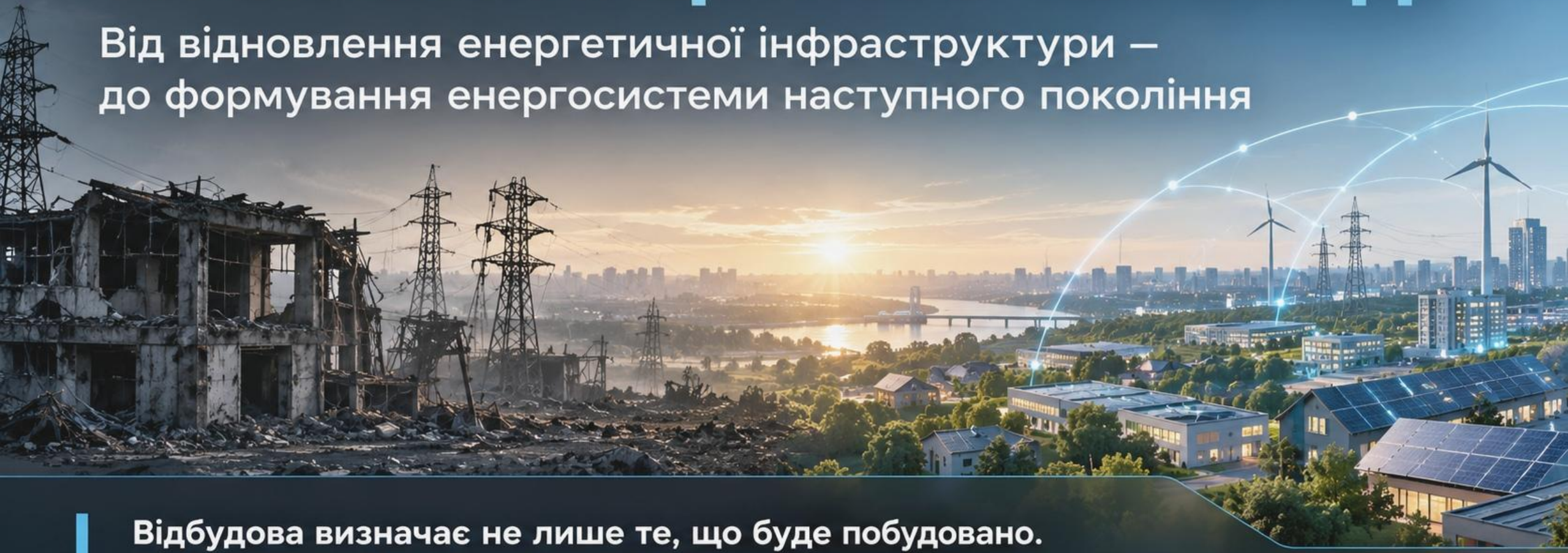
# СТРАТЕГІЯ ТРАНСФОРМАЦІЙНОГО ПЕРЕХОДУ

## Від відновлення енергетичної інфраструктури — до формування енергосистеми наступного покоління



**Відбудова визначає не лише те, що буде побудовано.**
**Вона визначає архітектуру майбутньої енергосистеми.**

# ВІДБУДОВА

Відновлення · заміна · модернізація

ГЕНЕРАЦІЯ · МЕРЕЖІ · ПІДСТАНЦІЇ · АВТОМАТИКА · ЗВ'ЯЗОК · ОБЛІК

**Відновлені та модернізовані активи**

≠

# ТРАНСФОРМАЦІЯ

Архітектура · функції · ролі · взаємодії · управління · ринкові механізми

АРХІТЕКТУРА · ФУНКЦІЇ ТА РОЛІ · ВЗАЄМОДІЇ ОДІЇ · УПРАВЛІННЯ · РИНКОВІ МЕХАНІЗМИ · РЕГУЛЮВАННЯ

**Нові системні спроможності**





**Нове обладнання ще не створює нову енергосистему.**

# ТРАНСФОРМАЦІЯ ВЖЕ ВІДБУВАЄТЬСЯ — АЛЕ ЩЕ НЕ СТАЛА КЕРОВАНОЮ

**DER**
розподілена генерація

**BTM**
ресурси за лічильником

**BESS**
накопичувачі енергії

**AMI**
інтелектуальний облік

**Цифрові підстанції**

**Автоматизація**
ADMS / DERMS

**Мікромережі**

**Агрегація / VPP**

**Технологічна децентралізація вже відбувається**

## ТРИ СИСТЕМНІ РОЗРИВИ

1. **УПРАВЛІННЯ**
Стратегічні цілі ↔ наскрізний механізм реалізації

2. **ЧАСУ**
Швидкість децентралізації ↔ швидкість створення спроможностей інтеграції

