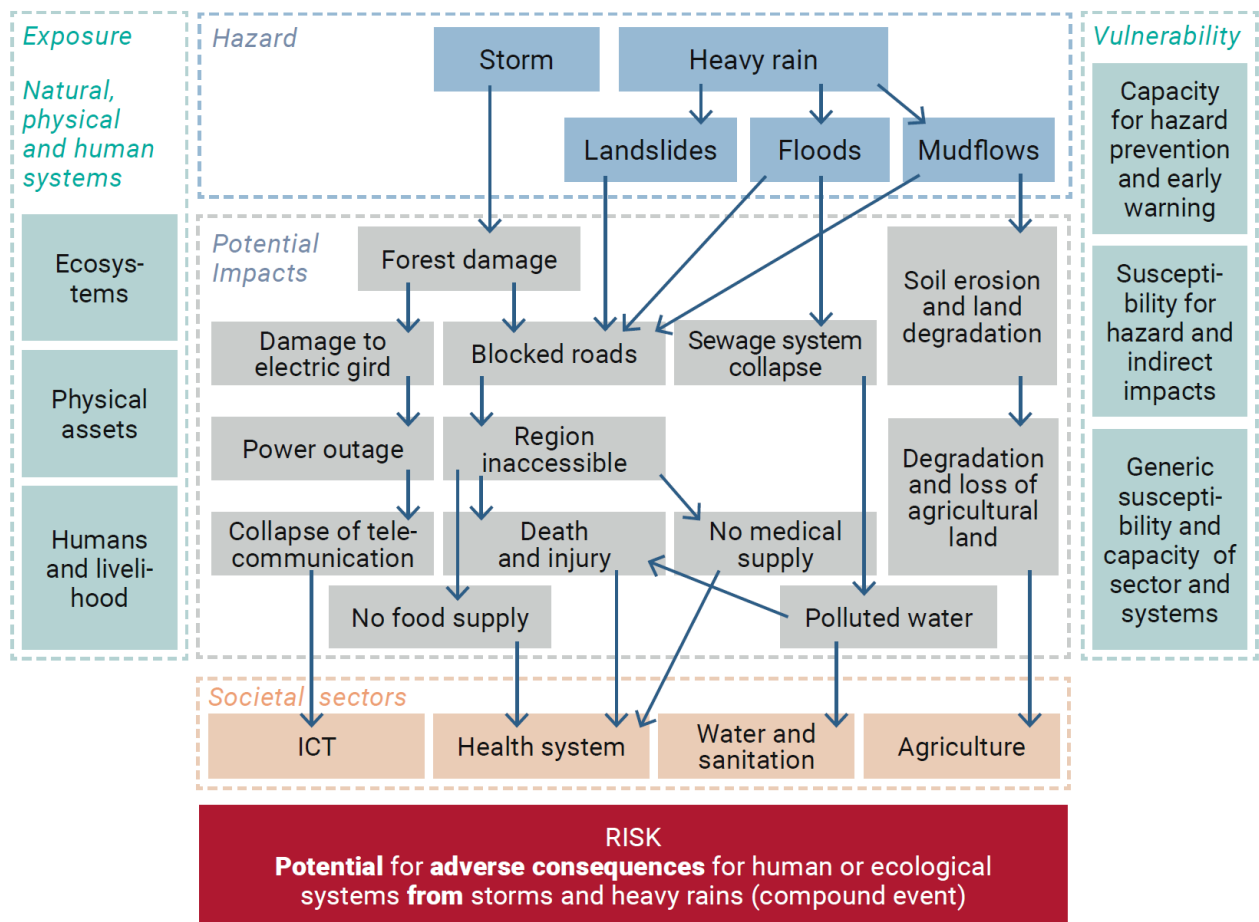


Рисунок 2.7. Концептуалізація каскадних і складних небезпек і впливів та їх несприятливих наслідків для різних людських і екологічних систем у межах ланцюга впливу [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Примітка. Цей ланцюжок впливу представляє перспективу «ризик від небезпеки» з акцентом на екстремальних подіях, типових для сфери DRR.

На рисунку 2.8 показано приклад ланцюга впливу, який комплексно концептуалізує кліматичні ризики для фермерів і сільськогосподарського сектора. Він заснований на реальному випадку з Центральної Азії, де селеві потоки, посухи та підвищення температури призводять до зростання ризиків неврожаю та втрати сільськогосподарських угідь для фермерів через ланцюг каскадних небезпек і впливів. Хоча ризик зумовлений небезпекою, пов'язаною з кліматом, він також значною мірою визначається вразливістю сільськогосподарського сектора в цьому регіоні. Сектор зазнає впливу високої фізичної та екологічної сприйнятливості (наприклад, висока сприйнятливість до ерозії ґрунту та посухи), браку потужностей (наприклад, відсутність ефективних систем зрошення та брак знань про боротьбу з посухою) та

сильного впливу (висока щільність ферм у регіон). Високий вплив і вразливість прискорюються зовнішніми факторами ризику, такими як деградація землі внаслідок надмірного випасу худоби, а також збільшення перетворення пасовищ на орні землі через міграцію. Сільськогосподарський сектор було обрано як головну систему, що представляє інтерес для цієї специфічної оцінки ризику (ризик для сільськогосподарського сектору). Цей ризик також можна інтерпретувати як ризик у контексті цілі 2.4 SDG щодо «стійких систем виробництва харчових продуктів».

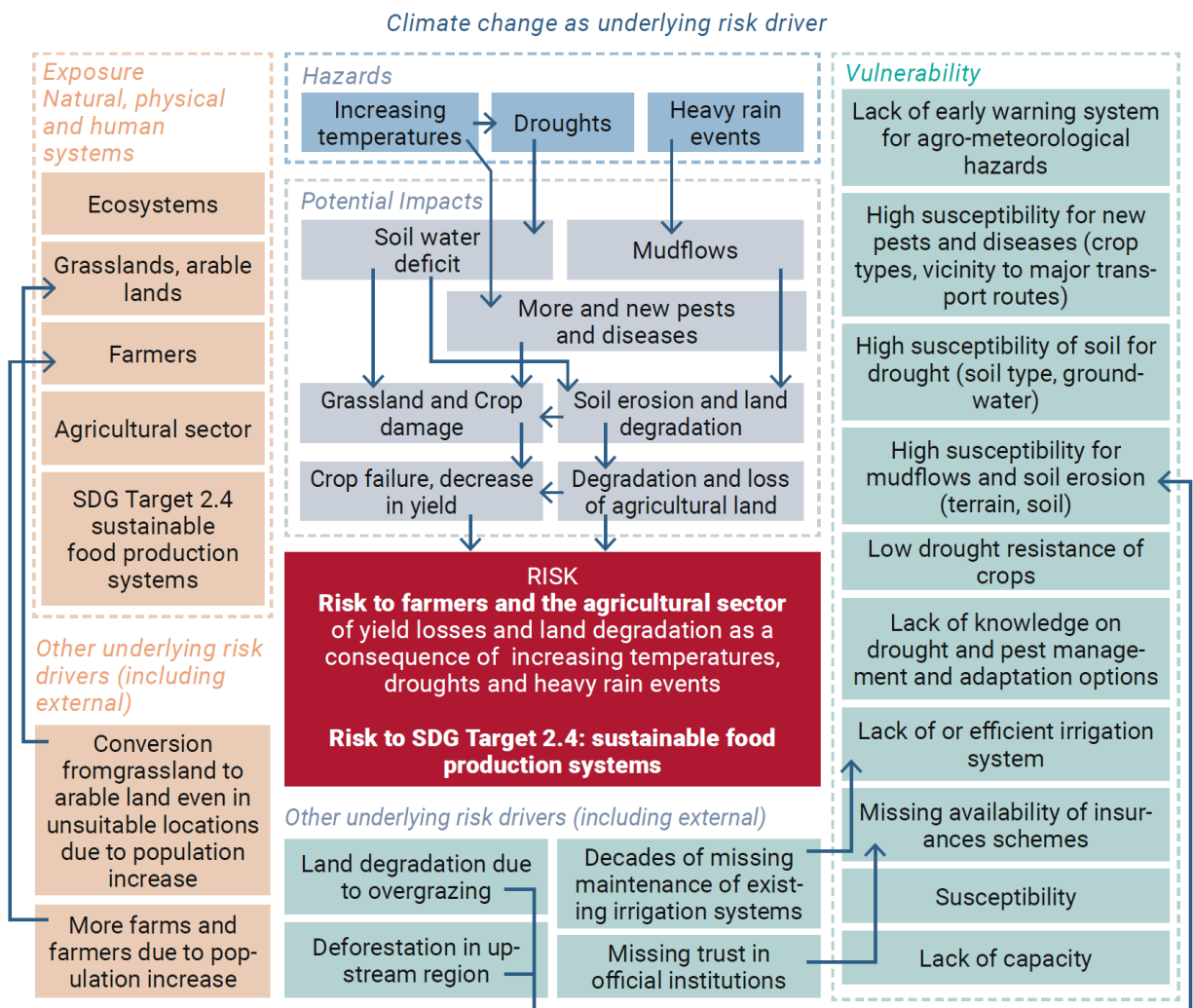


Рисунок 2.8. Приклад ланцюжка впливу, який концептуалізує ризики для фермерів і сільськогосподарського сектору [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Примітка: луки та сільськогосподарські поля в гірській долині в Центральній Азії дуже вразливі до небезпек, пов'язаних із кліматом, через надмірне випасання худоби, ерозію ґрунту та деградацію землі. Відповідні небезпеки включають підвищення температури та посухи, а також сильні дощі. Усі три небезпеки викликають різні каскади небезпек і наслідків, які призводять до прямих і непрямих впливів, які сприяють екосистемам і сільськогосподарським системам. Цей ланцюжок впливу представляє перспективу «ризик

для людини або екологічних систем», типову для контексту *ССА* та рекомендовану для комплексної перспективи ризику.

2.5.3. Міркування під час концептуалізації комплексних ризиків із ланцюгами впливу

Ключове питання при формулюванні факторів ризику – що призводить до ризику? Фактори повинні бути сформульовані якомога точніше (наприклад, «підвищення температури» або «високі температури», а не тільки «температура»). Фактори вразливості, пов'язані з відсутністю потенціалу, слід ідентифікувати як «відсутність...» (наприклад, «відсутність знань щодо управління посухою»).

Кілька ризиків можна розбити на частини, щоб зберегти складність керованою. Однак на фазі синтезу слід розглядати та оцінювати взаємозв'язки ризиків в одному секторі або навіть між секторами.

Важливо концептуалізувати каскади через системи. Часто небезпеки, пов'язані з кліматом, безпосередньо впливають на екосистеми (наприклад, ерозія ґрунту), які потім опосередковано впливають на людські системи (наприклад, сільськогосподарський сектор). Концептуалізація цих каскадів важлива для визначення варіантів зниження ризику та адаптації, які можуть перервати ці каскадні ефекти.

2.5.4. Визначення варіантів адаптації та зниження ризику за допомогою ланцюгів впливу

Якщо ланцюжки впливу розроблені з урахуванням конкретного контексту разом із зацікавленими сторонами та підтверджені експертами, вони можуть служити основою для обговорення варіантів зниження ризику та адаптації – навіть без необхідності подальшого кількісного визначення окремих факторів ризику. Ланцюжки впливу часто виявляють слабкі місця в системі або відповідні основні чинники ризику, які можна краще контролювати. Завдяки концептуалізації каскадів небезпеки та впливу можна ідентифікувати заходи різних типів, такі як системи раннього попередження (*early warning systems (EWSs)*), адаптація на основі екосистем (управління пасовищами), нарізання

потенціалу (навчання), технічні заходи (покращені системи зрошення) або економічні заходи (пропонуючи надійні, релевантні та доступні страхування кліматичних ризиків або сільськогосподарського страхування чи інші типи інструментів ризикового фінансування та варіанти фінансування). На рисунку 2.9 показано приклад ланцюжка впливу для усунення ризику для фермерів і сільськогосподарського сектора через підвищення температури, посухи та сильні дощі з можливістю адаптації.

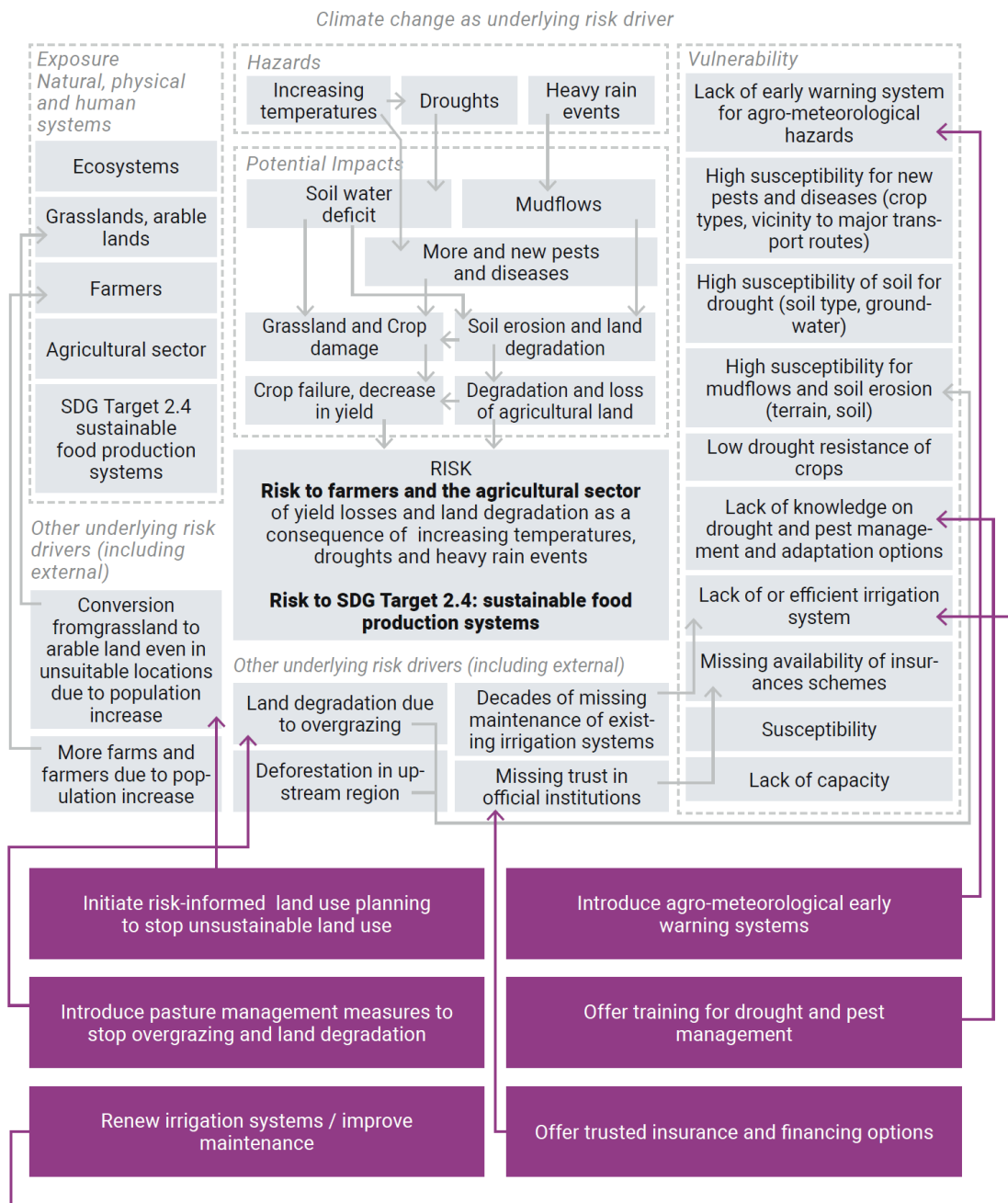


Рисунок 2.9. Приклад того, як можна використовувати ланцюжки впливу для ініціювання обговорення варіантів адаптації для зменшення ризику для сільськогосподарського сектора (рис. 2.8)

2.6. Аналіз ризику – небезпеки, вплив та вразливість

Для аналізу небезпек слід враховувати небезпеки, пов'язані з кліматом (екстремальні погодні явища, повільні процеси та тенденції), а також їхній зв'язок із некліматичними небезпеками. Аналіз екстремальних подій, повільних процесів і тенденцій у контексті зміни клімату викликає методологічні проблеми. Імовірнісні підходи, зосереджені на подіях та їхній статистиці на основі минулих спостережень, не виправдовуються в контексті зміни клімату. Серед обговорюваних варіантів – запровадження порогових значень, пов'язаних із впливом на клімат, і якісної концепції серйозності для порівняння дуже різних типів небезпек та їхнього впливу.

Під час аналізу впливу рекомендується враховувати послідовність підданих впливу систем (наприклад, екосистеми, інфраструктури, людських життів, засобів існування та соціальних секторів), щоб мати можливість моделювати та розуміти каскадний вплив природних систем на суспільство. Опромінення є дуже динамічним фактором ризику, який вимагає врахування поточних тенденцій у популяції, соціально-економічному розвитку та факторах навколишнього середовища.

Аналіз вразливості має включати всі відповідні фактори навколишнього середовища, фізичні, технічні, соціальні, культурні, економічні, інституційні чи пов'язані з політикою, які сприяють сприйнятливості та/або відсутності спроможності підготуватися, запобігти, впоратися чи адаптуватися. Розуміння вразливості є ключовим елементом аналізу вихідних точок для адаптації та варіантів зниження ризику. Що стосується впливу, основні чинники ризику, такі як деградація земель, бідність або конфлікти, можуть впливати на вразливість сьогодні чи в майбутньому до такої міри, що, можливо, сприятиме збільшенню ризику, пов'язаного з кліматом, навіть більше, ніж одна небезпека.

Те, як змоделювати або проаналізувати потенційні каскадні впливи в результаті взаємозв'язку небезпек, впливу та вразливості, і як описати результуючий потенціал несприятливих наслідків для людини або екологічних

систем, значною мірою залежить від складності вибраних ризиків і наявних ресурсів (наприклад, дані, моделі, знання, експерти та доступний час).

2.6.1. Аналіз небезпек

Екстремальні погодні явища та повільні процеси

Основою *CRA* в контексті зміни клімату є аналіз та оцінка небезпек, пов'язаних із кліматом. Небезпеки, пов'язані з кліматом, стосуються складних фізичних процесів, які мають просторово-часові відбитки, які постійно змінюються залежно від простору, в якому вони відбуваються – від району міста (наприклад, град) до планетарного масштабу (наприклад, Ель-Ніньо) – і в часі для їх виникнення потрібно від хвилин (наприклад, освітлення) до століть (наприклад, підвищення рівня моря).

Класифікуючи кліматичні небезпеки, рекомендується розрізняти:

– Екстремальні погодні явища, тривалість яких може варіюватися від хвилин до сезонів, у деяких випадках навіть до кількох років (наприклад, сильні дощі, шторми, повені, спека або посухи). Екстремальні погодні явища – це екстремальні відхилення від довгострокової норми, вони мають початок і кінець і можуть бути описані своєю тривалістю, величиною та частотою. Частоти можна перевести в періоди/імовірності повернення. Екстремальні погодні явища можна визначити або як статистичні екстремуми (наприклад, дні з опадами вище 95-го перцентилля), або за абсолютними порогами (наприклад, дні з опадами вище 100 мм). Абсолютні порогові значення часто визначають у зв'язку з їхнім потенційним негативним впливом.

– Процеси (або тренди), що розвиваються повільно, – це довготривалі монотонні зміни довгострокової норми (базової лінії), пов'язані з наслідками зміни клімату (наприклад, підвищення температури, посушливості або рівня моря). Процеси, що починаються повільно, можна описати швидкістю їх зміни (наприклад, потепління на 0,1°C за десятиліття).

Термін «повільно наступаючі події», який використовується в політичному контексті *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)*

Warsaw International Mechanism Executive Committee [16] для конкретних тенденцій, таких як підвищення температури або підвищення рівня моря, дещо вводить в оману, оскільки такі процеси це не подія, яку можна описати тривалістю або частотою/імовірністю, принаймні не на шкалі часу прийняття рішень. Ці процеси вже відбуваються і, на жаль, триватимуть щонайменше найближчі сто років і мають 100% ймовірність. Таким чином, у цьому керівництві замість терміну «повільні події» використовується термін «процеси та тенденції, що розвиваються повільно». Ці процеси включають підвищення температури, опустелювання, втрату біорізноманіття, деградацію землі та лісів, відступ льодовика, підкислення океану, підвищення рівня моря та засолення.

Зі зміною клімату екстремальні явища накладаються та взаємопов'язані з повільними процесами, і їх більше не можна вважати стаціонарними. Підвищення температури (тенденція) призводить до збільшення величини, частоти та тривалості теплових хвиль (екстремальна подія). Підвищення рівня моря (тенденція) призводить до збільшення частоти та величини штормових нагонів. Збільшення посушливості (тенденція) збільшує масштаби та тривалість посух. Надзвичайно важливо, щоб оцінка небезпеки визнавала вплив зміни клімату на величину, частоту та тривалість екстремальних погодних явищ, які вже можна спостерігати та які необхідно враховувати при оцінці пов'язаних із кліматом ризиків, навіть для поточного стану.

Зв'язок між кліматичними та не пов'язаними з кліматом небезпеками

Небезпеки, не пов'язані з кліматом (наприклад, геофізичні або спричинені людиною), слід враховувати в комплексній оцінці кліматичного ризику, оскільки вони пов'язані з небезпеками, пов'язаними з кліматом, або сприяють уразливості соціоекологічних систем.

Небезпеки, не пов'язані з кліматом, можуть, наприклад:

- Бути викликані небезпекою, пов'язаною з кліматом (наприклад, сильний дощ може спровокувати зсуви).
- Виконувати роль базового фактора ризику, який підвищує вразливість до небезпек, пов'язаних із кліматом (наприклад, деградація ґрунту підвищує

вразливість до посух, або інфекційні захворювання чи пандемія можуть ще більше підвищити соціальну та економічну вразливість до впливу клімату).

– Виникають одночасно з небезпекою, пов'язаною з кліматом, і призводять до так званих складних подій (наприклад, під час шторму, раптової повені, сильних поривів вітру та зсувів можуть відбуватися одночасно в тих самих місцях, що призводить до комплексних ефектів).

Небезпеки, не пов'язані з кліматом, можна класифікувати згідно з Оглядом визначення та класифікації небезпек (*Hazard Definition & Classification Review*) [31] на геологічні, екологічні, технологічні, біологічні, хімічні та суспільні небезпеки (рис. 1.2, права сторона).

Важливим фактором під час оцінки небезпек, пов'язаних із кліматом, у комплексній оцінці кліматичного ризику є шкала частоти та тривалості фокусування. Підходи до *DRR* часто зосереджуються на подіях із сильним впливом і низькою частотою (наприклад, повені зі 100-річним періодом повторення). Це припускає, що оцінка ризиків, пов'язаних із такими рідкісними, але серйозними «проектними подіями», і розробка заходів щодо зменшення ризиків для цих проектних подій може забезпечити буфер для підготовки до протистояння всім подіям невеликого масштабу, але які є більш частими (наприклад, повені з 5-річним періодом повернення).

У контексті зміни клімату цей підхід часто не є корисним. По-перше, тому що періоди повернення минулого більше непридатні для майбутнього, а по-друге, тому що численні несприятливі наслідки зміни клімату є результатом не окремих подій великої величини, а загального погіршення ситуації. У певному регіоні збільшення посушливості може щорічно призводити до відносно невеликих посух. Цей постійний стрес може призвести до довгострокового зниження врожайності та втрати продовольчої безпеки, що може змусити фермерів мігрувати.

Щоб вирішити цю проблему в оцінці ризику, зосередження на посухах із 100-річним періодом повторення не мало б сенсу. Натомість можна

зосередитися на повній картині комплексних, накопичених і довгострокових впливів подій і тенденцій усіх масштабів.

Небезпеки в контексті поточних змін клімату

Зміна клімату як основна причина ризику вже змінює величину, частоту та тривалість багатьох небезпек, пов'язаних із кліматом. Отже, підхід *DRR*, який передбачає використання періодів повторюваності небезпек на основі історичних спостережень для планування заходів зі зменшення ризику на майбутнє, стандартним чином не застосовується. Будь-який кількісний та аналітичний метод повинен враховувати поточні тенденції та кліматичні прогнози, принаймні на найближче майбутнє. Крім того, небезпеки, які тривають більше днів (наприклад, посухи), краще описуються їх тривалістю та масштабом, ніж їх частотою або періодом повторення. Для таких тенденцій, як підвищення температури, ні частота, ні тривалість не мають сенсу. Ще не розроблено методів кількісної оцінки та порівняння небезпек різних типів у контексті зміни клімату.

Теоретично процеси, що починаються повільно, можна відтворити до ймовірнісної системи, заснованої на подіях, наприклад, шляхом встановлення порогових значень безперервних параметрів (наприклад, підвищення рівня моря) і посиляючись на можливі перевищення порогових значень як на окремі події. Однак слід бути обережним при розширенні цієї парадигми, оскільки, наприклад, такі поняття, як тривалість, частота та ймовірність, можуть бути погано визначені.

У контексті *DRR* це можна подолати шляхом проведення порівнянь на рівні кінцевих впливів (тобто зосередження на очікуваних несприятливих наслідках, а не на небезпечному процесі). Багато показників втрат, які зазвичай використовуються в ймовірнісній оцінці ризику, наприклад середній річний збиток, не залежать від базових небезпек і тому можуть використовуватися для порівняння та оцінки ризиків багатьох небезпек, принаймні для поточної ситуації. Крім того, це дозволяє враховувати фактори впливу та вразливості спеціально для цікавого місця. Однак не всі небезпеки можна розглядати

послідовно в імовірнісній системі, а аналітичний підхід може бути надто складним і ресурсомістким.

Більш життєздатною та простішою альтернативою є застосування концепції «серйозності» до небезпеки. Серйозність тягне за собою потенційні несприятливі наслідки, хоча й набагато менш специфічним чином щодо аналітичного ризику. Вирішувати серйозність небезпеки означає вже неявно враховувати ризик і вразливість системи, що не завжди робиться прозорим способом. Небезпека певного масштабу (наприклад, повинь) може бути серйозною для однієї системи (наприклад, критичної інфраструктури), але менш серйозною для іншої системи (наприклад, сільського господарства). Категорії (наприклад, високий, середній і низький) можуть бути введені для позначення рівнів тяжкості, пов'язаних з різним ступенем наслідків. Такі категорії можуть ефективно групувати разом різні комбінації параметрів небезпеки (наприклад, інтенсивність і тривалість) або аналізувати їх незалежно, якщо небезпека є подією, що настає швидко, або повільним процесом чи тенденцією.

Наприклад, може бути вирішено, що підвищення рівня моря (тенденція) більш ніж на 20 см буде «дуже серйозним», оскільки тисячі людей можуть втратити свої будинки та землю. Таким же чином посуху, яка триває довше 1 місяця протягом вегетаційного періоду, також можна класифікувати як «дуже сильну», оскільки вона може призвести до втрати врожаю. Ця категорія значною мірою залежить від конкретного місця розташування та відповідних умов навколишнього середовища, а також від розглянутої небезпеки, оскільки необхідні ретельне калібрування та валідація для експлуатаційного використання. Застосовуючи порогові значення, тенденції перетворюються на події, які потенційно навіть дозволять виразити ймовірності або ймовірності (принаймні в рамках одного кліматичного сценарію). Це калібрування може ґрунтуватися на отриманні експертних знань чи емпіричних спостереженнях, або воно може використовувати аналітичні інструменти оцінки ризику, залежно від програми, доступних ресурсів і часових рамок.

Орієнтовані на вплив порогові значення небезпеки можуть дозволити порівнювати різні небезпеки інтуїтивно зрозумілим способом і уможливити розробку та впровадження *EWS* з перевагою комплексного розгляду різних компонентів ризику.

Потенційна майбутня еволюція небезпек, пов'язаних із кліматом

Для небезпек, пов'язаних із кліматом, кліматичні сценарії можуть служити вхідними даними для прогнозів щодо розвитку небезпеки та потенційних майбутніх станів. При використанні кліматичних сценаріїв для прогнозування екстремальних подій слід враховувати кілька аспектів. Критичні аспекти включають:

- Окремі кліматичні моделі часто ненадійні, коли справа доходить до екстремальних ситуацій, і використання мультимодельних ансамблів є обов'язковим

- Для екстремальних ситуацій рекомендується застосовувати вихідні дані кліматичної моделі, скориговані на зміщення, зокрема, якщо для визначення екстремальних значень використовуються абсолютні пороги (наприклад, спекотні дні – це дні із середньою температурою $> 30^{\circ}\text{C}$).

- Використання статистичних підходів для визначення екстремальних ситуацій (наприклад, температури вище 99-го процентиля) є надійнішим, але їх потрібно застосовувати обережно, порівнюючи екстремальні події між періодами часу

- Проекція екстремальних значень опадів менш надійна, ніж екстремальних температур

- Загалом кліматичні моделі добре моделюють і проектують глобальні тенденції температури й опадів. У регіональному та місцевому масштабі інформація про температуру надійна, і моделі узгоджуються щодо тенденцій, тоді як дані про стан опадів і тенденції мають вищу невизначеність. Це пояснюється тим, що опади залежать від складних багатомасштабних процесів, таких як вплив глобальної циркуляції, регіональний вплив (наприклад, від гір) і локальний вплив, наприклад у випадку конвективних явищ (грози). Інші

кліматичні змінні, такі як швидкість вітру, снігопад або вологість ґрунту, є більш складними, а результати кліматичних моделей для таких змінних ще більш невизначені. Результати щодо екстремальних кліматичних умов завжди більш невизначені, ніж інформація про стан і тенденції середніх значень.

Джерела даних для оцінки небезпеки

Дані про небезпеку можуть бути отримані з національних і регіональних гідрологічних і метеорологічних служб або з глобальних джерел, таких як перелічені в таблиці 2.2. Постачальниками даних про вплив є урядові міністерства, такі як навколишнє середовище, соціальне забезпечення, охорона здоров'я, громадські роботи, енергетика, вода, цивільний захист та національні органи управління надзвичайними ситуаціями.

Таблиця 2.2

Вибір джерел даних про небезпеку з глобальним охопленням, доступних онлайн і у відкритому доступі

Назва установи/ проєкту або бази даних	Опис	Пряме посилання
UNDRR та Міжнародна наукова рада	Огляд визначення небезпеки та класифікації	https://www.undrr.org/publication/hazard-definition-and-classification-review
WMO	Архів екстремальних кліматичних і погодних умов світу	https://wmo.asu.edu
Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (<i>National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)</i>)	Збір кліматичних даних	https://www.ncdc.noaa.gov/cdo-web/datasets
<i>Copernicus</i> Служба зміни клімату	Інформація про клімат у минулому, теперішньому та майбутньому в Європі та решті світу	https://climate.copernicus.eu
Міжнародний науково-дослідний інститут клімату та суспільства	Бібліотека кліматичних даних	https://iri.columbia.edu/resources/data-library/
UNDRR: <i>DesInventar</i>	Національні бази даних втрат від катастроф	https://desinventar.net/
База даних про надзвичайні події (<i>Emergency Events Database (EM-DAT)</i>)	Міжнародна база даних катастроф	https://www.emdat.be/database
Дартмутська обсерваторія повеней	Архів подій повеней	http://floodobservatory.colorado.edu/

Каталог землетрусів Геологічної служби США	Каталог землетрусів	https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/search/
Глобальний проект <i>Centroid-Moment-Tensor</i>	Землетруси: дата, місце, інтенсивність	https://www.globalcmt.org/
Центр даних землетрусів Північної Каліфорнії	Землетруси: дата, місце, інтенсивність	http://www.ncedc.org/anss/
Глобальна база даних активних несправностей <i>GEM</i>	Глобальна база активних несправностей	https://github.com/GEMScienceTools/gem-global-active-faults

2.6.2. Аналіз експозиції

Експозиція зазвичай описує, які елементи вартості поставлені на карту. Вразливість може бути виражена наявністю людей, засобів до існування, видів або екосистем, екологічних функцій, послуг і ресурсів, інфраструктурою або економічними, соціальними чи культурними активами в місцях і налаштуваннях, які можуть зазнати негативного впливу (рис.2.10). Експозиція описує елементи цінності, які зазнають однієї чи кількох небезпек і можуть бути втрачені [6, 32].

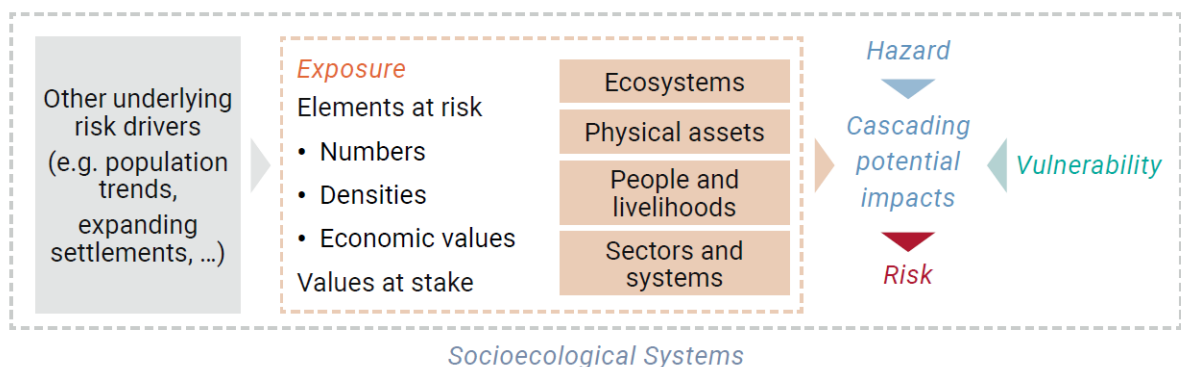


Рисунок 2.10. Елементи експозиції

У *CRA* рекомендується розглядати всі піддані впливу системи (наприклад, екосистеми, фізичні активи, інфраструктура, життя людей і засоби до існування, соціальні сектори), необхідні для концептуалізації та оцінки прямих і каскадних впливів природних систем на суспільство у формі «шарів впливу».

Включення екосистем і, особливо соціальних секторів і систем, як елементів і систем, що піддаються впливу, є значним розширенням у порівнянні з традиційним підходом *DRR*, який зазвичай зосереджується на людях (переміщених осіб, поранених і загиблих), а також на фізичних активах

(інфраструктура та житло).) та пов'язані з цим економічні збитки. Системна перспектива, що представляє соціоекологічну систему та її рівні впливу, є одним із ключових аспектів *CRA*, який ставить людські та екологічні системи в основу.

Відкриті елементи зазвичай можна добре нанести на карту, що є одним із ключових аспектів просторово чіткої оцінки ризику. Вплив можна описати в термінах об'єктивних індикаторів, які відносно легко визначити, отримати та нанести на карту (наприклад, кількість людей та економічні цінності, що піддаються впливу, зведені за регулярними сітками або адміністративними кордонами). Вплив є дуже динамічним фактором ризику. Люди постійно мігрують із сільської місцевості до міст, а зміна землекористування змінює експозицію. Населені пункти вторгаються в затоплювальні райони. Основні чинники ризику впливають на вплив і часто можуть сприяти збільшенню ризиків, пов'язаних із кліматом, більше, ніж зростання небезпеки. Тому для оцінки потенційних майбутніх кліматичних ризиків важливо враховувати кліматичні сценарії та сценарії впливу.

На жаль, існує кілька встановлених методів або наборів даних щодо еволюції впливу для більшості факторів впливу. Винятком є розвиток населення, для якого існують приблизні оцінки [33]. Для контекстно-специфічних сценаріїв впливу єдиним варіантом буде розробка приблизних експертних сценаріїв, щоб принаймні отримати уявлення про потенційний вплив динаміки впливу на майбутні кліматичні ризики. *IPCC* використовує так звані спільні соціально-економічні шляхи (*so-called shared socioeconomic pathways (SSPs)*), які надають описовий опис глобальних соціально-економічних умов, пов'язаних з кожним сценарієм викидів парникових газів. Ці *SSPs* забезпечують набір граничних умов, на основі яких можна розробити потенційні майбутні сценарії впливу, наприклад, з точки зору чисельності населення [34] або землекористування [35]. Моделювання таких сценаріїв майбутнього опромінення може потребувати ресурсів і бути під впливом значної невизначеності, також через взаємну залежність між планами планування безпеки та заходами *ССА*. Методи сценарію участі знизу вгору

можуть бути більш доцільними для субнаціональних або місцевих програм. Однак розробка сценарію для експозиції залишається недостатньо розробленою, але актуальною сферою дій.

Ідентифікація наборів даних про вплив і вразливість означає знання, про проблеми, що спричиняють небезпеки, що розглядаються. Наприклад, для повеней і землетрусів показники впливу та вразливості мають бути специфічними для міцності будівель. Якщо дані недоступні, можна використовувати проксі-індикатори. Перегляньте таблицю 2.3 для вибору доступних наборів даних про глобальне опромінення.

Вразливість – це схильність до несприятливого впливу⁷. Вона охоплює різноманітні концепції та елементи, включаючи чутливість або сприйнятливість до шкоди та відсутність здатності долати та адаптуватися [5]. Вразливість у комплексній оцінці кліматичного ризику включає всі відповідні екологічні, фізичні, технічні, соціальні, культурні, економічні, інституційні чи пов’язані з політикою фактори, які сприяють сприйнятливості та/або відсутності спроможності підготуватися, запобігти, впоратися або адаптуватися (рис. 2.11).

Вразливість не є лише функцією бідності. Місцезнаходження, вік, стать, група доходу, інвалідність і доступ до соціального захисту значною мірою впливають на вибір, який люди мають зробити, щоб передбачити, запобігти та зменшити ризики [1]. Отже, розуміння вразливості є ключовим елементом аналізу вихідних точок для варіантів адаптації, оскільки зменшення вразливості є найбільш актуальною з усіх стратегій адаптації. Соціальні чинники, такі як нерівність, бідність, відсутність доступу до соціального захисту та доступу до інформації чи ринків, можуть бути основними факторами, що лежать в основі розуміння та зменшення ризиків, пов’язаних із кліматом. Інші чинники ризику, які підвищують вразливість, пов’язані з екосистемами та їхніми послугами.

⁷Vulnerability is defined as “The conditions determined by physical, social, economic and environmental factors or processes which increase the susceptibility of an individual, a community, assets or systems to the impacts of hazards” (United Nations, 2016).

Таблиця 2.3

Вибір джерел інформації про експозицію з глобальним покриттям

аза даних або назва моделі	Опис	Пряме посилання
<i>WorldPop</i>	Глобальні 100-метрові оцінки чисельності населення	https://www.worldpop.org/methods/populations
Будівлі	Типи будівель (житлові, комерційні, промислові)	Якщо національні дані відсутні: Шаблони будівель у сітці для 51 країни: https://wopr.worldpop.org/?/Buildings
Сільське господарство	Види культур і землекористування	Європейське космічне агентство <i>GlobCover</i> (роздільна здатність 300 м): http://due.esrin.esa.int/page_globcover.php Європейське космічне агентство <i>CCI Land Cover</i> – Прототип <i>S2 Land Cover</i> 20-метрова карта: http://2016africallandcover20m.esrin.esa.int/?utm_source=due_web&utm_medium=banner&utm_campaign=launch
Транспорт	Дорожня, залізнична та повітряна інфраструктура	Якщо національні дані недоступні: <i>OpenStreetMap</i> : http://download.geofabrik.de/
Екосистеми	Глобальна карта екосистем	https://www.usgs.gov/centers/geoscience/global-ecosystems?qt-science_center_objects=0#qt-science_center_objects
Великі втрати об'єктів	Спортивні споруди та стадіони, школи, ринки та інші місця з великою щільністю населення	Якщо національні дані недоступні: <i>OpenStreetMap</i> : http://download.geofabrik.de/
Критичні об'єкти	Лікарні та медичні заклади, мости, телекомунікації, аеропорти, енергетичні системи	Якщо національні дані недоступні: <i>OpenStreetMap</i> : http://download.geofabrik.de/

2.6.3. Аналіз вразливості

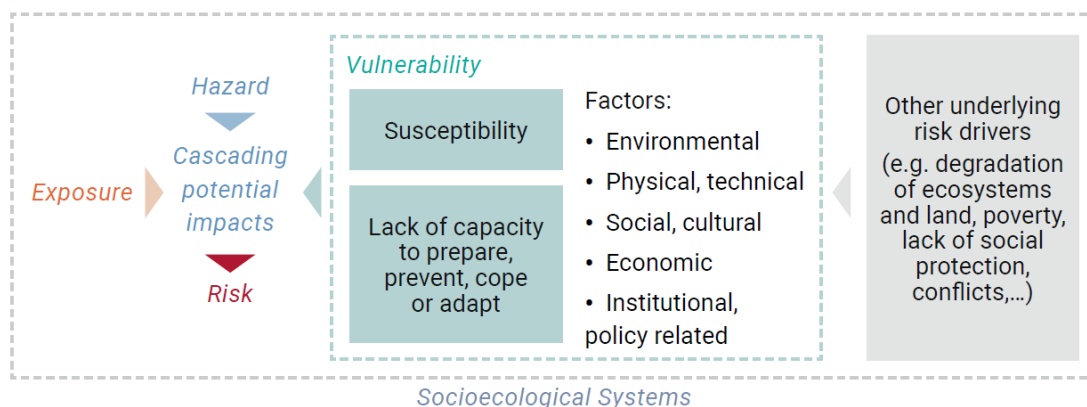


Рисунок 2.11. Елементи вразливості

Основним чинником тут є деградація земель (наприклад, деградація земель через надмірне випасання худоби на рис. 2.8), яка підвищує вразливість екосистем і пов'язаних з ними людських систем через збільшення ризику посухи, ерозії ґрунту або зсувів. Розуміння ролі вразливості екосистем у складних ризиках для людських систем є ключовим для визначення варіантів адаптаційних заходів на основі екосистем.

