

Програма фінансування альтернативної енергетики України (USELF)

ПОСІБНИК ДЛЯ ДЕВЕЛОПЕРІВ



Київ 2014



Передмова

Цей посібник для девелоперів підготовлений як частина програми технічної допомоги відповідно до Програми фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF). Програма USELF була заснована і фінансується Європейським Банком Реконструкції та Розвитку (ЄБРР), включаючи додаткове фінансування, що надається Фондом чистих технологій (Clean Technology Fund – CTF). Технічна допомога надається в рамках гранту Глобального екологічного фонду і координується ЄБРР.

Посібник випущений українською та англійською мовами для розповсюдження, головним чином, серед українських девелоперів та інвесторів, а також серед міжнародних девелоперів, зацікавлених в інвестуванні в сектор альтернативної енергетики в Україні.

Цей посібник має подвійне призначення. По-перше, він призначений допомогти девелоперам краще зрозуміти процес подання заявки, критерії відбору проєктів та оцінки обов'язкового аналізу, які їх проєкт має пройти для отримання права на фінансування за програмою USELF. По-друге, і з огляду на більш широку перспективу, посібник повинен надати потенційним девелоперам інформацію про те, як поліпшити підготовку та розробку проєктів з використання відновлюваних джерел енергії для різних технологій незалежно від Програми USELF, а також на час після завершення Програми USELF. В ньому розглядаються фактори, що мають бути враховані, і кроки, рекомендовані девелоперам для реалізації проєктів, з точки зору:

- технічної розробки та планування проєкту, закупівлі обладнання та механізмів реалізації;
- дотримання нормативно-правових вимог в енергетичному секторі, а також передумов у процесі отримання дозволів і ліцензування проєкту;
- домовленості про фінансування відповідно до схем фінансування проєктів, що означає фінансування на основі схеми фінансування незалежних проєктних компаній без права регресу або з обмеженим правом регресу;
- оцінки фінансової життєздатності проєктів;
- вимог до оцінки впливу на навколишнє та соціальне середовище.

Велике бажання авторів полягає в тому, щоб за допомогою цього посібника надати девелоперам інструмент, який дозволить їм підготувати технологічно прийнятні проєкти з використання ВДЕ. Такі проєкти повинні бути ретельно проаналізовані щодо їх фінансової життєздатності для того, щоб

швидко пройти через лабіринти процесу отримання дозволів і ліцензування, та дотриматись усіх екологічних і соціальних норм. Інакше кажучи, посібник має дозволити девелоперам успішно реалізувати свої проекти з мінімальними ризиками та перешкодами.

Після короткого опису Програми USELF та вимог USELF до проектного циклу в посібнику представлений процес розробки та здійснення проектів для різних технологій використання відновлюваних джерел енергії з точки зору планування, технічної розробки та закупівель. Далі за цим описом йдуть розділи, присвячені аспектам нормативно-правової бази та схемам фінансування проектів, при цьому особлива увага приділяється фінансуванню без права регресу або з обмеженим правом регресу. І, нарешті, розглядаються соціальні та екологічні аспекти розробки проектів з використання відновлюваних джерел енергії.

.

Зміст

1. Загальні відомості про USELF	1
2. Вимоги USELF до проектного циклу	3
2.1 Огляд	3
2.2 Подання заявки і загальні критерії відповідності	4
2.3 Попередній аналіз і угода про наміри	5
2.4 Комплексне обстеження (д'ю ділідженс): чому, як та яке?	7
2.5 Рішення про виділення кредиту	10
2.6 Впровадження та моніторинг виконання проекту	11
3. Технології ВДЕ-Е	12
3.1 Вітрові установки	12
3.1.1 Загальні дані	12
3.1.2 Технологічні аспекти	13
3.1.2.1 Джерело енергії	13
3.1.2.2 Огляд технологій	14
3.1.2.3 Виробництво електроенергії	15
3.1.2.4 Конструктивні дані і технічні характеристики	16
3.1.2.5 Індикатори вартості	18
3.1.3 Розробка та здійснення вітрових проектів	20
3.1.3.1 Критичні фактори успіху	20
3.1.3.2 Огляд етапів проекту	22
3.1.3.3 Попереднє ТЕО	23
3.1.3.4 ТЕО і проект	25
3.1.3.5 Закупівлі – Контракти ПЗБ під ключ (проекткування, закупівлі, будівництво) у порівнянні з багатосторонніми контрактами	27
3.1.3.6 Будівництво	29
3.1.3.7 Введення в експлуатацію	30
3.1.3.8 Експлуатація	30
3.2 Сонячні електростанції	31
3.2.1 Загальні дані	31
3.2.2 Технологічні аспекти	32
3.2.2.1 Джерело енергії	32
3.2.2.2 Огляд технологій	33
3.2.2.3 Виробництво електроенергії	34

3.2.2.4	Проект і технічні характеристики	35
3.2.2.5	Індикатори вартості.....	36
3.2.3	Розробка та здійснення сонячних проектів	38
3.2.3.1	Критичні фактори успіху	38
3.2.3.2	Огляд етапів здійснення проекту.....	39
3.2.3.3	Попереднє ТЕО.....	40
3.2.3.4	ТЕО.....	40
3.2.3.5	Розробка проектно-технічної документації для участі в тендері	41
3.2.3.6	Будівництво.....	41
3.2.3.7	Введення в експлуатацію.....	42
3.2.3.8	Експлуатація	42
3.2.3.9	Контракти-ПЗБ під ключ (проекування, закупівлі, будівництво) у порівнянні з багатосторонніми контрактами	43
3.3	Малі гідроелектростанції (МГЕС).....	44
3.3.1	Загальні дані.....	44
3.3.2	Технологічні аспекти.....	45
3.3.2.1	Джерело енергії.....	45
3.3.2.2	Огляд технологій.....	46
3.3.2.3	Проект і робочі характеристики	55
3.3.2.4	Виробництво електроенергії	60
3.3.2.5	Індикатори вартості	60
3.3.3	Розробка та здійснення проектів МГЕС	63
3.3.3.1	Критичні фактори успіху	63
3.3.3.2	Огляд етапів проекту.....	66
3.3.3.3	Попереднє техніко-економічне обґрунтування	67
3.3.3.4	Техніко-економічне обґрунтування	67
3.3.3.5	Проект.....	69
3.3.3.6	Закупівля	69
3.3.3.7	Будівництво.....	70
3.3.3.8	Введення в експлуатацію.....	70
3.3.3.9	Експлуатація	71
3.4	Установки, що працюють на біомасі і біогазі	72
3.4.1	Загальні дані.....	72
3.4.2	Технологічні аспекти – біомаса.....	75
3.4.2.1	Джерело енергії – сировинні матеріали	75

3.4.2.2	Огляд технологій.....	77
3.4.2.2.1	Отримання і переробка біомаси	78
3.4.2.2.2	Перетворення енергії і виробництво електроенергії	79
3.4.2.2.3	Очищення димового газу і викиди	86
3.4.2.2.4	Тверді залишки.....	86
3.4.2.2.5	Вода.....	87
3.4.2.3	Виробництво електроенергії	87
3.4.2.4	Розрахункові параметри і технічні характеристики	88
3.4.2.5	Індикатори витрат.....	89
3.4.2.5.1	Капітальні витрати	89
3.4.2.5.2	Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування	91
3.4.3	Розробка та здійснення проектів із використання біомаси	91
3.4.3.1	Критичні фактори успіху	91
3.4.3.2	Огляд етапів здійснення проекту.....	92
3.4.3.3	Попереднє техніко-економічне обґрунтування	94
3.4.3.4	ТЕО.....	95
3.4.3.5	Проект	97
3.4.3.6	Можливий варіант: проведення тендеру	97
3.4.3.7	Будівництво.....	98
3.4.3.8	Введення в експлуатацію.....	99
3.4.3.9	Експлуатація	99
3.4.4	Технологічні аспекти – біогаз.....	100
3.4.4.1	Джерело енергії – сировина	100
3.4.4.2	Технології та технічні компоненти виробництва біогазу	103
3.4.4.2.1	Отримання, зберігання і попередня обробка сировини	106
3.4.4.2.2	Анаеробне зброджування	107
3.4.4.2.3	Стабільність процесу	113
3.4.4.2.4	Контроль процесу.....	114
3.4.4.2.5	Зброджена маса.....	115
3.4.4.3	Вихід біогазу.....	116
3.4.4.4	Виробництво енергії.....	117
3.4.4.5	Виробництво енергії.....	119
3.4.4.6	Конструкційні і технічні характеристики	119
3.4.4.7	Індикатори витрат.....	120
3.4.4.7.1	Капітальні витрати	120
3.4.4.7.2	Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування	121

3.4.5	Розробка та здійснення біогазових проектів	122
3.4.5.1	Критичні фактори успіху	122
3.4.5.2	Огляд етапів проекту.....	123
3.4.5.3	Попереднє ТЕО.....	125
3.4.5.4	Техніко-економічне обґрунтування	126
3.4.5.5	Проект	127
3.4.5.6	Можливий варіант: проведення тендеру	128
3.4.5.7	Будівництво.....	129
3.4.5.8	Введення в експлуатацію.....	129
3.4.5.9	Експлуатація	130
3.4.6	Технологічні аспекти – виробництво енергії за допомогою звалищного газу (ЗГ)	131
3.4.6.1	Джерело енергії.....	131
3.4.6.2	Огляд технологій.....	136
3.4.6.2.1	Збір звалищного газу	137
3.4.6.2.2	Виробництво енергії	140
3.4.6.3	Виробництво електроенергії	142
3.4.6.4	Конструкційні і технічні характеристики	143
3.4.6.5	Індикатори витрат.....	143
3.4.6.5.1	Капітальні витрати	143
3.4.6.5.2	Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування	144
3.4.7	Розроблення і здійснення проектів виробництва електроенергії з використанням звалищного газу	145
3.4.7.1	Критичні фактори успіху	145
3.4.7.2	Огляд етапів проекту.....	145
3.4.7.3	Попереднє ТЕО.....	147
3.4.7.4	Техніко-економічне обґрунтування	147
3.4.7.5	Проект.....	148
3.4.7.6	Можливий варіант: проведення тендеру	149
3.4.7.7	Будівництво.....	149
3.4.7.8	Введення в експлуатацію.....	150
3.4.7.9	Експлуатація	150
4.	Нормативно-правова база	152
4.1	Загальний огляд нормативно-правових актів у сфері ВДЕ	152
4.2	Процес отримання дозволу і ліцензування	158
4.2.1	Основні етапи будівництва електростанції на ВДЕ	158

4.2.2	Виділення земельних ділянок.....	159
4.2.3	Приєднання до електричних мереж	163
4.2.4	Будівництво і введення в експлуатацію.....	166
4.2.5	Ліцензії та дозволи на експлуатацію електростанцій на ВДЕ.....	169
5	Схема фінансування.....	170
5.1	Загальні міркування щодо фінансування проєктів із використання відновлюваних джерел енергії	170
5.2	Проектне фінансування і його наслідки	173
5.2.1	Характеристика проектного фінансування	173
5.2.2	Основні етапи та головні учасники	175
5.3	Фактори, що впливають на фінансування проєктів у сфері відновлюваної енергетики	179
5.4	Фінансовий аналіз: методи, показники, аналіз чутливості	181
5.4.1	Мета і загальний підхід	181
5.4.2	Фінансові показники	184
5.4.3	Аналіз чутливості	187
5.5	Управління ризиками	191
5.5.1	Характеристики управління ризиками	191
5.5.2	Ідентифікація ризиків	192
5.5.3	Оцінка і зниження ризиків	193
6.	Екологічні та соціальні аспекти	196
6.1	Основні впливи різних типів відновлюваних джерел енергії на навколишнє природне та соціальне середовище	196
6.1.1	Міркування щодо вибору майданчику для проєкту	196
6.2	Впливи загального будівництва	196
6.3	Вплив різних відновлюваних технологій під час експлуатації	197
6.3.1	Вітрові електростанції.....	197
6.3.2	Сонячні фотоелектричні електростанції	198
6.3.3	Мала гідроенергетика	199
6.3.4	Біогазові проєкти	200
6.3.5	Проекти з використання біомаси	201
6.5	Національні вимоги до охорони навколишнього середовища	202
6.5.1	Загальний огляд основних законів та нормативно-правових актів про охорону навколишнього середовища, що мають відношення до відновлюваної енергетики.....	202
6.5.2	Нормативно-правові акти про оцінку впливу	

на навколишнє середовище та екологічну експертизу	203
6.5.3 Українські вимоги до проведення консультацій із громадськістю та оприлюднення інформації.....	205
6.5.4 Дозволи природоохоронних органів на експлуатацію об'єктів	206
6.5.5 Виконання національних вимог	206
6.6 Вимоги ЄБРР щодо екологічних та соціальних аспектів діяльності	208
6.6.1 Огляд вимог ЄБРР	208
6.6.2 Вимоги до реалізації проектів	210
6.7 Виконання вимог ЄБРР	213
6.7.1 Кроки девелопера для виконання вимог	213
6.7.2 Природоохоронний і соціальний план дій (ПСПД)	214
6.7.3 План залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС)	214
6.7.4 Нетехнічне резюме (НТР)	215
6.7.5 Організаційний потенціал і зобов'язання девелопера	216
6.8 Подальша інформація про вимоги до стану навколишнього середовища, соціальної сфери та здоров'я	216
Сонячна електростанція біля села Пороги Вінницької області	219
ТЕС на біомасі у смт Іванків Київської області.....	222
Акціонерна сільськогосподарська компанія «Екопрод»	225

Скорочення

АС	Змінний струм
АРК	Автономна Республіка Крим
НДТ	Найкраща доступна технологія
БПК	Біологічна потреба в кисні
ВПЕ	Власні потреби електростанції
СОР	Специфікація обсягів робіт
CAD	Комп'ютерне проектування
CAPEX	Капітальні витрати
ABH	Архітектурно-будівельний нагляд (в Україні)
ХПК	Хімічна потреба в кисні
ДС	Постійний струм
ПНВ	Пряме нормальне випромінювання
СТР	Суха тверда речовина
КОВ	Коефіцієнт обслуговування боргу
ОВНС	Оцінка впливу на навколишнє середовище
ЕіМ	Електрообладнання і машини
ПЕ	Принцип екватору
ПЗБ	Проектування-Закупівлі-Будівництво
ПСПД	Природоохоронний і соціальний план дій
ОВНСіСФ	Оцінка впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу
ЄАМГЕС	Європейська асоціація малих ГЕС
ПУНСС	План управління навколишнім і соціальним середовищем
КВЧ	Крива витрати-час
ТЕО	Техніко-економічне обґрунтування
АСП	Армований склопластик
ОПБОНС	Охорона праці, безпека і охорона навколишнього середовища
МЕА	Міжнародне енергетичне агентство
МЕК	Міжнародна електротехнічна комісія
МОП	Міжнародна організація праці
ВНП	Внутрішня норма прибутку
кВт	Кіловат
кВт·г	Кіловат-година
ЗГ	Звалищний газ
КПЗПСДК	Коефіцієнт покриття зобов'язань протягом строку дії кредитів
ЛН	Лист про наміри
НН	Низька напруга
СН	Середня напруга
МВт	Мегават

МВт•г	Мегават-година
НКРЕ	Національна комісія, що здійснює державне регулювання у сфері енергетики
ЧПВ	Чиста поточна вартість
НТР	Нетехнічне резюме
ОРЕХ	Операційні витрати
ОРЦ	Органічний цикл Ренкіна
ПК	Проектна компанія
ДЗЕ	Договір про закупівлю електроенергії
ВРП	Вимоги до реалізації проектів (вимоги ЄБРР)
ПЕ	Показник ефективності (для фотоелектричних установок)
ФЕ	Фотоелектричний
ВДЕ	Відновлювані джерела енергії
ЗП	Запит на пропозицію
РП	Русловий потік
SCADA	Автоматизована система контролю і збору даних
ПЗЗС	План залучення зацікавлених сторін
МГЕС	Мала гідроелектростанція
ЦМ	Цільовий механізм
ТЕО	Техніко-економічне обґрунтування
ЗОВ	Загальний органічний вуглець
ОЕС	Об'єднана енергетична система
ПДВ	Податок на додану вартість
ЛТР	Летюча тверда речовина
ВООЗ	Всесвітня організація охорони здоров'я
ОРЕ	Оптовий ринок електроенергії

1. Загальні відомості про USELF

Програма фінансування альтернативної енергетики в Україні (USELF) є інвестиційною програмою, заснованою Європейським Банком Реконструкції та Розвитку (ЄБРР) для сприяння реалізації проектів з використання відновлюваних джерел енергії в Україні. Обсяг кредитування в рамках Програми складає 70 мільйонів євро, який включає внесок ЄБРР у розмірі 50 мільйонів євро та додаткове фінансування, що надається Фондом чистих технологій (Clean Technology Fund – CTF), у розмірі 20 мільйонів євро.

Структура USELF забезпечує пряме фінансування малих і середніх проектів безпосередньо від ЄБРР за спрощеним та пришвидшеним процесом схвалення, таким чином знижуючи операційні витрати. На додаток до боргового фінансування в рамках Програми надається підтримка в розробці проектів, що задовольняють комерційним, технічним і екологічним критеріям відповідності.

Цільові проекти включають усі форми виробництва електроенергії з використанням відновлюваних джерел енергії, включаючи енергію води, вітру, біомаси, біогазу та сонця. Біомаса та компоненти для виробництва біогазу мають походити зі сталих джерел енергії та/або з органічних відходів. Виробництво та розподіл рідких видів біопалива не фінансуються в рамках Програми.

Компанії, що звертаються для отримання кредиту в рамках Програми USELF, мають унікальну нагоду отримати на привабливих умовах фінансування від ЄБРР та технічну допомогу від міжнародних і місцевих експертів. Переваги для девелоперів полягають у наступному:

- отримання кредитів, починаючи з 1,5 мільйонів євро;
- зниження операційних витрат;
- довгострокове фінансування з обмеженим правом регресу;
- безоплатна технічна допомога.

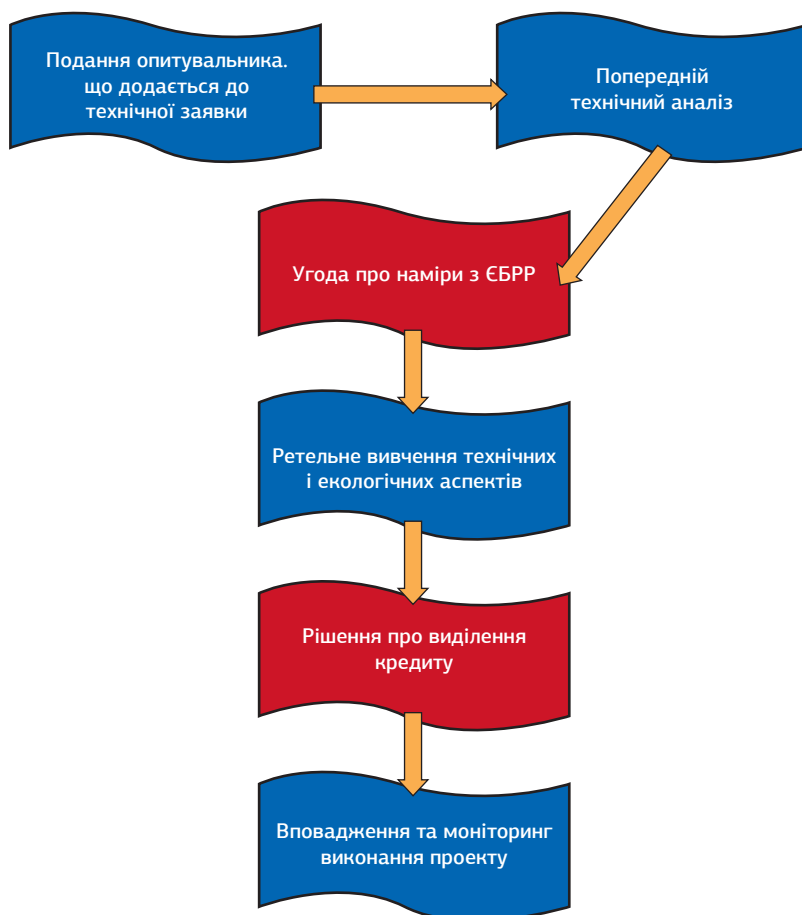
Інвестиційні проекти оцінюються ЄБРР на основі інформації, наданої девелоперами, такої як техніко-економічне обґрунтування та бізнес-плани. Технічні консультанти виконують аналіз проекту та подають до ЄБРР звіт про оцінку технічних, екологічних і фінансових показників перспективних проектів, а також здійснюють консультування компаній щодо процесу отримання дозволів.

Зацікавленим девелоперам пропонується звернутися до групи USELF зі своєю проектною пропозицією. Група USELF швидко виконає оцінку відповідності проекту загальним критеріям Програми, а потім супроводить девелопера у процесі подання заявки та подальшому аналізі проектного рішення.

2. Вимоги USELF до проектного циклу

2.1 Огляд

На малюнку 2-1 надається блок-схема різних кроків, необхідних для реалізації та експертизи проектів відповідно до критеріїв Програми USELF, починаючи від надання анкети заявника до фактичної реалізації об'єкту ВДЕ. Окремі кроки докладно описані далі у нижченаведених розділах.



Малюнок 2-1: Послідовність кроків реалізації проекту USELF

2.2 Подання заявки і загальні критерії відповідності

Як тільки зацікавлена компанія збере достатню інформацію про планований проект, яка гарантує те, що проект може бути доцільним з точки зору інвестицій і девелопер переконаний у тому, що він може забезпечити необхідний внесок власного капіталу у розмірі 40% від загальних витрат на виконання проекту, девелопер має заповнити технічну анкету заявника, розміщену на веб-сайті USELF, і подати її до USELF електронною поштою, поштою або факсом. Крім того, необхідно буде надати інформацію про фінансовий і комерційний статус девелопера та його афілійованих компаній, а також про потенційні співфінансуючі організації. На основі цієї інформації консультанти USELF спершу перевіряють відповідність девелопера і проекту загальним критеріям. Консультанти можуть запросити додаткову інформацію у девелопера для того, щоб заповнити прогалини у даних або підтвердити певні факти і цифри.

Критерії відповідності

Для того, щоб отримати право на кредит в рамках USELF, компанії та проекти мають задовольняти певним інституційним, фінансовим і технічним критеріям відповідності.

Загальні критерії відповідності для компаній

Компанії, що відповідають встановленим критеріям, повинні:

- перебувати у приватній власності, бути зареєстрованими і працювати в Україні;
- працювати у відповідності до національного законодавства щодо питань захисту довкілля, охорони здоров'я та техніки безпеки;
- не займатися діяльністю, внесеною до переліку заборонених видів діяльності для фінансування від ЄБРР (тютюн, алкоголь тощо).

До того ж, компанії, що подають заявку на фінансування в рамках Програми, мають задовольняти нижченаведеним критеріям відповідності, не всі з яких потребують обов'язкового підтвердження, але можуть бути оцінені в процесі подальшого аналізу:

- існуючі підприємства повинні мати підтверджений досвід роботи та бездоганну кредитну історію, що включає фінансову звітність у відповідності з місцевими стандартами бухгалтерської звітності;

- нові енергетичні проекти оцінюються на основі ретельного вивчення стандартних технічних і ринкових умов та задовільних фінансових прогнозів;
- підприємства повинні мати добру репутацію та практику корпоративного управління, включаючи задовільні результати за процедурою Банку з ретельного вивчення порядності в ділових відносинах;
- підприємства повинні мати бажання запровадити Міжнародні Стандарти Фінансової Звітності (МСФЗ) до своєї системи звітності (якщо їх ще не запроваджено) упродовж розумних часових рамок після підписання кредитних угод (до двох років);
- підприємства повинні мати надійну управлінську й організаційну структуру;
- підприємства повинні мати надійну фінансову структуру (включаючи достатні активи під забезпечення запропонованої позики);
- підприємства повинні відповідати вимогам Банку щодо закупівель і захисту довкілля.

Критерії відповідності для проектів

Проекти, що відповідають встановленим критеріям, повинні:

- замінювати електроенергію, що виробляється з використанням традиційних джерел енергії;
- базуватися на перевірній технології;
- бути фінансово життєздатними;
- забезпечувати скорочення викидів парникових газів.

Проекти також мають відповідати застосовним вимогам ЄБРР, національним вимогам та вимогам Європейського Союзу щодо питань охорони здоров'я та техніки безпеки і, особливо, але не обмежуючись, вимогам Директиви щодо «Середовища Існування» (Habitats Directive) стосовно впливу певних державних і приватних проектів на навколишнє середовище. Ці критерії оцінюються на подальшому етапі вивчення проекту, але девелопер повинен бути вже поінформованим про них при поданні заявки на участь у проектах Програми.

2.3 Попередній аналіз і угода про наміри

Після підтвердження відповідності компанії девелопера та проекту загальним критеріям група USELF розпочинає процес попереднього аналізу. Із цієї метою група надсилає додатковий перелік необхідної інформації і

опитувальники в залежності від того, яка інформація з самого початку вже надана девелопером, разом з анкетой заявника на участь.

При виконанні аналізу на цьому етапі особлива увага приділяється структурі власності проекту і проектної компанії з метою визначення кінцевих бенефіціаріїв проекту та фінансовому потенціалу інвесторів (девелопер і потенційні співінвестори). Враховуючи, що інформація, надана із самого початку девелопером, також використовується, оцінка відповідності критеріям (розділ 2.2) без запинки переходить у попередній аналіз у цьому відношенні.

Така ж увага приділяється оцінці процедури отримання дозволів, ліцензій тощо. Це має велике значення на цьому етапі, оскільки неправильні кроки, зроблені девелопером у зв'язку з цим, які можливо не зовсім відповідають нормативно-правовим вимогам, можуть в кінцевому рахунку привести до затримки у виконанні проекту або навіть повністю припинити виконання проекту.

У той же самий час, здійснення аналізу охоплює технічну сторону проекту, обрану технологію, обладнання, що має використовуватися для реалізації проекту, та механізми реалізації в цілому. Це виконується на порівняно високому рівні, тоді як повна оцінка у цій сфері виконується під час етапу ретельного комплексного обстеження. Однак є деякі відмінності у рівні деталізації в залежності від типу відновлюваного джерела енергії. Тоді як технологія у випадку проектів із використання вітрової та фотоелектричної сонячної енергії є досить стандартною, технологія для проектів з використання біогазу і біомаси є значно різноманітнішою та характерною для конкретного об'єкту і особливо для гідроенергетичних проектів. Тому ці типи технологій мають аналізуватися трохи детальніше, ніж вищезгадані.

Під час виконання попереднього аналізу також виконується аналіз фінансової життєздатності проекту. Цей аналіз базується на попередньому кошторисі витрат, що стосуються CAPEX і OPEX, попередніх технічних ключових параметрах (виробіток електроенергії, робота при повному навантаженні, оціночні результати початкового виробітку електроенергії у випадку проектів з використання сонячної та вітрової енергії тощо) та на наборі макроекономічних показників і умовах фінансування. Фінансовий аналіз доповнюється аналізом чутливості, яким перевіряється надійність фінансових результатів при змінах у значеннях ключових параметрів.

У кінцевому рахунку, попередній аналіз включає також перший етап оцінки впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу. Тоді як це, зазвичай, здійснюється на досить високому рівні на цьому етапі, кінцевий рівень глибини аналізу залежить від того, які документи вже є на цей час (наприклад, чи вже є у наявності місцева оцінка впливу на навколишнє середовище – ОВНС).

У результаті процесу попереднього аналізу консультанти складають Звіт про попередній аналіз (ЗПА) і подають його до ЄБРР. Після отримання цього ЗПА Банк ініціює свій перший внутрішній етап процесу схвалення (Розгляд концепції), результатом якого є Меморандум про розгляд концепції (МРК), що є внутрішнім документом оцінки і затвердження проекту. Якщо МРК призводить до позитивних результатів і проект схвалюється ЄБРР в основному за умови подальшого комплексного обов'язкового обстеження, ЄБРР оформляє Угоду про наміри. Ця Угода про наміри надсилається Девелоперу і потім підписується Девелопером і ЄБРР.

Угода про наміри є коротким документом, що складається з декількох сторінок, в якому, по суті, обумовлюється, що Банк згодний забезпечити фінансування відібраного проекту за умови задовільних результатів комплексного обов'язкового обстеження та проведення переговорів між Банком і Девелопером, а Девелопер згодний прийняти позику від Банку. В Угоді про наміри встановлюється сума кредиту, яку ЄБРР і Фонд чистих технологій забезпечать для фінансування проекту, передбачувана ціна кредиту (відсоткова ставка і комісійний збір), графік погашення, строк погашення і пільговий період. Крім того, Угода також включає положення про номінальний збір, що має сплатити Девелопер, а також про відступне, що має бути сплачене Девелопером, якщо він припиняє продовжувати фінансування запропонованого проекту, яке є також номінальним.

2.4 Комплексне обстеження (д'ю ділідженс): чому, як та яке?

Д'ю ділідженс – це термін, для якого існує декілька технічних визначень у залежності від обставин. Однак в контексті цього посібника д'ю ділідженс має відношення до прояву розумної обережності перед тим, як брати зобов'язання щодо будь-якого бізнесу. Це має бути ретельним вивченням усіх аспектів господарської діяльності підприємства.

Д'ю ділідженс, або аналіз господарської діяльності, є основним етапом при оцінюванні цільового підприємства або нового комерційного підприємства.

Метою д'ю ділідженс, або аналізу господарської діяльності, є забезпечення обґрунтованого та цілеспрямованого аналізу для того, щоб допомогти оцінити цільове підприємство або нове комерційне підприємство та визначити питання для проведення переговорів. Метою аналізу є сприяння зрозумінню Банком підприємства, ключових факторів його успіху та його сильних і слабких сторін, таким чином висвітлюючи потенційні проблеми і можливості та надаючи інформацію про ключові питання, які необхідно вирішити як до, так і після виконання і здійснення розрахунка по угоді.

Таким чином, концепція стосується найважливішого при обстеженні плану дій компанії, що розвивається, відносно ведення бізнесу. Девелопер або проектна компанія розкривають ту чи іншу інформацію в бізнес-плані та/або в інших наданих документах, але відповідальність за подальші заходи і перевірку викладів, зроблених в такому документі, безпосередньо лягає на плечі кредитора. Щодо можливостей фінансування девелопера, він повинен завжди виходити з того, що потенційним джерелом фінансування є організація, яка буде перевіряти і повторно перевіряти все, що надається підприємцем, у випадку USELF це здійснюється за допомогою консультанта.

Хоча д'ю ділідженс може проводитися по усім аспектам бізнесу, основними видами є наступні:

- обов'язкове обстеження (д'ю ділідженс) позичальника/інвестора;
- технічний д'ю ділідженс;
- договірний / юридичний д'ю ділідженс;
- фінансовий д'ю ділідженс;
- екологічний д'ю ділідженс.

Обов'язкове обстеження (д'ю ділідженс) позичальника/інвестора

Право власності є важливим питанням у цій процедурі. Для Банку необхідно мати правильне уявлення про історію підприємства, а також фінансовий стан та сильні сторони девелопера та його можливих співфінансуючих організацій. Хоча ця інформація була вже перевірена під час початкової оцінки і попереднього аналізу, вона переглядається і оновлюється та підсумовується під час етапу проведення д'ю ділідженс. Також оцінюється проектна компанія (цільовий механізм), яка реалізовує проект, та визначаються і оцінюються кінцеві бенефіціарії. У кінцевому підсумку, дуже важливим аспектом для Банку є перевірка цілісності даних щодо девелопера і власника, яка демонструє, що вони відповідають вимогам Банку, включеним до переліку вимог стосовно дотримання принципів ділової етики.

Технічний д'ю ділідженс

Це обстеження стосується огляду технології, що буде застосовуватися, і охоплює такі питання як: «Чи є технологія випробуваною або інноваційною?» і «Які ризики пов'язані із застосуванням цієї технології?»

Як правило, готуються конкретні технічні звіти та/або техніко-економічні обґрунтування, і всі припущення та висновки, що стосуються загальної технічної концепції, процесів та обладнання, уважно розглядаються в ході проведення д'ю ділідженс. Також розглядається оцінка очікуваного виробітку електроенергії передбачуваного проекту.

Крім того, технічний д'ю ділідженс розглядає домовленості щодо проектування, закупівлі і виконання проекту, включаючи обґрунтованість графіка реалізації проекту. У той же час оцінюються домовленості про технічне обслуговування і експлуатацію електростанції, що працює з використанням ВДЕ.

Договірний і юридичний д'ю ділідженс

При проведенні обстеження ретельно розглядаються також договірні права і зобов'язання, ліцензії і дозволи. Розглядаються дослідження, що лежать в основі проекту, а також зроблені припущення. Питаннями особливої важливості є домовленості про використання землі, оскільки реалізація проекту потребує обґрунтованого договору оренди землі з відповідним строком оренди (зазвичай 25 років), або права власності на землю в якості основи, і в то й же час цільове призначення землі має бути придатним для будівництва електростанції. Подальші аспекти, що розглядаються, включають Детальний план території, порядок його розробки і питання, пов'язані із землею.

Договірний д'ю ділідженс включає також приєднання до електричних мереж, що охоплює питання стану, які стосуються як вимог до приєднання до електричних мереж, так і договору про приєднання до електричних мереж. Ліцензії і контракти, необхідні у зв'язку з угодою про придбання продукції, розглядаються стисло, але оскільки ці документи остаточно опрацьовуються тільки після пуску станції в експлуатацію, детальна оцінка не виконується на цьому етапі.

Фінансовий д'ю ділідженс

Фінансова життєздатність проекту і фінансовий стан проектної компанії, яка має виконувати проект, є дуже важливими питаннями. Фінансовий д'ю ділідженс, таким чином, повинен показати, що проект є життєздатним

у фінансовому відношенні і таким, що дає задовільні показники чистої поточної вартості (ЧПВ) і внутрішньої ставки прибутку. Стан заборгованості, рентабельність і аналіз руху грошових коштів проектної компанії є основними компонентами у процесі виконання д'ю ділідженс.

Оскільки девелопери, як правило, не користуються єдиними шаблонами і зразками для свого власного фінансового аналізу і часто готують лише тільки поверхові розрахунки життєздатності і ліквідності, фінансовий д'ю ділідженс запропонованих проектів виконується за допомогою фінансової моделі, розробленої консультантом конкретно для д'ю ділідженс USELF, що гарантує застосування однакових принципів припущень для всіх проектів і отже єдину форму викладення всіх заяв. Фінансовий д'ю ділідженс включає також аналізи чутливості, які дозволяють перевірку надійності фінансового аналізу у випадку змін ключових параметрів.

Екологічний і соціальний д'ю ділідженс

Екологічні та соціальні аспекти є важливим елементом для будь-якого кредитора. Вплив проекту або бізнесу на навколишнє середовище необхідно ретельно вивчати, але не менш важливою є оцінка передбачених заходів із пом'якшення можливих негативних наслідків. Висновки і припущення дослідження або досліджень є частиною процедури д'ю ділідженс. Екологічний д'ю ділідженс також оцінює Природоохоронний і соціальний план дій (ПСПД) і План залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС), якщо ці документи вже є в наявності. У іншому випадку Консультант надасть пораду девелоперу щодо підготовки цих документів. При проведенні д'ю ділідженс аналізується також рівень скорочення викидів парникових газів, що є важливим аспектом для Банку.

Результати різних аспектів д'ю ділідженс викладаються у звіті про проведення д'ю ділідженс, який називається Довідкою про експертизу проекту (ДЕП), готується Консультантом і подається до ЄБРР.

2.5 Рішення про виділення кредиту

Після отримання ДЕП Банк продовжує виконувати свою оцінку запропонованого проекту і розпочинає заходи щодо остаточного розгляду і, урешті-решт, затвердження кредиту, якщо остаточний розгляд показує результати, що задовольняють Банк. Це виконується в рамках структурованого розгляду, результатом якого є оформлення Меморандума про остаточний розгляд, що є внутрішнім документом Банку про затвердження проекту.

Затвердження результатів остаточного розгляду проекту та інших документів по кредиту уможлиблює підписання кредитної угоди.

2.6 Впровадження та моніторинг виконання проекту

Після того, як кредитну угоду підписано, починається етап виконання проекту як кінцевий етап. Він охоплює будівництво об'єкту ВЕ та його подальшу експлуатацію. Банк і його консультант здійснюють моніторинг і нагляд за процесом будівництва, а також за етапом експлуатації. Це забезпечує досягнення цілей проекту і можливість своєчасного виявлення проблем у процесі виконання/будівництва проекту таким чином, щоб вони могли бути успішно вирішені без заподіяння тривалої шкоди проекту. Для цього девелоперу необхідно подавати до Банку звіти, які містять інформацію про хід виконання проекту, разом з інформацією щодо факторів, які вірогідно могли б негативно вплинути на виконання проекту. Періодичність звітності встановлюється в кредитній угоді.

Консультанти надають підтримку девелоперам протягом виконання проекту.

3. Технології ВДЕ-Е

3.1 Вітрові установки

3.1.1 Загальні дані

Вітрові ресурси України у поєднанні з існуючою інфраструктурою ліній електропередач і вимогами до навантажень є достатніми для значного розвитку вітрової електроенергетики в Україні.

Привабливими рисами берегових вітрових електростанцій є швидке підвищення їх потужностей і висока технічна забезпеченість. Окрім того, найновіші моделі вітрових турбін із великими діаметрами роторів і більшою висотою маточин здатні використовувати вітровий потенціал місць, які раніше не використовувались у цих цілях, навіть якщо вітрові умови в них менш сприятливі.

Таким чином, при плануванні проекту вітрової електростанції треба брати до уваги цілий ряд факторів, до яких відносяться:

- вимірювання та визначення вітрових ресурсів і, як результат, виробництво електроенергії ;
- придатність майданчика, включаючи відповідний доступ до нього, мінімальну відстань до населених пунктів і незначний вплив на навколишнє середовище;
- відповідне обладнання ;
- координатія меж розподілу;
- керування будівництвом;
- концепція на період експлуатації.

У нижченаведених параграфах описано метод планування вищезгаданих аспектів разом із пов'язаними з ними витратами, що забезпечать успішну реалізацію проекту.

3.1.2 Технологічні аспекти

3.1.2.1 Джерело енергії

Терміни вітрова енергія і вітрова потужність відносяться до процесу використання кінетичної енергії вітру та її перетворення в механічну, а потім в електричну енергію за допомогою перетворювачів вітрової енергії (вітрових турбін).

Енергія вітру виникає завдяки сонцю. Завдяки нерівномірному нагріванню землі сонцем створюється різниця тисків, що примушує вітер рухатися з регіонів із високим тиском у регіони з низьким тиском. Екватор, наприклад, отримує більше сонячного випромінювання, ніж полюси, у результаті чого на ньому утворюється підвищена температура й, завдяки цьому, підйом повітря. Обертання землі і сезонні зміни в отриманні енергії від сонця відіграють важливу роль у визначенні глобальних вітрів.

До цих теоретично плавних глобальних вітрів додається вплив поверхні землі, пов'язаний із різними масами землі та води, внутрішніми водоймищами, топографічними змінами та земним покривом, які впливають на місцеві вітри з усіма їх різновидами і турбулентностями, особливо в межах тропосфери, де фактично акумулюється вітрова енергія.

Після вибору відповідного майданчика для здійснення вітрового проекту найбільш важливим є отримання вітрових даних для цієї місцевості. Якщо існує вітровий проект на відстані 4-10 км від запланованої для вітрової електростанції ділянки, можна перевірити, чи будуть достатніми дані виробництва електроенергії, отримані на цьому проекті. Якщо ні, окремі виміри вітру повинні бути проведені на обраному місці.

Проведення великої кількості вимірювань на місці розташування вітрової електростанції є дуже важливим фактором для отримання надійних результатів вітрових досліджень, за допомогою яких визначаються

- розрахункові швидкості і напрям вітру;
 - нерівність поверхні та зсув вітру;
 - екстремальні вітрові умови;
 - стандартні відхилення й інтенсивність турбулентності;
 - кліматичні умови, включаючи температуру і вологість.
- Ці результати знову ж таки впливатимуть на вибір відповідного генератора

вітрової турбіни і схему розташування вітрової електростанції.

3.1.2.2 Огляд технологій

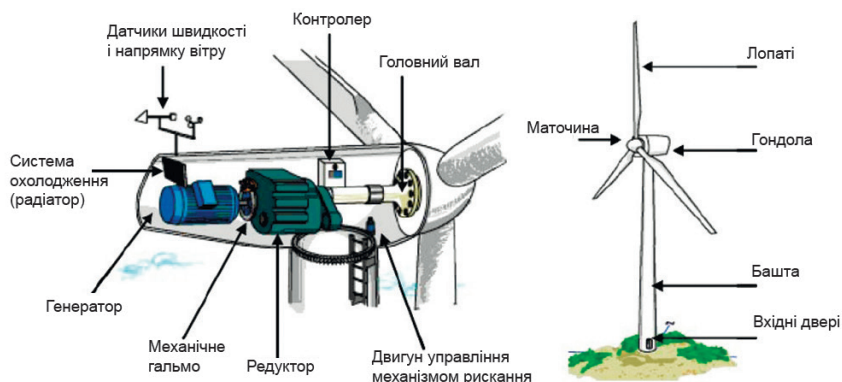
Вітрові турбіни походять від своїх предків – вітрових млинів, які використовувались людьми протягом тисяч років. Вони складаються, головним чином, із ротора, який розміщується у вітровому потоці й обертає вал, із якого механічна енергія може відбиратися для її безпосереднього використання або перетворення в електричну енергію. У даній роботі розглядаються вітрові турбіни, які виробляють електричну енергію.

Для використання вітрової енергії застосовувались різні концепції; деякі з них із часом зникли, у той час як інші стали частиною сучасного ряду вітрових турбін. Наприклад, пристрої, підйомна сила яких досягається за допомогою аеродинамічних поверхонь у формі лопатей, використовуються на машинах, у яких застосовується лобовий опір вітру при його дії на поверхню завдяки їх більш високим рівням ККД.

Сучасні вітрові турбіни загалом уявляють собою горизонтально-осьові машини з трьома лопатями, встановленими на маточині, які обертають головний вал, що приводить в дію електрогенератор напряму або через редуктор. Редуктор, генератор і допоміжне обладнання розташовані у гондолі нагорі башти. Механізм контролю ризику обертає гондолу і ротор у напрямку вітру.

Типовий горизонтальний вітровий перетворювач складається з:

- ротора, який у свою чергу складається з маточини і лопатей ротора, які перетворюють енергію вітру в обертаючу енергію вала;
- трансмісії, яка включає головний вал, підшипники, редуктор, або, у випадку безредукторних вітрових турбін, тільки генератор;
- гондoli, яка містить трансмісію, механізм контролю ризику і охолодження;
- башти, яка підтримує ротор і трансмісію;
- фундамента;
- іншого обладнання, включаючи регулююче обладнання, електричні кабелі, кріпильне обладнання та обладнання для приєднання до мережі.



Малюнок 3-1: Типова схема вітрової турбіни

3.1.2.3 Виробництво електроенергії

Кількість наявної кінетичної енергії вітру залежить від швидкості його руху і маси. Маса на одиницю часу залежить від щільності речовини, площі, яку вона займає, і знову ж таки від швидкості руху через цю площу. Таким чином, наявна енергія вітру є кінетичною енергією вітру, який проходить через площу ротора вітрової турбіни:

Кінетична енергія $[J] = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

Кінетична потужність (потужність вітру) $[W] = \frac{1}{2} \times m \times v^2$

$M = \rho \times A \times v$

Потужність вітру $[W] = \frac{1}{2} \rho \times A \times v^3$

де:

- m – маса в $[кг]$ і масовий потік в $[кг/с]$
- v – швидкість вітру в $[м/с]$
- A – площа ротора в $[м^2]$
- ρ – щільність повітря в $[кг/м^3]$

Із формули помітно, що потужність вітру, яка може бути отримана, у значній мірі залежить від швидкості вітру, яка підвищується у третій ступені, і лінійно від площі ротора і щільності вітру. Загальна наявна потужність вітру, яка може бути розвинута вітровою турбіною, обмежена теоретичним

максимумом, рівним 59,3%, відомим під назвою межа Бетза.

Із практичної точки зору виробництво енергії також залежить від конструкції вітрової турбіни, тобто від аеродинамічної конструкції лопатей ротора, алгоритмів управління вітровою турбіною та її конструкторських обмежень (швидкості вітру, за якою турбіна вмикається і вимикається, поривів вітру і т.д.)

За останні два десятиріччя вітрові турбіни, які перетворюють кінетичну енергію вітру в електроенергію, досягли рівня автоматичних енергоустановок із підвищеними площами роторів і висотами мачин і високою якістю електроенергії, яка відповідає вимогам електромереж. Проте кількість електроенергії, яка виробляється, у будь-який час залежить від вітрових умов.

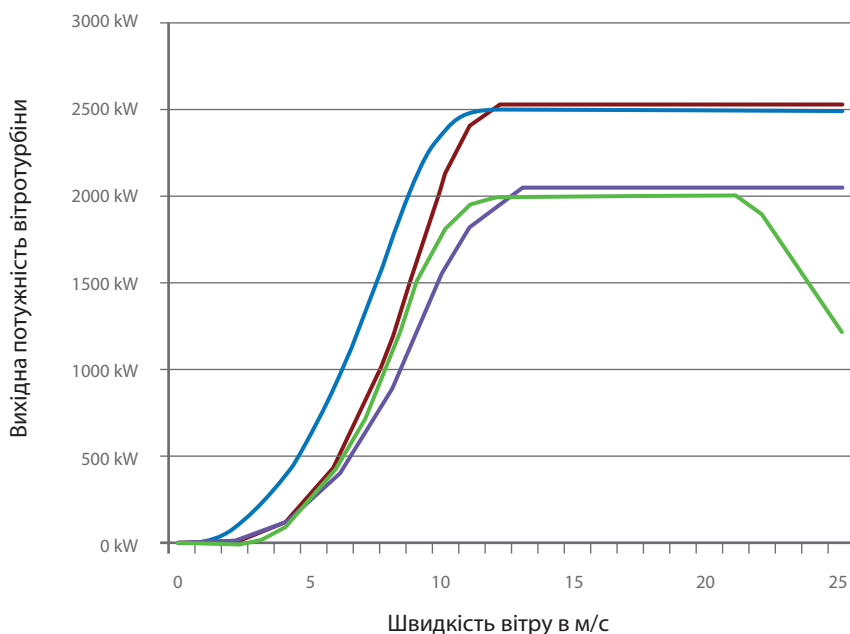
Для того, щоб типові проекти були економічно життєздатними, мінімальна річна середня швидкість вітру на висоті 80 м (висота мачини) повинна бути більшою, ніж 5,0 – 5,25 м/с, а на кращому майданчику вона буде більшою ніж 6,0 м/с.

3.1.2.4 Конструктивні дані і технічні характеристики

Крива потужності

Існують різні можливості аеродинамічного управління швидкістю ротору і потужністю. Вони, загалом, використовуються, головним чином, для обмеження максимальної потужності, яка отримується від вітру, щоб турбіна експлуатувалась у конструктивних межах, встановлених для навантажень і потужності різних компонентів вітрової турбіни.

Така максимальна вироблена потужність зветься номінальною потужністю, а швидкість вітру, за якої ця потужність уперше досягається, називається номінальною швидкістю вітру. Вітрова швидкість відключення – це швидкість, за якої турбіна вимикається, щоб захистити себе від високих навантажень (типово 25 м/с). Вітрова швидкість включення – це мінімальна швидкість, за якої турбіна починає виробляти електроенергію і постачати її в мережу. У діапазоні між цими величинами залежність електроенергії, яка виробляється, від швидкості вітру на висоті мачини описана кривою потужності, характерною для кожної моделі вітрової турбіни.



Малюнок 3-2: Приблизні криві потужностей різних вітрових турбін класу 2 МВт

На вищенаведеному малюнку різниця між різними моделями турбін відносно їх ККД стає очевидною: голуба крива потужності вже виробляє більше електроенергії при менших швидкостях вітру і, таким чином, підходить також для більш низьких середніх швидкостей вітру.

Крива потужності кожної моделі вітрової турбіни надається кожним виробником і являється основою для оціночних розрахунків вітрової енергії.

Зазвичай, криву потужності отримують за допомогою сертифікованих вимірювань відповідно до промислового стандарту ІЕС 61400-12. Проте, якщо вітрова турбіна відноситься до однієї з останніх розробок, виробник може надати лише розраховану криву потужності, хоча вона міститиме більші невизначеності щодо електричної потужності.

Конструкція вітрової турбіни

Обрання конструкції, робочих характеристик вітрової турбіни та місця її розміщення тісно пов'язані між собою і залежать, головним чином, від характеристик вітру в даній місцевості. Чим сильніший вітер у місцевості, тим

більше може бути вироблено електроенергії, проте і конструктивна стійкість вітрової турбіни має бути вищою.

Відповідно до ІЕС 61400-1, майданчик для виробництва електроенергії за допомогою вітру асоціюється з різними «класами систем генераторів вітрових турбін», оснований на специфічних для майданчика вітрових даних, таких як очікувана середня швидкість вітру на висоті мачотчини, інтенсивність турбулентності й екстремальні швидкості вітру. У Таблиці 3-1 наводяться відповідні величини екстремальних і середніх швидкостей вітру для майданчиків із різними класами турбін.

Клас турбін	I	II	III	IV
Розрахункова швидкість вітру v_{ref} [м/с]	50	42.5	37.5	30
Річна середня швидкість вітру v_{ave} [м/с]	10	8.5	7.5	6
50-річна повторюваність поривчастого вітру	70	59.5	52.5	42
1-річна повторюваність поривчастого вітру	52.5	44.6	39.4	31.5
інтенсивність турбулентності I_{15} , клас А	18%			
інтенсивність турбулентності I_{15} , клас В	16%			

Таблиця 0-1: Вибір турбін відповідно до умов майданчика (ІЕС 61400-1)

Вітрові турбіни проектується відповідно до вищенаведеного стандарту для їхнього використання в місцях із відповідними характеристиками вітру протягом проектного строку служби, рівного 20 рокам. Виробники отримують затвердження розробленої конструкції в сертифікаційному органі (DNV, GL, TÜV тощо), і якщо вона відповідає встановленим вимогам, вони також отримують сертифікат типу на всю вітрову турбіну і конфігурацію встановлених в ній компонентів.

Якщо виробник вважає, що вітрова турбіна певного класу ІЕС підходить для місцевості з більш сильними вітрами, (наприклад, клас IIIB з турбіною в місцевості IIB), він повинен надати відповідні розрахунки і докази.

3.1.2.5 Індикатори вартості

Капітальні витрати

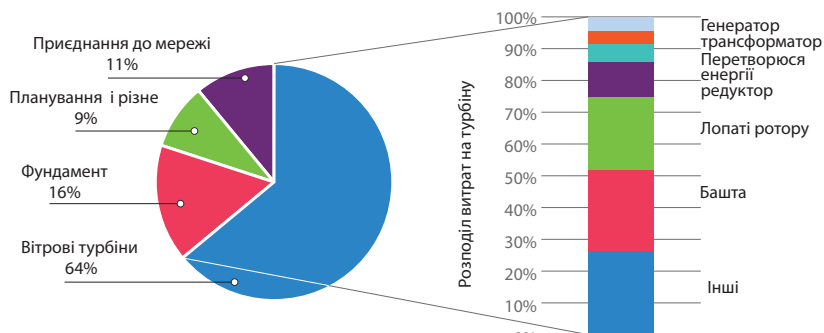
Економічні показники експлуатації вітрових турбін залежать від багатьох факторів, включаючи швидкість вітру, розмір і вартість турбіни, відсоткові

ставки, податки і ціни на електроенергію. Нижченаведені дані відносяться до наземних вітрових станцій.

Капітальні витрати, пов'язані з вітровими станціями, можуть бути розділені на дві основні частини:

- витрати на розробку: земля, вітрові турбіни, мережа, дозволи;
- обладнання і будівельні витрати: вітрові турбіни і необхідна інфраструктура (підстанція, кабелі, дороги, кранові платформи).

Типові витрати, пов'язані з виробництвом, транспортуванням і монтажем вітрових турбін складають приблизно від 1300 до 2000 € на встановлений кВт (або 1700 – 2600 доларів США/кВт) залежно від розміру, складності транспортування і обсягів робіт, необхідних для приєднання до мережі. На нижченаведеному малюнку 3-3 показані основні долі інвестиційних витрат, пов'язаних із типовим проектом вітрової станції.



Джерело: IRENA, Технології відновлюваної енергії: аналіз витрат

Малюнок 3-3: Типова структура витрат на наземні вітряні проекти

Операційні витрати

Операційні витрати, пов'язані з проектом вітрової станції, складають основну частку витрат після капітальних. Вони можуть мати вирішальне значення для економічної життєздатності проекту, тому до їхнього прогнозування необхідно ставитись скрупульозно. Ці витрати виникають після пуску проекту в експлуатацію та протягом його строку служби і включають:

- технічне обслуговування (періодичне планове обслуговування, непланове обслуговування і ремонтні роботи, запасні частини, очистка лопатей і інше);

- оренду землі (якщо це доречно);
- страхування проекту;
- моніторинг роботи (SCADA (автоматизована система контролю і збору даних) на майданчику);
- адміністрування, податки і т.д.

На операційні витрати зазвичай припадають 1,5–2,5% інвестиційних витрат на рік (або 20% – 30% загальної нормованої вартості енергії вітрової станції).

У будь-якому випадку всі оцінки сходяться на тому, що

- витрати підвищуються разом із підвищенням строку служби проекту;
- сучасні вітрові турбіни мають нижчі операційно-ремонтні витрати, ніж старі;
- існує економічний ефект від масштабу: зниження питомих операційно-ремонтних витрат у міру підвищення розміру проекту.