3. **ВІДПОВІДАЛЬНОСТІ**
Розподілена реалізація ↔ відповідальність за системний результат

**Більше проєктів ≠ керована трансформація.**

# ВІД СОТЕНЬ КЕРОВАНИХ ОБ’ЄКТІВ — ДО МІЛЬЙОНІВ АКТИВНИХ РЕСУРСІВ

## ТРАДИЦІЙНА СИСТЕМА

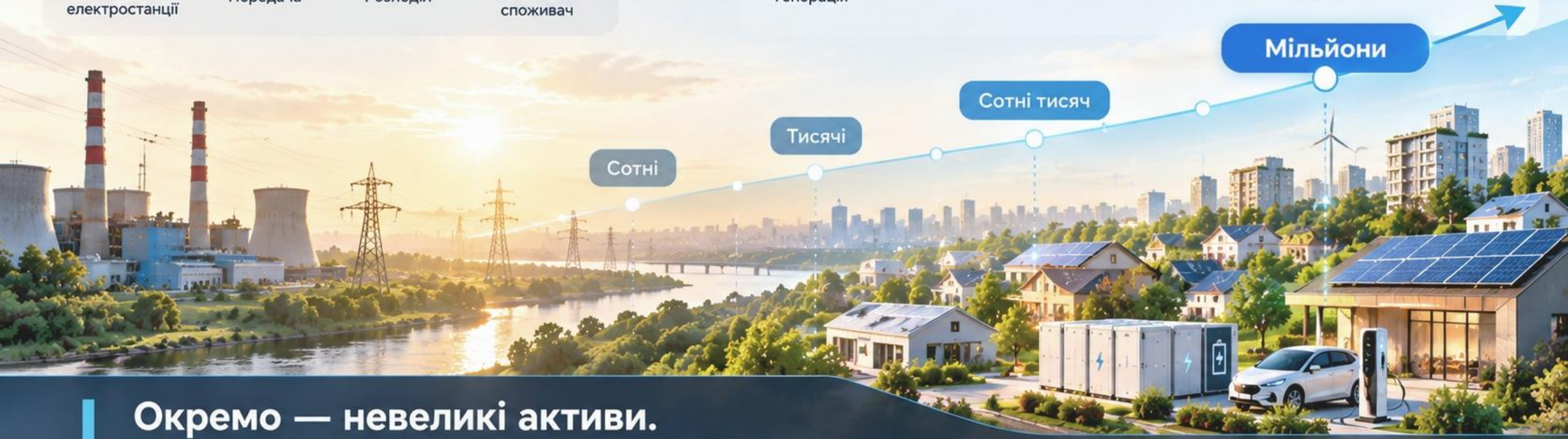
Централізована генерація і пасивні споживачі

Великі електростанції → Передача → Розподіл → Пасивний споживач

## НОВА СИСТЕМА

Розподілені ресурси та активні споживачі

Велика генерація + DER + BESS + BTM + Електромобілі + Кероване навантаження + Мікромережі




**Окремо — невеликі активи.**
**Сукупно — фактор режиму всієї енергосистеми.**

# НОВА ОЕС — ЦЕ СПРОМОЖНІСТЬ КЕРУВАТИ СКЛАДНІСТЮ

Одна фізична система.
Багато суб’єктів.
Багато рішень.
Одна узгоджена архітектура.