Через складність і кількість факторів, що сприяють уразливості, важко вибрати прагматичне, але релевантне обмеження системи та набір факторів уразливості, які можна було б оцінити на основі даних або експертів. Надзвичайно важливо включати фактори вразливості не на основі наявності даних, а на їх актуальності чи пріоритетах. Якщо фактор доречний, його слід включити в оцінку. Якщо його неможливо виміряти кількісно, слід використовувати інші підходи, такі як підходи на основі експертів або підходи за участю та розповідь.

Фізичну вразливість певної системи до небезпеки можна описати такими поняттями, як сприйнятливість (до пошкодження), чутливість або крихкість. Ці концепції добре запроваджені в галузі зменшення ризиків ризику для локального та регіонального аналізу. Криві крихкості можуть описувати зв'язок між інтенсивністю повені (висота затоплення, швидкість потоку тощо) та очікуваним впливом на будівлі з точки зору фізичного пошкодження. Однак підходи, які використовують калібрування таких моделей, залежать від хороших емпіричних знань, що ґрунтуються на минулих небезпеках та їхніх наслідках. Вони потребують багато даних і часто не враховують клімат і компонент зміни клімату (наприклад, сильний дощ як тригер зсувів не враховується в моделях сприйнятливості до зсувів). У контексті зміни клімату моделі фізичного впливу (наприклад, гідрологічні моделі) включають представлення фізичних процесів, які неявно пов'язують фактори вразливості (наприклад, рельєф місцевості, тип ґрунту або ґрунтовий покрив) із небезпекою (наприклад, сильні опади) та впливом (наприклад, повінь). Фізичні моделі

можуть бути доповнені кліматичними сценаріями, щоб дати вказівки щодо потенційних майбутніх впливів.

Для опису соціально-економічної вразливості часто вибирається ширший підхід, заснований на таких факторах, як рівень бідності або проксі-індикатори бідності та нерівності (наприклад, *INFORM*) [18]. Такі фактори є доречними та можуть бути отримані з національних статистичних служб, з реєстрів соціального захисту або шляхом проведення опитувань домогосподарств. Дані про рівень грамотності, інституційні та управлінські заходи (напр.голос і підзвітність, верховенство права, політична стабільність, ефективність уряду та контроль за корупцією) часто важко отримати на субнаціональному рівні. Індикатори вразливості, такі як доступ до інфраструктури, охорони здоров'я та електроенергії, можна розрахувати в геоінформаційній системі (ГІС).

Однак, особливо в субнаціональному масштабі, для розуміння та зменшення ризику важливі фактори соціально-економічної вразливості, пов'язані з небезпекою та ризиком (наприклад, невідповідні системи зрошення чи конкретна ситуація вразливої групи). Таку інформацію набагато важче отримати або оцінити; інформація часто є більш наративною, ніж базується на даних. Для деяких аспектів фізичної вразливості можуть втрутитися сучасні технології, керовані даними, такі як спостереження Землі (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Вибір доступних онлайн джерел інформації про вразливості

База даних або назва моделі	Опис	Пряме посилання
Вразливі групи		
<i>WorldPop</i> : вік і стать населення	Населення з поділом за віком і статтю	https://www.worldpop.org/geodata/listing?id=87
Вирвані з корінням люди	Кількість переселенців (біженці та внутрішньо переміщені особи) Частково субнаціональний доступний	http://www.internal-displacement.org
<i>EM-DAT</i> : Населення, яке постраждало від потрясінь за останні три роки		http://www.emdat.be/
Мережа систем раннього попередження про голод:		https://fews.net/

продовольча безпека (<i>Famine Early Warning Systems Network: food security</i>)		
Соціально-економічна вразливість		
Індекс людського розвитку (<i>Human development index</i>)	Частково субнаціональний доступний	http://hdr.undp.org/en/composite/HDI
Глобальний багатовимірний індекс бідності (<i>Global multidimensional poverty index</i>)	Частково субнаціональний	https://ophi.org.uk/multidimensional-poverty-index/

«Брак спроможності» є важливою категорією вразливості. Це вже вказує на варіанти адаптації, оскільки брак потенціалу можна подолати за допомогою цілеспрямованих заходів адаптації. І навпаки, існуючий потенціал або потенціал, що розвивається, зменшить вразливість. Відсутні потужності можуть включати:

- Відсутність (специфічних) знань.
- Відсутність (конкретної) технології або відсутність доступу до технології.
- Відсутність фінансових ресурсів.
- Відсутність (специфічних) інституційних структур і ресурсів.
- Відсутність (конкретної) законодавчої бази, правил або стратегій.

Спроможності також можуть стосуватися основних підходів до зменшення ризику, а саме здатності готуватися, запобігати, справлятися та адаптуватися. Що стосується впливу, то під час оцінки потенційних майбутніх ризиків було б доцільно розглянути сценарії вразливості. Однак через вищу складність факторів уразливості порівняно з факторами впливу, приклади, які враховують сценарії вразливості в оцінці кліматичного ризику, є рідкісними. Знову ж таки, індивідуальні та залежно від контексту сценарії або підходи прогнозування [36] можуть бути застосовані лише для розгляду ступеня різних сценаріїв уразливості, що впливають на потенційний майбутній кліматичний ризик.

2.7. Результати оцінки ризику – заключні кроки аналізу та оцінки ризику

Результати аналізу небезпек, впливу та вразливості узагальнюються, оцінюються та оцінюються під час аналізу ризику та наступної фази оцінки ризику. Це дозволяє описувати та кількісно оцінювати ризики, а також оцінювати пріоритети ризиків, рівні толерантності до ризику та терміновість дій. Немає стандартів, як досягти результату. Підходи мають залежати від контексту та бути розроблені таким чином, щоб відповідати на потреби в інформації про ризики для прийняття рішень і планування. У будь-якому випадку настійно рекомендується на цьому етапі спершу якомога об'єктивніше узагальнити розуміння ризику. Будь-яка подальша оцінка та оцінка на основі цінностей має бути чітко викладена та відповідати чітким критеріям ризику, які були розроблені у відповідь на чіткі цілі, цілі та цінності на етапі визначення обсягу.

У стандартному підході *DRR* останній крок оцінки ризику спрямований на опис «ризиків від небезпеки» як функції потенційних наслідків та їхньої ймовірності. Цей підхід зосереджується на ризиках від чітко визначених катастрофічних подій, спричинених чітко визначеними та часто окремими небезпеками. Результатом часто є класифікація ризику за рівнями ризику (наприклад, від низького до високого) шляхом застосування встановлених методів, таких як матриці ризику та неявні чи явні критерії ризику на основі вартості. Такі класифікації ризиків можна порівнювати для різних ризиків від різних небезпек.

У *CRA*, як це відображено в *GRAF*, підходи повинні відрізнятися, оскільки вони зосереджені на складних і системних «ризиках для людини або екологічних систем», викликаних несприятливими наслідками численних і каскадних небезпечних подій і тенденцій. Взаємодія та динаміка небезпек, впливу та вразливості, а також несприятливі наслідки складних ризиків, що впливають, не можуть бути зведені значущим чином до окремих тверджень про один очікуваний вплив однієї визначеної події та її ймовірність. З точки зору орієнтації на дію, важливіше всебічно описати потенційні несприятливі наслідки та пролити світло на їх глибинні причини. Класифікація ризиків із

зазначенням рівнів ризику все ще є корисним елементом *CRA*, оскільки вона дозволяє порівнювати та визначати пріоритетність ризиків, але це не основний і єдиний результат *CRA*.

Тут слід ще раз підкреслити, що ризик у контексті зміни клімату – це більше, ніж ймовірність впливу, а оцінка потенціалу несприятливих наслідків на основі цінностей.

Прагматичний підхід до завершення *CRA* має базуватися на складній сукупності інформації та знань, зібраних під час ідентифікації та аналізу ризиків (рис. 2.12). Це тіло можна отримати з різномірних даних та інформації та гібридних підходів для аналізу та розуміння небезпек, вразливості, впливу та каскадного потенційного впливу. Підсумкова оцінка може містити:

- Детальний і просторово чіткий опис потенційних несприятливих наслідків для конкретних людей або екологічних систем, пов'язаних із ризиком для конкретних секторів і систем.
- Оцінка рівнів ризику для кожного ризику, і, якщо можливо, бути просторово чіткою на основі узгоджених критеріїв ризику та значень.
- Висновки щодо зв'язків між ризиками в різних секторах і просторових гарячих точок із багатьма ризиками.
- Висновки щодо точок входу для *DRR* та *CCA*.
- Остаточна оцінка ризику за такими аспектами, як рівень толерантності до ризику або терміновість дії.

Ці кроки описано далі в наступних підрозділах.

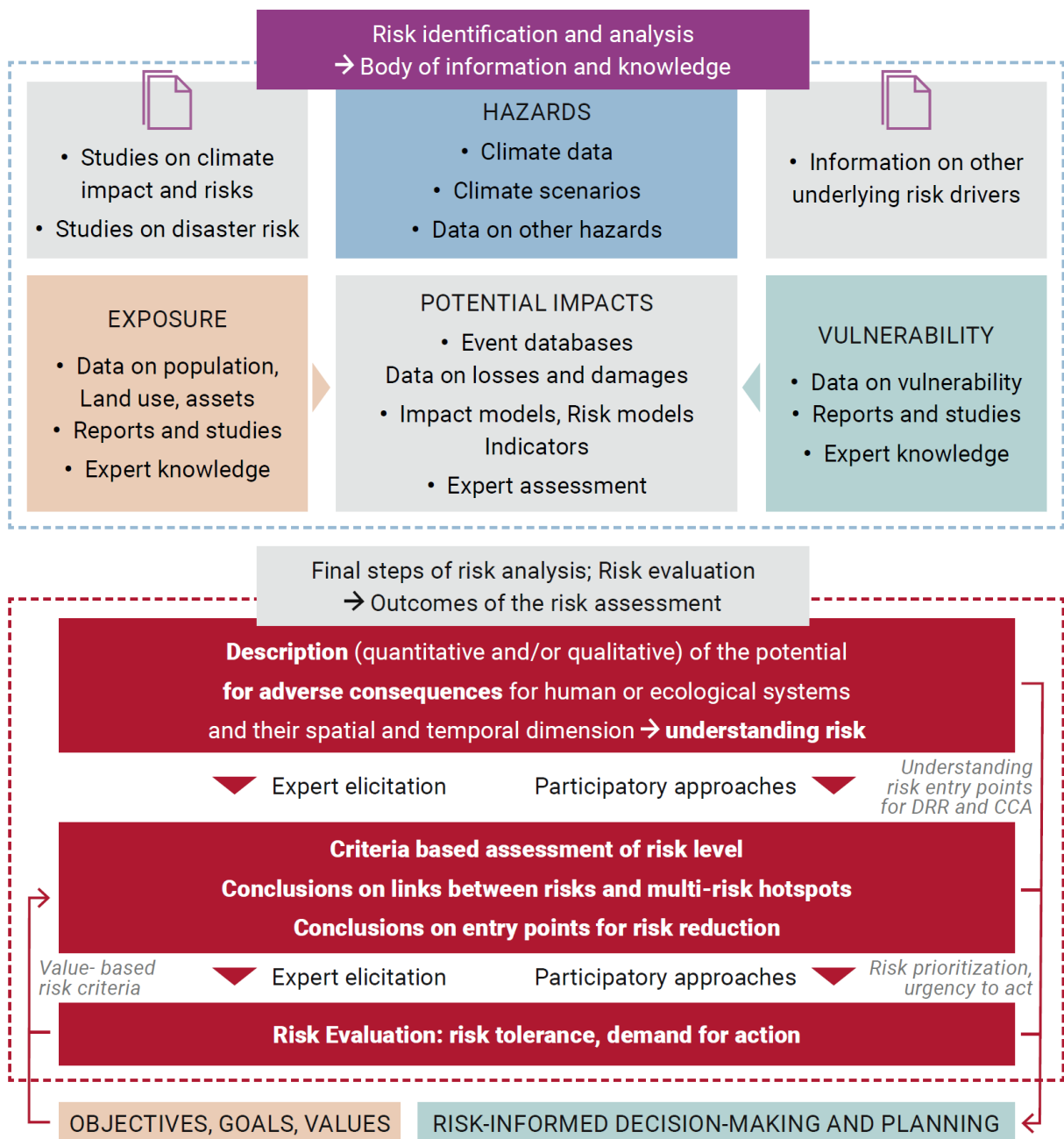


Рисунок 2.12. Прагматичний підхід для завершення CRA [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

2.7.1. Опис потенційних несприятливих наслідків

Підхід до моделювання або аналізу потенціалу несприятливих наслідків для людини або екологічних систем залежить від складності вибраних ризиків і наявних ресурсів (наприклад, даних, моделей, знань, експертів і наявного часу). Методи не можуть бути такими кількісними, як у підході DRR, або лише для певної частини оцінки (наприклад, небезпеки та фізичний вплив), і повинні

враховувати набагато більше суб'єктивних елементів, рішень, заснованих на цінностях, і якісних висновків.

Гібридні підходи

– Таким чином, оцінки ризиків для комплексних ризиків, пов'язаних із кліматом, мають тенденцію дотримуватись гібридного підходу з сумішшю, що складається з:

– Кількісні та просторові чіткі описи небезпеки на основі кліматичних спостережень або моделей для поточної ситуації, а також на кліматичних сценаріях для потенційних майбутніх ситуацій.

– Кількісні підходи для вибраних прямих фізичних впливів (наприклад, повеней або зсувів), для яких існують встановлені фізичні моделі. Потенційні майбутні впливи можна моделювати за допомогою тих самих фізичних моделей, але з урахуванням кліматичних сценаріїв замість кліматичних спостережень.

– Напівкількісні оцінки для вибраних факторів впливу та вразливості, описаних проксі-індикаторами для поточної ситуації.

– Сюжети та розповіді про основні драйвери, минулі тенденції, критичні процеси та вразливі місця.

Одним із способів об'єднання відповідної інформації в загальну систему оцінки є використання нормалізованих індикаторів, які об'єднуються в складені індикатори (наприклад, для окремих компонентів (небезпека, вразливість, вплив) і, нарешті, агрегуються до комплексного показника ризику. Перевага складених показників полягає в прозорості етапів оцінювання та порівняльності результатів (наприклад, між адміністративними областями). Крім того, кілька індикаторів можна нанести на карту, а оцінку ризику можна зробити просторово чіткою та провести в середовищі ГІС (рис. 2.13).

Проте підхід, що базується на індикаторах, вимагає кількох нормативних рішень щодо вибору індикаторів, схеми передачі вартості, нормалізації та зважування, а також не має деяких відповідних компонентів комплексного ризику, для якого не можна визначити індикатори. Підходи, засновані на

індикаторах, рекомендуються для більших територій з багатьма підрозділами та потребою оцінювати ризики в просторово чіткий спосіб. Для менших територій може підійти більш якісна оцінка. Прикладами підходів, що ґрунтуються на показниках, є *GIZ Vulnerability Sourcebook* та *its Risk Supplement* [20–22] або структура *INFORM* [18].

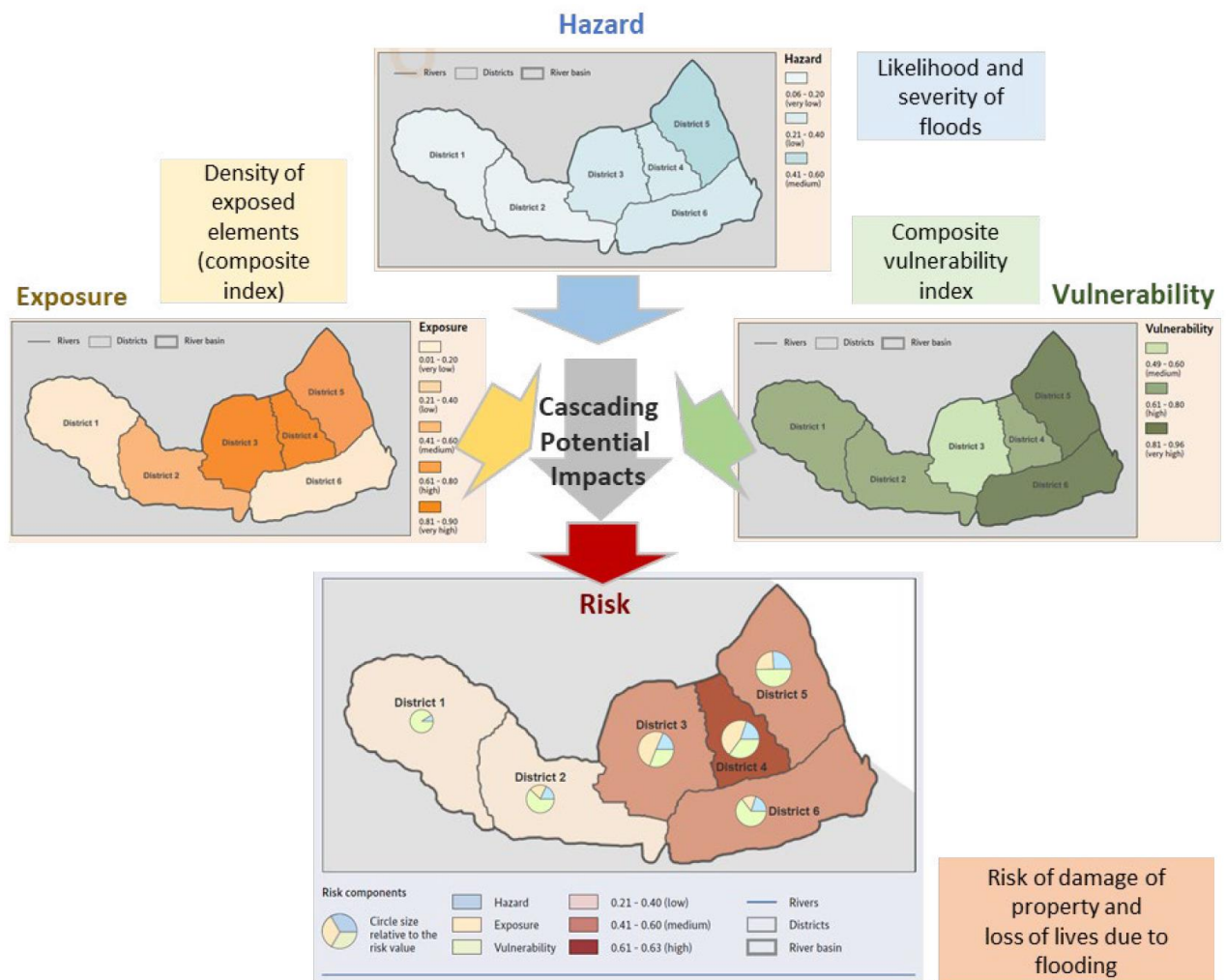


Рисунок 2.13. Приклад просторово явної інтеграції компонентів ризику в ризик відповідно до підходу на основі індикаторів [на основі: *GIZ, Eurac та UNU-EHS* з доопрацюванням автора]

Інший, якісний метод – це структуроване, засноване на експертах узагальнення окремої інформації, перерахованої вище. Таким чином, невелика інформація також може бути інтегрована в оцінку. Тим не менш, має сенс дати незалежну оцінку окремих компонентів ризику (небезпеки, впливу та вразливості) або навіть підкреслити внесок відповідних окремих факторів. *Zommers* та ін. [22] задокументувати та обговорити хороші приклади

якісної та структурованої оцінки ризиків у контексті *IPCC*. Різноманітні нещодавні національні оцінки кліматичного ризику ґрунтуються на детальній і структурованій експертній оцінці [26, 37].

Опис потенціалу наслідків для «капіталу» або «шару експозиції»

У програмах *DRR* основною метою оцінки ризику є опис та оцінка спільного масштабу потенційних несприятливих наслідків (наприклад, з точки зору *L&D*) та їхньої ймовірності. Такі наслідки часто оцінюються, зосереджуючись на різних «капіталах» (або «активах» або «товарах»), таких як [33, 38]:

- Людський вплив у вигляді смертельних випадків, поранень і тривалих хвороб, людей, евакуйованих або які втратили доступ до основних послуг, а також переміщених осіб і людей, які покинули свої домівки.

- Економічний вплив, включаючи фінансові та матеріальні втрати, а також економічні втрати від різних секторів економіки.

- Вплив на навколишнє середовище, враховуючи вплив на природні ресурси, охоронювані території та середовища існування (ліси, наземне біорізноманіття, водні, морські екосистеми тощо), а також природне та міське середовище. До цієї категорії можна віднести вплив на культурну спадщину.

- Політичний/соціальний вплив (включаючи безпеку), беручи до уваги порушення повсякденного життя/використання критично важливих об'єктів (енергетика, охорона здоров'я, освіта тощо), водна та продовольча безпека, втрата засобів до існування/доходу, соціальні хвилювання, загрози соціальній безпеці та здатність керувати країною та контролювати її. Іноді ця категорія включає психологічні ефекти.

У налаштуваннях *CRA* ці «капітали» можуть бути представлені конкретними «шарами» впливу, які були визначені на етапі визначення обсягу та на етапі концептуалізації (ланцюжки впливу), відповідаючи на такі запитання, як: які значення мають бути захищені (наприклад, людські життя, екосистеми або соціальна згуртованість), які спрямовані (наприклад, *SDGs*) мають бути досягнуті, але яким можуть загрожувати небезпеки, пов'язані з кліматом (наприклад,

продовольча безпека чи скорочення бідності), і яких несприятливих наслідків слід повністю уникати (наприклад, незворотна втрата екосистем)?

Опис масштабу потенційних несприятливих наслідків

Деякі з наведених вище впливів можна описати кількісно, наприклад, з точки зору кількості смертей/травм для «людського капіталу» або економічних цінностей (наприклад, фізичне пошкодження структур або переривання діяльності), принаймні для поточної ситуації.

Інші впливи необхідно описувати якісно або з використанням наративних підходів. Для потенційних майбутніх станів у більшості випадків буде неможливо кількісно описати несприятливі наслідки для людини та екологічних систем. Тоді наслідки можна оцінити або за допомогою напівкількісних підходів із складеними показниками, або суто якісно за допомогою підходів, заснованих на експертах і зацікавлених сторонах.

Тим не менш, будь-які потенційні наслідки, які можуть спричинити високий ризик для суспільства, слід враховувати і не залишати поза увагою лише тому, що кількісний опис неможливий. Зменшення врожайності через збільшення частоти, тривалості та масштабів посух може змусити фермерів покинути країну. Потепління та зменшення внутрішнього озера може загрожувати засобам існування місцевих рибалок. Пов'язана з кліматом міграція в гірську долину може призвести до вирубки лісів та ерозії через захоплення нових земель. Усі ці наслідки, швидше за все, неможливо визначити кількісно, але їх опис важливий для розробки заходів зі зниження ризику та адаптації, і тому його слід описати якомога точніше (табл. 2.5).

Це вимагає досвіду кількох експертів у керованому обговоренні, щоб виявити комбінацію факторів або каскадів, які можуть призвести до високого ризику поза аналізом і де втручання буде необхідним і найбільш корисним. На цьому етапі важливий внесок спеціалістів з адаптації та менеджерів з ризиків. У описі має бути описано, які чинники та основні чинники ризику призводять до певного ризику, який вплив зміни клімату на ризик, і чи існують конкретні просторові чи тематичні гарячі точки чи конкретні вразливі групи. Оцінка

також може висвітлити вразливі місця та брак можливостей, які можуть бути корисними відправними точками для адаптації.

Якісні критерії можуть ґрунтуватися на таких аспектах, як вплив наслідків на функціональність системи (наприклад, повний крах = катастрофа), а підкритеріями можуть бути незворотність і тривалість або необхідність втручання.

Таблиця 2.5

Приклад класифікації за величиною наслідків [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Масштаби наслідків	Критерії/дії ризику
1. Обмежений/незначний	Лише незначні L&D, які не впливають на функціональність; зовнішні заходи не потрібні
2. Незначний/істотний	Незначне зниження функціональності системи, незначне L&D; необхідні заходи підтримки
3. Помірний/серйозний	Серйозне зниження функціональності системи, помірний L&D; необхідна національна підтримка
4. Значний/ дуже серйозний	Довгострокове пошкодження функціональності системи, високий L&D; необхідні національна підтримка та втручання
5. Катастрофічний/ згубний	Необоротний колапс системи, дуже високий L&D; необхідно національне та/або міжнародне втручання

Примітка: Подібні критерії можна використовувати для класифікації ризиків, якщо ймовірність впливу не може бути виражена.

Опис ймовірності потенційних несприятливих наслідків і чому це важко зробити в контексті зміни клімату

У класичному підході *DRR* масштаб потенційних наслідків сам по собі не описує відповідний ризик. Насправді ймовірність потенційних наслідків також має бути спільно розглянута. У типовій структурі *DRR* ймовірність наслідків визначається ймовірнісним описом основної небезпеки. У відносно обмежених додатках (здебільшого окремі небезпеки та врахування кількісних впливів) ймовірності можуть бути приписані небезпеці певної величини (наприклад, ураган 4 рівня), наприклад, отримані зі стохастичних моделей на основі попередніх спостережень. Ймовірність для кількох рівнів величини може бути виражена так званими функціями щільності ймовірності.

У контексті зміни клімату часто важко, неможливо або просто недоречно описати ймовірність потенційних наслідків з кількох причин. Більшість із них

пов'язані з тим фактом, що ймовірність можна призначити лише окремим подіям (а не процесам чи тенденціям). У контексті зміни клімату основна увага приділяється опису складних несприятливих наслідків поєднання небезпечних подій, процесів і тенденцій. На додаток до цих методологічних проблем, висока невизначеність комплексних впливів, відсутність інформації про невизначеність, а також відсутність «тега» ймовірності різних кліматичних сценаріїв унеможливають визначення ймовірності між різними кліматичними сценаріями.

Немає встановленого способу вирішення цієї проблеми. Якщо з якоїсь причини (наприклад, для узгодженості з існуючою оцінкою ризику лиха) перспектива «події» та опис ймовірностей потрібні або бажані, єдиний спосіб полягає в тому, щоб трансформувати опис пов'язаних із кліматом небезпек і несприятливих наслідків, де це можливо у «події» (наприклад, шляхом введення критичних порогів) і оцінити їхню ймовірність для поточної ситуації та для кожного кліматичного сценарію окремо.

Наприклад, ризик для фермерів від впливу посухи, який насправді є континуумом, повинен бути описаний подією на кшталт «протягом щонайменше 5 років із 30-річного періоду втрачається щонайменше 50% врожаю». Для такої події можна оцінити ймовірність для поточного періоду (наприклад, малоймовірно) та для єдиного репрезентативного шляху концентрації (*representative concentration pathways (RCPs)*) для конкретних майбутніх періодів (наприклад, до 2050 року, «ймовірно» для *RCP 2.6* та «дуже ймовірно» для *RCP 8.5*). Однак такі заяви були б дуже непевними. Найважливіше те, що вони описували б лише обмежену частину безперервного простору потенційних наслідків, що не було б корисним для розуміння ризиків і визначення варіантів зменшення ризику та адаптації.

2.7.2. Від несприятливих наслідків до ризику

Загальною концепцією у сфері *DRR* є застосування матриці ризику, яка перетинає величину з ймовірністю наслідків для опису ризику з рівнями ризику (наприклад, високий, середній і низький). Проте не існує стандарту, який би

визначав, що саме означає високий, середній чи низький ризик, і які критерії слід застосовувати. Критерії часто вибираються неявно шляхом визначення критеріїв вірогідності та впливу.

Якщо недоцільно або неможливо описати потенційні несприятливі наслідки як подію з величиною та ймовірністю, має бути застосований прагматичний підхід, який є більш індуктивним, шляхом експертної оцінки рівнів ризику на основі комплексного опису потенційних наслідків.

У цьому випадку потенційні несприятливі наслідки описані якомога детальніше, повніше та просторово зрозуміло, з поєднанням кількісної, напівкількісної та якісної інформації для кожного відрізка часу та для кожного сценарію (поточна ситуація та потенційні майбутні сценарії для різних траєкторій випромінювання). Там, де це можливо, повідомляється про потенційні діапазони впливу та наслідки. Там, де це можливо, слід також надати інформацію про достовірність висловлювань.

На основі цієї комплексної інформації про потенційні наслідки рівні ризику оцінюються достатньою кількістю експертів (наприклад, більше 10), які спочатку оцінюють кожен ризик для кожної просторової одиниці (наприклад, району чи екозони) незалежно в першому раунді, а потім обговорюють і узгоджують, призводить до другого туру. Подібний підхід застосовується в робочих групах *IPCC* під час формування експертних висновків щодо ризику, наприклад, для визначення ключових ризиків [22]. Критерії для оцінки ризику можуть бути подібними до описаних вище щодо величини несприятливих наслідків. Або вони вже можуть бути орієнтовані на критерії, які застосовуються під час оцінки ризику, такі як класифікація на прийнятні допустимі та неприпустимі ризики.

2.7.3. Порівняння ризиків між системами та секторами

Загальна схема класифікації ризиків (наприклад, від незначного до високого) дозволяє порівнювати ризики в одній системі (наприклад, соціальному секторі), за часовими масштабами (наприклад, ризик для поточної

ситуації проти ризику для потенційних майбутніх ситуацій), за секторами та регіонами (якщо оцінка ризику виконується просторово явним способом). Це корисно, якщо ризики та попит на зменшення ризиків мають бути пріоритетними.

Зменшення: аналіз ризиків у секторах і системах

Під час комплексної оцінки кліматичних ризиків часто розглядається велика кількість ризиків для різних людських або екологічних секторів. У такому контексті останнім кроком аналізу ризиків може бути оцінка взаємозв'язків між окремими ризиками в різних секторах. Часто можна визначити комплекси ризиків, які пов'язані з певними частинами ланцюгів впливу. Наприклад, вплив клімату на доступність води має широкі наслідки для сільського господарства, виробництва енергії, охорони здоров'я, промисловості та навіть транспорту. Ідентифікація таких кластерів ризику є корисною для визначення ефективних заходів зі зменшення ризику, які вирішують ризик на ранній стадії каскаду ризиків і зменшують ризик для кількох систем чи секторів. *Warren* та ін. [24] і *Buth* та ін. [39] наводять хороші приклади національних досліджень кліматичних ризиків, у яких мета-аналіз і кластеризація ризиків використовуються як останній крок аналізу ризиків.

2.7.4. Оцінка ризику

Оцінка ризику є останнім кроком оцінки ризику. Відповідно до *ISO 31000* [9], метою оцінки ризику є підтримка рішень. Оцінка ризику передбачає порівняння результатів аналізу ризику з критеріями ризику, встановленими на етапі визначення обсягу, щоб визначити, де потрібні додаткові дії. Це може призвести до таких рішень:

- Більше нічого не робити.
- Розгляньте варіанти лікування ризику.
- Проведіть подальший аналіз, щоб краще зрозуміти ризик.
- Зберігайте існуючі засоби контролю.
- Перегляньте цілі.

Концепція оцінки ризику недостатньо розроблена в оцінках кліматичних ризиків. Є лише кілька прикладів національних оцінок кліматичних ризиків, які чітко розглядають цей крок і відрізняють його від аналізу ризиків. В оцінці ризику зміни клімату Сполученого Королівства та національній оцінці кліматичного ризику Нової Зеландії [26, 37] виконується остаточна оцінка всіх ризиків у класі «невідкладність дій» (потрібні додаткові дії, пріоритет дослідження, підтримання поточних дій і короткий огляд). *Mechler* і *Schinko* [40] пропонують класифікувати кліматичні ризики відповідно до їх допустимості (нестерпні, допустимі або прийнятні) і пов'язати цю оцінку з вимогою до дій або необхідністю отримання міжнародної підтримки.

2.8. Усунення невизначеності та перевірка результатів

Оцінки кліматичних ризиків є предметом високого ступеня невизначеності. Зокрема, коли йдеться про майбутні ризики, невизначеність в оцінках кліматичних ризиків є дуже високою. Існує невизначеність у даних, у розумінні процесів визначення правильних проксі-індикаторів, у всіх методах зважування тощо.

Однак серед експертів зростає згода щодо того, що точне прогнозування клімату не є перешкодою для прийняття рішень щодо адаптації. Оцінка ризику – це не лише покращене передбачення ймовірності чи наслідків. Крім того, зменшення невизначеності є лише одним із засобів, за допомогою якого відбувається прогрес у напрямку адаптації [41].

Тим не менш, важливо усунути невизначеності, принаймні якісно, зробивши джерела невизначеності прозорими для кожного ключового твердження. Наприклад, заяви про ризики, пов'язані з прямим впливом підвищення температури, менш невизначені, ніж ризики, пов'язані з впливом сильних дощів. Оцінка складних ризиків із довгими та каскадними ланцюжками є більш невизначеною, ніж оцінка менш складних ризиків.

Для складних тверджень, для яких невизначеність не можна оцінити в кількісному виразі, *IPCC* використовує термін «достовірність» замість

«невизначеність» як змішане поняття, посиляючись на узгодженість інформації та обсяг доступної інформації. Розуміння рівня невизначеності та/або впевненості твердження також важливо, щоб уникнути дезадаптації. Щодо майбутніх ризиків, кількісні показники не слід тлумачити надмірно, і їх слід сприймати більше як показник того, що може статися. Загалом, заходи з більш загальним ефектом, що веде до більшої стійкості, краще підходять для реагування на невизначеність, ніж заходи, які вимагають точної технічної інформації про потенційний вплив.

Валідація є ще однією важливою концепцією для вирішення та зменшення невизначеності та підвищення довіри. Перевірку можна виконувати на всіх рівнях:

- Кількісні підходи, такі як кліматичні моделі; моделі впливу можна перевірити кількісно для минулих періодів на основі порівняння зі спостереженнями (тобто виміряними даними).

- Будь-який якісний або концептуальний підхід, такий як експертні оцінки; ланцюжки впливу можуть бути перевірені групою незалежних експертів.

- Кінцевий результат, наприклад остаточний звіт про ризики; ключові висновки повинні бути розглянуті достатньою кількістю незалежних експертів.

Не менш важливим, ніж валідація, є досягнення консенсусу та зобов'язань щодо результатів оцінки ризиків з боку менеджерів ризиків та зацікавлених сторін, які представляють уражені системи, включаючи вразливі групи. Якщо ці зацікавлені сторони не погодяться з результатами оцінки, вони не приймуть або не приймуть заходи щодо зменшення ризику.

2.9. Представлення результатів оцінки ризику

Дизайн *CRA* також має бути відображено в структурі підсумкового звіту про оцінку. У той час як звіти про оцінку ризику стихійного лиха зазвичай мають структуру за типом небезпеки, звіт *CRA*, якщо оцінка ризику стосується кількох секторів або систем, може бути структурована за секторами та системами, від фізичних впливів до природного середовища та людських систем. Презентація результатів оцінки ризику може бути структурована в такому порядку:

- Вплив на фізичне середовище, що часто викликає вторинні небезпеки, такі як екологічні та геонебезпеки (наприклад, кругообіг води, кріосфера та стабільність рельєфу).
- Вплив та ризику для біорізноманіття, екосистеми та екосистемні послуги.
- Вплив і ризику для фізичних активів (наприклад, населених пунктів та критичної інфраструктури).
- Вплив та ризику для людей та їх засобів до існування (наприклад, здоров'я та травми та прямі засоби до існування).
- Вплив та ризику для соціальних послуг (наприклад, доступ до харчування, освіти, медичних послуг та догляду).
- Вплив і ризику для первинного сектора та основних послуг, пов'язаних з управлінням природними ресурсами (наприклад, сільське господарство, лісове господарство, рибальство та водне господарство).
- Вплив та ризику для інших важливих секторів і послуг (наприклад, енергетика, транспорт або інформаційно-комунікаційні технології).
- Вплив та ризику для інших секторів суспільства (наприклад, туризм, промисловість або торгівля).

Звіт про оцінку ризику міститиме графіку, наприклад ланцюжки впливу. Вони дозволяють розглядати взаємозв'язок факторів, що складають конкретний ризик, який розглядається, або сектор на одній картині. Звіт також має містити таблиці з переліком ключових факторів, які впливають на кожен компонент ризику, і способи вимірювання кожного фактора з використанням індикаторів, якщо кількісні дані були доступні, або ознак того, як фактор вимірювався за

допомогою якісного методу. Щоб зрозуміти, де в регіоні чи країні загальний ризик, його компоненти та фактори найбільш виражені, а отже, де потрібно вжити конкретних заходів і наскільки терміново їх потрібно вжити, рекомендується візуалізувати інформацію на картах. Карти можуть бути частиною звіту, і вони можуть бути доступні в Інтернеті для консультацій осіб, які приймають рішення, і громадян.

РОЗДІЛ 3

КОМПЛЕКСНИЙ ПІДХІД ДО ІНТЕГРАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ОЦІНКИ РИЗИКУ ТА ІНФОРМАЦІЇ ПРО РИЗИКИ В ПРОЦЕСИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ ТА ПЛАНУВАННЯ

У цьому розділі зосереджено увагу на процесах прийняття рішень і плануванні з урахуванням ризиків, щоб підтримати зусилля у комплексному управлінні ризиками. У ньому коротко описано, чому необхідна інтеграція ризиків, а також загальні виклики для розвитку з урахуванням ризиків і як деякі з них можна подолати шляхом застосування комплексного підходу, представлення передової практики та рекомендацій.

3.1. Обґрунтування комплексного підходу до інтеграції ризиків у процеси планування

Ризики, пов'язані зі зміною клімату та катастрофами, є комплексними. Вони впливають на цілі системи та спільноти та призводять до різноманітних взаємопов'язаних несприятливих наслідків для екологічних і людських систем. У той же час, інші фактори ризику, такі як бідність, демографічний розвиток та/або деградація земель посилюють ризики та вразливість до них. Через цю складність оцінка та управління ризиками в контексті зміни клімату вимагають детальних і трансформаційних підходів, які враховують додаткові фактори і широке коло зацікавлених сторін – іноді навіть кидаючи виклик існуючим нормам.

Важливим кроком в управлінні ризиками для стійких і стійких суспільств є інтеграція або включення результатів оцінки ризиків у процеси прийняття рішень і планування. Цей крок дає особам, які приймають рішення, і планувальникам можливість брати до уваги оцінені ризики при виборі та визначенні пріоритетів дій щодо зменшення та управління ризиками.

Зазвичай це включає визначення, оцінку та вибір заходів для управління поточними та зменшення майбутніх ризиків у контексті зміни клімату. Можливо,

знадобиться внести необхідні зміни в розробку політики, планів, програм і фінансових інструментів для їх впровадження в різних масштабах [12]. Він також закладає основу для систем моніторингу, оцінки та навчання (*monitoring, evaluation and learning (MEL)*) заходів і відповідних результатів. На рис. 3.1 показано різні компоненти або кроки для інтеграції ризиків у процеси прийняття рішень і планування. Однак насправді вони не обов'язково виконуються послідовно, а комплексний підхід, представлений тут, побудований на ітераційному процесі, що дозволяє мати справу з динамічними ситуаціями та різними вихідними точками в контексті користувача.

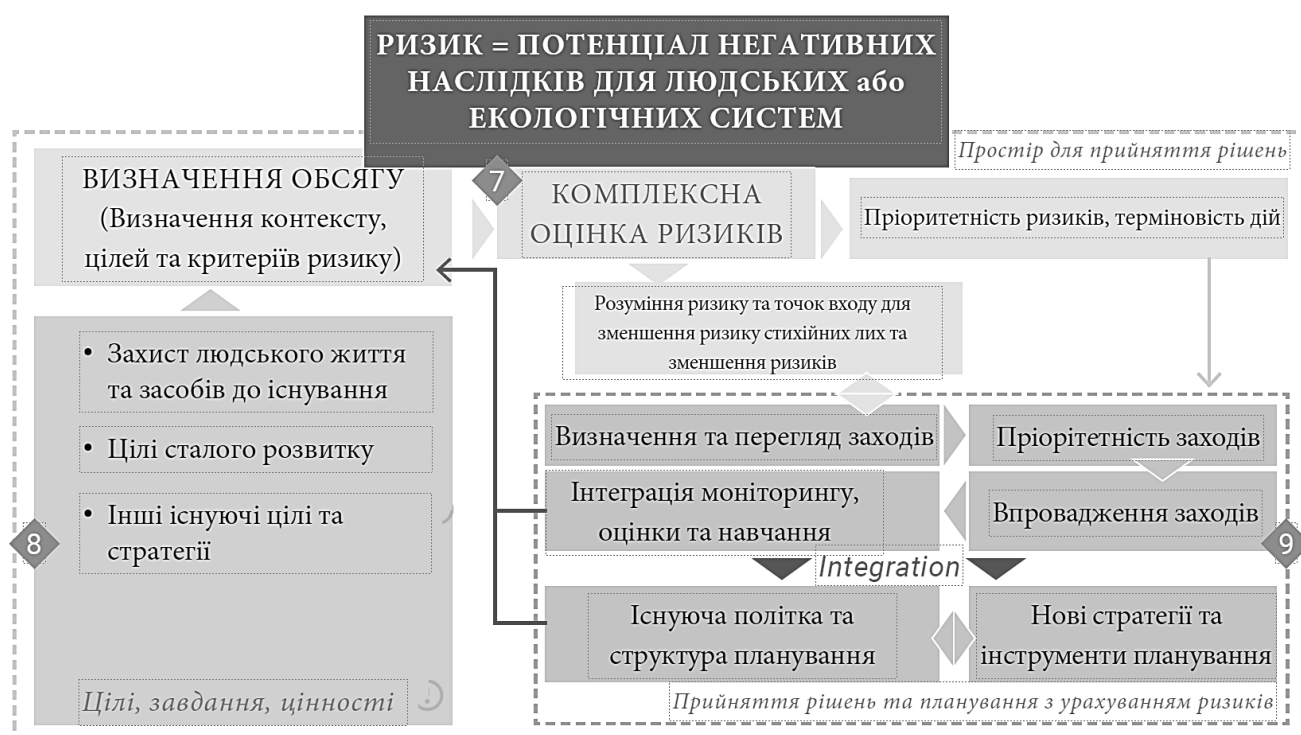


Рисунок 3.1. Витяг з *CRA* та рамки планування [на основі літературних джерел з доопрацюванням автора]

Примітка. Типові кроки або компоненти планування включають: визначення потреби та типу оцінки ризику на основі перегляду існуючої політики та основи планування; ризики оцінюються щодо визначених завдань, цілей і цінностей; визначення, спільне розроблення та вибір заходів зі зменшення та управління ризиками на основі результатів оцінки ризиків; вони інтегровані в існуючу та/або нову політику та плани; і впроваджується в контексті прийняття рішень і планування, пов'язаних з кліматом, з урахуванням ризиків.