3.1.3 Розробка та здійснення вітрових проектів

3.1.3.1 Критичні фактори успіху

Вибір майданчика

Вибір відповідного майданчика для вітрової станції має важливе значення для забезпечення успіху і економічної життєздатності проекту. Проте на цей процес можуть впливати багато факторів. До головних факторів, які беруться до уваги при виборі майданчика, відносяться:

- початкова оцінка вітрових умов за допомогою наявних загальних даних, які відносяться до потенційного майданчика або поруч розташованого місця: хоча при цьому можуть бути отримані результати, які будуть не зовсім коректні і надійні, вони допоможуть скласти уявлення, наскільки потенційно сприятливою є дана місцевість;
- загальна оцінка майданчика, включаючи топографію та наявні перешкоди, такі як будівлі або ліс, і їх потенційний вплив як на продуктивність, так і на вартість проекту;
- доступність місцевості з урахуванням під'їзних доріг, їх стану та відстані від потенційного майданчика, розміру компонентів і вимог до якості необхідних доріг;
- наявність точки приєднання до мережі для запланованої вітрової станції і потужність даної мережі у відношенні до запланованої потужності і вартості необхідної додаткової електромережі з урахуванням експлуатації мережі і відповідного законодавства;

- якість ґрунту і роботи, пов'язані з проектом фундаменту і будівництвом, а також витрати та їхній вплив на можливість реалізації проекту вітрової станції;
- врахування житлових районів, інфраструктури та потенційного впливу вітрової станції на наступні фактори: тінь, шум, видимість, передавання мікрохвильових даних, втручання в роботу радарів, аеропортів і т.д.

Вимірювання вітру

Вимірювання вітру має проводитись протягом, щонайменше, повного року, щоб охопити всі сезонні впливи. Для реєстрування необхідних і надійних даних, засоби вимірювання, місце і висота щогли для вимірювання повинні відповідати встановленим міжнародним стандартам і, щонайменш, обом нижчеприведеним

- ІЕС 61400-12-1 і
- Рекомендації MEASNET.

Датчики повинні бути калібровані, і в зонах з низькою температурою взимку необхідно використовувати обігріті анемометри.

Будь-яка вимірювальна система включає наступні основні компоненти:

- реєстратор даних;
- анемометри (щонайменше на 2-х різних висотах);
- флюгер(и) на кожній висоті вимірювання;
- гідротермічний датчик;
- барометричний датчик тиску;
- джерело живлення (зазвичай сонячні батареї).

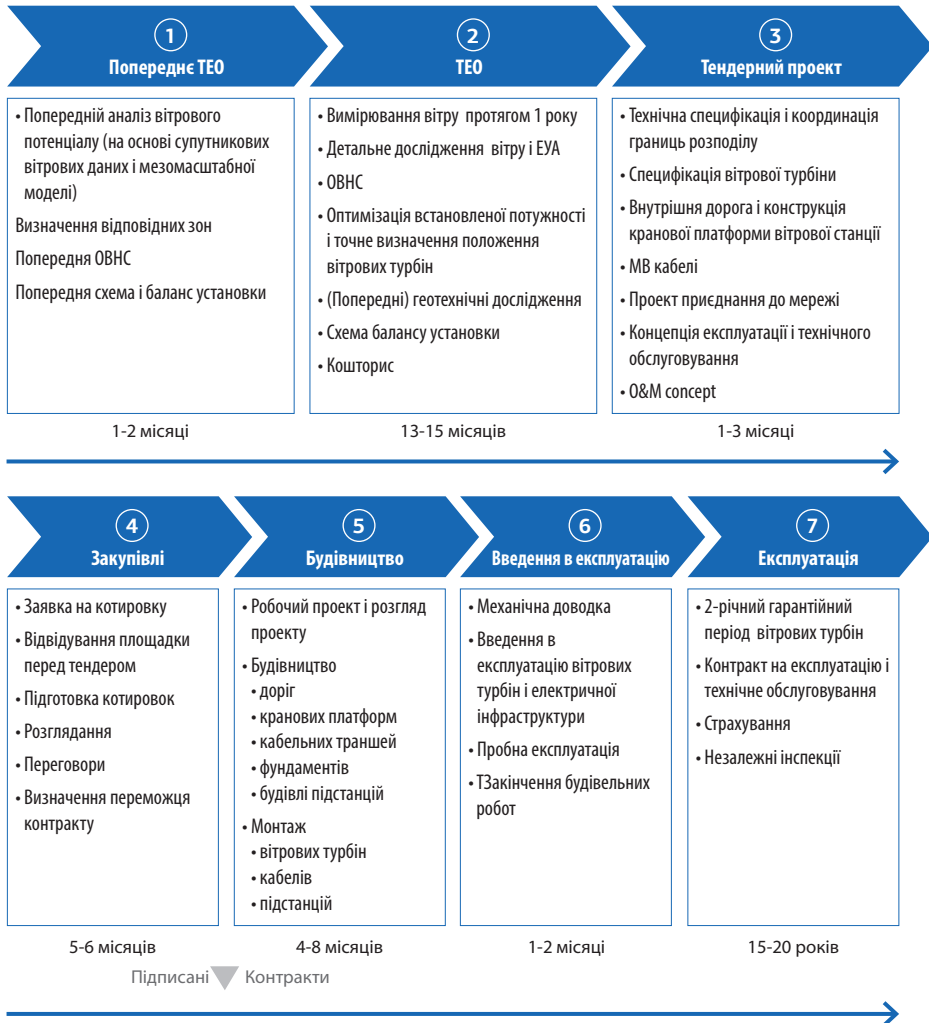
Додаткові елементи включають:

- систему передачі даних GSM/GPRS;
- датчик опадів;
- маркувальні вогні.

Вітрові умови на майданчику повинні корелюватись із довгостроковими вимірюваннями, проведеними не обов'язково у тому самому місці, з метою оцінки екстремальних вітрових умов і корегування вимірювань на місці швидкостей вітру.

Як і для інших типів відновлюваної енергії, необхідна наявність структурованої та повної документації для відображення всіх запланованих етапів і результатів та для визначення загального фактора успіху.

3.1.3.2 Огляд етапів проекту



Малюнок 3-4: Огляд етапів здійснення проекту вітрових електростанцій

3.1.3.3 Попереднє ТЕО

Попереднє дослідження спрямоване на визначення доцільності переходу до етапу ТЕО.

У випадку вітрових електростанцій, головна увага на стадії попереднього ТЕО буде зосереджена на:

- виборі майданчика
 - попередній аналіз вітрового потенціала
 - визначення відповідних зон
 - попередня ОВНС
- оцінці майданчика
 - попередня схема і баланс установки (інша інфраструктура).

Вибір майданчика

Головною метою програми вибору майданчика є визначення потенційно вітрових районів, які також характеризуються іншими параметрами, необхідними для здійснення вітрових енергетичних проєктів. Для девелопера проєкту інтерес можуть мати тільки ті райони, які знаходяться в його розпорядженні, або якщо він проводить відбір району, або муніципалітет має більші площі.

Вибір майданчика може бути здійснений у два етапи. На першому етапі визначаються потенційні майданчики для вітрової енергетики з урахуванням вітрових ресурсів на висоті маточини, у той час як на другому етапі використовуються критерії виключення, за допомогою яких визначається, чи підходить дане місце для експлуатації вітрових електростанцій.

Цей процес охоплює досить велику площу (наприклад, район, штат, або територію, яка обслуговується комунальною службою) для визначення районів із необхідними вітровими ресурсами на основі інформації, яка міститься в таких джерелах, як карти вітрових ресурсів, супутникові вітрові дані, часові ряди розрахункових вітрів, вітрові дані аеропорту, топографія та інші індикатори.

При визначенні потенційних майданчиків уся земля, яка не є придатною для будівництва вітрових електростанцій, вираховується з визнаної придатною площі. Нижче приводяться типові критерії виключення, які використовуються при виборі майданчиків для вітрових електростанцій:

- райони під населеними пунктами
 - житлові райони
 - промислові і комерційні майданчики
- хутори, ферми, або індивідуальні будинки
 - інфраструктурні зони, будівництво в яких заборонено
 - транспортна інфраструктура
 - повітряні ЛЕП
 - аеропорти
 - райони гірничих розробок
 - природа і ландшафт
 - національні парки
 - національні пам'ятники природи
 - біосферні заповідники
 - заповідники, створені для збереження видів фауни та флори
 - біотопи, які охороняються законом
 - пам'ятники природи
 - водні заповідники
 - водоймища.

Точка, у якій зона з необхідними вітровими ресурсами перетинається з районом, який вважається несприятливим для будівництва вітрових електростанцій, відображає зону з необхідним вітровим потенціалом.

Оцінка майданчика

Під час оцінки майданчика потенційно придатні райони досліджуються детально з урахуванням технічних і планувальних (екологія і землекористування) аспектів:

- топографія майданчика;
- розташування перешкод;
- приєднання до системи електропередач;
- максимальна встановлена потужність;
- доступ до майданчика;
- власність на землю;
- відстань до населених пунктів;
- екологічні обмежуючі фактори;
- розташування візуально чутливих об'єктів;
- надійність мобільної телефонії для передачі даних;
- обмежуючі фактори, пов'язані із сигналами зв'язку, такі як коридори мікрохвильового зв'язку, за наявності таких.

Якщо це можливо, повинні бути відвідані всі потенційно придатні майданчики в цілях перевірки існуючих на них умов.

Залежно від наявної землі і топографії, можуть бути розроблені перша схема вітрової електростанції і баланс установки.

Результатом оцінювання майданчиків є ранжування майданчиків-кандидатів.

3.1.3.4 ТEO і проект

ТЕО

У техніко-економічному обґрунтуванні будуть більш детально вивчені дані попереднього ТЕО, а також отримані результати для

- процедури отримання дозволів, та
- інвесторів і фінансування проекту.

Одним із найважливіших аспектів, який має бути більш детально розглянутий під час техніко-економічного обґрунтування, є схема розташування вітрової електростанції. Вітрові турбіни можуть бути встановлені окремо або на загальному майданчику, на якому можуть бути розташовані сотні вітрових турбін. Вибір місць для кожної з цих турбін впливає на виробництво електроенергії та ККД усієї станції, схему під'їзних доріг, розміщення електричних кабелів у межах станції і навантаження на інші турбіни станції. При виборі цих місць необхідно брати до уваги наступні аспекти:

- мінімізація впливу супутнього струменю на турбіни, розміщені позаду відносно напрямку вітру, завдяки дотримувannya певних мінімальних відстаней між турбінами з урахуванням переважаючих напрямків вітру;
- мінімізація турбулентності на індивідуальні турбіни не тільки від супутнього струменю інших турбін, але також і від перешкод і топографії землі;
- оптимальне електричне взаємне з'єднання вітрової електростанції і подальше приєднання до мережі для мінімізації втрат електроенергії та витрат;
- наявні під'їзні дороги або дороги, які можливо доведеться побудувати, і їх вартість;
- властивості ґрунту і стабільність фундаменту;
- власність на землю і контракти на оренду землі;
- відстані до повітряних ЛЕП.

Техніко-економічне обґрунтування повинно включати, щонайменше, наступні теми:

- історія створення проекту
 - організація проекту
 - юридичні рамки
- технічна концепція і схема
 - місце розташування та інфраструктура
 - власність на землю
 - схема розташування вітрової електростанції
 - будівельні роботи
 - електричні роботи
 - приєднання до мережі
 - вплив на навколишнє середовище і заходи щодо зменшення цього впливу
- оцінка виробництва електроенергії
- порядок отримання дозволів
- концепція закупівель
- програма будівельних робіт
- графік виконання робіт
- кошторис
- фінансовий аналіз
- аналіз ризику.

Техніко-економічне обґрунтування буде містити дані, необхідні для отримання дозволу на будівництво відповідно до українського законодавства. Зміст ТЕО має бути узгоджений відповідним чином.

Концептуальний проект

На додаток до техніко-економічного обґрунтування, яке містить історичну інформацію і зроблені припущення, готується паралельно з ним і концептуальний проект.

Концептуальний проект включає креслення в системі AutoCAD, плани загального розміщення і електричні однолінійні схеми і служить

- основою для припущень щодо кошториса (балансів маси);
- проведенню тендерів на будівельні і електричні роботи.

Рекомендується, щоб у підготовці концептуального проекту брали участь також і потенційні майбутні виробники вітрових турбін і надавали інформацію відносно їх вимог під час будівництва (під'їзні дороги, специфікація кранової платформи, вимоги до електрики і т.д.). Якщо залишаться кілька конкуруючих між собою виробників вітрових турбін, схема розміщення й інфраструктура повинні задовольняти вимогам усіх конкурентів. Рекомендується отримати схвалення запланованої схеми розміщення від виробника(ів) вітрових турбін.

Усі компоненти і частини обладнання повинні бути сконструйовані, виготовлені і встановлені згідно до відповідних національних норм і стандартів, і якщо на національному рівні відсутні норми і стандарти, які відносяться до вітрових турбін, необхідно використовувати міжнародні норми і стандарти. Для конструкцій вітрових турбін особливо треба виділити стандарт IEC 61400 – і всі наступні стандарти.

3.1.3.5 Закупівлі – Контракти ПЗБ під ключ (проектування, закупівлі, будівництво) у порівнянні з багатосторонніми контрактами

Стосовно проектів вітрової енергетики основними роботами, крім постачання і монтажу вітрових турбін, є роботи з будівництва під'їзних доріг, кранових майданчиків, фундаментів і прокладання внутрішніх і зовнішніх кабельних систем. Для виконання різних видів робіт у власника вітрової електростанції є дві основні альтернативи:

- укладення контрактів на виконання різних робіт із кількома незалежними компаніями, так званих багатосторонніх контрактів;
- укладення контракта тільки з однією компанією (ПЗБ-підрядник), яка буде відповідати за детальне планування, закупівлю компонентів, будівництво і передачу під ключ вітрової електростанції.

Залежно від потужності, кваліфікації і ресурсів девелопера проекту, будівництво невеликих вітрових станцій зазвичай координується самими девелоперами проекту, які укладають контракти з різними кваліфікованими підрядниками на основі кількох тендерних пропозицій. У відношенні до експлуатуючої компанії девелопер проекту діє як ПЗБ-підрядник і передає вітрову електростанцію під ключ.

Якщо говорити про великі вітрові електростанції і міжнародний розвиток вітрової енергетики, як правило, ідеться про проекти під ключ. У багатьох випадках виробник вітрових турбін діє як ПЗБ-підрядник і здійснює повне будівництво вітрової електростанції та забезпечує взаємодію між виконанням різних робіт за допомогою субпідрядників. Це викликано тим фактом, що витрати на вітрову турбіну складають основну частину (> 75-80%) загальних інвестицій у вітрові електростанції.

Для девелопера проекту або власника вітрової електростанції залучення ПЗБ-підрядника має, у принципі, кілька переваг: мінімальні витрати на укладення контрактів, уся відповідальність і координація меж розподілу зосереджені в одних руках, фіксована ціна, а також сприятлива альтернатива закупівель завдяки договірним і організаційним перевагам.

Із іншої сторони, укладення договору з єдиною ПЗБ-компанією може зменшити конкуренцію, тому що не всі виробники турбін пропонують ПЗБ-послуги під ключ. Крім того, якість має бути визначена дуже ретельно, щоб отримати компоненти та весь проект, який відповідав би сподіванням девелопера. Якщо вибирати ПЗБ-підрядника для будівництва вітрової електростанції під ключ, головним критерієм прийняття такого рішення повинен бути його досвід у здійсненні таких проектів. Коли наймається ПЗБ-підрядник, власник вітрової електростанції віддає свою свободу вибору найбільш ефективного субпідрядника для виконання різних робіт для досягнення якомога найнижчих інвестиційних витрат.

Якщо при будівництві вітрової електростанції перевага віддається укладенню багатосторонніх контрактів, власник повинен мати (або придбати) добрі навички управління багатосторонніми проектами, які забезпечували б добре організовану координацію взаємодій та розробку графіка робіт.

Банки, зазвичай, віддають перевагу концепції ПЗБ-під ключ у порівнянні з багатосторонньою альтернативою, тому що у першому випадку вони чітко бачать розподіл ризиків під час будівництва. Проте, у кожному випадку необхідно зважити всі за і проти, обираючи вид контракту, і працювати з відповідною організацією.

У багатьох проектах, особливо в проектах з міжнародними інвесторами або банками, договори між власником і ПЗБ-підрядником базуються на поло-

женнях Міжнародної Асоціації Інженерів-Консультантів (FIDIC – Federation Internationale des Ingenieurs Conseils), Умовах Контракту на ПЗБ / Проекти під Ключ («срібна книга»).

3.1.3.6 Будівництво

Перед тим, як розпочнеться будівництво на майданчику, від підрядників вимагається надати їх робочі проекти на ухвалення. Робочі проекти мають бути розглянуті девелопером щодо їх відповідності до:

- умов схвалення дозволу;
- умов оператора мережі;
- технічних специфікацій і функціональності згідно з контрактом (або пропозицією);
- належних взаємозв'язків з іншими видами робіт.

Якщо у девелопера немає достатньо досвідченого персоналу, рекомендується, щоб він уклав контракт із досвідченим технічним радником (так званим «Інженером Власника»).

Рекомендується також, щоб інженер власника був присутній на будівельному майданчику під час виконання найбільш важливих будівельних і монтажних робіт із метою перевірки якості робіт і відповідності до умов дозволу і контрактів.

Під час будівництва кожен підрядник повинен регулярно доповідати про хід робіт (більш часто під час виконання багатьох видів робіт, наприклад щотижнево). Щотижневий звіт про хід робіт повинен містити перелік робіт, виконаних протягом останніх тижнів, а також робіт, виконання яких заплановано на наступні тижні, і оновлений календарний план. Якщо на будівельному майданчику працюють одночасно декілька підрядників, повинні плануватись регулярні наради між усіма підрядниками для координації робіт і часу їх виконання.

Питання охорони здоров'я, безпеки і охорони навколишнього середовища повинні мати пріоритет над графіком виконання робіт і робочою програмою та контролюватися відповідним координатором із питань охорони здоров'я, техніки безпеки й екології.

3.1.3.7 Введення в експлуатацію

Між виробництвом першого кіловату електроенергії та передачею вітрової турбіни оператору, зазвичай, проходить декілька тижнів випробувань. Оператор/експлуатаційний керівник вітрової турбіни перевіряє сам, або організує незалежну інспекцію для перевірки постачання і монтажу вітрової турбіни відповідно до контракта й забезпечення її правильного та безперебійного функціонування.

Загальна процедура включає:

- механічну доводку встановлених компонентів;
- випробувальну експлуатацію під наглядом виробника і регулювання параметрів відповідно до специфічних для майданчика умов;
- інспекцію й усунення недоліків виробником;
- прийомку та передачу турбіни оператору або експлуатаційному керівнику, які визначають початок періоду відповідальності за дефекти.

Після усунення початкових проблем (наприклад, дисбаланса ротора) і остаточної підгонки параметрів під умови майданчика, вітрова турбіна офіційно вводиться в експлуатацію та передається оператору. Зазвичай, незалежний експерт перевіряє турбіну для оператора, щоб переконатися, що технічні умови контракту були виконані. Така інспекція включає перевірку технічного стану самої вітрової турбіни, а також допоміжного устаткування, такого як авіаційні маркувальні вогні, можливість модифікації кривої потужності для зниження шуму і т.д. Вимоги дозволу на будівництво відіграють найважливішу роль у цьому контексті.

3.1.3.8 Експлуатація

Усі основні компоненти вітрової турбіни повинні проходити технічне обслуговування. Воно включає використання невеликих об'ємів мастил, фарб і/або покриттів для запобігання корозії. Відходи, які утворюються в результаті технічного обслуговування компонентів, зазвичай, включають невеликі об'єми трансмісійного та мастильного масла від двигунів контролю ризику або трансмісійних і основаних на гліколі охолоджуючих рідин із трансмісій, обладнаних контурами охолодження радіаторів примусової циркуляції.

Більшість виробників турбін виготовляють свої турбін у вигляді модулів, що дозволяє відключати одну турбіну, у той час як решта турбін може про-

довжувати працювати. Таким чином, імовірно, що більшість капітальних ремонтів компонентів турбін буде полягати у переміщенні компонента з майданчика у ремонтну зону, розміщену поза майданчиком. Узагалі, якщо генератор або редуктор виходять з ладу (іноді навіть менші компоненти, такі як приводи механізму контролю ризику), на майданчик необхідно викликати кран. Більшість турбін не здатні самі піднімати/опускати такі компоненти.

Експлуатація об'єкта вітрової енергетики може контролюватись із віддаленого місця. У випадку невеликих майданчиків технічний персонал може наглядати за роботою вітрових електростанцій дистанційно та викликатись для виконання ремонтів. Тільки значні вітрові електростанції (>100 МВт) будуть мати невеличкі постійні групи технічного обслуговування.

За правильного технічного обслуговування строк служби вітрової турбіни становитиме 20-25 років. Із розвитком із часом нових технологій оператори можуть прийняти рішення змінити потужності усього або частини майданчика шляхом заміни наявних турбін на нові, побудовані відповідно до сучасних технологій, або на більші рентабельні турбіни. Зміна потужностей може також включати заміну деякого обладнання управління електроенергією й обладнання для кондиціонування.

3.2 Сонячні електростанції

3.2.1 Загальні дані

Взагалі, виробництво електроенергії шляхом перетворення сонячного випромінювання в електроенергію може бути досягнуте за допомогою наступних технологій:

- концентрування сонячної енергії (КСЕ);
- концентруюча фотоелектрична технологія (КФЕ);
- не концентруюча фотоелектрична технологія (ФЕ).

Первинним джерелом для систем КСЕ та КФЕ є пряме сонячне випромінювання. Воно вимірюється перпендикулярно до поверхні, яка безперервно стежить за сонцем (пряме нормальне випромінювання, ПНВ). Розміщення систем КСЕ та КФЕ вимагає, щоб ПНВ дорівнювало, щонайменше, 1800 кВт·г/м² на рік, і 2200 кВт·г/м² на рік відповідно. У зв'язку з тим, що ПНВ в Україні складає, у середньому, 1300 кВт·г/м² на рік, системи КСЕ та КФЕ зазвичай не

застосовуються. Системи з концентраторами конкурентоспроможні тільки у декількох регіонах землі. Проте для ФЕ-технології ресурси сонячного випромінювання у поєднанні з наявною інфраструктурою ЛЕП і вимогами до навантажень є достатніми для будівництва значних ФЕ об'єктів в Україні.

При плануванні проекту ФЕ електростанції необхідно брати до уваги ряд факторів, які повинні бути розглянуті дуже ретельно, а саме:

- загальна придатність майданчика проекту, включаючи відповідний доступ і наявність мінімального зовнішнього потенціалу затінювання;
- детальна оцінка наявних рівнів випромінювання;
- вибір відповідного обладнання;
- прогноз виробітку електроенергії відповідно до проекту;
- укладення контрактів і координація взаємодій;
- управління будівництвом;
- концепція на період експлуатації.

Нижче описані різні аспекти ФЕ технології разом з етапами розробки надійного ФЕ проекта.

3.2.2 Технологічні аспекти

3.2.2.1 Джерело енергії

Принцип роботи фотоелектрики (ФЕ) оснований на фотоелектричному ефекті, який перетворює енергію сонячного випромінювання безпосередньо в електричну енергію. ФЕ, або сонячні елементи, являють собою напівпровідникові устрої, які здатні перетворювати сонячне світло в електричну енергію постійного струму (DC). Коли сонячне світло потрапляє на елемент, генерується потік електронів, пропорційний інтенсивності сонячного світла та площі напівпровідникового елементу. Таким чином, сонячна енергія передається електронам напівпровідникового елементу та в результаті цього генерується електрична напруга. Якщо підключається навантаження, тече електричний струм. ФЕ модулі включають один або більше ланцюгів сонячних елементів, зібраних у вигляді попередньо з'єднаних блоків, які можна встановлювати в полі.

Оскільки фотоелектрична технологія характеризується своєю гнучкістю та модульністю, проектувальник системи має високий ступінь свободи для отримання необхідного рівня напруги та струму масива ФЕ модулів шляхом

з'єднання модулів послідовно, паралельно або за схемою змішаної конфігурації. Модулі можуть бути об'єднані послідовно, щоб отримати більш високу напругу системи, або паралельно, щоб отримати більш високі рівні струму. Для перетворення постійного струму масива ФЕ модулів у змінний струм використовуються сонячні інвертори. Вони виконують спеціальні функції, призначені для використання з ФЕ масивами, включаючи слідкування за точкою максимальної енергії та захист від секціонування.



Малюнок 3-5: Основна концепція сонячної станції

3.2.2.2 Огляд технологій

Сонячні елементи є базовими блоками ФЕ системи. Сьогодні на ринку домінують дві технології, які можуть бути класифіковані наступним чином:

- сонячні елементи з пластин на основі кристалічного кремнію (с-Si), які можуть бути диференційовані на
 - монокристалічні елементи (моно с-Si)
 - полікристалічні елементи (полі с-Si)
- тонкоплівкові елементи, які залежно від використаного матеріалу можуть бути розділені на:
 - кремнієві/аморфні тонкоплівкові елементи (а-Si)
 - мідно-індійові/діселенід галієві/дісульфідні сонячні елементи (CIS, CIGS)
 - кадмій-телуристі сонячні елементи (CdTe)
 - сонячні елементи з арсеніду галію (GaAs).

На модулі на основі кристалічного кремнію (с-Si) припадає найбільша частка ФЕ модулів на світовому ринку. ККД кристалічних модулів знаходиться в межах від 13% до 20%.

Навіть незважаючи на те, що ФЕ технологія використовує як пряме, так і непряме сонячне випромінювання, більш високе виробництво електроенергії може бути досягнуте шляхом направлення ФЕ модулів на сонце вздовж шляху максимально досяжної прямої випромінюваної енергії, коли сонячне випромінювання знаходиться перпендикулярно поверхні ФЕ модуля. Залежно від місця розташування й економічних аспектів, використовуються різні концепції монтажу – від фіксованих установок (дивись вищенаведене зображення) до одноосьових систем безперервного стеження в горизонтальній і вертикальній осях. Більш високі рівні використання сонячного випромінювання можуть бути досягнуті за допомогою останнього методу. Зазвичай, одноосьові системи стеження мають розглядатись тільки для ФЕ модулів з кристалічного кремнію (с-Si).



Малюнок 3-6: Полярний і горизонтальний типи одноосьової системи стеження¹

3.2.2.3 Виробництво електроенергії

Для індивідуальних концепцій установок прогноз виробництва електроенергії повинен робитись із урахуванням її типових компонентів (ФЕ модулів, інверторів, пристроїв стеження), а також місцевих метеорологічних умов. Для прогнозування виробництва електроенергії необхідно проводити моделювання з використанням комерційного та ринкового стандартного математичного забезпечення PVsyst, яке дозволяє отримати два основних результати:

¹ <http://www.solarchoice.net.au/index.php>

1. Річне загальне виробництво електроенергії (кВт·г/рік) і річне пито- ме виробництво електроенергії (кВт·г/кВт·п/рік)

Головними етапами процесу моделювання є розрахунки:

- I) енергії падаючого потоку: для розрахунків випромінювання в похилій площині фотоелектричного масиву використовуються дані глобального та дифузного випромінювання в горизонтальній площині. Транспозиція дифузного сонячного випромінювання здійснюється в процесі моделювання за допомогою спеціальних моделей.
- II) втрати енергії випромінювання розраховуються за допомогою спеціальних моделей, які відображають оптичний, трансмісійний і/або поверхневий ефекти постачання енергії, наявної в процесі випромінювально-електричного перетворення.
- III) характеристик системи, основаних на якостях і характеристиках роботи ФЕ модулів (вихідна потужність, вплив часткового затінення, температурна поведінка і т.д.) і інверторів (коефіцієнт перетворення, часткове навантаження і т.д.).
- IV) пасивних втрат в електричних кабелях, які оцінюються, щоб остаточно скоригувати енергію, яка поставляється на відповідний електрولیчильник.

2. Ефективність роботи сонячної установки (ЕРСУ)

ЕРСУ являє собою відношення (річні величини) загальної енергії змінного струму до теоретично наявної енергії та свідчить про якість установки. ЕРСУ може розглядатись як відношення між дійсним і теоретичним (робота модуля за стандартних умов випробувань) виробництвом електроенергії фотоелектричною системою, виміряним відповідним лічильником електроенергії. ЕРСУ відноситься до пікової потужності та може бути визначена у будь-який період часу. Взагалі, ефективність роботи сонячної установки розраховується на однорічний період.

3.2.2.4 Проект і технічні характеристики

При проектуванні завжди мають справу з оцінкою технічних альтернатив. Головною метою є оцінка придатності ФЕ технологій для будівництва сонячної електростанції у конкретному регіоні із загальної точки зору.

При оцінюванні проводиться порівняння можливих технологій, пов'язаних з ФЕ модулями:

- монокристалічні
- полікристалічні
- тонкоплівкові

і пов'язаних з типом установки модулів:

- фіксована установка
- одноосьове стеження
- двохосьове стеження.

Для визначення найбільш відповідної комбінації для навколишнього середовища проекту необхідно провести ретельний аналіз загальних технологічних варіантів. До ключових характеристик технологій, а також їх переваг і недоліків, які приймаються до уваги при оцінюванні проекту, відносяться:

- розташування майданчика (зовнішнє затінення та просторові обмежуючі фактори);
- відстань між рядами (внутрішнє затінення);
- взаємне з'єднання ланцюгів (уплив затінення на вихідну потужність постійного струму);
- проект системи (розміри інверторів і МХ обладнання для уникання втрат).

При прогнозуванні виробництва електроенергії беруться до уваги ці характеристики установки, які дають разом із (питомим) виробництвом електроенергії й ЕРСУ ключові цифри для порівняння на технічній основі.

3.2.2.5 Індикатори вартості

Капітальні витрати

Капітальні витрати, пов'язані із сонячною електростанцією, можуть бути розділені на наступні частини:

- витрати на розробку: земля, мережа, дозволи;
- вартість фінансування: вартість капіталу, відсотки під час будівництва;
- вартість обладнання та будівництва: ФЕ модулі, інвертори, монтажна система необхідна інфраструктура (підстанція, кабелі).

Проте головним фактором капітальних витрат є ФЕ модулі. У минулі роки ціни на сонячні панелі складали приблизно 50-60 % від загальної ціни ФЕ систем у залежності від ринку і типу застосування. Протягом більш ніж од-

ного року ціни на модулі постійно знижувались, і зараз їх частка в загальній вартості системи складає біля 40%. Кристалічна технологія займає основну частку ринку, яка складає більше 80 %, завдяки чому ціни зараз є відносно сталими, і матеріали можна отримати на спотовому ринку із різних джерел. У випадку тонких плівок ціни тільки на CdTe і a-Si можуть бути отримані публічно. У випадку CIS і CIGS продажні ціни для широкої публіки відсутні. Нижче наведені ціни на модулі на спотовому ринку (на Втп):

- моно-Si 0,6 євро – 0,9 євро
- полі-Si 0,6 євро – 0,9 євро
- a-Si 0,5 євро – 0,8 євро
- CdTe 0,6 євро – 0,8 євро
- CIS 0,6 євро – 0,9 євро (вирахована вартість).

Капітальні витрати на ФЕ станції, які в даний час існують на світовому ринку, коливаються у межах від 1300 євро/кВтп до 1800 євро/кВтп у залежності від регіону, технології (включаючи можливу підстанцію) і вище описаної монтажної системи.

Операційні витрати

Експлуатація технічне обслуговування зазвичай здійснюються через спеціальні контракти, які охоплюють компоненти електростанції, електричну інфраструктуру, виконання профілактичних робіт і технічного обслуговування. Основним компонентом витрат, пов'язаних з експлуатацією технічним обслуговуванням, є персонал. Типовий експлуатаційний персонал ФЕ електростанції потужністю від 5 до 10 МВт складає 12 працівників, але більшість із них працюють на тимчасовій основі.

Витрати на експлуатацію технічне обслуговування значно різняться для фіксованих систем і систем стеження. Індикативні показники витрат на експлуатацію технічне обслуговування у випадку фіксованих систем складають від 25 до 40 євро/кВтп, у той час як для систем стеження вони складають більше 40 євро/кВтп.

У контрактах на експлуатацію технічне обслуговування повинно бути чітко визначено, які види послуг включені у паушальну суму, а які ні. Зазвичай, профілактичне (або регламентне) обслуговування станції (відповідно і компонентів станції) включені. Іноді включається також і все ремонтно-регулююче обслуговування. У такому випадку підрядник, який здійснює експлуатацію технічне обслуговування, бере на себе ризик

заміни компонентів, якщо дефект компоненту не охоплений гарантією виробника.

3.2.3 Розробка та здійснення сонячних проектів

3.2.3.1 Критичні фактори успіху

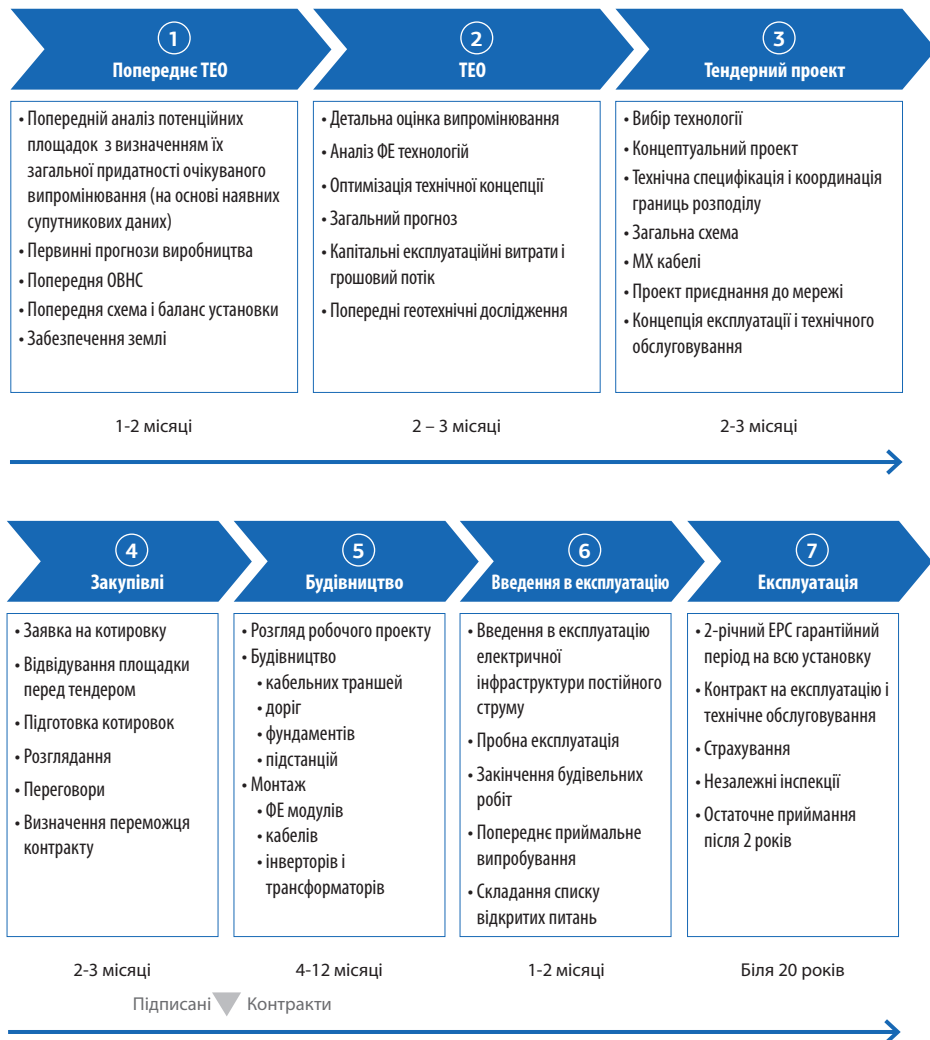
Вибір майданчика

Вибір відповідного майданчика для ФЕ станції має важливе значення для забезпечення успіху й економічної життєздатності проекту. Проте на цей процес можуть впливати багато факторів. До головних факторів, які беруться до уваги при виборі майданчика, відносяться:

- початкова оцінка сонячних ресурсів у формі глобального горизонтального випромінювання за допомогою загальнодоступних даних по потенційному майданчику, або місцю поряд із майданчиком;
- оцінка майданчика, включаючи місцевість, топографію та існуючі перешкоди, такі як будівлі або дерева, та їхній потенційний вплив на продуктивність, пов'язаний із затіненням;
- наявність води для будівництва і фази експлуатації;
- аналіз землекористування, який впливає на вартість землі;
- доступність місцевості з урахуванням існуючих під'їзних доріг, їх стану і відстані від потенційного майданчика. Необхідний належний стан доріг, щоб уникнути пошкодження, головним чином, інверторів і ФЕ модулів під час їх транспортування;
- наявність точки приєднання до мережі для запланованої сонячної електростанції і потужність даної мережі у відношенні до запланованої потужності і вартості необхідної додаткової електромережі з урахуванням оператора мережі і відповідного законодавства;
- сейсмічний ризик, ґрунтові води, питомий опір ґрунту, рівні рН і несуча спроможність. Останні параметри особливо важливі для оцінки типу можливих фундаментів монтажної системи;
- врахування екологічної і соціальної чутливості, потенціального візуального та інших впливів сонячної станції.

3.2.3.2 Огляд етапів здійснення проекту

У нижченаведеній діаграмі показані основні етапи здійснення проекту, починаючи з попереднього ТЕО і закінчуючи експлуатацією сонячної станції.



Малюнок 3-7: Огляд етапів проекту

3.2.3.3 Попереднє ТЕО

На цьому першому етапі розробки потенційного проекту аналізуються суттєві аспекти його здійснення. Це включає наступні теми:

- майданчик проекту та його кордони;
- вимоги до отримання дозволів;
- приєднання до мережі;
- попередній проект;
- приблизне виробництво електроенергії;
- приблизне визначення витрат на розробку, будівництво і експлуатацію проекту, та
- оцінка доходів.

Цей аналіз оснований на індикативних котируваннях і має характер кабінетного дослідження. Часто використовується порівняння з аналогічними проектами, здійсненими у даному регіоні. Для приєднання до мережі і отримання дозволу оцінюється вірогідність отримання необхідної згоди на їх планування.

3.2.3.4 ТЕО

Якщо результати попереднього техніко-економічного обґрунтування позитивні, виконується ТЕО, у якому більш детально оцінюються вищенаведені теми. Метою такого дослідження є забезпечення зацікавлених сторін і учасників проекту надійною основою для прийняття рішення, яке б дозволило далі розвивати проект.

Зазвичай, головним завданням є створення базового проекту, який буде відігравати роль базової лінії для виконання всіх інших завдань, пов'язаних із його розвитком. Проект включає, разом з іншими питаннями, визначення орієнтування установки і кута нахилу модулів, оцінку затінення (горизонт і неподалік розташовані об'єкти) і специфікацію таких компонентів як ФЕ модулі, інвертори, монтажні системи, електричні і сигнальні кабелі та проект приєднання до мережі. На основі базового проекту більш докладно можуть обговорюватись наступні аспекти:

- прогноз виробництва електроенергії;
- кошторис;
- вимоги до приєднання до мережі;

- подання заявок на дозволи, та
- фінансове моделювання.

3.2.3.5 Розробка проектно-технічної документації для участі в тендері

Базовий проект, підготовлений на етапі ТЕО, створює необхідний фундамент для робочого проекту, який зазвичай готується ПЗБ (проектування, закупівлі і будівництво) підрядником у межах тендерного процесу. Зазвичай процес подання тендерних заявок здійснюється у функціональній манері, завдяки чому учасники тендеру мають певний ступінь свободи для пропонування технічних рішень, які вони вважають найбільш придатними для проекту з урахуванням відповідних стандартів. У результаті цього робоче проектування охоплює такі теми як:

- робочий проект із будівельними й електричними схемами;
- загальні однолінійні схеми;
- лінійні схеми комутаційної апаратури низької та середньої напруги;
- будівельні плани;
- графік здійснення проекту;
- плани випробувань і введення в експлуатацію, та
- скорегований прогноз виробництва електроенергії.

3.2.3.6 Будівництво

Після проведення тендеру та визначення ПЗБ-підрядника, проект сонячної електростанції переходить до етапу будівництва, яке включає наступні основні види діяльності:

- закупівлю і транспортування матеріалів, компонентів і обладнання;
- будівельні роботи, які характеризуються, головним чином, діяльністю, пов'язаною з підготовкою місцевості (нівелювання, ущільнення) і виїмками ґрунту для влаштування фундаменту або кабельних траншей і бетонування фундаментів;
- механічні роботи включають такі задачі, як закладання таких елементів фундаменту як опори, збирання металевих конструкцій і монтаж ФЕ модулів;
- електричні роботи і встановлення контрольно-вимірювального обладнання включають такі операції, як прокладання кабелів середньої та низької напруги в траншеях до електричного обладнання (інверторів, комутацій-

ної апаратури), встановлення електричних коробок та інверторів із відповідними електричними захистами та встановлення систем SCADA (система диспетчерського контролю і збору даних) і безпеки.

3.2.3.7 Введення в експлуатацію

Зазвичай на стадії механічної доводки об'єкту визначається перелік відкритих питань, у якому відзначається, які роботи мають бути виконані ПЗБ-підрядником до попереднього й остаточного прийняття сонячної електростанції.

Після закінчення будівельних робіт проводяться випробування електричних установок і компонентів і приєднання до мережі. Прийняття станції здійснюється у два етапи:

- попереднє прийняття, і
- остаточне прийняття.

Обидва етапи визначені в ПЗБ-контракті, уключаючи відповідні технічні вимоги, випробувальне обладнання і методи вимірювання.

Метою попереднього прийняття є перевірка потужності, технічної функціональності станції та мінімальних умов для отримання зеленого тарифу. Вона проводиться безпосередньо після завершення робіт.

3.2.3.8 Експлуатація

Фаза експлуатації зазвичай розпочинається після прийняття сонячної станції (попереднього прийняття) і паралельно з цим розпочинається експлуатація і технічне обслуговування. Хоча контракти на експлуатацію і технічне обслуговування і ПЗБ-контракти мають бути чітко розділені з юридичної точки зору, експлуатація і технічне обслуговування ПЗБ-підрядником є звичайною практикою. Для цього є багато причин, наприклад, одна з них полягає в тому, що ПЗБ-підрядник зазвичай має більш глибоке розуміння характеристик і особливостей станції, яку він сам побудував. Крім того, легше можуть вирішуватися питання запасних частин. Ключовими елементами експлуатації і технічного обслуговування є:

- профілактичне обслуговування (регулярні послуги);
- корегуюче технічне обслуговування (нерегулярні ремонтні послуги);

- управління запасними частинами;
- безпека станції
- адміністративна робота і
- документація / звітування про стан роботи і показники станції.

Остаточне прийняття зазвичай здійснюється після 24 місяців експлуатації станції. Його мета полягає в підтвердженні характеристик і довгострокової спроможності станції виробляти електроенергію.

3.2.3.9 Контракти-ПЗБ під ключ (проектування, закупівлі, будівництво) у порівнянні з багатосторонніми контрактами

Укладання ПЗБ-контрактів на будівництво сонячної електростанції може мати форму:

- ПЗБ-контракту під ключ і
- укладання багатостороннього контракту.

Перевага контракту під ключ полягає в тому, що вся сонячна станція будується і монтується єдиним етапом. ПЗБ-підрядник є відповідальною стороною, яка повинна гарантувати своєчасне будівництво відповідно до стандартів і є, таким чином, єдиною контактною особою для будь-яких претензій у випадках невиконання умов контракта. Проте це часто пов'язано з підвищеною ціною ПЗБ-контракта.

Керівництво і нагляд за будівельними роботами у випадку ПЗБ-контракту є також значно менш складними і екстенсивними з точки зору девелопера. Проте перевага багатостороннього контракту полягає в тому, що девелопер має більший контроль над остаточною конфігурацією станції.

Типовий ПЗБ-контракт під ключ включає наступні теми:

- ціль ПЗБ-контракта;
- завдання і обов'язки клієнта;
- масштаб робіт ПЗБ-підрядника;
- технічні специфікації;
- етапи і крайній термін завершення проекту;
- ціна та винагородження за контрактом;
- прийняття;

- гарантії, заздалегідь оцінені збитки та зобов'язання і
- питання страхування.

Для багатостороннього контракту вищенаведені теми мають бути охоплені окремо для різних видів робіт, наприклад, будівельних, механічних і електричних робіт.

Взагалі, багатосторонній контракт може бути використаний досвідченим девелопером проекту задля виконання, наприклад, будівельних робіт власною будівельною компанією. Проте інші роботи, пов'язані, наприклад, з електрикою і контрольно-вимірювальною апаратурою, вимагають кваліфікації (суб-) підрядників, знайомих із особливостями вимог у секторі сонячної енергетики.

Загальну відповідальність за всю сонячну електростанцію має взяти на себе єдина юридична особа, відповідальна за управління будівництвом і його контроль. Таким чином забезпечується те, що взаємозв'язки між окремими видами робіт є чітко визначеними і відображеними, що є особливо важливим, якщо після завершення будівництва станції будуть виявлені порушення в роботі та знижені характеристики, і постане питання про фінансову компенсацію.

3.3 Малі гідроелектростанції (МГЕС)

3.3.1 Загальні дані

Використання гідроенергії почалось із дерев'яного водного колеса майже 2000 років тому. У першій половині XX сторіччя гідроенергія почала використовуватись шляхом будівництва гребель і гідроелектростанцій. Таким чином, це перше відновлюване джерело енергії, що було використане для виробництва електроенергії. У наші дні гідроенергія є найбільш розповсюдженою формою відновлюваної енергії і відіграє у всьому світі важливу роль у виробництві електроенергії. Частка гідроенергетики в Європі становить майже 70% від виробництва електроенергії відновлюваними джерелами енергії. Питання впливу на навколишнє середовище великих гідроелектростанцій, проведення привабливої політики, яка сприяє постачанню «зеленої» електроенергії, і ключові переваги МГЕС дали поштовх швидкому розвитку малої гідроенергетики.

Хоча немає точного визначення малої гідроенергетики, станції з установленною потужністю до 10 МВт вважаються малими гідроелектростанціями (МГЕС). Цей критерій використовується ЄАМГЕС (Європейська асоціація малих ГЕС) і

МЕА (Міжнародне Енергетичне Агентство). Нижче описані шляхи ретельного планування схем МГЕС і пов'язані з ними витрати.

3.3.2 Технологічні аспекти

3.3.2.1 Джерело енергії

Гідроенергетика – це відновлюване джерело енергії, основане на природному циклі води.

Різниця в рівнях води це те, що викликає її потік. Така можливість виникає, коли водотік тече по схилу, або ріка протікає через водоспад або штучну греблю, або коли вода скидається із водосховища назад в головне русло ріки. Таким чином, водний потік має дану потенційну енергію завдяки його швидкості і вертикальному перепаду висот. Максимальна наявна вертикальна відстань між рівнем води у верхньому б'єфі і рівнем води в нижньому б'єфі визначається як Напір Брутто (Н).

Наявна потенційна енергія розсіюється за рахунок тертя і турбулентності. Напір Нетто створюється Напором Брутто, коли вираховуються втрати енергії, які виникають під час проходження води через силову установку. Втрати напору можуть бути розділені на місцеві втрати і втрати по довжині. Місцеві втрати зазвичай виникають на сміттеутримуючих ґратах, вході і виході, вигинах транспортуючих споруд і затворах. Величина цих втрат має квадратичну залежність від місцевої швидкості потоку, яка превалює у цих спорудах, наприклад, підвищення швидкості удвічі, приводить до 4-кратного підвищення втрат. Втрати по довжині виникають завдяки тертю вздовж транспортуючих споруд і їх шорсткості та швидкості потоку. Взагалі кажучи, чим гладкіша поверхня транспортуючої споруди і нижча швидкість потоку, тим нижчі втрати напору.

Потік води викликає рух відповідного машинного обладнання, яке опиняється в полі потоку і зветься турбінами. Таким чином, потенційна енергія води перетворюється в механічну енергію. Обертання турбін викликає обертання статора і, таким чином, механічна енергія перетворюється в електричну. Таким чином, існують два вирішальні фактори, які впливають на наявну гідроенергію. Перший – це різниця між рівнями води, тобто напір. Другий

параметр – це розхід води, тобто обсяг води, який проходить за одиницю часу через дану поверхню. Взагалі, краще мати більший напір, ніж більший розхід, тому що це знижує розмір обладнання. Із іншого боку, низьконапірні схеми зазвичай ближчі до джерела споживаючої енергії.

3.3.2.2 Огляд технологій

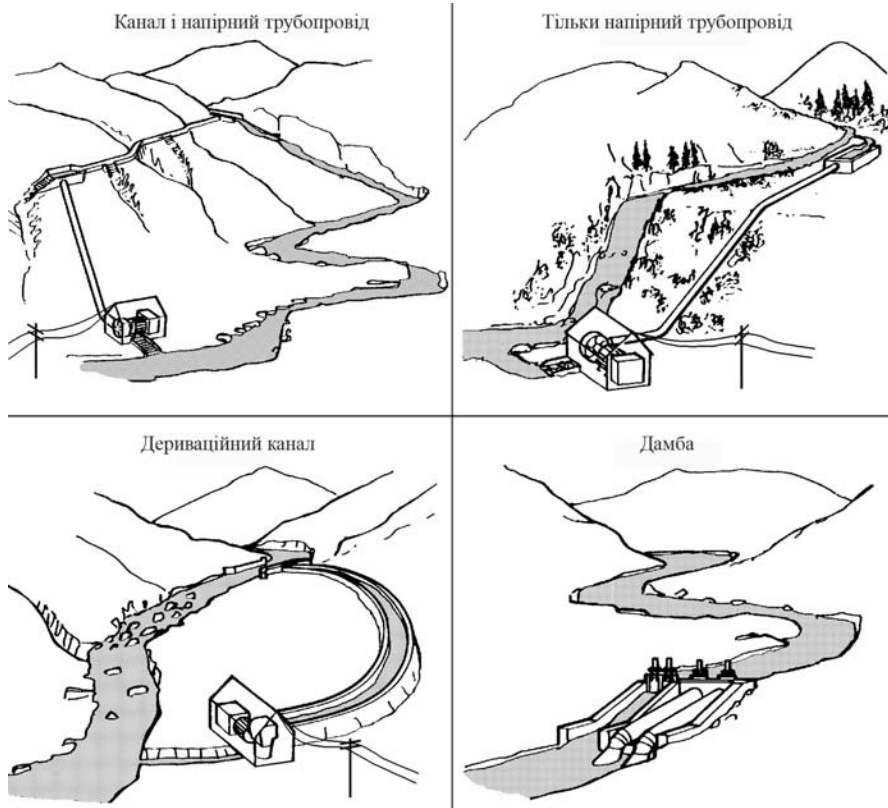
Схеми МГЕС класифікуються по наступних категоріях:

- залежно від наявного для використання гідравлічного напору:
 - високий напір: $H > 100$ м
 - середній напір: $30\text{м} < H < 100$ м
 - низький напір: $H < 30$ м
- залежно від їх роботи:
 - руслові схеми; і
 - водоймищні схеми.

Проекти МГЕС відрізняються значною гнучкістю. Можливі створи для малих гідроелектростанцій характеризуються великим різноманіттям. Райони з гористою місцевістю і швидкими водотоками створюють необхідні умови для будівництва ГЕС із високим або середнім напором. Низинні райони з широкими річками забезпечують умови для будівництва низьконапірних МГЕС. Більшість МГЕС є русловими станціями, тобто вони виробляють електроенергію залежно від наявності води в річці, яка коливається залежно від погоди. Тому вони не можуть використовуватись для виробництва пікової електроенергії, а можуть тільки працювати в базовому режимі загальної енергетичної системи.

Компоновка схем МГЕС

У залежності від топографії майданчика, для виробництва електроенергії можуть бути застосовані різні концепції. На поданому нижче малюнку показані чотири найбільш розповсюджені схеми.



Малюнок 3-8: Найбільш розповсюджені схеми малих гідроелектростанцій

- **Середньо- і високонапірні ГЕС** зазвичай мають у своїх схемах канално-напірний трубопровід або їх варіанти. Траса каналу залежить від форми рельєфу. Якщо будівництво каналу пов'язано із труднощами, або його можна повністю уникнути, використовується тільки напірний трубопровід. У особливо чутливих з екологічної точки зору місцях єдиним рішенням може бути прокладання напірного трубопроводу в ґрунті, щоб мінімізувати його вплив на навколишнє середовище.
- **Низьконапірні МГЕС** мають дві типові схеми:
- Перша з них включає дериваційний канал. Він може використовуватись для забезпечення більшого напору шляхом скорочення меандруючої ріки. Інша перевага полягає в тому, що будівельний котлован під час прокладання дериваційного каналу і будівництва будівлі МГЕС буде сухим.

- Друга схема пов'язана з будівництвом дамби. Більш низькі розходи води можуть бути компенсовані водосховищем. Крім того, завдяки загачуванню ріки досягається додатковий напір. Будівля ГЕС за такої схеми часто інтегрується у конструкцію греблі. Ланцюг дамб зветься каскадом. Таким чином проводилось регулювання багатьох річок.

Основні елементи схем МГЕС

Схеми МГЕС залежно від наявного гідравлічного напору включають наступні основні компоненти:

- **Водозабірні споруди**, які забезпечують відвід води з русла ріки у трубопровідну систему, що подає воду до силової установки. Зазвичай використовуються наступні споруди:
 - **Водозлив**, тобто переливна споруда, побудована впоперек відкритого русла, яка підймає рівень води у верхньому б'єфі і/або вимірює розхід води. За допомогою цієї споруди вода відводиться до водозабору. Загалом водозлив створює штучний бар'єр у природному руслі ріки, перепиняючи таким чином твердий стік і міграцію риби та інших водних організмів. Тому повинні бути передбачені такі запобіжні заходи як промивні галереї і рибоходи з метою зменшення цього негативного впливу на навколишнє середовище.
 - **Водозабір**, тобто споруда, яка забезпечує потрапляння води до водоводів у контрольованих умовах. Він має бути ретельно спроектований, щоб зменшити місцеві втрати напору і запобігти завихоренню.

Споруда, яка широко використовується для відведення води з русла, особливо в гірських районах, зветься тірольським водозабором. Він складається із зануреного водозливу з нахиленими сміттеутримуючими ґратами, через який необхідний розхід води відводиться до інтегрованого водозабору, у той час як решта води продовжує переливатися через нього. Головна перевага такої споруди полягає в самоочищенні, і, крім того, вона не перешкоджає переносу гальки і валунів.

- **Водоводні споруди** включають компоненти схеми, які проводять воду від водозабору до будівлі ГЕС. Водовід зазвичай включає в себе деякі або всі нижченаведені споруди:
 - **пісколовка** забезпечує видалення небажаних частинок певного розміру (наприклад, зерен більших за 0,2 мм), завдяки чому вони не будуть транспортуватись до турбіни. Функція пісколовки основана на осіданні небажаних частинок завдяки питомій вазі у поєднанні зі зменшенням

швидкості потоку завдяки підвищенню площі поперечного перетину. Наступна споруда – це водозлив, призначений для безпечного відводу в існуюче русло або яр води, яка тече назад, у випадку раптового закриття плоского затвору.