3.2. Проблеми інтеграції результатів оцінки ризику в планування

За ці роки особи, які приймають рішення, практики та громади, розширили свої знання про актуальність кліматичної кризи. Однак трансляція цих знань для перенаправлення ресурсів, зміни поведінки та прийняття важких рішень ще має відбутися у широкому масштабі [42]. Обмежені ресурси, можливості, час і політична воля створюють значні проблеми для процесів прийняття рішень і планування в будь-якій сфері, включно з використанням результатів оцінки ризиків. Інші загальні виклики можна згрупувати в три основні категорії: (а) окремі етапи оцінки та планування, (б) робота в розрізненому режимі, пов'язана з інституційними умовами та (в) робота з різними просторовими та часовими масштабами. Вони пояснюються більш детально в цьому розділі. У наступному розділі 3.3 наведено рекомендації та ефективні методи подолання деяких із цих проблем.

3.2.1. Окремі етапи оцінювання та планування

На практиці спостерігається розрив між етапами оцінки (розуміння ризиків) і плануванням (вирішення того, як впоратися з ситуацією). Незважаючи на ненавмисність, давня практика серед груп, які проводять оцінку кліматичних ризиків, і тих, хто керує процесами планування, сприяла розширенню цього розриву.

Оцінки ризику клімату або стихійних лих зазвичай зосереджувалися на (одних) небезпеках, таких як гідрометеорологічні, виключаючи інші фактори, які також сприяють уразливості спільнот і систем. Однак розуміння ризиків для людини та екологічних систем потребує аналізу компонентів ризиків, які піддаються впливу та вразливості. Хоча в деяких випадках може бути доречним зосередження на (окремих) небезпеках (наприклад, прямі заходи боротьби з повенями), політика та плани зазвичай визначають способи зменшення вразливості та/або зміцнення адаптаційних можливостей (наприклад, *EWS*, рослинність/зелені буфери вздовж річок та диверсифікація доходів). Це ще більш актуально та складно, коли маємо справу зі складними та системними кліматичними ризиками з тривалими часовими рамками. Крім того, повільні

процеси, які важче оцінити, також, як правило, менш чітко сприймаються як ризики, що вимагають дій у процесі прийняття рішень і політики.

На жаль, підходи та термінологія, які використовують кліматологи, відрізняються від тих, які використовують планувальники та особи, які приймають рішення. Останні повинні враховувати фактори, які наражають громади та уряди на ризик, як-от негідрометеорологічні чи біологічні небезпеки, і забезпечити належне використання їхніх обмежених ресурсів для задоволення різноманітних пріоритетів і потреб (більшість із яких є терміновими). Різна термінологія, яка використовується експертними спільнотами (*DRR* та *CCA*), також створює значні проблеми для кращої спільної роботи на етапах оцінки та планування та в межах кожного етапу. У більшості випадків оцінка клімату/ризиків стихійного лиха та процеси планування відбуваються ізольовано та з різним часом для кожного. Це ще більше сприяє розриву між ними, ускладнюючи створення культури системного планування з урахуванням ризиків.

3.2.2. Окремі процеси планування

Більшість країн мають давно встановлені інституціоналізовані механізми планування, засновані на їхніх національних обставинах, у тому числі ті, що пов'язані з міжнародними цілями та зобов'язаннями. Різні інституції мають конкретні повноваження, бюджети та плани і здебільшого призначені для незалежної роботи. Спільним для цих інституційних установок є наявність окремих, а іноді навіть паралельних і багаторівневих процесів планування, керованих різними урядовими установами на національному та субнаціональному рівнях. Хоча ця структура добре працює для забезпечення безперервної роботи уряду та лінії підзвітності, на жаль, це також посилює відокремлені робочі домовленості, зокрема щодо управління складними ризиками, що розвиваються.

Важливим компонентом планування є інклюзивність і побудова на основі міждисциплінарного, загальносупільного та багатогалузевого підходу. У більшості країн це складно через паралельні інституційні механізми та наявність

спеціальних механізмів діалогу між ключовими зацікавленими сторонами. Як правило, міністерство внутрішніх справ або оборони, агентство цивільного захисту або національний орган *DRM* відповідають за *DRM* на рівні країни з децентралізованими обов'язками щодо впровадження на субнаціональному рівні. Міністерство навколишнього середовища, а іноді водне та метеорологічне агентство відповідають за координацію дій щодо зміни клімату [43]. Це особливо важливо, коли йдеться про різні процеси планування, в яких бере участь широкий спектр зацікавлених сторін у різних секторах та на державних рівнях.

Крім того, реальна та/або уявна асиметрія повноважень між різними залученими установами, а також брак можливостей, інституційних повноважень і стимулів ускладнюють подолання розрізної роботи. Швидкі зміни в політичному керівництві та висока плинність технічного персоналу/державних службовців є додатковими проблемами для ефективної співпраці та довгострокового планування [44].

3.2.3. Робота з різними просторовими та часовими масштабами

Існує багато проблем у роботі з різними просторовими та часовими масштабами через необхідність враховувати поточні та майбутні ризики в контексті зміни клімату, а також впливи на різних рівнях із наслідками для етапу планування. Існують невизначеності, пов'язані з кліматичними прогнозами, повільними процесами та прогнозуванням конкретних небезпечних явищ. Існують також невизначеності у взаємодії між небезпеками, пов'язаними з кліматом, і небезпеками, не пов'язаними з кліматом, включаючи соціально-економічні фактори та різні шляхи розвитку, якими можна скористатися.

Крім того, короткострокові політичні цикли та практики розвитку, що лежать в основі процесів планування, ускладнюють роботу з майбутнім виміром ризиків, пов'язаних із кліматом (наприклад, з урахуванням майбутніх поколінь). Сьогодні також складно мати справу з високим рівнем невизначеності для прийняття рішень (наприклад, інвестування в превентивні заходи для зменшення потенційної шкоди,

яка може відбутися або не статися, найкращим прикладом чого є те, що більшість фінансування спрямовується на відновлення після катастрофи, а не на запобігання) [45, 46]. Крім того, вплив перетинає різні масштаби, наприклад політичні кордони, і вимагає багаторівневого, а іноді й транскордонного управління, таким чином кидаючи виклик існуючим нормам [47].

3.3. Надійна практика для комплексного врахування оцінених ризиків у плануванні

Щоб вирішити вищезазначені проблеми, у цьому розділі досліджується, як комплексні підходи можна застосувати в існуючих процесах планування з метою кращого управління ризиками, пов'язаними з кліматом. Як підкреслювалося в попередніх розділах, поточні потреби змінюються та еволюціонують і вимагають трансформації способів визначення, оцінки та вирішення ризиків.

Використовуючи принципи, представлені в попередніх розділах, наведено приклади, щоб показати, як існуючі передові практики та моделі вже долають бар'єри та дозволяють урядам і громадам враховувати ці складності та працювати за межами існуючих систем. Більшість із цих принципів застосовні до всіх «звичайних» етапів планування, тоді як інші можуть бути більш актуальними для конкретних. Для зручності читання наступні підрозділи представлені в послідовності, що інформує про «звичайний» процес планування. Однак оскільки ні ці принципи, ні звичайне планування.

Якщо в реальності обов'язково відбувається послідовний спосіб, комплексний підхід, представлений у цьому посібнику, має бути гнучким і придатним для використання в різноманітних контекстах політики та планування та на будь-якому етапі, на якому опинився користувач.

Десять ключових принципів для комплексного підходу до оцінки ризику та планування в контексті зміни клімату

1. Ризик для людини та екологічних систем в центрі, розглядаючи:

– Динамічну взаємодію між небезпеками, вразливістю, впливом і основними факторами ризику під час оцінки ризику та пошуку рішень (зниження ризику та адаптація).

– *CRA* як основу та невід’ємну частину загального процесу управління ризиками.

– Загальне розуміння широкої перспективи ризику та доданої вартості зближення спільнот практик *DRR* та *CCA*, включаючи зміну розуму в бік запобігання та готовності.

– Ризик як ціннісна концепція.

2. Повне врахування контексту зміни клімату шляхом урахування:

– Зміна клімату як основний фактор ризику, який змінює небезпеки, пов’язані з кліматом, а також вразливість і вплив сьогодні та в майбутньому

– Повний спектр небезпек, пов’язаних із кліматом (екстремальні явища та повільні процеси та тенденції), а також їх взаємодія та наслідки для некліматичних небезпек.

– Поточний кліматичний ризик, а також майбутній кліматичний ризик, якщо вони стосуються відповідних секторів і систем, а також процесу прийняття рішень і планування для забезпечення адаптивного планування та роботи з різними часовими масштабами.

3. Визнання комплексного та системного характеру ризиків шляхом урахування:

– Вплив множинних небезпек, складних подій, каскадних небезпек, впливів і ризиків, а також зв’язків між ризиками в різних секторах з метою розуміння того, як ці каскади можуть бути перервані заходами щодо зменшення ризиків.

– Ризики для широкого кола взаємопов’язаних людських і екологічних підсистем (включаючи екосистеми та інші природні системи, фізичні активи, людей і засоби до існування, а також сектори суспільства).

– «Неможливість кількісної оцінки» та висока невизначеність у розумінні важливих частин складних ризиків, які вимагають застосування гібридних, якісних та спільних методів для оцінки ризиків та гнучких підходів до управління ризиками для більш стійких систем.

4. Застосування інклюзивного управління ризиками шляхом:

– Залучення та партнерство з багатьма зацікавленими сторонами, прийняття загальнодержавного та загальносуспільного підходу (державного, приватного, громад, центрів знань, засобів масової інформації тощо), а також посилення участі осіб, які приймають рішення, та груп ризику для того, щоб збільшити бай-ін і полегшити реалізацію.

5. Використання трансдисциплінарних підходів для визначення та вибору заходів шляху врахування:

– Широкий портфель і поєднання заходів зі зниження та управління ризиками (*DRR*, *CCA* тощо), залучаючи різні сектори та системи, для вирішення багатьох і залежних від контексту ризиків.

– Різноманітні джерела інформації та знань, включаючи групи ризику.

6. Використання концепції толерантності до ризику для:

– Оцінити ризики відповідно до їх допустимості для стимулювання дій.

– Інформувати про ідентифікацію та вибір відповідних заходів щодо зменшення та управління ризиками.

7. Регулювання, мінімізація та запобігання ризикам через nbss шляхом врахування:

– Роль екосистем та їхніх послуг: як частина ризику (вплив клімату на екосистему та їхні послуги спричиняє ризики для людських систем, деградація екосистемних послуг підвищує вразливість до кліматичних ризиків).

– Підхід має бути адаптованим до різних просторових масштабів, включаючи транскордонні як частину рішення.

8. Інтеграція ризику між секторами та рівнями шляхом урахування:

– Синергія та компроміси на багатьох рівнях, пов'язуючи місцеві реалії з національними та міжнародними процесами.

– Широкий спектр інструментів планування, що змінюють правила гри, наприклад фінансові інструменти та їх терміни.

9. Посилення джерел комунікації про ризики, інформації та знань шляхом врахування:

– Поєднання різноманітних джерел інформації, методів і знань для включення наукових, традиційних, місцевих і корінних знань, полегшення процесів спільного створення знань і розробки заходів.

– Прогалини та потреби в кліматичній інформації та послугах (*CISs*) та їх посилення.

– Щоб пам'ятати про кінцевих користувачів протягом усього процесу оцінки та інтеграції, адаптувати інформацію про ризики.

– Потенціал зміни поведінки та індивідуальна відповідальність.

10. Використання ітеративних та гнучких процесів, врахуючи:

– Адаптивне управління та планування на основі надійних інтерфейсів *MEL*, які входять до ітераційного та динамічного процесу, щоб дозволити коригування планування та реалізації.

– Додана вартість загального процесу як спосіб допомогти заповнити прогалини в спроможності, покращити обмін інформацією та механізми координації.

3.3.1. Постановка ризиків для людини та екологічних систем у центрі

Запропонована комплексна структура ризиків зосереджена на ризиках для соціальних та екологічних систем, оскільки більшість дій планується на цьому рівні, а не на більш звичній перспективі «ризик через небезпеку». Пріоритет 2

Сендайської рамкової програми (*Sendai Framework*) [48] і *GAR2019* [49] наполягають на комплексному розумінні ризиків для підтримки планування з урахуванням ризиків. Більш широкий підхід до ризику має чотири основні наслідки для того, щоб зробити процеси планування більш комплексними:

1. Незважаючи на зростаюче зближення навколо ширшого підходу до ризику, який поділяють спільноти *DRR* та *CCA*, більшість заходів, допомоги на розвиток та інвестицій все ще спрямовані на реагування на катастрофи та відновлення. Перехід до більшої уваги до запобігання та готовності, включаючи попереджувальні, випереджувальні та адаптаційні варіанти, все ще потрібен для всебічного охоплення циклу *DRM*. Дешевше інвестувати в запобігання, ніж у реагування, враховуючи, що катастрофи підривають досягнення розвитку. Профілактика також зменшує втрати та рятує життя, а також надає можливості для збільшення економічного потенціалу та отримання додаткових переваг для розвитку, що називають «потрійним дивідендом стійкості» [45].

2. Комплексний підхід до управління ризиками суттєво поєднує компоненти розуміння та оцінки з їх інтеграцією в процеси прийняття рішень і планування. Оцінка розглядається як основа та невід'ємна частина загального процесу управління ризиками, її слід відкалібрувати та розробити на основі цілей політики та планування. Зібрана інформація та поставлені запитання допоможуть планувальникам і політикам визначити дії для управління спектром ризиків, з якими вони стикаються. Таким чином, саме політичні цілі та цілі планування, обрамлені загальними суспільними цілями, визначають потребу, мету та обсяг оцінки ризику в контексті зміни клімату, як правило, пов'язаного з «кроком визначення масштабів». Це допомагає подолати деякі проблеми, пов'язані з розривом між процесами оцінки та планування.

3. *CRA* в контексті зміни клімату забезпечує необхідну базу для визначення заходів зі зменшення ризику, управління ризиками та адаптації, спрямованих на зменшення вразливості та посилення стійкості людських і екологічних систем. Оцінка аналізує динамічну взаємодію між небезпеками, вразливістю, впливом і

базовими факторами ризику. Це забезпечує прямі точки входу для визначення заходів зменшення ризику. Таким чином, «рішення мають бути більш інтегрованими та надійними, враховуючи взаємодію, компроміси та супутні переваги між секторами та в різних масштабах – і, отже, у традиційних юрисдикціях державних установ – за різними сценаріями» [50].

4. Більш широкий підхід спонукає до розширення відповідальності за дії на все суспільство, охоплюючи звичайні установи, такі як агентства цивільного захисту або екологічні агентства, і всі сектори, урядові організації, неурядові організації, громадянське суспільство, дослідження, ЗМІ та приватний сектор. Розширені повноваження з чіткими ролями та відповідними повноваженнями створюють стимули для спільної роботи та широкого включення ризиків, пов'язаних із кліматом, у процеси планування. Ця колективна відповідальність допоможе позбутися давніх вертикальних і горизонтальних розбіжностей у процесах планування.

Керівні запитання для визначення обсягу

Керівні запитання, які мають особливе значення для етапу визначення обсягу під час перегляду або скринінгу політики, стратегії, плану, програми чи проекту (надалі – інструмент політики чи планування) для ґрунтування на доказах, що ґрунтується на ризиках, включають [на основі 11 з доопрацюванням автора]:

– Чи враховує політика або інструмент планування, як на його цілі впливають кліматичні ризики (включаючи взаємозв'язки між кліматичними та не пов'язаними з кліматом небезпеками)?

– Чи враховують заплановані стратегії та заходи інструменту планування, чи можуть вони збільшити виявлені фактори вразливості (наприклад, у ланцюгах впливу), тим самим збільшуючи загальні ризики катастроф?

– Чи використовує політика або стратегія переваги можливостей для усунення структурних причин вразливості до кліматичних ризиків?

– Чи доступна вся необхідна інформація (аналіз та формування розуміння контексту, включаючи доступну кліматичну інформацію)? Що ще потрібно для оцінки ризику?

Краща практика: розуміння і зв'язання процесу прийняття рішень з оцінка ризику

Програма прикладних наук про катастрофи Землі (*Earth Applied Sciences Disasters Program*) NASA та Міжнародний науково-дослідний інститут клімату та суспільства Колумбійського університету (*Columbia University's International Research Institute for Climate and Society*) застосовують нові підходи до використання даних науки про Землю для прийняття рішень різними користувачами. Наприклад, програма допомагає оцінити ризик зсувів у таборах для біженців рохінджа в Бангладеш. Вчені співпрацюють з установами Організації Об'єднаних Націй, урядовцями та гуманітарними кінцевими користувачами, щоб зрозуміти, як і ким приймаються рішення, які дані та тип найбільш потрібні, перш ніж генерувати необхідну інформацію про ризики та спільно розробляти індивідуальні продукти, які відповідають конкретним потребам. «Робота в командах, які долають традиційні професійні та дисциплінарні межі, дає вченим, які займаються даними та кліматом, можливість дізнатися більше про прийняття рішень у спеціалізованих контекстах» [51].

3.3.2. Застосування інклюзивного управління ризиками

Надання можливості ключовим зацікавленим сторонам, особливо тим, хто входить до групи ризику, зробити свій внесок і бути почутим, допоможе переконатися, що їхні потреби визнаються та враховуються. Також важливо отримати думки від керівників різних агентств, оскільки це допоможе врахувати всі фактори/проблеми/ризики. Об'єднання всіх у сфері управління ризиками, різних спільнот і зацікавлених сторін, щоб вони стали частиною процесів мислення та прийняття рішень (а не просто спостерігачами чи одержувачами допомоги), розширює можливості та є частиною належного управління. Системи

управління та процеси прийняття рішень забезпечують повноваження та сприятливе середовище для прийняття рішень та планування з урахуванням ризиків [52]. Враховуючи системний характер ризику та комплексний вплив катастроф, країни та громади зазнають небезпеки, які є більш частими, більш інтенсивними та більш непередбачуваними [53]. Необхідний загальносуспільний і загальнодержавний підхід до планування, щоб забезпечити врахування всіх напрямків при визначенні пріоритетів стратегій, ресурсів і дій.

На практиці це означає [31]:

- Розширення кола залучених учасників і залучення різних зацікавлених сторін (національних і субнаціональних урядів, громад, громадянського суспільства, центрів знань, ЗМІ, приватного сектора тощо).

- Забезпечення послідовного та широкого використання гендерно-чутливих процесів, політики та планів, які визнають різні ролі, відповідальність, можливості та внески чоловіків, жінок, молоді та людей похилого віку. Наявність інституційних механізмів із чітким розподілом ролей та обов'язків, що забезпечує залучення та кращу координацію між усіма залученими суб'єктами, такими як *DRR*, *ССА*, соціальний захист та інші зацікавлені сторони розвитку.

- Інституціоналізація механізмів, які забезпечують обмін інформацією, координацію та співпрацю між секторами та між адміністративними рівнями, включаючи осіб, які приймають рішення, протягом усього процесу управління ризиками.

- Забезпечення ефективної участі представників групи ризику в процесі планування.

- Сприяти почуттю сильної відданості, лідерства та політичної волі.

- Впровадження систем моніторингу, оцінки та звітності з чіткими лініями підзвітності від початку до кінця.

Витрачений час на розуміння існуючої системи управління в країні чи регіоні, на який спрямована увага, може допомогти виявити потенційні вузькі місця та можливості для покращення координації. Однією з вихідних точок для

покращення координації є обмін та зміцнення систем управління даними та інформацією, включаючи інформаційні служби клімату та стихійних лих, а також реєстри соціального захисту.

Керівні запитання щодо інклюзивного управління ризиками

– Чи існують механізми для консультацій із групами зацікавлених сторін, у тому числі груп ризику, під час розробки, перегляду, планування, складання бюджету та впровадження політики, стратегії чи плану, і чи сприяють вони використанню їхніх внесків?

– Чи чітко визначені ролі та обов'язки в цих координаційних та інституційних механізмах (хто очолює, хто бере участь тощо)?

– Чи визнають політики та плани різні ролі, відповідальність, можливості та внески жінок, чоловіків, молоді та людей похилого віку? Чи використовується гендерно-чутливий підхід протягом усього процесу планування?

– Які потреби в потенціалі та прогалини для залучення відповідних зацікавлених сторін до процесу планування на національному та субнаціональному рівнях?

– Чи передбачає процес перегляду або розробки стратегії чи плану зміцнення необхідного потенціалу?

– Чи є виділені фінансові ресурси для розробки та впровадження політики, стратегій і заходів?

– Чи чітко визначені установи, відповідальні та підзвітні за реалізацію політики (на національному, регіональному та місцевому рівнях)?

Інституційні механізми або процеси прийняття рішень – офіційні чи неофіційні – мають визначати чіткі ролі та обов'язки щодо підтримки загального процесу планування, а також обміну інформацією. Зокрема, це передбачає визначення способів взаємодії з групами оцінки ризиків під час процесу планування для кращої інтеграції ризиків, якщо це необхідно, у процесі. Рекомендується встановити чіткі ролі та відповідальність для національних метеорологічних і гідрологічних служб (*National Meteorological and Hydrological*

Services (NMHSs)) і посередників знань, щоб полегшити доступ до спеціальної інформації про ризики та обмін нею, допомагаючи подолати деякі прогалини в даних та інформації, а також труднощі з їх використанням [43, 54].

Інклюзивність у сенсі ефективної участі вразливих і маргіналізованих верств населення, жінок і корінних груп, які також можуть бути важливими чинниками змін, є ключовою, оскільки зміна клімату по-різному впливає на людей, враховуючи їхні адаптаційні можливості. Для ефективної участі слід розглянути спільне створення знань і спільне проектування заходів зі зменшення ризиків, що підтримуються гнучкими інструментами підтримки прийняття рішень. Ці заходи та інструменти повинні відповідати потребам і реаліям різних груп населення, включно з групами найбільшого ризику [55].

Це вимагає, щоб оцінка ризику враховувала те, як диференційовані рівні вразливості [50], бідності та нерівності взаємодіють із статтю, расою, класом, віком, доступом до схем соціального захисту тощо, і розвиваються протягом життя людини. життєвий цикл. Це дає змогу ідентифікувати рішення, які можуть бути націленими або бути послідовними за потреби за віком і типом населення. На місцевому рівні під час перегляду або розробки нових проектів чи планів це означатиме залучення державних і приватних організацій (наприклад, місцевих органів влади та галузевих асоціацій/груп інтересів) і забезпечення того, щоб різні групи населення, включаючи меншини, також були представлені та могли ефективно брати участь в процесі планування.

На національному рівні також важливо працювати з секторами та представницькими групами (асоціаціями, організаціями громадянського суспільства тощо), які можуть представляти інтереси різних груп населення та регіонів. Крім того, ефективність механізмів координації часто залежить від сприятливого середовища, включаючи існуючу політику та нормативно-правову базу, наявний потенціал і системи управління інформацією (див. принципи повторюваних і гнучких процесів у використанні самого процесу для зміцнення потенціалу під час процесу планування).

Багатосторонні, багатогалузеві та багаторівневі підходи сприяють всеосяжності діяльності. Це означає, що замість окремих інструментів політики в окремих секторах переслідується синергія між цілями політики, щоб максимізувати ресурси, зменшити дублювання та уникнути підриву однієї сфери над іншою шляхом визначення компромісів [55, 44, 56, 57]. Децентралізоване управління та процеси прийняття рішень забезпечують ширшу участь і сприяють співпраці між секторами та сферами, а також можуть сприяти адаптивному плануванню. Виявлення синергії та компромісів між цілями політики та інструментами планування забезпечить ясність процесів планування з метою усунення ризиків по вертикалі та горизонталі.

Політична воля та лідерство є ключовими для керування будь-яким процесом планування та його впровадження. Процеси планування *ССА* та *DRR* (наприклад, *NAPs* та стратегії *DRR*) зазвичай очолюються міністерством навколишнього середовища або агентством цивільного захисту. Спосіб спрямування політичного залучення полягав у розширенні залучених учасників і забезпеченні ефективної участі, включно з міністерствами фінансів і планування або еквівалентами, у процесах перегляду або розробки стратегії. Залучення їх до відповідних керівних комітетів або робочих груп, наприклад, виявилось на практиці, щоб допомогти подолати існуючу асиметрію повноважень, полегшити зацікавленість і підвищити обізнаність у різних секторах.

Інституційні механізми також повинні забезпечувати певний ступінь гнучкості, щоб реагувати на зміни в керівництві та політичному контексті (наприклад, зміну кадрів), а також бути здатними підтримувати ітеративне управління ризиками/адаптивне планування. Це може включати перегляд стратегій, планів і програм у міру зміни факторів ризику [58] (див. принцип щодо гнучких і повторюваних процесів).

3.3.3. Повне врахування контексту зміни клімату

У процесах прийняття рішень і планування необхідно враховувати поточні та майбутні кліматичні ризики, що, як правило, передбачають довший часовий горизонт і впливають на більш широкий спектр людських і екологічних систем, ніж інші джерела ризиків [59].

З одного боку, це означає перегляд існуючих інструментів політики та планування, щоб забезпечити досягнення цілей, враховуючи існуючі ризики, пов'язані з кліматом. З іншого боку, це означає оцінку та внесення необхідних коригувань до існуючих заходів або нових, враховуючи майбутні ризики та невизначеності, пов'язані з кліматом. Це також включає розгляд результатів запропонованої політики та заходів, а також потенційних змін у напрямі політики (шляхи розвитку або тенденції) [60, 61]. Приймаючи рішення щодо розвитку з довгостроковими результатами (довшими за політичні цикли, але зазвичай коротшими за часові масштаби прогнозування зміни клімату, які використовуються в області *ССА*), наприклад, плани інфраструктури чи землекористування, зміну клімату потрібно брати до уваги для планування кліматостійкі інвестиції. Більше того, політики, стратегії, плани, програми та проекти можуть мати різні часові масштаби та просторові одиниці, які необхідно враховувати для комплексного та ефективного планування, що ускладнює процес.

Таким чином, можна зберегти певну гнучкість для роботи з різними часовими горизонтами та просторовими масштабами, якщо завдання інструменту планування визначати необхідний часовий масштаб для кліматичної інформації. Це, швидше за все, буде визначено на етапі визначення обсягу. Наприклад, планується, що такі інфраструктури, як дамби, дороги чи лікарняні будівлі, працюватимуть протягом кількох десятиліть, якщо не сотень років за належного обслуговування, завдяки чому прогнози зміни клімату на середньострокову перспективу є корисними. Навпаки, фінансовий чи сільськогосподарський сектори працюють у значно коротші часові рамки, тому сезонні кліматичні прогнози більш корисні. Секторальна політика, як

правило, розрахована на 10 років, стратегії зазвичай плануються на 5 років або менше, а плани – на 1 або 2 роки.

Крім того, рекомендується, щоб процес і політика або плани були достатньо гнучкими до мінливих умов, сприяючи використанню адаптивних підходів до планування. Гнучкість у використанні різних графіків планування значною мірою залежить від: (а) наявності кліматичних прогнозів і прогнозних даних, (б) здатності використовувати прогнози та діяти на основі них, (в) міцного сприятливого політичного середовища та (г) тісних робочих відносин серед науковців, спеціалістів з планування та інших дисциплін і зацікавлених сторін, щоб гарантувати, що всі елементи враховуються протягом тривалого часу.

Деякі інструменти підтримки прийняття рішень, такі як планування сценаріїв за участю, ігрові інструменти, оповідання та інші інструменти, що включають досвід експертів і зацікавлених сторін, можна використовувати за різних ступенів невизначеності та кількох сценаріїв. Зокрема, це може допомогти змодельовати можливе майбутнє, поєднуючи кліматичні сценарії та сценарії розвитку (аналіз наслідків пов'язаних із кліматом ризиків для запропонованої політики та заходів і того, що станеться за різних кліматичних сценаріїв та сценаріїв розвитку).

Нарешті, ще один спосіб подолання деяких проблем на етапі планування полягає в об'єднанні та розподілі заходів, розглядаючи варіанти без або з низьким рівнем жалю, такі як *NbS* (надання переваги позитивним результатам незалежно від «актуалізованого» ризику або того, чи ризик можна конкретно пов'язати зі зміною клімату чи іншою причиною) і ті, які, ймовірно, зупинять каскадні впливи (див. принципи системного характеру кліматичних ризиків, *NbSs* і міждисциплінарний підхід). Комплексний підхід також передбачає залучення досвіду та знань із багатьох джерел інформації (наприклад, поєднання місцевих або традиційних знань із науковими даними), залучення широкого кола зацікавлених сторін та використання широкого портфеля заходів з управління ризиками (*DRR*, *CCA*, соціальний захист, адаптація на основі екосистеми тощо), що може допомогти впоратися з прогалинами в даних і неминучою невизначеністю.

3.3.4. Посилення інформації про ризики та комунікації

Поєднання та використання різноманітних джерел інформації та знань

Перше, що варто розглянути, – як поєднати різні джерела інформації. Існує різноманітність джерел знань про ризики та досвіду, який може включати наукові дані, різні дисципліни, корінні народи та місцеві громади. Їх об'єднання посилить зв'язки між розумінням диференційованих рівнів/типів ризиків (з боку оцінки) та визначенням дій і пріоритети для їх адекватного вирішення на основі місцевих умов, існуючих практик, ресурсів і потреб [61]. Збір вхідних даних від широкої групи зацікавлених сторін може колективно визначити строгий набір дій, які спільно розроблені з тими, хто піддається найбільшому ризику. Це дасть їм можливість стати агентами змін. Це особливо важливо для планування на місцевому рівні та допоможе забезпечити спільне володіння зусиллями.

Посилення комунікації ризику

Важливою частиною перехресного навчання є можливість для різних зацікавлених сторін відкрито поділитися своїми поглядами на інформацію про ризики та досвід. Ризики в контексті зміни клімату можуть бути комплексними, множинними та системними, по-різному впливаючи на окремі групи населення з різними адаптаційними можливостями. Іноді вони також є надто абстрактними, надто ймовірнісними та занадто перспективними, щоб їх можна було взяти до уваги, особливо громадами та урядами з обмеженими наявними ресурсами. Наприклад, вчені можуть бути стурбовані збільшенням кількості опадів на 2 мм, але місцеві громади, особливо фермери та ті, хто живе в постраждалих районах, не відчують серйозності інформації, якщо її не перевести в практичний і реальний контекст.

Таким же чином, коли особи, які приймають рішення, або розробники політики планують графіки відповідно до кількості років перебування на посаді або обмежені короткостроковими циклами ресурсів, розуміння науки та впливу на громади дозволить їм побачити повнішу картину в різних часових масштабах. Якщо цей розрив у розумінні не буде усунено, що виходить за рамки перекладу інформації національними та місцевими мовами, визначення дій для усунення

та/або зменшення цих ризиків не досягне консенсусу. Крім того, додаткова робота над цільовою комунікацією також сприятиме усуненню прогалин у даних і пов'язаних з ними невизначеностей. Це особливо актуально на етапі оцінки ризику (соціальна оцінка допустимих і неприпустимих ризиків), забезпечення відповідності стратегій або розроблених заходів та сприяння володіння процесом прийняття рішень, участь зацікавлених сторін.

Усвідомлені та продумані підходи до комунікації ризиків є ключовими для використання результатів оцінки ризиків у процесі прийняття рішень і планування, а також для зміни поведінки. В основі *CRM* лежить урахування потреб і можливостей кінцевих користувачів, у тому числі того, як краще оцінити та зрозуміти інформацію про ризики. Наприклад, на етапі визначення обсягу цілі політики та планування вже можуть керувати типом результатів та необхідною інформацією про ризики, для кого та в якому форматі. Це дає змогу адаптувати результати оцінки ризику та повідомляти «дієву» інформацію про ризик для кожного користувача в потрібний час. Наприклад, показники стійкості до зміни клімату, карти багатьох небезпек і сезонні календарі є одними з більш ефективних візуальних інструментів, які допомагають пришвидшити діалог з особами, які приймають рішення, водночас визнаючи припущення та можливі невизначеності, що стоять за цими спрощеними представленнями.

Необхідно ретельно розглянути та обговорити рішення та встановлення способів обміну та передачі інформації про ризики на початку процесу планування (тобто, як буде передаватись отримана інформація про ризики, кому та через які (інституційні) механізми). Кілька варіантів на практиці можуть допомогти подолати деякі проблеми, пов'язані з обміном даними та інформацією, і сприяти участі зацікавлених сторін під час і поза процесами планування. Вони включають визначення та просування кращої політики щодо обміну даними та інформацією, визначення, використання та вдосконалення каналів комунікації про ризики, таких як партнерство між наукою та суспільством, *CISs*, використання громадянської науки та розвиток потенціалу для інтерпретації та використання

цієї інформації, зміцнення та покладання на знання брокери (ключові інформатори). *NMHSs*, які зазвичай створюють, зберігають та аналізують кліматичні дані, можуть відігравати важливу роль у створенні або спільному створенні *CISs*, адаптованих до потреб користувачів, працюючи разом з різними галузевими міністерствами чи установами, яким потрібна кліматична інформація. Зростаюче застосування прогнозування, заснованого на впливі, національними метеорологічними службами також може сприяти зміцненню інформації про ризики, надаючи прогнози про можливий вплив погодних збурень, замість того, щоб прогнозувати лише екстремальні погодні явища.

3.3.5. Визнання комплексного та системного характеру ризиків

Пандемія *COVID-19* – це криза охорони здоров'я та соціально-економічна криза, яка продовжує загрожувати добробуту сотень мільйонів людей. Це призводить до прямих втрат людей, а також негативно впливає на зайнятість, промислове виробництво та ланцюги поставок, фінансові ринки та заощадження, мобільність людей, сільське господарство та продовольчу безпеку, психічне здоров'я та доступ до медичної допомоги тощо. Крім того, окрім пандемії, продовжують відбуватися інші небезпечні події, про що свідчить тропічний циклон *Harold* [62], створюючи комплексні ризики, які ще більше посилюють наслідки.

Ця ситуація чітко демонструє те, що *UNDRR* окреслив у *GAR2019* [1]: **ризик є системним, а кризи – каскадними**. Існуюча політика та системи (наприклад, охорона здоров'я, фінансування, освіта та соціальний захист), рішення та пріоритети сприяють тому, що спільноти стають більш вразливими або стійкими. У зв'язку з більшою кількістю стресів і потрясінь, розуміння взаємозв'язку цих факторів дозволить краще пом'якшити ризики та відновитися від наслідків у майбутньому. Системні ризики виникають і не обов'язково є очевидними за допомогою сучасних підходів «небезпека плюс безпека», поки не станеться катастрофа. Вони стають очевидними лише в ретроспективі в результаті серії

подій, які перетинають нав'язані людьми межі, інституційні, географічні, дисциплінарні, концептуальні чи адміністративні [1].

Як пояснювалося в попередніх розділах, взаємодія між небезпеками та різними основними джерелами вразливості призводить до впливів, які, якщо їх не контролювати, призведуть до хвильових і каскадних ефектів. Зміна клімату посилює ризики, які сильно (і негативно) впливають на взаємопов'язані елементи та функції системи – від фізичних впливів до економіки, розвитку та суспільства [63, 64]. Це вимагає нових форм аналізу, методів та інструментів для розуміння, оцінки, визначення та визначення пріоритетів відповідних заходів реагування на катастрофи, які викликають каскадні наслідки [65].

Застосовуючи це в процесах прийняття рішень і планування, необхідно враховувати різні питання. Перший полягає в тому, щоб поглянути на «загальну картину» та існуючу політику та структуру планування та розподіл бюджету, переконавшись, що вони надають достатній простір для прийняття змін, які дозволять планам і діям, включаючи бюджети, бути чутливими для управління та зменшення ризиків. Це включає в себе оновлення або формулювання нової політики, управління та управління наслідками лиха в окремих і взаємопов'язаних секторах [66].

При розгляді системних ризиків у процесах планування слід розглядати та аналізувати: (а) те, як відбувалися минулі катастрофи, (б) як кожна небезпека взаємодіяла з іншою та (с) які та як різні фактори вразливості призвели до катастроф та їхніх наслідків. Це може забезпечити чітке уявлення про вузькі місця, помилки та навіть області, де каскадні ризики були відвернені та зупинені. Переглянуті разом із прогнозами та кліматичними прогнозами та іншими даними про вразливість і ризики, це може забезпечити добре розуміння складності ризиків, з якими стикається країна на національному та субнаціональному рівнях. Країни з міцно взаємопов'язаними громадами, галузями промисловості та критичною інфраструктурою виграють від такого перегляду планування. Прийняття урядами варіантів управління системними ризиками вимагає кращого цілісного розуміння взаємопов'язаних, складних і нелінійних причинно-

наслідкових зв'язків в елементах системи. Тоді це дозволить визначити можливі варіанти управління ризиками на основі комбінації міждисциплінарних підходів. Це допоможе запобігти, зменшити та перенести ризики або навіть повністю змінити ситуацію чи вирішити залишкові ризики.

Різні автори та тематичні дослідження запропонували способи розкрити системну природу ризиків і як найкраще покращити розуміння та аналіз їхнього впливу та розробити стратегії, щоб зупинити їхні хвилі та каскадні ефекти. Таблиця 6 характеризує системні ризики з шістьма властивостями в першому стовпці, які вимагають відповідних міркувань для планування відповідних варіантів управління ризиками, описаних у другому стовпці [47].

Таблиця 3.1

Вирішення та управління системним характером ризиків

Властивості системних ризиків	Міркування щодо вирішення системних ризиків
Дуже складний	Охарактеризуйте системні взаємозалежності між природними небезпеками та іншими типами небезпек у антропогенному середовищі для визначення відповідних заходів з управління ризиками [47]. Застосувати поєднання природничих, технічних, соціальних і гуманітарних (міждисциплінарних) і практичних і наукових (міждисциплінарних) підходів для оцінки, управління та управління природними небезпеками [47].
Багато з них є транскордонними	Прийняти підходи до транскордонного співробітництва та співпраці. Багато, якщо не всі системні ризики виходять за межі політичних кордонів і потребують багаторівневого управління та міжнародної співпраці (наприклад, глобальне потепління). Незважаючи на складність, історія показала, що під час великомасштабної катастрофи міжнародна співпраця спрацювала [67]. Поточна міжурядова співпраця та співпраця щодо зміни клімату, ЦСР і Сендайської рамкової програми можуть сприяти подальшому розвитку необхідної співпраці.
Характеризується стохастичним зв'язком між тригером і наслідками: взаємопов'язаний, складний і нелінійний у причинно-наслідковому зв'язку та зв'язках між ризиками в різних секторах	Використовуйте такі інструменти, як планування сценаріїв, щоб зрозуміти, на які частини системи вплине кліматична небезпека та як хвильові ефекти вплинуть і призведуть до збоїв у системі [47]. Результати планування сценаріїв та оцінки вразливості можуть бути інтегровані в існуючі стратегії або планування на випадок надзвичайних ситуацій (наприклад, планування сценаріїв підготовки до надзвичайних ситуацій).

Системний розвиток є нелінійним і включає переломні точки	Визначте, які дії найімовірніше призведуть до небезпечного наближення до критичного порогу/переходу, і ввімкніть політики, які уникають таких дій. Ранжуйте дії відповідно до ймовірності такого ризику [67], щоб допомогти визначити пріоритетність відповідних підходів до управління ризиками.
Часто недооцінюється в державній політиці через високу невизначеність у точках виникнення, масштабі шкоди та загальній складності	Прийняття рішень на основі доказів потребує аналізу фактів [67]. Управління стихійними лихами спрямоване лише на прямі впливи. Використовуйте ланцюги впливу від оцінок ризиків, щоб підвищити обізнаність і привернути увагу урядів до системного характеру ризиків і, зокрема, до того, як прямі впливи можуть каскадувати через ці ланцюжки для розробки ефективних підходів до управління ризиками. Інноваційні підходи до комунікації ризиків, щоб розкрити ці відносини більш простими способами, можуть допомогти створити чітку картину, яка інформує громадськість про сприйняття ризику.
Під впливом взаємозв'язків між соціальним, екологічним, технічним і міським середовищем	Прийміть підхід до багатьох небезпек, спрямований на визначення взаємодії та взаємозв'язку між природними та антропогенними небезпеками. Наприклад, визначити та ранжувати елементи системи відповідно до їх важливості для підтримки основних функцій системи.

3.3.6 Використання міждисциплінарних підходів для визначення та вибору заходів

Важливо враховувати різні дисципліни в процесах прийняття рішень і планування, щоб забезпечити комплексне управління ризиками на основі характеру ризику та його потенційного впливу, описаного в розділах 1 та 2 (наприклад, системний, взаємозв'язаний, каскадний і транскордонний). Це особливо актуально під час визначення та встановлення пріоритетів щодо зменшення ризиків та заходів з управління ризиками або під час перегляду існуючих.

Основні міркування під час визначення та вибору заходів

– Як і з ким буде проводитися ідентифікація вимірювання та відбір? Наприклад, прийняття мультидисциплінарного та інклюзивного підходу залучає широкий набір зацікавлених сторін (включно з особами з фізичними та розумовими вадами чи іншими маргіналізованими групами населення) для спільного розробки заходів, що залежать від контексту.

– Які типи критеріїв відбору є відповідними та які допоміжні інструменти можуть допомогти оцінити різні варіанти зниження та управління ризиками?

– Які комбінації заходів потрібні? Або одночасно та/або в різний час (наприклад, запобігання, готовність, реагування та відновлення).

– Для кого ці заходи? Вразливість залежить від типу та віку населення залежно від взаємопов'язаних факторів, таких як нерівність, бідність, стать, раса тощо. Таким чином, заходи зі зменшення ризику та адаптації повинні бути спрямовані на вирішення цієї диференційованої вразливості.

Уряди та громади стикаються з проблемами вразливості, які мають різні причини. Ефективне вирішення цих питань вимагає поєднання дисциплін для аналізу ризиків на всіх рівнях, розробки планів і впровадження заходів для зниження ризиків і посилення стійкості. Іноді це вимагає зв'язку розвитку, *DRR*, *CCA*, гуманітарних перспектив та інших дисциплін, таких як соціальний захист, охорона здоров'я, охорона навколишнього середовища та екосистемні послуги. Завдяки *CRAs*, державні планувальники та особи, які приймають рішення, матимуть чітке уявлення про каскадні ризики та комплексний вплив на громади. Тому вони також мають визначати та планувати дії разом з іншими галузевими спеціалістами.

Використання міждисциплінарного підходу до планування покращує співпрацю між різними агенціями/групами. Вони пропонують різні точки зору з широкого портфеля заходів з управління ризиками та обговорюють пріоритети дій з огляду на обмежену кількість ресурсів. Цей процес спільного планування також бере до уваги різні національні, регіональні та глобальні зобов'язання, стандарти та рамки та дозволить стратегічно вирівняти зусилля та ресурси.

Ланцюжки впливу можуть допомогти визначити різні заходи для вирішення, мінімізації та зменшення існуючих і майбутніх ризиків, націлювання на слабкі місця у візуалізованій системі (які можуть викликати збої системи), зменшення факторів уразливості та збільшення джерел стійкості. Широкий портфель заходів може включати [16, 68]:

– Структурні або жорсткі заходи: наприклад, дамби для зменшення впливу повеней, покращені системи зрошення та збору води в районах, схильних до посухи, і покращений доступ до енергії за допомогою відновлюваних джерел.

– Неструктурні або м'які заходи: наприклад, розбудова потенціалу, інтеграція у формальний та неформальний сектор освіти, зміна соціальної поведінки, закони про планування землекористування та будівельні норми.

– Адаптація на основі екосистеми та СРБ на основі екосистеми: наприклад, відновлення мангрових лісів для зменшення інтенсивності повеней або збереження ґрунту та агролісомеліорація для зменшення шкідників, збільшення різноманітності та кращої фільтрації води.

– Інші практики сталого управління природними ресурсами: наприклад, кліматично розумне сільське господарство.

– Соціальний захист та економічні заходи: наприклад, грошові перекази, готівка за роботу, соціальне страхування, адаптивний соціальний захист, передача фінансових ризиків клімату та катастроф та інструменти страхування.

– Трансформаційні заходи: наприклад, диверсифікація засобів до існування, переселення людей і підходи циклічної економіки, спрямовані на зміну фундаментальних атрибутів даної системи.

EWS є критично важливими інструментами для зменшення ризиків, захисту життя та активів, а також сприяння безперервному моніторингу ризиків [61]. *EWS* із багатьма небезпеками може видавати попередження про одну чи більше небезпек та/або впливи в контекстах, де небезпечні події можуть відбуватися окремо, одночасно чи кумулятивно протягом часу (складні події), і брати до уваги потенційні взаємопов'язані впливи. Удосконалені кліматичні та інформаційні послуги також є ключовими для підтримки *EWS* і забезпечення того, щоб інформація досягала останньої милі.

Крім того, коли різні дисципліни об'єднуються, дискусії щодо планування стають більш масштабними. Кожна особа, яка бере участь, привносить свої погляди та досвід, а також визначає пріоритетність відповідних заходів та інших

важливих елементів, щоб допомогти запобігти та/або зупинити каскад небезпек, впливів та/або ризиків, сприяючи прийняттю рішення щодо найбільш прийнятних критеріїв відбору. Наприклад, заходи з низьким рівнем жалю, такі як *NbSs*, мають потенціал для припинення таких каскадних впливів, усунення транскордонних ризиків і забезпечення багатьох супутніх переваг на даний момент, а також закладають основу для вирішення прогнозованих змін.

Незалежно від обраного набору критеріїв, важливо враховувати їх відносну вагу та ступінь важливості в конкретному контексті. Прийняття рішення щодо критеріїв відбору та ваги має бути чітко задокументовано, щоб воно було зрозумілим іншим учасникам і інформувало про наступні ітерації. Це має залучати всю багатогалузеву команду планування, а також внесок від цільової групи залежно від політики та інструменту планування.

Крім того, існують різноманітні інструменти підтримки прийняття рішень, які допомагають оцінити та визначити пріоритетність найкращих заходів з огляду на конкретний контекст користувача, ступінь невизначеності, наявну інформацію та тип процесів прийняття рішень, використовуючи кількісні та/або якісні методи. Сюди входять, наприклад, аналіз витрат і вигод, аналіз економічної ефективності, багатокритеріальний аналіз, надійні підходи, шляхи адаптації та планування сценаріїв за участю. Інші інструменти підтримки прийняття рішень поєднують оцінки та етапи планування, використовуючи гнучкі підходи та функціонуючи на різних рівнях доступної інформації, такі як *Caribbean Climate Online Risk and Adaptation tool* (CCORAL), *Community-based Risk Screening Tool – Adaptation and Lilihoods* (CRiSTAL) (інструмент планування проекту, який допомагає користувачам розробляти заходи, які підтримують адаптацію до клімату (тобто адаптацію до мінливості та зміни клімату на рівні громади) і його набір, а також інструмент вимірювання стійкості до повеней для громад (*Flood Resilience Measurement for Communities* (FRMC))). Ці та інші інструменти допомагають користувачам розробляти заходи та переглядати існуючі стратегії, плани чи заходи для врахування поточних і майбутніх ризиків у зв'язку зі зміною клімату.

Нарешті, ефективне розгортання та впровадження заходів з управління ризиками може потребувати впровадження на різних етапах планування, реагування та відновлення. Це вимагає широкого набору знань, навичок, методів і підходів, знайомих з відповідними етапами, а також розуміння нових тенденцій у соціальних, економічних, політичних, технологічних та екологічних областях. Цей ширший спектр знань і досвіду (тобто мультидисциплінарний підхід) необхідний для кращого розуміння ризиків і того, як керувати цими ризиками та зменшувати їх [69].

3.3.7. Використання концепції стійкості до ризику для визначення та вибору заходів

Ризики можна класифікувати та/або класифікувати на основі серйозності, просторових і часових масштабів, а також оцінки суспільства щодо прийнятних і неприпустимих ризиків, використовуючи результати оцінки ризиків. Це дозволяє визначити пріоритетність ризиків, які будуть об'єктами стратегій і планів управління ризиками.

Оскільки концепція толерантності до ризику ще недостатньо розроблена, рекомендації тут базуються на двох структурах, які були запропоновані: одну *Mechler* та ін. [70] та структуру *PCL*, запропоновану *Nassef* [71]. Останній пропонує системну оптимізацію дій у трьох основних кластерах реагування, а саме: попереджувальні дії шляхом попереджувальної адаптації або зменшення ризику; непередбачені домовленості; і фактичне прийняття збитків без певної ієрархії стратегій управління ризиками. Обидві системи пропонують покладатися на економічну оцінку заходів, а також розглянути суспільну оцінку толерантності до ризиків і втрат, що посилює політичну та громадську підтримку та полегшує роботу з ризиками, які не піддаються кількісному вимірюванню, і негрошовими цінностями.

Ключовим в обох структурах є важливість залучення груп ризику (маргіналізованих людей або критичних екосистем, від яких залежать засоби до існування) до прийняття рішень щодо прийнятних рівнів ризику, оскільки не всі мають однакову здатність терпіти ризик [72]. Хоча залучення наукового,

технологічного, етичного, економічного аналізу витрат і вигод і політичних міркувань є важливим, те, як громада оцінює ризик і його прийняття є найважливішими міркуваннями. Це залишається суб'єктивною справою, що залежить від контексту. Визнання цього є фундаментальною частиною процесу, поряд з вибором і застосуванням критеріїв визначення пріоритетів для заходів зі зменшення ризику. Обидва процеси слід фіксувати, щоб підвищити прозорість, підзвітність і можливість тиражування, а також визнати обмеження. Такі процеси рекомендуються в тій мірі, в якій вони можуть інформувати про рішення щодо управління ризиками.

3.3.8. Розгляд, мінімізація та запобігання ризикам за допомогою природних рішень

У розробці планів і дій для всебічного управління ризиками *NbSs* є одними із загальноприйнятих варіантів на національному та субнаціональному рівнях. Незважаючи на те, що існує багато політичних інструментів і заходів щодо зменшення ризиків, у цьому підрозділі особлива увага приділяється *NbSs*, які все частіше розглядаються як безпрограшні рішення глобальних викликів. *NbSs* зосереджені на відновленні та сталому управлінні екосистемами та їхніми послугами, наприклад, екосистемна адаптація та екосистемні підходи *DRR*. Вони допомагають зменшити та регулювати природні небезпеки, зменшити вплив і вразливість і адаптуватися до наслідків зміни клімату, забезпечуючи тим самим численні соціальні та екосистемні переваги та підвищуючи стійкість до численних потрясінь і повільних процесів [16, 73, 74].

Потенціал *NbSs* одночасно сприяти зміні клімату, зменшенню ризиків наслідків стихійних лих і цілям збереження, і таким чином сприяти загальному сталому розвитку, був широко визнаний. Наприклад, відновлення мангрових заростей допомагає стабілізувати схили та запобігати зсувам, служить середовищем існування для видів, регулює потік води для запобігання або мінімізації інтенсивності повеней, захищає прибережні громади та поглинає вуглець [75].

Вносячи внесок у вирішення взаємопов'язаних глобальних проблем, визначених багатосторонніми угодами 2015 року, такими як Сендайська рамкова угода, Паризька угода та Порядок денний на період до 2030 року (*Paris Agreement and the 2030 Agenda (SDGs)*), а також іншими конвенціями, такими як Конвенція про біологічне різноманіття, Рамсарська конвенція про водно-болотні угіддя Важливі, особливо як середовище проживання водоплавних птахів і Конвенція ООН про боротьбу з опустелюванням, *NbSs* сприяють узгодженості між цими політичними цілями та є яскравими прикладами того, як застосовувати підходи *IRM* на місцях. Таким чином, комплексний підхід до планування повинен розглядати *NbSs* як частину широкого портфеля доступних варіантів зниження ризику та управління ризиками та бути інтегрованими в процеси планування для розвитку з урахуванням ризиків. Фактично, багато країн та ініціативи почали інтегрувати *NbSs* у національні, галузеві та місцеві стратегії та плани *DRR*, *CCA* та розвитку. За останні кілька років кількість конкретних вказівок (наприклад [76] *UNDRR*, 2020f) і найкращих практик зросла.

Підходи до впровадження *NbSs* є всеохоплюючими за своєю природою та вимагають комплексного підходу до планування, окресленого всіма 10 ключовими принципами цього керівництва. Вони можуть сприяти співпраці між сферами *CCA* та *DRR*, оскільки їх розробка та реалізація вимагають тісної співпраці та залучення багатьох зацікавлених сторін у різних секторах та дисциплінах, поєднуючи технологічні, організаційні, соціальні, культурні та поведінкові інновації, включаючи традиційні та наукові знання, з громадськими або форми спільного управління на місцевому рівні [77, 78]. Крім того, вони зазвичай базуються на ландшафтних підходах, таких як вододіли, річкові басейни або морські та прибережні екосистеми, які можуть виходити за межі адміністративного поділу і, таким чином, більш схильні до зменшення транскордонних ризиків. Це додатково допомагає впоратися з різними просторовими масштабами, сприяє вертикальній і горизонтальній інтеграції та має потенціал для припинення каскадних небезпек, впливів або ризиків на ранній

стадії ланцюжків впливу (сприяючи «операціоналізації» таких принципів, як системні ризики та інтеграція на кількох рівнях). Крім того, будучи зазвичай «варіантами без або з низьким вигодою», *NbSs* можуть бути реалізовані та все ще мати численні додаткові переваги, незважаючи на різний ступінь невизначеності, пов'язаної з кліматичними та не пов'язаними з кліматом небезпеками.

3.3.9. Інтеграція ризиків між секторами та рівнями

Системні ризики можна спостерігати, оцінювати та вирішувати, розуміючи та враховуючи багаторівневі та багатовимірні основні чинники. Це запобіжить багатьом неруйнівним, але нелінійним і постійно зростаючим ризикам стати катастрофами, які перетинають кордони та впливають на цілі системи.

Щоб усунути ці ризики, слід здійснювати узгоджене включення оцінених ризиків і їх вирішення шляхом інтеграції дій між секторами (горизонтальним) і на багатьох рівнях (вертикальним), а не окремими процесами. Це можна проводити в широкому спектрі національних і субнаціональних політик, стратегій і планів, у тому числі на галузевому рівні, а також у фінансових системах, програмах і проектах (тут іменуються інструментами політики та планування).

В ідеалі висновки оцінки ризику (залежно від поставлених цілей) та інформація про ризик повинні бути інтегровані протягом усього циклу політики та планування. Це допоможе відкоригувати (існуючу) або розробити (нову) політику та/або плани, щоб гарантувати, що вони зможуть досягти своїх цілей без створення нових ризиків або збільшення вразливості, тим самим посилюючи загальну стійкість до численних ризиків, пов'язаних із кліматом.

Крім того, інтеграція ризиків у плани розвитку та процеси планування (наприклад, бачення національного розвитку або галузеві плани, такі як інфраструктура, сільське господарство, освіта, водопостачання, енергетика чи туризм, а також схеми соціального захисту) все частіше визнається ефективним і комплексним підходом до планування і допомагає сприяти синергії та компромісу між різними цілями політики. Це підтверджується програмою узгодженості

політики на міжнародному рівні для досягнення цілей і зобов'язань, узятих у рамках Порядку денного на період до 2030 року, Сендайської рамкової угоди та Паризької угоди [44, 79]. Досягнення узгодженості політики між *DRR*, *CCA* та плануванням розвитку на національному рівні може створити міцне сприятливе середовище для інтегрованої реалізації на місцевому рівні, що призведе до сильнішої взаємодії та зменшення компромісів. Потенційні компроміси можуть призвести до необхідності вибору між детальною та ресурсомісткою регіональною чи місцевою оцінкою ризику, наприклад, для інформування про місцеві плани землекористування, проти менш детальної, але охоплюючої більші просторові масштаби для національних процесів, таких як *NAP* та/або національні стратегії *DRR* (ключові інформанти). Додатковий і звичайний компроміс також має місце, коли кліматичні ризики та ризики стихійних лих розглядаються окремо в процесах планування, замість того, щоб вирішувати їх спільно.

Залучення широкого кола учасників, у тому числі органів планування та прийняття рішень у різних секторах і групах ризику, дотримуючись інклюзивної системи управління, допомагає подолати деякі з цих перешкод.

Керівні питання для багатогалузевої та багаторівневої інтеграції

- Як найкраще інтегрувати субнаціональні перспективи в національну політику чи стратегію (наприклад, процес НПД)?
- Як ризики на місцевому рівні можна розглядати та/або враховувати в оцінках ризиків на національному рівні, і навпаки?
- Як національні орієнтири найкраще інтегрувати в субнаціональні та місцеві плани?
- Чи транскордонні ризики враховуються та закладаються в планування?
- Як інструменти політики чи планування можуть взаємодіяти з іншими, що діють на багатьох рівнях (чи сприяють вони досягненню інших цілей чи підривають, і яким чином)?

Горизонтальна інтеграція

Адаптація та планування ризиків стихійних лих мають вирішальне значення, щоб дати можливість зацікавленим сторонам підготуватися до наслідків зміни клімату та реагувати на них. Основні інструменти стратегії та планування у сфері зміни клімату та *DRR* включають *NAPs*⁸, національні програми дій з адаптації (*national adaptation programmes of action (NAPAs)*) та національні *DRR*. Вони стосуються ризиків, пов'язаних зі зміною клімату (*NAP, NAPA та DRR strategies*), а також небезпеки, не пов'язані з кліматом (*DRR strategies*), і їх зниження на субнаціональному та місцевому рівнях для впровадження.

NAPs і *NAPAs* зосереджені на адаптаційних втручаннях за секторами. Вони дають дорожню карту для країни та всіх секторів щодо основного напрямку та потреб підвищення стійкості суспільства до ризиків, пов'язаних із кліматом. Фактично, нещодавня оцінка прогресу адаптації на глобальному рівні показує, що 72% країн вже «мають принаймні один інструмент планування на національному рівні, який стосується адаптації», а ще 9% розробляють такий, причому більшість країн, що розвиваються, готуються *NAPs* [80]. Такі стратегії та плани також призначені для інформування галузевого планування та іноді розробляються як сукупність регіональних та/або галузевих планів адаптації, як у випадку деяких *NAPs*.

Подібним чином кліматичні ризики – отримані в результаті оцінки ризиків – можуть бути інтегровані в існуючі процеси розвитку (наприклад, середньо- та довгострокові плани та бачення розвитку) та галузеві процеси планування (наприклад, плани землекористування, освіта, сільське господарство, вода та енергетика). Використовуючи ту саму інформацію про оцінку ризику, що й у *NAPs* та/або *NAPAs*, можна узгодити стратегії та плани та зменшити зміни, що створюють нові ризики. Наприклад, сектор інфраструктури є важливою точкою входу, оскільки інвестиції в цей сектор є особливо довгостроковими (наприклад, дороги, освіта та

⁸Note that NAP planning is an iterative and flexible process. In some contexts, the planning process might start at the national level through the development of sectoral adaptation plans feeding into a national one, which provide a framework for subnational planning. In others, subnational adaptation plans are developed first and fed into the design of a national plan. Moreover, others pursue a mix of these two approaches, undertaking national and subnational planning processes simultaneously

медична інфраструктура) і часто отримуються принаймні частково з державних коштів, оформлених нормативно-правовими актами та планами.

Інформація про ризики, отримана в результаті оцінки, допоможе оцінити, які корективи необхідно внести в існуючу стратегію, а також протоколи, такі як будівельні норми та механізми розподілу бюджетних коштів, щоб гарантувати, що створена сьогодні інфраструктура продовжуватиме служити своїй меті в майбутньому, враховуючи зміна клімату. Ще однією важливою точкою входу, яка може змінити правила гри або каталізувати зміни в інших сферах політики, є освітній сектор, включаючи програми підготовки державних службовців, розвиток необхідного потенціалу та спрямований на підтримку стійких змін. Сфера соціального захисту є ще одним потенційним фактором, що може змінити правила гри, оскільки вона зосереджена на зниженні вразливості, особливо найбільш вразливих груп населення, до низки потрясінь, у тому числі тих, що посилюються ризиками, пов'язаними з кліматом. Фактично, 58% країн «також дедалі більше впровадили інструменти галузевого планування для підтримки прогресу в адаптації та «21 відсоток» на субнаціональному рівні» [80].

На національному рівні важливо, щоб усі сектори, державні та приватні установи, академічні кола та організації громадянського суспільства були представлені та брали участь у процесі, дотримуючись інклюзивного підходу. Це може приймати форму національних та субнаціональних консультацій, звітування перед інституційним механізмом для розробки або перегляду політики чи плану з чітко визначеними ролями та обов'язками. Слід звернути увагу на те, як дані та голоси різних груп населення включаються в процес планування, наприклад, через представницькі організації, спираючись на місцеві та регіональні консультації та на багаторівневі механізми координації. Команда з оцінки може брати участь у цих консультаціях або, принаймні, має бути створений механізм для обговорення результатів оцінки ризику та для інформування щодо визначення та вибору відповідних заходів з управління ризиками, серед інших джерел інформації.

На місцевому рівні одна комплексна оцінка кліматичних ризиків може бути використана для інформування кількох процесів планування, що мають однакові просторові та часові масштаби. Крім того, комплексний підхід до інтеграції ризиків у місцеві процеси планування також має бути багатостороннім і багатогалузевим і дозволяти інтегрувати міркування на національному рівні (наприклад, у політиках і стратегіях). Близькість може полегшити координацію між секторами та установами, а також залучити групи ризику, особливо у вирішенні, які заходи з управління ризиками необхідні, таким чином підвищуючи підзвітність і відповідальність за загальний процес. Однак людські та фінансові ресурси можуть бути більш обмеженими та вимагати особливої уваги, що стимулює розвиток потенціалу в самих процесах планування.

Вертикальна інтеграція

Національні та галузеві стратегії визначають загальний напрямок розвитку країни та дорожню карту, яка визначає, як колективно рухатися до цілей і бачення. Зазвичай вони розробляються національним офісом планування розвитку (для плану розвитку) та національними офісами зі зміни клімату або *DRR (NAP, NAPA та DRR strategies)*. Однак на субнаціональному рівні органи місцевого самоврядування керують процесами планування. Ці органи місцевого самоврядування підпорядковані міністерству/департаменту внутрішніх справ та місцевого самоврядування. Цей тривалий розрив на рівні країни створює додаткову проблему для інтеграції оцінки ризиків у плани та забезпечення узгодженості цих вертикальних процесів планування. Запровадження способів: (a) розпізнавання місцевих/субнаціональних ризиків; (b) здійснювати моніторинг та звітувати про прогрес на субнаціональному/місцевому та національному рівнях; (c) визначити ролі, відповідальність і підзвітність; (d) підтримувати фінансові, людські та технологічні ресурси; та (e) забезпечити взаємне підсилення цих планів, які повинні бути ретельно вивчені та введені в дію.

Пов'язування місцевих реалій із національними та міжнародними процесами, поєднання підходів «знизу вгору» і «зверху вниз» може сприяти вертикальній

інтеграції. Підходи «знизу-вгору», такі як екосистемні підходи, які перетинають адміністративні кордони та об'єднують різноманітних учасників, можуть бути використані для демонстрації передового досвіду, який можна використати в регіональних і національних процесах, інтегруючи міркування ризиків у фінансові чи бюджетні системи. Інтеграція ризиків у фінансові чи бюджетні системи є ще одним важливим пунктом для комплексного планування з урахуванням ризиків. Якщо це буде вбудовано в державні фінансові системи, які «систематично» фінансуються та застосовуються, це може мати важливий мультиплікаційний ефект для інвестицій з урахуванням ризиків (наприклад, державні щорічні бюджетні асигнування, які враховують ризики, пов'язані з кліматом, перед затвердженням проектів). Конкретним прикладом є діючі протоколи для схвалення проектів громадської інфраструктури, які потребують надання послуг, таких як будівлі лікарень, зважаючи на поточні та майбутні небезпеки, пов'язані з кліматом і не пов'язані з кліматом [14, 81].

Ще один приклад інтеграції ризиків у фінансові системи можна знайти в Карибському регіоні, де *CCORAL* використовувався для підтримки інституціоналізації процесів інтеграції ризиків.

Інші способи застосування ризиків у механізмах фінансування зосереджені на заздалегідь визначених діях і розподілі фінансування на національному, регіональному та субнаціональному рівнях. Зараз існує широкий спектр політичних і фінансових інструментів, включаючи субсидії, податки, гранти, облігації, коригування кордонів (наприклад, тарифи) і цільове мікрофінансування, які використовувалися, щоб допомогти інтегрувати ризики в планування. Крім того, приватний сектор і державно-приватні партнерства, наприклад у сфері страхування, як правило, вже проводять оцінку ризиків як частину своєї звичайної діяльності та здійснюють моніторинг багатьох ризиків, полегшуючи інтеграцію інформації про ризики у фінансові інструменти. Наприклад, Глобальне партнерство *InsuResilience* виступає за тісну співпрацю з індустрією (пере)страхування для залучення досвіду аналітики ризиків для країн, що

розвиваються, для розширення масштабів фінансування та страхування ризиків клімату та стихійних лих. Форум розвитку страхування – член партнерства – та його Керівна група з моделювання ризиків мають на меті прискорити поширення розуміння ризиків. Це передбачає легкий доступ до інструментів ризику та моделей для сприяння залученню місцевого населення та інтеграції місцевих даних і знань у процес моделювання.

Можна розглянути два додаткові елементи, які допоможуть комплексно інтегрувати ризики у фінансові інструменти в контексті зміни клімату. По-перше, маркування видатків або бюджету може допомогти відстежувати державні національні та субнаціональні витрати для підвищення прозорості та допомогти визначити можливості для інтеграції *ССА* та планування та реалізації, а також відстежувати прогрес у зменшенні ризиків. По-друге, визначення того, чи можна виділити кошти в потрібний час для ініціювання превентивних дій, які призведуть до зниження рівня впливу, і в яких комбінаціях або шарах фінансових інструментів, може бути таким же важливим, як і те, чи достатньо виділено коштів [46].

Застосування передбачуваного фінансування, як-от фінансування на основі прогнозів (*forecast-based financing (FbF)*) – механізм ініціювання ранніх дій на основі ранніх попереджень – дозволить вживати більш своєчасні дії з урахуванням ризику. Щоб побудувати систему *FbF*, перша необхідна інвестиція – це розробка протоколів ранніх дій, які розмежовують тригери, ролі та відповідальність за швидкі дії. По-друге, необхідні інвестиції в механізми фінансування, щоб зробити ресурси доступними на момент запуску.

Критичним компонентом *CRM* є здатність урядів діяти екстремально, використовуючи інформацію протягом коротших часових рамок. Це можна реалізувати, якщо інтегрувати в плани та/або стратегії, які дозволяють вивільняти та використовувати ресурси на основі піків ризиків і порогових значень. Крім того, цьому можна сприяти, використовуючи існуючі механізми та канали орієнтації та виплат, наприклад ті, що використовуються системами соціального захисту. Якщо є зв'язки з *EWS* та *FbF*, це забезпечує оперативні виплати тим, хто

їх потребує, враховуючи існування соціальних реєстрів із дезаггегованими та геотаргетованими даними. Крім того, страхові виплати, бюджетні статті на випадок непередбачених ситуацій та інші інструменти можуть забезпечити швидкі кошти для реагування та відновлення, якщо вони були запроваджені до того, як сталася катастрофа. Це зменшує потребу урядів у перерозподілі обмежених ресурсів або запозиченнях за несприятливими фінансовими умовами безпосередньо після стихійного лиха.

3.3.10. Використання ітераційних і гнучких процесів

Ризик залежить від контексту, тобто заходи зі зменшення ризику та стратегії управління також сильно залежать від місцевих реалій і міркувань. Таким чином, їх необхідно адаптувати, обговорити та прийняти рішення з відповідними зацікавленими сторонами, включаючи групи ризику, для гендерно-чутливого та інклюзивного планування на основі оцінених диференційованих уразливостей. Тому не існує універсального методу [79]. Плани мають бути достатньо гнучкими, щоб дозволяти включати численні перспективи, часові рамки та нові внески, використовувати різні методи відповідно до конкретного контексту та постійно коригувати протягом усього процесу. Це підвищить здатність плану реагувати на мінливі потреби та можливості громад та установ.

Адаптивне управління та планування на основі ітераційних процесів

Механізми моніторингу та оцінки (*Monitoring and evaluation (M&E)*) допомагають оцінити, чи є виправданим захід зі зменшення ризику або управління ним і чи приносить він заплановані переваги, включаючи внесок у розвиток загальної стійкості [82]. *M&E* може інформувати навчання (що разом іменується структурами *MEL*) на основі успіхів і невдач, повертаючи це на етапи оцінки ризиків і планування, що забезпечується ітераційним процесом.⁵

Комплексний підхід до планування потребує надійних структур *MEL*, створених до впровадження заходів зі зменшення ризиків, що підтримують адаптивне управління та планування [83, 84]. Коригування протягом усього

процесу важливі для кращої роботи в умовах різного ступеня невизначеності, враховуючи динамічний характер ризику (наприклад, невизначеність в оцінках ризику). Такі коригування програмування, засновані на постійному моніторингу, включаючи виявлені ризики (екстремальних і повільних процесів), можуть виявити потребу в новій інформації (наприклад, оновлених оцінках ризиків), переглянути поточну діяльність і стратегії, інформувати про майбутні рішення щодо управління ризиками та ресурси виділення коштів, а також допоможе визначити передовий досвід і підтримати обмін інформацією між спільнотами практиків. Деякі підходи в цій галузі почали перевіряти припущення у своїх теоріях зміни після екстремальної погодної події як-от затоплення, ґрунтується на налаштуванні систем моніторингу, що полегшує перегляд. Фактично, нездатність переглянути рішення про ризик у світлі нових знань, заснованих на *M&E*, є важливою проблемою для реалізації [85].

Інструменти політики та планування можна переглянути з точки зору їх «адаптивності» (тобто здатності реагувати на очікувані та непередбачені зміни та підвищувати джерела стійкості). Існує кілька інструментів, які допомагають оцінити адаптивність політики або програм у контексті клімату як основного фактора ризику, наприклад, інструмент адаптивного дизайну та оцінки політики (*Adaptive Design and Policy Assessment Tool (ADAPTool)*)⁹ або інструмент індикатора продовольчої безпеки та аналізу політики (*Food Security Indicator & Policy Analysis Tool (FIPAT)*)¹⁰.

Для комплексного підходу структуру *M&E* слід розробляти тими самими основними зацікавленими сторонами, які беруть участь у перегляді чи розробці заходів зі зменшення ризиків та інших планів. Він має включати установи, відповідальні за виконання.

Використання самого процесу інтеграції

⁹ADAPTool was developed by the International Institute for Sustainable Development and partners to assess the adaptability of policies or programmes in relation to any defined stressor or external change, such as climate.

¹⁰FIPAT, with its guidebook, is an analytical tool to help governments identify required resilience actions, monitor food system resilience over time, and assess the extent to which current policies strengthen food system resilience. It was developed by the International Institute for Sustainable Development and partners.

Крім того, процес інтеграції може бути використаний, щоб допомогти заповнити прогалини в спроможності та покращити механізми обміну інформацією та координації існуючих або розроблених інституційних механізмів (див. принцип інклюзивного управління), тим самим зміцнюючи загальне сприятливе середовище для прийняття рішень з урахуванням ризиків та планування¹¹.

Щоб покращити обмін інформацією та планування на основі фактичних даних, діалоги та однорангові обміни щодо моніторингу та оцінки політики *ССА* та *DRR* можуть допомогти визначити можливості для гармонізації політики та планів *DRR* та *ССА*, сприяючи боротьбі з кількома ризиками в контексті зміни клімату охоплюючи широкий спектр інструментів політики та планування. Дані та інформація з *MEL*, рамки та механізми звітності, які фіксують стан знань і прогрес, наприклад, адаптації та зусиль зі зменшення ризику, можуть сприяти більш широкому доступу до інформації на користь *DRR*, *ССА* та сфер сталого розвитку [86]. Механізми обов'язкового звітування про *DRR* та *ССА* на міжнародному та національному рівнях могли б додатково підтримувати зусилля з моніторингу та обмін даними між цими різними спільнотами практики.

Використання самого процесу інтеграції також може призвести до зміцнення потенціалу ключових зацікавлених сторін (людського) на всіх рівнях, включаючи технічні та «м'які навички», такі як використання інструментів співпраці та методів сприяння, адаптивне управління та *M&E*. Стратегії розвитку потенціалу для відповідних суб'єктів були інтегровані в процес розробки *NAPs*, а стратегії *DRR* передбачають оцінку наявного та необхідного потенціалу [58, 79]. Деякі заходи з розвитку потенціалу можуть мати кілька додаткових переваг, дозволяючи іншим секторам (окрім тих, на які безпосередньо спрямовано) краще протистояти кліматичним ризикам і ризикам стихійних лих. Навпаки, процес може допомогти підвищити обізнаність щодо скоригованої/розробленої політики, стратегій і планів. Нарешті, процес інтеграції ризиків може бути використаний, щоб допомогти продемонструвати додану вартість спільнот практиків *DRR* і *ССА*,

¹¹Iterative risk management is an ongoing process of assessment, action, reassessment and response

які працюють разом, щоб зменшити існуючу вразливість і підвищити стійкість до поточних і майбутніх кліматичних ризиків.Цьому можна сприяти, демонструючи найкращі практики на місцевому або регіональному рівнях, створюючи таким чином докази для планування з урахуванням ризиків.

РОЗДІЛ 4

ВИКЛИКИ ДЛЯ ВСЕОХОПНИХ ПІДХОДІВ ДО ОЦІНЮВАННЯ РИЗИКІВ ТА ШЛЯХИ ЇХ ВИРІШЕННЯ

Необхідність всеосяжного підходу до оцінювання ризиків, який інтегрує перспективи зменшення ризику лих (*DRR*) та адаптації до зміни клімату (*CCA*), обговорюється вже майже десятиліття. Узгодженість між підходами *DRR*, *CCA* та Цілями сталого розвитку (*SDGs*) активно просувається на рівні політик. Проте практичне впровадження комплексних підходів на місцях і досі перебуває на початковому етапі через низку концептуальних, методологічних і практичних викликів.

У наступних розділах запропоновано та систематизовано основні висновки щодо наявних викликів, а також окреслено напрями, які потребують подальших досліджень для формування справді комплексного підходу до управління ризиками.

4.1. Робота з множинними ризиками в складних системах

У реальності ризики є результатом складних взаємодій у комплексних системах. Цю складність неможливо повністю охопити. Навіть спрощене концептуальне подання системи (наприклад, за допомогою ланцюгів впливу) не може бути повністю операціоналізоване. Тому завжди існує компроміс між складністю та операційністю. Чим складнішою стає концептуалізація, тим більше не кількісних елементів (зокрема експертні оцінки, партисипативні підходи та наративи) необхідно залучати до аналізу ризиків¹².

Хоча існують спроби моделювати навіть складні системи за допомогою підходів системної динаміки або агент-орієнтованих моделей, значні витрати ресурсів, обмежене розуміння складних процесів, а також складність адаптації таких підходів до високої контекстної різноманітності реальних ризиків перешкоджають їхньому практичному застосуванню поза академічним середовищем.

¹²IRGC (International Risk Governance Council) (2018). *Guidelines for the Governance of Systemic Risks*. Lausanne. Available at <https://irgc.org/risk-governance/systemic-risks/guidelines-governance-systemic-risks-contexttransitions/>

Наразі зберігаються суттєві прогалини в розумінні багатьох складних процесів і взаємодій між природними та фізичними чинниками і соціально-економічними факторами ризику. Соціальна вразливість та транскордонні ефекти є двома важливими сферами, де знань бракує. Потрібні додаткові докази, що описують впливи, втрати та збитки (*L&D*), пов'язані з поєднанням множинних небезпек, експозиції та факторів вразливості, а також базових рушіїв ризику.

Ще одним обмеженням є аналіз ризиків між різними видами ризиків і секторами. Досі поширеною є практика аналізу та реагування переважно на поодинокі ризики. Взаємозв'язки та кумулятивні ефекти множинних ризиків, а також специфічні динаміки експозиції та вразливості, релевантні для кількох ризиків одночасно, часто залишаються поза увагою. Вагомою перешкодою для багаторизикового аналізу є відокремлені процеси планування, зумовлені наявними інституційними налаштуваннями, які недостатньо сприяють співпраці на етапах оцінювання ризиків і планування. Для подолання цього необхідно ширше впроваджувати інновації з теорії систем та концепції управління системними ризиками у сфері зменшення ризику лих (*DRR*) та адаптації до зміни клімату (*CCA*).

4.2. Урахування релевантних часових періодів

Підходи до зменшення ризику лих (*DRR*) та адаптації до зміни клімату (*CCA*) часто мають різні часові горизонти. Якщо *DRR* зазвичай не зосереджується на потенційних майбутніх змінах, то оцінки *CCA* нерідко недостатньо уваги приділяють поточній ситуації. Для комплексного підходу рекомендується починати з ґрунтового аналізу наявного стану.

Кожну оцінку *DRR* доцільно щонайменше доповнювати прогнозом можливих майбутніх розвитку, де це релевантно, і з відповідним часовим горизонтом (наприклад, 5 років для сільського господарства, 20 років для малої інфраструктури, 50 років для великої інфраструктури або 100 років для лісового господарства).

Так само кожна оцінка *ССА* може включати детальний аналіз поточної ситуації, використовуючи методи та інформацію, адаптовані з контексту *DRR*.

4.3. Нестача наявності та/або доступу до даних

Якісна оцінка ризиків ґрунтується на найкращих доступних доказах і знаннях, що передбачає використання орієнтованих на дані підходів там, де це можливо. Це може включати дані про поточні та минулі небезпеки і їхні наслідки (наприклад, з баз даних подій), дані про експозицію (зокрема, демографічні дані) та дані про чинники вразливості. Водночас для багатьох аспектів дані існують, але не є відкрито доступними: їх потрібно придбавати (наприклад, метеорологічні дані) або вони не надаються у вільному доступі. Політика вільного та відкритого доступу до глобальних і національних баз даних є ключовою передумовою комплексного підходу до оцінювання ризиків.

Крім того, для багатьох аспектів ризику дані взагалі відсутні. Важливо не дозволяти наявності або відсутності даних визначати хід оцінки ризиків. Якщо небезпека, вплив або ризик визначені як релевантні для країни, соціального сектору чи групи населення, їх необхідно враховувати в оцінюванні ризиків, ухваленні рішень і плануванні незалежно від наявності даних. Якісні методи, такі як експертні оцінки та партисипативні підходи, є доцільними для доповнення або заміни кількісних, дано-орієнтованих методів.

4.4. Розуміння спроможностей

Аналіз наявних інституційних, організаційних та індивідуальних спроможностей реагувати або адаптуватися до проаналізованих ризиків є вирішальним для розроблення належних стратегій і заходів зі зменшення ризиків та адаптації. Важливим є також перегляд ефективності попередніх планів і заходів (наприклад, того, як вони функціонували після настання лих), аби поінформувати майбутні рішення та підвищити їхню результативність.

4.5. Повільні (довготривалі) процеси

Урахування повільних процесів в оцінюванні ризиків, ухваленні рішень і плануванні й досі залишається складним завданням, оскільки більшість підходів до ризику зосереджені на раптових небезпечних подіях і оперують такими поняттями, як періоди повторюваності. У цих настановах розглянуто та запропоновано методи, як трактувати повільні процеси як небезпеки і як враховувати їхній вплив на небезпечні події.

З погляду управління ризиками, вирішальним є довгостроковий підхід – від моніторингу повільних процесів до розроблення довгострокових стратегій реагування та адаптації до пов'язаних із ними впливів. Це має включати мислення за межами адаптації під час оцінювання ризиків і врахування трансформаційних підходів в ухваленні рішень і плануванні.

4.6. Поняття імовірності в контексті зміни клімату

Наразі не існує належного підходу до того, чи і як застосовувати поняття імовірності для повільних подій та майбутніх кліматичних впливів і ризиків. На практиці концепція ризику, що використовувалася в підходах *DRR* до Рамкової програми Сендай (*ризик = вплив події × імовірність впливу*), часто не може бути застосована з кількох причин.

Кліматичні впливи рідко пов'язані з однією окремою подією; натомість вони є результатом складних процесів, для яких не існує періодів повторюваності чи частот. Потенційні майбутні зміни також пов'язані з різними кліматичними сценаріями, які за своєю природою не мають імовірності. Підходи до розв'язання цієї проблеми та питання, чи слід замінити імовірність альтернативними концептами, ще потребують розроблення.

4.7 Майбутні зміни експозиції та вразливості

Для можливих кліматичних майбутніх сценаріїв існують стандартні підходи, зокрема кліматичні сценарії та ансамблі моделей, а також методи даунскейлінгу до

субнаціонального й місцевого рівнів. Водночас практично відсутні приклади сценаріїв для експозиції та вразливості. Такі сценарії є надзвичайно важливими, оскільки динаміка експозиції та вразливості часто робить такий самий або навіть більший внесок у ризик, ніж кліматично зумовлені небезпеки.

Крім того, чинники експозиції та вразливості зазвичай мають вищу просторову гетерогенність, ніж патерни кліматичних небезпек, і є ключовою точкою входу для зменшення ризику лих (*DRR*) та адаптації до зміни клімату (*CCA*). Існують окремі спроби використання спільних соціально-економічних шляхів (*IPCC SSPs*), пов'язаних із певними репрезентативними траєкторіями концентрацій (*RCPs*), однак для національних і субнаціональних оцінок ризиків ці сценарії є надто узагальненими та містять обмежений набір змінних, що не дозволяє адекватно відобразити специфічний контекст конкретної країни або регіону.

Водночас певного прогресу досягнуто, особливо на місцевому та субнаціональному рівнях, завдяки інструментам підтримки прийняття рішень і підходам, які сприяють розробленню партисипативних сценаріїв розвитку та застосуванню методів передбачення (*foresight*).

4.8 Ціннісна складова оцінювання ризиків та наслідки для управління ризиками

Ключовим елементом оцінювання ризиків є ціннісно зумовлене визначення рівнів ризику (наприклад, від низького до високого) та їхня оцінка (наприклад, від прийнятних до неприйнятних). Водночас формування контекстно-специфічних критеріїв для цього важливого етапу часто є непрозорим і неясним. Тому вкрай необхідно зробити цей етап чітким і відкритим та розглядати його вже на стадії окреслення рамок (*scoping*) оцінювання ризиків.

Рекомендується використовувати Цілі сталого розвитку (ЦСР) як відправну точку для обговорення та ухвалення рішень щодо цілей, а також для визначення того, як результати оцінювання ризиків інформуватимуть управління ризиками.

4.9 Просторова деталізація оцінювання ризиків для підтримки ухвалення рішень і планування

Ризики часто мають локальний характер. Хоча значні зусилля спрямовуються на даунскейлінг кліматичних сценаріїв, чинники експозиції та вразливості зазвичай потребують високороздільних просторових даних, оскільки вони суттєво варіюють від місця до місця і визначаються локальними та специфічними факторами або їх поєднаннями (наприклад, ґрунти з високою еродованістю, круті схили, приплив населення).

Оцінювання ризиків на національному або субнаціональному рівнях часто не враховують просторовий компонент ризику з необхідною деталізацією. Альтернативою високороздільним просторовим підходам може бути виокремлення зон із подібними, однорідними характеристиками (наприклад, міські території, прибережні зони, гірські райони, орні землі рівнин).

Це може посилити ефективність процесів планування, оскільки ландшафтні або екосистемно-орієнтовані підходи та природоорієнтовані рішення (*NbS*) вже застосовуються, визнаючи, що ризики часто перетинають адміністративні та політичні межі. Крім того, процеси планування зазвичай мають чітко визначені просторові одиниці прив'язки (наприклад, плани на рівні громади або міста). Узгодження оцінювання ризиків із просторовими одиницями планування підвищило б корисність результатів і ймовірність інтеграції ризиків у процеси планування.