- підвідний канал, який безпечно подає воду в аванкамеру з мінімальними втратами напору. Підводячий канал може бути:
 - відкритим каналом із прямокутним або трапецієдальним поперечним перетином. У першому випадку канал виготовляється з бетону, а в другому випадку він може проектуватись як канал зі стійким руслом. Швидкість потоку повинна бути в межах від 1,0 до 1,5 м/с, щоб уникнути втрати напору і пошкодження споруди каналу. Мінімальний запас над рівнем води для облицьованих каналів складає біля 10 см, а для не облицьованих каналів цей запас має становити одну третину розрахованої глибини води, але не менш 15 см.
 - тунель будується, коли топографічні умови не дозволяють будівництво відкритого каналу.
- аванкамера, яка з'єднує підвідний канал з напірним трубопроводом. Вона створює певний буфер у вигляді достатнього об'єму води для процесу пуску, запобігаючи, таким чином, попаданню повітря в напірний трубопровід, який може викликати небажаний колапс водяної колони і пов'язані з цим коливання тиску.
- напірний трубопровід подає під напором воду з аванкамери на турбіну. Напірний трубопровід повинен бути здатним витримувати підвищення тиску, викликані так званим гідравлічним ударом, тобто підвищення тиску, яке виникає у зв'язку зі швидким відключенням турбін в аварійних випадках, у додаток до тиску, який створюється статичним напором. Напірний трубопровід завжди прокладається на стійкому майданчику в напрямку схилу та закріплюється анкерними блоками, або, у разі потреби, підтримується биками. Анкерні блоки повинні бути встановлені у всіх місцях, де змінюється уклін або напрям напірного трубопроводу, щоб уможливити безпечне поводження з виникаючими силами. Напірні трубопроводи можуть бути виготовлені з чавуну, пластикових або посилених скловолокном пластикових матеріалів, попередньо напруженого залізобетону.
- відвідний канал, тобто канал, який скидає воду з будівлі ГЕС назад в річку. Відвід з будівлі в річку повинен здійснюватись таким чином, щоб вона не пошкодила жодної споруди або ландшафту.

- **У будівлі ГЕС** встановлюється турбіна з генератором і допоміжним обладнанням. Схема будівлі ГЕС повинна забезпечувати зручність встановлення обладнання, а також доступ для огляду і технічного обслуговування. Розмір будівлі ГЕС залежить від розміру встановленого обладнання. Турбіна і генератор встановлюються на одному валу, який, у свою чергу, може бути горизонтальним або вертикальним. При використанні горизонтальних валів вартість будівельних робіт знижується, приблизно, на 20% завдяки меншій висоті і більш зручному встановленню захисних пристроїв, наприклад, маховиків. При проектуванні будівлі ГЕС слід брати до уваги необхідність установки крану для збору генераторів, турбін і інших компонентів. Вантажопідйомність крану повинна бути достатньою, щоб переміщати найбільш важкі частини обладнання для експлуатації та технічного обслуговування, які знаходяться в діапазоні від 5 до 15 тон для схем МГЕС.
- **Гідравлічні** сталі конструкції у МГЕС включають:
 - затвори, які використовуються для ізолювання компонентів від решти обладнання, тому вони повністю закриті, або повністю відкриті.
 - направляючий апарат або голчасті клапани турбіни використовуються для регулювання потоку.
 - сміттєутримуючі ґрати (або екрани), які майже завжди необхідно встановлювати на вході як в напірні труби, так і в водозабори, щоб уникнути попадання плаваючого сміття.

Типи турбін

Протягом років були розроблені декілька моделей турбін, які пропонуються виробниками. Кожна з цих моделей турбін краще підходить для даної сукупності гідравлічного напору і розходів води. До головних критеріїв, які використовуються для вибору найбільш відповідної турбіни, відносяться:

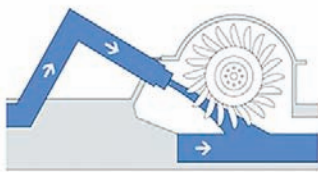
- принципові характеристики створу, а саме, наявні напір і розхід.
- розрахункова швидкість обертання генератора.
- зміни розходу, наприклад коли турбіна працює, головним чином, в умовах часткового навантаження, у випадку, коли наявні розходи протягом більшої частини року нижчі розрахункових розходів турбіни.

Турбіни можна приблизно класифікувати як високо- середньо- і низьконапірні машини. Подальша класифікація основана на їх принципах роботи, тобто яким чином потенційна енергія перетворюється в обертальну механічну енергію. Існують два основні типи турбін – реактивні і активні турбіни, які коротко описані нижче.

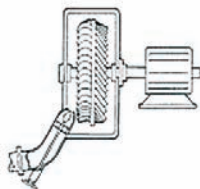
- **Активні турбіни** перетворюють кінетичну енергію потоку в обертальну механічну енергію, коли струмінь, який виходить із форсунки, б'є по лопатях робочого колеса. Взагалі кажучи, активні турбіни більш ефективні при високих напорах. Найбільш широко використовуються наступні моделі реактивних турбін:
 - **Ковшова турбіна** – це найбільш розповсюджена турбіна такого типу, яка складається з робочого колеса і однієї або більше форсунок. Робоче колесо має лопаті, форма яких нагадує подвійну ложку. Кожне сопло має рухливу голку, за допомогою якої контролюються витрати води. Максимальна кількість сопел рівняється двом для горизонтального валу, або шістьом для вертикального валу. Сопло має дефлектор, який являє собою пристрій для контролювання потоку, коли відбувається скидання навантаження, який викликає відхилення потоку і, таким чином, забезпечує контролювання надмірного тиску в напірному трубопроводі і уникнення завищення швидкості робочого колеса. Ковшові турбіни не занурюються у воду, вони працюють у повітрі.
 - **Турбіна Тюрго** основана на ковшовій турбіні. Вона відрізняється тільки кутом, під яким струмінь б'є по площині робочого колеса (біля 20°). Тому вода може входити з однієї сторони робочого колеса, а виходити з іншої, при цьому розхід не обмежується водою, яка скидається і попадає в струмінь, який надходить. В результаті цього турбіна Тюрго може мати менший діаметр робочого колеса, ніж ковшова турбіна аналогічної потужності.
 - **Турбіна поперечної течії (або Банкі Мічела)** має схожий на барабан ротор із суцільними дисками на кожному кінці і поперечини у формі жолобу, які з'єднують два диски. Як можна зрозуміти з назви турбіни, вода проходить поперек турбіни. Вода входить на краю турбіни і виходить на протилежній стороні, завдяки чому може вироблятися додаткова енергія.

Головні переваги таких турбін полягають у наступному:

- Вони можуть бути легко адаптовані до мінливих витрат води з майже постійним ККД.
- Легше уникати надмірного тиску в напірному трубопроводі і контролювати завищення швидкості робочого колеса.
- Порівняно легке технічне обслуговування.



Ковшова турбіна²



Турбіна Тюрго³



Турбіна поперечної течії⁴

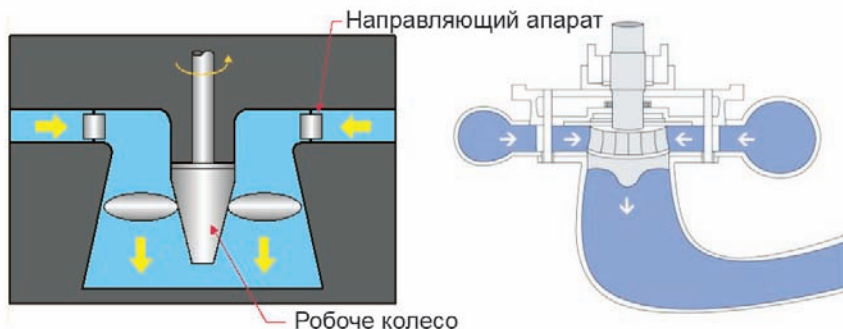
Малюнок 3-9: Активні турбіни

- **Реактивні турбіни** використовують потік води для створення гідродинамічної підйомної сили для приведення в рух лопатей робочого колеса. Лопаті робочого колеса профільовані таким чином, що різниця тисків в їх межах викликає підйомні сили, які примушують робоче колесо обертатися. Ротор такої турбіни повністю занурений в воду і розміщений в герметичному корпусі. Всі реактивні турбіни мають під робочим колесом дифузор, відомий під назвою «всмоктуюча труба». Ціль всмоктувочої труби полягає в тому, щоб знизити швидкість води, яка скидається, і зменшити статичний тиск під робочим колесом, підвищуючи, таким чином, ефективний напір. Найбільш розповсюдженими є наступні моделі реактивних турбін:
 - **Пропелерна турбіна.** Це турбіна осьового потоку з робочим колесом пропелерного типу, на якому розташовані від трьох до шести лопатей в залежності від розрахункового напору. Її головна особливість полягає в тому, що для високого ККД води необхідно надати певне завихрення перед тим, як вона надійде до робочого колеса турбіни. Завихрення на вході додається завдяки використанню ряду спрямовуючих лопатей, розташованих вище за течією від робочого колеса, після проходження яких вода завихрюється, або завдяки використанню спіральної камери, у якій буде встановлене робоче колесо. Регульований спрямовуючий апарат дозволяє змінювати розхід, який подається на робоче колесо. Коли лопаті робочого колеса також можна регулювати, турбіна називається турбіною Каплана.
 - **Радіально-осьова турбіна.** У цьому випадку вода тече радіально всередину робочого колеса і виходить в осьовому напрямку у всмоктувочу трубу. Вода направляється тангенціально до робочого колеса за допомогою спіральної камери зі спрямовуючими лопатями, які оточують турбіну.

²Джерело: Verband der Elektrotechnik

³Джерело: BHA, Guide to UK mini-hydro development

⁴Джерело: ESHA, Guide on How to Develop a SHPP



Пропелерна турбіна⁵

Радіально-осьова турбіна⁶

Малюнок 3-10: Реактивні турбіни

Реактивні турбіни мають наступні переваги:

- Для їх встановлення необхідний менший простір, ніж для активних турбін
- Вони забезпечують більший Напір Нетто і кращий захист від високих рівнів повені у нижньому б'єфі, тому що вони можуть працювати у зануреному стані.
- Вони мають вищу швидкість обертання робочого колеса
- Вони можуть досягати вищих ККД за більш високих величин потужності.

У наведеній нижче таблиці представлені моделі турбін, які широко використовуються у схемах МГЕС, і їх класифікація.

Тип турбіни	Класифікація напору		
	Високий (>50м)	Середній (10-50м)	Низький(<10м)
Активна	Ковшова Тюрго Багатоструменева ковшова	Поперечної течії Тюрго Багатоструменева ковшова	Поперечної течії
Реактивна		Радіально-осьова (спіральна камера)	Радіально-осьова (відкритий підводячий канал) пропелерна Каплана

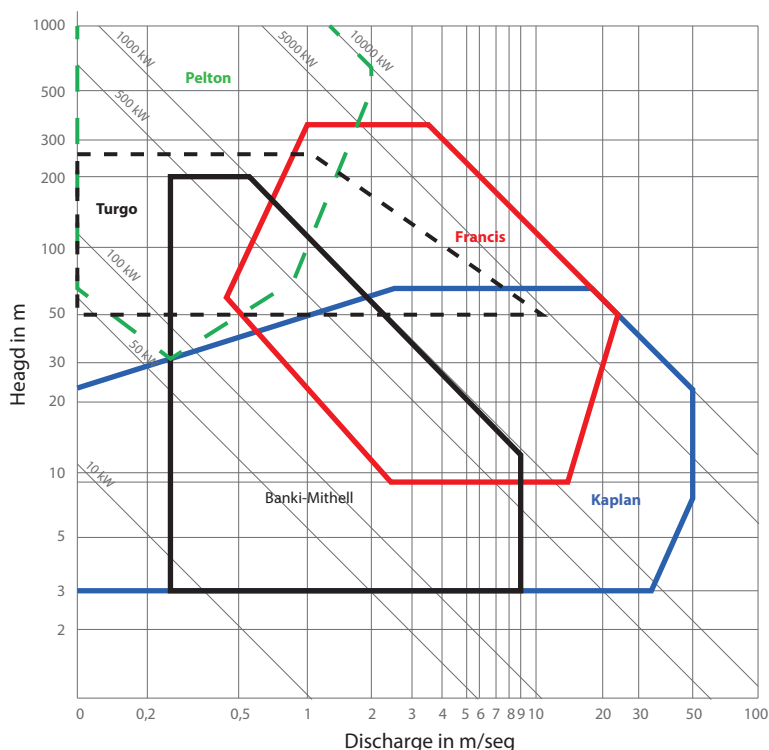
Джерело: BHA, Guide to UK mini-hydro development

Таблиця 0-2: Класифікація розповсюджених моделей турбін

⁵Джерело: Electrical and Mechanical Services Department, Hong Kong

⁶Джерело: Verband der Elektrotechnik

Приблизні діапазони напорів, витрат води і потужностей, які відносяться до різних типів турбін, наведені нижче у схемі. Це приблизні дані, які залежать від точної конструкції кожного виробника.



Джерело: ESHA, Guide on How to Develop a SHPP (Принцип розробки МГЕС)

Малюнок 3-11: Діапазони напорів-витрат малих гідротурбін

Генератори

У звичайній практиці використовуються лише трьохфазові генератори змінного струму, тип яких визначається відповідно до характеристик мережі, до якої буде постачатися електроенергія. Проектувальник має зробити вибір між синхронними і асинхронними генераторами. Синхронні генератори обладнані збуджуючою системою, побудованою на постійному магніті або на електричному приладі постійного струму, пов'язаною з регулятором напруги, який контролює вихідну напругу перед тим, як генератор буде приєднаний до мережі. Крім того, збудження синхронних генераторів не залежить від мережі, і тому генератори цього типу можуть виробляти електроенергію,

навіть якщо вони не приєднані до мережі. І навпаки, асинхронні генератори нездатні регулювати вихідну напругу і працюють на швидкості, пов'язаній із частотою системи. Крім того, вони не можуть виробляти електроенергію, коли вони ізольовані від мережі, тому що вони отримують від неї свій збуджуючий струм.

Для систем нижче 1 МВт синхронні генератори дорожчі ніж асинхронні. Їх головна перевага полягає в тому, що вихідна напруга регулюється і тому вони можуть використовуватися в енергетичних системах, у яких вихідна потужність генератора представляє частину навантаження енергетичної системи. Із іншого боку, асинхронні генератори, які є більш економним варіантом, використовуються за наявності стабільних мереж, коли вихідна потужність МГЕС є незначною у порівнянні з навантаженням енергетичної системи. Загалом кажучи, асинхронні генератори будуть використовуватись у невеликих окремих схемах, коли не вимагається дуже висока якість електропостачання, у той час як синхронні генератори будуть встановлюватись, коли потужність перевищує декілька мегавольт-ампер (МВА). Останні розробки у галузі генераторів для МГЕС представлені системами з перемінною швидкістю і постійною частотою (VSG), які зможуть покращити характеристики системи і зменшити витрати в залежності від використаного типу турбіни.

Приєднання до мережі

На початку проекту важливо знати, хто купуватиме вироблену електроенергію, а також чи буде вироблена електроенергія використовуватись неподалік від місця її виробництва, чи її необхідно буде передавати в регіони, де вона більш необхідна. Електроенергія може експортуватись через місцеву розподільчу мережу відповідно до договору з Оператором Розподільчої Системи (ОРС), або у деяких випадках через Розподільчу Компанію. У такому випадку на ранній стадії повинні бути проведені обговорення з ОРС, який визначить захист системи і лічильне обладнання. Крім того, ОРС оцінить вартість приєднання до системи і найкраще місце для цього.

3.3.2.3 Проект і робочі характеристики

Планування і розробка малих гідроелектростанцій повинні здійснюватись відповідно до превалюючих природних умов із одночасним урахуванням можливого впливу на навколишнє та соціальне середовище, який може бути викликаним її будівництвом і експлуатацією. Тому основні вимоги до проекту і будівництва МГЕС відносяться до:

- **Топографії району здійснення проекту:** визначення меж і особливо наявного напору. Це обов'язкові дані для проектування МГЕС. Точність даних повинна підвищуватись із кожним кроком здійснення проекту, наприклад, між етапами попереднього ТЕО і ТЕО. Зазвичай топографічні дані надаються в наступній формі:
 - топографічна карта у певному масштабі (наприклад, 1:500)
 - цифрова модель висот.
- **Гідрологія:** Можливі витрати води на водозабір у сукупності з гідравлічним напором є найбільш важливими параметрами для проектування МГЕС. Зазвичай регіональні органи управління водними ресурсами вимірюють витрати води на найбільш важливих річках і водотоках, і тому такі дані можна отримати від них. Як правило, витрати води у створі водозабірної споруди відсутні за винятком випадків, коли там встановлений водомірний пост. Тому треба переносити дані вже існуючого водомірного поста на характеристики витрат води у створі МГЕС. У цих цілях використовуються дані вимірювань, отримані на найближчому водомірному посту вздовж тієї ж річки, або якщо це неможливо, використовуються дані водомірного поста, розташованого поблизу МГЕС. Дані про витрати води повинні охоплювати часовий період рівний, щонайменш, 15 рокам поспіль, якщо це можливо, щоб отримати статистично обґрунтовані висновки. Для визначення об'єма води у створі водозабору використовується один з наступних методів:
 - **Метод 1:** Одночасне вимірювання розподілу річкового стоку
Цей метод забезпечує найвищу точність у разі правильного застосування. Тимчасовий вимірювальний пункт, так званий контрольний профіль, встановлюється в місці, яке представляє для нас інтерес, наприклад, в місці розташування майбутнього водозабору, зазвичай вище по течії від існуючого водомірного поста. Завдяки одночасному проведенню вимірювань, забезпечуються однакові погодні умови в обох точках. Таким чином, дані водомірного поста можуть бути корельовані з вимірюваннями, проведеними в місці розміщення водозабору.
 - **Метод 2:** Специфічне співвідношення стоку-відмітки висоти
Цей метод оснований на отриманні емпіричного функціонального співвідношення між питомим стоком (л/с/км^2) і середньою відміткою висоти площі водозабору. Ідея цього методу полягає в тому, що підвищення висоти в межах тієї ж самої площі водозабору пов'язане з підвищенням стоку на одиницю площі.
 - **Метод 3:** Метод площі водозабору
Згідно з цим методом припускається, що питомий стік залишається

однаковим по всій площі водозбору. Таким чином, витрати води на водозборі є функцією площі водозбору. Цей метод є простою апроксимацією, який працює задовільно, коли водомірний пост знаходиться близько до місця розміщення водозбору.

На основі одного з вищеописаних методів складається річний гідрограф, тобто щоденні варіації річкового стоку протягом календарного року. За допомогою річного гідрографа можна легко отримати криву забезпеченості стоку (КЗС). КЗС показує розподіл річкового стоку протягом певного інтервалу часу (зазвичай року). Дані вимірювання річкового стоку, отримані від річкового водомірного поста, які охоплюють період часу, рівний одному року, складаються з 365 добових вимірювань середніх витрат води. На основі цих величин компілюються частоти виникнення відібраних класів (груп) витрат води, починаючи з найвищих величин. Після цього кумулятивні частоти, перетворені в процентні відношення від загальної кількості днів, стають основою для КЗС. На вертикальній осі відкладається розподіл річкового стоку, а на горизонтальній період року у відсотках, протягом якого розподіл стоку рівняється або перевищує величину, відкладену на у-осі. Таким чином, КЗС може миттєво показати, наприклад, об'єм стоку протягом щонайменше 50% року (величина, відома як Q50).

- **Геологія:** Для правильного проектування фундаментів інженерних споруд необхідно отримати якомога детальніші геологічні дані.
 - Перші оцінки домінуючого типу порід можуть бути зроблені за допомогою геологічних карт, які, можливо, існують на рівні районів.
 - Ці попередні оцінки мають індикативний характер і повинні бути доповнені подальшими дослідженнями (наприклад, геологічним картографуванням), під час якого готується досить докладна карта району здійснення проекту.
 - Перед технічним проектуванням, тобто перед етапом ТЕО, необхідно буде провести геологічні дослідження з подальшим лабораторним аналізом отриманих зразків. Ці аналізи проводяться для визначення параметрів порід і ґрунту, на яких буде базуватися проект МГЕС.
- Необхідно підкреслити, що без належної геологічної інформації відносно параметрів порід і ґрунту, проектування МГЕС містить велику кількість невідомих перемінних, що являє собою значне джерело ризику. Тому належні геологічні дослідження є передумовою для правильного проектування МГЕС.

- **Оцінка** впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу: У залежності від національних правових вимог, зазвичай виконується оцінка впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу (ОВНСіСФ). ОВНСіСФ повинна надати інформацію, яку необхідно брати до уваги. Нижче наведені кілька ключових моментів, врахування яких вимагається в цьому контексті:
 - відповідність вимогам національного законодавства у сфері екологічних і соціальних аспектів;
 - втрата середовища існування місцевих тварин і рослин;
 - проходи для риби та інших водних організмів;
 - рідкісні види, які є під загрозою зникнення;
 - витрати води (вимоги до мінімального екологічно допустимого рівня відбору води) і якість води;
 - користь для загальної громадськості (наприклад, створення робочих місць/питання місцевої громади);
 - питання культури.

Для того, щоб проект МГЕС відповідав екологічним і соціальним вимогам, визначеним ОВНСіСФ, необхідно підготувати План управління навколишнім і соціальним середовищем (ПУНСС), який слугуватиме орієнтиром для девелопера під час здійснення проекту. Одним із найважливіших питань, які повинні розглядатися в ПУНСС, є забезпечення мінімального екологічно допустимого рівня відбору води, яка не буде використовуватись для виробництва електроенергії, а буде забезпечувати середовище для проживання і естетику ландшафту на відрізу ріки від водозабірної споруди до відповідного каналу. Кількісний аналіз екологічно допустимого рівня відбору води залежить від конкретних умов створу і конкретних вимог, діючих у країні. Прийнятною попередньою оцінкою може бути величина близько 10 % середнього відбору води.

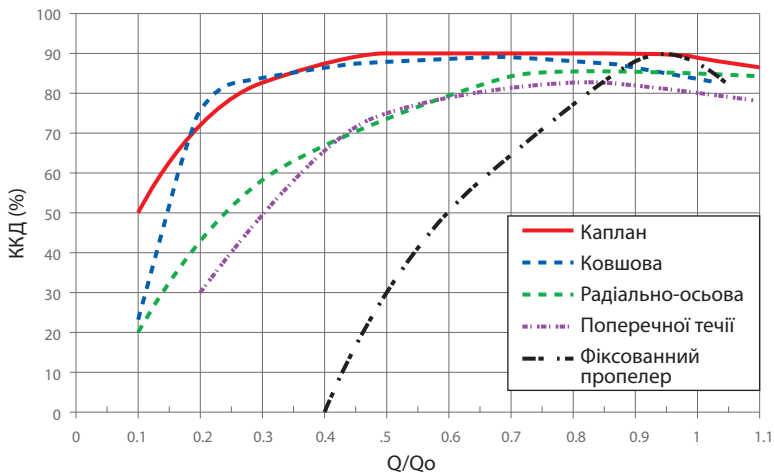
- **ККД МГЕС:** Він визначається з наступного співвідношення.

$$N_{\text{загальний}} = \eta_{\text{турбіна}} \cdot \eta_{\text{генератор}} \cdot \eta_{\text{трансформатор}}$$

- **ККД турбіни:** Відносний ККД турбін є важливим показником при порівнянні різних типів турбін і їх поведінки при зниженні рівня води. На наведеному нижче малюнку представлені типові криві коефіцієнтів корисної дії. Ковшові турбіни і турбіни Каплана зберігають дуже високі ККД за роботи на витратах води, нижчих за розрахункові, тобто вони мають гарні показники при часткових навантаженнях. Із іншого боку, ККД турбін поперечної течії та радіально-осьових турбін знижується більш різко, якщо вони працюють на витратах води, менших наполовину

від нормальних витрат. Тому ці турбіни використовуються на руслових станціях із постійним рівнем витрат води. Мінімальні умови витрат води у відношенні до розрахункових витрат води визначають ККД при часткових витратах:

- Ковшова турбіна: 18 % розрахункової витрати води
- Радіально-осьова турбіна: 40% розрахункової витрати води
- Турбіна Каплана: 20% розрахункової витрати води



Джерело: ВНА, Посібник до проектування міні ГЕСу Великій Британії

Малюнок 3-12: ККД при часткових витратах розповсюджених моделей турбін

Якщо об'єм річкового стоку менший мінімального рівня витрат води, електростанція повинна бути зупинена, щоб запобігти пошкодженню турбіни від важких вібрацій.

- ККД генератора: Типовий ККД генераторів, установлених на МГЕС, підвищується разом із номінальною потужністю. Так, ККД генератора, вихідна потужність якого складає 10 кВт, повинен бути 91 %, у той час як машина, яка виробляє 1 МВт, тобто 1000 кВт, може мати ККД 97 %. Синхронні генератори мають дещо вищі ККД, ніж асинхронні генератори.
- ККД трансформаторів: знаходиться у межах від 98 до 99,5%.

3.3.2.4 Виробництво електроенергії

Відповідно до визначення, енергія – це продукт роботи, виконаної протягом певного часу; таким чином, виробництво електроенергії кожною МГЕС на рік, яке вимірюється в кВт·г/рік, ґрунтується на наступних двох факторах:

- наявна потужність, тобто встановлена потужність, пропорційна добутку напору на витрату води. Загальна формула для вихідної потужності будь-якої гідроенергетичної системи має такий вигляд:

$$P = n * \rho * g * Q * H$$

де: P – енергія, яка виробляється на валу турбіни (Вт)
 n – загальний ККД силової установки
 ρ – щільність води (1000 кг/м³)
 g – гравітаційне прискорення (9,81 м/с²)
 Q – об'ємна витрата води, яка проходить через турбіну (м³/с)
 H – Напір Нетто (м), тобто Напір Брутто мінус втрати енергії

- час роботи турбін протягом року. Він залежить від:
 - гідрологічних умов створу. Коли надлишковий об'єм руслового стоку, тобто наявний об'єм руслового стоку мінус екологічно допустимий рівень відбору води не перевищує мінімальний потік води через турбіну, МГЕС повинна бути зупинена.
 - планові відключення. Вони зазвичай здійснюються під час межені з метою зменшення впливу на виробництво електроенергії.
 - аварійні відключення. Робота МГЕС може бути перервана аварійними відключеннями, які можуть виникати у зв'язку з відмовами системи управління, забиванням фільтрів і водовипусків. Тому розумно було б додавати два тижні до часу простоїв на рік.

3.3.2.5 Індикатори вартості

Капітальні витрати

Капітальні витрати складаються з усіх витрат, пов'язаних із відповідними компонентами МГЕС. У першому наближенні капітальні витрати можуть бути розбиті на п'ять основних статей, кожна з яких містить в собі ряд під-статей. У таблиці нижче наведені п'ять основних статей капітальних витрат разом з їх підстаттями.

Основна стаття	Підстаття
Проект	Вивчення і дослідження
	Проектна документація
	Дозволи і ліцензії
	Забезпечення землі
	Інші витрати на проектування
Будівельні роботи	Під'їзні дороги
	Підвідний канал і водоводи
	Вирівнюючий басейн
	Напірний трубопровід
	Будівля ГЕС
	Риття русла річки/відвідного каналу
	Інші будівельні роботи
Електромеханічне обладнання	Гідромеханічне обладнання (включаючи транспортування і монтаж)
	Електромеханічне обладнання (включаючи транспортування і монтаж)
	Захист, зв'язок, Scada – Автоматизована система контролю і збору даних
	Інше обладнання
Приєднання до мережі	Розподільчий пристрій
	Лінії електропередачі
	Інші витрати приєднання до мережі
Інші витрати	Зниження негативного впливу на екологію
	Управління і нагляд за проектом
	Інші витрати

Таблиця 3-3: Статті капітальних витрат, пов'язаних із МГЕС

За останні роки компанія Fichtner провела багато оцінок проектів МГЕС і дійшла висновку, що наступні орієнтири дозволяють отримати реалістичну картину витрат:

Загальні витрати, пов'язані з МГЕС (без ПДВ): 1200 – 2500 євро/кВт

У зв'язку з тим, що обладнання поставляється міжнародними виробниками за міжнародними ринковими цінами, вирішальним фактором є вартість будівельних робіт. Діапазон питомих витрат дуже широкий. Він відображає індивідуальну природу МГЕС. Кожна станція є унікальною, і проектується вона унікально в залежності від місця її розташування, гідрології, геології і топографії. До факторів вартості МГЕС, які з точки зору питомих витрат посідають перші позиції або перевищують орієнтовний діапазон, найчастіше відносяться:

- важкий доступ до майданчика (довгі під'їзні дороги, яри, значна довжина ліній приєднання до мережі).
- довгі водоводи.
- спеціалізоване і дороге обладнання.

Для електромеханічного обладнання також, як і для інших витрат, пов'язаних зі здійсненням проектів МГЕС, орієнтовано можуть застосовуватись наступні цінові орієнтири:

- електромеханічне обладнання: 280 – 660 євро/кВт;
- проектування: 3% загальних інвестиційних витрат;
- управління проектом: 3 – 4% загальних інвестиційних витрат;
- заходи, спрямовані на зниження негативного впливу на навколишнє середовище: 1% загальних інвестиційних витрат.

Важливим фактором, який часто недооцінюється девелоперами проекту, є непередбачені витрати, які повинні бути застосовані у відношенні до різних статей витрат, щоб покрити інші та непередбачені витрати. У залежності від етапу планування, непередбачені витрати відображають хід проекту і, таким чином, точність застосованого кошторису. На нижченаведеному малюнку дані величини непередбачених витрат подані у вигляді процентних відношень від вартості статті витрат.

1 Попереднє ТЕО	2 Етап ТЕО	3 Будівництво Проект/контракт
• Проект 10% • Будівельні роботи 20% • Електромеханічне обладнання 10% • Приєднання до мережі 10%	• Проект 10% • Будівельні роботи 10% • Електромеханічне обладнання 5% • Приєднання до мережі 5%	• Проект 0% • Будівельні роботи 10% • Електромеханічне обладнання 3% • Приєднання до мережі 5%

Малюнок 3-13: Рекомендовані непередбачені витрати

Операційні витрати

Операційні витрати, пов'язані з проектами МГЕС, включають наступні статті:

- збори, такі як
 - концесійний збір
 - збір за використання води
 - плата за використання енергосистеми
 - оренда землі
- вартість експлуатації і технічного обслуговування станції, включаючи
 - витрати на персонал (заробітна плата)
 - вартість страхування
 - регулярне технічне обслуговування
 - витратні матеріали.

У порівнянні з капітальними витратами, операційні витрати мають менший вплив на життєздатність проекту. У будь-якому випадку необхідно проводити ретельне оцінювання витрат, щоб забезпечити адекватність експлуатаційної концепції. На основі вже оцінених компанією Fichtner проектів і відповідно до міжнародних цінових орієнтирів, операційні витрати, пов'язані з МГЕС, знаходяться в межах від 1% до 3% капітальних витрат.

- Вартість технічного обслуговування складає приблизно 0,5% капітальних витрат на інженерні споруди і 2,0% капітальних витрат на обладнання.
- Вартість заробітної плати залежить від розміру і кількості агрегатів. Зазвичай потрібні два робітники на агрегат.
- Вартість страхування складає біля 0,5% капітальних витрат.
- Річний концесійний збір складає біля 2% доходів від виробленої та проданої електроенергії.

3.3.3 Розробка та здійснення проектів МГЕС

3.3.3.1 Критичні фактори успіху

У цьому розділі наведені деякі критичні фактори, які впливають на успішне планування, здійснення та експлуатацію МГЕС, відібрані на основі досвіду, отриманого компанією Fichtner у якості Консультанта.

- **Технічний проект**

- водозабір/пісковідокремлювач: Довжина перехідної зони між водозливом і камерою пісковідокремлювача, а також розмір пісковідокремлювача мають бути ретельно підібраними, щоб уникнути потрапляння небажаних частинок до напірного трубопроводу і турбіни. Пісковідокремлювач повинен бути здатним усувати частинки з розміром зерна більшим, ніж 0,2 мм.
- напірний трубопровід і водовід: Напірний трубопровід повинен мати надійний фундамент. Гідравлічні втрати повинні бути правильно підраховані, і, як свідчить практика, вони не повинні перевищувати величину, рівну 5% Напору брутто.
- будівля МГЕС: має бути спроектована згідно з належними інженерними практиками, тобто бути захищеною від HQ100. Крім того, дуже важливим є правильний вибір турбіни.

- **Геологія майданчика**

Вплив таких потенційних факторів як зсуви, осідання і сейсмічність на проект і експлуатаційні характеристики повинен бути оцінений експертом в галузі геології. Проте навіть після старанного проведення досліджень не всі ризики можуть бути виключені, і тому елемент ризику залишається (наприклад, сейсмологічний ризик).

- **Вимірювання об'єма руслового стоку в місці розташування водозбору**

Надійна оцінка гідрологічного режиму вимагає:

- наявності надійних гідрологічних даних протягом, щонайменш, 15 років.
- площа водозбору водомірного поста повинна корелювати в достатній мірі з площею водозбору.

- **Розрахунок річного виробництва електроенергії**

Розрахунок річного виробництва електроенергії повинен бути точним настільки, наскільки це можливо. Існують такі загальні помилки, які призводять до невірної оцінювання (зазвичай переоцінювання) виробництва електроенергії:

- переоцінювання гідрологічних потоків у зв'язку з тим, що:
 - гідрологічні розрахунки базуються на місячних середніх витратах води замість добових середніх витрат. Застосування розрахунків місячних середніх витрат води призводить до переоцінювання виробництва електроенергії, яке може досягати 20%
 - неврахування мінімального екологічно допустимого рівня відбору води
 - ігнорування робочого мінімуму турбіни

- неправильні припущення щодо ККД турбіни
- неправильний розрахунок гідравлічних втрат
- **Прийняття проекту місцевою громадою**
Із метою уникнення небажаних соціальних проявів пропонуються:
 - прозорий процес планування
 - залучення місцевої громади
 - інформування про переваги проекту
 - зміни в проекті, якщо це необхідно
 - компенсаційні виплати людям, які опинилися в зоні здійснення проекту

- **Оцінка витрат**

Для мінімізації ризику перевищення встановленого кошторису, капітальні витрати повинні бути перевірені незалежним інженером, який має досвід у здійсненні проектів МГЕС у даному регіоні, і скореговані у разі необхідності. Перевірка повинна включати:

- повноту статей капітальних витрат
- правильність відомості обсягів робіт і розходу матеріалів
- правильність застосованих цін одиниці продукції
- правильне визначення непередбачених витрат
- правильне визначення у грошовому еквіваленті потенційних ризиків (наприклад, зсувів)

Аналогічним чином розгляд оперативних витрат повинен включати:

- перевірку повноти статей капітальних витрат
- перевірку правдивості операційних витрат (цінових орієнтирів)
- перевірку правильності застосованих цін одиниці продукції

- **Експлуатація**

Головні проблеми, які можуть виникнути у разі відсутності достатньої кваліфікації у оперативного персоналу, це пошкодження установки і/або позапланові зупинки турбін у зв'язку із їх неправильною роботою. Тому важливо, щоб девелопер зайнявся:

- підготовкою персоналу, наприклад, за допомогою постачальника обладнання
- найманням досвідченого керівника МГЕС
- підготовкою інструкцій
- регулярними перевітками турбіни (один раз на рік)
- перевіркою роботи пісковідокремлювача, наприклад, інтервалів промивки

Як і для всіх типів установок ВЕ, необхідна структурована і повна документація на всі заплановані етапи і отримані результати.

3.3.3.2 Огляд етапів проекту

На нижченаведеному малюнку відображені всі етапи планування і проектування малих гідроенергетичних проектів:



Малюнок 3-14: Технічні етапи розробки проекту МГЕС

3.3.3.3 Попереднє техніко-економічне обґрунтування

Попереднє техніко-економічне обґрунтування спрямоване на визначення доцільності переходу до етапу техніко-економічного обґрунтування. Зазвичай воно базується на інформації, отриманій у ході кабінетних досліджень, відвідань майданчика і його попередніх досліджень. Ключові параметри для оцінки економіки проекту, такі як виробництво електроенергії і інвестиційні витрати, визначаються за допомогою попереднього гідрологічного аналізу, схеми розміщення станції і оцінки витрат.

Попереднє техніко-економічне обґрунтування включає інформацію щодо:

- місця розташування проекту
- доступу до майданчика проекту
- бажано разом з картою місцевості.
- відстані проекту до мережі і точки приєднання
- ключових параметрів проекту у вигляді таблиці, включаючи:
 - очікувану встановлену потужність
 - очікуване річне виробництво електроенергії
 - розрахунковий напір
 - розрахункові витрати води
 - кількість агрегатів
- загальної геологічної інформації району проекту.
- гідро-метеорологічних характеристик району проекту разом з інформацією про площу водозбору, наприклад:
 - відмітки висоти
 - площа
 - уклін
- можуть бути коротко описані загальні екологічні питання
- загальне описання приєднання до мережі
- попередній графік із календарним планом здійснення проекту.

3.3.3.4 Техніко-економічне обґрунтування

На етапі техніко-економічного обґрунтування рівень дослідження проекту є набагато детальнішим, включаючи детальні дослідження майданчика здійснення проекту. Наприклад, для визначення оптимальної встановленої потужності і роботи станції проводиться детальний гідрологічний аналіз. Проводяться геотехнічні дослідження майданчика з метою покращення розробки плану будівництва та якості проектування інженерних і гідротехніч-

них споруд. На основі проектів готуються детальні відомості обсягів робіт, витрат матеріалів і кошторис.

Техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) включає:

- детальний гідрологічний аналіз разом з базою даних (наприклад, кількість водомірних постів, тип даних, тривалість їх реєстрації), оцінку якості гідрологічних даних і отриманих результатів
- у ТЕО детально визначається встановлена потужність і розраховується річне виробництво електроенергії. Розрахунки здійснюються на основі результатів гідрологічного аналізу наявного річкового потенціалу для виробництва електроенергії
- детальне геологічне картографування проекту, яке також надає інформацію про потенціальні зони ризику
- оцінену інформацію про сейсмічність
- подальші геотехнічні і геофізичні дослідження майданчика, які доповнюють геологічне картографування. В ТЕО надається інформація про типи досліджень, результати лабораторних випробувань і їх вплив на проект.
- у ТЕО детально описані екологічні питання, які дозволяють провести ретельну оцінку екологічних ризиків і кількісно визначити необхідні заходи для зменшення негативного впливу на навколишнє середовище. Це зазвичай включає підготовку оцінки впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу (ОВНСіСФ), на основі якої готується План управління навколишнім і соціальним середовищем (ПУНСС). Таким чином можна визначити, чи забезпечується в проекті дотримання правових вимог у відношенні до екологічних і соціальних питань. У зв'язку з цим визначення мінімального екологічно допустимого рівня відбору води є одним із ключових аспектів, тому що він безпосередньо впливає на річне виробництво електроенергії і та на життєздатність проекту.
- частиною ТЕО має бути аналіз гідропотенціалу у посушливі роки з метою оцінки фінансового ризику через низьке виробництво електроенергії.
- у ТЕО приводиться докладний опис усіх структурних компонентів проекту, включаючи робочі креслення (загальний план, розрізи і т.д.)
- у ТЕО повинні бути представлені гідравлічні розрахунки для перевірки розмірів гідравлічних споруд.
- частиною ТЕО зазвичай є детальна інформація про електромеханічне обладнання і гідротехнічні сталі конструкції.
- у ТЕО надається загальний опис приєднання до мережі, а також детальна інформація про розподільчий пристрій, ЛЕП і точку приєднання, які мають бути оцінені як частина «дью ділідженс».

- для ТЕО повинен бути підготований детальний графік здійснення проекту. Цей графік повинен передбачати час виконання будівельних робіт, а також виготовлення, постачання і монтажу електромеханічного обладнання.

3.3.3.5 Проект

Тендерні проекти і проекти будівництва готуються для фази проведення тендеру і закупівель. У проектах проводиться попередній (тендерний проект) і детальний структурний аналіз (будівельні проекти) робіт, якій супроводжується значною кількістю. Як частина тендерної документації готуються специфікації на будівельні роботи і електромеханічне обладнання.

3.3.3.6 Закупівля

Девелопер проекту зазвичай розподіляє проект на три-чотири окремі види робіт, а саме:

- інженерні споруди
- електромеханічне обладнання
- приєднання до мережі
- напірний трубопровід (часто включається до інженерних споруд).

Для кожного виду робіт оголошується тендер і підписується контракт на Проектування, Закупівлю і Будівництво (ПЗБ). Згідно з контрактом на ПЗБ, підрядник проектує установку, закуповує матеріали і будує проект або безпосередньо, або шляхом укладання контрактів на частину робіт із субпідрядниками. Зазвичай підрядник приймає на себе ризик, пов'язаний із графіком робіт і бюджетом проекту, за що отримує фіксовану ціну (паушальну суму). Координація між різними підрядниками ПЗБ, тобто управління взаємодіями зазвичай є обов'язком девелопера, або, скоріше, його інженера. Це свідчить про необхідність того, щоб досвідчений інженер власника, або, якщо сам девелопер має власні ресурси, інженер девелопера координував і наглядав за всім процесом, починаючи з фази проведення досліджень і планування до пуску станції в експлуатацію.

Загальною практикою є призначення генерального підрядника, який несе всю відповідальність за загальне проектування станції. Проте, у цьому випадку застосовуються такі ж принципи, як і у випадку індивідуальних підрядників ПЗБ. Буде менше координаційних зусиль із боку девелопера, але у будь-якому випадку буде необхідним нагляд генерального підрядника.

3.3.3.7 Будівництво

Перед початком будівництва на майданчику від підрядників вимагається надати робочий проект для схвалення. Робочий проект має бути перевіреном девелопером на його відповідність щодо:

- умов ухвалення дозволу;
- умов оператора мережі;
- технічних специфікацій і функціональності згідно з контрактом (або пропозицією);
- належного взаємозв'язку з іншими роботами.

У випадку відсутності у девелопера персоналу з необхідним досвідом, рекомендується, щоб він уклав контракт із досвідченим технічним радником (так званим «інженером власника»).

Рекомендується також присутність «інженера власника» на будівельному майданчику під час виконання найбільш важливих будівельних і монтажних робіт з метою перевірки якості робіт та їх відповідності умовам схвалення дозволів і контрактів. Під час будівництва кожен підрядник повинен щомісячно повідомляти про хід робіт, за які він відповідає. Щомісячний звіт про хід робіт повинен містити перелік робіт, виконаних в останньому місяці, а також включати оновлений календарний план. Якщо декілька підрядників працюють одночасно на будівельному майданчику, нарада за участі всіх підрядників повинна проводитись один раз на два тижні для координування робі і часу їх виконання. Питання охорони здоров'я, безпеки і навколишнього середовища, а також пов'язані з ними інструкції, повинні мати пріоритет над календарним планом і робочою програмою, і повинні контролюватися відповідним координатором з питань охорони здоров'я, техніки безпеки й екології.

3.3.3.8 Введення в експлуатацію

У випадку МГЕС, за пусконаладжувальні роботи і роботи, пов'язані із введенням в експлуатацію, зазвичай відповідає постачальник турбіни. Метою цих робіт є перевірка функціонування різних компонентів схем і вимірювання загальних показників системи. Процес пуску і введення в експлуатацію гідроелектростанції включає наступні стадії:

- **польові випробування.** На цьому етапі індивідуально перевіряються всі системи і підсистеми. Усі проведені випробування повинні бути належ-

ним чином задокументовані і підписані інженерами-випробувачами і власником станції. Ця документація допомагає власникові визначити потенційну проблему конкретного обладнання перед пуском і заздалегідь вжити заходів для усунення недоліків.

- **пускові випробування.** Пускові випробування генеруючих агрегатів і всіх інших систем і підсистем повинні виконуватись перед пуском машини. Ці випробування включають:
 - випробування в сухих умовах. (Випробування перед пуском і введенням в експлуатацію). Ці випробування проводяться перед заповненням водопровідних систем агрегата водою і можуть бути проведені паралельно з польовими випробуваннями.
 - випробування при заповнених водою системах. Ці випробування включають:
 - випробування без навантаження: ці випробування підтверджують готовність до роботи генератора і допоміжного обладнання будівлі ГЕС без навантаження.
 - випробування під навантаженням: ці випробування підтверджують готовність до роботи генератора під навантаженням. Випробування зі скиданням навантаження проводяться при 25, 50, 75 і 100% номінальному навантаженні, що підтверджує, що агрегат може бути зупинений за будь-яких умов експлуатації.
- **випробування під час введення в експлуатацію.** Агрегат працює при номінальній вихідній потужності протягом певної кількості днів. Якщо не виникає значних проблем під час оговореного контрактом періоду роботи на номінальній потужності, агрегат приймається власником для комерційної експлуатації.
- **комерційна експлуатація.** Датою пуску агрегату в комерційну експлуатацію вважається дата, коли він може продавати електроенергію. За цією датою слідую негайне завершення пускових випробувань.

3.3.3.9 Експлуатація

Для експлуатації МГЕС девелопери безпосередньо наймають персонал, який має досвід експлуатації МГЕС або пов'язаних з нею робіт, і який надалі буде спеціально навчатися експлуатації станції. У зв'язку з тим, що експлуатація МГЕС з технічної точки зору не занадто складна, експлуатаційний персонал може бути набраним із місцевої робочої сили. У якості альтернативи девелопер проекту делегує експлуатацію, технічне обслуговування і часто управління параметрами МГЕС оператору, який має досвід експлуатації МГЕС, на основі договору на експлуатацію і технічне обслуговування. У цьому догово-

рі повинні бути визначені послуги, відповідальність оператора і положення відносно послуг, які надаються, і ліквідації пошкоджень.

Відносно щорічного технічного обслуговування, девелопери МГЕС іноді укладають контракти на технічне обслуговування з постачальниками (або спеціалізованими незалежними компаніями). Інші девелопери, особливо ті, хто вже має деякий досвід експлуатації МГЕС, проводять технічне обслуговування силами свого персоналу. Капітальні ремонти, які необхідно проводити після приблизно 10 років експлуатації, зазвичай виконуються виробником або спеціалізованими компаніями.

3.4 Установки, що працюють на біомасі і біогазі

3.4.1 Загальні дані

Огляд технологій

Біомаса визначається як органічний матеріал, отриманий із живих організмів, який може бути перетворений в енергію шляхом виробництва електроенергії і/або тепла, газоподібного або рідкого палива. **USELF має справу з проектами, пов'язаними з виробництвом електроенергії за допомогою біомаси**, на яких зосереджений цей розділ.

Виробництво енергії із залишків біомаси, наприклад, залишків сільгоспкультур і лісових культур, гною тварин, або відходів переробки харчових продуктів повинно відрізнятися від виробництва електроенергії з енергетичних культур. У залежності від типу біомаси, різні технології виробництва електроенергії з біомаси і загальні типи проектів можуть бути класифіковані як:

- **Проекти з використанням біомаси:**

Біомаса, яка має **високу теплотворну здатність**, така як деревина або солома, може використовуватись для виробництва енергії за допомогою **процесів спалювання або газифікації**. Біомаса використовується як тверде паливо.

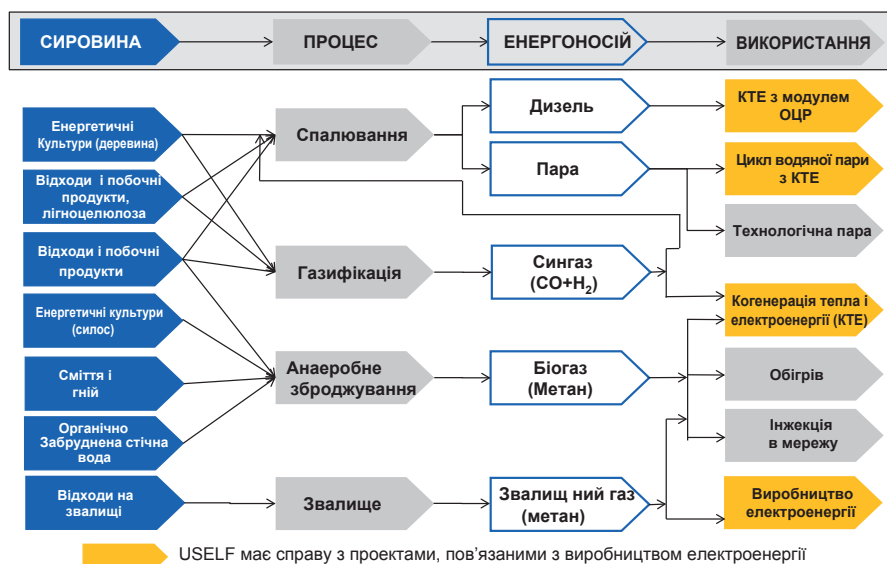
- **Проекти з використанням біогазу:**

Біомаса, яка має високий вміст вологи, така як гній тварин, кукурудзяний, трав'яний силос, відходи переробки харчових продуктів, або шлам, може використовуватись **для виробництва біогазу за допомогою процесу анаеробного зброджування** з подальшим перетворенням біогазу в електроенергію і/або тепло.

- **Проекти виробництва електроенергії з використанням звалищного газу:**

Біомаса, як **компонент муніципальних твердих відходів**, природно перетворюється в біогаз на **полігонах**; цей звалищний газ уловлюється і перетворюється в енергію.

На Малюнок 3-15 відображені загальні шляхи використання біомаси, які характеризують комбінації типів сировини, технологій і виробленої енергії.



Малюнок 3-15: Огляд загальних шляхів використання біомаси

Відновлювана енергія з біомаси використовується на сьогодні в Україні в обмеженій кількості проектів, хоча країна має значний сировинний потенціал у вигляді сільськогосподарських і лісгосподарських ресурсів. Також деякі полігони мають необхідний потенціал для їх використання з метою виробництва електроенергії.

Хоча цей посібник сконцентрований на виробництві електроенергії, використання процесів «на основі біомаси» приносить ряд додаткових переваг:

Додаткові переваги застосування біомасових і біогазових технологій

Рушійні сили використання біомасових і біогазових технологій включають:

- додатковий прибуток для фермерів
- нейтральність CO₂ при виробництві електроенергії завдяки використанню відходів або стабільно культивованої біомаси
- При використанні біомаси, яка в іншому випадку була б відправлена на полігон відходів:
 - зниження викидів парникових газів завдяки уникненню емісії метану зі звалищ,
 - зниження потреби в площах під звалища
- Стосовно відходів:
 - проекти з використання енергії біомаси: тверді відходи (зольні залишки) все ще мають властивості добрив, наприклад, щодо вмісту кальцію (Ca), магнію (Mg), калію (K) і фосфору (P)
 - біогазові проекти:
 - залишки субстрату використовуються в якості сільськогосподарських добрив і таким чином повертаються в біологічний кругообіг,
 - покращення властивостей добрив за допомогою анаеробного зброджування.

Переваги біогазових проектів різнитимуться в залежності від типових субстратів, наведених у таблиці:

Типові субстрати		Додаткові переваги крім виробництва електроенергії
Відходи	Гній домашньої худоби	Покращення якості добрива
	Відходи переробки продуктів харчування	Зниження вартості утилізації; біологічний кругообіг; зниження обсягів захоронення відходів; зменшення викидів парникових газів
	Промислова органічно забруднена стічна вода і шлам	
	Каналізаційний шлам	Стабілізація і полегшення збезводнюючих характеристик
Енергетичні культури, включаючи сільськогосподарські відходи		Повторне використання продуктів зброджування в якості добрива

Таблиця 3-4: Переваги використання біогазової технології

Додаткові переваги використання технології перетворення звалищного газу (ЗГ) в електроенергію

Крім виробництва електроенергії, перевага використання технології виробництва електроенергії за допомогою ЗГ полягає у зменшенні впливу на навколишнє середовище завдяки уникненню:

- викидів метану: вплив метану на клімат в 21 раз більший, ніж CO₂.
- пошкодження рослинності внаслідок підземної міграції газу,
- поширення неприємних запахів поруч зі звалищами,
- викидів токсичних компонентів, які впливають на здоров'я людини,
- вибухових концентрацій метану, які можуть виникнути на звалищах.

3.4.2 Технологічні аспекти – біомаса

Проекти, пов'язані з використанням біомаси, визначаються як проекти перетворення твердої біомаси, яка у цьому контексті також зветься «паливом», у енергію за допомогою термічних процесів. Термічні процеси можуть бути основані на технології спалювання, газифікації або піролізу. Для здійснення цих загальних типів процесів існує багато технологічних рішень.

Метою цього посібника девелопера є ознайомлення з технологічними рішеннями і вимогами, із фокусом на головних пунктах проектів, пов'язаних із використанням біомаси в Україні. Він не обов'язково детально розглядає всі можливі технічні альтернативи.

3.4.2.1 Джерело енергії – сировинні матеріали

Біопаливо є менш однорідним за своїми характеристиками (наприклад, розміром, текстурою, вмістом вологи, теплотворною здатністю), ніж викопні види палива. Така різноманітність вимагає створення специфічної конструкції установки, а також процесу і контролю процесу для кожного конкретного проекту з використання біомаси.

Взагалі, тверда біомаса з високою теплотворною здатністю і відносно низьким вмістом води прийнятна з економічної і технічної точок зору для виробництва електроенергії з використанням термічних процесів. Типовими видами біопаливами є відходи сільськогосподарського, лісгосподарського і промислового виробництва (наприклад, деревина, солома, кукурудзиння, рисове лушпиння, тирса, відходи паперово-целюлозної промисловості і т.д.) і енергетичні культури. Культивовані культури можуть бути деревними (наприклад тополя, верба), або трав'яними (наприклад, міскантус, свічграс).

Найбільший потенціал для використання в біомасових установках в Україні мають відходи сільськогосподарського і лісогосподарського виробництва, такі як деревина і солома, а також відходи деревини лісопилок.