Водночас залишаються виклики: просторові масштаби окремих небезпек можуть не відповідати масштабам планувальних потреб, а дані не завжди наявні або доступні у потрібному форматі та на відповідному рівні деталізації.

4.10 Оцінювання ризиків та визначення заходів зі зменшення ризику

Однією з ключових цілей оцінювання ризиків має бути підтримка визначення заходів зі зменшення ризику. Для цього необхідне глибоке розуміння контексту конкретної системи та чинників, які часто пов'язані з історичними або поточними тенденціями (наприклад, структура землеволодіння чи вразливі групи населення),

а також можуть включати локальні явища (наприклад, відсутність належного обслуговування зрошувальних каналів у конкретній місцевості).

4.11 Наявний контекст зменшення ризиків і адаптації до зміни клімату

Поточний стан практик управління ризиками, а також наявні стратегії *DRR* (зменшення ризику лих) і *CCA* (адаптації до зміни клімату) часто недостатньо враховуються під час оцінювання ризиків. Рекомендується повною мірою спиратися на існуючий контекст *DRR* і *CCA*, включивши до оцінювання ризиків систематичний огляд чинних заходів, нормативно-правових актів, планів, стратегій і систем врядування ризиками, а також механізмів інституційної координації та сприятливого середовища.

Такий підхід допоможе виявити можливості для більш узгоджених підходів, точніше налаштувати необхідну оцінку ризиків і визначити, де і як її результати можуть інформувати інтеграцію ризиків між різними рівнями врядування та всередині них. Він також може підказати, як процес оцінювання та перегляд або розроблення політик і стратегій можна використати для зміцнення необхідних спроможностей і вдосконалення системи врядування ризиками у напрямі системного врахування ризиків.

Крім того, це може допомогти ідентифікувати можливості фінансових механізмів, які стимулюють співпрацю між *CCA*, *DRR* та процесами розвитку, а також узгоджують дії й фінансові потоки організацій з міжнародної допомоги розвитку.

Нарешті, на основі кращого розуміння наявних контекстів можна робити усвідомлені вибори на підтримку систем врядування, здатних реагувати на багаторівневі та транскордонні ризики, забезпечувати залучення всіх зацікавлених сторін і сприяти зміні мислення та систем стимулів, які заохочують сильне лідерство, політичну відданість і далекоглядність. Це дасть змогу переосмислити соціально-економічні та політичні системи так, щоб вони усували першопричини вразливості, нікого не залишали осторонь і долали інституційні, політичні та економічні виклики на шляху до стійких, ризик-інформованих суспільств.

РОЗДІЛ 5

ҐРУНТИ ЯК ЕКОСИСТЕМИ

Як надзвичайно складні екосистеми, ґрунти є осередками біорізноманіття. Вони становлять життєво важливий ресурс для всіх форм життя – як рослинного, так і тваринного. Будучи другим за величиною поглиначем вуглецю після океанів, ґрунти акумулюють більше вуглекислого газу, ніж уся надземна біомаса разом, включно з лісами¹³. Вони суттєво впливають на локальний клімат, забезпечуючи ріст рослинності, яка, у свою чергу, визначає рівень випаровування, локальну температуру та утримання дощових вод. Ґрунти постачають людині одні з найважливіших ресурсів для виживання – продукти харчування та корми для тварин, а також сировину для виробництва широкого спектра інших продуктів. Без очисної функції ґрунтів ми не мали б чистої питної води.

Ґрунти не є статичними – це динамічні системи, що формуються внаслідок перетворення гірських порід під впливом клімату, а також діяльності рослин, тварин і мікроорганізмів. Такі процеси, як вивітрювання, утворення нових мінералів, розкладання органічних решток, накопичення гумусу, формування ґрунтової структури, переміщення й трансформація ґрунтових речовин, відбуваються протягом дуже тривалих періодів часу; більшість ґрунтів Землі сформувалася за останні 100 мільйонів років. Залежно від материнської породи та умов (зокрема температури й вологості), формування одного метра ґрунту може тривати від 20 000 до 200 000 років.

У масштабах людського життя ґрунт не можна вважати відновлюваним ресурсом; навпаки, він є обмеженим і дефіцитним. Лише 12% суходолу планети придатні для інтенсивного сільського господарства, ще 22% – для обмеженого аграрного використання; решта територій припадає на пустелі, тундру або заболочені землі (рис. 5.1). Частку орних земель неможливо збільшити, саме тому

¹³Prentice, I.C., Farquhar, G.D., Fasham, M.J.R., Goulden, M.L., Heimann, M., Jaramillo, V.J., Kheshgi, H.S., Le Quiré C., Scholes, R.J. & Wallace, D.W.R. (2001). The carbon cycle and atmospheric carbon dioxide. In: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Houghton, J.T., Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden, X. Dai, K. Maskell, and C.A. Johnson (eds.)]. <https://www.ipcc.ch/report/ar3/wg1/the-carbon-cycle-and-atmospheric-carbon-dioxide/>

деградація ґрунтів становить таку серйозну загрозу. Щороку внаслідок несталоного землекористування деградує 12 мільйонів гектарів земель, що додається до вже деградованих 2 мільярдів гектарів¹⁴. Там, де ґрунти зазнають ерозії, вони втрачаються назавжди.

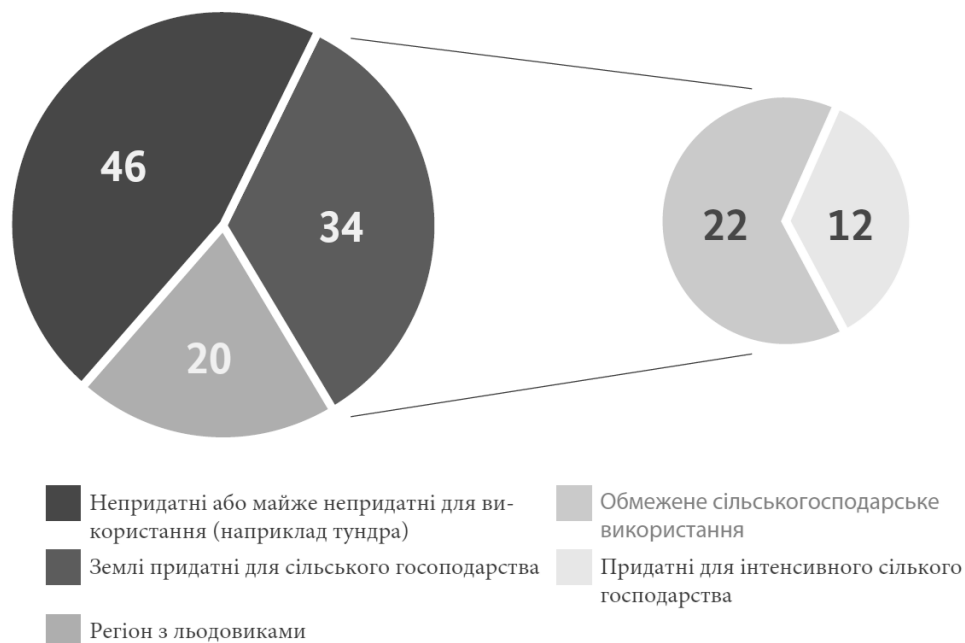


Рисунок 5.1. Частка земної поверхні суходолу, придатної для використання в сільському господарстві. Джерело: Науково-консультативна рада з охорони ґрунтів (*Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz*)¹⁵

Отже, вкрай важливо зупинити втрату продуктивних ґрунтів, запобігаючи деградації земель та зменшуючи її масштаби, оскільки це значно економічно доцільніше, ніж намагатися відновити деградовані території¹⁶. Ця мета, відома як нейтральний рівень деградації земель (*Land Degradation Neutrality, LDN*), закріплена в ЦСР 15 і узгоджується з ширшим визначенням відновлення, прийнятим у межах Десятиліття ООН з відновлення екосистем 2021–2030 років, яке охоплює зупинення, запобігання та подолання деградації екосистем. Чи

¹⁴Ding, H., Faruqi, S., Wu, A., Altamirano, J-C., Ortega, A.A., Zamora-Cristales, R., et al. (2018). Roots of prosperity: The economics and finance of restoring land. <https://www.wri.org/research/roots-prosperity-economics-and-finance-restoring-land>

¹⁵Wissenschaftlicher Beirat Bodenschutz (WBB). (2002). Ohne Boden bodenlos – eine Denkschrift zum Bodenbewusstsein. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/421/dokumente/denkschrift_ohne_boden_bodenlos.pdf

¹⁶UNCCD Science-Policy Interface (2016). Land in balance. The scientific conceptual framework for land degradation neutrality (LDN). Science-Policy Brief 02. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/18102016_Spi_pb_multipage_ENG_1.pdf

призведе зміна клімату до появи додаткових земель, придатних для обробітку, наразі оцінити неможливо.

5.1. Функції ґрунтів і здоров'я ґрунту

На міжнародному рівні наукова спільнота погодилася щодо визначення **трьох екологічних функцій ґрунтів**, які вважаються необхідними для збалансованого функціонування екосистем. Лише за умови, що ґрунти здатні виконувати всі три з наведених нижче функцій, їх можна вважати **здоровими**:

- Забезпечення середовища існування як для рослин, так і для тварин.
- Регулювання води, органічних і неорганічних речовин шляхом фільтрації, буферизації, трансформації та накопичення.
- Виробництво продовольства, кормів і біомаси.

Ці функції ґрунтів разом з іншими екосистемними функціями забезпечують надання низки ключових екосистемних послуг. Наприклад, регулювання паводків залежить від інфільтрації води в ґрунт, що зменшує поверхневий стік (регуляторна функція). Крім того, рослинність, яка зростає в ґрунті (продукційна функція), також послаблює стік – зокрема завдяки перехопленню опадів, шорсткості поверхні та транспірації.

Таким чином, ґрунти є основою всіх екосистемних послуг, необхідних для збереження цілісності наземних екосистем. Вони також мають вирішальне значення для виживання людини: після виробництва продовольства другою за важливістю функцією ґрунтів є поповнення та очищення підземних вод, які забезпечують нас питною водою.

5.1.1. Ґрунт як середовище існування

Один грам здорового ґрунту може містити до 600 мільйонів бактерій різних видів, не кажучи вже про гриби, водорості, одноклітинні організми, нематод, дощових черв'яків, кліщів, мокриць, колембол, личинок комах тощо. Якщо екстраполювати ці

показники на площу одного гектара, жива маса всіх організмів у ґрунті становитиме приблизно 15 тонн, що відповідає масі близько 20 корів¹⁷ (рис. 5.2).

TEEMING SOILS

Number of living organisms in 1 cubic metre of topsoil in temperate climates, logarithmic scale

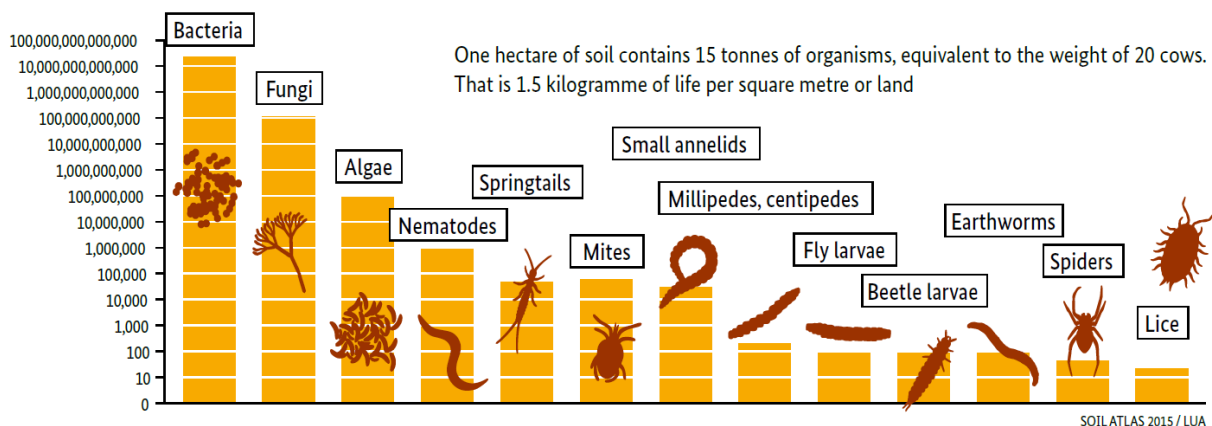


Рисунок 5.2. Живі організми в ґрунтах.

Джерело: *Chemnitz & Weigelt*¹⁸

Мікроорганізми та ґрунтові тварини є складовими складної трофічної мережі: вони розкладають органічну речовину й утворюють нові сполуки, які слугують їжею для інших ґрунтових організмів і рослин або позитивно впливають на структуру ґрунту та полегшують обмін поживними речовинами. Усе це – як живі, так і неживі компоненти – називається ґрунтовою органічною речовиною, яка є основою родючості ґрунтів^{19,20} (вставка 1).

¹⁷Chemnitz, C. & Weigelt, J. (Eds). (2015). Soil Atlas 2015 – Facts and figures about earth, land and fields. Heinrich Buß Foundation and the Institute for Advanced Sustainability Studies. https://www.boell.de/sites/default/files/soilatlas2015_ii.pdf

¹⁸Chemnitz & Weigelt (2015): Soil Atlas. Facts and figures about earth, land and fields. https://www.boell.de/sites/default/files/soilatlas2015_ii.pdf

¹⁹Dion, P. (2010). Soil biology and agriculture in the tropics. Springer eBooks. <https://www.worldcat.org/title/soil-biology-and-agriculture-in-the-tropics/oclc/462921767>

²⁰Vorney, R.P. (2007). The soil habitat. In: Paul, E. (Ed). Soil microbiology, ecology and biochemistry (Third Edition). <https://www.elsevier.com/books/soil-microbiology-ecology-and-biochemistry/paul/978-0-08-047514-1>

Вставка 1. Грунтова органічна речовина, органічний вуглець ґрунту та гумус

Існує стандартний коефіцієнт перерахунку для визначення вмісту гумусу в ґрунті: помноживши виміряну кількість органічного вуглецю ґрунту на 1,72, отримують показник вмісту гумусу. Оскільки ґрунти та склад гумусу є дуже локально специфічними й різноманітними, використання цього загального розрахунку для всіх ґрунтів без урахування місцевих умов і практик управління ґрунтами може призводити до неточних значень.

Задля спрощення в цьому дослідженні не проводиться чітке розмежування між органічним вуглецем ґрунту, ґрунтовою органічною речовиною та гумусом. Водночас слід мати на увазі, що, строго кажучи, ґрунтова органічна речовина та гумус складаються переважно з вуглецю, але також містять кисень, водень, азот, фосфор і сірку у змінних співвідношеннях, тоді як органічний вуглець ґрунту – це лише вуглець, зв'язаний в органічних сполуках.

5.1.2. Ґрунт як регулятор

Регуляторна функція ґрунту зумовлена його здатністю поглинати, акумулювати (секвеструвати), перетворювати або розкласти речовини, зокрема забруднювачі. До цієї функції належать забезпечення водопостачання та якості води, секвестрація вуглецю, кліматичне регулювання, а також контроль паводків і ерозії. Якщо ґрунт перебуває в доброму стані – тобто не є запечатаним, закорковуваним чи ущільненим, – більша частина опадів, що на нього випадає, інфільтрується в ґрунтовий профіль. Частина води природно накопичується та залишається доступною для рослин і ґрунтових організмів, а решта просочується глибше до рівня ґрунтових вод, очищаючись у процесі фільтрації. Тому стале управління ґрунтами є необхідною умовою забезпечення питною водою. За однією з оцінок, для утворення обсягу води, достатнього для покриття середньодобового споживання одного європейця (140 л), потрібно близько 256 м³ незапечатаного, неущільненого та незабрудненого ґрунту.

Коли ґрунт ущільнений, його здатність поглинати та відводити воду зменшується, що негативно позначається на поповненні ґрунтових вод. Вода починає стікати по поверхні, спричиняючи ерозію (втрату родючої ґрунтової речовини) і повені, а також руйнування житла, транспортної інфраструктури й загибель людей. Крім того, поверхневі води зазнають забруднення: частинки ґрунту, поживні речовини та полютанти потрапляють до озер, струмків і річок, порушуючи їхні функції. Водночас ущільнення ґрунтів у інтенсивно оброблюваних агроландшафтах і досі привертає недостатню увагу науковців,

політиків і практиків, так само як і впровадження адаптованих методів управління ґрунтами для поліпшення інфільтрації. Ущільнення є наслідком використання важкої техніки, однак воно також може виникати разом зі структурною деградацією через втрату ґрунтової біоти, зумовлену несталими агропрактиками – такими як вирощування монокультур і застосування синтетичних засобів – навіть без використання важкої техніки^{21,22}.

Ґрунт спочатку фільтрує, потім буферизує, а зрештою перетворює забруднювачі незалежно від їхнього походження. Однак здатність ґрунту виконувати ці процеси залежить від типу ґрунту, складу мікроорганізмів, вмісту гумусу та ґрунтової структури^{23,24,25,26}. Високий вміст гумусу підвищує здатність ґрунтів поглинати й очищувати речовини, зокрема забруднювачі. Хоча це є позитивним для якості ґрунтових вод (фільтрація), з часом це може призводити до накопичення поллютантів у ґрунті²⁷. Таким чином, процес фільтрації, корисний для отримання чистих ґрунтових вод (буферизація), може спричиняти акумуляцію забруднювачів, якщо ґрунт змушений поглинати великі обсяги хімічних речовин. Третій процес – трансформація – здійснюється організмами, що мешкають у ґрунті: вони перетворюють органічні речовини рослин на доступні поживні елементи, а також можуть трансформувати органічні забруднювачі в інші сполуки – менш або більш токсичні залежно від вихідної речовини²⁸.

Біологічні процеси очищення, що відбуваються в ґрунті, є значно ефективнішими за фізичні та хімічні, тому ґрунтова біота є критично важливою

²¹Nortcliff, S. (2006). Soil 1. Definition, function, and utilization of soil. In: Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry. Wiley. https://doi.org/10.1002/14356007.b07_613.pub3

²²Gisi, U., Shenker R. & Schulin, A. (1997). Bodenkologie. Stuttgart, New York.

²³Schnug, E. & Haneklaus, S. (2002). Landwirtschaftliche Produktionstechnik und Infiltration von Boden: Beitrag des ökologischen Landbaus zum vorbeugenden Hochwasserschutz. FAL, Landbauforschung Völkensrode 52.

²⁴Hamza, M.A. & Anderson, W.K. (2005). Soil compaction in cropping systems: A review of the nature, causes and possible solutions. Soil and Tillage Research 82:121–145. <https://doi.org/10.1016/j.still.2004.08.009>

²⁵Beste, A. (2016). Down to Earth – The soil we live off. On the state of soil in Europe's agriculture. The Greens in the European Parliament & European Free Alliance. https://www.martin-haeusling.eu/images/Boden_English_Web_Mail.pdf

²⁶Gupta R.K. et al. (2008). Soil biology. In: Chesworth W. (eds) Encyclopedia of soil science. Encyclopedia of Earth Sciences Series. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-3995-9_531

²⁷Preetz, H. (2003). Bewertung von Bodenfunktionen für die praktische Umsetzung des Bodenschutzes. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.

²⁸SOILSERVICE (2012). Conflicting demands of land use, soil biodiversity and the sustainable delivery of ecosystem goods and services in Europe. Lund University. <https://cordis.europa.eu/project/id/211779>

для забезпечення питною водою. Будь-яке зниження біологічної активності ґрунту істотно погіршує його здатність очищувати воду. Водночас саме ця біорізноманітність і активність порушуються поширеними сільськогосподарськими практиками, зокрема застосуванням пестицидів та інтенсивним мінеральним удобренням.

5.1.3. Ґрунт як виробник біомаси

Продукційна функція ґрунту відіграє ключову роль у підтриманні природної рівноваги в межах ландшафтів. Здоровий ріст рослин є необхідною передумовою для функціонування переважної більшості екосистем. Поживні речовини та вода, накопичені в ґрунті, забезпечують формування різноманітної рослинності, яка сприяє випаровуванню, очищенню повітря та поглинанню CO₂. У поєднанні з кліматичними умовами різні типи ґрунтів здатні підтримувати надзвичайно широке різноманіття тварин і рослин – генетично майже необмежений резервуар, що має величезний потенціал для використання людиною. Проте ця різноманітність перебуває під загрозою як через зміну клімату, так і внаслідок діяльності людини.

Зниження родючості ґрунтів є основним рушієм опустелювання: у міру того як ґрунти втрачають здатність підтримувати ріст рослин, зменшення рослинного покриву призводить до ерозії, порушення водного циклу (відсутність випаровування) та посух. У всьому світі деградація ґрунтів унаслідок надмірної експлуатації спричиняє опустелювання з тривожно високими темпами²⁹.

Ця загроза виходить далеко за межі деградації екосистем і безпосередньо стосується продовольчої безпеки. Дослідження фіксують стагнацію врожайності основних зернових культур світу, зокрема кукурудзи, рису та пшениці^{30,31,32}.

²⁹Solanki, M.K. (2020). Mycorrhizal fungi and its importance in plant health amelioration. In: Solanki, M.K., Kashyap, P., Ansari, R. & Kumari, B. (Eds). Microbiomes and plant health. <https://doi.org/10.1016/C2019-0-00466-9>

³⁰UNEP. (2004). UNEP's Strategy on Land Use Management and Soil Conservation. A strengthened functional approach. United Nations Environment Programme (UNEP).

³¹UNEP. (1990). The extent of human-induced soil degradation. Annex 5. United Nations Environment Programme (UNEP) & World Soil Information (ISRIC).

Експерти застерігають, що нездатність своєчасно виявити й усунути причини стагнації або зниження врожайності матиме серйозні наслідки для майбутнього глобальної продовольчої безпеки³³. Якщо ми принципово не змінимо сучасні підходи до управління ґрунтами та землекористування, ми поставимо під загрозу саме виживання людства^{34,35}.

5.2. Зміна клімату та ґрунти: впливи і потенціал для пом'якшення та адаптації

Як показано в розділі 5.1, ґрунти відіграють ключову роль не лише у виробництві продовольства, а й як середовище існування та постачальник екосистемних послуг. Це робить їх надзвичайно важливими як для пом'якшення зміни клімату, де провідну роль відіграє органічний вуглець ґрунту, так і для адаптації, у якій вирішальними є регуляторні функції ґрунтів (наприклад, у водному циклі). Загалом сільське господарство є водночас рушієм і жертвою зміни клімату. Впродовж XX століття оброблювані ґрунти світу втратили від 25% до 75% свого початкового запасу вуглецю^{36,37} – який був вивільнений в атмосферу у формі CO₂ – головно внаслідок нестійких практик землекористування. Ці втрати ґрунтового вуглецю не лише прискорюють зміну клімату, а й роблять ґрунти вразливішими до її наслідків через суттєвий вплив на родючість ґрунтів, їхню здатність утримувати воду та стійкість до екстремальних погодних умов. Зростання цієї вразливості, своєю чергою, негативно позначається на врожайності та її стабільності, поглиблюючи

³²Ray, D., Ramankutty, N., Mueller, N. et al. (2012). Recent patterns of crop yield growth and stagnation. *Nat Commun* 3. <https://doi.org/10.1038/ncomms2296>

³³Gomiero, T. (2016). Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability* 8(3):281. <https://doi.org/10.3390/su8030281>

³⁴IPCC. (2019). Climate change and land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems [P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendia, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi, J. Malley, (eds.)]. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). <https://www.ipcc.ch/srccl/>

³⁵IAASTD. (2009). Agriculture at a crossroads. International Assessment of Agricultural Knowledge, Science and Technology for Development (IAASTD). <https://wedocs.unep.org/20.500.11822/8590>

³⁶Lehmann, J. & Kleber, M. (2015). The contentious nature of soil organic matter. *Nature* 528:60–68. <https://doi.org/10.1038/nature16069>

³⁷Lal, R. (2018). Digging deeper: A holistic perspective of factors affecting soil organic carbon sequestration in agroecosystems. *Global Change Biology* 1–17. <https://doi.org/10.1111/gcb.14054>

руйнівне замкнене коло. Втрати екосистемних послуг унаслідок деградації ґрунтів оцінюються в 6,3–10,6 трлн дол. США на рік³⁸.

Отже, щоб розірвати це коло, аграрні стратегії мають стати «кліматично розумними»: зменшувати викиди парникових газів і водночас інтегрувати механізми адаптації для збереження продуктивності за умов дедалі більш мінливої та екстремальної погоди. Стале управління ґрунтами (*SSM*) є ключовим елементом таких механізмів.

5.2.1. Ґрунти під кліматичним стресом

Ґрунти зазнають впливу зміни клімату в багатьох вимірах, але насамперед через фундаментальні зміни водних циклів у глобальному масштабі. На локальному та регіональному рівнях спостерігається більша мінливість опадів – у деякі роки значно інтенсивніші, в інші – значно менші за норму – а також посилене випаровування в багатьох регіонах, що підвищує ризик і тяжкість посух. Періоди тривалої посухи дедалі частіше змінюються екстремальними зливами, які спричиняють раптові повені, втрати ґрунту та загибель посівів. У багатьох місцевостях кількість опадів або стає надмірною, або, навпаки, катастрофічно недостатньою порівняно з довгостроковими середніми значеннями. Збільшення опадів може призводити до поверхневого стоку та ерозії, якщо ґрунт не здатний поглинати воду з тією швидкістю, з якою вона випадає. У найекстремальніших випадках, коли сильні зливи припадають на схили без достатнього рослинного покриву, можливі зсуви³⁹. З іншого боку, зменшення кількості опадів у поєднанні з їхньою нерегулярністю (особливо разом із підвищенням температури та випаровування) може прискорювати опустелювання і навіть призводити до повної втрати продовольчого виробництва в окремих регіонах.

³⁸Stewart, N. (Ed). (2015). The value of land: Prosperous lands and positive rewards through sustainable land management. The Economics of Land Degradation (ELD). https://www.eld-initiative.org/fileadmin/pdf/ELD-mainreport_08_web-72dpi_01.pdf

³⁹The Climate Reality Project (2017). Right under your feet: Soil health and the climate crisis. <https://www.climateRealityProject.org/sites/climateRealityProject.org/files/Soil%20Health%20and%20Climate%20Change.pdf>

Часті посухи та посилене випаровування не лише знищують життєво важливі ґрунтові організми, необхідні для вирощування здорових культур, а й зменшують обсяги води, доступної для розбавлення навіть відносно поширених забруднювачів у водосховищах, струмках і річках, озерах та колодязях. З глобальної, довгострокової перспективи прогнозується, що зміна клімату спричинить масштабніші коливання режимів опадів, що, своєю чергою, може зумовити сезонні або навіть постійні зсуви меж цілих екосистемних зон унаслідок тривалих змін температури та режимів опадів. Це також істотно змінить ґрунтову біоту в багатьох регіонах.

Нещодавнє дослідження впливу землекористування та зміни клімату на глобальну водну ерозію ґрунтів прогнозує її зростання на 30–66% до 2070 року порівняно з 2015 роком – залежно від сценаріїв землекористування та кліматичних змін. Якщо аграрні практики не зміняться, а заходи зі стримування глобального потепління не будуть реалізовані, щорічні додаткові втрати ґрунту можуть перевищити 28 млрд тонн^{40,41,42}. Дослідження Об'єднаного дослідницького центру Європейської комісії показало, що ерозія ґрунтів може призвести до втрат близько 8 млрд дол. США світового валового внутрішнього продукту (ВВП)⁴³. Деградація та ущільнення ґрунтів додатково підвищують ризик повеней через посилення поверхневого стоку. Такі впливи можуть спричиняти втрату врожаїв і, в окремих регіонах, голод, переміщення населення та міграцію, інколи підживлюючи збройні конфлікти.

Здоров'я ґрунтів також є вразливим до підвищених температур. Зростання середніх температур і частіші екстремальні температурні явища можуть

⁴⁰Blankinship, J.C., Niklaus, P.A. & Hungate, B.A. (2011). A meta-analysis of responses of soil biota to global change. *Oecologia* 165:553–565. <https://doi.org/10.1007/s00442-011-1909-0>

⁴¹Classen AT., Maja K. Sundqvist, Jeremiah A. Henning, Gregory S. Newman, Jessica A. M. Moore, Melissa A. Cregger, Leigh C. Moorhead, Courtney M. Patterson (2015). Direct and indirect effects of climate change on soil microbial and soil microbial-plant interactions: What lies ahead? *Ecosphere* 6(8): 1–21. <https://doi.org/10.1890/ES15-00217.1>

⁴²Borelli, P. David A. Robinson Panos Panagos, Emanuele Lugato, Jae E. Yang, Christine Alewell, David Wuepper, Luca Montanarella, and Cristiano Ballabio (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015–2070). *PNAS* 117. <https://doi.org/10.1073/pnas.2001403117>

⁴³Martina Sartori, George Philippidis, Emanuele Ferrara, Pasquale Borrelli, Emanuele Lugato, Luca Montanarella, PanosPanagos (2019). A linkage between the biophysical and the economic: Assessing the global market impacts of soil erosion. *Land Use Policy* 86. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2019.05.014>

безпосередньо впливати на ґрунтову біоту та змінювати її, особливо в ґрунтах із обмеженим рослинним покривом.

Водночас водний цикл і локальний мікроклімат зазнають впливу не лише зміни клімату, а й характеру землекористування та рослинності. Чим менш різноманітною є рослинність на певній ділянці, тим менше відбувається випаровування і тим менше опадів випадає в цьому місці⁴⁴. Чим менш різноманітною є коренева система в ґрунті, тим менше води він здатний утримувати і тим вищою є ймовірність паводків⁴⁵. Території з цілісним і різноманітним рослинним покривом зазвичай є не лише прохолоднішими, але й характеризуються значно стабільнішим мікрокліматом та набагато меншою чутливістю до екстремальних температурних коливань. Проте занадто часто взаємозв'язки між ґрунтом, рослинністю та кліматом залишаються недооціненими⁴⁶.

Позитивною є те, що стале й адаптаційно орієнтоване управління землекористуванням може частково пом'якшувати екстремальні наслідки посух або інтенсивних опадів і таким чином запобігати втратам ґрунтів і врожаїв. Водночас через непередбачуваність цих впливів універсальних рішень не існує – заходи з адаптації мають бути адаптовані до місцевих умов. Проте низка загальних заходів здатна підвищити стійкість агроєкосистем як до посух, так і до злив, одночасно покращуючи родючість ґрунтів, забезпечення питною водою та підтримуючи біорізноманіття, яке, своєю чергою, сприяє природному захисту від шкідників.

⁴⁴Live Science Staff (2012). Less forest, less rain: Deforestation reduces tropical rainfall. Live Science. <https://www.livescience.com/23017-deforestation-reduces-rainfall.html>

⁴⁵Gould, I.J., Quinton, J.N., Weigelt, A., De Deyn, G.B. & Bardgett, R.D. (2016). Plant diversity and root traits benefit physical properties key to soil function in grasslands. Ecology Letters 19(9):1140–1149. https://ec.europa.eu/environment/integration/research/newsalert/pdf/diverse_plant_communities_improve_soil_structure_ecosystem_services_481na3_en.pdf

⁴⁶Schwarzer, S. (2021). Working with plants, soils and water to cool the climate and rehydrate Earth's landscapes. UNEP Foresight Brief. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/36619/FB025.pdf>

5.2.2. Значення ґрунтів для пом'якшення зміни клімату

Ґрунти як поглиначі вуглецю, а отже як інструмент пом'якшення зміни клімату, сьогодні є предметом активних дискусій. Найбільша частка ґрунтового вуглецю на планеті (близько 25%) зосереджена в ґрунтах регіонів вічної мерзлоти (Арктика, Антарктида, Альпи), які охоплюють приблизно чверть площі суходолу Землі. Далі за обсягами накопиченого в ґрунтах вуглецю йдуть водно-болотні угіддя, луки та ліси, що також містять значну його частку.

Водно-болотні угіддя є потужними резервуарами вуглецю, проте 85 % з них вважаються знищеними. Коли водно-болотні угіддя перетворюють на орні землі або (короткоротаційні) плантації, чи коли здійснюють видобуток торфу, в атмосферу вивільняються значні обсяги парникових газів. Те саме стосується перетворення луків і лісів. Отже, контроль змін землекористування має незрівнянно більший потенціал для збереження глобальних запасів ґрунтового вуглецю, ніж аграрні практики та заходи з управління ґрунтами. Це необхідно враховувати під час оцінювання ролі накопичення вуглецю в ґрунтах.

Найбільший внесок сільського господарства у зміну клімату пов'язаний із виробництвом і застосуванням синтетичних азотних добрив. Тому обмеження їх використання на користь високоякісних органічних добрив може запобігти вивільненню значних обсягів парникових газів. Азотне живлення із залученням бобових культур є найбільш енергоефективним і кліматично дружнім варіантом. Завдяки здатності бобових фіксувати атмосферний азот у ґрунті, урожай 4 т/га бобових може забезпечити еквівалент 180 кг мінерального азоту. Це відповідає економії енергії, еквівалентної 180 л пального (або 480 кг CO₂), необхідних для виробництва такої кількості мінеральних добрив.

Сумарний потенціал уникнутих викидів (діоксида вуглецю, закису азоту та метану) у сівозмінах із бобовими культурами порівняно з сівозмінами на основі мінеральних добрив становить співвідношення 36 до 100, і, окрім цього, бобові мають багато інших позитивних ефектів.

Натомість накопичення вуглецю в ґрунті як спосіб видалення його з атмосфери має обмежений потенціал, відбувається повільно і є зворотним процесом. Це пояснюється тим, що майже всі показники секвестрації вуглецю можуть зазнавати впливу зовнішніх чинників, зокрема погодних екстремумів. Тому багато оцінок теоретичного потенціалу секвестрації вуглецю в ґрунтах є суттєво завищеними.

За оцінками Міжурядової групи експертів зі зміни клімату (*IPCC*), поліпшене управління ґрунтами може компенсувати 5–20% глобальних антропогенних викидів парникових газів, однак, як зазначено вище, уникнення перетворення водно-болотних угідь, луків і лісів відіграє в цій оцінці вирішальну роль. Отже, захист водно-болотних угідь і підтримка пасовищного випасу мають більший потенціал пом'якшення, ніж орне землеробство, з огляду на надзвичайно високий вміст гумусу, накопичений у цих ґрунтах.

5.2.3. Потенціал ґрунтів для адаптації до зміни клімату

Ґрунт є ключовим чинником для будь-якої агроєкосистеми. Хоча не викликає сумнівів, що сільськогосподарські системи в усьому світі потребують адаптації до зміни клімату, потенційний внесок природоорієнтованих рішень (*NbS*) в адаптацію сільського господарства часто залишається недооціненим. В індустріалізованих країнах переваги інтенсивного використання технологій і синтетичних ресурсів для родючості ґрунтів та функціонування агроєкосистем дедалі частіше піддаються критичному переосмисленню⁴⁷. Зростає усвідомлення того, що більш цілісні підходи, зокрема екосистемна адаптація, краще підтримують довгострокову життєздатність ґрунтів і екосистем, а також економічну стійкість.

Такі підходи потребують системного розуміння екосистем та принципів їх сталого використання. Хоча єдине універсальне визначення і обов'язковий набір правил для впровадження цього підходу ще перебувають у стадії розроблення,

⁴⁷TMG Research & Partners (2020). Systemic challenges, systemic responses: innovating adaptation to climate change through agroecology. TMG. <https://tmg-thinktank.com/220202>

багато наявних практик управління в сільському господарстві вже відповідають цим вимогам.

Стале управління землями (*SLM*) та стале управління ґрунтами (*SSM*; вставка 2) є двома природоорієнтованими рішеннями, які забезпечують численні екологічні та економічні переваги, зокрема більш надійні врожаї, вищий рівень збереження біорізноманіття та уникнення витрат, пов'язаних із необхідністю захисту ґрунтових і питних вод від надмірного удобрення та застосування пестицидів⁴⁸. Дослідження показують, що *SSM* може забезпечувати врожайність на 10–120% вищу, ніж у системах сільського господарства з високими зовнішніми ресурсними затратами⁴⁹. Крім того, такі підходи забезпечують кращий захист від ерозії, повеней і селевих потоків, а також покращують локальні мікрокліматичні умови.

Вставка 2. Стале управління землями – і ґрунтами

Стале управління землями (*SLM*), як його було визначено на Саміті Землі ООН 1992 року, – це «використання земельних ресурсів, включно з ґрунтами, водою, тваринами та рослинами, для виробництва товарів з метою задоволення мінливих потреб людства за одночасного забезпечення довгострокового продуктивного потенціалу цих ресурсів і збереження їхніх екологічних функцій»^{50,51,52,53}.

На сталий характер управління землями істотно впливають ринок землі, екологічне законодавство, підтримка з боку місцевих органів влади та аграрні субсидії. Водночас важливу роль відіграє освіта в університетах і сільськогосподарських навчальних закладах. *SLM* також передбачає усвідомлений вибір підходів, які найкраще відповідають місцевим природним і соціально-економічним умовам та забезпечують ефективне використання наявних ресурсів.

Добровільні керівні принципи сталого управління ґрунтами (*VGSSM*), схвалені Радою ФАО у грудні 2016 року, доповнюють Всесвітню хартію ґрунтів, детальніше розкриваючи принципи й практики, які мають бути інтегровані в політики та процеси ухвалення рішень. У *VGSSM* стале управління ґрунтами (*SSM*) визначається так: «Управління ґрунтами є сталим, якщо

⁴⁸FAO. (no date). What are the environmental benefits of organic agriculture? Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/>

⁴⁹Chen, J., Engbersen, N., Stefan, L., Schmid, B., Sun, H. & Schüb, C. (2021). Diversity increases yield but reduces harvest index in crop mixtures. *Nature Plants* 7(7):893–898. <https://doi.org/10.1038/s41477-021-00948-4>

⁵⁰Gurbir S., David Bautze, Noah Adamtey, Laura Armengot, Harun Cicek, Eva Goldmann, Amritbir Riar, Johanna Rъegg, Monika Schneider, Beate Huber (2021). What is the contribution of organic agriculture to sustainable development? A synthesis of twelve years (2007-2019) of the “long-term farming systems comparisons in the tropics (SysCom)”. Research Institute of Organic Agriculture, Frick, Switzerland. <https://systems-comparison.fibl.org/results/reports.html>

⁵¹Thomas, S., Jayne, Nicole M. Mason, William J. Burke, Joshua Ariga, (2018). Review: Taking stock of Africa's second-generation agricultural input subsidy programs. *Food Policy* 75:1–14. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2018.01.003>

⁵²UN Human Rights, Office of the United Nations High Commissioner. (2011). Eco-farming can double food production in 10 years, says new UN report. News Release. http://www.srfood.org/images/stories/pdf/press_releases/20110308_agroecology-report-pr_en.pdf

⁵³FAO. (no date). What are the environmental benefits of organic agriculture? Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq6/en/>

підтримувальні, забезпечувальні, регуляторні та культурні екосистемні послуги, які надає ґрунт, зберігаються або посилюються без суттєвого погіршення ґрунтових функцій, що забезпечують ці послуги, або біорізноманіття. Особливо важливим є баланс між підтримувальними та забезпечувальними послугами для виробництва рослинної продукції і регуляторними послугами ґрунту щодо якості та доступності води, а також складу парникових газів в атмосфері»^{54,55}.

Отже, *SSM* значною мірою залежить від знань і практичного досвіду виробників щодо базових функцій ґрунту та особливостей локальних екосистем. Воно передбачає прийняття рішень щодо того, які культури вирощувати і де саме, де існують найкращі умови для кормових і товарних культур, а також як ефективно використовувати родючість ґрунтів для рослин і тварин та підтримувати її в довгостроковій перспективі.

Водночас існує низка бар'єрів для масштабного впровадження таких підходів. Природоорієнтовані рішення не означають повернення до архаїчних форм землеробства – вони ґрунтуються на сучасних наукових знаннях про функціонування ґрунтових екосистем і принципи оптимального управління ґрунтами. Однак застосування цих знань потребує чіткого й послідовного механізму передачі знань, який наразі є недостатнім. Деякі практики *NbS* потребують часу для прояву позитивних ефектів, тому проекти та фінансування мають плануватися на довші часові горизонти. Нарешті, багато типів *NbS* беруть свій початок у знаннях і досвіді корінних народів або місцевих громад, що іноді викликає скепсис у професійних колах, навіть тоді, коли їхня ефективність підтверджена науковими дослідженнями.

Адаптація до зміни клімату, захист біорізноманіття та стале управління ґрунтами потребують інтегрованої стратегії, яка виходить за межі ізольованих рішень для окремих впливів і спрямована на подолання первинних причин деградації, зростання викидів парникових газів і втрати біорізноманіття. Наприклад, заміна мінеральних добрив органічними може підтримувати біорізноманіття й покращувати функції ґрунту, водночас роблячи суттєвий внесок

⁵⁴FAO. (no date). Sustainable land management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <https://www.fao.org/land-water/land/sustainable-land-management/en/>

⁵⁵FAO & ITPS. (2020). Protocol for the assessment of sustainable soil management. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) & Intergovernmental Technical Panel on Soils (ITPS). http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/SSM/SSM_Protocol_EN_006.pdf

у пом'якшення зміни клімату та підвищуючи стійкість екосистем до погодних екстремумів.

Стале управління ґрунтами (*SSM*) охоплює три базові елементи, спрямовані на підтримку взаємодій у ґрунтовій екосистемі, що веде до формування здорового, стійкого та родючого ґрунту. Міжнародна наукова спільнота визнає ці елементи ключовими для ґрунтової екології та функціонування ґрунтів:

- збільшення вмісту органічної речовини ґрунту;
- підтримка та стимулювання ґрунтової біоти;
- сприяння різноманіттю (як під поверхнею ґрунту, так і над нею).

Реалізація цих елементів забезпечує такі переваги незалежно від типу екосистеми, ґрунту чи клімату:

- накопичення гумусу;
- захист і поліпшення всіх функцій ґрунту – середовищної, регуляторної та продукційної;
- поліпшення ґрунтової структури, а отже – інфільтрації та здатності утримувати воду;
- стабілізацію локального водного циклу і, відповідно, забезпечення рослин водою – навіть у періоди посух;
- оптимізацію охолодження системи через випаровування;
- зменшення ерозії та ризику повеней завдяки кращій інфільтрації води.

У результаті всіх цих ефектів екосистемні послуги загалом посилюються.

Оскільки екстремальні погодні явища, такі як інтенсивні опади та посухи, надалі зростатимуть за частотою й інтенсивністю та часто є непередбачуваними, необхідним є гнучке й комплексне проєктування екосистемно орієнтованих підходів, здатних постійно адаптуватися в часі.

Сприяння реалізації цих трьох елементів дає змогу зменшувати викиди, підтримувати біорізноманіття та стабілізувати систему землекористування загалом перед кліматичними шоками й іншими стресорами. Тому *SSM* є різновидом екосистемної адаптації (*EbA*) до зміни клімату. Більшість таких

практик ґрунтуються на знаннях корінних народів та/або місцевих спільнот, а їхні позитивні ефекти дедалі частіше підтверджуються фундаментальними науковими дослідженнями та емпіричними результатами численних проєктів у різних країнах світу (див. підрозділі 5.3).

Перший елемент: збільшення вмісту органічної речовини ґрунту

Підвищення вмісту органічного вуглецю та гумусу в ґрунтах покращує їхнє здоров'я й родючість, здатність утримувати воду та поживні речовини, потенціал виробництва продовольства, а також стійкість до посух і інтенсивних опадів. Здатність багатого на вуглець органічного добрива сприяти накопиченню гумусу значною мірою залежить від форми, в якій вуглець вноситься в ґрунт; не всі види органічних добрив є корисними для ґрунтової біоти (наприклад, необроблена гноївка або великі обсяги свіжої органічної маси – зелене мульчування – не є сприятливими для ґрунтових організмів). Компост особливо добре підходить для поліпшення ґрунтів, оскільки підвищує вміст гумусу, мікробіальне різноманіття та родючість ґрунту (рис. 5.3). Мульчування також має позитивний вплив на ґрунтову біоту і, що, можливо, ще важливіше, захищає поверхню ґрунту від ерозії.



Рисунок 5.3. Екосистемні послуги, що надаються мікоризними грибами (MF).

Джерело: Beste⁵⁶

⁵⁶ Beste, A. (2022): GREENWASHING & HIGH TECH – Faking it: (un-)sustainable solutions for agriculture. https://www.gesunde-erde.net/media/fakesustainability_end_english_1.pdf

Дослідженнями підтверджено такі позитивні ефекти компосту для ґрунтів⁵⁷:

- підвищення стабільності агрегатів, поліпшення ґрунтової структури;
- збільшення пористості;
- покращення здатності до накопичення та фільтрації води;
- зростання біологічної активності;
- підвищення вмісту гумусу;
- зменшення ризику ерозії та посилення захисту від повеней;
- зростання мікоризації та покращення забезпечення поживними речовинами;
- зменшення вимивання азоту;
- підвищення стійкості культур до хвороб;
- покращення ємності обміну поживних елементів.

Компост здатний утримувати у 3–5 разів більше води, ніж власна маса. Це дає змогу зберігати дощову воду, яка зазвичай втрачається через випаровування або поверхневий стік, і сприяти поповненню екосистем.

Тривалий час недооцінені, корені рослин та речовини, які вони виділяють у навколишній ґрунт (екзудати), нині вважаються найпотужнішим чинником накопичення гумусу – навіть більш ефективним, ніж компост. Тому їх можна розглядати як частину «органічних добрив» як за визначенням, так і за практичним застосуванням. Різноманітна коренева система підвищує біологічну активність, стабілізує ґрунтову структуру та покращує здатність ґрунту утримувати й фільтрувати воду. По-перше, корені зв'язують ґрунтові частинки; по-друге, вони постачають поживу для ґрунтової біоти, біологічна активність якої формує та стабілізує ґрунтову матрицю; по-третє, вони є важливими утворювачами гумусу. Таким чином, корені підтримують водний цикл трьома шляхами⁵⁸.

⁵⁷ ECN. (2010). Sustainable compost application in agriculture. English Version of the German Report Summary. European Compost Network (ECN). https://www.compostnetwork.info/wordpress/wp-content/uploads/ECN-INFO-02-2010_Sustainable_Use_of_Compost_in_Agriculture_LTZ-Project.pdf

⁵⁸ Gentsch, N., Boy, J., Batalla, J.D.K. et al. (2020). Catch crop diversity increases rhizosphere carbon input and soil microbial biomass. *Biol Fertil Soils* 56, 943–957. <https://doi.org/10.1007/s00374-020-01475-8>

Біовугілля (*biochar*) – внесення вуглецю в ґрунт шляхом піролізу (термічного розкладу) з метою збільшення вмісту органічної речовини – є ще одним широко обговорюваним підходом. Проте у 2019 році Федеральний інститут Тюнена (Німеччина) зазначив, що застосування біовугілля залишається дискусійним через суперечливі результати щодо впливу на функції та родючість ґрунтів, а також через потенційні ризики забруднення ґрунтів, пов'язані з продуктами піролізу^{59,60,61}.

Другий елемент: стимулювання ґрунтового життя

Незалежно від того, чи походять вони з гною або рослинної маси, органічні добрива є кращими за мінеральні, оскільки останні порушують баланс ґрунтової біології, зокрема мікоризних грибів. Мікориза є важливою складовою агроєкосистем, адже вона формує симбіотичні зв'язки з коренями близько 80 % усіх родин рослин. Мікоризна колонізація покращує живлення рослин і, як наслідок, підсилює екосистемні послуги – зокрема через поліпшення формування ґрунтової структури (рис. 5.3)⁶². Мікориза стабілізує ґрунтові агрегати, запобігає ерозії та пригнічує заселення патогенів^{63,64}. Натомість порушення ґрунтового життя внаслідок застосування агрохімікатів, мінеральних добрив і інтенсивного обробітку ґрунту спричиняє ущільнення ґрунтів, що веде до ерозії, втрати родючості та викидів закису азоту (N_2O)^{65,66}.

⁵⁹Thünen/BMEL (2019). Humus in landwirtschaftlich genutzten Böden Deutschlands. Ausgewählte Ergebnisse der Bodenzustandserhebung.

https://www.thuenen.de/media/institute/ak/Allgemein/news/Bodenzustandserhebung_Landwirtschaft_Kurzfassung.pdf

⁶⁰Bucheli T., Hilber-Schub I. & Schmidt H.P. (2015); Polycyclic aromatic hydrocarbons and polychlorinated aromatic compounds in biochar. In: Lehmann J. & Joseph S. (Eds.) Biochar for environmental management. Earthscan. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203762264-28/polycyclic-aromatic-hydrocarbonspolychlorinated-aromatic-compounds-biochar-thomas-bucheli-isabel-hilber-hans-peter-schmidt>

⁶¹De la Rosa J.M. Egueda M., Sónchez-Martín, Paloma Campos, Ana Z. Miller (2019). Effect of pyrolysis conditions on the total contents of polycyclic aromatic hydrocarbons in biochars produced from organic residues: assessment of their hazard potential. Sci Total Environ 667:578–585. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.421>

⁶²Sumbul A. Mahmood, I., Rizvi, R., Ansari, R.A., Safiuddin (2017). Mycorrhiza: an alliance for the nutrient management in plants. In: Kumar, V. et al. (Eds). Probiotics in Agroecosystem. https://doi.org/10.1007/978-981-10-4059-7_19

⁶³Saia, S., Tamayo, E., Schillaci, C., De Vita, P. (2020). Arbuscular mycorrhizal fungi and nutrient cycling in cropping systems. In: Carbon and nitrogen cycling in soil. Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-7264-3_4

⁶⁴Smith, S.E. & Read, D.J. (2008). Mycorrhizal symbiosis, 3rd edn. Academic Press. <https://www.elsevier.com/books/mycorrhizal-symbiosis/smith/978-0-12-370526-6>

⁶⁵Ravnskov, S., Carmina Cabral, John Larsen (2020). Mycorrhiza induced tolerance in *Cucumis sativus* against root rot caused by *Pythium ultimum* depends on fungal species in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. Biological Control 141. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2019.104133>.

У межах складної трофічної мережі⁶⁷ мікроорганізми та ґрунтові тварини розкладають органічну речовину й утворюють нові сполуки. Вони, своєю чергою, слугують поживою для інших ґрунтових організмів і рослин або формують гумусові речовини, які позитивно впливають на ґрунтову структуру та обмін речовин. Ґрунтові організми розпушують ґрунт або сприяють злипанню ґрунтових частинок, відіграючи вирішальну роль у формуванні ґрунтової структури, покращуючи аерацію та підвищуючи інфільтрацію й здатність утримувати воду (див. рис. 5.2). У результаті ґрунт краще поглинає опади: частина води зберігається тривалий час і стає доступною для рослин та ґрунтових тварин, а решта очищається під час просочування вниз, поповнюючи ґрунтові води. Це критично залежить від біологічно сформованої ґрунтової структури, оскільки пори середнього розміру можуть бути створені лише мікроорганізмами – технічним розпушуванням їх утворити неможливо⁶⁸.

Третій елемент: сприяння екосистемним послугам і різноманіттю

Біорізноманіття стабілізує екосистеми. Воно підвищує здатність екосистем реагувати на стреси та підтримує водний цикл завдяки стабілізації структури й збільшенню пористості. Крім того, біорізноманіття забезпечує важливі екосистемні послуги, зокрема врівноваження трофічних ланцюгів і конкуренції між видами, а отже є критично важливим для виробництва продовольства.

Наприклад, запилювачі роблять внесок у 217 млрд дол. США у світову економіку^{69,70,71}, а медоносні бджоли лише у США забезпечують близько 15 млрд

⁶⁶Oehl, F., Ewald Sieverding, Kurt Ineichen, Elisabeth-Anne Ris, Thomas Boller, Andres Wiemken (2005). Community structure of arbuscular mycorrhizal fungi at different soil depths in extensively and intensively managed agroecosystems. *New Phytol.* 65(1):273–283. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2004.01235.x>

⁶⁷Eldor A.P. (2007). Soil Microbiology, Ecology and Biochemistry. <https://doi.org/10.1016/C2009-0-02816-5>

⁶⁸SOILSERVICE (2012). Conflicting demands of land use, soil biodiversity and the sustainable delivery of ecosystem goods and services in Europe. Lund University. <https://cordis.europa.eu/project/id/211779>

⁶⁹Gallai, N., Salles, J.M., Settele, J., Vaissiere, B.E. (2009). Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68(3): 810–821. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.06.014>

⁷⁰Beste (2021). Flood protection – Let's start with soil. ARC2020. <https://www.arc2020.eu/flood-protection-lets-start-with-soil/>

⁷¹Beste, A. (2020). 5th edition: Improvement of soil functions and soil fertility with the help of Qualitative Soil Analysis. <https://www.gesunde-erde.net/en/publications/publications-on-soil-management-analysis/>

дол. США сільськогосподарської продуктивності завдяки своїй ключовій ролі у виробництві фруктів, горіхів та овочів⁷².

Різноманітні аграрні системи є менш вразливими до екстремальних кліматичних явищ, кліматичної мінливості та кумулятивних агрокліматичних змін – як завдяки надґрунтовому, так і підґрунтовому різноманіттю.

Найефективнішим способом стимулювання підґрунтового різноманіття є сівозміни, одночасне вирощування різних культур на одному полі (підсів, змішані посіви), а також багаторічні культури, оскільки ці заходи підвищують різноманіття та щільність кореневих систем, що стимулює ґрунтову біоту. Сівозміна є невід’ємною складовою належної аграрної практики. Традиційні знання, навчальні посібники та практичний досвід одностайно підкреслюють важливість чергування «гумусозатратних» культур із культурами, що формують гумус – принцип, який часто розглядається в навчальних курсах і університетських програмах. Проте за останні 20 років практика сівозміни різко скоротилася і майже зникла в інтенсивному землеробстві Центральної Європи, а також Північної й Південної Америки, що має руйнівні наслідки для здоров’я ґрунтів^{73,74}.

Змішані посіви (інтеркропінг) захищають ґрунт від ерозії та пересихання, стимулюють розвиток кореневих систем і підвищують біологічну активність, тим самим стабілізуючи ґрунтову структуру та покращуючи утримання й фільтрацію води. Це особливо ефективно за формування розгалужених, мережоподібних кореневих систем, що пронизують увесь ґрунтовий профіль. Такий розвиток коренів може навіть розпушувати вологі глинисті ґрунти, покращувати їхню структуру та збільшувати пористість. Крім того, диверсифіковані системи господарювання зменшують ризики втрат урожаю та погोलів’я у разі

⁷²The White House. (2014). Fact Sheet: The economic challenge posed by declining pollinator populations. <https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2014/06/20/fact-sheet-economic-challenge-posed-declining-pollinator-populations>

⁷³Dawson, I.K., Attwood, S.J., Park, S.E., et al. (2019). Contributions of biodiversity to the sustainable intensification of food production – Thematic Study for The State of the World’s Biodiversity for Food and Agriculture. FAO. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/ca4003en/>

⁷⁴IPES FOOD. (2016). From uniformity to diversity: A paradigm shift from industrial agriculture to diversified agroecological systems. International Panel of Experts on Sustainable Food systems (IPES FOOD). https://www.ipesfood.org/img/upload/files/UniformityToDiversity_FULLL.pdf

екстремальних кліматичних подій або спалахів шкідників, одночасно підтримуючи економічну диверсифікацію як ефективну стратегію зниження ризиків для дрібних фермерів і великих агропідприємств. Завдяки позитивному впливу на водний баланс такі системи також сприяють стабільності врожайності.

Збільшення рослинного покриву на суходолі підвищує родючість ґрунтів і поповнення ґрунтових вод, посилює евапотранспірацію, що, у свою чергу, сприяє зростанню хмарності та кількості опадів. Більша хмарність підсилює охолодження атмосфери завдяки додатковому відбиттю сонячної радіації.

У глобальному масштабі 40–60% опадів, що випадають над суходолом, формуються з вологи, утвореної внаслідок евапотранспірації суходолу вітром із навітряних територій, переважно завдяки транспірації дерев. У деяких регіонах світу ця частка сягає 70% опадів. Отже, різноманітний рослинний покрив формує власний мікроклімат і підвищує стійкість до посух, оскільки здатний перетворювати інтенсивні опади на охолоджувальний ефект, а також сприяє накопиченню води та поповненню ґрунтових вод⁷⁵.

Зауваження щодо безплужного землеробства (*no-tillage*)

Консерваційний обробіток ґрунту, або безплужне землеробство (*no-tillage*), часто розглядається як підхід, що сприяє збереженню вологи, мінімізує порушення ґрунтової біоти та захищає ґрунти від ерозії. Тривалий час також вважалося, що такі практики підвищують вміст органічної речовини ґрунту. Проте глобальний метааналіз 2010 року, а також подальші дослідження дійшли висновку, що технології *no-tillage* не призводять до накопичення більшої кількості вуглецю в ґрунті по всій глибині ґрунтового профілю (рис. 5.4)⁷⁶. Це залишалося непоміченим протягом багатьох років, оскільки більшість досліджень, що вимірювали вміст органічної речовини ґрунту, обмежувалися глибиною 7–15 см.

⁷⁵ Oregon State University (no date). Permaculture design: Tools for climate resilience. 8 drought, heat, and erratic rainfall. <https://open.oregonstate.edu/permaculturedesign/chapter/drought-heat-and-erratic-rainfall/>

⁷⁶ Luo et al. (2010). Can no-tillage stimulate carbon sequestration in agricultural soils? A meta-analysis of paired experiments. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 139 (2010) 224–231. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=US201301897852>

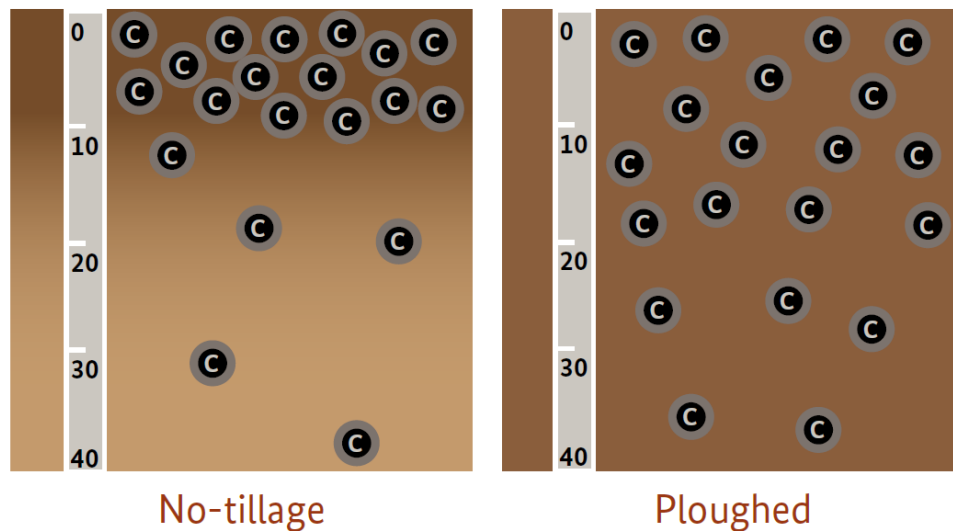


Рисунок 5.4. Розподіл вуглецю в безплужному землеробстві порівняно з орним ґрунтом.
Джерело: Beste⁷⁷

Твердження про вищу інфільтрацію та утримання води за умов безплужного обробітку також є неоднозначними. Великі ходи дощових черв'яків у неплужених ґрунтах часто оточені ущільненим ґрунтом, а не «губчастою» структурою з порами середнього розміру, здатними утримувати воду. Замість того щоб зберігати воду поблизу поверхні та робити її доступною для рослин у періоди посухи, такі ходи можуть підвищувати ризик швидкого просочування води в ґрунтові води ще до її фільтрації^{78,79}. Належне утримання води можливе лише в біогенному ґрунті, де мікроорганізми та корені різноманітних культур у сівозмінах формують необхідну «губчасту» структуру. Якщо метою є зменшення порушення ґрунту шляхом відмови від оранки, то різноманіття кореневих систем і внесення органічних добрив мають бути невід'ємною частиною такого підходу.

З погляду пом'якшення зміни клімату, безплужне землеробство може бути навіть контрпродуктивним, якщо воно застосовується в умовах інтенсивного управління з низьким різноманіттям коренів. У таких випадках викиди закису азоту (N₂O) – парникового газу, що приблизно у 300 разів шкідливіший для

⁷⁷Beste, A. (2016). Down to Earth – The soil we live off. On the state of soil in Europe's agriculture. The Greens in the European Parliament & European Free Alliance. https://www.martin-haeusling.eu/images/Boden_English_Web_Mail.pdf

⁷⁸Titi, Adel El (Ed). (2003). Soil tillage in agroecosystems. Routledge. <https://www.routledge.com/Soil-Tillage-in-Agroecosystems/Titi/p/book/9780849312281>

⁷⁹Beven, K. & Germann, P. (1982). Macropores and water flow in soils. Water Ressour. Res. 18.

клімату, ніж CO₂, – можуть зростати, якщо ґрунтова структура не розпушується ані технічними, ані біологічними методами⁸⁰.

Що стосується біорізноманіття, безплужний підхід часто подається як такий, що сприяє його збереженню, оскільки ґрунтові організми не зазнають механічного порушення під час оранки. Однак на практиці контроль бур'янів у неплужених ґрунтах є серйозною проблемою, тому більшість технологій no-tillage у світі застосовуються разом із суцільними гербіцидами, зокрема гліфосатом. Гліфосат і продукти його розпаду негативно впливають на дощових черв'яків та інших ґрунтових організмів, що за останні 20 років^{81,82} призвело до різкого скорочення біорізноманіття як над поверхнею ґрунту, так і в ньому.

Стрімке зростання використання гліфосату – від менш ніж 1 млн фунтів у 1974 році до 80 млн фунтів у 2010 році лише у США^{83,84,85,86,87} – є однією з основних причин зникнення видів у сільськогосподарських ландшафтах, оскільки монокультури товарних культур і повне знищення бур'янів на великих площах позбавляють комах і птахів середовищ існування та кормової бази.

Якщо консерваційний обробіток ґрунту має реально сприяти сталому управлінню ґрунтами, то підвищення біорізноманіття є обов'язковою передумовою. Це можливо лише в умовах високорізноманітних агроєкосистем, де мережа кореневих систем і суміш різних культур розпушують ґрунт, стабілізують зернисту («крихку») структуру ґрунтових агрегатів та пригнічують бур'яни.

⁸⁰Holland, J.M. (2004). The environmental consequences of adopting conservation tillage in Europe: Reviewing the evidence. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 103(1):1–25. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2003.12.018>

⁸¹Catch-C. (2014). Compatibility of Agricultural Management Practices and Types of Farming in the EU to enhance Climate Change Mitigation and Soil Health. <https://cordis.europa.eu/project/id/289782>

⁸²Gaupp-Berghausen, M., Hofer, M., Rewald, B. et al. Glyphosate-based herbicides reduce the activity and reproduction of earthworms and lead to increased soil nutrient concentrations. *Sci Rep* 5, 12886 (2015). <https://doi.org/10.1038/srep12886>

⁸³Philpott, T. (2011). USDA scientist: Monsanto's roundup herbicide damages soil. *Mother Jones*. www.motherjones.com/tom-philpott/2011/08/monsantos-roundup-herbicide-soil-damage

⁸⁴Sailaja, K.K. & Satyaprasad, K. (2006). Degradation of glyphosate in soil and its effect on fungal population. *Journal of Environmental Science and Engineering* 48 (2006):189–190. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17915782/>

⁸⁵Van Bruggen, M.M. He, K. Shin, V. Mai, K.C. Jeong, M.R. Finckh, J.G. Morris (2018). Environmental and health effects of the herbicide glyphosate. *Science of the Total Environment*. 616-617:255–268. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.309>

⁸⁶Zaller et al. (2018). Herbicides in vineyards reduce grapevine root mycorrhization and alter soil microorganisms and the nutrient composition in grapevine roots, leaves, xylem sap and grape juice. *Environmental Science and Pollution Research* 25:23215–23226. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2422-3>

⁸⁷Dobberstein, J. (2017). Is glyphosate harming your no-tilled soils? *No-Till Farmer*. <https://www.no-tillfarmer.com/articles/7169-is-glyphosate-harming-your-no-tilled-soils?v=preview>

Захист від ерозії та накопичення гумусу можуть бути досягнуті лише за умови зростання різноманіття в межах усього екосистемного комплексу, зокрема й підгрунтового різноманіття^{88,89}.

5.3. Сталі системи землеробства для адаптації до зміни клімату

Наведені нижче відомі практики є прикладами систем землеробства, які комплексно застосовують три елементи сталого управління ґрунтами (*SSM*) (див. підрозділ 5.2). Саме тому їх рекомендують як цілісні підходи до сталого сільського господарства та кліматичної адаптації.

5.3.1 Агроєкологія

Агроєкологія – це складне поняття, яке виходить далеко за межі суто аграрних практик. Її можна розглядати одночасно як наукову дисципліну, сукупність сільськогосподарських практик (включно з деякими з наведених далі в цьому розділі), а також як соціальний рух.

Як практика землеробства, основні риси агроєкології дуже подібні до сертифікованого органічного землеробства. Водночас багато дрібних фермерів, які працюють за агроєкологічними принципами, не мають органічної сертифікації, оскільки вона часто є надто дорогою. Це особливо характерно для бідних сільських громад, які не мають доступу до ринків через недостатньо розвинену інфраструктуру. Через неможливість пройти сертифікацію такі виробники не можуть отримувати цінові премії, які готові платити споживачі в Європі (де органічне землеробство субсидується), Північній Америці, а також у деяких країнах Азії та Бразилії. Вони можуть не мати фінансових можливостей для вступу до кооперативів, що полегшують сертифікацію, або ж відстані для

⁸⁸UNCCD Science Policy Interface (2017). Sustainable land management contribution to successful land-based climate change adaption and mitigation. A Report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). https://knowledge.unccd.int/sites/default/files/2018-09/UNCCD_Report_SLM_web_v2.pdf

⁸⁹Beste, A. (2015). Organic farming: Feeding crops by feeding the soil. In: Chemnitz, C. & Weigelt, J. (Eds). Soil Atlas 2015 – Facts and figures about earth, land and fields. Heinrich Bull Foundation and the Institute for Advanced Sustainability Studies. https://www.boell.de/sites/default/files/soilatlas2015_ii.pdf

транспортування продукції на сертифікацію є надто великими. З цих причин серед дрібних виробників, орієнтованих на місцеві ринки, інтерес до сертифікації та маркування є низьким.

Оскільки поняття «агроекологічний» не визначене як контрольований виробничий стандарт або торговельна категорія, теоретично будь-хто може заявляти, що виробляє продукцію агроекологічним способом, що створює ризик «зеленого камуфляжу» (*greenwashing*). У відповідь на цей ризик ФАО сформулювала 10 елементів агроекології та 13 принципів, яких слід дотримуватися; однак вони не є юридично обов'язковими та не контролюються в межах національних і міжнародних ринків⁹⁰.

Накопичення наукових доказів свідчить, що агроекологія може бути інноваційним підходом до адаптації до зміни клімату, сприяючи продовольчій безпеці та сталим засобам до існування в сільських регіонах⁹¹. Підготовлений на замовлення Глобальної комісії з адаптації (*GCA*) аналітичний документ демонструє позитивний внесок агроекологічних підходів у формування кліматично стійкого сільського господарства⁹². Це стосується не лише більшого різноманіття культур (видів і сортів) у межах одного господарства, а й інтеграції рослинницько-тваринницьких систем або агролісівництва⁹³.

5.3.2 Агролісівництво

За визначенням *World Agroforestry*, агролісівництво – це «системи та практики землекористування, у яких деревні багаторічні рослини цілеспрямовано

⁹⁰Barrios, E. Barbara Gemmill-Herren, Abram Bicksler, Emma Siliprandi, Ronnie Brathwaite, Soren Moller, Caterina Batello & Pablo Tittonell (2020). The 10 elements of agroecology: Enabling transitions towards sustainable agriculture and food systems through visual narratives. *Ecosystems and People* 16(1):230–247. <https://doi.org/10.1080/26395916.2020.1808705>

⁹¹FAO (2018). The 10 elements of agroecology: Guiding the transition to sustainable food and agricultural systems. the Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/3/i9037en/i9037en.pdf>

⁹²Sinclair, F. Wezel, A. & Mbow, Cheikh & Chomba, Susan (2019). The Contribution of Agroecological Approaches to Realizing Climate-Resilient Agriculture. Technical Report. https://www.researchgate.net/publication/341406604_The_Contribution_of_Agroecological_Approaches_to_Realizing_Climate-Resilient_Agriculture

⁹³GIZ (2020). Agroecology. Factsheet. https://www.giz.de/en/downloads/giz2020_en_Agroecology_SV%20Nachhaltige%20Landwirtschaft_05-2020.pdf

інтегруються з сільськогосподарськими культурами та/або тваринами в межах однієї одиниці управління землею».

Агролісівництво може застосовуватися як у традиційних, так і в органічних системах, оскільки воно зосереджується передусім на просторовій організації рослин, а не на виключенні певних агрохімічних ресурсів. Водночас багато традиційних агролісівничих проєктів працюють без мінеральних добрив і пестицидів – частково для зниження витрат, а частково тому, що сама система господарювання генерує органічні добрива та стримує шкідників.

В агролісівництві багаторічні рослини, такі як дерева й кущі, цілеспрямовано поєднуються з рослинницькими системами та/або тваринництвом (агросильвопасторальні системи; див. рис. 5.5), що забезпечує екологічні та економічні вигоди.

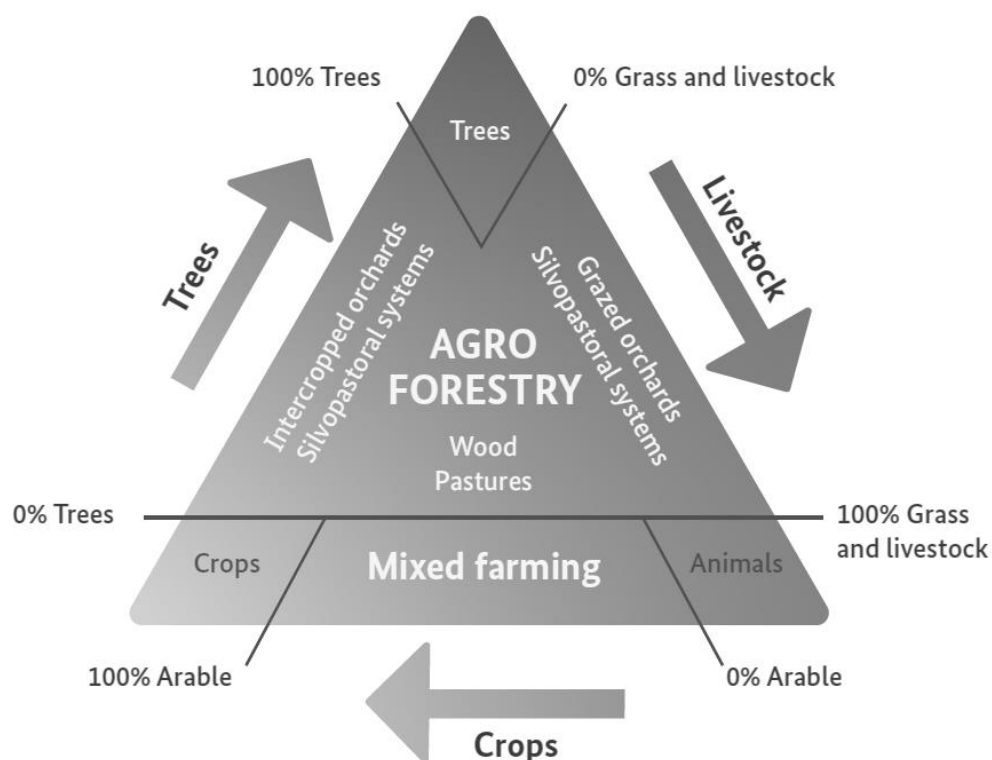


Рисунок 5.5. Характеристики агролісівничих систем.
Джерело: за лекцією Burgess та ін.⁹⁴

⁹⁴Plieninger T. et al. (2018). Chancen von Agroforstwirtschaft für die ländliche Entwicklung: Ergebnisse aus dem AGFORWARD-Projekt. https://agroforst-info.de/wp-content/uploads/2018/11/2_Plieninger.pdf

Агролісівничі системи охоплюють широкий спектр практик – від випасання худоби в садах до створення рядів дерев на орних полях або лісоферм, де культури поєднуються з деревами та кущами. Короткоротаційні енергетичні плантації для виробництва деревної біомаси також часто називають «агролісівничими системами», однак через низьке різноманіття вони не включаються до наведеного вище визначення.

Приклад системи Кесунгуаль (*Quesungual*) у Гондурасі ілюструє ключові елементи агролісівництва та його переваги. До агротехнічних заходів належать:

- інтеграція культур і збереження дерев, кущів та трав'яного покриву;
- підтримання постійного рослинного покриву та очищення ділянок ручними методами замість випалювання;
- збільшення вмісту органічної речовини в ґрунті та мінімальний обробіток ґрунту.

Завдяки цим заходам врожайність майже подвоїлася, зріс вміст органічної речовини ґрунту, а також підвищилася вологість ґрунтів. Усі ці ефекти суттєво посилили стійкість місцевих громад до зсувів і екстремальних погодних явищ⁹⁵.

Агролісівництво є перспективною системою управління землями, яка здатна покращувати добробут фермерів, водночас зменшуючи тиск на ліси. Воно має позитивний вплив на біорізноманіття, покращує управління водними ресурсами та забезпечує численні екосистемні послуги, пов'язані з деревною рослинністю, зокрема підвищення родючості ґрунтів. Такий підхід також сприяє зменшенню ерозії та секвестрації вуглецю⁹⁶.

Оскільки тропічні ґрунти значно більш уразливі до ерозії, а режим опадів стає дедалі більш нерегулярним і екстремальним, захист поверхні ґрунту має тут особливе значення. Тому використання змішаних посівів і «структури тропічного лісу», характерних для агролісівництва та пермакультури, є особливо ефективним

⁹⁵FAO (2019). Recarbonization of global soils: A dynamic response to offset global emissions. FAO and Global Soils Partnership. <http://www.fao.org/3/i7235en/I7235EN.pdf>

⁹⁶Agroforestry Network (2018). Scaling up agroforestry: Potential, challenges and barriers. https://viagroforestry.org/app/uploads/2018/11/Scaling-up-Agroforestry-Potential-Challenges-and-Barriers_FINAL.pdf

у тропіках. Водночас ці підходи можуть успішно сприяти адаптації до зміни клімату і в помірних широтах.

5.3.3. Органічне землеробство

За визначенням, органічне землеробство ґрунтується на трьох основних принципах: відмова від синтетичних добрив, відмова від синтетичних пестицидів та різноманіття як фундаментальна складова системи. Разом ці принципи також стисло узагальнюють описані вище заходи сталого управління ґрунтами (*SSM*). Результати як польових експериментів, так і порівняльних досліджень свідчать, що органічне землеробство переважає традиційне за всіма показниками сталості (рис. 5.6)⁹⁷. Ґрунти в органічних системах у середньому здатні поглинати та утримувати вдвічі більше води^{98,99}, ніж у традиційно керованих системах, а також накопичувати вдвічі більше гумусу, особливо в системах, орієнтованих на тваринництво. З погляду пом'якшення зміни клімату, органічне землеробство вирізняється на 48–60% меншими викидами CO₂ та на 40% меншими викидами N₂O порівняно¹⁰⁰ з традиційним землеробством.

Попри нижчі врожаї в короткостроковій перспективі, органічне землеробство забезпечує значні екологічні та соціально-економічні переваги порівняно з традиційними підходами^{101,102}. Хоча інтенсивне традиційне землеробство може давати вищі врожаї на початку, виснаження ґрунтів і надмірне використання екосистемних послуг у довгостроковій перспективі призводять до зменшення врожайності та високих соціальних витрат.

⁹⁷FAO. (no date). 'Organic agriculture FAQ'. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/en/>

⁹⁸Reganold, J. & Wachter, J. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2:15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>

⁹⁹KBU/UBA (2016): Böden als Wasserspeicher. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/kbu_erhoehung_und_sicherung_der_infiltrationsleistung_von_boden_juli_2016.pdf

¹⁰⁰FAO. (no date). 'Organic agriculture FAQ'. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). <http://www.fao.org/organicag/oa-faq/en/>

¹⁰¹FAO. (2007). Report on the International Conference on Organic Agriculture and Food Security, Rome, 3–5 May 2007. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). https://www.fao.org/organicag/ofs/docs_en.htm

¹⁰²Skinner, C. et al. (2019). The impact of long-term organic farming on soil-derived greenhouse gas emissions. *Scientific Reports* 9(1):1702. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38207-w>

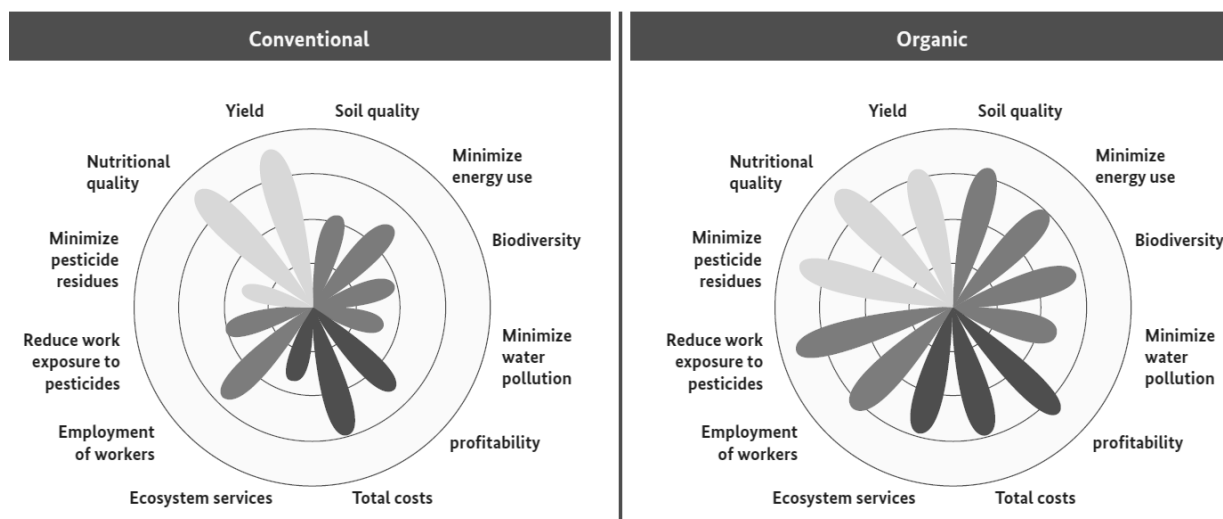


Рисунок 5.6. Сталість традиційного та органічного сільського господарства.
Джерело: *Reganold & Watcher*¹⁰³

Водночас деякі дослідження в тропічних умовах показують, що органічне землеробство та вища різноманітність культур можуть забезпечувати врожаї, вищі на двозначні відсотки порівняно з традиційним землеробством.

Однією з переваг органічного землеробства є те, що його принципи та правила чітко визначені на міжнародному рівні – як у науковому, так і в правовому та торговельному вимірах^{104,105,106}. Відповідно, це єдина точно визначена система землеробства, для якої еквівалентні правила сталості мають застосовуватися в усьому світі.

Зауваження щодо «кліматично розумного» сільського господарства

Поняття «кліматично розумне сільське господарство» (*Climate-Smart Agriculture, CSA*) було запроваджене Продовольчою та сільськогосподарською організацією ООН (ФАО) у 2010 році на Гаазькій конференції з питань сільського господарства, продовольчої безпеки та зміни клімату. Переважно *CSA* спирається

¹⁰³Reganold, J. & Wachter, J. (2016). Organic agriculture in the twenty-first century. *Nature Plants* 2:15221. <https://doi.org/10.1038/nplants.2015.221>

¹⁰⁴GMWatch (2021). Mixed cultures for a greater yield. <https://www.gmwatch.org/en/news/latest-news/19830>

¹⁰⁵UN Human Rights, Office of the United Nations High Commissioner. (2011). Eco-farming can double food production in 10 years, says new UN report. News Release. http://www.srfood.org/images/stories/pdf/press_releases/20110308_agroecology-report-pr_en.pdf

¹⁰⁶IFOAM (2020). Principles of organic farming. IFOAM Organics International. https://www.ifoam.bio/sites/default/files/poa_english_web.pdf

на точне землеробство та безплужні технології (див. вище). Однак *CSA* не має узгодженого визначення перевірених кліматично дружніх методів, що призвело до широкого спектра різних практик, об'єднаних однією назвою. Наприклад, у межах деяких проєктів включається генна інженерія, в інших – згадується агролісівництво, але загалом підхід виглядає нечітким і довільним. Відсутність ясності та використання бренду *CSA* глобальними гравцями для просування індустріальних високоресурсних агротехнологій спричинили критику з боку понад 300 організацій громадянського суспільства, які напередодні Паризького кліматичного саміту 2015 року оприлюднили спільну заяву, відкинувши риторику *CSA* та закликавши підтримувати агроекологію^{107,108}.

Водночас, якщо елементи сталості, описані в цьому розділі, стануть обов'язковою практикою в межах *CSA*, цей термін може змістовно відображати стійку адаптацію до зміни клімату.

5.3.4. Регенеративне землеробство

Цілі регенеративного землеробства подібні до цілей органічного землеробства та агроекології, однак із чітко вираженим фокусом на протидії зміні клімату. Сам термін був запропонований у межах дослідницьких ініціатив Інституту Родейла (*Rodale Institute*) на початку 2000-х років.

Подібно до міжнародно визначених принципів органічного землеробства, регенеративне землеробство можна розуміти як підхід, спрямований на відновлення верхнього шару ґрунту, біорізноманіття та водного циклу без використання пестицидів і синтетичних добрив. Інші, більш конкретні визначення – зокрема запропоноване Крістін Джонс, авторкою австралійського дослідження пасовищних екосистем, – підкреслюють, що регенеративне землеробство зосереджується на поліпшенні ґрунтів, водних циклів, рослинності та

¹⁰⁷ FAO & WHO (2007). Codex Alimentarius. Organically produced foods. Third edition. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) and World Health Organization (WHO). <https://www.fao.org/3/a1385e/a1385e00.pdf>

¹⁰⁸ Climate Smart Agriculture Concerns signatories. (2015). Don't be fooled! Civil society says NO to "Climate Smart Agriculture" and urges decision-makers to support agroecology. <http://www.climatesmartagconcerns.info/cop21-statement.html>

продуктивності через сільське господарство, наголошуючи на взаємозв'язку між різноманіттям, якістю, життєздатністю та здоров'ям ґрунтів, рослин, тварин і людей¹⁰⁹. Таким чином, акцент зміщується на нарощування ґрунту та збагачення його гумусом.

Прихильники регенеративного землеробства передусім зосереджуються на відновленні та поліпшенні ґрунтів. Окрім цього, фермери часто застосовують спеціальні форми змішаного випасу овець або великої рогатої худоби в міжряддях культур. Оскільки агролісівничі та агропасторальні системи нині перебувають у центрі міжнародної уваги, регенеративне землеробство може стати інноваційним напрямом розвитку органічного землеробства в індустріалізованих країнах, де такі підходи раніше не були широко поширені.

Як і у випадку з агроекологією, оскільки термін «регенеративне землеробство» наразі не має офіційного визначення ані на міжнародному, ані навіть на національному рівні, ризик «зеленого камуфляжу» (*greenwashing*) залишається актуальним.