Забезпечення довгострокового гарантованого постачання біопалив, включаючи їх обсяги, якість і ціну, за допомогою укладення контракту на їх постачання є ключовим фактором успіху проектів із використання біомаси. Зазвичай доцільним з економічної точки зору може бути використання ресурсів біомаси, тільки якщо вони знаходяться поблизу установки, яка працює на біомасі. Необхідно оцінити наступні аспекти щодо потреби в біопаливі:

- кількість і ціна наявних палив(а) протягом всього року, беручи до уваги сезонні зміни (якщо необхідно, із урахуванням достатніх потужностей для зберігання),
- якість палив(а), особливо з урахуванням наступних характеристик:
 - діапазон теплотворної здатності,
 - вміст вологи,
 - вміст золи,
 - температура плавлення золи,
 - складові, які можуть несприятливо впливати на процес (наприклад хлор), або які необхідно враховувати з метою впровадження заходів щодо зменшення обсягів викидів забруднюючих речовин (наприклад, важкі метали)
- розмір часток / тип постачання (розсипчастий і необроблений матеріал, тюки, стружка, гранули, брикети)
- девелопер проекту повинен бути обізнаним із цими характеристиками палива для вибору і проектування термічної технології переробки відходів і відповідних компонентів установки, які необхідно буде використовувати.
- альтернативне використання палив і структура їх вартості, наприклад
 - пряме використання в якості добрив,
 - підстилка для тварин (наприклад, солома, лушпиння),
 - виробництво біопалив,
 - вартість захоронення відходів,
- відстань транспортування і вартість,
- спеціальні вимоги до зберігання, наприклад
 - поширення запахів (якщо вміст води достатньо високий, наприклад, трав'яні субстрати),
 - сезонні коливання кількості та якості.

При укладанні довгострокового контракту на постачання біомаси необхідно брати до уваги наступні аспекти:

- Біомаса є природним продуктом: кількість і властивості часто залежать від погоди, клімату і/або пори року
- Можливе різке коливання виробництва з року в рік,
- Відсутність постійної якості: представницькі зразки, які вимагаються при постачанні, зазвичай, проходять просте лабораторне дослідження,
- Коригування ціни в залежності, наприклад, від вмісту води,
- Зростання ціни відповідно до визнаних індексів,
- Можливе розподілення ризику постачання між кількома постачальниками з різних видів бізнесу,
- Відповідність вимогам «зеленого тарифу»,
- Строк дії контракту: при фінансуванні перевага віддається довгостроковим проектам, але довгострокові проекти рідко зустрічаються в сільському/лісному господарстві.

3.4.2.2 Огляд технологій

У цьому розділі розглядається виробництво енергії шляхом термічної переробки твердої біомаси.

Установка для отримання енергії за допомогою біомаси включає три основні компоненти:

- **отримання і переробка біомаси**, включаючи вимірювання, зберігання і переробку матеріалу, а також приготування палива, якщо це необхідно.
- **перетворення енергії** – перетворення біомаси
 - у пару в системах прямого спалювання (котел), або
 - у сингаз в системах газифікації (газифікатор)(у обох випадках, включаючи установку для очистки сингазу або димового газу)
- **виробництво електроенергії і тепла** – перетворення пари або сингазу в електроенергію і тепло, яке потенційно може бути використане.

3.4.2.2.1 Отримання і переробка біомаси

Установки на біомасі вимагають роботи котла або газифікатора у безперервному режимі, і тому необхідні достатні потужності для зберігання біомаси, щоб забезпечити безперервне постачання палива. Зазвичай розраховується буферний резерв для забезпечення, щонайменш, 5-денної теплової потужності котла або газифікатора, і передбачається наявність додаткових резервів неподалік від установки.

Крім того, при визначенні розмірів потужностей для зберігання необхідно також брати до уваги сезонні коливання в постачанні палива.

Вимоги до приготування палива залежать від його характеристик, а також від вимог до процесу перетворення енергії. Попередня підготовка палива може включати один або декілька етапів для зменшення розміру, сортування, гранулювання, висушування (наприклад, для довгострокового зберігання вологої маси), або аналогічних процесів. Складські приміщення можуть після цього використовуватись для зберігання сировини і попередньо обробленого матеріалу, кількість якого повинна бути достатньою для безперервної роботи установки для перетворення енергії і для покриття зупинок обладнання, призначеного для попередньої обробки.

Крім того, для установки буде необхідне вимірювальне обладнання і системи для переробки матеріалів (наприклад, колісний навантажувач, кранова система, конвеєрні реміні, шнекові конвеєри, рухома підлога, іноді спеціальні подавальні і розвантажувальні пристрої для сховищ). Пристрої для подавання палив(а) у спеціальний реактор для перетворення енергії повинні відповідати вимогам термічної технології, що використовується.

Будівлі

Вимоги до будівель, у яких знаходяться компоненти установки, призначені для приймання, зберігання і попередньої обробки, залежать від загальних стандартів на викиди і вимог, встановлених для конкретних майданчиків, особливо у відношенні запахів, а також від вимог щодо уникнення підвищення вмісту води в біомасі в результаті опадів.

У залежності від типу біомаси, для зберігання в закритих системах зазвичай використовується плоский бункер/приміщення для зберігання, можливо з додатковими площами, призначеними для урівноваження сезонних коливань обсягів.

3.4.2.2.2 Перетворення енергії і виробництво електроенергії

У зв'язку з обмеженою наявністю біомаси в межах прийнятної відстані її транспортування до біомасової установки і залежності економічних показників від її масштабу, типова встановлена електрична потужність бруто установки зазвичай знаходиться в межах від 5 до 30 МВт. Робота установок із більш низькою потужністю зосереджена, головним чином, на виробництві тепла (наприклад, обігрівальні установки, які працюють на гранулах).

Ключовим параметром для розрізнення термічних процесів є коефіцієнт повітря, який відображає співвідношення між наявним у даному місці і стехіометричним обсягом повітря для горіння. На основі коефіцієнту повітря різні теплові технології, які існують на ринку, можуть бути розподілені наступним чином:

- **процес спалювання:**
 - коефіцієнт повітря > 1
 - вихід:
 - електроенергія і тепло
 - гарячий димовий газ
 - тверді залишки (зола)
 - найбільш розповсюджене використання
- **процес газифікації:**
 - коефіцієнт повітря < 1
 - вихід:
 - сингаз (H_2 , CO , (N_2)), який надалі перетворюється в енергію завдяки процесу спалювання (наприклад, газовий двигун)
 - тверді залишки (зола)
 - використання, особливо в комбінації із застосуванням сингазу, у наявних звичайних енергетичних установках або на цементних заводах; існує лише кілька прикладів застосування в комерційному масштабі в комбінації із використанням сингазу в газовому двигуні або турбіні
- **процес піролізу:**
 - коефіцієнт повітря $= 0$
 - вихід:
 - вуглеводи (газ, масло), які надалі перетворюються в енергію за допомогою процесу спалювання (наприклад, газовий двигун)
 - тверді залишки
 - поки що комерційно не використовується. Тому далі він не буде розглядатися в цьому посібнику.

Важливим параметром, який необхідно враховувати при роботі з біомасою, є вміст золи у сукупності з температурою плавлення, оскільки зола може утворювати відкладення всередині камери згоряння і газифікатора, які звуться «шлакуванням» і «забрудненням». Ці явища можуть погіршити робочі характеристики і підвищити витрати на технічне обслуговування. Крім того, необхідно також уникати корозії котла, яка спричиняється високим вмістом хлоридів у біомасі. У цьому відношенні солома, завдяки її паливним характеристикам, має вищу здатність викликати такі проблеми, ніж деревина. Взагалі, проблеми відкладення золи і корозія труб можуть бути зменшені або вирішені завдяки правильному проектуванню процесу та експлуатації. Компенсувати слабкий дизайн проекту після того, як установку буде побудовано, може бути дуже важко.

Далі підсумовуються головні аспекти процесів спалювання і газифікації:

Процеси спалювання

Пряме спалювання біомаси є найбільш розповсюдженим методом виробництва електроенергії. Біомаса спалюється для виробництва водяної пари, яка обертає турбіну, виробляючи електроенергію. Огляд головних компонентів установки для виробництва електроенергії за допомогою біомаси представлений на блок-схемі на Малюнок 0-12.

Для спалювальної установки використовуються декілька технологій. Найчастіше використовуються типи печей з автоматичною подачею:

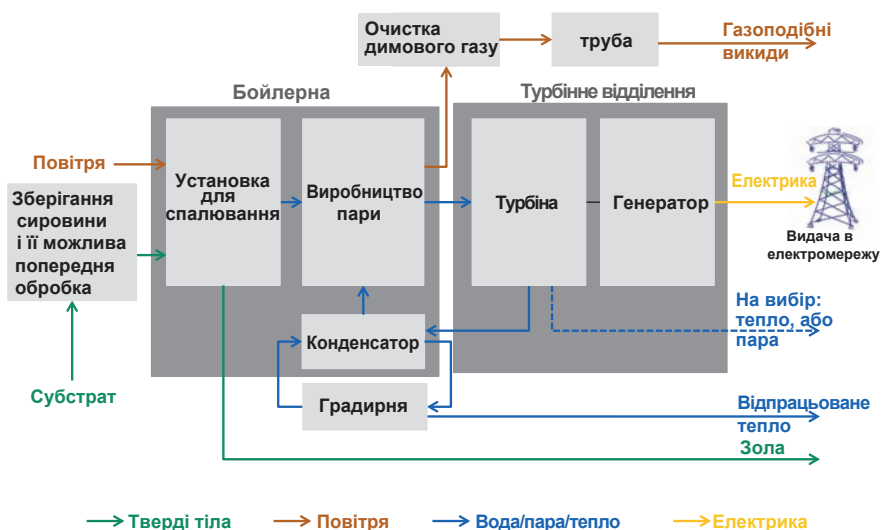
- **стаціонарний шар:**

- колосникова топка (різні підтипи: з рухомою або зворотно-поступальною колосниковою решіткою) є найбільш розповсюдженим методом, придатним також для біомаси з відносно високим вмістом вологи і золи та змінним розміром частинок золи,
- механічна топка з нижньою подачею використовується лише для систем малого масштабу до рівня теплової віддачі палива біля 3 МВт і для біомаси з низьким вмістом золи,
- топки для спалювання цілих тюків (наприклад, соломи), які розбиваються на різні підтипи,

- **киплячий шар:**

- котел зі стаціонарним або киплячим шаром (зазвичай отримане тепло достатнє для виробництва принаймні 5 МВт),
- котел із циркулюючим киплячим шаром (зазвичай отримане тепло є достатнім для виробництва принаймні 30 МВт).

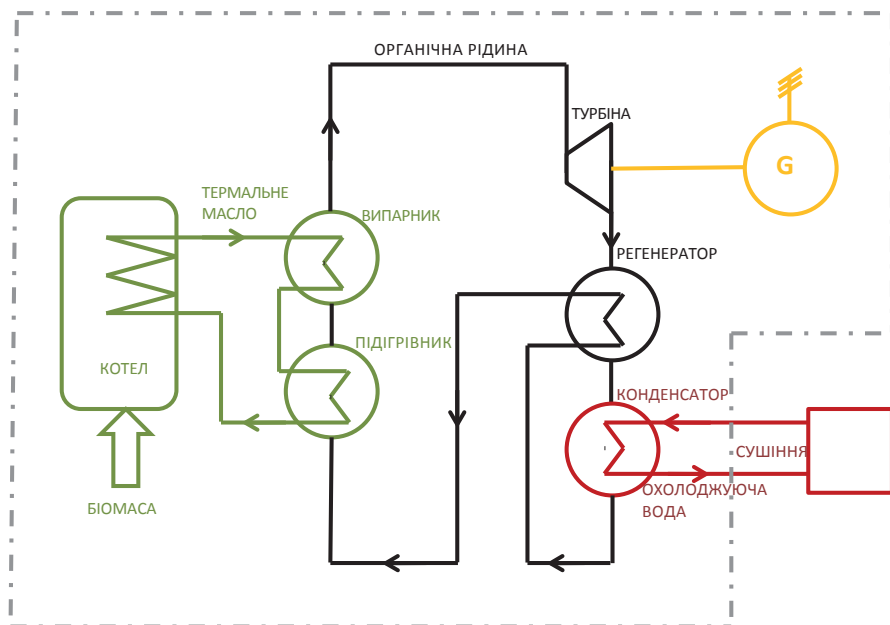
Для виробництва електроенергії максимальна кількість тепла, виробленого в установці для спалювання, передається циркулюючому передавальному середовищу, зазвичай, представленому водопаровим циклом (цикл Ренкіна). Вироблена пара буде розширюватись при проходженні через звичайну турбіну та генератор і виробляти електроенергію. Виробництво електроенергії також пов'язане із максимальним використанням відпрацьованого тепла як на електростанції, що працює на біомасі, так і в безпосередній близькості від неї. Тепло, яке не може бути використане, скидається через градирню. Для забезпечення виробництва тепла з урахуванням змінних потреб у ньому використовуються конденсаційні установки з проміжним перегрівом пари.



Малюнок 3-16: Блок-схема установки для перетворення біомаси в електроенергію на основі процесу спалювання

Однією з нових технологій є застосування органічного циклу Ренкіна (ОЦР). ОЦР працює як звичайний водопаровий цикл (цикл Ренкіна), але з використанням органічної робочої рідини замість води. Ця робоча рідина має нижчу точку кипіння, ніж вода, тому електроенергія може вироблятися при нижчих температурах і нижчому тиску. Процес ОЦР був розроблений для використання низькотемпературного тепла (наприклад, геотермальної енергії). Існує також можливість його використання в біомасових установках. Недоліками ОЦР є низька ефективність використання електроенергії та необхідність у постійному відводі тепла. Перевагами є попередньо розроблені

пакети, легка експлуатація і відсутність необхідності в конденсаторі. Технологія ОЦР зустрічається, головним чином, у малопотужних установках з електричною потужністю менше 3 МВт, і найбільш часто використовується в установках з постійною потребою тепла (наприклад, фабрики для виробництва гранул). Схема процесу ОЦР показана на Малюнок 3-17.

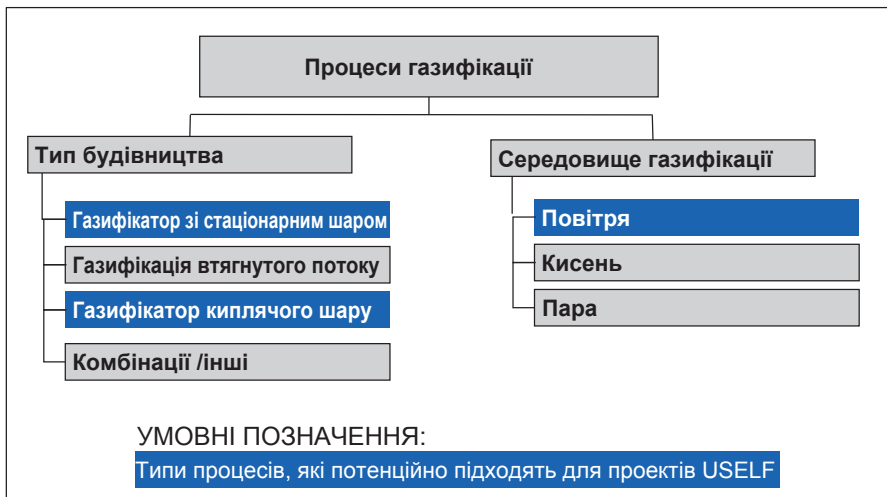


Малюнок 3-17: Схема процесу ОЦР

Процеси газифікації

Процеси газифікації призначені для перетворення біомаси в сингаз із низькою та середньою теплотворною здатністю, замість прямого спалювання біомаси для виробництва тепла. Головними компонентами сингазу є водень і монооксид вуглецю, а також водна пара, двооксид вуглецю, азот, смоли і сполуки смол, частки золи і інші забруднюючі речовини в кількостях, які залежать від характеристик палива.

Для установок газифікації використовуються типи обладнання, аналогічні тим, які використовуються в процесах спалювання, що базуються на технологіях зі стаціонарним або киплячим шаром. Взагалі, існують наступні відмінності:



Малюнок 3-18: Головні конструкторські відмінності різних процесів газифікації

За рідкісним винятком, установки для газифікації використовуються на електростанціях з невеликими потужностями. При оцінюванні, чи підходять процеси газифікації для проектів USELF із використання біомаси, необхідно брати до уваги наступні аспекти:

- газифікація у стаціонарному шарі: зазвичай використовується в установках невеликого розміру (до 1 МВт теплової потужності); багато проектів не мали успіху у зв'язку з проблемами наявності та якості газу,
- газифікація в киплячому шарі: використовується тільки на більш потужних установках ($> 2 - 5$ МВт теплової потужності), нижчий вміст смоли в сингазі,
- газифікація з киснем: тільки для великих установок
- газифікація в потоці: тільки для великих установок, необхідна попередня обробка палива.

Для типових проектів USELF у більшості випадків будуть використовуватись реактори зі стаціонарним або киплячим шаром, середовище яких буде представлене повітрям.

У газифікаторах зі стаціонарним шаром особливо важко підтримувати постійні умови реакції в усьому реакторі. Як результат, маємо зони, в яких

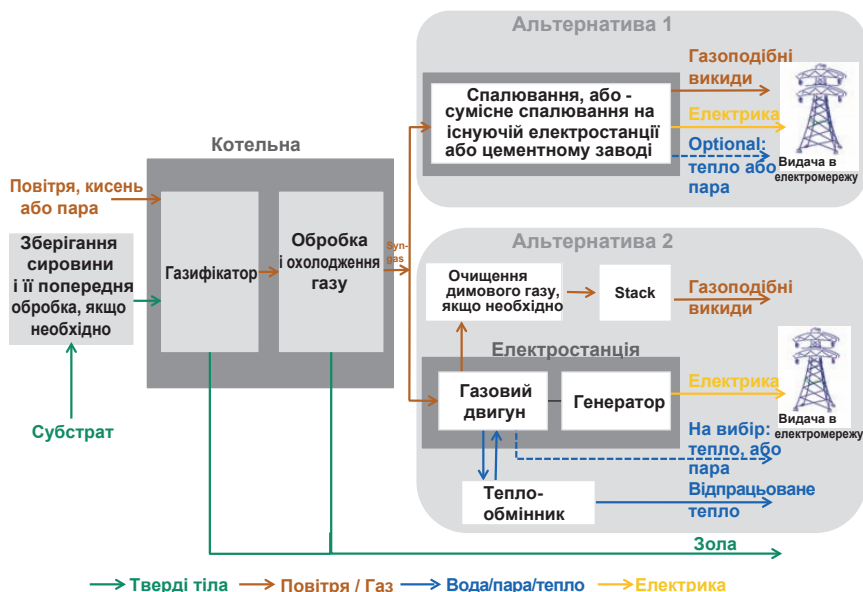
тільки піроліз є можливим, і утворюється смола. Очищення газу необхідне і можливе, але зазвичай це створює проблеми зі стічними водами.

Сингаз може безпосередньо подаватись в котел звичайної енергетичної установки або цементного заводу, або може використовуватись у газовому двигуні або турбіні для виробництва електроенергії. У останньому випадку сингаз необхідно охолодити і добре очистити, щоб захистити обладнання, яке бере участь у процесі виробництва електроенергії, від корозії та інших проблем, особливо шляхом видалення часток і смол. Видалення смол і їх сполук часто є критичним фактором. Комерційне широкомасштабне застосування процесів газифікації у поєднанні з використанням сингазу в газових двигунах або турбінах часто не мало успіху через неефективне видалення смол.

Загалом технології газифікації знаходяться у стадії розвитку і демонстрації, вони спрямовані на підвищення їх електричної потужності, зниження викидів NO_x, CO і твердих частинок у викидах. Довгострокові технічні і економічні характеристики потребують подальшої перевірки на промислових установках газифікації, оскільки багато проектів були безуспішними через якість газу і його незначну наявність, визначальну роль відіграє тут фінансова і технічна історія постачальника. Ризик буде нижчим, якщо вироблений газ буде спалюватись безпосередньо в печі.

У порівнянні з технологіями, що базуються на спалюванні, процеси газифікації мають більш строгі вимоги до палива щодо вмісту вологи і розмірів.

Основні компоненти установки газифікації біомаси представлені на нижченаведеному малюнку у вигляді блок-схеми:



Малюнок 3-19: Блок-схема установки для перетворення біомаси в енергію, основаної на процесі газифікації

Вибір технології

Взагалі, кожна система повинна бути спроектована для конкретного палива таким чином, щоб гарантувати адекватну якість спалювання у випадку газифікації і якість сингазу, а також мінімальні викиди і енергетичну ефективність.

Зазвичай характеристики передбачуваних палив будуть впливати на вибір технології газифікації. Крім іншого, повинні прийматись до уваги наступні аспекти:

- Колосникові топki підходять для сировини з високим вмістом золи і вологості і змінними розмірами частинок.
- Використання колосникових топok потребуватиме мінімальних обсягів палива.
- Палива з частинками малого розміру зазвичай використовуються в печах із киплячим шаром.
- Котли з киплячим шаром зазвичай використовуються у великих системах з економічних причин.

- Палива з низькою точкою плавлення можуть викликати проблеми спікання при використанні решіток.

3.4.2.2.3 Очищення димового газу і викиди

Рівень викидів і, як результат, вимоги до очищення димового газу для забезпечення його відповідності існуючим стандартам на викиди залежить від застосованого типу спалювання або процесу газифікації, а також від характеристик палива і його складових. Видалення твердих часток загалом вимагається або після процесів спалювання, або з сингазу. Крім того, як вже згадувалось вище, критичним фактором є видалення смол.

3.4.2.2.4 Тверді залишки

Діапазон вмісту золи в різних типах біомаси досить широкий і зазвичай становить 0,5 – 5 % на суху масу; для окремих видів біомаси він може досягати 15%. Зола біомаси – це подова зола (від 60 до 90 % вмісту). Залежно від палива і використаної технології решта 10 – 40 % золи виходить з печі у летючій формі і накопичується при очищенні димового газу. Для деяких палив це процентне відношення буде на нижньому рівні діапазону, або нижче його (наприклад, солома), або навіть перевищувати цей діапазон (наприклад, тирса).

У подовій золі сконцентровані живильні елементи біомаси: кальцій (Ca), магній (Mg), калій (K) і фосфор (P); тому ця подова зола може бути використана як добриво. Живильні елементи вуглець (C), кисень (O), водень (H), азот (N) і сірка (S) перетворюються в CO₂, NO_x і SO_x (і водяну пару) і виходять разом з димовим газом.

У тих випадках, коли відходи використовуються в якості палива (наприклад, відходи деревини), необхідно приймати до уваги можливу наявність забруднюючих речовин, які можуть обмежити їх використання в якості добрива. Побічні продукти, такі як летюча зола та інші можливі залишки мають економічну цінність, тільки якщо вони не забруднені, і також можуть бути використані як добриво, або використані в цементному і/або цегляному виробництві, будівництві доріг і набережної і т.д.. У іншому випадку летюча зола підлягає захороненню.

3.4.2.2.5 Вода

Для установок спалювання біомаси необхідна живильна вода для виробництва пари. Зазвичай забезпечується рециркуляція води в межах установки. До місцевої каналізаційної системи скидається лише невелика кількість технічної води без подальшої очистки.

Крім того, повинна бути забезпечена вода для пожежогасіння. Необхідно забезпечити постачання санітарної води і скидання санітарної води/води опадів для всіх типів установок.

Очищування сингазу в ході процесу газифікації, яке залежить від технології очищення димового газу, може виключити стічну воду або шлам з очистки стічної води.

3.4.2.3 Виробництво електроенергії

Виробництво електроенергії за допомогою біомасової установки визначається теплотворною здатністю і кількістю палива, а також енергетичною ефективністю всієї біомасової установки.

Енергетична ефективність значною мірою залежить від типу палива і вмісту вологи в ньому, а також застосованої технології, особливо відносно параметрів використаного пару та індивідуального споживання енергії усією біомасовою установкою (включаючи підготовку палива, якщо це необхідно).

У залежності від розміру установки, можуть бути прийняті наступні індикативні електричні потужності:

- електричний ККД близько 20% для біомасових установок < приблизно 5 МВт
- електричний ККД до 30% для біомасових установок > приблизно 5 МВт.

У випадку використання тепла або пари, електрична потужність буде відповідно зменшена, але загальна енергетична ефективність підвищиться.

Стосовно ефективності біомасової установки, одним з ключових параметрів найбільш розповсюджених систем спалювання є коефіцієнт повітря, який часто буває набагато більшим, ніж необхідно (наприклад, часто > 2, в той час як 1,2–1,5 є достатніми). Із точки зору оптимізації енергетичної ефектив-

ності, система контролю процесом повинна бути основана на моніторингу коефіцієнту повітря разом з температурою і субстанціями, які вказують на неповне спалювання.

3.4.2.4 Розрахункові параметри і технічні характеристики

Головними розрахунковими параметрами і характеристиками є:

- розрахункова потужність котла або газифікатора, яка виражається в:
 - кількості біомаси в т/р і т/г,
 - тепловіддачі палива в кВт або МВт (визначається кількістю і теплотворною здатністю біомаси) при повному навантаженні
- подальша специфікація вимог до палива, наприклад, діапазон теплотворної здатності, вміст вологи, вміст золи і температура плавлення золи, розмір часток, вміст хлору і т.д.
- ємності сховища в т/д і проектна ємність для приготування палива, якщо це необхідно,
- готовність установки до роботи при повному навантаженні в годинах на рік [г/р], або коефіцієнт навантаження установки [%] (розрахований шляхом повних годин під навантаженням /8750),
- параметри пари:
 - потужність виробництва пари в т/г,
 - температура [°C],
 - тиск [бар],
- тиск конденсації,
- розрахунковий коефіцієнт повітря,
- потужність виробництва енергії в кВт або МВт (електричної і теплової),
- енергетичний ККД [%], якщо будуть вироблятися електроенергія і тепло:
 - електричний ККД [%],
 - загальний ККД [%],
- розхід димового газу і рівні викидів,
- кількість і якість залишків:
 - зола,
 - залишки очищення димового газу,
 - стічна вода, у разі наявності.

	5 МВт _{ел}	10 МВт _{ел}	20 МВт _{ел}
Зберігання 10 днів	1,300 м² 5 м висота 38,500 т/р	2,500 м² 5 м висота 73,500 т/р	4,500 м² 5 м висота 130,500 т/р
Котел /піч	6000 - 8000 г/р Пара 420 °С, 60 бар		
	5.5 т/г	10.5 т/г	18.6 т/г
- Розхід димового газу - Очищення залишків	36,000 м³/г 80 кг/г	69,000 м³/г 155 кг/г	120,000 м³/г 280 кг/г
Режим КВТЕ	10 МВт_{тп}, 3.6 МВт_{ел}	20 МВт_{тп} 7.2 МВт_{ел}	20 МВт_{тп} 16.5 МВт_{ел}

Таблиця 3-5: Типові ключові проєктні дані установок, які працюють на біомасі

На основі розрахункових параметрів визначаються дані про загальну масу і баланс енергії, які служать вхідними даними фінансової моделі.

3.4.2.5 Індикатори витрат

Інвестиційні витрати і витрати на експлуатацію і технічне обслуговування значно різняться залежно від характеристик палива, застосованої технології, розміру установки і умов майданчика розташування.

Нижче наведені типові діапазони інвестиційних витрат і витрат на експлуатацію і технічне обслуговування, а також перелік показників вартості, які будуть необхідні при розробці проєкту.

3.4.2.5.1 Капітальні витрати

У нижченаведеній таблиці представлені індикативні діапазони капітальних витрат і мінімальна кількість необхідного персоналу; обидва показники значно різняться залежно від потужності установки. Капітальні витрати не беруть до уваги вартість приєднання до мережі або розподілення тепла. Ці витрати мають дуже специфічний характер, якій залежить від умов майданчика, і узагальнити їх дуже важко.

	5 МВт _{ел}	10 МВт _{ел}	20 МВт _{ел}
• Капітальні витрати *)	• 2,500 – 4,000 €/кВт	• 2,200 – 3,500 €/кВт	• 2,000 – 3,000 €/кВт
• Персонал	• 10 - 15	• 15 - 20	• 20 - 22

*) не приймаючи до уваги вартість приєднання до мережі і розподілення тепла

Таблиця 3-6: Індикативні діапазони капітальних витрат і кількості персоналу за різних потужностей установки

Загальні капітальні витрати повинні охоплювати наступні статті:

- земля,
- будівельні роботи, включаючи інфраструктуру,
- механічні компоненти,
- електричні компоненти і контроль процесу,
- приєднання до мережі і, можливо, розподілення тепла,
- транспортні засоби,
- проектування.

Важливим фактором є додання до капітальних витрат непередбачених витрат для покриття інших і непередбачених витрат. Залежно від етапу планування, непередбачені витрати відображають хід здійснення проектів і, таким чином, точність зроблених оцінок витрат. У якості індикативних цифр можуть бути застосовані наступні непередбачені витрати в % від капітальних витрат:

- етап попереднього ТЕО: 15 – 20%
- етап ТЕО: 10 – 15%
- етап проектування: 5 – 10%

3.4.2.5.2 Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування

Річні витрати на експлуатацію і технічне обслуговування включають наступні компоненти з індикативними діапазонами:

- технічне обслуговування і ремонт з наступними індикативними усередненими величинами протягом строку служби:
- будівельні роботи: 1,0% інвестиційних витрат
- механічні компоненти: 3,0% інвестиційних витрат
- електричні компоненти і контроль процесу: 1,5% інвестиційних витрат
- розподілення тепла: 2,0% інвестиційних витрат,
- страхування, адміністрація: приблизно 1 % інвестиційних витрат, можливо більше, залежно від розподілу ризику, пов'язаного зі страхуванням
- витратні матеріали (власна потреба в електроенергії, живильній воді, витратних матеріалах для очищення димового газу, якщо воно здійснюється і т.д.) і захоронення залишків (включаючи вартість транспорту і переробки): ці статті витрат значною мірою залежать від місцевих цін і наявних опцій, а також ринку використання золи. Для приблизної оцінки можуть бути прийняті індикативні 0,1 – 0,5% інвестиційних витрат. Особлива увага має бути приділена радіоактивному зараженню біомаси і, як результат, золи, що приведе до підвищення вимог і витрат на захоронення. Але завдяки невеликим обсягам золи, це не може призвести до значного підвищення загальних витрат на експлуатацію і технічне обслуговування.
- витрати на персонал залежать від розміру установки, кількості видів пального і рівня автоматизації: як мінімум можуть бути взяті індикативні величини, представлені в Таблиця 0-6.

Крім того, необхідно прийняти до уваги вартість палив(а), у випадку закупівлі такого. Існує широкий діапазон цін залежно від типу біомаси і відстані її транспортування.

3.4.3 Розробка та здійснення проектів із використання біомаси

3.4.3.1 Критичні фактори успіху

Як основа для роботи установки, що працює на біомасі, повинні бути забезпечені наступні фактори ще на стадії розробки проекту:

- забезпечення постачання біомаси належної якості в необхідних обсягах (і вартості з надійним індексуванням ціни, у разі закупівлі біомаси); краще

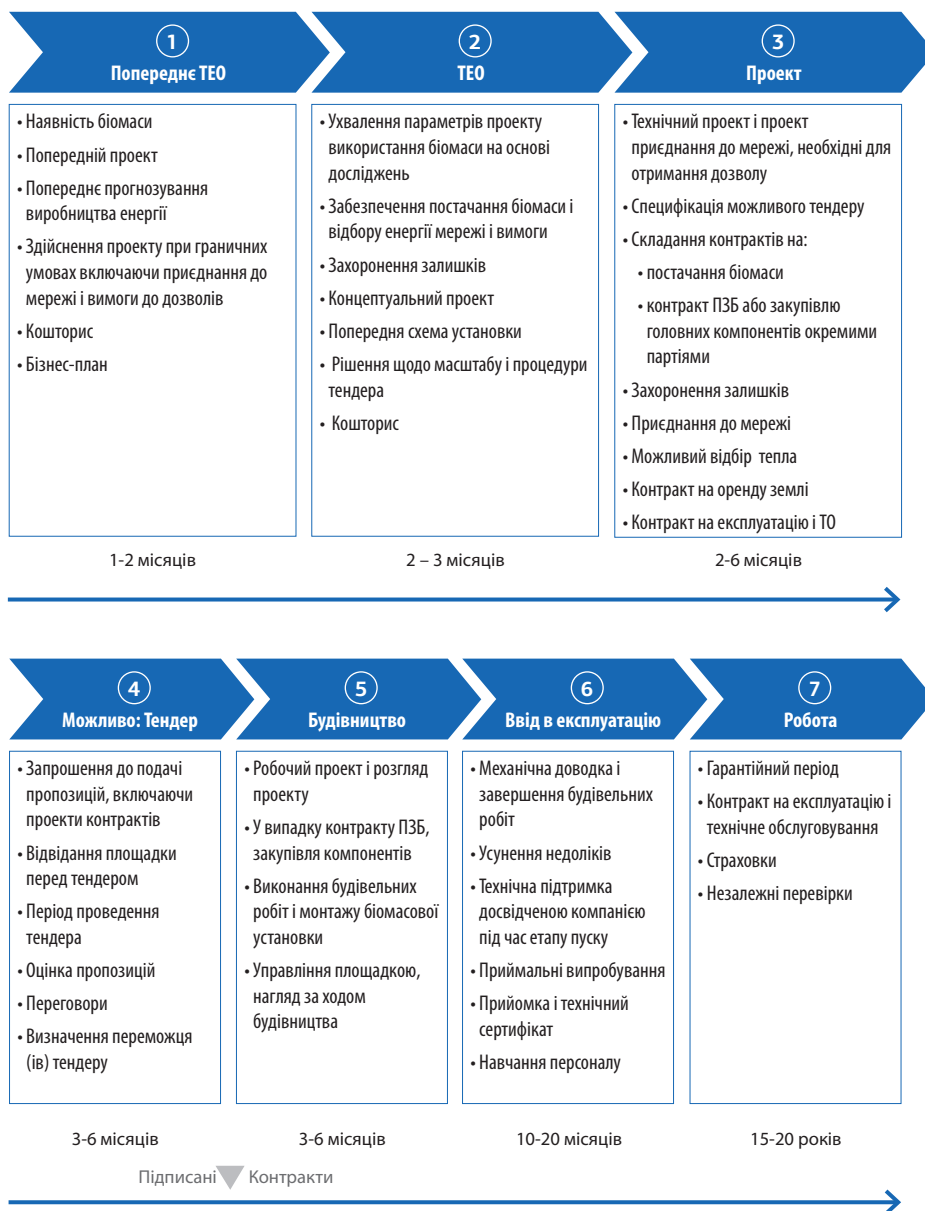
- власного виробництва, як альтернатива, на основі довгострокового контракту на постачання біомаси,
- ефективні та апробовані для біомаси технологія перетворення і контроль процесу
 - забезпечення доступу до мережі,
 - досвід роботи і технічного обслуговування з обраною біомасою та розрахункові параметри застосованої технології, тому що на практиці не всі технології прийнятні для кожного виду палива. Рекомендується відвідати аналогічне працююче підприємство.
 - розташування: відповідні умови з урахуванням економічних і екологічних аспектів, таких як:
 - наявність біомаси поблизу майданчика,
 - близькість і легкий доступ до мережі, достатня пропускна спроможність існуючих ліній електропередач.

3.4.3.2 Огляд етапів здійснення проекту

Типовий процес розробки і здійснення проекту будівництва установки на біомасі розподілений на наступні етапи:

1. попереднє техніко-економічне обґрунтування
2. техніко-економічне обґрунтування
3. проект
4. можливо: проведення тендеру
5. будівництво
6. введення в експлуатацію
7. експлуатація

На нижченаведеному малюнку показані етапи і головні аспекти проекту, які більш докладно описані в наступних параграфах.



Малюнок 3-20: Етапи розробки і здійснення проектів з використання біомаси

Можливе часткове дублювання етапів проекту залежно від пріоритетів девелопера.

Планування етапів попереднього ТЕО, ТЕО, проектування, а також проведення можливого тендеру зазвичай здійснюється безпосередньо девелопером проекту, або кваліфікованим консультантом від імені девелопера проекту.

3.4.3.3 Попереднє техніко-економічне обґрунтування

Необхідно провести глибоку оцінку наявних обсягів і якості даної біомаси для початкової оцінки здійснюваності проекту і подальшого вирішення питань наявності біомаси. Головними причинами невдач при реалізації проектів із використанням біомаси були зміни в постачанні палива та потребах у ньому, а також його якість.

Крім того, необхідно оцінити можливість продажу або використання тепла, як одного з кінцевих продуктів біомасової установки, у той час як виробництво електроенергії є головним та передбачене законом. Здійснюваність проекту необхідно аналізувати з урахуванням реальних умов проектного майданчика. Конкретно, попереднє ТЕО включає:

- попередній проект, включаючи:
 - обсяги і джерело постачання біомаси,
 - якість біомаси, виходячи з існуючих і літературних даних,
 - розмір установки і попереднє проектування технології,
 - попередня блок-схема процесу,
 - встановлена теплова потужність і виробництво енергії,
 - попередній баланс маси і енергії,
- реальні умови проектного майданчика:
 - розмір майданчика у порівнянні з площею, необхідною для біомасової установки
 - інфраструктура (дорога, вода, електромережа, тепло)
 - відстані транспортування біомаси
 - відстань до житлових районів
- вимоги до приєднання до мережі і вартість такого приєднання повинні бути проаналізовані для умов майданчика.
- попередній проект і кошторис постачання тепла у разі використання тепла на майданчику або поблизу від нього.
- отримання дозволів: процедура, технічні вимоги і документація, необхідні для отримання дозволу на будівництво біомасової установки повинні бути

підтверджені шляхом консультацій із місцевими органами влади на ранній стадії проекту. Технічні вимоги до отримання дозволів включають:

- будівельні вимоги
- вимоги до охорони здоров'я і техніки безпеки
- вимоги до викидів.
- кошторис, включаючи:
 - інвестиційні витрати
 - витрати, пов'язані з експлуатацією і технічним обслуговуванням
- оцінка прибутків для фінансового аналізу
- графік здійснення проекту
- попередній бізнес-план.

3.4.3.4 ТЕО

На етапі ТЕО перевіряються характеристики біомаси, на яких базується планування, і оптимізується план біомасової установки на рівні розробки концепції проекту з метою більш точного проектування процесу перетворення енергії і пов'язаних з цим вимог, наприклад, до зберігання і підготовки палива та оцінки витрат і прибутків як вхідних даних для фінансової моделі. Конкретно, попереднє ТЕО включає:

- перевірку характеристик біомаси шляхом досліджень, якщо відсутні достатні дані для конкретного палива, передбаченого для визначення головних параметрів процесу спалювання або газифікації
- концепція проекту, яка відображає розрахункові дані і робочі характеристики біомасової установки, включаючи:
 - джерело біомаси
 - розмір установки
 - дані технологічного проекту
 - блок-схему проекту
 - прогноз виробництва енергії
 - вимоги споживача і сезонні потреби в теплі, якщо планується постачання тепла
 - перевірений баланс між масою і енергією
 - утилізація золи
- ЛПН (лист про наміри) на постачання біомаси (включаючи обсяги, якість і ціни з індексацією, якщо це необхідно)
- проект контракта на оренду землі
- детальний аналіз умов майданчика
- попередня схема установки

- перевірка/роз'яснення вимог до отримання дозволів
- уточнений графік здійснення проекту
- фінансове моделювання, включаючи витрати/прибутки, пов'язані з біомасою і електроенергією.

Відносно подальшої процедури укладення контрактів повинні бути вирішені наступні питання:

- прийняття рішення відносно укладення контракту з ПЗБ-підрядником, або багатостороннього контракту/проведення тендеру з урахуванням наступних аспектів:
 - ПЗБ- контракт під ключ:
 - ПЗБ-підрядник, не обов'язково постачальник котлів, бере на себе відповідальність за виконання будівельних і електричних робіт.
 - Це залежить від бажань виробників, хоча цьому варіанту і рішення не завжди віддається перевага, тому що рішення укладення ПЗБ-контракту зменшує вибір можливих постачальників.
 - Включає високі накладні витрати.
 - Більш високі штрафи за невиконання умов і більш низькі непередбачені витрати.
 - Банки віддають такому виду контрактів перевагу, тому що з ними пов'язано менше границь розподілу і існує чітке розподілення ризику.
 - Багатосторонній контракт зазвичай включає 2-3 види робіт і обладнання і, таким чином, контрактів:
 - Піч, котел і обробка газу не повинні розділятися. Можливо, навіть, водопаровий цикл слід включити до цього виду робіт. Будівництво, агрегат для виробництва електроенергії і електричне обладнання можуть бути відокремлені. Баланс установки також може бути окремим.
 - Якість і вартість обладнання можуть бути оптимізовані девелопером.
 - Штрафи відносяться до вартості одного компоненту, навіть якщо це вплинуло на всю установку.
- рішення про укладення **прямого контракту або проведення тендеру**. Існує також можливість проведення тендеру на частини необхідних компонентів, а інші частини можуть бути закуплені напряму, але взаємозв'язок має бути добре продуманим і мати кваліфіковану технічну підтримку. Якщо власної кваліфікації недостатньо, необхідно укласти контракт на відповідні консультаційні послуги.
- рішення про загальну структуру і процедуру проведення тендеру, якщо необхідно провести тендер на біомасову установку або її частину.

3.4.3.5 Проект

У випадку оголошення тендеру на проект, конструкція біомасової установки повинна бути детально розроблена настільки, наскільки це необхідно для тендерної специфікації, у залежності від масштаба і процедури тендеру.

Якщо тендер на проект проводиться не буде, біомасова установка повинна бути запроектована відповідно до отриманих дозволів і контрактних специфікацій (технічне рішення постачальника). Конкретно, етап проектування включає:

- тендерний проект або проект і специфікації девелопера проекту (постачальника)
- оптимізацію проекту з урахуванням вимог до отримання дозволів і умов місцевості,
- укладання контрактів, якщо необхідно, а саме:
 - контракт на постачання біомаси,
 - ПЗБ-контракт /багатосторонні контракти,
 - контракт на захоронення або утилізацію відходів (зола, летюча зола),
 - контракт на приєднання до мережі,
 - можливо, контракт на постачання тепла,
 - контракт на оренду землі,
 - контракт на експлуатацію і технічне обслуговування.

Етап проектування і можливого проведення тендеру закінчується підписанням контрактів, по яким були проведені переговори, тобто проекти контрактів обговорюватимуться безпосередньо на етапі проектування, або під час етапу проведення тендеру.

3.4.3.6 Можливий варіант: проведення тендеру

Якщо на проект, або його частини необхідно провести тендер у вигляді ПЗБ-контракту або багатостороннього контракта, необхідно здійснити наступні етапи:

- підготовка тендерної документації/заявки на подання тендерних пропозицій
- період проведення тендеру:
 - відвідання майданчика перед тендером, якщо це необхідно
 - пояснення
 - підготовка пропозицій учасниками тендеру

- оцінка пропозицій
- переговори по контракту(ах)
- визначення переможця(ів) тендеру.

3.4.3.7 Будівництво

Управління етапом будівництва біомасової установки повинно здійснюватися відповідно до найкращих практик управління будівництвом. Метою має бути будівництво біомасової установки з необхідним рівнем якості відповідно до встановлених часових рамок і бюджету.

Управління майданчиком, нагляд і моніторинг ходу будівництва відіграють важливу роль для успішного здійснення проекту з точки зору якості, графіку виконання робіт і витрат. При цьому необхідно брати до уваги також наступні важливі аспекти:

- питання охорони здоров'я і безпеки
- несприятливі погодні умови (взимку) повинні прийматись до уваги при складанні графіку
- своєчасна організація транспортування та імпорту
- хід виготовлення обладнання головним постачальником.

Це вимагає достатньої індивідуальної технічної та організаційної кваліфікації, або, у якості альтернативи, кваліфікованої підтримки сторонніх консультантських служб.

Етап будівництва включає в себе робочий проект біомасової установки і, якщо ще не укладені багатосторонні контракти, також закупівлю головних компонентів, наприклад, якщо етап проектування або тендеру закінчується укладенням контракту ПЗБ. На основі цього проводяться будівельні роботи і монтаж компонентів біомасової установки відповідно до детально розробленого графіку робіт.

3.4.3.8 Введення в експлуатацію

Введення в експлуатацію біомасової установки повинно підтримуватись досвідченим персоналом, наприклад, компанією, яка запроектувала і побудувала біомасову установку і знайома з технологічним процесом. Під час пуску операційний персонал установки необхідно навчати роботі і технічному обслуговуванню біомасової установки.

Після механічної доводки на першому етапі проводиться випробування функціонування компонентів і вузлів установки (холодний пуск в експлуатацію), уключаючи перевірку операційної безпеки. Одночасно можуть завершуватись незначні будівельні роботи і усуватись невеликі дефекти.

Після холодного пуску в експлуатацію і випробувальних робіт, які займають приблизно 2-4 тижні, фаза введення в експлуатацію закінчується проведенням приймальних випробувань. Разом із приймальними випробуваннями проводиться приймання і сертифікація характеристик біомасової установки (або її частин, у залежності від умов контракту), і починається промислова експлуатація. Вимоги і процедури приймальних випробувань повинні бути визначені у відповідному контракті на постачання, можливо, із посиланням на DIN або еквівалентні стандартні методи, та повинні підтверджувати генеруючу потужність і загальний ККД установки.

3.4.3.9 Експлуатація

Біомасова установка повинна уміло експлуатуватись кваліфікованим персоналом, можливо, на основі договору на експлуатацію і технічне обслуговування.

Для контролю економічних і термодинамічних характеристик процесу спалювання або газифікації необхідна адекватна система контролю процесу, оснований на механічному і електронному контролі параметрів, яка повинна бути розроблена ще на етапі проектування. Системи контролю повинні бути достатньо гнучкими, щоб підтримувати ефективну оптимізацію процесу в усьому запроектованому діапазоні роботи.

Після початку промислової експлуатації будь-які нові дефекти, які виникають у процесі роботи, усуваються протягом гарантійного періоду відповідно до гарантійних положень, включених у відповідний договір.

3.4.4 Технологічні аспекти – біогаз

Біогазові проекти визначаються як проекти для виробництва біогазу з використанням процесів анаеробного зброджування органічних субстратів з подальшим перетворенням біогазу в електроенергію і/або тепло. Взагалі, існує широкий ряд типів субстратів і, як результат, різні технологічні рішення для виробництва біогазу.

Цей посібник для девелоперів направлений на їх ознайомлення зі складністю і вимогами технологічних варіантів, приділяючи головну увагу ключовим питанням, пов'язаним із біогазовими проектами в Україні, при цьому не обов'язково детально охоплюючи усі існуючі технічні альтернативи. Зважаючи на значний потенціал України щодо залишків сільськогосподарського виробництва і відходів тваринництва, більш детально будуть розглянуті біогазові установки, які використовують ці відходи.

3.4.4.1 Джерело енергії – сировина

До типових субстратів, які можуть потенційно використовуватись у якості сировини для виробництва біогазу в Україні, відносяться:

- значний потенціал:
 - гною худоби завдяки великим фермам і, як результат, значним його обсягам на окремих підприємствах в Україні
 - енергетичних культур, тобто рослин, які вирощуються спеціально для виробництва енергії і мають високий вихід біогазу, таких як кукурудза, трава, злакові культури та інші
- крім того, потенціал:
 - сільськогосподарських залишків
 - відходи переробки харчових продуктів, наприклад, залишки цукрового буряку, відходи консервних фабрик або картопляного виробництва, відходи пивоварного виробництва, мезга та відходи скотобійні
 - барда від виробництва етанолу
 - відходи харчових продуктів з їдалень або ринків
 - промислова органічна стічна вода і шлам, наприклад, від целюлозно-паперової промисловості.

Сумісне анаеробне зброджування двох або більше субстратів часто є перевагою завдяки, наприклад, більшій стабільності анаеробного процесу, балансуванню живильних речовин і /або підвищенню виходу біогазу. Проте певні

субстрати перемішуються у певному співвідношенні, що зветься коферментацією.

Ключовим фактором успішної роботи біогазової установки є довгострокова наявність сировини, наприклад, субстрату(ів) певної якості в необхідних обсягах і за прийнятною ціною. Характеристики субстрату(ів), які передбачається використовувати в якості сировини для анаеробного зброджування, повинні бути відомі для оцінки здійснюваності проекту, вибору оптимальної технології та прогнозування виробництва біогазу. Що стосується сировини, необхідно розглянути і оцінити наступні аспекти:

- обсяг субстрату(ів):
оцінка наявного типу(ів) субстрату, загальний обсяг/обсяги, і сезонні коливання
- якість сировини:
 - ключові характеристики субстратів:
 - сухі тверді речовини (СТР)/вміст вологи [% маса вологи]:
важливі для визначення розмірів складських приміщень, прийняття рішення щодо технології анаеробного зброджування і об'єма реактора
 - летучі тверді речовини (ЛТР) (або органічна суха речовина) [% ЛТР/СТР]:
вирішальні для виробництва біогазу
 - подальші якісні характеристики субстрату:
 - складові лігніну, які не можуть бути зброджені анаеробним процесом
 - складові і продукти їх зброджування, які можуть несприятливо вплинути на процеси зброджування: домішки, інгібітори та забруднюючі речовини
 - альтернативне використання субстрату і структура його вартості, наприклад
 - пряме використання в якості добрива
 - корм для тварин
 - виробництво біопалив
 - вартість захоронення
 - відстані і витрати на транспортування
 - спеціальні вимоги до зберігання і технології, наприклад
 - виникнення запахів
 - сезонні коливання обсягів
 - відходи тваринного походження, які можуть містити патогенні мікроорганізми і потребувати санації або дезинфекції субстрату
 - визначення вимог до коферментації або можливості для:

- підвищення балансу живильних речовин і здатності розкладатися
- забезпечення або підвищення стійкості анаеробного процесу
- підвищення виробництва біогазу /зменшення об'єма ферментатора.

У залежності від типу субстрату, при плануванні біогазової установки можуть бути важливими такі характеристики:

- величина pH
- параметр, який характеризує баланс вмісту живильних речовин, наприклад, співвідношення C/N [%]
- вміст волокна [% обсягу сировини]
- до типових параметрів, які характеризують рідину (наприклад, стічну воду, воду від переробки харчових продуктів), замість ЛТР або ОСР відносяться:
 - хімічна потреба в кисні (ХПКз) (загальна) [мг/л]
 - біологічна потреба в кисні (БПК5) (п'ятий день) [мг/л]
 - загальний органічний вуглець (ЗОВ) [мг/л].
- У випадку рідин можуть бути важливими також інші характеристики, специфічні для субстрату і біогазової технології.

Дуже широко варіює не лише діапазон відповідних субстратів, але варіювання може існувати також в межах одного типу субстрату. Як приклад, діапазони типових характеристик різних типів гною наведені у таблиці нижче:

Характеристики субстрату	Гній худоби	Свинячий гній	Курячий послід
Сухі тверді речовини (СТР) [% маса води]	7 – 17	2.5 – 13	20 – 34
Летучі тверді речовини (ЛТР) [% ЛТР/СТР]	44 – 85	52 – 84	70 – 80
Вихід біогазу * ¹⁾ [л/кг ЛТР]	176 – 520	220 – 637	327 – 722

*1) мезофільне зброджування через 30 – 35 днів;

Таблиця 3-7: Відображення діапазону характеристик субстрату для гною /л/

Кількісні і якісні показники гною на одну голову худоби можуть варіюватись залежно від:

- віку і статі тварини
- типів годування

- типу господарства, від якого залежать:
 - різний вміст живильних залишків і/або соломи і гною
 - різний вміст води, яка утворюється в результаті очищення та можливих опадів
 - випаровування аміаку та води.

Стосовно гною домашньої худоби, а також інших субстратів, девелопер проєкту повинен також знати про наступне:

- потенційні контамінанти, які можуть попадати у ферментатор, такі як пісок, каміння, пір'я, волокна і незброджений корм.
- потенційні інгібітори, які можуть бути токсичними для мікроорганізмів і уповільнювати процес ферментації, такі як антибіотики, гербіциди, солі, важкі метали, дезінфікуючі і миючі засоби.

Моноферментація курячого посліду і іноді свинячого гною є зазвичай критичним процесом внаслідок високого вмісту аміаку в них, який також може уповільнити процес ферментації. Рідкий гній забезпечує досить низький вихід біогазу із-за високого вмісту води в ньому, і тому він часто ферментується разом з субстратами, які мають високий вихід біогазу, такими як енергетичні культури, або відходи переробки олійних культур.

Згідно зі статистичними даними Німеччини щодо біогазових установок, які працюють на сировині у вигляді енергетичних культур і/або гною, на більшості цих установок застосовується спільна ферментація енергетичних культур і гною. У Німеччині лише близько 15% установок працюють виключно на енергетичних культурах і менш ніж 10% використовують тільки гній.

Взагалі, при плануванні біогазової установки для будь-якого субстрату необхідно провести аналіз відібраних проб сировини для визначення сезонних коливань; у випадку використання гною, для урахування сезонних коливань у вирощуванні худоби та її годуванні.

3.4.4.2 Технології та технічні компоненти виробництва біогазу

Анаеробне зброджування – це спеціальна технологія, розроблена для органічної речовини, але її використання обмежене для деревинних органічних субстратів, оскільки лігноцелюлоза не може оброблятися із використанням анаеробних процесів. Технології анаеробного зброджування мають наступні переваги:

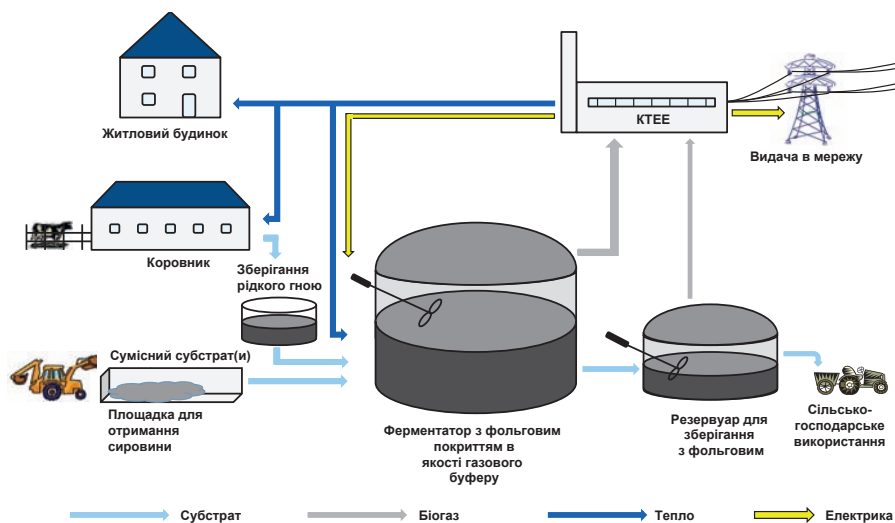
- виробництво відновлюваної енергії шляхом виробництва біогазу і зменшення викидів CO₂ ; прийнятні для постачання електроенергії в базовому режимі завдяки безперервній роботі
- низький рівень виділення запахів (повністю закриті системи зброджування, механічна обробка в залах) і низький загальний рівень викидів в навколишнє середовище
- компактні установки.