5.3.5. Пермакультура

Пермакультура, подібно до органічного землеробства, уникає використання мінеральних добрив і синтетичних пестицидів та ґрунтується на різноманітті. Водночас вона передбачає специфічну просторову організацію культур і переважно використовує багаторічні рослини. Більшість практик пермакультурного землеробства мають коріння в традиційних знаннях корінних народів. Сам термін був запроваджений у 1970-х роках австралійським екологом Біллом Моллісоном і визначається так: «Пермакультура (постійне землеробство) — це свідоме проєктування та підтримання економічно ефективних,

¹⁰⁹Christen, O., Squires, V., Lal, R. & Hudson R.J. (Eds). (2010). Interdisciplinary and sustainability issues in food and agriculture. EOLSS Publishers Co. Ltd. <https://www.eolss.net/ebooklib/bookinfo/interdisciplinary-sustainability-issues-food-agriculture.aspx>

сільськогосподарсько продуктивних екосистем, які мають різноманіття, стабільність і стійкість природних екосистем»¹¹⁰.

У контексті адаптації до зміни клімату пермакультура забезпечує високу стійкість до мінливих зовнішніх впливів, зокрема екстремальних погодних явищ. Її практика передбачає ведення господарства на основі природних циклів і екосистем. Елементи такого землеробства можна знайти в рисових чеках Азії, терасних системах, розроблених берберськими народами в Марокко, а також у традиційних системах землеробства Бразилії та Мексики (які мають різні назви: «структура тропічного лісу», *sistemas agroflorestais*, *paisajes bioculturales*). Фермери в Марокко застосовують подібні методи тисячоліттями. У центрі уваги пермакультури – не окремі елементи господарства, а їхні взаємозв'язки та взаємна підтримка, які разом формують високопродуктивну систему землеробства.

Приклади практик пермакультури:

– **Зернові культури:** підсів конюшини, редьки, салатів і лікарських рослин після цвітіння зернових забезпечує отримання (кормової) культури після збирання основного врожаю.

– **Змішані посіви:** сумісне вирощування кукурудзи, соняшнику та конопель із горохом або квасолею; високі рослини слугують опорою для бобових, які, своєю чергою, забезпечують систему азотом.

– **Овочівництво:** спільне вирощування рослин різної висоти для створення «структури тропічного лісу», подібної до агролісівництва.

– **Виробництво какао:** навколо какао-дерев висаджують високі дерева для забезпечення необхідного затінення, а під ними – покривні культури як третій урожай, для фіксації азоту або просто як мульчу для покриття ґрунту.

Пермакультура є особливо ефективною для захисту від ерозії завдяки «структурі тропічного лісу», затіненню (через охолодження, зменшення випаровування та зниження інтенсивності дощу на поверхні ґрунту), ефективному

¹¹⁰Mollison, B.C. (1990). Permaculture: A practical guide for a sustainable future. Island Press. (p. 8). <https://www.worldcat.org/title/permaculture-a-practical-guide-for-a-sustainable-future/oclc/1131430610?referer=di&ht=edition>

використанню води, високому виходу вуглеводів і білків з однієї ділянки та отриманню доходів у різні пори року. Багаторічні рослини загалом більш стійкі до річних коливань водозабезпечення завдяки сформованим кореневим системам, особливо якщо дерева, кущі, трави й злаки підібрані з урахуванням кліматичної відповідності. Ефективність пермакультурної системи не можна оцінювати лише за врожайністю окремих її компонентів; необхідно враховувати загальну продукцію біомаси на одиницю площі та позитивний вплив на екосистемні послуги. Водночас слід зазначити, що пермакультура – це не екстенсивна, а дуже інтенсивна система землеробства¹¹¹.

5.4. Політика та управління у сфері ґрунтів

Як показано в попередніх розділах, здорові ґрунти відіграють ключову роль у підтриманні критично важливих екосистемних послуг, які забезпечують життя на Землі. Хоча стан ґрунтів має значення для низки сфер міжнародної уваги, зокрема збереження біорізноманіття, адаптації до зміни клімату та її пом'якшення, деградація ґрунтів і потреба у сталому управлінні ґрунтами та землями історично отримували недостатню увагу з боку міжнародних інституцій – за винятком Конвенції ООН з боротьби з опустелюванням (*UNCCD*).

Втім, упродовж останніх років ґрунти дедалі активніше виходять на порядок денний міжнародного, регіонального та національного рівнів, що відображається у зростаючій кількості стратегій, політик та ініціатив. Хоча більшість із них зосереджувалася насамперед на сільському господарстві, сьогодні спостерігається імпульс до зміщення акценту на значення ґрунтів для адаптації до зміни клімату та її пом'якшення, збереження біорізноманіття, управління водними ресурсами та сталого розвитку загалом. Докладаються зусилля для чіткішого окреслення взаємозв'язків і розроблення інтегрованих політик на національному рівні. Зокрема 2021 рік став важливою нагодою підкреслити зв'язки між здоровими ґрунтами та іншими глобальними цілями, а також відповідними

¹¹¹Millison, A. (Ed). (no date). Drought, heat, and erratic rainfall. In: Permaculture design: Tools for climate resilience. Oregon State University. <https://open.oregonstate.edu/permaculturedesign/chapter/drought-heat-and-erratic-rainfall/>

природоорієнтованими рішеннями, здатними відповідати потребам і людей, і планети.

Наступні два розділи присвячені аналізу того, як деградація ґрунтів і здоров'я ґрунтів враховуються в міжнародній та національній політиці й політичних процесах.

5.4.1. Ґрунти в міжнародних стратегіях, настановах та ініціативах

У сфері сталого розвитку значення здорових ґрунтів відображене в Порядку денному ООН до 2030 року через Цілі сталого розвитку (ЦСР). ЦСР наголошують на необхідності захисту якості ґрунтів для забезпечення зростання кількості та якості продовольства, а також для гарантування екологічної стійкості. Зокрема, ціль 15.3 ЦСР спрямована на «досягнення нейтрального рівня деградації земель – шляхом запобігання деградації земель і відновлення вже деградованих територій, масштабування сталого управління землями та прискорення ініціатив з відновлення [...]»¹¹².

Спочатку концепція нейтрального рівня деградації земель (*Land Degradation Neutrality, LDN*) була введена в міжнародні дискусії Секретаріатом Конвенції ООН з боротьби з опустелюванням (*UNCCD*)¹¹³ і визначена як «стан, за якого кількість і якість земельних ресурсів, необхідних для підтримання екосистемних функцій і послуг та підвищення продовольчої безпеки, залишаються стабільними або зростають у межах визначених часових і просторових масштабів та екосистем»¹¹⁴. У підсумковому документі саміту *Rio+20* – «*Майбутнє, якого ми прагнемо*» – міжнародна спільнота погодилася працювати над досягненням «світу з нейтральною деградацією земель»¹¹⁵. Хоча *LDN* не є всеосяжною політикою саме

¹¹²UN DESA. (no date). Sustainable Development Goal 15. UN Department of Economic and Social Affairs (UN DESA). <https://sdgs.un.org/goals/goal15>.

¹¹³Lal, R., Safriel, U., Boer, B. (2012). Zero Net Land Degradation. A sustainable development goal for Rio +20. UNCCD Secretariat policy brief. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). https://catalogue.unccd.int/991_Zero_Net_Land_Degradation_Report_UNCCD_May_2012.pdf

¹¹⁴UNCCD. (2015). Decision 3/COP.12. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD). https://www.unccd.int/sites/default/files/relevant-links/2017-03/Decision_3_COP_12_GM.pdf

¹¹⁵UN General Assembly. (2012). The future we want. A/RES/66/288. http://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/66/288&Lang=E

щодо ґрунтів і охоплює також інші аспекти деградації земель, у цьому контексті деградація ґрунтів розглядається як складова деградації земель; на відміну від багатьох інших політик, ціль *LDN* враховує всі загрози для ґрунтів (а також інші рушії деградації земель)¹¹⁶. Попри те, що ЦСР не є юридично зобов'язувальним договором, вони залишаються єдиною глобальною політичною рамкою, що безпосередньо стосується земель і ґрунтів, і тому розглядаються як потужне політичне зобов'язання.

Зауваження щодо національних цілей *LDN*

Науково-політичний інтерфейс (*Science-Policy Interface, SPI*) під егідою *UNCCD* опублікував Концептуальну рамку нейтрального рівня деградації земель, яка забезпечує наукове підґрунтя для розуміння та впровадження *LDN*, а також містить рекомендації для Сторін *UNCCD*, що вирішили встановити національні цілі *LDN*¹¹⁷. У документі визначено відповідні кроки та заходи на основі ієрархії реагування та наведено перелік дій для досягнення *LDN*, зокрема підходи до управління землями, які запобігають або зменшують деградацію, у поєднанні із зусиллями з відновлення або рекультивації деградованих територій.

У 2012 році Генеральна Асамблея ООН також ухвалила рішення про створення Глобального партнерства з ґрунтів (*Global Soil Partnership, GSP*), яке координується ФАО та, зокрема, сприяє сталому управлінню ґрунтами з метою посилення їхнього захисту, збереження й продуктивності. Важливими досягненнями цієї ініціативи стали перегляд Всесвітньої хартії ґрунтів і розроблення Добровільних керівних принципів сталого управління ґрунтами (*VGSSM*) – першої спроби визначити практики сталого управління ґрунтами на глобальному рівні (див. вставку 2). Принципи *VGSSM* тісно пов'язані з концепціями агроекології, органічного землеробства та пермакультури (див. підрозділ 2.4), які набувають дедалі більшої уваги у світі. Як Всесвітня хартія

¹¹⁶Bodle, R. & Stockhaus, H. (2020). Improving international soil governance – Analysis and recommendations. Umweltbundesamt. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/texte_75-2020_3716_71_2100_uba_endbericht_internationaler_bodenschutz.pdf

¹¹⁷UNCCD. (2017). Scientific conceptual framework for Land Degradation Neutrality. A report of the Science-Policy Interface. United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) https://www.unccd.int/sites/default/files/documents/2019-06/LDN_CF_report_web-english.pdf

ґрунтів, так і *VGSSM* нині впроваджуються та інтегруються в національні політики й програми багатьох країн¹¹⁸. Під егідою ФАО також реалізується Десятиліття ООН з відновлення екосистем (2021–2030 рр.), оголошене Генеральною Асамблеєю ООН у 2019 році після ініціативи понад 70 країн з усіх регіонів світу¹¹⁹. Оскільки деградація земель знижує здатність ґрунтів виконувати свої функції та зберігати родючість, тим самим посилюючи глобальні загрози, зокрема зміну клімату, і коштує світовій економіці трильйони доларів щороку¹²⁰, це десятиліття є закликом зупинити деградацію та відновлювати екосистеми задля досягнення глобальних цілей. Десятиліття формує політичний імпульс для відновлення та підтримує тисячі ініціатив на місцях.

Ініціативи з відновлення можуть мати супутні позитивні ефекти для ґрунтів, навіть якщо це не є їхньою основною метою. Наприклад, Боннський виклик (*Bonn Challenge*) був започаткований урядом Німеччини та Міжнародним союзом охорони природи (*IUCN*) у 2011 році з метою відновлення 150 мільйонів гектарів знеліснених і деградованих земель до 2020 року. Ініціатива зосереджується на відновленні лісових ландшафтів (*Forest Landscape Restoration, FLR*), що передбачає не лише висаджування дерев. *FLR* охоплює широкий спектр заходів – від агролісівництва й природного відновлення до управління ґрунтами та збору дощової води – з метою відновлення здатності лісів виконувати екосистемні функції, які забезпечують такі блага та послуги, як продовольство, паливо й чиста вода¹²¹.

Як показано в пірозділах 5.2 і 5.3, існують також тісні взаємозв'язки між ґрунтами, адаптацією до зміни клімату та її пом'якшенням, а також збереженням біорізноманіття, які розглядаються в межах інших Ріо-де-Жанейрських конвенцій. Рамкова конвенція ООН про зміну клімату (*UNFCCC*) приділяє більше уваги

¹¹⁸CBD. (2020). Review of the International Initiative for the Conservation and Sustainable Use of Soil Biodiversity and updated plan of action. CBD/SBSTTA/24/L7/REV1. Convention on Biological Diversity (CBD). <https://www.cbd.int/meetings/SBSTTA-24>

¹¹⁹ UN General Assembly (2019). Resolution adopted by the General Assembly on 1 March 2019. A/RES/73/284. <https://undocs.org/A/RES/73/>

¹²⁰ UN General Assembly (2019). Resolution adopted by the General Assembly on 1 March 2019. A/RES/73/284. <https://undocs.org/A/RES/73/284>

¹²¹ IUCN (2016). The Bonn Challenge for forest restoration. International Union for Conservation of Nature (IUCN). <https://2016congress.iucn.org/news/20160316/bonn-challenge-forest-restoration.html>

сталому сільському господарству та продовольчій безпеці, ніж безпосередньо ґрунтам. Наприклад, у її установчих документах ідеться про стабілізацію концентрацій парникових газів з метою «забезпечення того, щоб виробництво продовольства не зазнавало загроз»¹²², а також про зобов'язання Сторін готуватися до адаптації шляхом розроблення «інтегрованих планів управління прибережними зонами, водними ресурсами та сільським господарством, а також захисту і відновлення територій, уражених посухами та опустелюванням, а також повеннями» (стаття 4(1)(e)). Водночас до 2017 року сільське господарство було фактично виключене з переговорів *UNFCCC*, і прогрес у належному врахуванні цього сектору залишається повільним¹²³.

Попри це, існують важливі ініціативи, пов'язані з ґрунтами. Зокрема, ініціатива «4‰» (4 *per* 1000), започаткована Францією під час 21-ї Конференції Сторін *UNFCCC* (*COP21*) у 2015 році, має на меті збільшення секвестрації вуглецю в ґрунтах на 4 проміле на рік. Навіть якщо ця ціль може бути не цілком реалістичною, ініціатива сприятиме адаптації до зміни клімату та продовольчій безпеці через підвищення вмісту органічної речовини ґрунту¹²⁴. Спільна робота з питань сільського господарства Коронії (*Koronivia Joint Work on Agriculture, KJWA*), ухвалена на *COP23* (рішення 4/CP.23), охоплює питання, пов'язані із сільським господарством, зокрема «поліпшення ґрунтового вуглецю, здоров'я та родючості ґрунтів на луках і орних землях, а також в інтегрованих системах, включно з управлінням водними ресурсами», а також «покращення ефективності використання поживних речовин і управління органічними добривами для формування сталих і стійких аграрних систем».

Незважаючи на ці ініціативи, Паризька угода як провідна рамка глобальної кліматичної політики лише згадує продовольчу безпеку в преамбулі і не містить

¹²²UNFCCC (1992). Article 2. United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>

¹²³Richards, M. ; Richards, Meryl B. ; Bruun, T.B. ; Campbell, B. M. ; Gregersen, L.E. ; Huyer, S.; Kuntze, V.; Madsen, STN; Oldvig MB. ; Vasileiou, Ioannis (2015). How countries plan to address agricultural adaptation and mitigation. CCAFS Info Note. <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/69115>.

¹²⁴FAO, ITPS, GSBI, CBD and EC. (2020). State of knowledge of soil biodiversity – Status, challenges and potentialities. <https://doi.org/10.4060/cb1928en>.

прямих посилань на ґрунти чи споріднені теми. Відтак вона не заохочує належним чином запровадження та впровадження підходів, що використовують описані вище синергії між сталим управлінням ґрунтами (*SSM*) та адаптацією до зміни клімату і її пом'якшенням. Водночас завдяки зростанню обізнаності, зокрема через ініціативи та наукові публікації, такі як Спеціальна доповідь МГЕЗК (*IPCC*) «Зміна клімату та землекористування», значення ґрунтів у міжнародному кліматичному порядку денному з великою ймовірністю й надалі зростатиме.

У межах Конвенції про біологічне різноманіття (*CBD*) тема ґрунтів розглядалася від самого початку, і зв'язок між біорізноманіттям та здоровими ґрунтами зазвичай береться до уваги, навіть якщо не завжди формулюється прямо. Здорове ґрунтове біорізноманіття є передумовою досягнення багатьох цілей у сфері збереження біорізноманіття (як у межах чинної рамки *CBD*, що завершується, так і в новій, яка формується). У цьому контексті існують відповідні рішення та Програма роботи з агробіорізноманіття¹²⁵, а також додатковий імпульс темі надали *COP 13*, зосереджена на інтеграції біорізноманіття в продуктивні сектори, зокрема сільське господарство, і глобальна оцінка земель Міжурядової платформи з біорізноманіття та екосистемних послуг (*IPBES*). Водночас політики та програми, спрямовані на конкретні аспекти ґрунтового біорізноманіття та його збереження і сталого використання, загалом залишаються недостатньо розвиненими.

Значна частина роботи з агробіорізноманіття в межах *CBD* до цього часу здійснювалася у співпраці з ФАО. ФАО та інші відповідні організації також були запрошені сприяти та координувати Міжнародну ініціативу зі збереження та сталого використання ґрунтового біорізноманіття, що триває. Нещодавній огляд реалізації цієї ініціативи наголошує на вирішальній ролі ґрунтового біорізноманіття для добробуту людини та для впровадження нової Глобальної рамки з біорізноманіття (*GBF*). Хоча перший проєкт *GBF* (станом на сьогодні) не містить окремої цілі, безпосередньо присвяченої ґрунтовому біорізноманіттю, він

¹²⁵CBD (2008). Biodiversity and agriculture: Safeguarding biodiversity and securing food for the world. Convention on Biological Diversity (CBD). <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-en.pdf>

включає цілі щодо цілісності екосистем, просторового планування з урахуванням біорізноманіття, відновлення, територіальної охорони, зменшення забруднення, внеску екосистемно орієнтованих підходів у пом'якшення та адаптацію до зміни клімату, а також щодо забезпечення вигод для людей (зокрема харчування та продовольчої безпеки), сталого управління сільським господарством і внеску природи в регулювання якості та кількості води – усі ці напрями є безпосередньо пов'язаними зі здоровими ґрунтами або залежать від них.

З метою подальшого посилення уваги до ґрунтів і сталого управління ними, Міжнародна ініціатива зі збереження та сталого використання ґрунтового біорізноманіття закликає міжнародну спільноту зміцнювати інтеграцію ґрунтового біорізноманіття у ширші політичні порядки денні – зокрема щодо продовольчої безпеки, відновлення екосистем, адаптації до зміни клімату та її пом'якшення, порядку денного сталого розвитку, Глобальної рамки з біорізноманіття (*GBF*) та інших релевантних сфер.

Узгодження міжнародних стратегій і настанов

Попри численні глобально визнані взаємозв'язки між зміною клімату, біорізноманіттям і добробутом людини, синергії між трьома Ріо-де-Жанейрськими конвенціями ООН – *UNFCCC*, *CBD* та *UNCCD* – і аграрною спільнотою досі використовуються не повною мірою. Різні міжнародні стратегії та політики потребують взаємного узгодження, а їх впровадження на регіональному, національному та місцевому рівнях має бути активніше підтримане.

У контексті здоров'я ґрунтів це означає необхідність інтеграції (*mainstreaming*) аспектів, пов'язаних як зі зміною клімату, так і з біорізноманіттям, під час розроблення ґрунтових політик, а також включення ґрунтової тематики до національних політик у сфері клімату та біорізноманіття з метою подолання «секторного мислення» (див. підрозділ 5.4.2).

Необхідно також зміцнювати стратегічні альянси – зокрема між трьома Ріо-де-Жанейрськими конвенціями та аграрним сектором – для подальшого просування

ролі ґрунтів у адаптації до зміни клімату та її пом'якшенні, збереженні біорізноманіття, відновленні екосистем і забезпеченні продовольчої безпеки.

5.4.2. Ґрунти в національних політиках

Національні політики у сфері зміни клімату та біорізноманіття – зокрема Національно визначені внески (*NDCs*) і Національні плани з адаптації (*NAPs*) у межах *UNFCCC*, а також Національні стратегії та плани дій з біорізноманіття (*NBSAPs*) у межах *CBD* – можуть слугувати інструментами для одночасного врахування здоров'я ґрунтів, зміни клімату та збереження біорізноманіття через включення природоорієнтованих рішень (*NbS*) або екосистемної адаптації (*EbA*) (як зазначалося вище). Але чи використовуються вони наразі саме таким чином?

Національно визначені внески (*NDCs*)

167 Сторін у своїх перших *NDCs* зазначають вразливість екосистем до впливів зміни клімату. Приблизно така сама кількість країн визнає необхідність збереження екосистем і включила загальні *NbS* до своїх *NDCs* та планів з адаптації, не обов'язково фокусуючись на ґрунтах. На жаль, лише небагато індустріалізованих і високодохідних країн включили *NbS* до своїх *NDCs*, тоді як усі країни з низьким рівнем доходу та майже всі найменш розвинені країни (*LDCs*) посилаються на цю тематику.

Попри повільний прогрес у межах *UNFCCC* щодо належного врахування сільського господарства і ґрунтів, сільське господарство загалом включене до багатьох *NDCs*. Заходи з управління ґрунтами та землями часто згадуються як пріоритетні дії для пом'якшення зміни клімату і, в деяких *NDCs*, – для адаптації. У контексті адаптації також робляться посилання на кліматично розумне сільське господарство, агроекологічні та інші підходи, що поєднують питання продовольчої безпеки, соціальні та екологічні аспекти.

Щодо пом'якшення, Сторони планують зменшувати викиди від сільського господарства, наприклад, шляхом упровадження консерваційного або органічного землеробства, зменшення інтенсивності обробітку ґрунту або збільшення запасів

вуглецю через створення лісових насаджень – при цьому ефективність цих заходів є суттєво різною, як обговорювалося в підрозділі 5.2. Хоча всі такі дії впливають на ґрунти, ці впливи могли б бути чіткіше та пряміше окреслені. Як зазначалося вище, деякі підходи, зокрема *CSA*, не мають міжнародно узгодженого визначення, і існує значний простір для вдосконалення щодо кількості заходів, безпосередньо спрямованих на ґрунти. Переважна більшість цілей, що стосуються ґрунтів, наразі залишається прив'язаною до сфери сільського господарства.

5.5. Управління ґрунтами

Наявність міжнародних стратегій, пов'язаних із ґрунтами, та їх переклад у національні політики є надзвичайно важливими. Водночас не менш значущими є процеси врядування, які визначають, як саме ґрунти використовуються та захищаються на практиці.

За визначенням Центру екологічного права МСОП (*IUCN Environmental Law Centre*): «Врядування (*governance*) – це спосіб, за допомогою якого суспільство визначає свої цілі та пріоритети й переходить до ухвалення рішень на глобальному, національному або місцевому рівнях. Воно охоплює:

- правові та політичні рамки;
- інституції; та
- процеси й механізми,

за допомогою яких громадяни та інші зацікавлені сторони висловлюють свої інтереси, реалізують свої права, виконують свої обов'язки та врегульовують розбіжності».

Метою управління ґрунтами (*soil governance*) є досягнення сталого управління ґрунтами (*SSM*) і запобігання деградації ґрунтів, а також уникнення конфліктів між різними користувачами земельних ресурсів. Для цього необхідні:

- міжнародна та національна співпраця між урядами, місцевими органами влади, промисловістю та громадянами з метою забезпечення впровадження узгоджених політик;

- ефективні та справедливі формальні й неформальні інституції;
- залучення всіх релевантних акторів – органів влади, громадянського суспільства та приватного сектору – з чітко визначеними ролями та мандатами.

За даними *IPBES*, як ефективність планування адаптації, так і соціально-економічні результати проєктів з відновлення значною мірою залежать від структур врядування. Тому соціальні принципи, зокрема врядування та справедливості, розглядаються як настільки ж важливі, як і біофізичні аспекти, у підходах до сталого управління ґрунтами.

5.5.1. Які поширені виклики існують у сфері управління ґрунтами?

Існує багато викликів, які ускладнюють ефективні процеси врядування у сфері ґрунтів. Серед них:

1. Фрагментація – відсутність «Міністерства ґрунтів»

З огляду на широкий спектр екосистемних послуг, які надають ґрунти, а також на різноманіття видів землекористування, пов'язаних із ґрунтами, цілком закономірно, що багато державних міністерств, відомств і зацікавлених сторін мають інтерес до участі в управлінні ґрунтами та розробленні відповідних політик або відіграють певну роль у досягненні результатів. У багатьох країнах це призводить до високого рівня фрагментації управління ґрунтами¹²⁶. Одним із наслідків такої фрагментації є те, що численні заходи спрямовані лише на окремі чинники деградації земель у межах конкретних секторів, попри те, що деградація ґрунтів рідко зумовлюється лише одним фактором. Крім того, недостатня координація між відповідними міністерствами, які часто перебувають під впливом різних груп інтересів і лобістів, може призводити до розроблення суперечливих нормативно-правових актів¹²⁷.

2. Суспільне благо vs. приватна власність

¹²⁶Mansur, E. (2021). Webinar on soil governance. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Video. 13 January 2021. <https://www.youtube.com/watch?v=zEpTtbT3s6M>.

¹²⁷Debonne, N., J. van Vliet, G. Metternicht, and P. Verburg. (2021). Agency shifts in agricultural land governance and their implications for land degradation neutrality. *Global Environmental Change* 66: 102221. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2020.102221>.

Ґрунт можна розглядати одночасно як приватну власність і як спільне благо. З одного боку, він є частиною земельної ділянки, яка часто перебуває у приватній власності й сприймається як приватна справа (наприклад, фермерами). Крім того, дедалі більше земель набуваються неаграрними інвесторами або глобальними агробізнесами як інвестиційний актив. З іншого боку, ґрунт є природним ресурсом, складовою ширших біогеохімічних циклів і надає критично важливі екосистемні послуги, що робить його суспільним благом¹²⁸. Такі взаємозв'язки мають і економічні наслідки, на що звертає увагу *Sustainable Soils Alliance*: «Ефективне управління ґрунтами має враховувати ці напруження»¹²⁹.

3. Тривалі часові горизонти змін у ґрунтах

Вплив різних видів діяльності на ґрунти часто стає помітним лише через тривалий час; це може перешкоджати своєчасному реагуванню з боку громад і інституцій до того, як буде перевищено критичні та незворотні пороги для окремих видів або екосистемних послуг. Цей аспект зазвичай недостатньо відображений у природоохоронному праві, унаслідок чого порушників у сфері ґрунтів часто неможливо притягнути до відповідальності тоді, коли деградація стає очевидною. Водночас ефекти від заходів сталого управління ґрунтами (*SSM*) або відновлення також можуть проявлятися із значними часовими лагами, і потенційні успіхи складно продемонструвати в короткостроковій перспективі.

4. Міжпоколінна справедливість

Зростання чисельності населення, інтенсифікація сільського господарства та інших видів землекористування, несталі практики управління землями й ґрунтами, зміна клімату та інші рушійні чинники створюють дедалі більший тиск на ґрунтові ресурси, що робить досягнення міжпоколінної справедливості складним завданням. Під час її врахування слід звертати увагу на три взаємопов'язані ключові виміри:

¹²⁸Krzywoszynska, A. (2018). Soil: Private asset or public good? Sustainable Soils Alliance. <https://www.sustainablesoils.org/about-soils/third-party-articles/2-uncategorised/508-3rd-party-articles-anna-krzywoszynska>

¹²⁹Sustainable Soils Alliance (2019). The Economics of soil: Private asset or public good? <https://static1.squarespace.com/static/58cff61c414fb598d9e947ca/t/5ca4b8eda4222f9623b1a94f/1554299118256/Economics+of+Soil+Event+Report.pdf>

- розподіл вигод і витрат між різними суб'єктами та поколіннями;
- справедливість процедур, зокрема участі, підзвітності та врегулювання спорів – вона часто ускладнюється нерівністю спроможностей або влади між різними акторами, що стосується й різних поколінь, деякі з яких ще не здатні захищати свої права та інтереси;
- визнання релевантних акторів та їхніх прав, знань і цінностей, включно з майбутніми поколіннями¹³⁰.

Окрім зазначених аспектів, існує низка інших викликів, зокрема: питання прав землеволодіння і користування; реактивний характер управлінських процесів; слабе забезпечення виконання чинних політик, законів і нормативних актів; обмежена інформаційна база (як щодо стану ґрунтів, так і щодо урядових планів); нечіткий розподіл відповідальності; а також міжнародні торговельні політики, які знижують конкурентоспроможність сталого виробництва.

5.5.2. Що необхідно для сталого врядування та управління ґрунтами?

У своїй доповіді «Створення сприятливого середовища для досягнення нейтрального рівня деградації земель та його потенційний внесок у підвищення добробуту, рівня життя та стану довкілля» Науково-політичний інтерфейс (*SPI*) Конвенції ООН з боротьби з опустелюванням (*UNCCD*) стверджує, що досягнення нейтрального рівня деградації земель (*LDN*) залежить від:

- наявності належного сприятливого середовища, яке охоплює інституційну, політико-регуляторну, фінансову та науково-політичну складові; та
- заходів, що забезпечують множинні вигоди, тобто користь для довкілля, засобів до існування та добробуту людини.

Оскільки це повною мірою стосується й інших цілей сталого врядування та управління ґрунтами, у цьому розділі докладніше розглядаються відповідні виміри.

¹³⁰ GIZ (2019). Amend, T. Governance for Ecosystem-based Adaptation: Understanding the diversity of actors and quality of arrangements. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/09/giz2019-en-eba-governance-study-low-res.pdf>

1. Політико-регуляторний вимір

Узгодженість є ключовою умовою ефективного врядування та управління ґрунтами. Вона може бути досягнута через вертикальну та горизонтальну координацію і співпрацю.

Горизонтальна інтеграція стосується співпраці між країнами – наприклад, у межах міжнародних, регіональних або двосторонніх юридично зобов’язувальних і незобов’язувальних угод, а також взаємодії між відповідними урядовими відомствами в межах однієї країни. Останнє може реалізовуватися, зокрема, тоді, коли політики одного сектору враховують і посиляються на цілі та політики іншого сектору. Оскільки питання, пов’язані з ґрунтами, не обмежуються національними кордонами, надзвичайно важливою є транскордонна співпраця, наприклад у сфері управління водними ресурсами та зменшення ризиків стихійних лих. Крім того, торговельні політики потребують перегляду, аби протидіяти зниженню конкурентоспроможності продукції на світових ринках через застосування практик сталого управління ґрунтами (*SSM*).

Вертикальна інтеграція передбачає співпрацю між різними рівнями управління – від міжнародних, регіональних і двосторонніх угод через національне законодавство, інституції та процеси до місцевого рівня впровадження. За даними ФАО: «Міжнародні угоди щодо ґрунтових і земельних ресурсів є корисними, але вони не матимуть жодного ефекту без доповнювальних політик і скоординованих дій на регіональному, національному, районному та місцевому рівнях. Належні та ефективні політики мають відображати місцевий контекст з огляду на проблеми природних ресурсів, культурну прийнятність та економічну доцільність».

Отже, на національному рівні міжнародні угоди повинні трансформуватися у відповідні національні політики, закони та нормативні акти з урахуванням специфіки країни та місцевих умов. Для створення сприятливого середовища для *SSM* можуть застосовуватися різноманітні інструменти політики – правові й регуляторні, засновані на правах, економічні та фінансові, соціальні й культурні,

зокрема: включення звичаєвих норм, підтримка знань корінних народів і місцевих громад; зміцнення людського потенціалу, зокрема через академічну освіту, розвиток кваліфікованих дорадчих служб, наукові дослідження та технологічний розвиток, а також інституційні реформи (див. також інституційний, фінансовий і науково-політичний виміри нижче).

Місцева реалізація спирається на надійну національну рамку, яка забезпечує фермерам та іншим землекористувачам необхідні засоби, мотивацію та контроль для відновлення, збереження або поліпшення якості земель, включно з належними правами землеволодіння і користування. Оскільки великі інвестори зазвичай не зацікавлені ані в *SSM*, ані в партисипативних підходах, країни можуть отримати значні переваги від впровадження Добровільних керівних принципів відповідального врядування прав на землю, рибні ресурси та ліси в контексті національної продовольчої безпеки, щоб протидіяти захопленню земель (*land grabbing*).

2. Інституційний вимір

Інклюзивне місцеве врядування може бути посилене через активну участь громадянського суспільства, місцевих громад і приватного сектору. Це, зокрема, може здійснюватися шляхом підтримки інституціоналізації та зміцнення фермерських організацій і мереж, залучення правовласників, які визначаються бенефіціарами заходів з управління ґрунтами від самого початку проєктів, а також взаємодії з приватним сектором через, серед іншого, обмін інформацією, чіткі, стабільні та інклюзивні інституції, політики й регуляторні рамки, а також розвиток спроможностей для впровадження окремих адаптаційних заходів.

Для досягнення сталого управління ґрунтами (*SSM*) необхідно ретельно збалансувати різні інтереси, що особливо вимагатиме тіснішої співпраці між аграрною та природоохоронною спільнотами. Розроблення та перегляд національних політик у сфері клімату й біорізноманіття можуть бути використані як можливість ініціювати такі процеси.

Наявність потужного координаційного механізму та інституції здатна посилити комунікацію, координацію та співпрацю під час розроблення стратегій, політик і процесів щодо використання та охорони ґрунтів, які водночас сприяють пом'якшенню та адаптації до зміни клімату, а також збереженню біорізноманіття. Часто обмежений вплив і нагляд з боку галузевих міністерств, таких як Міністерство довкілля, призводять до слабкої координації¹³¹. Тому покладання координаційної ролі з розроблення стратегій, політик і процесів, пов'язаних із ґрунтами, на Міністерство планування або Міністерство фінансів може бути більш ефективним. Водночас інші ключові міністерства, зокрема Міністерство аграрної політики та Міністерство довкілля, мають і надалі відігравати центральну роль у цьому процесі.

3. Фінансовий вимір

Доступність фінансування з різних джерел розглядається як ще один ключовий чинник формування сприятливого середовища для сталого врядування та управління ґрунтами. Нестача фінансових ресурсів вважається однією з головних перешкод для впровадження сталого управління ґрунтами (*SSM*) та досягнення пов'язаних із ним цілей. Лише незначна частка кліматичного фінансування спрямовується на природоорієнтовані рішення (*NbS*). Так, у 2018 році лише 1,5% усіх публічних міжнародних кліматичних коштів було використано для фінансування *NbS* з адаптації у країнах, що розвиваються¹³².

Частка цього фінансування, яка безпосередньо приносила користь ґрунтам, імовірно, була мінімальною. Тому першим кроком має стати оцінка реальних фінансових потреб для *SSM*, включно з середньо- та довгостроковими операційними витратами, витратами на моніторинг і забезпечення виконання.

Крім того, оцінка економічної цінності ґрунтових екосистемних послуг може слугувати обґрунтуванням для збільшення інвестицій у захист ґрунтів і їхнє стале

¹³¹ UNIQUE Forestry and Land Use GmbH. (2018). Sustainable land management for upscaled climate action. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.desertifikation.de/fileadmin/user_upload/downloads/2018/2018-12-21_Positioning_SLM_to_support_upscaled_climate_action.pdf

¹³²Swann, S. ; Blandford, L. ; Cheng, S.; Cook, J.; Miller, A.; Barr, R. (2021). Public international funding of nature-based solutions for adaptation: A landscape assessment. World Resources Institute. <https://doi.org/10.46830/wriwp.20.00065>

використання. Якщо цінність земель і ґрунтів – зокрема для адаптації до зміни клімату та її пом'якшення – буде усвідомлюватися ширше, стане можливим розроблення відповідних стимулів для їх охорони. Водночас такі стимули мають впроваджуватися в межах сприятливого середовища, яке також враховує справедливий розподіл отриманих вигод.

4. Науково-політичний вимір

Для посилення сталого використання та охорони ґрунтів необхідно чітко зрозуміти бар'єри у врядуванні ґрунтами. Ці бар'єри, разом із потенційними політичними та управлінськими елементами, спрямованими на створення стимулів, міжсекторальну координацію та подолання опору, мають бути проаналізовані, а результати – представлені політикам і ухвалювачам рішень.

У багатьох країнах потрібно підвищувати рівень знань і спроможностей щодо впровадження методів сталого управління ґрунтами (*SSM*). *SPI* рекомендує стимулювати наукові дослідження для розроблення контекстно-специфічних інструментів врядування, які сприятимуть запобіганню, зменшенню та відновленню деградації земель (і ґрунтів).

Водночас потрібна не лише наука на рівні урядів, а й процеси навчання на рівні громад, у яких місцеве населення (включно з фермерами, корінними народами та пасторалістами) активно залучається, може ділитися власними знаннями з управління землями та опановувати нові практики (спільне навчання). Обмін досвідом між країнами щодо законодавства, політик і практик упровадження також може суттєво підтримати цей процес.

5.5.3. Сприятливе середовище для сталого врядування та управління ґрунтами

Як показано в попередньому розділі, політичні втручання для інтеграції тематики сталого управління ґрунтами (*SSM*) необхідні на різних рівнях. З одного боку, адаптація до зміни клімату через *SSM* може бути включена до ширших планів і заходів розвитку на національному та проєктному рівнях. Водночас, оскільки вразливість і варіанти реагування є значною мірою секторально-

специфічними, ключові кроки та рішення щодо адаптації мають ухвалюватися також на галузевому рівні. Інтеграція (*mainstreaming*) впливів зміни клімату та варіантів адаптації, включно з природоорієнтованими рішеннями (*NbS*), є особливо важливою для сфер і секторів, які за своєю природою є вразливими до кліматичних ризиків, зокрема для управління ґрунтами.

Для зменшення складності доцільно виокремити базові напрями (виміри), у яких інтеграція стає очевидною. Наприклад, рівень інтеграції проявляється в тому, наскільки інституційні механізми дозволяють міжсекторальну співпрацю. Він також відображається у ступені узгодженості політик та наявності відповідних інструментів, зокрема для врегулювання конфліктів інтересів між органами, що прагнуть підвищити адаптаційну спроможність, і тими, що зосереджені на інших цілях розвитку. Ступінь інтеграції ґрунтозорієнтованої адаптації також простежується у різноманітті розглянутих адаптаційних опцій, а також у обсязі та різноманітті доступних фінансових ресурсів. Крім того, він помітний у соціальній площині, зокрема під час оцінювання важливості, яку суспільство надає кліматичним ризикам і варіантам адаптації.

Для оцінювання середовища сталого врядування та управління ґрунтами, включно з його множинними вигодами та рівнем інтеграції суміжних тем у політичні й управлінські процеси, політики та програми країни або регіону, може бути застосований інструмент «П'ять вимірів інтеграції адаптації до зміни клімату» (*Five Dimensions of Mainstreaming Climate Change Adaptation*).

П'ять вимірів інтеграції адаптації до зміни клімату

Інструмент «П'ять вимірів інтеграції адаптації до зміни клімату (*CCA*)» має на меті надати практикам і політикам структурований та зручний у використанні підхід для осмислення процесів інтеграції у їхніх конкретних робочих контекстах. Завдяки своїй базовій природі він придатний для застосування в різних умовах і може використовуватися з різною глибиною опрацювання інформації – від попередньої (оглядової) оцінки до поглибленого аналізу – залежно від потреб і наявного часу.

Рамка описує п'ять вимірів, розташованих на континуумі:

1. Інституційні механізми
2. Політики та регулювання
3. Спектр адаптаційних опцій
4. Фінансові та людські ресурси
5. Громадська обізнаність і участь

На одному полюсі континууму – низький рівень інтеграції *ССА*, на іншому – високий рівень інтеграції адаптації до зміни клімату в певний сектор. Рамка дає змогу здійснювати відносну оцінку за кожним виміром. Отриманий профіль описує поточний стан інтеграції *ССА* у відповідному секторі конкретної країни або регіону.

Цей профіль слугує відправною точкою для більш системної дискусії щодо інтеграції адаптації до зміни клімату, допомагаючи сформувати спільне розуміння серед різних зацікавлених сторін того, де вже досягнуто прогресу і де його реально можна досягти в майбутньому. Як приклад для сільськогосподарського сектору, на наведеній нижче схемі подано детальніший опис двох полюсів континууму. Водночас інструмент може застосовуватися до будь-якого сектору.

Таблиця 5.1

П'ять вимірів інтеграції адаптації до зміни клімату в контексті управління ґрунтами

Низький рівень інтеграції ←————→ Високий рівень інтеграції	
Інституційні механізми	
Адаптація до зміни клімату (<i>ССА</i>) формується як сфера діяльності виключно для Міністерства довкілля (<i>MoE</i>). Відсутня інституція-фокальна точка, яка б координувала інтеграцію <i>ССА</i> між різними державними відомствами, дотичними до управління ґрунтами, а також відсутні координаційні механізми. Багатосторонні природоохоронні угоди реалізуються лише Міністерством довкілля.	Усі відповідні установи, що опікуються питаннями ґрунтів, усвідомлюють впливи зміни клімату на ґрунтові ресурси та варіанти адаптації. Існує потужна інституція-фокальна точка, яка координує інтеграцію адаптації до зміни клімату (<i>ССА</i>) між різними відомствами, дотичними до <i>ССА</i> у сфері управління ґрунтами, і налагоджені координаційні механізми. Багатосторонні природоохоронні угоди впроваджуються узгоджено та синергійно.
Політики та регулювання	
Спостерігається тенденція до використання «м'яких» інструментів (інформаційних і добровільних) для підвищення обізнаності	Існує узгоджена правова рамка для інтеграції адаптації до зміни клімату (<i>ССА</i>) у політики та процеси, пов'язані з управлінням ґрунтами.

щодо адаптації до зміни клімату (ССА), пов'язаної з ґрунтами. Розроблення ґрунтових політик і проєктів не спирається на актуальні оцінки кліматичних ризиків, вразливості та прогнозів. Відповідні стандарти й нормативні акти є жорсткими і не підлягають адаптації, коли стає доступною більш детальна інформація про кліматичні ризики.	Розроблення ґрунтових політик і проєктів ґрунтується на актуальних оцінках кліматичних ризиків, вразливості та прогнозах. Відповідні стандарти й нормативні акти характеризуються високим рівнем гнучкості, що дає змогу враховувати кліматичні ризики в міру надходження нової інформації.
Спектр адаптаційних опцій	
Ґрунтові політики та програми не враховують впливи зміни клімату та варіанти адаптації. Відсутні міжсекторальні політики та заходи з адаптації до зміни клімату. Спостерігається вузька зосередженість на обмеженій кількості адаптаційних опцій, пов'язаних із ґрунтами.	Усі релевантні ґрунтові політики та програми враховують впливи зміни клімату, а адаптація визначена ключовою ціллю Запроваджено міжсекторальні політики та заходи з адаптації до зміни клімату. Застосовується широкий спектр адаптаційних опцій, пов'язаних із ґрунтами, зокрема екосистемно-орієнтована адаптація (<i>EbA</i>).
Фінансові та людські ресурси	
У межах Міністерства довкілля (<i>MoE</i>) формується зародковий (невеликий) бюджет для впровадження заходів адаптації до зміни клімату (ССА), пов'язаних із ґрунтами. Інвестиції, пов'язані з ґрунтами, не ґрунтуються на сценаріях кліматичних ризиків. Бракує досліджень, знань і компетенцій, необхідних для інтеграції міркувань щодо ССА у сферу управління ґрунтами.	Передбачено значний бюджет із різних джерел для заходів адаптації до зміни клімату (ССА), пов'язаних із ґрунтами, що реалізуються через різноманітні інструменти. Інвестиції у сфері ґрунтів враховують сценарії кліматичних ризиків на ранніх етапах планування. Наявні достатні наукові напрацювання, знання та компетенції для інтеграції аспектів ССА у сферу управління ґрунтами.
Громадська обізнаність і участь	
Широка громадськість не поінформована про ризики для ґрунтових ресурсів, спричинені зміною клімату, а також про можливі варіанти адаптації. Лише обмежене коло суб'єктів бере участь у впровадженні адаптаційних заходів, пов'язаних із управлінням ґрунтами.	Існує високий рівень обізнаності щодо впливів зміни клімату на ґрунтові ресурси та різноманітних варіантів адаптації, зокрема екосистемно-орієнтованої адаптації (<i>EbA</i>). Широке коло стейкхолдерів, включно з науковою спільнотою та приватним сектором, активно бере участь у відповідних процесах.

ВИСНОВКИ

Як показано в цьому дослідженні, стале управління ґрунтами (*SSM*) є критично важливим елементом екосистемно орієнтованих підходів до адаптації в аграрних системах. Системи землеробства, що інтегрують принципи *SSM*, здатні стабілізувати агроекосистеми та забезпечувати вищі й більш стабільні врожаї в довгостроковій перспективі порівняно з інтенсивним сільським господарством. Вони потребують менше зовнішніх ресурсів, сприяють ефективнішому використанню родючих земель і дозволяють поліпшувати менш родючі ґрунти. Крім того, такі підходи зменшують тиск на природні екосистеми, які інакше продовжували б перетворюватися на сільськогосподарські угіддя.

Здорові ґрунти можуть бути ключовим елементом екосистемної адаптації (*EbA*). Дотримання описаних вище принципів *SSM* дає змогу формувати більш стійкі екосистеми шляхом захисту основних екосистемних послуг і ресурсів, тим самим підвищуючи продовольчу безпеку та рівень життя в сільських регіонах, водночас зменшуючи тиск на природні екосистеми. Запроваджуючи природоорієнтовані рішення (*NbS*), зокрема екосистемну адаптацію (*EbA*), фермери можуть істотно підвищити продуктивність, адаптуючись до кліматичних ризиків.

Ключову роль у цьому відіграють три базові функції ґрунтів:

- забезпечення середовища існування для рослин і тварин;
- регулювання води, органічних і неорганічних речовин шляхом фільтрації, буферизації, трансформації та накопичення;
- виробництво продовольства, кормів і біомаси.

Ці функції ґрунтів у поєднанні з іншими екосистемними функціями забезпечують надання життєво необхідних екосистемних послуг. Лише за умови, що ґрунти здатні виконувати всі три функції, їх можна вважати здоровими.

Ґрунти зазнають впливу зміни клімату в багатьох різних формах, проте насамперед через фундаментальні зміни глобального водного циклу. Це призводить до посилення посух, які знищують ґрунтові організми, часто в поєднанні з екстремальними опадами, що спричиняють ерозію та втрату ґрунтів. Території з

цілісним рослинним покривом зазвичай є не лише прохолоднішими, але й мають значно стабільніший мікроклімат та меншою мірою зазнають різких температурних коливань. Однак надто часто взаємозв'язки між ґрунтом, рослинністю та кліматом недооцінюються або залишаються поза належною увагою.

Ґрунти як поглиначі вуглецю – а отже, як чинник пом'якшення зміни клімату – нині є предметом активних наукових і політичних дискусій. Водно-болотні угіддя та торфовища є потужними резервуарами вуглецю, тому їх захист і відновлення мають вирішальне значення. Що стосується сільського господарства на мінеральних ґрунтах, то найбільший внесок у зміну клімату тут пов'язаний із виробництвом і застосуванням синтетичних азотних добрив. Вирішальну роль у зменшенні цього впливу можуть відігравати бобові культури, які мають потенціал скоротити понад половину викидів парникових газів, пов'язаних із удобренням. Накопичення вуглецю в ґрунті як форма його вилучення з атмосфери має обмежений кліматоохоронний потенціал, відбувається повільно та є зворотним процесом.

Водночас потенціал ґрунтів для адаптації до зміни клімату часто залишається недооціненим. Стале управління землями (*SLM*) і стале управління ґрунтами (*SSM*) є двома природоорієнтованими рішеннями (*NbS*) у сільському господарстві, що мають значний потенціал для кліматичної адаптації. Вони забезпечують численні екологічні та економічні переваги, зокрема більш надійні врожаї, збереження біорізноманіття, а також уникнення витрат, пов'язаних із необхідністю захисту ґрунтових і питних вод від надмірного удобрення та застосування пестицидів.

Три ключові елементи *SSM*:

- збільшення вмісту органічної речовини ґрунту;
- підтримка та стимулювання ґрунтової біоти;
- сприяння різноманіттю над- і підґрунтових компонентів.

Ці три елементи спрямовані на підтримку взаємодій у ґрунтовій екосистемі, що веде до формування здорового, стійкого та родючого ґрунту. Дотримання цих принципів сприяє збереженню біорізноманіття та стабілізації систем

землекористування загалом перед кліматичними шоками та іншими стресорами – що є критично важливим для адаптації до зміни клімату.

Більшість практик *SSM* ґрунтуються на традиційних знаннях корінних народів та/або місцевих знаннях дрібних фермерів. За останні роки значну увагу привернули різні системи землеробства – зокрема органічне землеробство, агроекологія та агролісівництво. Їхні позитивні ефекти дедалі частіше підтверджуються фундаментальними науковими дослідженнями та емпіричними результатами численних проєктів у різних країнах світу. Ці системи господарювання роблять особливий акцент на взаємодії між різними елементами агросистем, спрямованій на захист ґрунтів, біорізноманіття, а також здоров'я та добробуту людей.

Сільськогосподарські та ґрунтозахисні системи управління, які підтримують біорізноманіття як над поверхнею ґрунту, так і в ньому, можуть бути кліматично стійкими та високопродуктивними, не забруднюючи воду й ґрунт і не створюючи надмірного тиску на природні екосистеми.

Стале управління ґрунтами потребує узгодженої політичної рамки

Ґрунти та їх стале управління тривалий час залишалися поза належною увагою в міжнародних і національних політичних рамках. Зростання кількості міжнародних стратегій, політик та ініціатив в останні роки свідчить про поступове посилення інтересу до цієї теми. Водночас у багатьох сферах фокус на взаємозв'язках залишається недостатнім і не закріплюється через спеціалізовані ґрунтові цілі. Для забезпечення двостороннього мейнстримінгу необхідно інтегрувати аспекти зміни клімату та біорізноманіття в ґрунтову й аграрну політику, а питання ґрунтів – включати до інших політичних напрямів, зокрема політик у сфері біорізноманіття та клімату.

Національні стратегії з питань зміни клімату та збереження біорізноманіття (*NDC*, *NAP* і *NBSAP*) на практиці демонструють важливість управління ґрунтами. До ґрунтозорієнтованих адаптаційних заходів належать охорона вод і ґрунтів та аграрні практики управління, зокрема стале управління землями та ґрунтами (*SLM*

/ SSM). Хоча кліматичні політики зазвичай роблять більш загальний акцент на аграрних системах – таких як агроекологія та органічне землеробство, що мають позитивний вплив на ґрунти, стратегії зі збереження біорізноманіття більш чітко й прямо згадують якість ґрунтів і ґрунтове біорізноманіття.

Способи використання та охорони ґрунтів значною мірою залежать від процесів управління (*governance*), які в багатьох контекстах залишаються слабкими. Управління ґрунтами потребує:

- міжнародної та національної співпраці між усіма відповідними стейкхолдерами – органами влади, громадянським суспільством і приватним сектором;

- ефективних і справедливих формальних та неформальних інституцій;

- залучення всіх ключових зацікавлених сторін із чітко визначеними ролями та мандатами.

Ці підходи мають враховувати специфічні виклики управління ґрунтами, зокрема фрагментацію відповідальності, співвідношення публічної та приватної власності, а також тривалі часові горизонти, необхідні для змін у ґрунтах. Підтримка сприятливого середовища для управління ґрунтами також означає посилення інституційних механізмів, політик і регуляторних норм, а також розширення спектра адаптаційних можливостей, фінансових і людських ресурсів, рівня суспільної обізнаності та участі. Процеси розроблення й перегляду національних і місцевих кліматичних та біорізноманітних політик можуть бути використані як інклюзивні платформи для посилення управління ґрунтами в контексті зміни клімату та збереження біорізноманіття.

Уроки для практики та розроблення політики

Як продемонстровано в цьому посібнику, здорові ґрунти та екосистемні послуги, які вони забезпечують, заслуговують на значно більшу увагу як у практичній реалізації, так і в політичних рамках. Водночас взаємозв'язки між здоров'ям ґрунтів, біорізноманіттям, а також пом'якшенням і адаптацією до зміни клімату мають бути краще усвідомлені як практиками, так і політиками. Потрібні

більш скоординовані зусилля для інтеграції принципів екосистемної адаптації (*EbA*) та сталого управління ґрунтами (*SSM*) у національні, регіональні та міжнародні політики з метою нарощування імпульсу для досягнення глобальних цілей сталого розвитку.

Рекомендації для практиків

1. Чітко інтегрувати та впроваджувати практики сталого управління ґрунтами як складову природоорієнтованих рішень (*NbS*) та проєктів екосистемної адаптації (*EbA*) з метою зниження ризиків, пов'язаних зі зміною клімату (зокрема ерозії та погіршення якості ґрунтів, що негативно впливають на біорізноманіття та продовольчу безпеку):

- Підвищення вмісту органічної речовини ґрунту за рахунок використання компосту та різноманітних кореневих систем забезпечує численні переваги, зокрема підтримку ґрунтової структури, обміну поживними речовинами, інфільтрації води та здатності ґрунту до очищення.

- Компост і різноманітні кореневі системи також стимулюють розвиток ґрунтової біоти, що підвищує доступність поживних елементів для рослин і їхню стійкість до біологічних та кліматичних стресорів; таким чином, це є базовою умовою кліматично стійкого сільського господарства.

- Змішані посіви (інтеркропінг) та сівозміна сприяють різноманіттю як над поверхнею ґрунту, так і в ньому, завдяки розгалуженим, мережеподібним кореневим системам.

2. Розвивати аграрні системи на основі агроєкологічних підходів, що спираються на знання корінних народів і місцеві практики дрібних фермерів, зокрема органічне землеробство, агролісівництво, пермакультуру та регенеративне землеробство. Ці системи роблять акцент на створенні спільних вигод для виробництва продовольства та збереження біорізноманіття шляхом посилення агробіорізноманіття, використання змішаних систем і цілеспрямованого зміцнення та відновлення здоров'я ґрунтів.

Рекомендації для політиків

1. Визначати чіткі цілі, пов'язані зі здоров'ям ґрунтів, у міжнародних стратегіях щодо зміни клімату та збереження біорізноманіття, а також посилювати стратегічні альянси між міжнародними інституціями, що працюють у межах трьох Ріо-де-Жанейрських конвенцій (РКЗК ООН – *UNFCCC*, Конвенція про біологічне різноманіття – *CBD*, Конвенція ООН з боротьби з опустелюванням – *UNCCD*).

2. На національному рівні країнам слід посилити управління ґрунтами на різних рівнях:

– Розробляти політики та програми на національному рівні, зосереджені на конкретних ґрунтових аспектах адаптації до зміни клімату. Замість загальних формулювань щодо аграрних систем необхідно чітко визначати, які саме заходи вважаються та просуваються як стале управління ґрунтами (*SSM*), щоб уникнути «зеленого камуфляжу» (*greenwashing*).

– Використовувати процеси розроблення та перегляду *NDC*, *NAP* і *NBSAP* як можливість для глибшої інтеграції питань здоров'я ґрунтів, зміни клімату та збереження біорізноманіття шляхом включення заходів природоорієнтованих рішень (*NbS*) або екосистемної адаптації (*EbA*).

– Підтримувати інтеграцію кліматичних і біорізноманітних питань в інші «базові» секторальні політики та практики, зокрема у сферах сільського господарства, водних ресурсів і туризму.

3. Забезпечувати ефективне управління та менеджмент ґрунтів, зокрема через такі заходи:

→ Посилення вертикальної та горизонтальної координації й співпраці між політичними акторами для підвищення узгодженості політик.

→ Надання фермерам та іншим землекористувачам необхідних ресурсів, зобов'язань і механізмів контролю для відновлення, збереження або поліпшення якості ґрунтів, у тому числі через належні права землекористування та землеволодіння.

→ Зміцнення інклюзивного місцевого врядування шляхом активної участі громадянського суспільства, місцевих громад і приватного сектору.

→ Посилення координаційних механізмів та інституцій з метою поліпшення комунікації, координації та співпраці під час розроблення ґрунтових стратегій, політик і процесів.

4. Систематично оцінювати різні елементи сприятливого середовища для управління ґрунтами в конкретному секторі, країні або регіоні, зокрема за допомогою таких інструментів, як «П'ятирівнева рамка мейнстримінгу адаптації до зміни клімату» (*Five Dimensions Framework of Mainstreaming Climate Change Adaptation*). Це дає змогу забезпечити структуроване обговорення та сформулювати спільне розуміння серед різних зацікавлених сторін щодо досягнутого прогресу та подальших кроків із посилення управління ґрунтами.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2019). *Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019*. Geneva. Available at https://gar.undrr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf.
2. Renn, O., M. Laubichler, K. Lucas, W. Kröger, J. Schanze, R.W. Scholz and P. Schweizer (2020). Systemic risks from different perspectives. *Risk Analysis*. Available at <https://doi.org/10.1111/risa.13657>.
3. BMZ (German Federal Ministry for Economic Cooperation and Development) (2018). Global Initiative on Disaster Risk Management (GIDRM). Available at <https://www.gidrm.net/en>.
4. Schinko, T., R. Mechler and S. Hochrainer-Stigler (2017). A methodological framework to operationalize climate risk management: Managing sovereign climate-related extreme event risk in Austria. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, vol. 22, pp. 1063–1086. Available at <https://doi.org/10.1007/s11027-016-9713-0>.
5. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2019). *IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate*, H. O. Pörtner, D.C. Roberts, V. Masson-Delmotte, P. Zhai, M. Tignor, E. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Nicolai, A. Okem, J. Petzold, B. Rama and N.M. Weyer, eds. Geneva. Available at <https://wwwipcc.ch/srocc/>
6. United Nations, General Assembly (2016). Report of the open-ended intergovernmental expert working group on indicators and terminology relating to disaster risk reduction. 1 December. A/71/644. Available at <https://undocs.org/A/71/644>.
7. PfR (Partners for Resilience) (2019). *Integrated Risk Management Law and Policy Checklist*. Available at <https://library.partnersforresilience.nl/pages/view.php?ref=347>.

8. Schweizer, P.-J. and O. Renn (2019). Governance of systemic risks for disaster prevention and mitigation. *Disaster Prevention and Management*, vol. 28, pp. 862–874. Available at <https://doi.org/10.1108/DPM-09-2019-0282>.
9. ISO (International Organization for Standardization) (2018). ISO 31000:2018 Risk management — Guidelines. Geneva. Available at <https://www.iso.org/obp/ui#iso:std:iso:31000:ed-2:v1:en>.
10. Reisinger, A., M. Howden, C. Vera, M. Garschagen, M. Hurlbert, S. Kreibichl, K.J. Mach, K. Mintenbeck, B. O'Neill, M. Pathak, R. Pedace, H.-O. Pörtner, E. Poloczanska, M. Rojas Corradi, J. Sillmann, M. van Aalst, D. Viner, R. Jones, A.C. Ruane and R. Ranasinghe (2020). *The Concept of Risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A Summary of Cross-working Group Discussions*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/02/Risk-guidance-FINAL_15Feb2021.pdf.
11. IRGC (International Risk Governance Council) (2013). *Preparing for Future Catastrophes. Governance Principles for Slow-developing Risks that may have Potentially Catastrophic Consequences*. Lausanne. Available at https://irgc.org/wp-content/uploads/2018/09/CN_Prep.-for-Future-Catastrophes_final_11March13.pdf.
12. IRGC (International Risk Governance Council) (2017). *Introduction to the IRGC Risk Governance Framework*. Lausanne. Available at <https://irgc.org/risk-governance/irgc-risk-governance-framework/>
13. ISO (International Organization for Standardization) (2019). ISO 31010:2019 Risk management Risk assessment techniques. Geneva. Available at <https://www.iso.org/standard/72140.html>
14. GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH) (2019). Comprehensive climate risk management. Available at <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2019/03/CRM-Infosheet.pdf>

15. Mechler, R., L.M. Bouwer, T. Schinko, S. Surminski and J. Linnerooth-Bayer, eds. (2019). *Loss and Damage from Climate Change: Concepts, Methods and Policy Options*. Climate Risk Management, Policy and Governance. Springer. Available at <https://doi.org/10.1007/978-3-319-72026-5>
16. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2019). *Compendium on Comprehensive Risk Management Approaches*. Bonn. Available at https://unfccc.int/sites/default/files/resource/FINAL_AA3_Compendium_September_2019%28revised%29.pdf
17. IUCN (International Union for Conservation of Nature) (2016). Nature-based solutions. Available at <https://www.iucn.org/commissions/commission-ecosystem-management/our-work/naturebased-solutions>
18. Marin-Ferrer, M., L. Vernaccini and K. Poljansek (2017). *INFORM Index for Risk Management: Concept and Methodology, Version 2017*. EUR 28655 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union. Available at <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC106949>
19. Eckstein, D., V. Künzel, L. Schäfer and M. Wings (2019). *Global Climate Risk Index 2020: Who Suffers Most from Extreme Weather Events? Weather-related Loss Events in 2018 and 1999 to 2018*. Bonn: Germanwatch. Available at https://germanwatch.org/sites/germanwatch.org/files/20-2-01e%20Global%20Climate%20Risk%20Index%202020_10.pdf
20. Fritzsche, K., S. Schneiderbauer, P. Bubeck, S. Kienberger, M. Buth, M. Zebisch and W. Kahlenborn (2014). *The Vulnerability Sourcebook: Concept and Guidelines for Standardised Vulnerability Assessments*. Bonn: German Corporation for International Cooperation. Available at https://www.adelphi.de/en/system/files/mediathek/bilder/vulnerability_sourcebook_guidelines_for_assessments_adelphi_giz_2014.pdf
21. Zebisch, M., S. Schneiderbauer, K. Renner, T. Below, M. Brossmann, W. Ederer and S. Schwan (2017). *Risk Supplement to the Vulnerability Sourcebook*. Guidance on How to Apply the Vulnerability Sourcebook's Approach with the

New IPCC AR5 Concept of Climate Risk. Bonn: German Corporation for International Cooperation. Available at https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2017/10/GIZ-2017_Risk-Supplement-to-the-Vulnerability-Sourcebook.pdf

22. Zebisch, M., S. Schneiderbauer, K. Fritzsche, P. Bubeck, S. Kienberger, W. Kahlenborn, S. Schwan and T. Below (2021). The vulnerability sourcebook and climate impact chains – a standardised framework for a climate vulnerability and risk assessment. *International Journal of Climate Change Strategies and Management*, vol. 13, no. 1. Available at <https://doi.org/10.1108/IJCCSM-07-2019-0042>
23. Zommers, Z., P. Marbaix, A. Fischlin, Z.Z. Ibrahim, S. Grant, A.K. Magnan, H.O.-Pörtner, M. Howden, K. Calvin, K. Warner, W. Thiery, Z. Sebesvari, E.L. Davin, J.P. Evans, C. Rosenzweig, B.C. O'Neill, A. Patwardhan, R. Warren, M.K. van Aalst and M. Hulbert (2020). Burning embers: Towards more transparent and robust climate-change risk assessments. *Nature Reviews Earth & Environment*, vol. 1, pp. 516–529. Available at <https://doi.org/10.1038/s43017-020-0088-0>
24. Warren, R., P. Watkiss, R. Wilby, K. Humphrey, N. Ranger, R. Betts, R. Lowe and G. Watts (2016). *UK Climate Change Risk Assessment Evidence Report: Chapter 2, Approach and Context*. Report prepared for the Adaptation Subcommittee of the Committee on Climate Change. Available at <https://www.theccc.org.uk/wp-content/uploads/2016/07/UK-CCRA-2017-Chapter-2-Approachand-context.pdf>
25. UNICEF (United Nations Children's Fund) and Global Water Partnership (2017). *WASH Climate Resilient Development – Guidance Note – Risk Assessments for WASH*. Available at https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-briefs/gwp_unicef_guidance-noterisk-assessments-for-wash.pdf
26. Ministry for the Environment (2019). *A Framework for the National Climate Change Risk Assessment for Aotearoa New Zealand*. Wellington. Available at [180](https://environment.govt.nz/assets/Publications/Files/arotakenga-huringa-
</div>
<div data-bbox=)

ahuarangi-framework-for-national-climate-change-riskassessment-for-aotearoa-FINAL.pdf.

27. Adger, W.N., I. Brown and S. Surminski (2018). Advances in risk assessment for climate change adaptation policy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, vol. 376, no. 2121. Available at <https://doi.org/10.1098/rsta.2018.0106>.
28. GIZ, Eurac and UNU-EHS (German Corporation for International Cooperation, Eurac Research and United Nations University Institute for Environment and Human Security) (2018). *Climate Risk Assessment for Ecosystem-based Adaptation: A Guidebook for Planners and Practitioners*. Bonn: German Corporation for International Cooperation. Available at <https://www.adaptationcommunity.net/wp-content/uploads/2018/06/giz-eurac-unu-2018-en-guidebookclimate-risk-asessment-eba.pdf>
29. Reisinger, A., M. Howden, C. Vera, M. Garschagen, M. Hurlbert, S. Kreibiehl, K.J. Mach, K. Mintenbeck, B. O'Neill, M. Pathak, R. Pedace, H.-O. Pörtner, E. Poloczanska, M. Rojas Corradi, J. Sillmann, M. van Aalst, D. Viner, R. Jones, A.C. Ruane and R. Ranasinghe (2020). *The Concept of Risk in the IPCC Sixth Assessment Report: A Summary of Cross-working Group Discussions*. Geneva: Intergovernmental Panel on Climate Change. Available at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2021/02/Risk-guidance-FINAL_15Feb2021.pdf.
30. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2012). *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Special Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C.B. Field, V. Barros, T.F. Stocker, D. Qin, D.J. Dokken, K.L. Ebi, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, G.-K. Plattner, S.K. Allen, M. Tignor and P.M. Midgley, eds. Cambridge: Cambridge University Press. Available at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/SREX_Full_Report-1.pdf
31. Echeverría, D. and M. Keller (2014). FIPAT Guidebook: Food Security Indicator & Policy Analysis Tool. Winnipeg: International Institute for Sustainable

Development. Available at

https://www.iisd.org/system/files/publications/fipat_manual_en.pdf

32. Pittore, M., M. Wieland and K. Fleming (2017). Perspectives on global dynamic exposure modelling for geo-risk assessment. *Natural Hazards*, vol. 86, pp. 7–30. Available at <https://doi.org/10.1007/s11069-016-2437-3>
33. European Commission (2019). Reporting guidelines on disaster risk management, Art. 6(1)d of Decision No 1313/2013/EU. *Official Journal of the European Union*. Available at [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019XC1220\(01\)&from=EN](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52019XC1220(01)&from=EN)
34. Jones, B. and B.C. O'Neill (2016). Spatially explicit global population scenarios consistent with the shared socioeconomic pathways. *Environmental Research Letters*, vol. 11, 084003. Available at <https://doi.org/10.1088/1748-9326/11/8/084003>.
35. Doelman, J.C., E. Stehfest, A. Tabeau, H. van Meijl, L. Lassaletta, D.E.H.J. Gernaat, K. Hermans, M. Harmsen, V. Daioglou, H. Biemans, S. van der Sluis and D.P. van Vuuren (2018). Exploring SSP land-use dynamics using the IMAGE model: Regional and gridded scenarios of land-use change and land-based climate change mitigation. *Global Environmental Change*, vol. 48, pp. 119–135. Available at <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2017.11.014>
36. Leitner, M. (2017). How can foresight help to reduce vulnerability to climate-related hazards? Available at <https://www.placard-network.eu/policy-brief-how-can-foresight-help-to-reduce-vulnerabilityto-climate-related-hazards/>
37. Stationery Office (2017). *UK Climate Change Risk Assessment 2017: Presented to Parliament Pursuant to Section 56 of the Climate Change Act 2008*. Available at https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/584281/uk-climate-changerisk-assess-2017.pdf.
38. Jones, R.N., A. Patwardhan, S.J. Cohen, S. Dessai, A. Lammel, R.J. Lempert, M. Mirza, M. Monirul Qader and H. von Storch (2014). Foundations for decision making. In *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part*

A: Global and Sectoral Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White, eds., pp. 195–228. Cambridge: Cambridge University Press. Available at <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>

39. Buth, M., W. Kahlenborn, S. Greiving, M. Fleischhauer, M. Zebisch, S. Schneiderbauer and I. Schauser (2017). *Guidelines for Climate Impact and Vulnerability Assessments: Recommendations of the Interministerial Working Group on Adaptation to Climate Change of the German Federal Government*. Dessau: Umweltbundesamt. Available at https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/guidelines_for_climate_impact_and_vulnerability_assessments.pdf
40. Mechler, R. and T. Schinko (2016). Identifying the policy space for climate loss and damage. *Science*, vol. 354, pp. 290–292. Available at <https://doi.org/10.1126/science.aag2514>
41. Dessai, S., M. Hulme, R. Lempert and R. Pielke (2001). Climate prediction: A limit to adaptation? In *Adapting to Climate Change*, W.N. Adger, I. Lorenzoni and K.L. O'Brien, eds., pp. 64–78. Cambridge University Press. Available at <https://doi.org/10.1017/CBO9780511596667.006>
42. Overland, I. and B.K. Sovacool (2020). The misallocation of climate research funding. *Energy Research & Social Science*, vol. 62, 101349. Available at <https://doi.org/10.1016/j.erss.2019.101349>
43. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development) (2020). *Common Ground Between the Paris Agreement and the Sendai Framework: Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction*. Paris: OECD Publishing. Available at <https://doi.org/10.1787/3edc8d09-en>

44. UNICEF (United Nations Children's Fund) and Global Water Partnership (2017). WASH Climate Resilient Development – Guidance Note – Risk Assessments for WASH. Available at https://www.gwp.org/globalassets/global/toolbox/publications/technical-briefs/gwp_unicef_guidance-note-risk-assessments-for-wash.pdf
45. Tanner, T., S. Surminski, E. Wilkinson, R. Reid, J. Rentschler and S. Rajput (2015). The Triple Dividend of Resilience. London: Overseas Development Institute and Washington, D.C.: World Bank. Available at https://www.gfdrr.org/sites/default/files/publication/The_Triple_Dividend_of_Resilience.pdf
46. IFRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies) (2013). A Guide to Mainstreaming Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. Geneva. Available at <https://www.climatecentre.org/downloads/files/IFRCGeneva/IFRCMainstreamingDRR+CCA.PDF>
47. Schweizer, P.-J. and O. Renn (2019). Governance of systemic risks for disaster prevention and mitigation. Disaster Prevention and Management, vol. 28, pp. 862–874. Available at <https://doi.org/10.1108/DPM-09-2019-0282>
48. United Nations, Framework Convention on Climate Change (2020). Decision 2/CMA.2. Warsaw International Mechanism for Loss and Damage associated with Climate Change Impacts and its 2019 review. 16 March. FCCC/PA/CMA/2019/6/Add.1. Available at https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2019_06a01E.pdf
49. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2019). Chapter 2: Systemic risks, the Sendai Framework and the 2030 Agenda. In Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction 2019. Geneva. Available at https://gar.undrr.org/sites/default/files/reports/2019-05/full_gar_report.pdf

50. Phillips, C.A., A. Caldas, R. Cleetus, K.A. Dahl, J. Declet-Barreto, R. Licker, L.D. Merner, J.P. Ortiz-Partida, A.L. Phelan, E. Spanger-Siegfried, S. Talati, C.H. Trisos and C.J. Carlson (2020). Compound climate risks in the COVID-19 pandemic. *Nature Climate Change*, vol. 10, pp. 586–588. Available at <https://doi.org/10.1038/s41558-020-0804-2>
51. NASA (National Aeronautics and Space Administration) (2019). NASA data helps assess landslide risk in Rohingya refugee camps. Available at <http://www.nasa.gov/feature/nasa-data-helps-assess-landslide-risk-in-rohingya-refugee-camps>
52. Forino, G., J. von Meding and G.J. Brewer (2015). A conceptual governance framework for climate change adaptation and disaster risk reduction integration. *International Journal of Disaster Risk Science*, vol. 6, pp. 372–384. <https://doi.org/10.1007/s13753-015-0076-z>
53. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2020). Combating the Dual Challenges of Climate-related Disasters and COVID-19. Geneva. Available at <https://www.undrr.org/publication/undrr-asia-pacific-covid-19-brief-combating-dual-challenges-climate-related-disasters>
54. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2020). Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation: Pathways for Policy Coherence in Sub-Saharan Africa. Geneva. Available at <https://www.undrr.org/publication/disaster-risk-reduction-and-climate-change-adaptation-pathways-policy-coherence-sub>
55. Turnbull, M., C.L. Sterrett and A. Hilleboe (2013). *Toward Resilience: A Guide to Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation*. Practical Action Publishing Ltd. Available at <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/ECB-toward-resilience-Disaster-risk-reduction-Climate-Change-Adaptation-guide-english.pdf>

56. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds. Cambridge: Cambridge University Press. Available at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf
57. Sandholz, S., M. Wannewitz, M. Moure and M. Garschagen (2020). Costs and Benefits of (In)coherence: Disaster Risk Reduction in the Post-2015-Agendas. Synthesis Report. Bonn: United Nations University Institute for Environment and Human Security. Available at http://collections.unu.edu/eserv/UNU:7638/COHERE_PDF_META_2020.pdf
58. Dazé, A., H. Price-Kelly and N. Rass (2016). Vertical Integration in National Adaptation Plan (NAP) Processes: A Guidance Note for Linking National and Sub-national Adaptation. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. Available at <https://napglobalnetwork.org/wp-content/uploads/2016/11/Vertical-Integration-in-NAP-Processes-Guidance-Note.pdf>
59. Jones, R.N., A. Patwardhan, S.J. Cohen, S. Dessai, A. Lammel, R.J. Lempert, M. Mirza, M. Monirul Qader and H. von Storch (2014). Foundations for decision making. In Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Working Group II Contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, C.B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea and L.L. White, eds., pp. 195–228. Cambridge: Cambridge University Press. Available at <https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg2/>
60. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2007). Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate

- Change, M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, eds. Cambridge: Cambridge University Press. Available at https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf
61. Hurlbert, M., J. Krishnaswamy, E. Davin, F.X. Johnson, C.F. Mena, J. Morton, S. Myeong, D. Viner, K. Warner, A. Wreford, S.A. Zakieldean and Z. Zommers (2019). Risk management and decision making in relation to sustainable development. In *Climate Change and Land: An IPCC Special Report on Climate Change, Desertification, Land Degradation, Sustainable Land Management, Food Security, and Greenhouse Gas Fluxes in Terrestrial Ecosystems*, P.R. Shukla, J. Skea, E. Calvo Buendía, V. Masson-Delmotte, H.-O. Pörtner, D. Roberts, P. Zhai, R. Slade, S. Connors, R. van Diemen, M. Ferrat, E. Haughey, S. Luz, S. Neogi, M. Pathak, J. Petzold, J. Portugal Pereira, P. Vyas, E. Huntley, K. Kissick, M. Belkacemi and J. Malley, eds. Geneva. Available at <https://www.ipcc.ch/srccl/>
 62. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2020). *Extreme weather events in a time of COVID-19*. Geneva. Available at <https://www.undrr.org/news/extreme-weather-events-time-covid-19>
 63. Ramani, V. (2020). *Addressing Climate as a Systemic Risk: A Call to Action for U.S. Financial Regulators*. The Ceres Accelerator for Sustainable Capital Markets. Available at <https://www.ceres.org/sites/default/files/reports/2020-06/Financial%20Regulators%20FULL%20FINAL.pdf>
 64. EPFL (2021). *Systemic risks*. Available at <https://www.epfl.ch/research/domains/irgc/concepts-and-frameworks/systemic-risks/>
 65. UNISDR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2017). *Cross-sectoral and Multi- risk Approach to Cascading Disasters. Words into Action Guidelines, National Disaster Risk Assessment Special Topics*. Geneva. Available at https://www.preventionweb.net/files/52828_ccrosssectoralmultirisk%5B1%5D.pdf
 66. Shimizu, M. and A.L. Clark (2015). *Interconnected risks, cascading disasters and disaster management policy: a gap analysis*. Global Risk Forum Davos

- Planet@Risk, vol. 3, no. 2, pp. 260–270. Available at https://www.preventionweb.net/files/46564_interconnectedriskscascadingdisaste.pdf
67. IRGC (International Risk Governance Council) (2013). Preparing for Future Catastrophes. Governance Principles for Slow-developing Risks that may have Potentially Catastrophic Consequences. Lausanne. Available at https://irgc.org/wp-content/uploads/2018/09/CN_Prep.-for-Future-Catastrophes_final_11March13.pdf
 68. UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) (2017). Opportunities and options for integrating climate change adaptation with the Sustainable Development Goals and the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015–2030. Bonn. Available at https://unfccc.int/sites/default/files/resource/techpaper_adaptation.pdf
 69. IRGC (International Risk Governance Council) (2018). Guidelines for the Governance of Systemic Risks. Lausanne. Available at <https://irgc.org/risk-governance/systemic-risks/guidelines-governance-systemic-risks-context-transitions/>
 70. Mechler, R., L.M. Bouwer, J. Linnerooth-Bayer, S. Hochrainer-Stigler, J.C.J.H. Aerts, S. Surminski and K. Williges (2014). Managing unnatural disaster risk from climate extremes. *Nature Climate Change*, vol. 4, pp. 235–237. Available at <https://doi.org/10.1038/nclimate2137>
 71. Nassef, Y. (2020). The PCL framework: A strategic approach to comprehensive risk management in response to climate change impacts. Available at https://www.researchgate.net/publication/340644210_The_PCL_Framework_A_strategic_approach_to_comprehensive_risk_management_in_response_to_climate_change_impacts
 72. Opitz-Stapleton, S., R. Nadin, J. Kellett, M. Calderone, A. Quevedo, K. Peters and L. Mayhew (2019). Risk-informed Development: From Crisis to Resilience. United Nations Development Programme. Available at <https://cdn.odi.org/media/documents/12711.pdf>

73. Whelchel, A.W. and M.W. Beck (2016). Decision tools and approaches to advance ecosystem-based disaster risk reduction and climate change adaptation in the twenty-first century. In *Ecosystem-based Disaster Risk Reduction and Adaptation in Practice*, F.G. Renaud, K. Sudmeier-Rieux, M. Estrella and U. Nehren, eds., pp. 133–160. Springer. Available at <https://link.springer.com/book/10.1007%2F978-3-319-43633-3>
74. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2020). *Ecosystem-Based Disaster Risk Reduction: Implementing Nature-based Solutions for Resilience*. Geneva. Available at <https://www.undrr.org/publication/ecosystem-based-disaster-risk-reduction-implementing-nature-based-solutions-0>
75. Cohen-Shacham, E., G. Walters, C. Janzen and S. Maginnis, eds. (2016). *Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges*. Gland: International Union for Conservation of Nature. Available at <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en>
76. EEA (European Environment Agency) (2017). *Climate Change Adaptation and Disaster Risk Reduction in Europe: Enhancing Coherence of the Knowledge Base, Policies and Practices*. EEA report no. 15/2017. Available at <https://www.eea.europa.eu/publications/climate-change-adaptation-and-disaster>
77. Natoli, T. (2019). *Literature Review on Aligning Climate Change Adaptation (CCA) and Disaster Risk Reduction (DRR)*. Geneva: International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies. Available at https://media.ifrc.org/ifrc/wp-content/uploads/2019/12/20191208_CCA_DRR_Review_ONLINE.pdf
78. UNDRR (United Nations Office for Disaster Risk Reduction) (2019). *Developing National Disaster Risk Reduction Strategies. Words into Action Guidelines*. Geneva. Available at <https://www.undrr.org/publication/words-action-guidelines-developing-national-disaster-risk-reduction-strategies>
79. UNEP (United Nations Environment Programme) (2021). *Adaptation Gap Report 2020*. Nairobi. Available at <https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2020>

80. Ahmed, S.J., L.S. Kulick, K. Nett, D. Stadtmüller, V. Seifert, S. Kreft, S. Bee, S. Morton, P. Desanker, M. Goldberg and K. Warner (2021). Integrating Risk Finance into National Resilience and Adaptation Efforts. Bonn: InsuResilience Secretariat. Available at https://www.insuresilience.org/wp-content/uploads/2021/03/PolicyNote_Integrating-Risk-Finance-in-Adaptation_022021.pdf
81. FRC (International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies) (2013). A Guide to Mainstreaming Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation. Geneva. Available at <https://www.climatecentre.org/downloads/files/IFRCGeneva/IFRCMainstreamingDRR+CCA.PDF>
82. IDRC (International Development Research Centre) (2009). Creating Adaptive Policies: A Guide for Policy-making in an Uncertain World. Los Angeles: Sage. Available at <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/40245/IDL-40245.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
83. SAID (United States Agency for International Development) (2018). Discussion note: Adaptive management. Available at https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/PBAAJ032.pdf
84. IRGC (International Risk Governance Council) (2013). Preparing for Future Catastrophes. Governance Principles for Slow-developing Risks that may have Potentially Catastrophic Consequences. Lausanne. Available at https://irgc.org/wp-content/uploads/2018/09/CN_Prep.-for-Future-Catastrophes_final_11March13.pdf
85. IISD (International Institute for Sustainable Development) (2012). CRiSTAL User's Manual Version 5: Community-based Risk Screening Tool Bb“ Adaptation and Livelihoods. Winnipeg. Available at https://www.iisd.org/system/files/publications/cristal_user_manual_v5_2012.pdf

86. Kavi Kumar, K.S., C. Sekhar Bahinipati, S. Das, S. Kabisch, C. Bollin, R. Chakrabarti, J.K. Gaurav, T. Bollwein, M. Hoppe, S. Preuss, U.D. Nair and S. Bhatt (2018). Climate-related loss and damage in India – Technical Annex.
87. Leitner, M., D. Buschmann, T.C. Lourenço, I. Coninx and A. Schmidt (2020). Bonding CCA and DRR: Recommendations for Strengthening Institutional Coordination and Capacities. Available at <https://www.placard-network.eu/wp-content/PDFs/PLACARD-Insitutional-strengthening-May2020.pdf>

Наукове online-видання

**КОМПЛЕКСНА ОЦІНКА РИЗИКІВ
ДЕГРАДАЦІЇ ҐРУНТІВ УНАСЛІДОК ЗМІН
КЛІМАТУ: ПРИРОДООРІЄНТОВАНЕ
ПЛАНУВАННЯ ДЛЯ ЗБЕРЕЖЕННЯ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ І ВІДНОВЛЕННЯ
ЕКОСИСТЕМИ ҐРУНТУ**

Монографія

*Укладачі: Марія Руда
Тарас Бойко
Алла Шибанова*

Головний редактор Online-видання
Художній редактор Online-видання
Комп'ютерний набір тексту

Яніна Яроченко
Ліє Ґудзик
Марія Руда

Цитування:

Комплексна оцінка ризиків деградації ґрунтів унаслідок змін клімату: природоорієнтоване планування для збереження біорізноманіття і відновлення екосистеми ґрунту : монограф. / Укл.: Руда М., Бойко Т., Шибанова А. — Електрон. дан. — Київ : ГО «МНГ», 2025. — 192 с. : рис., табл. — on-line. — Режим доступу: <https://inter-sci-guild.org.ua/kompleksna-otsinka-ryzykiv-dehradatsiyi-gruntiv-unaslidok-zmin-klimatu-2025>



Видавець: OnlinePublishing / ГО «Міжнародна наукова гільдія» / НВЦ

Inter-Sci-Guild / <https://inter-sci-guild.org.ua/publishing>

publishing.7456@gmail.com / Telegram: @OnlinePublishing

Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК 7456 від 23.09.2021 року

Sci-Book-Shop

<https://inter-sci-guild.org.ua/book-shop>



🌐 Руда

Марія Віталіївна

кандидатка технічних наук, доцентка,
доцентка кафедри екологічної безпеки
та природоохоронної діяльності
Інституту сталого розвитку
імені В'ячеслава Чорновола
НУ «Львівська політехніка»



🌐 Бойко

Тарас Георгійович

доктор технічних наук, професор,
професор кафедри метрології,
стандартизації та сертифікації
Інституту комп'ютерних технологій,
автоматики та метрології
НУ «Львівська політехніка»



🌐 Шибанова

Алла Миколаївна

кандидатка технічних наук, доцентка,
доцентка кафедри екологічної безпеки
та природоохоронної діяльності
Інституту сталого розвитку
імені В'ячеслава Чорновола
НУ «Львівська політехніка»