Для анаеробного зброджування відходів різні постачальники пропонують широкий діапазон технологій, які детально описані в параграфі **Ошибка! Источник ссылки не найден.** Основною частиною біогазової установки є анаеробний ферментатор (або реактор), і його робочий режим варіюється в дуже широкому діапазоні. Окрім того, всі компоненти, необхідні для роботи анаеробного ферментатора, підбираються відповідно до конкретної технології зброджування і робочого режиму. Як результат, баланси маси, енергетичні баланси і схема установки є специфічними для кожного постачальника.

Незалежно від цього, біогазова установка включає наступні основні компоненти:

- отримання (включаючи вимірювання) і зберігання сировини
- у деяких випадках попередня обробка, залежно від типу сировини
- анаеробний ферментатор (або реактор) з:
 - обладнанням для подачі сировини
 - обладнанням для перемішування
 - обладнанням для підігріву
- зберігання і використання біогазу
- приєднання до мережі
- насосне обладнання і трубопроводи для рідин і шлам
- у деяких випадках обладнання для транспортування твердих відходів, таке як конвеєрні стрічки і колісні навантажувачі
- обладнання для управління процесом
- зберігання, переробка та іноді подальша обробка зброженого продукту.

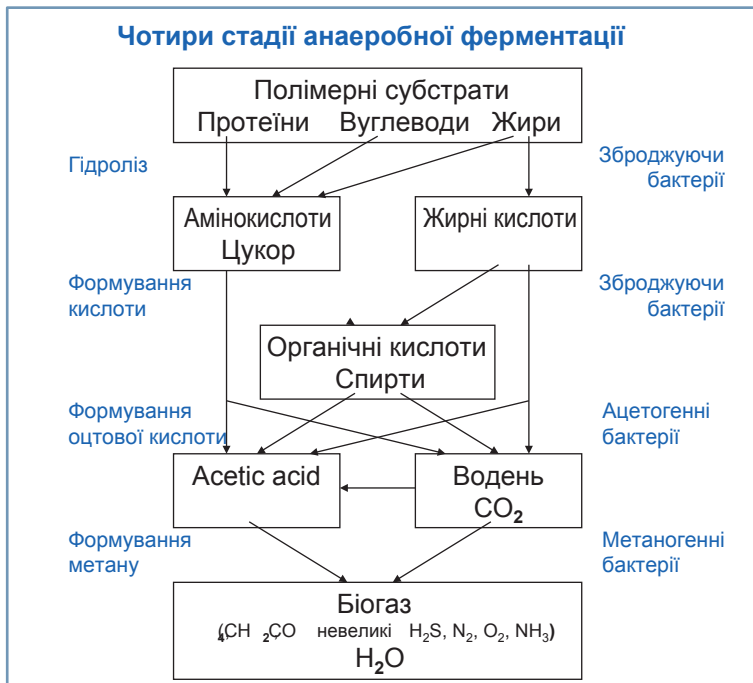
Загальний вигляд типової біогазової установки, в якій здійснюється сумісна ферментація різних сільськогосподарських субстратів, представлений на малюнку нижче.



Малюнок 3.21: Типова біогазова установка, що працює на сільськогосподарських відходах із сумісною ферментацією

Біохімічні принципи

Анаеробне біологічне перетворення субстратів здійснюється в чотири етапи, як це показано на Малюнок 0-18. Для забезпечення стабільності анаеробного процесу необхідно підтримувати баланс між декількома популяціями мікробів і проміжними продуктами розкладання. Це досягається правильно побудованими конструкцією і робочим процесом (більш детально питання стабільності та управління процесом розглянуті в параграфах 3.4.4.2.3 та 3.4.4.2.4).



Малюнок 3-22 Чотири етапи процесу анаеробної ферментації

У наступних параграфах представлені деякі деталі конструкції і роботи основних компонентів біогазової установки.

3.4.4.2.1 Отримання, зберігання і попередня обробка сировини

Для забезпечення безперебійного протікання процесу анаеробного зброджування біогазова установка повинна бути обладнана нижче описаними компонентами. Вимоги до цих компонентів так само, як і до ферментатора, залежать від типу субстрату(ів), про що йдеться нижче.

Отримання

Отримання включає відповідне вимірювання кількості доставленого субстрату(ів) шляхом його зважування (тверді субстрати), або методом вимірювання розходу (рідкі субстрати).

Крім того, повинен застосовуватись контроль якості сировини.

Зберігання

Об'єми сховищ повинні бути достатніми для забезпечення постійного завантаження ферментатора і балансування добових і сезонних коливань обсягів, якщо вони трапляються, для кожного субстрату. У залежності від субстратів, сховища включають в себе наступне:

- бак-сховище для рідин і шламу; вище або нижче рівня землі
- приймальний бункер для твердих субстратів
- майданчики для зберігання твердих субстратів; відкриті, криті, або закриті.

Попередня обробка

Іноді необхідні засоби попередньої обробки, які застосовуються для:

- видалення інертних і забруднюючих матеріалів
- розкладання, дроблення і/або перемішування різних субстратів, включаючи додавання води, якщо це необхідно, для забезпечення біонакопичення субстрату і постійного завантаження ферментатора. Рідкі субстрати можуть діяти як розчинники твердих субстратів.
- пастеризація: у випадку врахування гігієнічних стандартів (наприклад, при обробці відходів тваринного походження), відповідний субстрат підлягає попередній обробці шляхом пастеризації. Пастеризація субстрату може бути забезпечена нагріванням до 70°C протягом мінімум 60 хвилин. Як альтернатива, анаеробне зброджування при термофільній температурі (дивись параграф 3.4.4.2.2) може також забезпечити додержання гігієнічних вимог, встановлених для субстратів. Площадки для приймання субстрату і його попередньої обробки повинні бути роздільними.

Будівельні вимоги

Вимоги до будівель, які вміщують компоненти установки для отримання, зберігання і попередньої обробки сировини, залежать від загальних стандартів на викиди і специфічних для майданчика стандартів, особливо тих, що стосуються запахів.

3.4.4.2.2 Анаеробне зброджування

Анаеробні технології широко відрізняються з точки зору загальних параметрів процесу, робочих режимів і типів ферментаторів, кожен із яких має свої індивідуальні переваги і недоліки, але жоден з них не був визнаний як технологічний лідер. Характеристики субстрату також впливають на вибір анаеробної технології.

Типи ферментаторів

Різні типи ферментаторів (або реакторів) можуть бути класифіковані відповідно до типів їх конструкції, а саме:

- реактор вертикальної або горизонтальної конструкції
- реактор, виготовлений із бетону або сталі
- реактор, побудований вище або нижче поверхні землі
- спеціальні типи реакторів для стічної води описані в цьому параграфі.

Вимоги до теплоізоляції реакторів залежать від типу конструкції ферментаторів і систем підігріву.

На малюнку нижче показана типова система вертикального ферментатора на відходах сільського господарства з інтегрованим за допомогою мембранної крівлі газосховищем.



Малюнок 3-23: Типова система вертикального ферментатора на відходах сільського господарства

Відмінності процесу

На нижченаведеному малюнку показані відмінності між процесами різних технологій анаеробного зброджування. Різні постачальники біогазових установок пропонують різні технології, але в більшості випадків вони мають більше, ніж одну технологію в своєму портфелі. Девелопер проекту повинен знати, на що посилається постачальник, коли йдеться про технології і субстрати.

Температура	Вміст води	Режим роботи	Етапи
• Психрофільна • < 20°C • не застосовується в техніці • Мезофільна • 20°-40° • (вар. 35°) • Висока стабільність • Довгий час удержання • Термофільна • 50°-60° • Чутливий процес • Менший реактор • Дезинфекція	• Відсутній чіткий поріг • Сухий >20 % СТР • Мокрий < 15% СТР • Мокрий процес з більшим досвідом	• Режим подавання • Порціями: єдине технічне використання в перколяційному процесі • Напівбезперервне • Безперервне • Режим переміщення • Механічний • Гідравлічний • Пневматичний • Перколяційний • Режим підігріву • Зовнішній підігрів субстрату • Внутрішній теплообмінник в ферментаторі	• Один етап • Гідроліз і утворення метану в одному реакторі • Другий етап • Гідроліз і утворення метану в двох реакторах • Краще регулювання умов реакції • Більше обладнання

Малюнок3-24: Відмінності процесів різних технологій анаеробного зброджування

Температура

У залежності від діапазону робочих температур, процеси анаеробної ферментації можуть бути розподілені наступним чином:

- психрофільний температурний діапазон нижче 20°C, наприклад, на звалищах; не використовується у промисловому масштабі;
- мезофільний температурний діапазон між 20°C і 40°C із оптимальним вікном від 35°C до 37°C:
більш високі рівні стабільності процесу, але довший час реакції ніж у термофільних процесах;
- термофільний температурний діапазон між 50°C і 60°C:

у порівнянні з мезофільним процесом скорочений час реакції, менші об'єми реактора та дезинфекція матеріалу, але процес є більш чутливим до коливань.

Вміст води

Для біологічного анаеробного розпаду органічного матеріалу завжди необхідна наявність певного вмісту води. Необхідно забезпечити мінімальний вміст води, приблизно, 60%, для того, щоб анаеробне зброджування протікало належним чином. Не існує загальної межі між термінами «мокра» і «суха» анаеробна ферментація. Як правило, вони відрізняються залежно від загального вмісту твердих речовин наступним чином:

- мокрий спосіб анаеробного зброджування з вмістом сухої речовини менше ніж 15%
- сухий спосіб анаеробного зброджування зі вмістом сухої речовини більше ніж 20%.

На більшості працюючих біогазових установок використовується мокрий спосіб ферментації, коли тверді субстрати спільно ферментуються у певних межах. Відповідним чином, сухий спосіб ферментації використовується у певних межах щодо окремих твердих субстратів, наприклад, фракцій органічних побутових відходів, або енергетичних культур.

Режим роботи

Значні відмінності в режимах роботи можуть стосуватись:

- подавання субстрату/завантаження ферментатора
- нагрівання субстрату
- перемішування/гомогенізації субстрату,

що більш детально розглянуто нижче:

Завантаження

Для завантаження субстрату в ферментатор застосовуються наступні робочі режими:

- порційний процес: переривчастий; технічне використання тільки у відношенні до твердих субстратів у перколяційній системі
- напівбезперервний процес
- безперервний процес.

Завантажувальні пристрої відрізняються залежно від консистенції субстрату:

- Рідкі або шламові субстрати можуть закачуватись зі сховища або з баку первинної обробки/перемішування, або завантажуватись безпосередньо у ферментатор.
- Тверді субстрати завантажуються у ферментатор через приймальний бункер, або як сумісний субстрат – у перемішувачий бак, або безпосередньо в:
 - подаючий трубопровід ферментатора
 - безпосереднє бокове завантаження ферментатора, якщо останній обладнаний мембранною кришкою для зберігання біогазу
 - безпосереднє завантаження ферментатора зверху, якщо останній обладнаний бетонною кришкою.

Нагрівання

Процес анаеробного зброджування вимагає вищенаведених ідеальних температурних умов. Це забезпечується нагріванням субстрату і ізоляцією ферментатора.

Застосовуються такі методи нагрівання як, наприклад, нагрівачі занурені, через які протікає гаряча вода (внутрішні теплообмінники), обігрівачі, вмонтовані в стінку баку, домішування гарячої води або пари, або закачування субстрату через зовнішні теплообмінники.

Необхідне тепло зазвичай отримується завдяки використанню біогазу.

Перемішування

- Рідкий субстрат і шлам
Зазвичай зброджування гною, каналізаційного шламу та інших органічних відходів вимагає повного перемішування речовин, завантажених у реактор, механічним, пневматичним або гідравлічним способом.
- **Тверді субстрати**
Для відходів сільськогосподарського виробництва, біологічних побутових твердих відходів і інших субстратів із високим вмістом твердих речовин можуть використовуватись наступні типи реакторів:
 - вертикальний реактор із пульсуючим потоком, без перемішування або з перемішуванням із перервами
 - горизонтальний реактор із пульсуючим потоком із горизонтальним веслом для перемішування
 - реактор перколяційного типу, який також зветься «гаражним реактором», не потребує перемішування, але вимагає тривалого часу витримування і

забезпечує менший вихід біогазу.

• **Стічні води з підвищеним вмістом органічних речовин**

Особлива увага повинна приділятися типам реакторів, призначених для стічних вод із високим вмістом органічних речовин. Нижче приведені типи реакторів, які були спеціально розроблені для стічних вод для забезпечення достатньої площі контакту між мікроорганізмами і субстратом, а також концентрації та утримання мікроорганізмів у ферментаторі:

- Процес UASB (анаеробний шар осаду у висхідному потоці),
- РГШП (EGSB) (розширений гранульований шламовий пласт),
- Система АК (анаеробний контакт),
- АФ (анаеробний фільтр) /реактор зі стаціонарним пластом,
- Комбінація різних систем реакторів (анаеробний/анаеробний, аеробний/анаеробний).

Кількість етапів процесу

При технічному здійсненні анаеробної ферментації за один етап, всі чотири етапи розпаду, описані в параграфі, будуть протікати паралельно всередині ферментатора із їх обов'язковим збалансуванням, з метою забезпечення загальної стабільності процесу.

Деякі постачальники здійснюють процес у два етапи, при цьому перший етап фокусується на гідролізі, а другий на утворенні метану, коли умови можуть бути більш точно забезпечені: наприклад, оптимальна величина pH для кислотної фази складає від 5,2 до 6,3, а для метанової фази від 6,8 до 7,2. Двоетапні процеси направлені на підвищення ступеню перетворення та виходу біогазу і зменшення об'ємів реактора. Проте одноетапні процеси вимагають менше обладнання.

Використання технологій зброджування відповідно до статистичних даних Німеччини /2/

У 2009 році FNR (Агентство з відновлюваних ресурсів) за фінансування Федерального міністерства продовольства, сільського господарства і захисту споживачів зібрало і оцінило дані 61 біогазової установки Німеччини, що працюють на відходах сільськогосподарського виробництва. Порівняння даних показало, що найбільш широко застосовуються наступні технології:

- > 90% установок використовують вертикальний реактор(и) для зброджування,
- 86% використовують процеси в мезофільному діапазоні температур,
- 88% використовують мокрий спосіб анаеробного зброджування,
- 62% використовують двоетапні процеси,

- > 95% обладнані перемішувачим пристроєм

3.4.4.2.3 Стабільність процесу

Вимоги до роботи біогазової установки необхідно враховувати ще на етапі проектування. Нижче наведені ключові фактори, які можуть мати несприятливий вплив на стабільність процесу і, як результат, на виробництво газу:

- впливи, пов'язані із завантаженням субстрату(ів):
 - надлишкове окислення внаслідок неправильної композиції субстрату: загалом викликається надлишком субстрату, який легко розкладається, або азотних інгібіторів у речовинах із високим рівнем азоту.
 - надлишкове постачання поживних речовин, наприклад, занадто високе об'ємне навантаження
 - недостатнє постачання поживних речовин, наприклад, занадто мало субстрату
 - температура субстрату в ферментаторі: необхідно підтримувати масимально точною за допомогою термостатного регулювання; надмірні й особливо різкі коливання температури недопустимі; не повинні також додаватись холодні субстрати у великих кількостях.
- Забезпечення достатньої площі контакту між мікроорганізмами та субстратами шляхом перемішування і тривалості витримки мікроорганізмів у ферментаторі в залежності від системи ферментатора.
- Належне екстрагування шлам: регулярне і в правильних обсягах, уникаючи утворення піни на поверхні; забезпечення умов для виходу біогазу, наприклад, шляхом частого перемішування.
- Рівномірне завантаження субстрату: запобігайте закупорюванням на вході і виході; здійснюйте будь-які зміни у композиції субстрату повільно і поетапно, наприклад, у випадках, коли відбулися значні зміни у кормі для тварин; уникайте високих концентрацій інгібіторів.
- Запобігайте закупорюванням і утворенню осаду (Ca, Mg) в баках, насосах і трубопроводах.
- Очищення газу: захищайте газовий двигун від корозії та пошкодження шляхом уловлювання сірководню (залежно від субстрату) і висушування біогазу шляхом видалення конденсованої води (залежно від субстрату), а також аміаку, часток і інших небажаних складових біогазу.

У зв'язку зі складністю анаеробного процесу, експлуатацію біогазової установки повинен здійснювати досвідчений персонал.

3.4.4.2.4 Контроль процесу

На етапі експлуатації необхідний адекватний контроль процесу для забезпечення і оптимізації стабільності анаеробного процесу і, як результат, виробництва біогазу, та запобігання уповільненню або зриву процесу виробництва біогазу. У випадку зриву процесу виробництва біогазу можуть знадобитись тижні для відновлення стабільності процесу із серйозними наслідками для рентабельності біогазової установки.

Кожний ферментатор поводить себе по різному. Це викликано тим фактом, що на практиці склад типів мікроорганізмів у поєднанні з буферним об'ємом ферментатора, оснований на субстраті та ступені його розпаду, буде різним. Тому анаеробний процес необхідно контролювати і здійснювати належним чином для забезпечення безперервного очікуваного виходу біогазу.

До основних параметрів процесу, які потребують контролю, відносяться:

- робоча температура в ферментаторі
- величина pH в ферментаторі: не використовується як окремий параметр для субстратів з високою здатністю до буферизації, як, наприклад, гній рогатої худоби
- леткі жирні кислоти (ЛЖК)/здатність до буферизації: у більшості випадків ЛЖК акумулюються в ферментаторі, якщо процес анаеробного зброджування стає нестабільним, але це не обов'язково приводить до падіння величини pH завдяки буферній ємності ферментатора. Внаслідок цього процес може бути сильно уповільнений, хоча значного зменшення величини pH спостерігатися не буде.
- кількість виробленого біогазу
- вміст метану в виробленому біогазі
- інші компоненти біогазу (H_2S , O_2)
- рівень заповнення ферментатора
- кількість завантаженого субстрату та вивантаженої збродженої маси та вміст в них сухих твердих речовин (СТР) [% завантаження] і летких твердих речовин (ЛТР) (які також називаються органічною сухою речовиною (оСР)) [% ЛТР/СТР] і наступні розрахунки:
 - навантаження реактора в кг ЛТР/м³, [день] або для рідин у ХПК/м³, [день]
 - час витримування субстрату [день].

Повинен також застосовуватись контроль якості сировини.

3.4.4.2.5 Зброджена маса

Головними продуктами анаеробного зброджування є:

- біогаз і, як наслідок, енергія
- зброджена маса (тверді частки, шлам і/або рідина).

Обсяги і якості головних продуктів анаеробного зброджування залежать від сировини і технологічних параметрів.

Це відрізняє виробництво енергії з використанням біомаси / біогазу від інших технологій виробництва енергії з відновлюваних джерел, завдяки яким отримується тільки енергія.

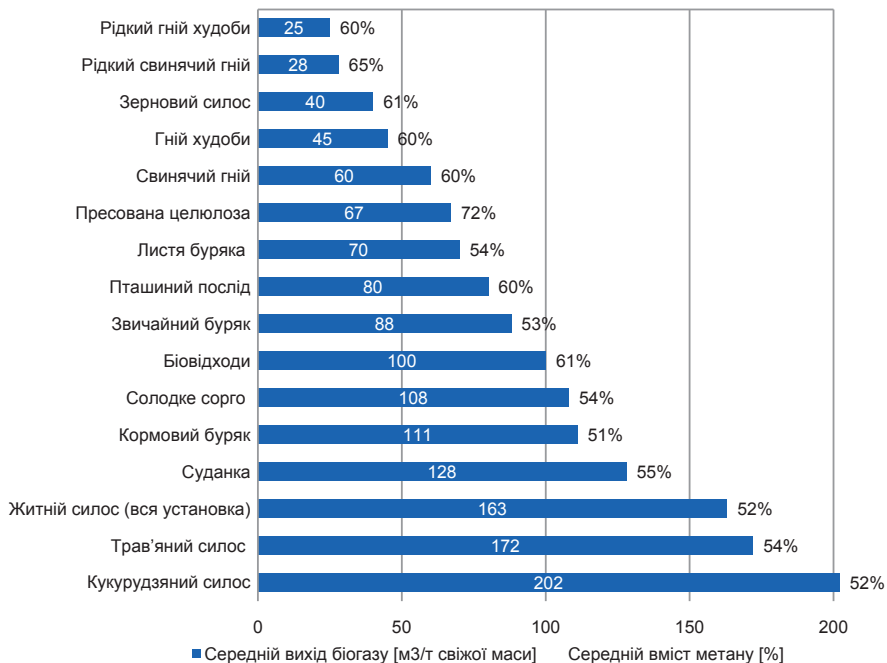
Навіть після ферментації субстрату, залишки цього процесу (зброджена маса) мають органічні складові, тому вони мають якості добрив. Завдяки ферментації поліпшуються якість добрив з огляду на запах, сумісність з культурами, гомогенізації, зниження вмісту патогенних мікроорганізмів і зниження здатності до проростання насіння бур'янів.

Вимоги до зберігання і переробки збродженої маси залежать від:

- вимог до отримання дозволів, пов'язаних зі зниженням викидів (запах, CH_4 , N_2O), особливо при закритті сховища збродженої маси і перероблюючих потужностей та уловлюванні біогазу, який продовжує виділятися
- вимог до подання заявок на використання в якості добрива, які залежать від вимог користувача, наприклад:
 - необхідні потужності для зберігання
 - збезводнювання
 - розділення збродженої маси на рідкі і тверді компоненти
 - пряме використання твердої збродженої маси або подальша обробка збродженої маси в процесі аеробного компостування
 - альтернативи для використання рідкої збродженої маси
 - повторне завантаження для розбавлення субстрату, якщо це необхідно, і для зменшення можливої небажаної концентрації інгібіторів в залежності від субстрату
 - рідке добриво
 - надлишкові обсяги, які підлягають утилізації як стічні води.

3.4.4.3 Вихід біогазу

Вихід і склад біогазу залежать від природи і складу застосованого субстрату, а також розрахункових параметрів біогазової установки. Як правило, жири мають вищий вихід газу і концентрації метану, ніж вуглеводи і протеїни. Типові діапазони виходу біогазу для різних типів гною домашньої худоби представлені в параграфі 3.4.4.1. Приклади середнього виходу біогазу і середнього вмісту метану при зброджуванні субстратів із відходів сільськогосподарського виробництва представлені на нижченаведеному малюнку, оснований на публікаціях Агентства з відновлюваних ресурсів Німеччини (FNR). Як проілюстровано в параграфі 3.4.4.1 для гною, тут представлені діапазони практично для кожної групи субстратів.



Малюнок 3-25: Приклади середнього виходу біогазу при застосуванні субстратів із відходів сільськогосподарського виробництва
Джерело: FNR (Агентство з відновлюваних ресурсів Німеччини) /3/

Крім того, в залежності від субстрату, склад біогазу має різні концентрації метану, двоокису вуглецю і сірководню, які знаходяться у такому приблизному діапазоні:

Метан (CH ₄)	45 – 75 об. %
Двоокис вуглецю (CO ₂)	25 – 55 об. %
Сірководень (H ₂ S)	0 – 5 об. %
Кисень (O ₂)	0 – 2 об. %
Азот (N ₂) / Аміак (NH ₃)	0 – 7 об. %
Водень (H ₂)	0 – 5 об. %
Монооксид вуглецю (CO)	0 – 2 об. %

Вміст кисню і азоту свідчать про те, що реактор не є герметичним, або що вони потрапили до нього разом із субстратом. Присутність водню та монооксиду вуглецю свідчить про відхилення від нормального процесу ферментації. Вони являють собою нормальні метаболіти зброджування, і якщо ферментація проходить належним чином, вони будуть виявлені в біогазі тільки в дуже незначних кількостях.

3.4.4.4 Виробництво енергії

Біогаз може використовуватись для виробництва електроенергії і/або тепла; якість біогазу може доводитись до показників природного газу для його подальшого закачування в мережу природного газу і виробництва газоподібного біопалива (біометану). Біогазові проекти USELF стосуються виробництва електроенергії.

Для уловлювання і перетворення біогазу в енергію необхідні наступні компоненти:

- зберігання біогазу для буферних коливань в його виробництві:
 - типи зберігання під низьким тиском
 - інтегровані газгольders округлої форми у верхній частині ферментатора з однією або двома захисними кришками
 - зовнішні газгольders округлої форми в будівлі або зовні, оснащені подвійною захисною кришкою
 - зовнішні газгольders, що працюють під тиском, є економічно доцільними для біогазових установок з великим обсягом виробництва; вони рідко застосовуються в біогазових установках, що працюють на відходах сільськогосподарського виробництва

- обробка біогазу шляхом видалення конденсату і часток і, у залежності від субстрату, десульфуризації для захисту блоку виробництва енергії від корозії. Сірководень утворюється внаслідок розпаду протеїнових сполук, які містять сірку, або відновленню сполук окисленої сірки. Для десульфуризації застосовуються наступні процеси:
 - внутрішня десульфуризація в ферментаторі шляхом додавання невеликої кількості повітря. Відповідно до статистичних даних, які стосуються німецьких біогазових установок /2/, внутрішня десульфуризація є достатньою для 90% установок.
 - зовнішнє мікробне окислення
 - адсорбційний каталіз
 - очищення оксидативного газу
 - хемосорбція.
- Виробництво електроенергії за допомогою газового двигуна або газового дизеля з пусковим вприскуванням, як це використовується в більшості технологій. Використовуються також газові мікро-турбіни, але з меншим електричним ККД і обмеженим досвідом використання; також використовуються паливні елементи з метою досягнення більш високого виробництва електроенергії, хоча поки що вони знаходяться на стадії розвитку.
- Виробництво електроенергії поєднується з максимальним використанням відпрацьованого тепла на майданчику або поблизу від нього (комбінована установка для виробництва тепла і електроенергії (КВТЕ)).
- Біогазовий факел для допоміжних цілей.

На малюнку нижче наведений загальний огляд переваг типових установок КВТЕ, тобто газового дизеля з пусковим вприскуванням у порівнянні з газовими чотиритактними карбюраторними двигунами.

Переваги установок для комбінованого виробництва тепла й електроенергії	
Газовим двигуном з пусковим вприскуванням	Газовим чотиритактним карбюраторним двигуном
• Нахчі капітальні витрати • Використання стандартних двигунів • Вміст біогазу можливий нижче 45% • Електричний ККД 30 – 40 %, також для малих установок (< 300 кВт)	• Нижчі викиди • Нижчі вимоги до технічного обслуговування • Існують великі установки (< 1 МВт) • Довший строк служби (65000 г проти 35000 г) • Додаткове паливо не потрібне

Малюнок 3-26: Порівняння установок КВТЕ з газовим дизелем з пусковим вприскуванням або газовим чотиритактним карбюраторним двигуном

Головні розрахункові параметри КВТЕ включають:

- електричний ККД 30 – 40 %,
 проте малі газові чотиритактні
 карбюраторні двигуни (біля < 300 кВт)
 мають нижчий ККД,
- тепловий ККД 35 – 60 %,
- робоча готовність 7500 – 8000 г/р.

Згідно до статистичних даних Німеччини, які відносяться до біогазових установок, у 66 % установок кількість робочих часів досягла величини 8000, необов'язково при повному навантаженні. Більше 8000 годин при повному навантаженні пропрацювали 40% установок, але з іншого боку, 50 % установок не змогли пропрацювати при повному навантаженні 7500 годин /2/. У зв'язку з цим рекомендується обережно підходити до визначення робочої готовності установки КВТЕ для виробництва біогазу при складанні бізнес-плану.

3.4.4.5 Виробництво енергії

Виробництво енергії біогазовою установкою визначається виходом біогазу і вмістом метану в ньому (**дивись параграф Ошибка! Источник ссылки не найден.**), а також енергетичною ефективністю агрегату виробництва електроенергії (**дивись параграф Ошибка! Источник ссылки не найден.**).

3.4.4.6 Конструкційні і технічні характеристики

Основні конструкційні і технічні характеристики включають:

- кількість і якість субстратів і збродженої маси (щодо параметра **дивись параграф 0**) і ступінь розпаду [% ЛТР],
- навантаження реактору
 - для твердих речовин в кг ЛТР/м³ [день],
 - для субстратів із відходів сільського господарства цей показник знаходиться в межах від 2 до 4 кг ЛТР/м³,[день],
 - для рідин в кг ХПК/м³,[день],
 - для шламу може бути застосований один з цих параметрів, залежно від його консистенції,
- час гідравлічного витримування субстрату усередині ферментатора [день], який залежить від здатності субстрату розщеплюватись і температури

- зброджування; типовий час витримування для гною домашньої худоби варіюється між 20 і 50 днями,
- розрахунковий вміст води у ферментаторі,
 - ферментатор(и): кількість, габарити, загальний і корисний обсяги [м³], які визначаються навантаженням реактора і часом витримування,
 - вихід біогазу [м³] на м³ об'єму реактора, як правило: короткий час витримування призводить до відносно високого виходу біогазу на м³ об'єму реактора, але низькому виходу біогазу на м³ або т субстрату,
 - вихід біогазу [м³]
 - на об'єм або тону субстрату,
 - на годину,
 - на рік,
 - виробництво енергії
 - одиниця потужності двигуна [кВт або МВт],
 - робоча готовність (робочі часи) [г/р],
 - ККД [%], якщо виробляються електрика і тепло:
 - електричний ККД [%],
 - загальний ККД [%],
 - енергетичний вихід [кВт], електричний і тепловий
 - на м³ біогазу,
 - на годину,
 - на рік,
 - споживання електроенергії і тепла біогазовою установкою [кВт-г/р],
 - інтенсивність викидів.

На основі розрахункових параметрів визначаються також загальна маса і енергетичний баланс, які використовуються як вхідні дані для фінансової моделі.

3.4.4.7 Індикатори витрат

У нижченаведених параграфах приведені діапазони інвестицій і витрат на експлуатацію і технічне обслуговування, а також перелік витрат, які будуть необхідні для розробки проекту.

3.4.4.7.1 Капітальні витрати

Вище був наведений широкий діапазон субстратів і біогазових технологій, отже і інвестиційні витрати, пов'язані з біогазовими установками, також мають дуже широкий діапазон.

Індикативні інвестиційні витрати, пов'язані з усією біогазовою установкою, можуть бути оцінені з використанням наступних діапазонів, отриманих на основі німецьких установок, які працюють на субстратах із відходів сільсько-го господарства:

- 250 – 900 євро/м³ об'єму ферментатора, або альтернативно
- 2000 – 6000 євро/кВт установленої потужності

Інвестиційні витрати тільки для установок КВТЕ, які зазвичай не купуються на місцевому ринку, знаходяться в межах від:

- 500 – 800 євро/кВтел для газових двигунів (вище 300 кВтел)
- 400 – 750 євро/кВтел для газових дизелів з пусковим вприскуванням (вище 100 кВтел)

Загальні капітальні витрати повинні покривати наступні статті:

- земля
- будівельні роботи, включаючи інфраструктуру
- механічні компоненти (подробіці дивись у параграфі)
- електричні компоненти і контроль процесу
- приєднання до мережі і можливе розподілення тепла
- транспортні засоби
- проектування.

Важливим фактором є додавання до капітальних витрат непередбачених витрат для покриття інших і непередбачених витрат. Залежно від етапу планування, непередбачені витрати відображають хід здійснення проектів і, таким чином, точність зроблених оцінок витрат. У якості індикативних цифр можуть бути застосовані наступні непередбачені витрати у % від капітальних витрат:

- етап попереднього ТЕО: 15 – 20%
- етап ТЕО: 10 – 15%
- етап проектування: 5 – 10%

3.4.4.7.2 Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування

Річні витрати на експлуатацію і технічне обслуговування включають наступні компоненти з індикативними діапазонами:

- технічне обслуговування і ремонт: близько 2–4% інвестиційних витрат
- страхування та адміністрування: приблизно, 1% інвестиційних витрат або більше залежно від розподілення ризику відповідно до страховки
- споживання енергії:
 - електроенергія: 5–10% виробленої електроенергії залежно від технології і виходу біогазу
 - тепло: 200–500 кВт·г/р на м³ корисного об'єму ферментатора
- інші витратні матеріали:
 - живильна вода залежно від субстрату і технології
 - пускове паливо у випадку КВТЕ з газовим дизелем з пусковим вприскуванням
- витрати на персонал залежно від розміру установки, кількості субстратів і рівня автоматизації: як мінімум, 3-7 робочих годин на кВтел, можна підрахувати за рік.
- вартість утилізації:
 - зброджена маса:
 - кількість повинна бути розрахована за допомогою балансу маси залежно від субстрату і розрахункових параметрів
 - питомі витрати: широко різняться залежно від вмісту живильної речовини, прийнятністю для фермерів і вимог до переробки і розподілення. Навіть у випадку використання збродженої маси як добрива, можуть виникнути додаткові витрати, пов'язані з розподіленням.
 - стічна вода: може виникнути необхідність у скиданні надлишкової кількості технічної води, якщо її не можна використати як добриво.

Необхідно приймати до уваги витрати, пов'язані з субстратом(ами). Ці витрати значно відрізняються залежно від субстрату і відстані його транспортування.

3.4.5 Розробка та здійснення біогазових проектів

3.4.5.1 Критичні фактори успіху

Для економної експлуатації біогазової установки повинні бути забезпечені наступні фактори ще на етапі розробки проекту:

- забезпечення надходження сировини у відповідних обсягах і необхідної якості (а також ціни з надійним індексуванням у випадку закупівлі сировини); у ідеальному випадку власного виробництва, або як альтернатива – постачання біомаси за довгостроковим контрактом

- передова технологія, яка зарекомендувала себе для даної сировини
- доступ до мережі
- забезпечення відбору збродженої маси
- досвід експлуатації і технічного обслуговування з обраними сировиною і технологією; у зв'язку з тим, що технічні характеристики існуючих біогазових установок на практиці значно відрізняються, рекомендується відвідати аналогічні працюючі установки.
- місце розташування: належні умови майданчика з урахуванням таких економічних і екологічних факторів як:
- близькість і легкість доступу до мережі, достатня пропускна здатність існуючих ЛЕП
- близькість джерел(а) сировини і місць утилізації збродженої маси.

3.4.5.2 Огляд етапів проекту

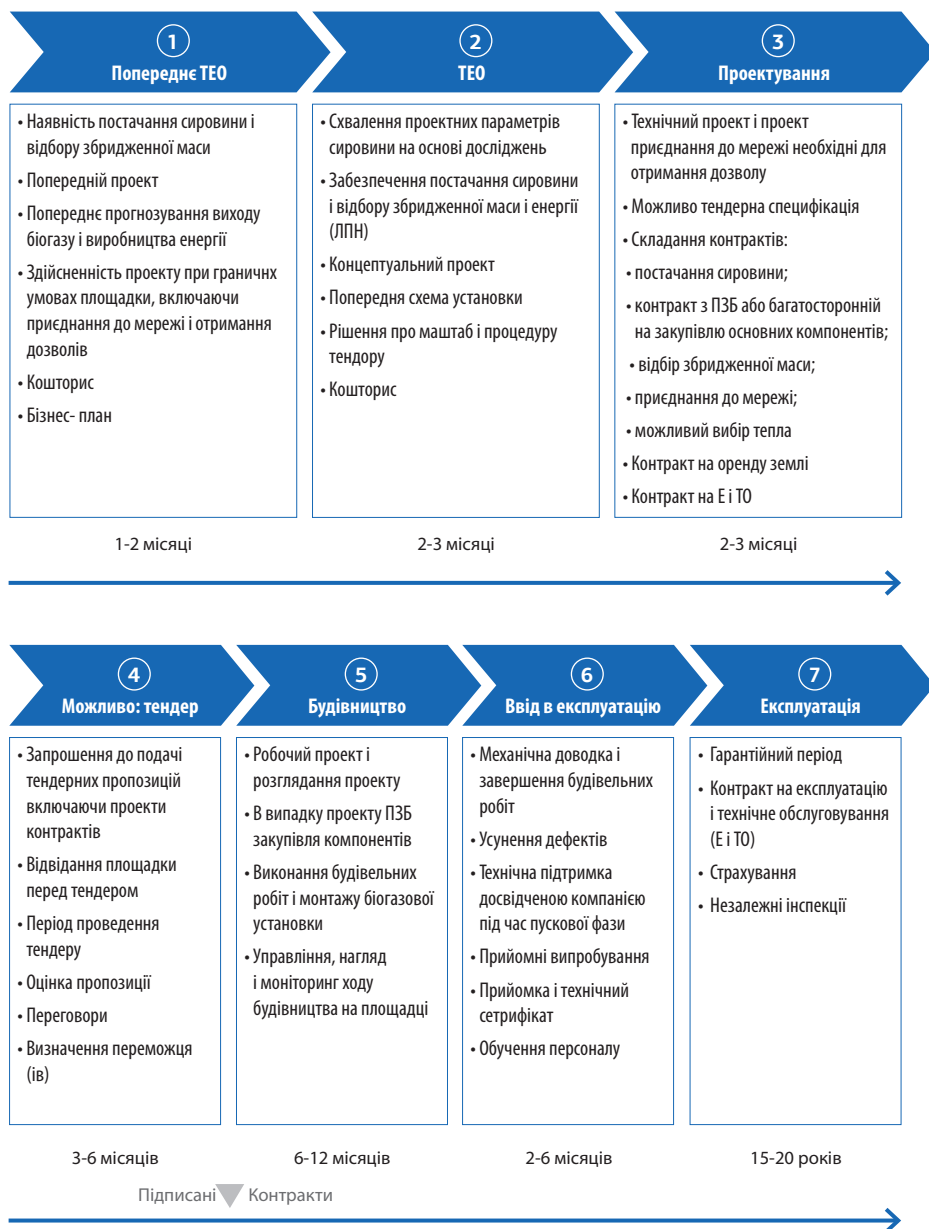
Типовий процес розробки і будівництва біогазової установки розподіляється на наступні етапи:

1. Попереднє техніко-економічне обґрунтування (ТЕО)
8. ТЕО
9. Проектування
10. Можливий варіант: проведення тендеру
11. Будівництво
12. Введення в експлуатацію
13. Експлуатація

На нижченаведеному малюнку відображені етапи проекту та їх головні аспекти, які більш детально описані у наступних параграфах.

Можливе часткове дублювання етапів проекту залежно від пріоритетів девелопера

Планування етапів попереднього ТЕО, ТЕО і проектної фази, а також можливе проведення тендеру зазвичай проводяться безпосередньо девелопером проекту або кваліфікованим консультантом від імені девелопера проекту.



Малюнок 3-27: Етапи розробки і здійснення біогазових проектів

3.4.5.3 Попереднє ТЕО

Задачею попереднього ТЕО є оцінка наявності постачання сировини та можливості продажу або використання зброженої маси і, можливо, тепла як одного з кінцевих продуктів біогазової установки, у той час як використання електроенергії є головним та передбачене законом. Здійснюваність проекту необхідно аналізувати з урахуванням реальних умов проектного майданчика. Попереднє ТЕО повинно включати наступні пункти:

- попередній проект, включаючи:
 - обсяги сировини і джерело(а) її постачання,
 - якість сировини, основана на існуючих і літературних даних
 - розмір установки і попередній технологічний проект
 - попередня блок-схема проекту
 - оцінка виходу біогазу, встановленої потужності та виробництва електроенергії
 - попередній баланс маси і енергії,
- детальний аналіз умов майданчика
 - розмір майданчика у порівнянні з площею, необхідною для біогазової установки
 - інфраструктура (дорога, вода, електромережа, тепло)
 - відстані транспортування сировини та зброженої маси
 - відстань до житлових районів
- вимоги приєднання до мережі і вартість такого приєднання повинні бути проаналізовані для умов майданчика
- якщо тепло може бути використане на майданчику або поблизу від нього, необхідно підготувати попередній проект і кошторис постачання тепла
- отримання дозволів: процедура, технічні вимоги і документація, необхідні для отримання дозволу на будівництво біогазової установки повинні бути підтверджені шляхом консультацій з місцевими органами влади на ранній стадії проекту. Технічні вимоги до отримання дозволів включають:
 - будівельні вимоги
 - вимоги до охорони здоров'я і техніки безпеки
 - вимоги до викидів.
 - санітарні вимоги залежно від типу субстрату
- кошторис, включаючи:
 - інвестиційні витрати
 - витрати, пов'язані з експлуатацією і технічним обслуговуванням
- оцінка прибутків для фінансового аналізу
- графік здійснення проекту
- попередній бізнес-план.

3.4.5.4 Техніко-економічне обґрунтування

На етапі ТЕО перевіряються характеристики субстрату та оптимізується план біогазової установки на рівні розробки концепції проекту з метою більш точного прогнозування виходу біогазу і виробництва електроенергії та оцінки витрат і прибутків як вхідних даних для фінансової моделі. Конкретно, ТЕО включає наступні пункти:

- перевірка характеристик сировини шляхом проведення досліджень (лабораторні аналізи складу субстрату і теоретичного виходу біогазу для запланованого субстрату або суміші субстратів), якщо відсутні достатні дані для конкретного субстрату(ів), передбаченого для використання в якості сировини
- концепція проекту, яка відображає розрахункові дані і робочі характеристики біогазової установки, включаючи:
 - запаси сировини
 - розмір установки
 - дані технологічного проекту
 - блок-схема процесу
 - прогноз виходу біогазу
 - прогноз виробництва електроенергії
 - вимоги споживача і сезонні потреби в теплі, якщо планується постачання тепла
 - перевірений баланс між масою і енергією
- ЛПН (лист про наміри) на постачання сировини і використання збродженої маси (включаючи обсяги, якість і ціни з індексацією, якщо це необхідно)
- проект контракту на оренду землі
- детальний аналіз умов майданчика
- попередня схема установки
- перевірка/в'яснення вимог до отримання дозволів
- уточнений графік здійснення проекту
- фінансове моделювання, включаючи витрати/прибутки для сировини, збродженої маси і енергії.

Відносно подальшої процедури укладення контрактів, необхідно прийняти рішення щодо наступних аспектів:

- прийняття рішення відносно укладення **контракту з ПЗБ- підрядником або багатостороннього контракта/тендеру** з урахуванням наступних аспектів:

- ПЗБ-контракт під ключ:
 - ПЗБ-підрядник приймає на себе відповідальність за виконання будівельних і електричних робіт.
 - Це залежить від бажань виробників, хоча цьому варіанту і рішення не завжди віддається перевага, тому що рішення укладення ПЗБ-контракту зменшує вибір можливих постачальників.
 - Включає високі накладні витрати.
 - Більш високі штрафи за невиконання умов і більш низькі непередбачені витрати
 - Банки віддають такому виду контрактів перевагу, тому що з ними пов'язано менше границь розподілу й існує чітке розподілення ризику.
- Багатосторонній контракт включає зазвичай 2-3 види робіт і, таким чином, контрактів:
 - Компоненти для всієї установки для виробництва біогазу (зберігання і постачання сировини, ферментатор, включаючи зберігання біогазу, відбір і зберігання зброженої маси) не потрібно розділяти. Будівництво, агрегат для виробництва електроенергії і електричне обладнання можуть бути відокремлені. Баланс установки також може бути окремим.
 - Якість і вартість обладнання можуть бути оптимізовані девелопером.
 - Штрафи відносяться до вартості одного компоненту, навіть якщо це вплинуло на всю установку.
- рішення про укладення **прямого контракту або проведення тендеру**. Існує також можливість проведення тендеру на частину необхідних компонентів, а інші частини можуть бути закуплені напряму, але взаємозв'язок має бути добре продуманим і мати кваліфіковану технічну підтримку. Якщо власної кваліфікації недостатньо, необхідно укласти контракт на відповідні консультаційні послуги.
- рішення про загальну структуру і процедуру проведення тендеру, якщо необхідно провести тендер на біогазову установку або її частини.

3.4.5.5 Проект

У випадку оголошення тендеру на проект, конструкція біогазової установки повинна бути детально розроблена настільки, наскільки це необхідно для тендерної специфікації, у залежності від масштабу і процедури тендеру.

Якщо тендер на проект проводиться не буде, біогазова установка повинна бути запроектована відповідно до отриманих дозволів і контрактних специфікацій (технічне рішення постачальника). Конкретно, етап проектування включає:

- тендерний проект, або проект і специфікації девелопера проекту (постачальника),
- оптимізацію проекту з урахуванням вимог до отримання дозволів і умов місцевості,
- укладання контрактів, наскільки це необхідно, а саме :
 - контракт на постачання сировини,
 - ПЗБ-контракт/багатосторонні контракти,
 - Контракт на використання збродженої маси в якості добрива або її захо- ронення
 - контракт на приєднання до мережі,
 - можливо, контракт на постачання тепла,
 - контракт на оренду землі,
 - контракт на експлуатацію і технічне обслуговування.

Етап проектування і можливого проведення тендеру закінчується підписан- ням контрактів, по яким були проведені переговори, тобто проекти контр- актів обговорюватимуться безпосередньо на етапі проектування, або під час етапу проведення тендеру.

3.4.5.6 Можливий варіант: проведення тендеру

Якщо на проект або його частини необхідно провести тендер у вигляді ПЗБ-контракту або багатостороннього контракта, необхідно здійснити на- ступні етапи:

- підготовка тендерної документації/заявка на подання тендерних пропози- цій
- період проведення тендеру:
- відвідання майданчика перед тендером, якщо це необхідно
- пояснення
- підготовка пропозицій учасниками тендеру
- оцінка пропозицій
- переговори по контракту(ах)
- визначення переможця(ів) тендеру.

3.4.5.7 Будівництво

Управління етапом будівництва біогазової установки повинно здійснюватись відповідно до найкращих практик управління будівництвом. Метою має бути будівництво біогазової установки з необхідним рівнем якості відповідно до встановлених часових рамок і бюджету.

Управління майданчиком, нагляд і моніторинг ходу будівництва відіграють важливу роль для успішного здійснення проекту з точки зору якості, графіку виконання робіт і витрат. При цьому необхідно брати до уваги також наступні важливі аспекти

- питання охорони здоров'я і безпеки
- несприятливі погодні умови (взимку) повинні прийматись до уваги при складанні графіку виконання робіт
- своєчасна організація транспортування та імпорту
- хід виготовлення обладнання головним постачальником.

Це вимагає достатньої індивідуальної технічної та організаційної кваліфікації, або, у якості альтернативи, кваліфікованої підтримки сторонніх консультантів.

Етап будівництва включає в себе робочий проект біогазової установки і, якщо ще не укладені багатосторонні контракти, також закупівлю головних компонентів, наприклад, якщо етап проектування або тендеру закінчується укладенням контракту ПЗБ. На основі цього проводяться будівельні роботи і монтаж компонентів біогазової установки відповідно до детально розробленого графіку виконання робіт.

3.4.5.8 Введення в експлуатацію

Введення в експлуатацію біогазової установки вимагає достатнього часу для заповнення анаеробного ферментатора і адаптування мікроорганізмів, доки анаеробний процес не почне розвиватись у стабільних умовах. Після механічної доводки і холодного вводу в експлуатацію (випробування функціонування компонентів) анаеробний ферментатор може бути заповнений. Одночасно можуть завершуватись незначні будівельні роботи і усуватись невеликі дефекти.

Зазвичай ферментатор спочатку заповнюється модифікуючими добавками, тобто матеріалом, який містить мікроорганізми, необхідні для процесу анаеробного збродження. У ідеальному випадку він являє собою зброджену масу з повністю функціонуючої біогазової установки. Гній також може використовуватись у якості інокулянта. Потім завантажується сировина, поступово заповнюючи об'єм, поки не буде досягнутий проектний рівень. Ця процедура може зайняти 1-6 місяців у залежності від процесу інокуляції і субстрат

Пускові роботи, пов'язані з біогазовою установкою, повинні підтримуватись досвідченим персоналом, наприклад, компанією, яка розробила і побудувала біогазову установку і знайома з мікробіологією анаеробного процесу. Під час пуску операційний персонал установки необхідно навчати роботі і технічному обслуговуванню біогазової установки.

Після завершення приймальних випробувань проводиться приймання і сертифікація характеристик біогазової установки (або її частини, у залежності від умов контракту) і починається промислова експлуатація. Вимоги і процедури приймальних випробувань повинні бути визначені в ПЗБ-контракті, або в кількох контрактах у випадку укладення багатосторонніх контрактів, тому що стандартизованих методів перевірки технічних характеристик біогазових установок не існує. Основні пункти включають ухвалення наступних технічних характеристик:

- навантаження реактора, включаючи аналіз основних параметрів процесу (рН, температура, ступінь розпаду, баланс входу/виходу і т.д.)
- вихід біогазу
- виробництво електроенергії.

3.4.5.9 Експлуатація

Біогазова установка повинна вміло експлуатуватись кваліфікованим персоналом, можливо на основі договору на експлуатацію і технічне обслуговування, її робота повинна підтримуватись послугами сторонньої лабораторії, якщо це необхідно.

Після початку промислової експлуатації будь-які нові дефекти, які виникають у процесі роботи, усуваються протягом гарантійного періоду відповідно до гарантійних положень, включених у відповідний договір.

Стабільність анаеробного процесу може бути дуже легко порушена. Правильна експлуатація біогазової установки вимагає додержання вимог до стабільності процесу (дивись параграф 0) та технологічного контролю процесу (дивись параграф 0). У найгіршому випадку нестабільність процесу біоло-

гічного анаеробного зброджування може викликати повний зрив виробництва біогазу. У такому випадку зазвичай необхідні тижні для відновлення стабільного процесу, що значно впливає на рентабельність роботи біогазової установки.

3.4.6 Технологічні аспекти – виробництво енергії за допомогою звалищного газу (ЗГ)

Під час біологічного розпаду твердих побутових відходів в тілі останніх утворюється біогаз, який містить метан з високою енергоємністю, який також зветься «звалищним газом», або скорочено ЗГ. Звалище виконує функцію біогазового реактора, але:

- Неточні відомості щодо сировини: відходи можуть мати різні властивості відповідно до поведінки їх виробників (побутові, комерційні підприємства) і залежно від поведінки споживання та існуючих варіантів рециркуляції та утилізації. Тому існує широкий діапазон складу відходів і можливих забруднюючих речовин.
- Вміст не змішується і не перемішується.
- Умови реакції не контролюються технічними засобами.
- Не можна виключити доступ повітря.
- Нова сировина не постачається (після закриття полігону).

Таким чином, проекти виробництва енергії за допомогою ЗГ пов'язані зі значною невизначеністю щодо рівня виробництва звалищного газу і його властивостей. При використанні звалищного газу для потреб енергетики необхідно брати до уваги наступні аспекти:

- Звалищний газ не є однорідним і містить широкий діапазон мікрокомпонентів.
- Його теплотворна здатність вдвічі менша, ніж у природного газу.
- Прибутки від виробництва електроенергії зазвичай можуть покрити лише капітальні та операційні витрати установки, яка працює на ЗГ, і/або може бути отриманий додатковий прибуток від зменшення викидів CO₂.
- У більшості випадків додаткового прибутку від продажу тепла не очікується, тому що відбір тепла на полігоні і поблизу нього здійснюватись не буде через віддаленість полігонів.

3.4.6.1 Джерело енергії

Джерелом енергії для установки, працюючої на ЗГ, є звалищний газ, який

утворюється в результаті анаеробного розпаду органічних компонентів у тілі полігону. Завдяки специфічним характеристикам полігону, виробництво ЗГ значно відрізняється на різних полігонах. Моделювання потоку ЗГ у часі відіграє критичну роль для оцінки економічної здійснюваності проекту, тому ще це дає можливість оцінити обсяг метану, якій можна буде отримати для забезпечення паливом установки, що працює на ЗГ. При цьому також необхідно приймати до уваги кількість утвореного звалищного газу, яку можна буде зібрати з урахуванням технічних можливостей. Нижче описані головні аспекти прогнозування рівня утворення звалищного газу в часі, ефективності його збору і якості.

Утворення звалищного газу (ЗГ)

У середньому обсяги утвореного звалищного газу знаходяться в межах від 120 м³ до 300 м³ загального ЗГ на тону відходів, але можуть і перевищувати цей діапазон в залежності від впливу вищенаведених факторів. Ця загальна кількість ЗГ буде виділятися протягом 40 років і більше, але рівні утворення ЗГ з часом будуть знижуватись. Зазвичай виробництво електроенергії з використанням ЗГ буде продовжуватись з економічних причин протягом 15-20 років після закриття полігону.

До параметрів, які впливають на утворені обсяги ЗГ і період його виробництва, відносяться:

- обсяг і період експлуатації конкретного полігону з урахуванням усіх заходів, спрямованих на його розширення
- вік, форма і ущільнення тіла відходів
- річні обсяги відходів, які доставляються на полігон
- склад відходів, особливо концентрація органічних відходів, які біологічно розкладаються, і вміст води:
 - Необхідно брати до уваги будь-які існуючі та майбутні заходи щодо рециркуляції, завдяки яким органічні речовини не попадали, або не будуть попадати на полігон.
 - Відходи повинні поступати з муніципальних джерел:
 - Присутність небезпечних речовин, наприклад, отриманих із промислових відходів, може уповільнити процес виробництва біогазу.
 - Необхідно визначити присутність значних обсягів неорганічних відходів, наприклад, будівельних відходів
- На температуру і вміст вологи в тілі відходів впливає клімат (річні опади), що стосується вологи, також вміст води у відходах. Іноді на вміст вологи також впливатиме рециркуляція фільтрату.

- Часовий інтервал і форма укриття полігону для остаточного закриття полігону або реабілітації
- втрати вуглецю, пов'язані з:
 - пожежами на полігонах
 - тваринами і паразитами, які риють нори на полігоні
 - на поверхні полігонів здійснюється аеробний розпад фракцій, які біологічно розкладаються, і цей процес проходить більш інтенсивно, якщо полігон не вкритий і не ущільнений.

Із економічних причин рівні утворення ЗГ зазвичай прогнозуються шляхом застосування поетапного підходу:

1. Перший крок: перевірка загальної придатності полігону з урахуванням:

- загальних обсягів побутових твердих відходів або аналогічних типів відходів. На місці повинно бути мінімум 1 мільйон тон відходів.
- визначення і обрахування будь-яких значних обсягів типів відходів, які не сприятимуть, або уповільнять виробництво ЗГ, наприклад, будівельні або небезпечні відходи
- вік матеріалу, який вже знаходиться на полігоні: найбільш прийнятними для отримання енергії за рахунок утилізації відходів є полігони, на які продовжують доставлятися відходи, або які були закриті не більше ніж кілька років тому.
- профіль полігону: мінімальна глибина полігону повинна бути близько 10 м.

2. Другий крок: оцінка з використанням широко визнаних моделей, розроблених для ЗГ, і з урахуванням основних параметрів, характерних для даного полігону:

Для прогнозування рівня виробництва ЗГ в часі на майданчиках захоплення твердих відходів можуть бути застосовані різні методології. Прогнозування виробництва ЗГ вимагає належного врахування вищевказаних факторів у місцевих умовах і розуміння невизначеностей, властивих для моделювання ЗГ. Визнані методології ґрунтуються на моделях розпаду першого порядку, які відображають, що виробництво ЗГ досягає піку незабаром після закриття полігону, а потім виробництво метану знижується експоненційно. Крім того, до формули, яка буде застосована, необхідно включити місцеві кліматичні умови і склад відходів. До міждисциплінарно визнаних методів прогнозування відносяться:

- Керівні принципи національних інвентаризацій парникових газів Мі-

журядової групи експертів із питань зміни клімату 2006 р., які є обов'язковими для всіх проектів МЧР (механізм чистого розвитку), сфокусованих на уловлюванні ЗГ /4/

- Модель викидів звалищного газу МОНС США (LandGEM) /5/
- На основі двох вищенаведених методів для України був розроблений інструмент для прогнозування ЗГ у ході здійснення Програми видобування звалищного метану (ПВЗГ) Міністерства охорони навколишнього середовища США з метою забезпечення більш точного і консервативного прогнозування утворення і видобутку ЗГ, та більш реалістичного відображення специфічного місцевого клімату і умов на полігонах України/6/.

3. Третій крок: більш детальна оцінка прогнозованого рівня утворення ЗГ за допомогою

• використання методів польових випробувань на існуючих полігонах:

Для подальшої розробки проекту прогнозовані рівні утворювання ЗГ повинні бути перевірені за допомогою польових випробувань на полігоні для отримання специфічних для полігону даних для проектування системи збору ЗГ. З цією метою використовуються наступні методи, які наведені в порядку зростання їх ціни і надійності результатів:

- визначення головних зон утворення газу на полігоні з використанням полум'яно-іонізаційного детектора (ПІД)
- вимірювання концентрацій газу на різних глибинах тіла полігону шляхом встановлення газових датчиків. Для репрезентативних результатів необхідно взяти приблизно чотири проби протягом двох тижнів із кожного датчика. Кількість газових датчиків також повинна бути репрезентативною та залежить від розміру і профілю полігону.
- проведення пробного відкачування шляхом встановлення репрезентативної кількості датчиків тиску в межах тіла відходів, враховуючи, що рівні утворення газу можуть змінюватись в межах полігону. Пробне відкачування – це найбільш точний метод оцінки кількості газу і має завжди здійснюватись перед встановленням повної системи збору. Зібраний газ також повинен бути перевірений на якість: необхідно визначити вміст метану а також вуглеводню, сірки, азоту, часток і силосанів.
- **перевірка прогнозованих обсягів відходів і їх складу протягом терміну дії проекту на розширених або нових полігонах:**
 - проведення аналізу відходів, якщо дані про них відсутні
 - оцінка заходів управління відходами протягом терміну дії проекту в межах концепції управління твердими відходами відносно їх впливу

на обсяги і органічний вміст відходів, особливо беручи до уваги заходи, спрямовані на компостування або обробку шламу.

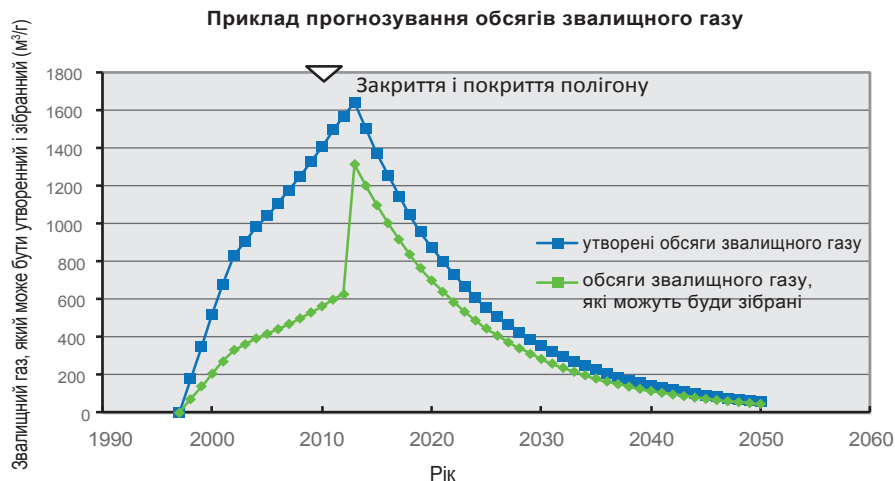
Ефективність збору ЗГ

Після того, як здійснено прогнозування обсягів ЗГ, необхідно признати, що всі ці обсяги зібрати неможливо. Потенційна ефективність збору ЗГ в типовому випадку складає 50–85% утвореного ЗГ, і залежить вона від специфічних умов майданчика, обумовлених наступними факторами:

- розсіяні і мігруючі викиди ЗГ: не весь утворений ЗГ може бути уловлений, і частина його буде викинута в атмосферу і мігрувати в оточуючі ґрунти.
- окислення метану на поверхні полігону
- **ступінь охоплення** системи збору ЗГ: більшість полігонів мають мілкі розрізи, які не придатні для рентабельного видобування ЗГ, і тому система збору буде завжди охоплювати менше 100 % полігону.

Окрім того, утворення ЗГ не буде здійснюватись постійно, відповідно до застосованої формули прогнозування. Тому до визначення розмірів системи збору необхідно підходити обережно та вибрати гнучку систему, щоб не викидати інвестиції на вітер.

На нижченаведеному малюнку приведений приклад кривої прогнозування ЗГ з урахуванням робочої фази полігону і періоду після його закриття при оптимальній ефективності збору. На цьому прикладі рівень збору можна було б підвищити під час робочої фази полігону (перед його закриттям) шляхом проміжного укриття ділянок полігону.



Малюнок 3-28: Приклад кривої прогнозування обсягів звалищного газу (ЗГ)

Якість звалищного газу

Анаеробне перетворення органічного матеріалу в тілі полігону здійснюється відповідно до таких же біохімічних принципів, які були наведені для біогазової установки в параграфі 3.4.4.2. Але до тих пір, поки не будуть забезпечені анаеробні умови, наприклад, відходи не будуть накріті і повітря буде мати можливість проникати в тіло відходів, буде відбуватись аеробний розпад без виробництва метану. Стала фаза метану досягається зазвичай через півроку або більше після захоронення відходів залежно від близькості залягання відходів до поверхні полігону. Зібраний звалищний газ зазвичай має концентрацію метану від 45 до 60%. Вміст метану визначає теплотворну здатність звалищного газу і, таким чином, електроенергію, яка може бути вироблена.

3.4.6.2 Огляд технологій

До головних компонентів установки для виробництва енергії з використанням ЗГ відносяться:

- система збору звалищного газу
- виробництво енергії з використанням зібраного звалищного газу
- приєднання до мережі.

Нижче описані відповідні технічні і експлуатаційні вимоги до збору звалищного газу і виробництва з нього електроенергії.

3.4.6.2.1 Збір звалищного газу

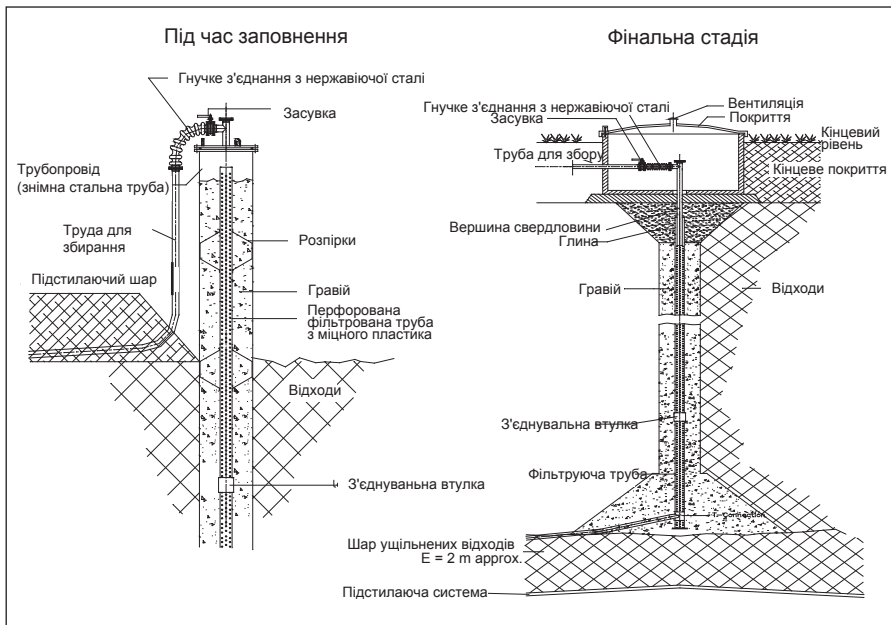
Типова система збору ЗГ складається з:

- вертикальних видобувних свердловин
- підстанцій із колекторною системою
- головної станції з компресором
- обладнання для відокремлення конденсату
- газового факелу
- моніторингового обладнання.

Вертикальні видобувні свердловини

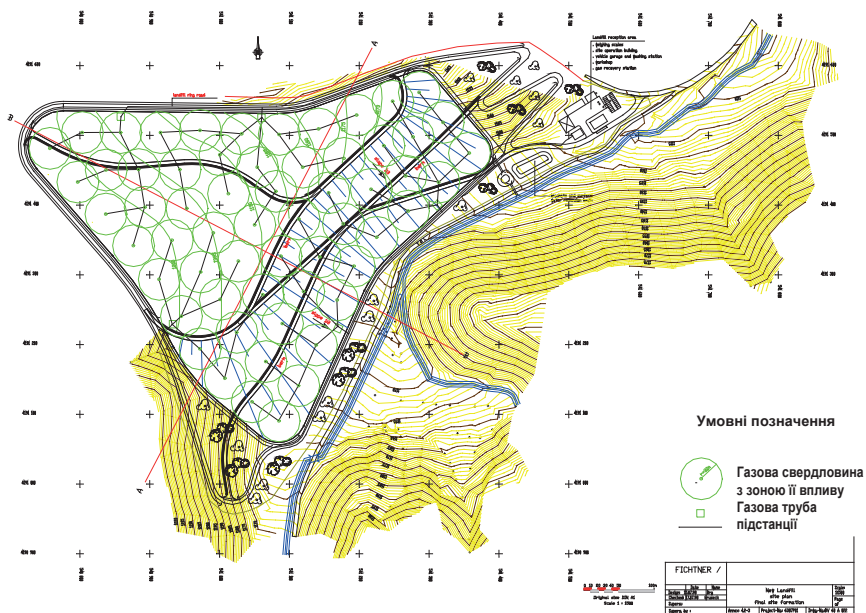
Видобування ЗГ зазвичай здійснюється за допомогою вертикальних видобувних свердловин і тільки в деяких випадках використовуються горизонтальні свердловини для видобутку ЗГ.

Вертикальні свердловини загалом буряться до мінімальної глибини 1,5 метра вище дна полігону, щоб не допустити пошкодження його підкладки. Як правило, довжина перфорованої частини труб вертикальної свердловини повинна бути більше 10 м. Типові шпури вертикальної свердловини мають діаметр 20–90 см і включають трубу, яка має в діаметрі 5–15 см. На Малюнок 0-25 показана конструкція вертикальної видобувної свердловини під час стадії заповнення і фінальної стадії роботи полігону. Комплексна система збору ЗГ повинна бути спрямована на охоплення всіх зон з відходами протягом одного року після захоронення відходів.



Малюнок 3-29: Будівництво вертикальних свердловин для збирання газу під час стадій заповнення і закриття ділянки полігону

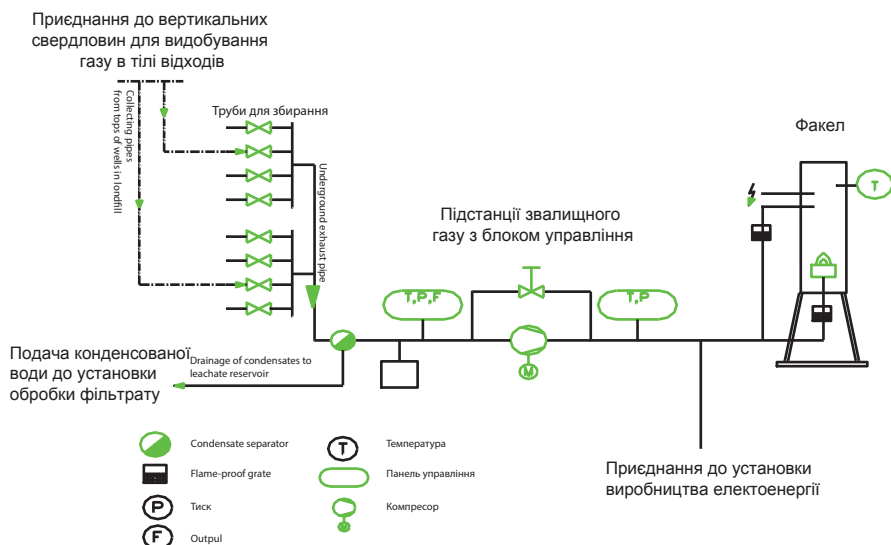
Необхідна кількість і довжина труб для збирання газу змінюються в залежності від розміру і профілю полігону. Радіус впливу свердловин для відкачування звалищного газу складає 25-50 м залежно від місцевих умов майданчика. Приклад схеми системи збору ЗГ наведений на Малюнку 3-26. У зв'язку з тим, що висота відходів на боковому схилі нижча, розташування газових свердловин в таких місцях є недоцільним.



Малюнок 3-30: Приклад схеми системи для збору ЗГ із відображенням місць розташування газових свердловин із зонами їх впливу

Інші компоненти системи збору ЗГ

На Малюнок 3-30 показані у вигляді блок-схеми інші компоненти системи збору ЗГ, необхідні для роботи установки для виробництва електроенергії.



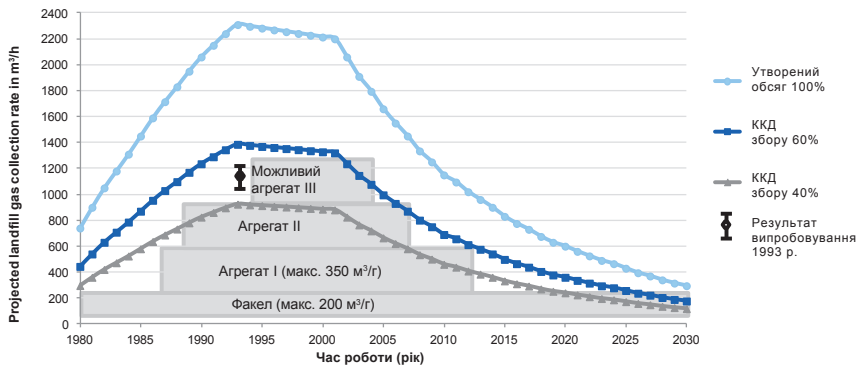
Малюнок 3-31: Блок-схема технічних компонентів системи збору ЗГ

Колекторна система – це мережа бокових труб-коллекторів, які з'єднують свердловини в підстанціях, де може здійснюватись нагляд і регулювання кожної окремої свердловини. Зазвичай одна підстанція обслуговує від 10 до 15 вертикальних свердловин. Компресор у головній станції відбирає газ із свердловин через системи колекторів і передає до установи для виробництва електроенергії, або, як резервний варіант, на факел, у якому газ спалюється за певних умов. Факел використовується, коли установка не працює, або якщо вміст метану занадто низький для виробництва електроенергії. У зв'язку з тим, що вміст вологи в ЗГ набагато вищий, ніж в оточуючому повітрі, важливими елементами є конденсатоуловлювачі, призначені для видалення конденсату з мережі трубопроводів.

3.4.6.2.2 Виробництво енергії

Рівень утворення ЗГ знижується після закриття полігону. Відповідно, розміри установи для виробництва електроенергії не потрібно розраховувати на пікове виробництво, але враховувати прогнозовану криву утворення ЗГ. Для оцінки економічної життєздатності проекту необхідно оптимізувати кількість і розмір агрегатів для виробництва електроенергії протягом всього строку експлуатації. Приклад приведено на наступному малюнку:

Звалищний газ прогнозування і визначення розмірів установок для виробництва електроенергії



Малюнок 3-32: Приклад визначення розмірів установок для виробництва електроенергії протягом строку експлуатації

Загалом ЗГ може використовуватись так само як біогаз, отриманий від технічних процесів анаеробного зброджування, для виробництва електроенергії і тепла, доведення якості звалищного газу до якості природного газу для його постачання в мережу природного газу і виробництва газоподібного палива, яке також зветься біометаном. Біогазові проекти USELF включають тільки виробництво електроенергії.

Для перетворення звалищного газу в електроенергію і, можливо, тепло необхідні наступні компоненти:

- очищення звалищного газу шляхом видалення конденсату і часток і, якщо це необхідно та в залежності від якості звалищного газу, додаткової десульфуризації для захисту установки для виробництва електроенергії від корозії і/або видалення силоксанів
- виробництво електроенергії за допомогою газового двигуна, або газового дизеля з пусковим вприскуванням, як це використовується в більшості технологій. Використовуються також газові мікротурбіни, але з меншим електричним ККД і обмеженим досвідом використання; також використовуються паливні елементи з метою досягнення більш високого виробництва електроенергії, хоча поки що вони знаходяться на стадії розвитку.
- виробництво електроенергії поєднується з максимальним використанням відпрацьованого тепла на майданчику або поблизу від нього (комбінована установка для виробництва тепла і електроенергії (КВТЕ)), але зазвичай

відбір тепла на полігоні не відбувається (крім випадків опалення будівель, якщо вони є)

- біогазовий факел для допоміжних цілей.

В параграфі 3.4.4.4 (біогаз) представлений загальний огляд переваг типових установок КВТЕ, тобто газового дизеля з пусковим вприскуванням у порівнянні з газовими чотиритактними карбюраторними двигунами.

Для виробництва електроенергії з використанням звалищного газу використовуються також контейнерні системи з усіма необхідними компонентами, включаючи генератор в комплекті. Деякі виробники мають у своєму асортименті установки для виробництва електроенергії різних розмірів і пропонують відповідно до контракту моделі з тимчасовим використанням модульних установок, які додаються і видаляються в залежності від коливань рівнів утворення ЗГ протягом певного часу.

Беручи до уваги невизначеності щодо рівнів виробництва звалищного газу для установок потужністю близько 1 МВт, призначених для перетворення ЗГ в електроенергію, необхідно мати у своєму розпорядженні два менших двигуна замість одного двигуна, щоб забезпечити більш гнучке реагування на потоки звалищного газу.

До головних розрахункових параметрів установки для виробництва електроенергії відносяться:

- електричний ККД 30–40%,
проте малі газові чотиритактні
карбюраторні двигуни
(біля < 300 кВт) мають нижчий ККД,
- робоча готовність 7500–8000 г/р.

3.4.6.3 Виробництво електроенергії

Електрична і, можливо, теплова потужність в кВт·г/р визначається за допомогою:

- зібраних обсягів ЗГ в $\text{м}^3/\text{г}$
- теплотворної здатності ЗГ в $\text{МДж}/\text{м}^3$: повинна розраховуватись на стадії проектування залежно від вмісту метану в %. Наприклад, для типового вмісту метану в ЗГ, рівному 55%, теплотворна здатність складає $20 \text{ МДж}/\text{м}^3$ або $5,5 \text{ кВт}\cdot\text{г}/\text{м}^3$.

- енергетичного ККД виробництва електроенергії в %
- енергетичного ККД виробництва тепла в %, але зазвичай відбір тепла відсутній поблизу полігону
- готовності установки для виробництва електроенергії в г/р.

3.4.6.4 Конструкційні і технічні характеристики

Основні конструкційні і технічні характеристики проекту перетворення ЗГ в електроенергію включають:

- рівень збору ЗГ: $\text{м}^3/\text{г}$ у вигляді кривої протягом строку дії проекту
рівень збору ЗГ повинен визначатись наступним чином:
 - Прогнозований потік утвореного звалищного газу протягом строку дії проекту базується на визнаній моделі прогнозування (наприклад, /6/)
 - Ефективність збору ЗГ (зібраний ЗГ/утворений ЗГ) базується на конструкції системи збору ЗГ
- середній вміст метану в зібраному звалищному газі в %, який визначає теплотворну здатність ЗГ
- стосовно виробництва електроенергії:
 - кількість, тип і розрахункова установлена потужність в кВтел агрегату для виробництва електроенергії
 - коефіцієнт корисної дії для:
 - виробництва електроенергії в %
 - виробництва тепла в %, якщо існує попит на його споживання поблизу полігону
 - робоча готовність (робочі години) в г/р
 - виробництво електроенергії і, можливо, тепла в кВт-г/р у вигляді кривої протягом строку дії проекту як основа для розрахунку доходів від електроенергії і, можливо, тепла, залежно від попиту на його споживання на полігоні або поблизу нього.

3.4.6.5 Індикатори витрат

3.4.6.5.1 Капітальні витрати

Як вже було сказано вище, розмір системи для збору ЗГ залежить від профілю полігону і, відповідно, існує надзвичайно широкий діапазон інвестиційних витрат на систему збору ЗГ. Тому будь-яка оцінка капітальних витрат вимагає попереднього проектування системи збору звалищного газу відповідно до профілю полігону.

Необхідно також урахувати інвестиційні витрати на виробництво електроенергії або установки КВТЕ. Типові діапазони витрат знаходяться в наступних межах:

- 500–800 євро/кВтел для газових двигунів (вище 300 кВтел)
- 400–750 євро/кВтел для газового дизеля з пусковим вприскуванням (вище 100 кВтел).

Загальні капітальні витрати повинні покривати наступні статті:

- будівельні роботи, включаючи буріння і встановлення газовидобувних свердловин і пов'язаної з ними інфраструктури
- механічні компоненти
- електричні компоненти і контроль процесу
- приєднання до мережі
- проектування.

Важливим фактором є додавання до капітальних витрат непередбачених витрат для покриття інших і непередбачених витрат. Залежно від етапу планування, непередбачені витрати відображають хід здійснення проєктів і, таким чином, точність зроблених оцінок витрат. У якості індикативних цифр можуть бути зроблені припущення щодо наступних непередбачених витрат у % від капітальних витрат:

- етап попереднього ТЕО: 10 – 15 %
- етап ТЕО: 5 – 10 %
- етап проектування: 3 – 5 %

3.4.6.5.2 Витрати на експлуатацію і технічне обслуговування

Річні витрати на експлуатацію і технічне обслуговування включають у себе наступні компоненти з деякими індикативними діапазонами:

- можливі витрати, пов'язані з концесією на використання ЗГ
- технічне обслуговування і ремонт: близько 2–4% інвестиційних витрат
- страхування та адміністрація: близько 1% інвестиційних витрат, або більше, залежно від розподілення ризику, пов'язаного зі страхуванням
- витратні матеріали:
 - витратні матеріали для очистки газу, якщо це необхідно
 - пускове паливо у випадку КВТЕ з газовим дизелем з пусковим вприскуванням

- витрати на персонал: необхідно мати мінімум одного інженера для нагляду і експлуатації установки, якому допомагали б 1-2 робочих виконувати технічне обслуговування, і вони не обов'язково повинні працювати на повній ставці.
- припускається, що конденсована вода буде скидатись разом із фільтратом, тому додаткові витрати на це не передбачаються.

3.4.7 Розроблення і здійснення проектів виробництва електроенергії з використанням звалищного газу

3.4.7.1 Критичні фактори успіху

Для рентабельної роботи енергетичної установки, працюючої на ЗГ, повинні бути забезпечені наступні фактори ще на етапі розробки проекту:

- Забезпечення довгострокової наявності ЗГ, наприклад, на основі концесії
- Прогнозування ЗГ і визначення потужності обладнання необхідно робити обережно; як правило, розпочинати з невеликих обсягів і розширяти після того, як можливість видобування газу буде доведена.
- Виробництво газу зменшується після закриття полігону, тому визначення потужностей обладнання не повинно базуватись на піковому виробництві.
- Звалищний газ утворюється з відходів і тому може містити домішки. Необхідно використовувати двигуни тільки від досвідчених постачальників.
- Необхідно перевірити можливість використання тепла. Відбір тепла не завжди можна очікувати у зв'язку з місцем розташування полігону. У випадку підтвердження відбору тепла економічна життєздатність проекту повинна оцінюватись тільки з урахуванням пільгового тарифу.
- Кваліфікована експлуатація енергетичної установки, працюючої на ЗГ, із регулярним моніторингом і регулюванням основних робочих параметрів (потіки ЗГ, рівні конденсату і т.д., як це детально описано в параграфі 3.4.7.9).

3.4.7.2 Огляд етапів проекту

Процес розробки і здійснення проекту енергетичної установки, працюючої на ЗГ, складається з етапів, представлених на нижченаведеному малюнку і описаних більш детально в наступних параграфах.

Можливе часткове дублювання етапів проекту залежно від пріоритетів девелопера.

Планування етапів попереднього ТЕО, ТЕО і проектної фази, а також можливе проведення тендеру зазвичай проводяться безпосередньо девелопером проекту або кваліфікованим консультантом від імені девелопера проекту.



Малюнок 3-33: Етапи розробки і здійснення проектів виробництва електроенергії з використанням ЗГ

Для отримання додаткових прибутків від зменшення викидів CO₂ і відповідного продажу сертифікатів, необхідно мати на увазі, що процедура подавання і схвалення заявки займе до 1 року до початку будівництва.

3.4.7.3 Попереднє ТЕО

- вимоги і попередній проект приєднання до мережі
- якщо можливий продаж тепла, перевірка ціни на тепlopостачання (у окремих випадках, тому що потреби в тепlopостачанні на полігоні або поблизу від нього зазвичай не існує)
- перевірка вимог до отримання дозволів
- кошторис, включаючи:
- інвестиційні витрати
- витрати, пов'язані з експлуатацією і технічним обслуговуванням
- оцінка прибутків для фінансового аналізу
- графік здійснення проекту
- попередній бізнес-план.

3.4.7.4 Техніко-економічне обґрунтування

В ТЕО перевіряється прогнозована крива рівня збору ЗГ шляхом виконання наступних досліджень (третій крок прогнозування кривої рівня збору ЗГ докладно описаний в параграфі 3.4.6.1).

- у випадку модифікації існуючих полігонів: пробні відкачки ЗГ
- для нових полігонів: перевірка складу відходів за допомогою їх аналізу і оцінка впливу існуючих концепцій управління твердими відходами.

Система збору ЗГ із усіма її компонентами та усіма блоками контролю і моніторингу повинна бути розроблена з урахуванням специфічних для майданчика умов. За правильного планування полігону система виробництва електроенергії з використанням ЗГ може бути встановлена і експлуатуватись навіть під час фази заповнення полігону. У техніко-економічному обґрунтуванні проект попереднього ТЕО далі розробляється до рівня концептуального проекту, включаючи попередню схему установки, її характеристики і кошторис. Крім того, має бути підготований проект концесійного договору на використання полігону.

Готується також детальна фінансова модель і приймається рішення щодо процедури укладення контрактів відносно:

- укладення **контракту ПЗБ або багатостороннього контракта**/оголошення тендеру
- укладення **прямого контракта або оголошення тендеру**. Існує також можливість оголошення тендеру на частину необхідних компонентів, а інша частина може бути закуплена безпосередньо, але взаємозв'язок має бути добре продуманим і мати кваліфіковану технічну та, за необхідності, консультаційну підтримку.
- рішення щодо загальної структури і процедури проведення тендеру, якщо на енергетичну установку, працюючу на ЗГ, або її частину буде оголошено тендер.

3.4.7.5 Проект

Незалежно від того, чи існує намір щодо оголошення тендеру на енергетичну установку, працюючу на ЗГ, чи ні, проект повинен бути настільки детальним, наскільки це вимагається:

- для тендерної специфікації в залежності від масштабу і процедури тендеру, або
- для отримання дозволу і контрактної специфікації (проект постачальника).

Конкретно, етап проектування включає:

- тендерний проект, або проект і специфікацію девелопера (постачальника)
- оптимізацію проекту з урахуванням вимог до отримання дозволів і умов полігону
- укладання контрактів, коли це необхідно:
 - концесійний договір
 - контракт ПЗБ/багатосторонні контракти
 - договір про приєднання до мережі
 - можливо, договір на постачання тепла
 - контракт на експлуатацію і технічне обслуговування.

Етап проектування і можливого проведення тендеру закінчується підписанням контрактів, по яким були проведені переговори, тобто проекти контрактів обговорюватимуться безпосередньо на етапі проектування, або під час етапу проведення тендеру.

3.4.7.6 Можливий варіант: проведення тендеру

Якщо на проект або його частини буде оголошено тендер у формі ПЗБ, або багатосторонніх контрактів, необхідно буде здійснити наступні етапи:

- підготовка тендерної документації/заявки на подання пропозицій
- період проведення тендеру:
 - відвідання майданчика перед тендером, якщо це необхідно
 - роз'яснення
 - підготовка пропозицій учасниками тендеру
- оцінка пропозицій
- переговори по контракту(ах)
- визначення переможця(ів) контракта(ів).

3.4.7.7 Будівництво

Управління етапом будівництва енергетичної установки, що працює на ЗГ, повинно здійснюватись відповідно до найкращих практик управління будівництвом. Метою має бути будівництво енергетичної установки, працюючої на ЗГ, з необхідним рівнем якості відповідно до встановлених часових рамок і бюджету. Управління майданчиком, нагляд і моніторинг ходу будівництва повинне брати до уваги також наступні важливі аспекти:

- питання охорони здоров'я і техніки безпеки
- несприятливі погодні умови (узимку) необхідно приймати до уваги при складанні графіку виконання робіт
- своєчасна організація транспортування та імпорту
- хід виготовлення обладнання головним постачальником, відповідального за агрегат виробництва електроенергії.

Етап будівництва включає робочий проект енергетичної установки, працюючої на ЗГ, і, якщо ще не укладені багатосторонні контракти, також закупівлю головних компонентів, наприклад, якщо етап проектування або тендеру закінчується укладенням контракту ПЗБ. На основі цього проводяться будівельні роботи і монтаж компонентів енергетичної установки, працюючої на ЗГ, відповідно до детально розробленого календарного плану.

3.4.7.8 Введення в експлуатацію

Введення в експлуатацію енергетичної установки, працюючої на ЗГ, вимагає наступне:

- холодний пуск в експлуатацію основного обладнання, включаючи запалювання пускового факела перед подачею звалищного газу на факел і підтримання стабільності полум'я, якщо потік ЗГ менший від мінімуму, необхідного для стабільної роботи
- регулювання окремих свердловин для видобування ЗГ на підстанціях і балансування потоків ЗГ для забезпечення ефективної стабільної роботи системи без застосування надлишкового вакууму
- система може потребувати подальшого балансування між вакуумом мережі свердловин і тиском на виході компресора, щоб забезпечити подання належного тиску на факел або пристрій, який працює на поданий енергії
- моніторинг роботи компресора щодо виявлення незвичайного шуму, температури або надлишкової вібрації
- нагляд за відсутністю потенційно високих рівнів конденсату в системі видобування газу
- нагляд за відсутністю потенційних витоків газу.

Одночасно можуть завершуватись незначні будівельні роботи й усуватись невеликі дефекти.

Після того, як виробництво електроенергії стало стабільним, факел запалений і горить стабільно, необхідно визначити величину тиску звалищного газу та перевірити технічні характеристики системи за допомогою відповідних приймальних випробувань.

Після проведення приймальних випробувань енергетична установка, працююча на ЗГ, і її характеристики сертифікуються і починається промислова експлуатація. Вимоги і процедура приймальних випробувань повинні бути оговорені у відповідному договорі(ах).

3.4.7.9 Експлуатація

За роботою установки повинен бути встановлений надійний нагляд. Необхідне постійне регулювання установки протягом всього строку її експлуатації, можливо на основі договору на експлуатацію і технічне обслуговування. Це включає:

- забезпечення високого рівня ефективності збору ЗГ
- недопущення надлишкового вакууму та проникання повітря
- моніторинг потоків ЗГ до рівня підстанцій
- моніторинг складу ЗГ (вміст метану, сірки) і подачі звалищного газу наступним чином:
 - ЗГ із низьким вмістом метану – на факел
 - ЗГ зі вмістом метану вище 45% – до агрегату виробництва електроенергії
- нагляд за роботою газоочисної установки, якщо необхідно
- нагляд за рівнями конденсату і потенційними витоками газу
- регулярне і достатнє регулювання вакууму з урахуванням результатів моніторингу, знання специфіки майданчика та даних за попередні періоди.

Після початку промислової експлуатації будь-які нові дефекти, які виникають у процесі роботи, усуваються протягом гарантійного періоду відповідно до гарантійних положень, включених у відповідний договір.

4. Нормативно-правова база

4.1 Загальний огляд нормативно-правових актів у сфері ВДЕ

Одним із основних законодавчих актів у сфері відновлювальних джерел енергії (ВДЕ), що стимулює виробництво електроенергії з використанням ВДЕ в Україні, є Закон України «Про електроенергетику» № 575/97-ВР від 16 жовтня 1999 р. (далі – «Закон про електроенергетику»).

Закон про електроенергетику передбачає встановлення «зеленого» тарифу для електроенергії, виробленої із ВДЕ, а також правила і гарантії щодо його застосування. «Зелені» тарифи встановлюються для конкретних видів ВДЕ шляхом застосування відповідного коефіцієнта «зеленого» тарифу, а також тарифного коефіцієнта, що застосовується для пікового періоду часу (у випадку використання енергії сонця і малих гідроелектростанцій), до базового рівня, яким є роздрібний тариф для споживачів 2 класу напруги, встановлений регуляторним органом (НКРЕ) на січень 2009 року.

Основні особливості схеми підтримки ВДЕ:

- «зелений» тариф діє до 1 січня 2030 р.;
- «зелені» тарифи коригуються відповідно до зміни офіційного курсу Національного банку України гривні до євро (офіційний курс Національного банку України на 1 січня 2009 прийнятий за базовий рівень);
- встановлена вимога щодо обов'язкової купівлі електроенергії, виробленої з ВДЕ, Оптовим ринком електричної енергії;
- особливі вимоги стосовно місцевої складової застосовуються до інвесторів у сфері ВДЕ, за умови дотримання яких вони мають право отримати «зелений» тариф;
- виробники електроенергії з ВДЕ отримують платежі за вироблену електроенергію у повному обсязі у грошовій формі без застосування будь-яких заліків.

20 листопада 2012 р. Парламент України прийняв Закон України «Про внесення змін до Закону України «Про електроенергетику» (щодо стимулювання виробництва електроенергії з альтернативних джерел енергії) № 5485-VI (далі – «Закон № 5485-VI»).

Закон № 5485-VI передбачає внесення низки значних змін до діючого механізму стимулювання виробництва електроенергії з ВДЕ, включаючи:

- поступове зниження коефіцієнтів «зеленого» тарифу для всіх видів ВДЕ протягом періоду до 2030 р. в залежності від дати їх введення в експлуатацію. Нові ставки «зелених» тарифів наведені у таблиці 1 нижче;
- впровадження коефіцієнтів «зеленого» тарифу для електроенергії (i), виробленої з біогазу і (ii) енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, встановленими на дахах та/або фасадах приватних домогосподарств, величина встановленої потужності яких не перевищує 10 кВт;
- диференціацію гідроелектричних станцій на мікро- (встановлена потужність не перевищує 200 кВт), міні- (встановлена потужність становить більше 200 кВт, але не перевищує 1 МВт) і малі (встановлена потужність становить більше 1 МВт, але не перевищує 10 МВт);
- розширення терміну «біомаса» шляхом включення відходів тваринного походження та органічних частин промислових або побутових твердих відходів, що дозволяє електроенергії, виробленої з них, мати право на застосування коефіцієнту «зеленого» тарифу, який раніше був прийнятним тільки для відходів рослинного походження;
- введення визначення поняття «місцевої складової», що поширюється на об'єкти електроенергетики, будівництво яких розпочато після 1 січня 2012 р. Відповідно до Закону № 5485-VI «місцевою складовою» є частка складових об'єкту електроенергетики (елементів місцевої складової) українського походження, використаних для будівництва об'єкту електроенергетики. Закон № 5485-VI визначає фіксовану частку (відсоток) для конкретного елементу місцевої складової для електростанцій, що виробляють електроенергію з енергії вітру, сонячного випромінювання, біомаси та біогазу;
- для того, щоб мати право на зелений тариф, розмір «місцевої складової» для об'єктів електроенергетики, що виробляють електроенергію з енергії вітру, сонячного випромінювання та біомаси, введених в експлуатацію після 1 липня 2013 р., має бути не менше, ніж 30%, а для об'єктів, введених в експлуатацію після 1 липня 2014 р., не менше, ніж 50%;
- розмір «місцевої складової» для об'єктів електроенергетики, що виробляють електроенергію з біогазу і введених в експлуатацію після 1 січня 2014 р., має бути не менше, ніж 30%, а для об'єктів, введених в експлуатацію після 1 січня 2015 р., не менше, ніж 50%;
- вимоги до розміру «місцевої складової» не поширюються на гідроелектростанції і об'єкти сонячної електроенергетики, встановлені на дахах та/або фасадах приватних домогосподарств.

Закон № 5485-VI набув чинності з 1 квітня 2013р., за винятком: (i) положень щодо вимоги до місцевої складової, які набули чинності з 1 липня 2013р.; до того часу для об'єктів на ВДЕ, введених в експлуатацію до 1 липня 2013р., розмір «місцевої складової» мав бути не менше, ніж 15%; (ii) впровадження «зеленого» тарифу на електроенергію, вироблену з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, встановленими на дахах та/або фасадах приватних домогосподарств – відповідні положення набувають чинності з 1 січня 2014р.

Закон про електроенергетику гарантує, що у разі внесення змін до законодавства, що регулює порядок стимулювання виробництва електроенергії з ВДЕ, виробники електроенергії з ВДЕ можуть обрати новий порядок стимулювання.

24 жовтня 2013 року Парламент України прийняв і 26 листопада 2013 року Президент України підписав Закон України “Про засади функціонування ринку електричної енергії України”. Цей Закон визначає модель українського ринку електроенергії після повного переходу від нинішньої моделі єдиного покупця до повномасштабного ринку двосторонніх договорів та балансуючого ринку. Запровадження повномасштабного ринку має відбутися не пізніше 1 липня 2017 року.

Деякі положення цього Закону мають певні особливості для виробників ВДЕ. У разі, якщо ці положення Закону наберуть чинності, як планується, вони будуть мати вплив на сектор ВДЕ з 2017 року. Відповідно до вищезазначеного Закону можливості для виробників ВДЕ продавати електроенергію за “зеленим” тарифом збережені (до 31 грудня 2029 року включно). Покупка такої електроенергії буде обов'язковою для так званого Гарантованого Покупця, який буде створений на базі державного підприємства “Енергоринок”. Продаж електроенергії виробниками ВДЕ буде можливим після виконання ряду адміністративних вимог, зазначених у законі.

Відповідно до змін до Закону про електроенергетику, внесених у зв'язку із прийняттям Закону України “Про засади функціонування ринку електричної енергії України” для об'єктів електроенергетики, що використовують ВДЕ, установлена потужність яких перевищує 5 МВт, «зелений» тариф на вироблену ними електричну енергію встановлюється за умови відповідності таких об'єктів електроенергетики плану розвитку об'єднаної енергетичної системи України.

Можна дійти висновку, що Закон України “Про засади функціонування ринку електричної енергії України” максимально враховує державні гарантії, передбачені Законом про електроенергетику щодо закупівлі всієї електроенергії, виробленої на об’єктах електроенергетики, що використовують ВДЕ, а також забезпечення оплати за таку електроенергію за “зеленим” тарифом. Положення Закону про електроенергетику щодо ставок “зеленого” тарифу та порядок його встановлення НКРЕ, а також вимоги щодо місцевої складової не змінилися.

Певні ризики несе в собі механізм, що забезпечує гарантію держави по повній оплаті виробникам електроенергії за «зеленим» тарифом (функціонування Фонду врегулювання вартісного дисбалансу). Може статися, що своєчасна та повна оплата Гарантованим Покупцем виробникам електроенергії за “зеленим” тарифом буде залежати від алгоритму розподілу коштів, встановленого НКРЕ, та платіжної дисципліни донорів Фонду. Однак, слід передбачити, що така платіжна дисципліна буде забезпечена.

Категорії об'єктів електроенергетики, для яких застосовується "зелений" тариф

Для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких не перевищує 600 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких більша за 600 кВт, але не перевищує 2000 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії вітру об'єктами електроенергетики, величина встановленої потужності яких перевищує 2000 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю не більше 600 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю від 600 кВт, але не більше 2000 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії вітру вітроелектростанціями, які складаються з вітроустановок одиничною встановленою потужністю від 2000 кВт та більше
Для електроенергії, виробленої з біомаси
Для електроенергії, виробленої з біогазу
Для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання наземними об'єктами електроенергетики
Для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких перевищує 100 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах будинків, будівель та споруд, величина встановленої потужності яких не перевищує 100 кВт
Для електроенергії, виробленої з енергії сонячного випромінювання об'єктами електроенергетики, які вмонтовані (встановлені) на дахах та/або фасадах приватних домогосподарств (будинків, будівель та споруд), величина встановленої потужності яких не перевищує 10 кВт
Для електроенергії, виробленої мікрогідроелектростанціями
Для електроенергії, виробленої мінігідроелектростанціями
Для електроенергії, виробленої малими гідроелектростанціями

Джерело: ІМЕPOWER

Таблиця 4-1: Ставки «зелених» тарифів за новим законом № 5485-VI

«Зелені» тарифи (євро/МВт·г) для об'єктів, введених в експлуатацію в період:				
Включно до 31 березня 2013 р.	Із 1 квітня 2013 р. до 31 грудня 2014 р.	Із 1 січня 2015 р. до 31 грудня 2019 р.	Із 1 січня 2020 р. до 31 грудня 2024 р.	Із 1 січня 2025 р. до 31 грудня 2099 р.
64,6	-	-	-	-
75,4	-	-	-	-
113,1				
-	64,6	58,2	51,7	45,2
-	75,4	67,9	60,3	52,8
-	113,1	101,8	90,5	79,2
123,9	123,9	111,5	99,1	86,7
-	123,9	111,5	99,1	86,7
465,3	339,3	305,3	271,4	237,5
445,9	348,9	314,1	279,2	244,3
426,5	358,6	322,8	286,9	251,0
-	358,6	322,8	286,9	251,0
116,3	193,9	174,5	155,1	135,7
116,3	155,1	139,6	124,1	108,6
116,3	116,3	104,7	93,1	81,4

4.2 Процес отримання дозволу і ліцензування

4.2.1 Основні етапи будівництва електростанції на ВДЕ

У процесі будівництва електростанції на ВДЕ можна визначити наступні етапи:

- 1) передпроектні роботи;
 - 2) розширене техніко-економічне обґрунтування, проектні роботи;
 - 3) будівництво і введення в експлуатацію;
 - 4) підготовка електростанції до експлуатації.
-
- 1) Передпроектні роботи. На цьому етапі готується просте техніко-економічне обґрунтування проекту, яке включає, зокрема:
 - попереднє дослідження придатності земельної ділянки;
 - визначення розрахункової потужності електростанції на ВДЕ;
 - отримання попередньої інформації про пам'ятки культурної спадщини, території екологічного значення, родовищ корисних копалин та інших особливостей на обраному майданчику, що вимагає особливого режиму його використання;
 - отримання метеорологічних даних, гідрологічних даних і інших вимірів, специфічних для конкретних видів ВДЕ;
 - попередня оцінка можливості для приєднання електростанції на ВДЕ до Об'єднаної енергосистеми;
 - виконання геологічного дослідження на майданчиках;
 - отримання попередньої інформації щодо охорони навколишнього середовища під час виконання проекту;
 - оцінка економічної рентабельності проекту тощо.
 - 2) Розширене техніко-економічне обґрунтування (також відоме як «ТЕО» в українській термінології) і проектні роботи. Розширене техніко-економічне обґрунтування виконується на основі більш глибокого аналізу і дослідження порівняно з попереднім етапом. Підготовка проекту полягає у ще більш детальному аналізі та розрахунках. У ході реалізації даного етапу повинно також бути завершено оформлення відведення земельної ділянки та погоджено приєднання електростанції на ВДЕ до електричних мереж. Цей етап передбачає наступні кроки:
 - виконання комплексу заходів щодо вимірювання вітру (у випадку будівництва вітрової електростанції) та інших заходів для конкретних видів

- ВДЕ та/або збору відповідних даних;
- підготовка ОВНС (при необхідності);
 - розробка проекту відведення земельної ділянки і його ухвалення;
 - розробка технічної документації для приєднання до електричних мереж;
 - підготовка будівельного проекту і його ухвалення;
 - розробка робочої документації для будівництва.
- 3) Будівництво і введення в експлуатацію електростанції на ВДЕ. Цей етап включає постачання обладнання, будівельно-монтажні роботи, контроль-но-експлуатаційні випробування, введення електростанції в експлуатацію. Будівельні роботи можуть виконуватися після отримання відповідної ліцензії.
- 4) Підготовка електростанції на ВДЕ до експлуатації. На цьому етапі девелопер має отримати ліцензію на виробництво електроенергії від регулюючого органу, вступити в члени Оптового ринку електроенергії, отримати рішення регулюючого органу (НКРЕ) щодо встановлення «зеленого» тарифу та укласти Договір купівлі-продажу електроенергії з Державним підприємством «Енергоринок».

4.2.2 Виділення земельних ділянок

Згідно із Законом України «Про землі енергетики та правовий режим спеціальних зон енергетичних об'єктів» № 2480-VI від 9 липня 2010 р. права власності або право користування державними та комунальними землями можуть набуватися для потреб енергетики за рішенням державного органу виконавчої влади або органу місцевого самоврядування відповідно до порядку, встановленого Земельним кодексом України.

Існує ще один важливий Закон «Про відчуження земельних ділянок, інших об'єктів нерухомого майна, що на них розміщені, які перебувають у приватній власності, для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності» № 1559-VI від 17 листопада 2009 р., який визначає правові, організаційні та фінансові засади регулювання відносин, що виникають під час відчуження приватних земельних ділянок і нерухомого майна для суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності.

Зокрема, він обумовлює, що органи державної виконавчої влади або органи місцевого самоврядування відповідно до їх повноважень мають право відчужувати приватні земельні ділянки і нерухоме майно на основі договору

купівлі-продажу або за рішенням суду з виплатою ринкової ціни, включаючи відшкодування за понесені збитки, і виділенням земельної ділянки або нерухомого майна рівної вартості. Визначення ринкової ціни здійснюється на основі експертної оцінки.

Земельна ділянка, яка відчужується відповідним органом державної виконавчої влади або органом місцевого самоврядування може бути далі передана фізичній або юридичній особі на цілі, що відносяться до забезпечення суспільних потреб чи з мотивів суспільної необхідності, зазначених у рішенні про відчуження земельної ділянки.

Відповідно до Земельного кодексу України № 2768-III від 25 жовтня 2001 р., передача в оренду земельних ділянок, що перебувають у державній або комунальній власності, здійснюється на підставі рішення відповідного державного органу виконавчої влади або органу місцевого самоврядування згідно з їх повноваженнями, визначеними Земельним кодексом України, чи договору купівлі-продажу права оренди земельної ділянки (у разі продажу права оренди) шляхом укладення договору оренди земельної ділянки чи договору купівлі-продажу права оренди земельної ділянки.

Передача в оренду земельних ділянок, що перебувають у державній або комунальній власності, здійснюється за результатами проведення земельних торгів, крім випадків, встановлених Земельним кодексом України. Зокрема, не підлягають продажу на конкурентних засадах (земельних торгах) земельні ділянки державної чи комунальної власності або права на них у разі будівництва, обслуговування та ремонту об'єктів інженерної, транспортної, енергетичної інфраструктури.

Передача в оренду земельних ділянок, що перебувають у державній або комунальній власності, фізичним та юридичним особам, зокрема призначені для будівництва, обслуговування та ремонту об'єктів енергетичної інфраструктури здійснюється в порядку, встановленому для надання земельних ділянок державної або комунальної власності у користування відповідно до статті 123 Земельного кодексу України.

У відповідності зі статтею 123 Земельного кодексу України надання земельних ділянок державної або комунальної власності у користування здійснюється Верховною Радою Автономної Республіки Крим, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, державними органами виконавчої влади або органами місцевого самоврядування.

Рішення зазначених органів приймається на підставі проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок у разі:

- надання земельної ділянки зі зміною її цільового призначення;
- формування нової земельної ділянки (крім поділу та об'єднання).

Надання у користування земельної ділянки, зареєстрованої в Державному земельному кадастрі відповідно до Закону України «Про Державний земельний кадастр», право власності на яку зареєстровано у Державному реєстрі речових прав на нерухоме майно, без зміни її меж та цільового призначення здійснюється без складення документації із землеустрою.

Надання у користування земельної ділянки в інших випадках здійснюється на підставі технічної документації із землеустрою щодо встановлення меж земельної ділянки в натурі (на місцевості). У такому разі розроблення такої документації здійснюється на підставі дозволу, наданого Верховною Радою Автономної Республіки Крим, Радою міністрів Автономної Республіки Крим, державним органом виконавчої влади або органом місцевого самоврядування, відповідно до повноважень, визначених Земельним кодексом України.

Особа, зацікавлена в одержанні у користування земельної ділянки із земель державної або комунальної власності за проектом землеустрою щодо її відведення, звертається з клопотанням про надання дозволу на його розробку до відповідного державного органу виконавчої влади або органу місцевого самоврядування, які відповідно до повноважень, визначених Земельним кодексом України, передають у власність або користування такі земельні ділянки.

У клопотанні зазначаються орієнтовний розмір земельної ділянки та її цільове призначення. До клопотання додаються графічні матеріали, на яких зазначено бажане місце розташування та розмір земельної ділянки, письмова згода землекористувача, засвідчена нотаріально (у разі вилучення земельної ділянки). Верховній Раді Автономної Республіки Крим, Раді міністрів Автономної Республіки Крим, державним органам виконавчої влади або органам місцевого самоврядування, які передають земельні ділянки державної чи комунальної власності у користування, забороняється вимагати додаткові матеріали та документи, не передбачені Земельним кодексом України.

Відповідний державний орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування в межах своїх повноважень у місячний строк розглядає клопотання і дає дозвіл на розроблення проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки або надає мотивовану відмову у його наданні. Підставою відмови у наданні такого дозволу може бути лише невідповідність місця розташування земельної ділянки вимогам законів, прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів, а також генеральних планів населених пунктів, іншої містобудівної документації, схем землеустрою і техніко-економічних обґрунтувань використання та охорони земель адміністративно-територіальних одиниць, проектів землеустрою щодо впорядкування території населених пунктів, затверджених у встановленому законом порядку.

У разі якщо у місячний строк з дня реєстрації клопотання Верховна Рада Автономної Республіки Крим, Рада міністрів Автономної Республіки Крим, відповідний державний орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування, який передає земельні ділянки державної чи комунальної власності у користування відповідно до своїх повноважень, не надав дозволу на розроблення документації із землеустрою або мотивовану відмову у його наданні, то особа, зацікавлена в одержанні у користування земельної ділянки із земель державної або комунальної власності, у місячний строк з дня закінчення зазначеного строку має право замовити розроблення документації із землеустрою без надання такого дозволу, про що письмово повідомляє Верховну Раду Автономної Республіки Крим, Раду міністрів Автономної Республіки Крим, відповідний орган державної виконавчої влади або орган місцевого самоврядування. До письмового повідомлення додається договір на виконання робіт із землеустрою щодо відведення земельної ділянки.

Умови і строки розроблення проектів землеустрою щодо відведення земельних ділянок визначаються договором, укладеним замовником з виконавцем цих робіт відповідно до типового договору, що затверджується Кабінетом Міністрів України.

Проект землеустрою щодо відведення земельної ділянки погоджується в порядку, встановленому Земельним кодексом України.

Відповідний державний орган виконавчої влади або орган місцевого самоврядування у двотижневий строк з дня отримання проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки, а в разі необхідності здійснення обов'язкової державної експертизи землепорядної документації згідно із

законом – після отримання позитивного висновку такої експертизи приймає рішення про надання земельної ділянки у користування.

Підставою відмови у затвердженні проекту землеустрою щодо відведення земельної ділянки може бути лише його невідповідність вимогам законів та прийнятих відповідно до них нормативно-правових актів.

Відмова державного органу виконавчої влади чи органу місцевого самоврядування у наданні земельної ділянки у користування або залишення клопотання без розгляду можуть бути оскаржені до суду.

Передача в оренду земельних ділянок, що перебувають у власності фізичних і юридичних осіб, здійснюється за договором оренди між власником земельної ділянки і орендарем. Підставою для укладення договору оренди може бути цивільно-правовий договір про відчуження права оренди.

Договори оренди землі оформлюються у відповідності до стандартної форми, затвердженої Постановою КМУ № 220 від 3 березня 2004 р. Стандартна форма договору передбачає, щоб текст договору був доповнений додатками, які є невід'ємною частиною такого договору. Варто згадати, що договір оренди землі містить усі суттєві умови, передбачені законодавством України, оскільки відсутність хоча б однієї з таких умов може привести до (i) відмови в державній реєстрації договору оренди землі; (ii) позбавлення юридичної сили договору оренди землі.

Право власності на земельну ділянку, а також право постійного користування та право оренди земельної ділянки виникають з моменту державної реєстрації цих прав.

4.2.3 Приєднання до електричних мереж

17 січня 2013 року НКРЕ затвердила Постанову № 32, яка передбачає Правила приєднання електроустановок до електричних мереж (далі – Правила приєднання до мереж).

Відповідно до Правил приєднання до мереж порядок приєднання передбачає наступні кроки:

- Подання девелопером заяви про приєднання разом з необхідними документами до оператора електричної мережі. При приєднанні електроу-

становак потужністю 70 МВт та більше девелопер проекту звертається із заявою про приєднання до електропередавальної організації (Державне підприємство «НЕК «Укренерго»). При приєднанні електроустановок потужністю до 10 МВт девелопер проекту звертається із заявою про приєднання до електророзподільної організації, на території здійснення діяльності якої розташована електроустановка.

При приєднанні електроустановок потужністю від 10 МВт до 70 МВт девелопер проекту звертається із заявою про приєднання до електророзподільної організації, на території здійснення діяльності якої розташована електроустановка, або до електропередавальної організації.

Остаточне рішення щодо приєднання електроустановки визначається техніко-економічним обґрунтуванням з урахуванням впливу на якість електричної енергії в зоні можливого приєднання.

- Підготовка проекту договору про приєднання та технічних умов приєднання оператором електричної мережі та їх надання заявнику (дewelоперу проекту) на безоплатній основі.

Проект договору про приєднання разом із підписаними технічними умовами приєднання надається заявнику протягом 15 робочих днів після отримання заяви та протягом 30 робочих днів у разі необхідності їх узгодження із електропередавальною організацією.

Технічні умови приєднання є невід'ємною частиною договору про приєднання і містять вихідні дані для розробки проектної документації. Технічні умови приєднання є чинними протягом всього терміну будівництва електроустановки.

Форма договору про приєднання і технічні умови приєднання вказані в Додатку до Правил приєднання до мереж.

- Підписання договору про приєднання між заявником та оператором електричної мережі.
- Розробка проектної документації на приєднання девелопером проекту та їх затвердження оператором електричної мережі. Термін затвердження проектної документації на приєднання не може перевищувати 15 робочих днів після їх отримання, і 30 робочих днів у разі приєднання електроуста-

новки потужністю 5 МВт і більше. Коментарі та зауваження до проектної документації надаються оператором електричної мережі в окремому технічному рішенні. Термін подальшого доопрацювання проектної документації з урахуванням коментарів і зауважень оператора електричної мережі не може перевищувати 30 робочих днів. Цей термін може бути продовжено за умови попереднього повідомлення не пізніше, ніж за 2 дні до закінчення наданого 30 –денного терміну. Неподання доопрацьованої проектної документації у встановлений термін або подання проектної документації без урахування коментарів та зауважень оператора електричної мережі може призвести до розірвання договору про приєднання.

- Здійснення заявником плати за приєднання відповідно до договору про приєднання. Плата за приєднання визначається відповідно до методики розрахунку плати за приєднання та зазначається у додатковій угоді до договору про приєднання.
- Виконання будівельно-монтажних робіт і введення в експлуатацію.
- Укладення договору про паралельну роботу з об'єднаною енергетичною системою України (у разі необхідності).
- Забезпечення виконання технічного обслуговування транзитних установок оператором електроустановки (у разі необхідності).
- Приєднання електростанції до електричних мереж. Приєднання електроустановки здійснюється після введення в експлуатацію об'єкта електроенергетики на підставі заяви девелопера проекту протягом 5 робочих днів або 10 робочих днів, якщо підключення потребує припинення електропостачання інших споживачів.

Варто згадати положення українського законодавства про плату за приєднання до електричних мереж. 22 червня 2012 р. Парламент України прийняв Закон України «Про внесення змін до деяких законів України щодо плати за приєднання до мереж суб'єктів природних монополій» № 5021-VI (далі – «Закон про приєднання»).

Зокрема, Закон про приєднання передбачає положення про приєднання об'єктів електроенергетики, які виробляють електричну енергію з використанням ВДЕ, до електричних мереж, а саме:

- Приєднання об'єктів електроенергетики, які виробляють електричну енергію з використанням ВДЕ, фінансується в обсязі 50 відсотків за рахунок коштів, передбачених у тарифах на передачу електричної енергії, і 50 відсотків – за рахунок поворотної фінансової допомоги, яка надається девелопером проекту електророзподільній/ електропередавальній компанії.
- Строк повернення поворотної фінансової допомоги наданої девелопером проекту у сфері ВДЕ встановлюється НКРЕ відповідно до порядку фінансування послуг з приєднання електроустановок до електричних мереж і не може перевищувати 10 років. Джерелом такого повернення поворотної фінансової допомоги є складова тарифу на розподіл/передачу електричної енергії.
- Розроблення проектно-кошторисної документації для приєднання об'єктів електроенергетики, які виробляють електричну енергію з використанням ВДЕ, забезпечується електророзподільною/ електропередавальною компанією та фінансується за рахунок коштів, передбачених у тарифах на розподіл/передачу електричної енергії, та/або за рахунок поворотної фінансової допомоги, яка надається девелоперами проектів у сфері ВДЕ електророзподільній/ електропередавальній компанії.

При цьому, НКРЕ, при затвердженні інвестиційних програм та джерел їх фінансування для електророзподільної/електропередавальної компанії, враховує вартість послуг з приєднання генеруючих установок девелоперів, що використовують ВДЕ, відповідно до порядку фінансування послуг із приєднання електроустановок до електричних мереж.

Відповідальність за розробку такого порядку покладається на НКРЕ. Крім того, НКРЕ відповідає за розробку і затвердження правил приєднання електроустановок до електричних мереж, стандартних форм договорів про приєднання, стандартних форм технічних умов та методики розрахунку плати за приєднання електроустановок до електричних мереж.

Нові правила щодо плати за приєднання, передбачені в Законі про приєднання застосовуватимуться до тих компаній, технічні умови приєднання яких були надані після 1 січня 2013 року, і будівництво яких було розпочато після 1 липня 2013 року.

4.2.4 Будівництво і введення в експлуатацію

Девелопер проекту має право виконувати будівельні роботи як тільки виконана одна з двох наступних вимог:

- (I) зареєстрована декларація про початок будівельних робіт відповідною інспекцією державного архітектурно-будівельного контролю (далі – «інспекція ДАБК») – для будівництва об'єктів, що відносяться до категорій складності 'I', 'II' та 'III'; або
- (II) отримано дозвіл на будівництво від відповідної інспекції ДАБК – для будівництва об'єктів, що відносяться до категорій складності 'IV' та 'V'.

Категорія складності визначається проектною організацією разом із девелопером проекту відповідно до державних будівельних норм і стандартів на основі класу наслідків (відповідальності) такого будівельного об'єкту.

Порядок отримання дозволів на будівництво передбачений Постановою Кабінету Міністрів України № 466 від 13 квітня 2011 р.

Реєстрація декларації про початок будівельних робіт

Право виконувати будівельні роботи на об'єктах, віднесених до категорій складності I-III надається девелоперу проекту і генеральному підряднику або підряднику після реєстрації декларації про початок будівельних робіт (далі – декларація). Відповідна інспекція ДАБК реєструє декларацію безоплатно протягом п'яти робочих днів від дати отримання декларації.

Інспекція ДАБК відмовляє у реєстрації декларації, якщо декларація подається або заповнюється з порушенням встановлених вимог. Однак, якщо інспекція ДАБК не реєструє декларацію або не приймає рішення щодо відмови у її реєстрації протягом періоду, встановленого законодавством, право на виконання будівельних робіт виникає на одинадцятий робочий день від дати, коли декларація мала бути зареєстрована або рішення про відмову у реєстрації мало бути прийняте. У такому випадку декларація вважається зареєстрованою.

Девелопер проекту несе відповідальність за точність даних, включених до поданої декларації, та за виконання будівельних робіт без зареєстрованої декларації.

Отримання дозволу на будівництво

Право виконувати будівельні роботи на об'єктах, віднесених до категорій складності 'IV' і 'V' надається девелоперу проекту і генеральному підряднику або підряднику після отримання дозволу на будівництво.

Дозвіл на будівництво видається відповідною інспекцією ДАБК безоплатно протягом десяти робочих днів від дати реєстрації заявки.

Підстави для відмови у видачі дозволу на будівництво є наступними:

- неподання документів, необхідних для прийняття рішення про видачу такого дозволу;
- невідповідність поданих документів вимогам законодавства;
- виявлення недостовірних відомостей у поданих документах.

Відмова видати дозвіл на будівництво може бути оскаржена в суді.

Якщо інспекція ДАБК не видає дозволу на будівництво або відмовляє у його видачі протягом строку, встановленого законодавством, девелопер проекту повинен звернутися зі скаргою на такі дії до Державної архітектурно-будівельної інспекції (ДАБІ). Якщо ДАБІ не приймає належного рішення або не відмовляє у видачі дозволу на будівництво протягом десяти робочих днів, право на виконання будівельних робіт виникає на десятий робочий день від дати реєстрації заяви до ДАБІ, і дозвіл вважається виданим.

Виконання будівельних робіт на об'єктах, віднесених до категорій складності 'IV' та 'V' без дозволу на будівництво, а також виконання будівельних робіт, не вказаних у дозволі на будівництво, вважається самочинним будівництвом і тягне за собою відповідальність відповідно до законодавства.

Введення об'єкту електроенергетики в експлуатацію

Введення об'єкту електроенергетики в експлуатацію здійснюється шляхом видачі сертифіката – для об'єктів категорій складності 'IV' та 'V', або на основі декларації про готовність об'єкта до експлуатації – для об'єктів категорій складності 'I', 'II' та 'III'. Питання введення завершеного будівництвом об'єкту в експлуатацію регулюються Постановою Кабінету Міністрів України № 461 від 13 квітня 2011 р.

4.2.5 Ліцензії та дозволи на експлуатацію електростанцій на ВДЕ

Для того, щоб почати експлуатацію після введення об'єкта електроенергетики в експлуатацію, девелопер проекту повинен:

- 1) отримати ліцензію на виробництво електроенергії в НКРЕ відповідно до Постанови НКРЕ № 1305 від 6 жовтня 1999 р. НКРЕ приймає рішення щодо видачі ліцензії або відмови у її видачі протягом 30 днів від дати подання заяви та необхідних документів. У заяві може бути відмовлено, зокрема, якщо (i) надається недостовірна інформація та/або (ii) заявник не в змозі виконувати умови та правила ліцензованої діяльності;
- 2) стати членом ОРЕ. Для того, щоб стати членом ОРЕ необхідно надати комплект документів до Державного підприємства «Енергоринок». Після реєстрації заяви, вона разом з усіма доданими документами подається до Ради ОРЕ, яка діє у якості представницького органу членів ОРЕ.

Рада ОРЕ приймає рішення на своїх чергових зборах протягом 30 днів. У разі прийняття Радою ОРЕ рішення про прийняття до ОРЕ, заявник повинен підписати Договір між членами Оптового ринку електроенергії. Заявник вважається членом ОРЕ після підписання Договору між членами ОРЕ та виконання процедур, обумовлених таким Договором;

- 3) отримати рішення НКРЕ про встановлення «зеленого» тарифу. Порядок встановлення, перегляду та припинення дії «зеленого» тарифу був затверджений Постановою НКРЕ № 1421 від 2 листопада 2011 р. в редакції Постанови НКРЕ № 251 від 14 березня 2013 р. Порядок дублює положення Закону про електроенергетику, що стосуються ставок та розрахунку «зелених» тарифів, а також передбачає перелік документів, що мають подаватися заявниками до НКРЕ. Зокрема, девелопер проекту подає розрахунки вартості виробленої електроенергії відповідно до українських стандартів бухгалтерського обліку, документальне обґрунтування понесених витрат, документальне обґрунтування капітальних витрат, що фінансуються за рахунок власного або запозиченого капіталу тощо. Відповідальний департамент НКРЕ розглядає заяву та подані документи протягом 30 календарних днів, та після цього виносить їх на відкрите засідання НКРЕ. Заявнику повідомляється про встановлення або відмову у встановленні «зеленого» тарифу протягом 5 робочих днів з дня прийняття рішення НКРЕ. Зазначений Порядок також передбачає вимоги до звітування для ліцензіатів НКРЕ, які мають затверджені «зелені» тарифи, а також підстави для припинення дії «зелених» тарифів;
- 4) укласти Договір купівлі-продажу електроенергії між оператором електростанції на ВДЕ та Державним підприємством «Енергоринок». Примірна форма договору купівлі-продажу електроенергії затверджена Постановою НКРЕ № 1314 від 11 жовтня 2012 р.

5 Схема фінансування

5.1 Загальні міркування щодо фінансування проектів із використання відновлюваних джерел енергії

Існують різні можливі джерела, структури та їх комбінації для фінансування проектів із використання відновлюваних джерел енергії. Вибір структури та альтернативних джерел фінансування майже повністю залежить від існуючих ринкових умов і зацікавленості спонсорів проекту та/або фінансуючих організацій.

Перш за все необхідно розрізняти корпоративне фінансування і проектне фінансування як дві загальні схеми фінансування проектів:

- Корпоративне фінансування (балансове фінансування): Кредити забезпечуються не пов'язаними з проектом активами або майном, якими володіє спонсор/акціонери. Відносно просто домовитися про банківські кредити, якщо спонсор/акціонери можуть надати достатнє забезпечення для залучення кредитів банку. Порівняно з проектним фінансуванням інтереси позикодавця повністю забезпечуються більшою кількістю активів спонсора; потреба у посиленій системі контрактів для управління ризиками може бути зменшена, роблячи терміни кредитування набагато коротшими ніж за проектного фінансування.
- Проектне фінансування – проектне фінансування з обмеженим правом регресу на позичальника: Проектне фінансування є довгостроковим методом фінансування інфраструктури, енергетичних і промислових проектів на основі прогнозованого руху грошових коштів, отриманого після завершення будівництва об'єкту, а не на основі власних коштів інвесторів. Схеми проектного фінансування, як правило, передбачають залучення низки власників акцій, а також передбачають участь банківського консорціуму, що видає кредити на реалізацію проекту.

Наведений нижче малюнок показує основні характеристики обох підходів.

Проектне фінансування	Корпоративне кредитування
• Відокремлена юридична особа (цільовий механізм) • Зазвичай новий проект (реабілітація можлива) • Окремий впроваджувальний об'єкт • Обмежений період амортизації • Без права регресу • Відсутність обліку ділових операцій для фінансового рішення • Поручительство заставою • Високе боргове навантаження можливе • Стабільний рух грошових коштів • Кредитний ризик, пов'язаний з готівкою	• Існуюча компанія з використанням даних за минулі роки • Інтеграція в існуючу промислову систему • Пакет активів • Невизначений період амортизації • Право регресу • Балансовий кредит, фінансове рішення на основі минулих даних • Незабезпечений кредит • Помірна фінансова залежність • Непередбачувані грошові потоки • Кредитний ризик, незалежний від застави

Малюнок 5-1: Відмінності між проектним фінансуванням та корпоративним фінансуванням

Із недавнього часу виникла тенденція фінансування енергетичних проектів, включаючи проекти з використання відновлюваних джерел енергії, на основі проектного фінансування. Це може значно збільшити наявні кошти для фінансування відновлюваної енергетики. Поки що цей підхід до фінансування недостатньо відомий і не так широко застосовується в Україні. Отже, мета Програми USELF полягає в тому, щоб сприяти застосуванню концепції проектного фінансування і переважному фінансуванню проектів із використання відновлюваних джерел енергії за схемою проектного фінансування. Основні принципи такої схеми детально описані в розділі 5.2.

Однак за Програмою USELF також можливо фінансування проектів на основі корпоративного фінансування за певних умов. Це можливо, коли створення спеціальної проектною компанії (СПК) для проектного фінансування вимагало б реалізації комплексу зайвих та, відповідно, дорогих схем, угод та правових і комерційних інструментів. Тоді як фотоелектричні сонячні електростанції та вітрові електростанції є ідеальними кандидатами для проектного фінансування, а малі гідроелектростанції – також прийнятними, ситуація щодо проектів із використання біогазу і біомаси може трохи відрізнятись. Хоча проектне фінансування може, зазвичай, також бути застосоване для останніх двох типів проектів у сфері відновлюваної енергетики за допомогою створення СПК, поєднання основної діяльності сільськогосподарського

підприємства з проектами із використання біомаси або біогазу може стати більш сприятливим у разі застосування корпоративного фінансування. Це стосується тих випадків, коли основна діяльність сільськогосподарського підприємства дуже тісно пов'язана із отриманням і постачанням сировини на об'єкт і є такою, що чітке розмежування між сільськогосподарським підприємством і окремою СПК є практично неможливим.

Друге питання, що потребує попередньої відповіді до прийняття рішення стосовно фінансування проектів у сфері відновлюваної енергетики, полягає в тому, яким найкращим чином може бути надане забезпечення під таке фінансування і які джерела фінансування можна залучити. Залучення достатніх коштів для фінансування може стати (і, найчастіше, є) основною перешкодою при реалізації проектів МГЕС, і зусилля, що потрібні для забезпечення фінансування, мають бути належним чином враховані девелопером. Незалежно від того, чи проект фінансується за схемою корпоративного фінансування, чи за схемою проектного фінансування, фінансові ресурси будуть комбінацією власних коштів девелопера (тобто акціонерного капіталу) і позикового капіталу, хоча схеми залучення позикового капіталу можуть бути різними.

Наявність фінансових ресурсів девелопера – це перша річ, яку необхідно розглянути.

Фінансово стійкий девелопер може використовувати власні фінансові кошти (акціонерний капітал) або корпоративні кредити. Це забезпечує належний контроль за проектом, що може бути важливим у тому випадку, коли проект є частиною основної діяльності девелопера. Однак це означає також замороження фінансових ресурсів

протягом тривалого часу. Крім того, більшість проектів з використання відновлюваних джерел енергії потребують залучення значних інвестицій на початку проекту, так що використання власних фінансових ресурсів як єдиного джерела фінансування практично унеможливорює реалізацію проекту. При нестачі власних фінансових ресурсів девелопер повинен шукати інші джерела фінансування. На додаток до кредитів банківської системи (чи то корпоративні кредити, чи то кредити для СПК) це може включати:

- **спільне здійснення проекту з фінансово стійким спонсором:** Проект здійснюється як спільне підприємство з фінансово стійким спонсором. Фінансово стійкий спонсор може надати власний капітал та запропонувати гарантоване забезпечення банківських кредитів (активи/майно). На додаток до потенційної можливості розподілу ризиків, спонсори можуть

також вибиратися на основі їх здатності надати експертні знання (у сфері інжиніринга, фінансування, енергетичного ринку), що є важливим для проекту.

- **кредит постачальника:** Іншою альтернативою отриманню фінансування проектів з використання відновлюваних джерел енергії є варіант укладення договору про фінансування з постачальником обладнання. Постачальники іноді згодні фінансувати придбання свого обладнання у випадках, часто це відбувається, коли купівельна ціна тісно пов'язана з умовами фінансування. Умови є об'єктом переговорів, і наявність конкуренції може значно поліпшити запропоновані умови. Однак необхідно визнати, що цей варіант важко реалізувати в умовах існуючої економічної ситуації в Україні, оскільки, в основному, усі постачальники вважають ризики в країні занадто високими для такого кредитування. Крім того, це потребувало б надання такого рівня гарантій постачальнику, який девелопер або покупець обладнання в Україні, як правило, не можуть забезпечити.

У кінцевому підсумку, комбінація вищезазначених факторів фінансової стратегії впливатиме на девелопера по-різному. Ризик, доходи і контроль за проектом – все це тісно пов'язано з угодами щодо фінансування.

5.2 Проектне фінансування і його наслідки

5.2.1 Характеристика проектного фінансування

Проектне фінансування є довгостроковим методом фінансування розвитку інфраструктури, енергетичних та промислових об'єктів на основі прогнозованого руху грошових коштів проекту після завершення будівництва, а не власних фінансових ресурсів інвесторів.

Грошові надходження від проекту є, зазвичай, єдиним засобом обслуговування боргу (виплати відсотків та погашення позикових коштів). На відміну від корпоративного фінансування, операційний ризик у більшості випадків оцінюються кредитоспроможністю самого проекту, а не його власників (спонсорів).

Заборгованість по проектному фінансуванню часто називається фінансуванням без права регресу. Позика, зазвичай, забезпечується активами проекту та основними договорами проекту. На практиці, однак, проекти часто мають схему фінансування з обмеженим правом регресу, оскільки кредитори так

чи інакше вимагають додаткових гарантій від девелопера на додаток до потоку доходів проектної компанії.

Фактично є два основних типи проектного фінансування:

- інвестування в новий об'єкт – який створюється «з нуля»
- інвестування в існуючий об'єкт – розширення існуючого об'єкту.

Проектне фінансування є основною послугою, що надається банками розвитку, і при цьому такий підхід часто полегшує компаніям реалізацію проектів в країнах з перехідною економікою та країнах, що розвиваються, де традиційне банківське фінансування було б практично неможливим.

Із точки зору спонсорів основні переваги фінансування проекту за схемою проектного фінансування полягають в наступному:

- проект не впливає на баланс спонсора («позабалансове фінансування»)
- фінансування без права регресу
- погашення боргу за рахунок грошових потоків
- забезпечення надається за рахунок активів проекту, договорів, некорпоративних активів
- довгострокове боргове зобов'язання (зазвичай, 10-15 років), яке є особливо важливим аспектом для України через недостатній розвиток її ринку капіталів
- ризиковий капітал або позиковий капітал можуть сформувати більшу частину залученого фінансування
- успішні проекти часто рефінансуються
- контроль над гарантійним забезпеченням.

Із іншої сторони, можливі основні недоліки проектного фінансування полягають в наступному:

- проектне фінансування в основному використовується для спеціальних проектів на відміну від корпоративного фінансування
- тривалий час на оформлення угоди
- високі фіксовані операційні витрати завдяки кількості сторін та пов'язаного з цим процесу комплексної оцінки (не відноситься до конкретної ситуації в рамках Програми USELF, де послуги технічного консультанта з комплексної оцінки надаються безоплатно)
- дуже обмежувальні умови та вимоги щодо надання забезпечення

- необхідність проведення та підтвердження висновків детального фінансового аналізу
- постійний моніторинг фінансових результатів
- у разі дефолту боржника кредитор (кредитори) набувають прав власності/ контролю над проектом.

Із точки зору кредиторів, можна назвати наступні переваги проектного фінансування:

- контроль над залоговим забезпеченням забезпечує ексклюзивний доступ у випадку ліквідації підприємства
- кілька спонсорів, що спроможні на спільне фінансування завдяки дольовій участі у проекті
- можливі обмеження у виплаті та черговості виплати коштів
- прозорість завдяки єдиному активу та організаційній структурі
- незалежність, яка надає можливість для продовження існування підприємства при банкрутстві спонсора.

Кредити за схемою проектного фінансування USELF – це кредити без права регресу на позичальника, які забезпечуються активами проекту та виплачуються повністю за рахунок грошового потоку проекту. Від спонсорів вимагається надати додаткові гарантії, наприклад, гарантії завершення проекту.

5.2.2 Основні етапи та головні учасники

Схема проектного фінансування складається з різних етапів, які визначають час виникнення грошових потоків, як показано на малюнку 5-2.



Малюнок 5-2: Етапи проектної фінансування

На етапі розробки виконується ідентифікація проекту та пов'язаних з ним ризиків. На цьому етапі також виконується оцінка технічної та фінансової здійсненності проекту. Етап надання фінансування охоплює досягнення угоди про внесення власних коштів інвесторами, переговори щодо визначення ціни кредиту, умов виділення кредиту та, звичайно, графіку виборки кредитних коштів.

Протягом етапу будівництва об'єкт створюється, вводиться в експлуатацію і після закінчення пусконаладжувальних та приймальних випробувань по-

чинається промислова експлуатація об'єкту. Із цього часу об'єкт приносить дохід (без підтримки від вливань власного та позикового капіталу).

Період погашення заборгованості – це період, коли об'єкт продовжує приносити потік грошових коштів і за рахунок цього надходження коштів виплачуються відсотки за кредитом та погашається його основна сума. Умови погашення залежать від положень, узгоджених у договорі позики; погашення може початися відразу ж після введення об'єкта в промислову експлуатацію, або через деякий час, у разі, якщо пільговий період був узгоджений у договорі позики. Банк/кредитор здійснює моніторинг та перевірку проекту. Кінцевий етап є етапом, коли кредит повністю погашається і це призводить до закриття кредитного досьє позичальника, у той час, як проект продовжує працювати і таким чином створює приплив додаткових грошових надходжень для спонсора.

У залежності від типу і масштабу проекту є декілька сторін, задіяних у проектному фінансуванні, у тому числі:

- **Проектна компанія.** Спеціальна проектна компанія (СПК), яка також іменується «юридичною особою, захищеною від банкрутства», діяльність якої обмежується придбанням і фінансуванням цільових активів. СПК є, як правило, незалежною юридичною особою, яка перебуває у володінні спонсору проекту та/або інших фінансуючих організацій зі структурою активів та пасивів і правовим статусом, який робить її зобов'язання забезпеченими навіть, якщо спонсор або материнська компанія зазнає банкрутства.
- **Спонсор.** Спонсор є, як правило, власником проекту з контрольним пакетом акцій, основною ціллю якого є сприяння реалізації проекту.
- **Кредитори.** Зазвичай, банк або інші інвестиційні установи, що надають більшу частину необхідних фінансових ресурсів. Кредиторами можуть бути агентства та/або банки розвитку, створені для конкретної цілі стимулювання інвестування в інфраструктуру. Для того, щоб отримати кредит, спонсор повинен переконати кредиторів у економічній доцільності проекту.
- **Покупці електроенергії.** Покупець електроенергії є, як правило, національним або регіональним електроенергетичним підприємством або розподільчою енергокомпанією. Також можливо, що електроенергія буде продаватися безпосередньо кінцевому споживачу або посереднику в торгівлі електроенергією.
- **Консультанти.** Фінансовий консультант, технічний консультант або юридичний консультант, що надають допомогу від імені власника, кредитора або проектної компанії.

- Виконавці. Компанії, що уклали договір на проектування, будівництво, а також експлуатацію і технічне обслуговування об'єкту.

У залежності від конкретного проекту, інші сторони можуть включати страхові компанії, регуляторні органи, багатосторонні агентства, уряд країни-господаря/донора та ін. На нижченаведеному малюнку показаний зв'язок між сторонами, згаданими вище.



Малюнок 5-3: Основна структура взаємодії учасників проектного фінансування

5.3 Фактори, що впливають на фінансування проектів у сфері відновлюваної енергетики

Внаслідок складного характеру більшості проектів з використання відновлюваних джерел енергії, на вибір структури та механізмів фінансування впливає ціла низка факторів, включаючи:

- технічні аспекти
- сприятливі умови середовища
- часовий аспект
- фінансові аспекти.

Технічні аспекти

Основні технічні аспекти, що відносяться до проектного фінансування, – це структури та обсяги кожних індивідуальних елементів витрат на будівництво та експлуатацію:

- капітальні витрати (CAPEX)
- операційні витрати (OPEX).

Капітальні витрати включають статті витрат на всі відповідні елементи електростанції і можуть бути розбиті на наступні основні статті витрат:

- витрати на розроблення
- витрати на будівельні роботи
- витрати на електромеханічне обладнання
- витрати на приєднання до електричних мереж
- інші витрати.

Як правило, операційні витрати включають наступні статті витрат:

- платежі, такі як:
- витрати на експлуатацію та технічне обслуговування об'єкту, включаючи:
 - витрати на персонал (заробітна плата і додаткові пільги)
 - витрати на страхування
 - витрати на регулярне технічне обслуговування
 - вартість витратних матеріалів
 - витрати на оренду земельної ділянки збори (концесійний збір, плата за використання води, енергосистеми тощо).

Не всі статті витрат, перелічені вище, можуть бути застосовані до кожного проекту, і експлуатаційні витрати, визначені девелопером, можуть дещо відрізнятися від цієї структури. У порівнянні з капітальними витратами, вплив операційних витрат на життєздатність проекту, як правило, є менш значущим. Однак необхідно виконати ретельну оцінку витрат для того, щоб переконатися в тому, що робоча концепція девелопера проекту є належним чином обґрунтованою.

Сприятливі умови

У той час, коли технічні аспекти (головним чином, у частині проектування та розробки) проектів із використання відновлюваних джерел енергії безпосередньо впливають на досягнення згоди щодо фінансування проекту, наявність сприятливих умов зовнішнього середовища впливає на проект весь час від виникнення проектної ідеї до етапу повного завершення проекту. Фактично, належні сприятливі умови відіграють найбільш важливу роль у фінансуванні в цілому і зокрема у проектному фінансуванні.

Найважливіші аспекти що визначають наявність сприятливих зовнішніх умов при виборі структури фінансування включають:

- нормативно-правову базу щодо виробництва електроенергії з відновлюваних джерел енергії
- стимули
- систему стимулюючих тарифів
- пріоритетність приєднання до електромереж та гарантовану купівлю електроенергії
- механізм чистого розвитку/спільного впровадження
- майнові права та містобудівельне планування
- нормативно-правові акти щодо охорони навколишнього середовища, використання водних ресурсів та ін.

Сприятливість умов і способів, у який вони оцінюються кредиторами, мають вплив при визначенні розміру частки в капіталі, що має бути внесена спонсором, при визначенні структури фінансування. Чим менш сприятливими кредитор вважає умови і чим вище оцінюються загальні ризики в країні, тим вище розмір внеску, який кредитор очікує отримати від спонсора. У стабільних, надійних, сприятливих умовах, за наявності декількох успішно реалізованих за схемами проектного фінансування проектів, внаслідок чого кредитори вважають ризики мінімальними, потрібний розмір внесків за рахунок власних коштів інвестора може становити до 20-30%. Однак Україна і її галузь від-

новлюваної енергетики не вважається такими, що мають сприятливі умови, і тому внесок капіталу у розмірі приблизно 40% є прийнятним рівнем.

Часовий аспект

Фінансування проектів із використання відновлюваних джерел енергії тісно пов'язане з часовим аспектом будівництва. Нормативно-правова база, стимулюючі тарифи та умови внутрішнього ринку електроенергії можуть змінюватися в залежності від вибору часу реалізації проекту. Це може безпосередньо вплинути на майбутні грошові надходження і, отже, на здійсненість проекту. Більш того, банки приділяють особливу увагу вартості грошей у часі. Оскільки час – це гроші, ефективно і своєчасне прийняття рішення позитивно впливає на реалізацію проектів.

Фінансові аспекти

Відповідна фінансова структура та механізм фінансування проектів із використання відновлюваних джерел енергії забезпечують інтереси як учасників проекту, так і кредиторів. Тому балансування різних індивідуальних інтересів забезпечує прийнятний (або справедливий) розподіл прав та ризиків, а також прибутків.

5.4 Фінансовий аналіз: методи, показники, аналіз чутливості

5.4.1 Мета і загальний підхід

Для оцінки проектів із використання відновлюваних джерел енергії застосовується фінансовий аналіз, який виконується, як правило, на основі фінансової моделі. Це стандартна методика, за якою спонсор проводить такий фінансовий аналіз у зв'язку з підготовкою техніко-економічного обґрунтування та/або бізнес-плану проекту. Для того, щоб оцінити проект в рамках процесів відбору, комплексного ретельного дослідження та затвердження, застосовується окрема фінансова модель, розроблена консультантом.

За допомогою фінансового аналізу, проведеного на основі фінансової моделі, оцінюються показники ефективності протягом життєвого циклу проекту. На додаток до представлення енергетичного проекту як такого, модель відображає також фінансові показники СПК, яку девелопери заснували як незалежну юридичну особу для реалізації проекту.

Ключовими показниками, що, зазвичай, використовуються для оцінки показників ефективності, є внутрішня норма доходності (ВНД) та чиста приведена

вартість (ЧПВ). Обидва показники розраховуються до та після сплати податків та відрахування до резервів. Крім того, оцінка виконується для всього проекту і окремо для власників/акціонерів проекту. На додаток до цього, наступними ключовими показниками, що мають бути розраховані для того, щоб перевірити забезпеченість та ліквідність кредитора, є коефіцієнт обслуговування боргу (КОБ) та коефіцієнт покриття строку кредиту (КПСК).

Для того, щоб розрахувати вищезазначені показники у фінансовій моделі, необхідно використати дані по конкретному проекту, які вже розглядалися в розділах, присвячених технічним питанням, такі як виробіток електроенергії, капітальні витрати (CAPEX), операційні витрати (OPEX) і т.д. Окрім того, потрібні деякі фінансові, комерційні та макроекономічні вхідні дані та їх прогнозовані значення протягом життєвого циклу проекту для прогнозування фінансових результатів проекту. Тому девелопери мають зробити певні припущення для їх фінансових моделей, що мають відношення до наступного:

- **Втрати при передачі електроенергії:**

Необхідно перевірити, чи обсяги електроенергії, розраховані у технічних розділах техніко-економічних обґрунтувань або інших документах з планування, враховують втрати при передачі електроенергії, які трапляються між майданчиком, де розташована електростанція ВДЕ, та місцем подачі електроенергії в систему. Це важливо, оскільки платіж за поставлену електроенергію здійснюється, зазвичай, тільки за обсяг електроенергії, вимірний у точці її подачі, якою є, як правило, підстанція електричної мережі. Фактичний обсяг втрат при передачі електроенергії залежить повністю від конкретних обставин проекту – в основному від відстані між майданчиком електростанції ВДЕ та точкою подачі, але також від використовуваної лінії електропередачі. Відстань може становити від декількох сотень метрів до декількох кілометрів, при цьому останнє часто трапляється по відношенню до малих гідроелектростанцій, розташованих у віддалених місцевостях у горах. Тому відсоток втрат електроенергії при передачі може коливатися від практично незначної величини до 3-4%. У останньому випадку це особливо необхідно урахувати у фінансовому аналізі, так як у протилежному випадку рівень доходу від зеленого тарифу буде завищеним.

- **Стимулюючий тариф і його формування:**

Стимулюючий тариф в Україні встановлено Законом про зелений тариф, який набрав чинності 22 квітня 2009 р. і був доповнений у грудні 2012 р. Відповідно до Закону зелений тариф встановлюється по-різному для кон-

кретних видів відновлюваних джерел енергії шляхом застосування різних коефіцієнтів до базового рівня, яким є роздрібний тариф для споживачів другого класу напруги. Наприкінці кожного місяця НКРЕ визначає тариф на наступний місяць. Механізм регулювання тарифів враховує коригування рівня тарифу, встановленого у гривнях, у випадку знецінення гривні по відношенню до євро.

- **Обмінний курс:**

Для того, щоб спрогнозувати майбутній тариф для відновлюваного джерела енергії, потрібно скласти прогноз обмінного курсу гривні до євро. У якості альтернативного варіанту, як консервативний підхід, девелопер може застосовувати постійний рівень стимулюючого тарифу хоча це, імовірно, призведе до недооцінки майбутнього рівня зеленого тарифу, оскільки, у принципі, у довгостроковій перспективі, можна очікувати знецінення гривні по відношенню до євро.

- **Інфляція:**

Для того, щоб оцінити витрати на експлуатацію та технічне обслуговування електростанції та на необхідну сировину у випадку електростанцій, що працюють на біомасі та біогазі, необхідно зробити припущення щодо інфляції. Для спрощення припускається, що для різних елементів експлуатаційних витрат застосовується єдиний майбутній загальний рівень інфляції і що він також застосовується для прогнозування майбутніх цін на сировину. Однак, якщо мають певні підстави думати, що окремі елементи витрат (це може бути більш обґрунтованим щодо сировини, ніж щодо експлуатації та технічного обслуговування) зазнають підвищення ціни, що відрізняється від загального темпу інфляції, для цих елементів застосовується окремі припущення щодо очікуваного росту цін.

- **Ставка дисконтування:**

Для розрахунку ЧПВ (не ВНД) при фінансовому аналізі потрібно застосувати відповідну ставку дисконтування для того, щоб дисконтувати майбутні грошові потоки для приведення їх до сьогодишньої вартості. Зазвичай, використовується середньозважена вартість капіталу фірми (СЗВК), яка відображає середньозважені витрати на капітал, який вноситься спонсорами проекту, та на позиковий капітал, що використовується для фінансування.

- **Інші припущення:**

Фінансову модель також потрібно доповнювати інформацією про такі основ-

ні фактори як ставки податків на прибуток корпорацій та порядок їх формування (для того, щоб можна було отримати фінансові результати до та після сплати податків), амортизацію обладнання та необхідні обсяги оборотного капіталу (додається для того, щоб отримати загальний бюджет проекту).

При наявності всієї цієї інформації та припущень за допомогою фінансової моделі буде можливо не тільки розрахувати основні фінансові показники, зазначені вище, але також скласти прогноз фінансового стану проектної компанії протягом очікуваного строку служби електростанції (який залежить від конкретного типу технології використання відновлюваної енергії, але для цілей фінансового прогнозу обмежується приблизно максимум до 20-25 років, оскільки прогнози на такі періоди вже містять значний елемент невизначеності і прогнози на довший період становляться скоріше теоретичними).

5.4.2 Фінансові показники

Як обговорювалося вище, застосовувані ключові фінансові показники включають:

- внутрішню норму доходності (ВНД)
- чисту приведену вартість (ЧПВ)
- коефіцієнт обслуговування боргу (КОБ)
- коефіцієнт покриття строку кредиту (КПСК).

Відповідність фінансових критеріїв визначається на розсуд кредитора та рішення по ним приймаються в кожному окремому випадку після завершення фінансового та технічного комплексного дослідження проекту. Ці показники описані нижче.

ВНД

ВНД на інвестиції є ставкою дисконтування, за якої чиста приведена вартість витрат (негативні грошові потоки) на інвестиції дорівнює чистій приведеній вартості (позитивні грошові потоки) інвестицій.

Розрахунки ВНД використовуються, зазвичай, для оцінки доцільності інвестицій або проектів. Чим вище ВНД проекту, тим доцільніше взятися за виконання проекту. Припускаючи, що всі проекти потребують однакової суми інвестицій, що вноситься авансом, проект із найвищою ВНД вважався би найкращим і, отже, виконувався би першим.

Фірма (або фізична особа) повинна, у принципі, здійснювати всі проекти або інвестиції, що є в наявності, при величинах ВНД, які перевищують вартість капіталу. Інвестиції можуть обмежуватися наявністю джерел залучення коштів для фірми та/або спроможністю або здатністю фірми управляти численними проектами.

Оскільки внутрішня норма доходності є величиною норми прибутку, вона є показником ефективності, якості або доходності інвестицій. Цим ВНД відрізняється від показника чистої приведеної вартості, який є показником вартості або розміру інвестицій.

Інвестиції вважаються прийнятними, якщо їх внутрішня норма доходності більше, ніж встановлена мінімальна допустима норма доходності або вартості капіталу. За сценарію, за яким інвестиція розглядається фірмою, що має власників капіталу, ця мінімальна норма доходності є вартістю капіталу або інвестицій, що може виражатися середньозваженою вартістю капіталу (СЗВК), яка також враховує вартість ризиків, пов'язаних з джерелами фінансування – власним капіталом та позиковим капіталом. Це є гарантією того, що інвестиція підтримується власниками капіталу, оскільки, у цілому, інвестиція, ВНД якої перевищує вартість капіталу, підвищує цінність компанії (тобто, є економічно рентабельною).

ЧПВ

ЧПВ часового ряду грошових потоків (як притоків, так відтоків) визначається як сума поточної вартості окремих грошових потоків того ж самого підприємства.

ЧПВ є основним інструментом при виконанні аналізу дисконтованого грошового потоку та стандартним методом врахування вартості грошей у часі для того, щоб оцінити довгострокові проекти. За допомогою цього методу, широко застосовуваного у сферах економіки, фінансів та бухгалтерського обліку для планування капіталовкладень, визначається перевищення або зменшення грошових потоків у поточному вартісному вираженні після здійснення плати за фінансування.

ЧПВ можна охарактеризувати як «різницю» між сумами дисконтованих (приведених) грошових притоків (надходжень) і сумами дисконтованих грошових витрат (відтоків). Вона порівнює чисту вартість грошей на теперішній час із чистою вартістю грошей у майбутньому.



Малюнок 5-4: Роз'яснення результатів ЧПВ

КОБ

КОБ є відношенням чистого доходу від основної діяльності, доступного для обслуговування боргу, до виплат відсотків та основної суми кредиту. Це контрольний показник, що використовується при оцінці здатності підприємства заробити достатні кошти для покриття своєї заборгованості. Чим вище цей коефіцієнт, тим легше отримати кредит.

$$\text{Коефіцієнт покриття боргу} = \frac{\text{Обслуговування загальної суми боргу}}{\text{Обслуговування загальної суми боргу}}$$

Для того, щоб розрахувати коефіцієнт обслуговування боргу по проекту, спочатку визначається чистий дохід від основної діяльності підприємства. Усі операційні витрати віднімаються із загального доходу підприємства. Потім чистий дохід від основної діяльності ділиться на річну частку сплати суми боргу проектною компанією (у випадку проектного фінансування, коли КОБ грає особливо важливу роль), яка представляє загальну суму всіх відсоткових платежів та виплати основної суми боргу по всім кредитам компанії протягом всього року. Якщо проект має коефіцієнт покриття боргу менше 1 у конкретному році, дохід, який дає проект, є недостатнім для покриття

виплат по кредитах та операційних витрат по проекту у цьому році. Однак, якщо проект має коефіцієнт покриття боргу більше 1, проект створює дохід достатній для річної виплати боргу.

Із точки зору кредиторів, КОБ є найбільш вагомим фінансовим показником обґрунтованості проекту. Зазвичай, застосовуються як мінімальний КОБ (розрахований для кожного року окремо), так і середній КОБ, із яких мінімальний КОБ є найбільш важливим показником. Як правило, мінімальний КОБ має бути не менше, ніж 1.2, але чим вище, тим краще. Якщо мінімальний КОБ дорівнює, або нижче 1.2, необхідно визначити причини цього. Іноді може виявитися, що в цілому (наприклад, у формі середнього КОБ) покриття обслуговування боргу є прийнятним для кредиторів, але недостатнім тільки в одному році внаслідок рівня доходу або витрат протягом певного періоду. Тоді можна було б перенести надлишковий дохід із попереднього року/років на той рік, що має незадовільний КОБ, наприклад, із використанням резервного рахунку для того, щоб покрити дефіцит коштів в цьому році.

КПСК

КПСК є фінансовим коефіцієнтом, що застосовується для оцінки здатності компанії, що отримує кредит, виплатити непогашений кредит. КПСК розраховується шляхом ділення чистої приведеної вартості (ЧПВ) грошей, доступних для обслуговування боргу, на суму боргу з переважним правом вимоги, що має компанія. Коефіцієнт дає оцінку кредитної характеристики проекту з точки зору кредитора. КПСК менш широко застосовується для оцінки фінансового стану компанії (проекту), ніж КОБ.

$$\text{Коефіцієнт покриття зобов'язань протягом дії кредитів} = \frac{\text{ЧПВ (Грошовий потік, доступний для обслуговування боргу протягом строку дії кредиту)}}{\text{Залишок боргу}}$$

5.4.3 Аналіз чутливості

При дослідженні фінансової життєздатності проекту, у фінансовому аналізі потрібно брати до уваги, що ряд параметрів фінансового аналізу базуються на припущеннях щодо динаміки цих параметрів у майбутньому. Тому у фінансовому аналізі необхідно враховувати невизначеність, яка є наслідком цього факту. У деякій мірі такі невизначеності враховуються шляхом додавання «резерву непередбачених витрат» до кошторису, як описано в

розділах, присвячених різним технологіям використання відновлювальних джерел енергії. Проте, зрештою це стосується лише конкретного аспекту невизначеності, а не усього діапазону.

Можливо, найбільш простим способом вирішення питання врахування невизначеностей на практиці є проведення аналізу чутливості. Девелопер виконує оптимальну оцінку доходів і витрат, пов'язаних із проектом, для розрахунку внутрішньої норми доходності (ВНД) та чистої приведеної вартості (ЧПВ) проекту. Потім він перевіряє чутливість ВНД та ЧПВ до можливих майбутніх відхилень в значеннях основних параметрів від припущень прогнозованих в базовому варіанті.

Тому в аналізі чутливості розраховується кількісний вплив змін в основних параметрах проекту на фінансову життєздатність проекту. Із цією метою враховуються ті параметри, які як очікується завдають істотного впливу на фінансову життєздатність і відносно яких можна ідентифікувати деяку невизначеність щодо їх фактичних майбутніх значень. Рекомендується виконувати аналіз чутливості щонайменше відносно наступних параметрів:

Капітальні витрати (CAPEX):

Очевидно, що фактичні капітальні витрати завжди пов'язані з невизначеністю. Ступінь невизначеності залежить, по-перше, від того, чи планується реалізовувати проект на основі контракту ППБ (проективання, постачання, будівництво) або окремими стадіями, і, по-друге, від етапу планування. Реалізація проекту окремими стадіями, зазвичай, пов'язана з більш значними невизначеностями у зв'язку з різними стадіями та узгодженнями. Крім того, чим менш розробленим і детальним є планування проекту, тим більше невизначеності. Тому, розрахунок чутливості з більш високими капітальними витратами є абсолютно необхідним.

Доходи:

Потік доходів проекту, зазвичай, розтягується на весь його життєвий строк, який складає не менше 20 років. Тому цілком зрозуміло, що в майбутньому можуть відбуватися відхилення від очікуваного рівня доходів. Більш низькі доходи можуть бути результатом або меншої кількості електроенергії, яка виробляється електростанцією, або нижчого тарифу на одиницю електроенергії, виробленої та поданої в електричну мережу. За умови фіксованого зеленого тарифу (із захистом від девальвації гривні), останнє є набагато менш імовірним, але ми не можемо виключати можливість того, що це може відбутися в певний момент часу в майбутньому у разі змін у полі-

тичних та регуляторних умовах. Нижчий обсяг виробленої електроенергії є більш імовірним, наприклад, у результаті швидкостей вітру, які є більш низькими, ніж ті, що були виміряні в програмі вимірювання вітру (можливо через зміни клімату) для вітростанцій, або меншої кількості води, ніж у середньому в минулому. Це фактори, на які власники електростанцій впливати не можуть. Інші фактори, які можуть бути причиною зниження генерування електроенергії у випадку проектів з використання біомаси або біогазу, можуть включати меншу кількість годин роботи, ніж очікувалося через технічні проблеми або в результаті нестачі сировини. Тому розрахунок чутливості є також необхідним.

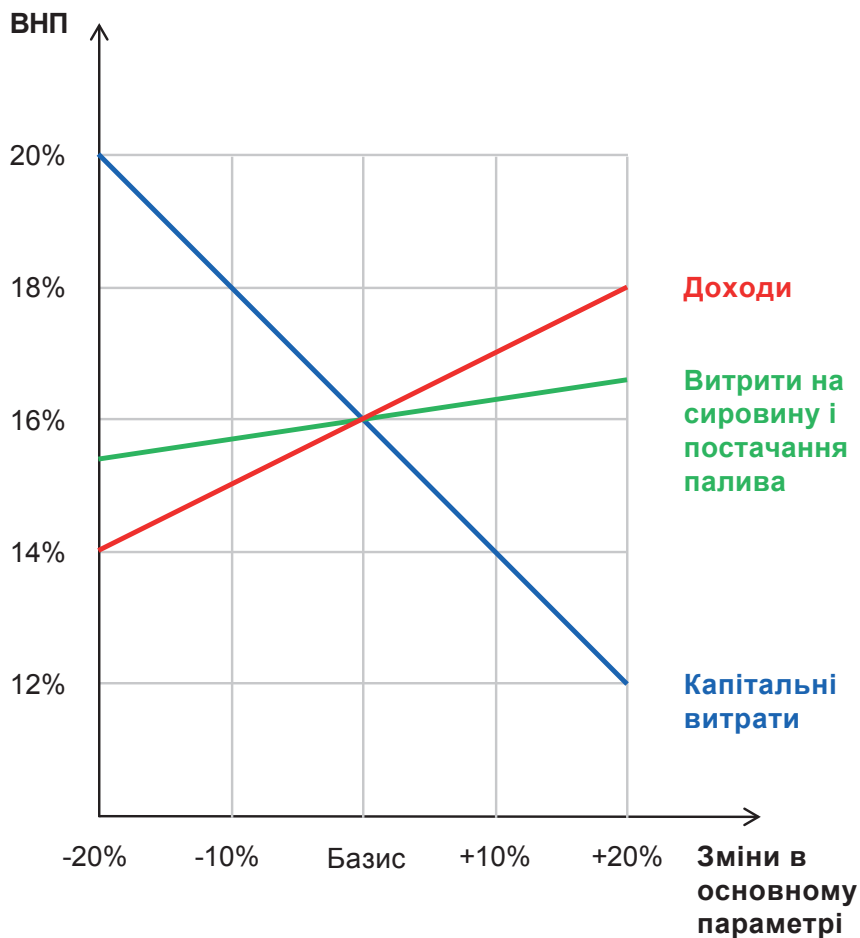
Операційні витрати (ОРЕХ):

У випадку операційних витрат, питання аналізу чутливості дуже залежить від типу відновлюваних джерел енергії. Витрати на експлуатацію та технічне обслуговування, як правило, нижчі у порівнянні з капітальними витратами для вітрових електростанцій, сонячних фотоелектричних станцій та малих гідроелектростанцій. Тому у цих випадках розрахунки чутливості не потрібні, оскільки вплив більш високих операційних витрат на загальну фінансову життєздатність обмежений. Іншою є ситуація для проектів із використання біомаси та біогазу, у яких суттєві витрати виникають на етапі експлуатації за рахунок поставок сировини. Такі витрати на сировину дуже важно передбачити, оскільки довгострокові контракти з фіксованою ціною на тривалий період (можливо з індексацією цін) дуже рідкісні в Україні. Навіть якщо компанія вирощує власну сировину, із часом витрати на виробництво можуть істотно змінюватися. Отже, дуже важливо включити розрахунок чутливості, пов'язаний з операційними витратами, у першу чергу, у формі змін у вартості постачання сировини.

Інші фактори:

Є деякі інші параметри, які можуть впливати на фінансову життєздатність проекту. Наприклад, це може бути затримка в реалізації проекту, оскільки зелений тариф не буде виплачуватися після закінчення 2029 року, тож, чим пізніше буде реалізований проект, тим коротший буде період доходів від зеленого тарифу. Однак цей та інші можливі фактори, зазвичай, не мають істотного впливу на фінансові результати, тому нема необхідності розглядати конкретні розрахунки чутливості заздалегідь. Тим не менш, варто обмірковувати питання, чи існують конкретні параметри проекту, які можуть бути приводом для виконання додаткових розрахунків чутливості.

Деякі інвестори вважають за краще представляти результати аналізу чутливості у вигляді діаграми. Приклад наведений нижче, але використовуються різні типи графічного представлення. У цьому прикладі ВНД є порівняно нечутливою до змін у статті витрат (або інших факторів, що аналізуються), якщо лінії є рівними. Різкий підйом ліній вказує на те, що невизначеність в цій статті може серйозно впливати на проект. Девелопер має бути дуже уважним при прогнозуванні цих статей.



Малюнок 5-5: Зірчаста діаграма

5.5 Управління ризиками

5.5.1 Характеристики управління ризиками

Управління ризиками є необхідним з кількох причин. По-перше, встановлення ціни кредиту на фінансування проекту залежить від існуючих і майбутніх ризиків проекту у розумінні кредиторів. По-друге, девелопер – незалежно від цього – щиро зацікавлений в тому, щоб утримувати ризики якомога нижчими. Для кредиторів важливо з точки зору перспективи фінансування оцінити фінансовий стан спонсора і його здатність внести узгоджену суму власних коштів. Однак у випадку програми USELF цей аспект розглядається вже на початковому етапі оцінки, і тому може вважатися урегульованим до того моменту, коли проводиться фінансовий аналіз. Таким чином, у разі фінансування проекту у фокусі знаходяться ризики, пов'язані із самим проектом (у тому числі достатність грошового потоку), як обговорювалося вище.

Загалом існує велика кількість різноманітних можливих ризиків. Для оцінки ризиків аналіз слід починати з розгляду ризиків, які виникають із загальної політичної ситуації і системи регулювання, за яких реалізується проект, а потім приступати до оцінки ризиків, пов'язаних із наявними контрактами та угодами між різними сторонами, та інших ризиків. У той час, як девелопер майже не може впливати на першу групу ризиків і тому повинен подумати, як він може найкраще адаптувати свій проект до існуючих умов, він може впливати на другу групу ризиків, оскільки девелопер або проектна компанія є стороною цих угод.

Рекомендується, щоб ризики, як правило, керувалися на основі триступеневого підходу:

- (1) ідентифікація ризиків
- (2) оцінка ризиків
- (3) зниження ризиків.

Ідентифіковані ризики далі оцінюються, а найбільш критичні відображаються в матриці ризиків.

5.5.2 Ідентифікація ризиків

Проект може бути підданий ряду технічних, екологічних, економічних і політичних ризиків, особливо в країнах з перехідною економікою. У ході процесу управління ризиками проект систематично перевіряється на наявність таких ризиків відповідно до наступних основних категорій:

- політичні, регуляторні ризики та ризики пов'язані з отриманням дозволів (дозволи, надійність стимулюючого тарифу, вимога щодо місцевого компоненту, доступ до мережі тощо)
- технічні ризики (проектування, якість матеріалів і обладнання, що використовуються, тощо)
- ризики, пов'язані із завершенням та будівництвом об'єкту (будівельні компанії, графік виконання робіт, перевитрата коштів тощо)
- ризики виконання зобов'язань (виробіток енергії, наявність палива, закупівля енергії тощо)
- екологічні та соціальні ризики (зокрема, для малих ГЕС, але також і для проектів з використання біомаси та біогазу)
- геологічні/гідрологічні ризики (зокрема, для малих ГЕС)
- фінансовий ризик (валютний ризик, ризик зміни процентних ставок тощо).

Деякі з вищезазначених ризиків знаходяться під контролем девелопера. Девелопер визначає проект та технологію електростанції і пов'язані з цим витрати на будівництво і експлуатацію, а також графік виконання робіт та підрядників для реалізації проекту. Можливі перевитрати за кошторисом є проблемою. Із іншого боку, чим більш досвідченими є девелопери проекту, інженер замовника та залучені ППБ-підрядники, тим нижча ймовірність того, що будуть перевитрати.

Інші ризики є ризиками більш зовнішнього характеру, наприклад:

- **Дозвільний ризик:** Навіть, якщо існують встановлені правила для необхідних дозволів і ліцензій, дотримання правил не обов'язково означає, що дозволи і ліцензії будуть отримані (вчасно). Адміністративні недоліки або зміни в нормативно-правовій базі можуть затягнути процес або навіть призвести до відмови від процесу розробки проекту.
- **Екологічний ризик:** У випадку малих ГЕС, наприклад, це часто пов'язано з гідрологічними питаннями (наприклад, вимоги щодо забезпечення мінімального біологічного стоку), або із законодавчими/нормативно-правовими питаннями (наприклад, дотримання національного законодав-

ства). У цьому випадку девелопер повинен забезпечити дотримання вимог нормативно-правових актів, але в той же час він наражається на ризик при зміні відповідного природоохоронного законодавства.

- **Соціальний ризик:** Тісно пов'язаними з природоохоронними є соціальні питання, які девелопери повинні враховувати. Нормативно-правові акти в країнах, які розглядаються, часто вимагають, щоб місцеве населення брало участь в процесі розробки проекту.
- **Ризики виробітку енергії:** Хоча ризик виробітку енергії, пов'язаний з сонячними та вітровими електростанціями, зумовлюється кліматичними факторами, девелопер повинен оцінити придатність майданчику з геологічної точки зору, щоб уникнути ризиків для проектів малих ГЕС. Однак навіть тоді, коли дослідження проводяться ретельно, не всі ризики можуть бути виключені, а отже залишається елемент ризику (наприклад, сейсмологічний ризик). Надійна база даних є необхідною передумовою для ефективного планування проекту. Ризик може бути мінімізований за рахунок наявності довгострокових наборів щоденних гідрологічних даних та надійного методу визначення очікуваного потоку на потенційному майданчику. Проте, ще є невизначеності щодо майбутніх витратень ресурсів, які можуть відхилятися від раніш зафіксованих величин. Девелопер не може це контролювати, але ці питання можуть бути розглянуті при аналізі чутливості.

5.5.3 Оцінка і зниження ризиків

Дуже важливим аспектом процесу управління ризиками є оцінка ризиків, яка заснована на результатах процедури кількісної оцінки. На цьому етапі вирішальними є два фактори:

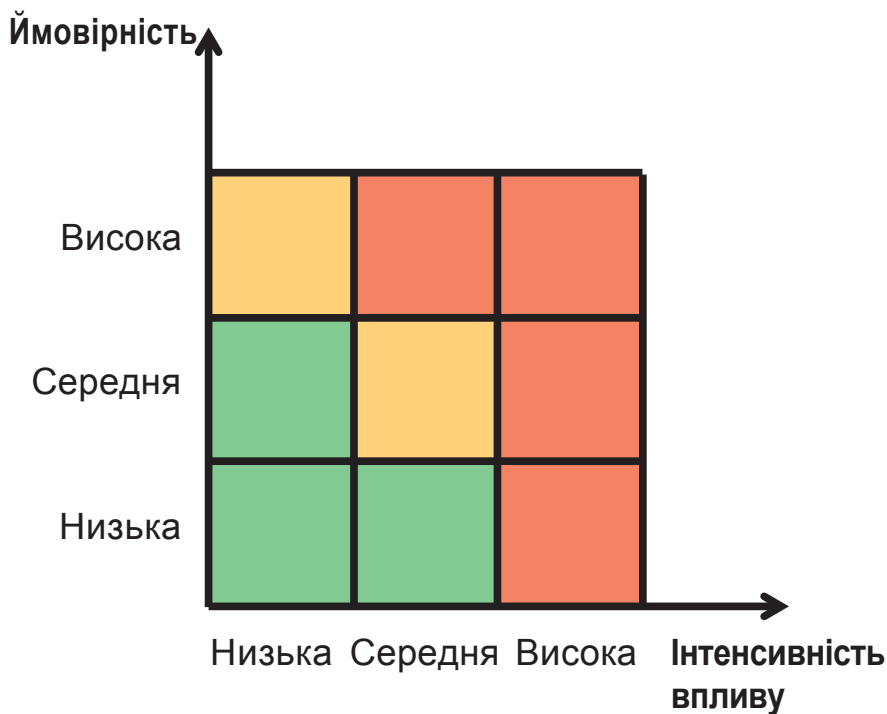
- фінансові наслідки ризику, тобто рівень можливих фінансових втрат
- імовірність виникнення.

Що стосується ймовірності виникнення, як правило, застосовуються три різні категорії:

- **низький ризик:** порівняно низька ймовірність того, що на електростанцію або її частину матиме негативний вплив несприятливого подія.
- **середній ризик:** рівень виникнення несприятливих подій вище середнього. Однак здійснення заходів для зниження ризиків також повинне бути визначене з точки зору величини потенційних збитків.
- **високий ризик:** електростанція може зіткнутися з критичними зонами з високою ймовірністю несприятливих подій.

Теоретично ризик розраховується шляхом множення рівня впливу ризику на ймовірність виникнення. На практиці це може виявитися складним завданням, оскільки може бути дуже важко виміряти як потенційні втрати, так і ймовірність виникнення в кількісному вираженні. Наприклад, недоліки в конструкції та їхній вплив на виробничі показники електростанції часто не можуть бути легко визначені кількісно. Тому, на практиці в певній мірі може бути застосований більш прагматичний якісний підхід, який пов'яже три рівня ймовірності з трьома рівнями інтенсивності впливу. У такому разі оцінка ймовірності виникнення та інтенсивності впливу в значній мірі базується на практичному досвіді залучених сторін, а саме, із боку девелопера, включаючи самого розробника, його проектувальників і персонал, а також будь-яких технічних або екологічних консультантів, які можуть бути залучені.

Результати оцінки ризику представлені в матриці ризиків, на якій відповідні ризики класифікуються як низький, середній або високий із точки зору їх впливу та ймовірності. На малюнку 5-6 показана ця матриця 3x3 із дев'ятьма можливими комбінаціями. Поля, які показують високу інтенсивність впливу, як правило, розглядаються як зони, які потребують термінової уваги і для яких в першочерговому порядку мають бути розроблені заходи зі зниження ризику – свого роду зони “підвищеної тривоги”; те ж саме відноситься до комбінації високого рівня ймовірності виникнення і середньої інтенсивності впливу. Комбінації середньої інтенсивності і середньої ймовірності, а також комбінації високої ймовірності, але низької інтенсивності можна бачити як “оранжеві” зони, які потребують уваги з більш низьким рівнем пріоритетності. Інші три поля в тій чи іншій мірі – “зелені” зони, які не представляють серйозних проблем для проекту, але не можна на них зовсім не звертати уваги.



Малюнок 5-6: Матриця інтенсивності впливу та ймовірності ризиків

Ризики по червоним і оранжевим зонам потім описуються і розглядаються більш докладно, включаючи рекомендації та заходи для зниження ризиків. Це зазвичай виконується в додатковій матриці з кількома стовпчиками. Окрім назви ризику, ці матриці містять чіткий докладний опис ідентифікованих ризиків, оцінку їх інтенсивності впливу та ймовірності, та рекомендації щодо розробки заходу (заходів) щодо зниження ризику, які можуть зменшити ймовірність його виникнення та/або інтенсивність впливу.

Заходи для зниження ризику повинні бути вжиті тією стороною, яка контролює цей ризик (у багатьох випадках – девелопер). Критичні питання повинні постійно переглядатися в ході реалізації проекту.

6. Екологічні та соціальні аспекти

6.1 Основні впливи різних типів відновлюваних джерел енергії на навколишнє природне та соціальне середовище

Як і у випадку розробки будь-якого проекту, що передбачає будівництво нових об'єктів, на додаток до різних вигод, що обговорювалися в цьому посібнику, є також впливи на навколишнє середовище. Найважливіші з цих потенційних впливів підсумовані у нижченаведених розділах.

6.1.1 Міркування щодо вибору майданчику для проекту

Що стосується всіх проектів з використання відновлюваних джерел енергії, усі вони мають багато потенційних загальних впливів на ландшафт, біологічну різноманітність та місцеве населення, які мають бути розглянуті при виборі відповідного майданчику для проекту. Ці загальні потенційні впливи можуть включати:

- негативні впливи нових енергогенеруючих споруд та допоміжних об'єктів, таких як лінії електропередачі та під'їзні дороги, на якість ландшафту, навколишнє середовище та естетичний вигляд;
- утрату середовища існування, фрагментація ареалу та спрощення екосистеми, викликані впливом забудов, та пов'язані з цим потенційні несприятливі впливи на фауну і флору, що існують у цьому природному середовищі;
- зміну у землекористуванні та виникнення конкуренції за використання цінних земель (наприклад, вилучення земель із сільськогосподарського виробництва);
- впливи на природоохоронні території або вразливі райони та об'єкти культурної спадщини або археологічні пам'ятки;
- впливи на об'єкти місцевої інфраструктури та індивідуальної власності .

6.2 Впливи загального будівництва

Впливи загальних будівельних робіт протягом етапу будівництва є характерні для всіх проектів. Основні впливи будівництва включають:

- вилучення та зміни у користуванні землею;
- видалення рослинності, зняття верхнього родючого шару ґрунту та виїмку ґрунту;

- викиди в атмосферу від транспортних засобів та будівельних машин, зварювальних та малярських робіт ;
- утворення пилу під час виконання земляних робіт;
- шум від транспортних засобів та будівельних робіт ;
- збільшене навантаження на існуючу місцеву інфраструктуру та підвищення інтенсивності дорожнього руху.

Питання, пов'язані з вилученням землі та змінами у землекористуванні, мають особливе відношення до вітрових та сонячних енергетичних проєктів, оскільки вони, зазвичай, потребують відведення великих земельних ділянок для розміщення щогл для вітроенергетичних установок та сонячних панелей.

Також важливо врахувати впливи пов'язаних проєктів, таких як будівництво нових під'їзних доріг та ліній електропередачі.

6.3 Вплив різних відновлюваних технологій під час експлуатації

Під час експлуатації, кожна з технологій відновлюваної енергетики має, як правило, свої специфічні впливи. У нижченаведених розділах розглядаються основні екологічні впливи різних технологій протягом експлуатації об'єкту.

6.3.1 Вітрові електростанції

Вилучення земельних ділянок для будівництва вітрових електростанцій може призводити до впливів на навколишнє середовище внаслідок втрати середовища існування та зміни у землекористуванні.

Спорудження вітрових електростанцій негативно впливає на якість ландшафту та естетичний вигляд високоякісних ландшафтів на великих площах землі. Вони сприймаються як нові, неприродні вертикальні споруди, які не гармоніюють з більшістю ландшафтів. На ландшафтах з вклиненими елементами, помітність таких споруд може бути обмеженою, але на рівнинних степових та орних ландшафтах вони будуть особливо помітні. Землі, які є природоохоронними об'єктами, і високоякісні ландшафти та середовище, що їх оточує, можуть бути особливо вразливими до цих впливів.

Протягом експлуатації вітроенергетичні установки можуть створювати шум та вібрацію.

Робота турбін та додаткові наземні лінії електропередачі можуть спричинити зіткнення з ними птахів та кажанів, і це особливо стосується мігруючих птахів і маршрутів їх міграції. Вітрові електростанції можуть завдати шкоди птахам та кажанам двома основними шляхами: (i) шляхом зіткнення із самими лопатями турбін та внаслідок збурення від зони турбулентного струменя повітря навколо них. Значні проблеми, пов'язані із зіткненням птахів, були зареєстровані на вітрових електростанціях у декількох країнах, особливо щодо хижих птахів. Однак дослідження також показують, що птахи та вітрові електростанції можуть співіснувати, якщо майданчик проекту обраний з урахуванням цих аспектів.

6.3.2 Сонячні фотоелектричні електростанції

Як і у випадку з вітровими електростанціями, вилучення землі із користування для розміщення сонячних фотоелектричних електростанцій потенційно може призводити до впливу на навколишнє середовище шляхом втрату природного середовища та зміну землекористування (наприклад, виведення земель із сільськогосподарського виробництва). Видалення рослинності також може призвести до деградації земель та ризику ерозії.

Розміщення фотоелектричних панелей та допоміжних об'єктів на великій площі також може впливати на характер ландшафту, замінивши існуючий мальовничий ландшафт на ділянки панелей, які можуть сприйматися як значні неприродні об'єкти. Природоохоронні території та високоякісні ландшафти та їх оточення можуть бути особливо вразливими до цих впливів. Однак об'єкти сонячної енергетики швидше за все будуть низько розташованими, тому вплив на мальовничі краєвиди буде найбільш помітним, якщо дивитися тільки з височини або зблизька.

На ринку є різні типи фотоелектричних елементів, і деякі з них можуть містити важкі метали, такі, як кадмій або телур. Із екологічної точки зору цих типів фотоелектричних елементів краще уникати через додаткові ризики (токсичність), які виникають при виведенні з експлуатації та переробці/утилізації панелей. Рекомендується, щоб відразу ж після введення сонячної електростанції в експлуатацію, вона приєднувалася до міжнародної мережі по переробці фотоелектричних панелей.

Експлуатація сонячної електростанції включає в себе періодичну очистку фотоелектричних панелей, що може призводити до просочення хімічних речовин в ґрунт і ґрунтові води.

6.3.3 Мала гідроенергетика

Часто найбільш привабливі з економічної і технічної точки зору майданчики для малих гідроелектростанцій також є найменш придатними з точки зору екології. Наприклад, у той час, як гористий Карпатський регіон має найвищий потенціал для малої гідроенергетики в Україні, він також є найбагатшим з точки зору екологічно чистих, цінних та вразливих територій.

Присутність нових дамб, дериваційних труб (якщо вони не підземні), ліній електропередачі та затоплених територій можуть негативно вплинути на характер ландшафту і середовище високої якості, що, у свою чергу, може негативно вплинути на туризм і рекреаційний потенціал території.

Будівництво об'єкту малої гідроенергетики може призвести до значних змін у місцевому водному середовищі в результаті змін гідрологічних умов, якості води і фізичного середовища. Ці зміни можуть відбуватися вище і нижче по течії від дамби, а також в обхідному плесі. Загачування, зазвичай, перетворює верхні б'єфи водойми з природних річкових на озерні території, внаслідок чого знижується швидкість течії, збільшується глибина, та відбуваються загальні зміни в гідрології. Температура води у водоймі-загаті може бути вище температур природних потоків, можуть збільшуватися концентрації поживних речовин і забруднювачів, можуть впасти рівні концентрації розчиненого кисню. У результаті, у глибших частинах водойми можуть створитися умови кисневого голоду, особливо в літні місяці. Можуть також змінитися фізичні умови в басейні водосховища, оскільки там накопичуються осадові відкладення, гравій та сміття.

Ерозія і осадові відкладення можуть призвести до погіршення якості води за рахунок підвищення каламутності та перешкоджання життєвим циклам організмів, які зазнали негативного впливу. Внаслідок осадових відкладень може задихатися ікра риб або нерухомі організми, які не можуть залишити цю територію. Це може призвести до значних змін в осілих водних угрупованнях та заподіяти шкоди життєздатності мігруючих видів.

Розміщення нових об'єктів гідроенергетики в тих ділянках ріки, які раніше не експлуатувалися, може негативно впливати на цілий ряд видів риб, у тому числі тих, які перебувають під захистом. Існуючі гідроенергетичні об'єкти вже представляють собою значні бар'єри для мігруючих риб. Нові дамби можуть створити нові бар'єри на шляху міграції таких видів риб та інших водних організмів, у результаті чого річкові плеса, які є важливи-

ми для таких функцій, як розмноження, нагул та сезонні міграції, стають недоступними. Випадки, коли кілька дамб розташовані в одному і тому ж річковому басейні, можуть призвести до значних кумулятивних впливів. У деякій мірі питання міграції риб можуть бути вирішені за рахунок заходів з послаблення впливу, таких як рибоходи.

Експлуатація нових об'єктів може призвести до підвищеного ризику смертності або травмування в результаті затягування і зіткнення вже вразливих водних організмів. Затягування може статися, коли водні організми втягуються до водозабірної отвори гідроелектростанції, проносяться через турбіни і врешті-решт викидаються на низовому виході. Травматизм і смертність, як правило, можуть бути результатом змін тиску і фізичного пошкодження. Затягування може відбуватися, коли водні організми не можуть уникнути вхідних потоків і їх притискує до передньої поверхні сміттєзатримувальних решіток або екранів на забірному отворі. Смертність, зазвичай, є результатом задухи або фізичного ушкодження. Смертність від затягування і зіткнення може бути значною в тих місцях, які обслуговують важливі водні популяції, (наприклад, місця нересту і нагулу риби) і в певні періоди року (наприклад, періоди сезонної міграції). Кумулятивні впливи також можуть бути значними, якщо затягування та/або зіткнення виникають на кількох гідроенергетичних об'єктах на одній і тій же самій річці.

І нарешті, нові гідроенергетичні дамби можуть мати вплив на характер розподілу річкового потоку під час повеней, які особливо поширені в деяких областях Західної України та в Карпатах. Цей вплив може бути позитивним або негативним, залежно від проектування та місця розташування.

6.3.4 Біогазові проекти

Основні впливи біогазових електростанцій на навколишнє середовище включають викиди в атмосферу в результаті спалювання палива, неприємний запах від сировини (наприклад, гною), утилізацію відходів (головним чином, використовуваних як органічне добриво), збільшення інтенсивності місцевого дорожнього руху внаслідок транспортування сировини до біогазової електростанції.

Викиди в атмосферу, як правило, включають викиди двоокису вуглецю, окису вуглецю, двоокису азоту та двоокису сірки. Інші потенційні впливи включають утворення твердих відходів та стічні води.

6.3.5 Проекти з використання біомаси

Аналогічно біогазовій електростанції, електростанція, що працює на біомасі, має наступні впливи на навколишнє середовище:

- викиди в атмосферу в результаті спалювання палива, включаючи викиди двоокису вуглецю, двоокису азоту, двоокису сірки та твердих часток;
- утворення та утилізацію золи від спалювання біомаси;
- збільшення інтенсивності місцевого дорожнього руху внаслідок транспортування сировини;
- посилення конкуренції за використання сировини (наприклад, як паливо для опалювальних цілей, лісоматеріали, добриво);
- використання води для процесу охолодження та отримана в результаті цього підвищена температура поверхневої води в точці скидання;
- утворення твердих відходів та стічні води.

Якщо електростанція розташована близько до Чорнобильської зони, потрібен буде радіаційний контроль сировини та золи, що утворюється.

6.4 Соціальні наслідки і культурна спадщина

Внаслідок реалізації проектів відновлюваної енергетики очікуються в цілому позитивні соціально-економічні наслідки, у тому числі, вигоди від підвищення зайнятості населення за рахунок будівництва, обслуговування та експлуатації об'єктів. Також підвищуватиметься надійність енергопостачання, особливо у віддалених районах, де в даний час можуть бути перебої в постачанні електроенергії. Девелопери робитимуть фінансові внески до місцевих бюджетів у вигляді місцевих податків та плати за оренду земельних ділянок.

Однак, також можуть бути і негативні соціальні наслідки і ризики, у тому числі:

- Потенційне переміщення/переселення (фізичне або економічне) громад або домашніх господарств у результаті невідповідного розташування об'єктів, доріг або ліній електропередачі. Слід уникати будь-якого переміщення, оскільки це є деструктивним для громади і може призвести до конфліктів і бути дорогим.
- Шкідливі фактори для здоров'я людини в процесі будівництва (наприклад, пил, шум, рух транспортних засобів) та експлуатації (наприклад, викиди в атмосферу, запах, шум, дорожній рух). Вплив електромагнітних полів, якщо домашні господарства розташовані занадто близько до ліній електропередачі – це також може мати наслідки для здоров'я людини.

- Підвищений потік важких вантажів для будівництва або поставок сировини може спричинити додаткове навантаження на існуючу місцеву інфраструктуру.
- Можлива втрата земель для інших видів господарської діяльності, у тому числі обмеження на використання землі під лініями електропередачі.
- Втрата або пошкодження територій розташування об'єктів культурної спадщини або іншої соціальної значущості внаслідок фізичної присутності проекту відновлюваної енергетики і пов'язаної з ним інфраструктури.

6.5 Національні вимоги до охорони навколишнього середовища

6.5.1 Загальний огляд основних законів та нормативно-правових актів про охорону навколишнього середовища, що мають відношення до відновлюваної енергетики

Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.) є основним законом про охорону навколишнього природного середовища в Україні, який створює загальну базу для управління станом навколишнього середовища та екологічної політики в країні, включаючи вимоги до оцінки впливу на навколишнє середовище.

Інші основні національні екологічні закони, що стосуються проектів із використання відновлюваних джерел енергії, включають:

- Закон України «Про екологічну експертизу» (1995 р.) та пов'язані з ним нормативно-правові акти щодо ОВНС
- Земельний кодекс (2002 р.)
- Водний кодекс (1995 р.)
- Лісовий кодекс (1994 р.)
- Кодекс про надра (1994р.)
- Закон України «Про природно-заповідний фонд» (1992 р.)
- Закон України «Про охорону атмосферного повітря» (1992 р.)
- Закон України «Про тваринний світ» (2002 р.)
- Закон України «Про рослинний світ» (1999 р.)
- Закон України «Про культурну спадщину» (2000 р.)
- Закон України «Про будівництво» (2011 р.)
- Конвенція про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська конвенція) (1999 р.)

- Закон України *“Про ратифікацію Конвенції про оцінку впливу на навколишнє середовище в транскордонному контексті”* (Конвенція Еспоо) (1999 р.).

Крім того, існують численні нормативно-правові акти, що базуються на відповідних законах, видані різними виконавчими органами, у функції яких входять питання управління станом навколишнього природного середовища, та органами місцевого самоврядування.

6.5.2 Нормативно-правові акти про оцінку впливу на навколишнє середовище та екологічну експертизу

Оцінка впливу на навколишнє середовище (ОВНС, англійське скорочення – EIA) є частиною процесу планування та отримання дозволів на виконання проєктів. Цей процес включає два пов’язаних етапи: оцінку впливу на навколишнє середовище, що виконується за замовленням девелопера, та пов’язану з нею державну екологічну експертизу проєкту, що проводиться державними органами влади.

Із багатьох нормативних вимог, що стосуються оцінки впливу та затвердження проєкту, наступні два документи є основними:

- Закон України *«Про екологічну експертизу»* (1995 р.)
- Українські державні будівельні норми *«Про склад і зміст матеріалів ОВНС при проєктуванні і будівництві. ДБН А.2.2-1-2003»* (2004 р.).

Закон України *«Про екологічну експертизу»* (1995 р.) є основним рамковим законом, що регулює питання стосовно екологічної оцінки та експертизи. Він вимагає проведення екологічної оцінки, у тому числі для проєктів, які можуть мати вплив на навколишнє середовище. Інші основні положення цього закону включають наступне:

- Проєктно-технічна документація повинна включати матеріали ОВНС. ОВНС повинна виконуватися з урахуванням нормативних вимог щодо навколишнього середовища, потенційної ємності екологічної системи та стану навколишнього середовища у місці розташування об’єкту, прогнозів стану навколишнього середовища, перспектив соціально-економічного розвитку регіону та очікуваних сукупних негативних впливів на навколишнє середовище.
- Екологічна експертиза є частиною процесу затвердження проєкту. Основними завданнями екологічної експертизи є: (і) визначення рівня еко-

- логічної безпеки діяльності, (ii) встановлення відповідності передпроектних та проектних матеріалів вимогам відповідних екологічних стандартів і норм та (iii) оцінка адекватності та достатності запланованих заходів щодо зниження негативного впливу на довкілля.
- Висновки екологічної експертизи є юридично обов'язкові, а позитивні висновки потребуються для затвердження проекту.

Українські державні будівельні норми «Про склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд. ДБН А.2.2-1-2003» (2004 р.) є найбільш детальним національним нормативом ОВНС. У ньому роз'яснюються конкретні вимоги до складу, процедури та змісту ОВНС будь-якої діяльності у будівництві. У документі:

- говориться, що ОВНС може виконуватися тільки організаціями, які мають відповідну ліцензію;
- визначається число офіційних етапів підготовки ОВНС (обговорюються більш детально в розділі 2.4);
- переліковуються типи господарської діяльності (типи проектів), які потребують виконання ОВНС;
- містяться положення про консультації з громадськістю.

Зміст звіту про ОВНС згідно національних вимог

Стандартний звіт про ОВНС має містити наступні розділи (відповідно до ДБН А.2.2-1-2003):

- підстави для проведення ОВНС
- фізико-географічні особливості району і майданчика/траси, де планується виконання проекту
- загальний опис діяльності з виконання проекту
- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє природне середовище, що включає:
 - клімат і мікроклімат
 - повітря
 - геологію
 - воду
 - ґрунти
 - рослини, тварини та об'єкти, що охороняються
- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє соціальне середовище

- оцінка впливів планованої діяльності на навколишнє техногенне середовище
- комплексні заходи щодо забезпечення нормативного стану і безпеки навколишнього середовища
- додатки:
 - документи щодо придбання земельної ділянки
 - завдання на виконання ОВНС
 - заява про екологічні наслідки діяльності
 - інші документи, при необхідності.

Процес оцінки впливу на навколишнє середовище та затвердження проекту також потребує вирішення супутніх питань, таких як:

- природоохоронні території (якщо такі є на майданчику проекту)
- санітарно-захисні зони (у випадку викидів в атмосферу або шуму на будівельному майданчику)
- культурна спадщина і археологічні пам'ятки.

Існуюча українська система оцінки впливу на навколишнє середовище орієнтована, головним чином, на виконання нормативних вимог та процедури затвердження у порівнянні з підходом західних країн до ОВНС, який зосереджений більше на зниження ризику.

6.5.3 Українські вимоги до проведення консультацій із громадськістю та оприлюднення інформації

У Україні є декілька законодавчих актів стосовно участі громадськості у прийнятті екологічно значущих рішень:

- Закон України «Про охорону навколишнього природного середовища» (1991 р.) встановлює загальні правила та вимоги щодо доступу до екологічної інформації.
- Закон України «Про екологічну експертизу» (1995 р.) зазначає екологічні права та інтереси громадян та право на проведення громадської екологічної експертизи індивідуальними громадянами та громадськими організаціями.
- Україна також підписала та ратифікувала Конвенцію про доступ до інформації, участь громадськості в процесі прийняття рішень та доступ до правосуддя з питань, що стосуються довкілля (Орхуська конвенція) (1999 р.). Ця Конвенція регулює питання щодо доступу громадськості до екологічної

інформації та участі у процесі прийняття відповідних рішень.

- На основі вищезазначених законів Міністерство екології та природних ресурсів розробило *Положення про участь громадськості у прийнятті рішень у сфері охорони довкілля (2004 р.)*. Цей документ охоплює питання стосовно визначень, принципів, типів рішень, які відносяться до «екологічної» категорії, видів участі громадськості та процедури участі громадськості.
- Як вказано вище, *Нормативи оцінки впливу на навколишнє середовище (ДБН А2.2-1-2003)*, при зосередженості уваги на вимогах до складу, процедури та змісту ОВНС, також вимагають інформувати широку громадськість і проводити консультації з нею щодо оцінюваного проекту. Цей документ включає положення про консультації з громадськістю та оприлюднення інформації як частину виконання вимог Орхуської конвенції.

6.5.4 Дозволи природоохоронних органів на експлуатацію об'єктів

Що стосується етапу експлуатації об'єкту, українське законодавство вимагає від експлуатаційної організації отримати дозволи на використання різних типів природних ресурсів та утворення відходів, включаючи:

- використання загальних та спеціальних водних ресурсів;
- скид стічних вод у водойми;
- викиди в атмосферу;
- утворення та утилізацію твердих відходів;
- інші спеціальні дозволи (використання обладнання, що працює під високим тиском, зберігання небезпечних речовин тощо) у залежності від обставин.

6.5.5 Виконання національних вимог

Будь-який девелопер, який планує проект, що може мати значний вплив на навколишнє природне середовище і внаслідок цього входить до затвердженого урядом *Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку*⁷, повинен вжити заходів щодо проведення оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС).

⁷Постанова Кабінету Міністрів про затвердження Переліку видів діяльності та об'єктів, що становлять підвищену екологічну небезпеку, № 808 від 28 серпня 2013 р.

Відносно проектів з використання відновлюваних джерел енергії цей Перелік включає виробництво електроенергії з використанням органічного палива (наприклад, біомаси та біогазу), а також гідроелектростанцій на річках незалежно від їх потужності, що викликають потребу у виконанні ОВНС. Сонячні фотоелектричні і вітроенергетичні проекти не включені в цей Перелік (за винятком тих випадків, коли проект вимагає вирубки дерево-чагарникової рослинності на території площею більш ніж 0,12 га або здійснюється в охоронних зонах об'єктів природо-заповідного фонду, територіях прилеглих до водоохоронних зон, тощо) і тому не підлягають виконанню обов'язкової ОВНС.

Процедура отримання затвердження природоохоронних органів є вимогливим процесом, який включає наступні етапи:

- проведення оцінки впливу на навколишнє середовище (ОВНС);
- організацію оприлюднення інформації та проведення консультацій із громадськістю ;
- екологічну експертизу та затвердження звіту ОВНС компетентним органом;
- отримання необхідних дозволів природоохоронних органів (на викиди в атмосферу, скид стічних вод, розміщення твердих відходів тощо) для експлуатації об'єкту.

Більшість заходів з ОВНС, як правило, виконується на етапі підготовки техніко-економічного обґрунтування (ТЕО) для інвестицій або на етапі підготовки первинного проекту. Потім результати оновлюються, якщо до проекту вносяться зміни на пізнішому етапі.

Загальна послідовність кроків при підготовці ОВНС

Загальна послідовність кроків при підготовці ОВНС виглядає наступним чином⁸

- Девелопер призначає ліцензованого виконавця ОВНС.
- Девелопер і виконавець ОВНС складають, узгоджують та публікують заяву про наміри у відповідності до стандартної форми.
- Девелопер і виконавець складають завдання на розроблення матеріалів ОВНС у відповідності до іншої стандартної форми. Ці завдання щодо ОВНС, зазвичай, стають частиною завдань на розроблення ТЕО.
- Виконавець ОВНС виконує відповідні роботи (збирає відповідні дані про стан навколишнього середовища, оцінює ризики і потенційні впливи, пропонує заходи з пом'якшення впливів тощо) і разом із девелопером готує заяву про екологічні наслідки на основі результатів проведеної роботи. Ця заява публікується в місцевих засобах масової інформації.
- Здійснюється інформування громадськості і проводяться громадські консультації.
- Звіти ОВНС разом з іншою проектно-технічною документацією (ТЕО) подаються на експертизу та відповідне схвалення державними органами.
- Спеціалізований державний орган з питань будівництва та архітектури видає дозвіл на будівництво.

6.6 Вимоги ЄБРР щодо екологічних та соціальних аспектів діяльності

6.6.1 Огляд вимог ЄБРР

На додаток до відповідності нормативно-правовим актам України, очікується, що кожний проект має дотримуватися принципів та вимог ЄБРР, які стосуються збалансованого розвитку. Ці вимоги, головним чином, описані в документах Екологічна та соціальна політика ЄБРР (2008 р.) та Політика ЄБРР щодо інформування громадськості (2011 р.).

У рамках Екологічної та соціальної політики ЄБРР (2008 р.) Банк визначив конкретні вимоги до реалізації проектів (ВРП) для основних екологічних та соціальних аспектів та впливів, які перелічені нижче:

⁸Державні будівельні норми України ДБН А.2.2-1-2003 «Про склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС) при проектуванні і будівництві підприємств, будинків і споруд» (2004 р.)

- ВРП 1: Оцінка та управління екологічними і соціальними аспектами діяльності
- ВРП 2: Праця та умови праці
- ВРП 3: Запобігання та зменшення забруднення
- ВРП 4: Громадське здоров'я та безпека
- ВРП 5: Придбання землі, вимушене переселення та позбавлення стабільного економічного становища
- ВРП 6: Збереження біорізноманітності та стале управління ресурсами живої природи
- ВРП 7: Корінне населення
- ВРП 8: Культурна спадщина
- ВРП 9: Фінансові посередники
- ВРП 10: Розкриття інформації та залучення зацікавлених сторін

ЄБРР вимагає від клієнтів розробляти проекти таким чином, щоб вони відповідали всім вимогам до реалізації проектів, які мають до них відношення. Найважливішим у цьому є послідовний підхід до пошуку шляхів уникнення негативних впливів на робітників, місцеве населення та навколишнє середовище або, якщо уникнення неможливе, до ужиття заходів зі зменшення, пом'якшення або відшкодування збитків від негативних впливів в установленому порядку.

На основі екологічних та соціальних критеріїв ЄБРР присвоює категорію запропонованому проекту з метою (i) відображення рівня потенційних екологічних та соціальних впливів, пов'язаних із запропонованим проектом та (ii) визначення характеру та обсягу екологічних та соціальних досліджень, розкриття інформації та залучення зацікавлених сторін, які необхідні для кожного проекту.

Запропонований проект відноситься до категорії А, якщо він може мати потенційно значні та різноманітні негативні екологічні та/або соціальні впливи, які на час визначення категорії не можуть бути прямо визначені або оцінені і які вимагають формалізованого та колективного процесу оцінки, який має проводитися незалежними сторонніми експертами. На практиці це означає підготовку пакету матеріалів оцінки впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу (ОВНСіСС) відповідно до міжнародних стандартів та комплексної процедури розкриття інформації та проведення консультацій із громадськістю.

Запропонований проект відноситься до категорії В, якщо потенційні негативні екологічні та/або соціальні впливи, які він може спричинити, локалізовані та/або легко визначаються та вирішуються шляхом впровадження пом'якшувальних заходів.

Завдяки відносно невеликим масштабам потенційних проектів USELF, більшість із них імовірно відноситимуться до категорії В, оскільки потенційні негативні екологічні та соціальні впливи будуть локальними, та можуть бути легко визначені і зменшені.

6.6.2 Вимоги до реалізації проектів

Вимоги ЄБРР до реалізації проектів (ВРП) поширюються на всі проекти, а також на їх розробників та виконавців. ВРП, які стосуються проектів з використання відновлюваних джерел енергії, підсумовані нижче.

ВРП1: Управління та оцінка екологічних і соціальних аспектів діяльності:

- визначає вимоги до процесу комплексного обстеження, оцінки впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу(ОВНСіСС), природоохоронного і соціального плану дій (ПСПД) та інших основних досліджень та документів;
- вимагає від девелопера розробити системний підхід, адаптований до управління розв'язанням екологічних та соціальних проблем та приведення діяльності у відповідність до вимог;
- визначає «сферу відповідальності», яка широко охоплює проект і безпосередньо пов'язані з ним види діяльності, які знаходяться під контролем або впливом девелопера;
- є гнучким і ґрунтується на оцінці ризиків;
- містить вимоги, які недостатньо присутні в українському національному законодавстві, такі як зобов'язання щодо управління підрядником, пов'язаних проектів (наприклад, будівництво під'їзних доріг, ліній електропередачі), кумулятивних впливів, соціальної оцінки, участі зацікавлених сторін.

ВРП2: Праця і умови праці:

- встановлює вимоги до принципів управління людськими ресурсами умов праці
- охоплює вимоги до гігієни праці та техніки безпеки;
- охоплює вимоги до відсутності дискримінації та рівних можливостей;
- містить вимоги до систем і методів роботи корпорації (або материнської/ дочірньої компанії);
- ґрунтується на положення конвенцій МОП (Міжнародна Організація Праці).

ВРП3: Запобігання та зменшення забруднення:

- охоплює вимоги до викидів та скидів, продукування відходів, енергоефективності, викидів парникових газів;
- ґрунтується на вимогах стандартів ЄС та найкращій розробленій технології (НРТ) з урахування гнучкості часових рамок для досягнення відповідності із вимогами;
- передова міжнародна практика застосовується у випадку відсутності стандартів ЄС/НРТ.

ВРП4: Громадське здоров'я та безпека:

- охоплює вимоги до громадського здоров'я та безпеки, включаючи транспортування сировини та відходів, правила поведінки робітників, шум, електромагнітний вплив та небезпеку електроудару ;
- містить планування дій на випадок надзвичайних ситуацій (важливих для деяких гідроенергетичних проєктів), впровадження заходів для забезпечення безпеки об'єкту та інші відповідні питання;
- ґрунтується на документах ВООЗ .

ВРП5: Придбання землі, вимушене переселення та позбавлення стабільного економічного становища:

- охоплює фізичне переселення та позбавлення стабільного економічного становища;
- визначає основний принцип: Ніхто не повинен зазнати вимушених збитків;
- часто не обмежується національними вимогами (наприклад, втрата неофіційного або недозволеного використання);

- вимагає окремого документу-плану вимушеного переселення або значної компенсації.

ВРП6: Збереження біорізноманітності та стале управління ресурсами живої природи:

- апелює до багатьох директив ЄС та міжнародних угод;
- встановлює ієрархію заходів з пом'якшення впливу на біорізноманітність: уникнення, мінімізація, пом'якшення та компенсація;
- поширюється на всі ареали, порушені або ні, захищені або ні;
- містить вимоги щодо видів та природно-заповідних територій.

ВРП8: Культурна спадщина:

- апелює до міжнародних угод;
- охоплює не тільки археологічні або історичні пам'ятки та залишки, не тільки спадщину, що охороняється;
- передбачає участь місцевої громади/проведення консультацій.

ВРП10: Розкриття інформації та залучення зацікавлених сторін:

- окреслює системний підхід до залучення зацікавлених сторін для будівництва та підтримки конструктивних стосунків із зацікавленими сторонами, зокрема з місцевим населенням, на яке впливає проект, протягом періоду дії проекту;
- включає наступні елементи: ідентифікацію зацікавлених сторін, розкриття інформації, механізми зворотного зв'язку та процедури подання скарг;
- вимагає підготовки цільового плану залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС);
- вимагає, щоб участь зацікавлених сторін була вільною від маніпуляцій, втручання, примусу та залякування і здійснювалася на основі оперативної, відповідної, зрозумілої та доступної інформації у відповідно культурно обумовленому форматі;
- зацікавлені сторони є сторонами, на які може вплинути проект, або ті, що іншим чином залучені або зацікавлені;
- вимагає визначення та домовленості з потерпілими/вразливими зацікавленими сторонами.

6.7 Виконання вимог ЄБРР

6.7.1 Кроки девелопера для виконання вимог

У залежності від обсягу проекту ЄБРР вимагатиме підготовки декількох екологічних документів для отримання фінансування від ЄБРР.

По-перше, девелоперу необхідно встановити, чи потрібно виконувати ОВНС згідно з українськими національними нормативно-правовими актами (див. розділ 6.5).

Якщо вимагається виконання ОВНС, девелопер готує завдання, наймає ліцензованого підрядника і проводить ОВНС. Рекомендується, щоб в обсязі цієї оцінки також враховувалися вимоги ЄБРР, як описано вище (наприклад, оцінку під'їзних доріг та ліній електропередачі, кумулятивні впливи, оцінку впливу на соціальне середовище, участь зацікавлених сторін та управління підрядниками). Це запобігатиме необхідності у виконанні додаткових робіт для того, щоб заповнити прогалини між національними вимогами до проведення ОВНС, із одного боку, та прийнятими ЄБРР міжнародними вимогами до проведення ОВНС (EIA), із іншого боку.

Якщо виконання ОВНС не є обов'язковим (наприклад для невеликої вітрової електростанції або сонячної фотоелектричної електростанції), все ж таки необхідно вирішувати екологічні і соціальні проблеми для виконання стандартів ЄБРР. Це може бути виконане шляхом цільового дослідження впливів проекту на стан навколишнього середовища, виконаного у відповідності до міжнародної практики та практики ЄБРР.

Результати цих досліджень розглядаються спеціалістами USELF та ЄБРР з природоохоронних питань. На основі цього розгляду Банк присвоює проекту категорію А або В. Більшість проектів USELF імовірно матимуть категорію В, оскільки потенційні негативні впливи на навколишнє середовище і соціальну сферу будуть характерними для конкретного майданчика, які легко ідентифікуються та обмежуються.

Якщо проекту присвоюється категорія А, необхідно буде виконати повну, за міжнародними нормами, оцінку впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу (ОВНСiCC) та широкі офіційні публічні консультації.

Інші проектні документи, що вимагаються ЄБРР, включають:

- Природоохоронний і соціальний план дій (ПСПД);
- План залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС);
- Нетехнічне резюме (НТР) проекту.

6.7.2 Природоохоронний і соціальний план дій (ПСПД)

Беручи до уваги отримані дані оцінки впливу на навколишнє середовище і соціальну сферу та результати консультацій з зацікавленими сторонами, девелопер підготує та виконає програму дій зі зниження впливів та поліпшення діяльності, які вирішують ідентифіковані соціальні та екологічні проблеми, впливи та висвітлюють можливості у форматі Природоохоронного і соціального плану дій (ПСПД). Цей документ визначає конкретні вимоги до вирішення основних питань.

ПСПД повинен зосереджуватися на питаннях уникнення впливів і, якщо це неможливо, на пом'якшувальних заходах з метою мінімізувати можливі впливи до допустимих рівнів.

ПСПД повинен також висвітлювати, при необхідності, можливості отримати додаткові екологічні і соціальні вигоди від реалізації проекту, включаючи програми розвитку місцевої громади у відповідних випадках.

Рівень деталізації і складності ПСПД має відображати ризики та можливості проекту, тобто бути сумірним з впливами проекту.

ПСПД є частиною кредитної угоди між ЄБРР і девелопером.

6.7.3 План залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС)

ЄБРР вважає участь зацікавлених сторін суттєвою частиною сумлінної практики ділового обороту і корпоративної соціальної відповідальності, а також шляхом підвищення якості проектів. Зокрема, ефективна участь громадськості має велике значення для успішного управління ризиками і впливами на місцеве населення в місцях реалізації проектів.

Участь зацікавлених сторін є постійним процесом, який передбачає (i) оприлюднення девелопером відповідної інформації з метою надання можливості проведення змістовної консультації з зацікавленими сторонами, (ii)

проведення змістовної консультації з потенційно потерпілими сторонами та (iii) процедуру або механізм подання людьми зауважень або скарг. Цей процес повинен починатися на самому ранньому етапі планування проекту, і подробиці мають бути описані в спеціальному Плані залучення зацікавлених сторін (ПЗЗС).

Як правило, ПЗЗС містить наступні розділи:

- загальні відомості про проект і цілі;
- ідентифікація і оцінка зацікавлених сторін;
- розкриття інформації і план залучення зацікавлених сторін;
- процедура розгляду скарг громадян.

ПЗЗС є, зазвичай, одним із проектних документів, які є відкритими для громадськості.

6.7.4 Нетехнічне резюме (НТР)

Ціллю Нетехнічного Резюме (НТР) є надати інформацію про проект, відкрити для доступу громадськості.

Розкриття відповідної проектної інформації допомагає зацікавленим сторонам зрозуміти ризики, впливи та можливості від реалізації проекту. Якщо місцеве населення може зазнати негативні екологічні і соціальні впливи внаслідок реалізації проекту, девелопер повинен розкрити їм наступну інформацію:

- цілі, характер та масштаб проекту;
- тривалість робіт по запропонованому проекту;
- будь-які ризики і потенційні впливи на навколишнє середовище, здоров'я і безпеку робітників, інші соціальні впливи на місцеве населення та запропоновані плани дій зі зменшення ризиків та негативних впливів;
- процес ведення консультацій та можливості і шляхи участі громадськості;
- час і місце проведення будь-яких передбачених зустрічей із громадськістю та процедура, згідно до якої повідомляється про проведення зустрічей, підбиваються підсумки та складаються звіти.

Інформація розкривається місцевими мовами і у доступний та в культурному відношенні відповідний спосіб, враховуючи потреби будь-яких уразливих груп.

Якщо ПСПД узгоджений, девелопер розкриває сторонам, що підпадають під вплив, повний текст ПСПД для проектів категорії А. У інших випадках девелопер розкриває НТР з стислим викладом ПСПД.

Залежно від проекту, НТР і ПСПД, зазвичай, оприлюднюються за 30 або 60 днів до затвердження проекту ЄБРР, зазвичай на веб-сайті девелопера.

Усі документи (ПСПД, ПЗЗС і НТР) готуються англійською мовою і національною мовою (мовами).

6.7.5 Організаційний потенціал і зобов'язання девелопера

Для того, щоб дотриматися принципів та виконати вимоги ЄБРР, девелоперу необхідно створити, підтримувати і посилювати, за необхідності, організаційну структуру, яка визначає обов'язки, сфери відповідальності та повноваження реалізовувати ПСПД, ПЗЗС і пов'язані з ними системи управління. Має бути призначений спеціальний персонал, включаючи представника(ів) із чітко визначеними сферами відповідальності та повноважень. Основні сфери відповідальності в частині соціальних та екологічних аспектів діяльності повинні бути чітко визначені і повідомлені відповідному персоналу та решті працівників організації. Достатні зобов'язання керівництва та людські і фінансові ресурси мають забезпечуватися на постійній основі для того, щоб досягти ефективних і постійних соціальних та екологічних показників діяльності.

6.8 Подальша інформація про вимоги до стану навколишнього середовища, соціальної сфери та здоров'я

Кілька міжнародних організацій розробили рекомендації щодо використання найбільш ефективних методів роботи, яких необхідно дотримуватися девелопером при проектуванні, будівництві та експлуатації проектів із використання відновлюваних джерел енергії. Рекомендації включають, але не обмежуються, наступне:

- ЄБРР – Екологічна та соціальна політика та Вимоги до реалізації проектів (2008 р.):
Англійською мовою <http://www.ebrd.com/downloads/research/policies/2008policy.pdf>
Українською мовою <http://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/espukr.pdf>
Російською мовою <http://www.ebrd.com/downloads/about/sustainability/russia08.pdf>
- ЄБРР – Політика інформування громадськості (2011 р.):
<http://www.ebrd.com/downloads/policies/pip/pipe.pdf>
- Міжнародна фінансова корпорація (МФК) – Керівні вказівки з питань екології, здоров'я і безпеки та Експлуатаційні показники: http://www1.ifc.org/wps/wcm/connect/Topics_Ext_Content/IFC_External_Corporate_Site/IFC%20Sustainability/SiteMap
- Міжнародна організація праці (МОП) – Керівні вказівки щодо систем управління охороною праці та здоров'я, англійською і російською мовами http://www.ilo.org/safework/info/standards-and-instruments/WCMS_107727/lang--en/index.htm
- Принципи Екватору (ПЕ) для визначення, оцінки та управління екологічними та соціальними ризиками:
<http://www.equator-principles.com/>
- Стратегічний екологічний аналіз (CEA) для USELF:
<http://www.uself-ser.com>

Приклади проектів

Сонячна електростанція біля села Пороги Вінницької області

Перший в Україні проект сонячної електростанції за фінансування ЄБРР біля села Пороги Вінницької області

Компанія ТОВ «Ренджі Девелопмент» запропонувала приватній цільовій компанії ТОВ «Грін Агро Сервіс» (ГАС) реалізацію проекту будівництва сонячної електростанції. У грудні 2012 року ГАС успішно здійснила пуск в експлуатацію нової сонячної електростанції у Вінницькій області України. Компанія отримала ліцензію НКРЕ на виробництво електроенергії, підписала договір про членство у оптовому ринку електроенергії (ОРЕ), отримала «зелений тариф» згідно з постановою НКРЕ та підписала договір з ОРЕ на постачання електроенергії.

Проектом передбачається встановлення PV-модулів із піковою потужністю 4495 кВт, що забезпечуватиме річне виробництво близько 5 мільйонів кіловат-годин електроенергії з її наступним постачанням до електромережі «Вінницяобленерго». За такого запланованого виробництва електроенергії очікуване скорочення викидів парникових газів складе близько 5000 т CO₂ на рік.

Проект було здійснено на підставі ЕРС-контракту із надійним західноєвропейським ЕРС-підрядником протягом усього лише трьох місяців. Проектну документацію сонячної електростанції було розроблено досвідченим ліцензованим українським проектним інститутом. Приєднання до електромережі здійснено «Вінницяобленерго» за кошти ТОВ «Грін Агро Сервіс».

Це перший в історії ЄБРР проект у галузі сонячної енергетики, який фінансується в Україні, і перший уведений в експлуатацію проект сонячної енергії в рамках Програми USELF. Фінансування здійснювалось двома паралельними траншами: восьмирічний кредит ЄБРР у сумі 4,1 млн. євро та п'ятнадцятирічний кредит у сумі 1,6 млн. євро від Фонду Чистих Технологій.



Компанія / Місцезнаходження	ТОВ «Грін Агро Сервіс», село Пороги Ямпільського району Вінницької області
Основна діяльність компанії	Цільова компанія з будівництва та експлуатації сонячної електростанції Пороги
Мета проекту	Виробництво близько 5,0 ГВтг/рік електроенергії із відновлюваного джерела енергії
Головні інвестиції	Закупівля модулів 18,348 Hanwha SolarOne / SF 220-30-P245 PV з піковою потужністю 245 Вт, встановлення їх на фіксованих опорах; інвертори AEG
Обсяг інвестицій	Більш ніж 9 млн. € (включаючи ПДВ)
Очікувані результати	• Збільшення виробництва електроенергії із відновлюваних джерел енергії • Покращення якості та надійності енергопостачання • Скорочення викидів парникових газів • Сприяння розвитку концепції довгострокового фінансування з обмеженим правом регресу для подальшого розвитку проектів із використання відновлюваних джерел енергії в Україні

ТЕС на біомасі у смт Іванків Київської області

Будівництво ТЕС, працюючої на біопаливі, компанією ТОВ «Біогазэнерго» на умовах довгострокового фінансування з обмеженим правом регресу

Компанію ТОВ «Біогазэнерго» (БГЕ) було створено як цільову компанію для будівництва, фінансування та експлуатації нової теплоелектростанції (ТЕС), працюючої на біопаливі, у смт Іванків. Об'єкт знаходиться у 80-ти км на північний захід від м. Києва у смт Іванків Київської області. Проект здійснюється у дві черги: перша черга – будівництво і пуск в експлуатацію ТЕС потужністю 6 МВт, друга черга – будівництво ТЕС потужністю 12 МВт. На 1-му блоці теплоелектростанції використовується комбінація водотрубного і паротрубного котлів, у той час як на 2-му блоці ТЕС використовується традиційний водотрубний котел. На обох блоках використовується схема з традиційною паровою турбіною та конденсатором з водяним охолодженням. Ця технологія є апробованою та надійною.

Після завершення другої черги проекту у 2014 році річний нетто-виробіток електроенергії теплоелектростанцією загальною потужністю 18 МВт складе близько 135000 МВтг/рік (брутто), із яких з урахуванням витрат на власне споживання та втрат при транспортуванні, близько 121000 МВтг/рік передаватиметься до єдиної національної електромережі та продаватиметься компанією ТОВ «Біогазэнерго» за «зеленим тарифом». Для забезпечення такого виробітку електроенергії необхідний річний обсяг сировини складе близько 213000 тон. Сировина на ТЕС постачатиметься із лісгосподарських підприємств, розташованих у радіусі 100 км, відповідно до укладених середньо-та довгострокових контрактів на постачання. Інвестор також передбачає використання теплоенергії для потреб тепличного господарства, будівництво якого планується поетапно поряд з ТЕС.



Компанія / Місцезнаходження	ТОВ "Біогазэнерго", смт Іванків Іванківського району Київської області
Основна діяльність компанії	Цільова компанія з будівництва та експлуатації теплоелектростанції, що працює на біопаливі, у смт Іванків Київської області
Мета проекту	Річний нетто-вирібок електроенергії близько 121,0 ГВтг теплоелектростанцією, що працює на біопаливі, передача електроенергії до єдиної національної електромережі та використання теплоенергії для потреб тепличного господарства
Головні інвестиції	Традиційне обладнання для теплоелектростанцій, а саме: котли для виробітку пари, парові турбіни, конденсатор, обладнання для підготовки біомаси (шредер та ін.) та обладнання для захисту навколишнього середовища (фільтри тощо)
Обсяг інвестицій	Близько 26 млн. € (включаючи ПДВ)
Очікувані результати	- Збільшення виробництва електроенергії із відновлюваних джерел енергії - Сприяння розвитку концепції довгострокового фінансування з обмеженим правом регресу - Створення нових робочих місць протягом будівництва та експлуатації ТЕС у регіоні з обмеженою економічною активністю

Акціонерна сільськогосподарська компанія «Екопрод»

«Екопрод» планує виробництво близько 10000 МВтг/рік електроенергії із біогазу

Приватна акціонерна компанія «Екопрод» є великою сільськогосподарською компанією зі значними потужностями та землею (18000 га) для вирощування енергетичних сільгоспкультур. Чисельність поголів'я великої рогатої худоби, що належить компанії, налічує близько 4500 голів. Компанія отримує від 70% до 80% своїх доходів від продажу зернових культур та реалізації продуктів тваринництва. «Екопрод» має значну клієнтську базу, до якої входять міжнародні та російські сільськогосподарські компанії, а також значна кількість українських виробників сільгосппродукції та оптових компаній.

Будівництво біогазової електростанції надає хороші можливості для переробки гною великої рогатої худоби і біомаси – силосу та інших відходів сільськогосподарського виробництва для виробництва біогазу. Об'єкт буде здатний переробити близько 44500 т сировини впродовж року і виробити близько 5,8 млн. м³ біогазу на рік. Виробництво біогазу здійснюється завдяки використанню технології трьохступеневого біохімічного процесу зброджування біомаси. Ця технологія добре зарекомендувала себе як випробувана комерційна технологія і є найбільш використовуваною на біогазових електростанціях. Для виробництва електроенергії та тепла отриманий біогаз подається до двох когенераційних установок з номінальною потужністю близько 1,5 МВт_е (брутто) та ККД близько 40%. За умови роботи при повній встановленій електричній потужності впродовж 7500 годин річний нетто-вирібок електроенергії складе близько 10000 МВтг/рік. Вироблена електроенергія продаватиметься в мережу за пільговим тарифом відповідно до законодавства України про «зелений тариф». Крім того, електростанція вироблятиме тепло, частина якого використовуватиметься для внутрішніх технологічних процесів. Реалізація проекту дозволить скоротити викиди CO₂ до 9800 тон на рік.



Компанія / Місцезнаходження	Компанія «Екопрод», м. Волноваха Донецької області
Основна діяльність компанії	Вирощування та експорт сільгоспкультур і продуктів тваринництва, включаючи молочні продукти, соняшникове насіння, зернові і технічні культури, розведення великої рогатої худоби, свиней, курей та ін.
Мета проекту	Річний нетто-виробіток електроенергії біогазовою електростанцією близько 10,0 ГВтг/рік
Головні інвестиції	Метантенки для гідролізу та анаеробної ферментації, комбінований виробіток електричної та теплової енергії, резервуари-сховища (наприклад, для пост-ферментації), обладнання для автоматизації технологічних процесів
Обсяг інвестицій	Понад 5 млн. € (включаючи ПДВ)
Очікувані результати	• Збільшення виробництва електроенергії із відновлюваних джерел енергії • Покращення якості та надійності енергопостачання у регіоні • Сприяння розвитку концепції довгострокового фінансування з обмеженим правом регресу

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

[illegible]

This image shows a single sheet of white paper with horizontal ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page. There are no margins, text, or other markings on the paper.

USELF: Посібник для девелоперів



USELF
Програма фінансування
альтернативної енергетики в Україні