**Ринок**
Ринкові механізми та системна експлуатація

**Повноваження**
Ролі, відповідальність, координація

**Кібербезпека**
Дані, телекомунікації, інтеграція

**Управління**
Процеси, алгоритми, автоматизація

**Фізична система**
Генерація, мережі, DER, BTM

**Вимірювання**
Дані, верифікація, докази

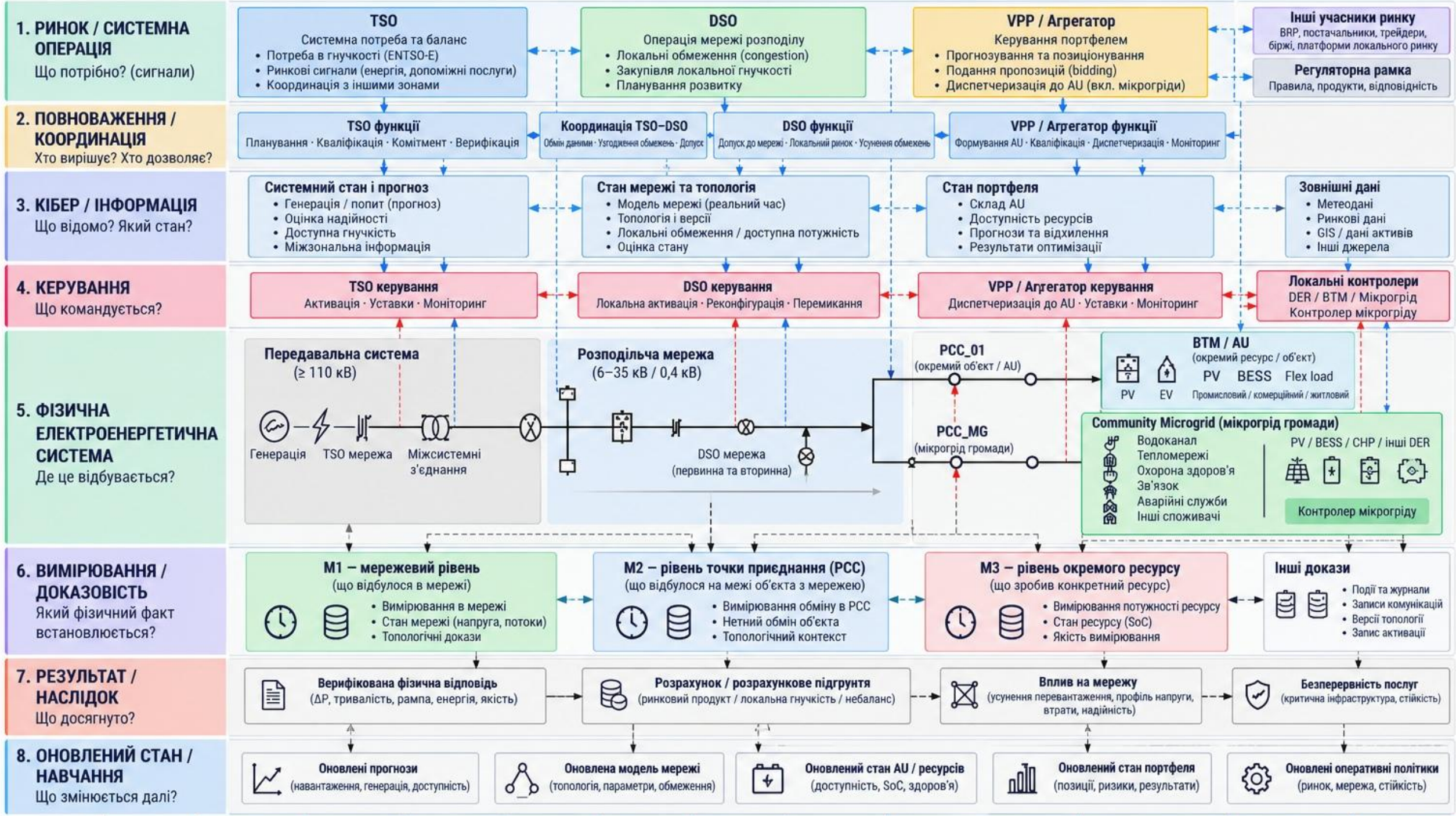
**Результат**
Надійність, якість, стійкість, розвиток

**ВЗАЄМОДІЮТЬ ЯК ЄДИНА СИСТЕМА**

ОСП ↔ ОСР ↔ Агрегатор / VPP ↔ Активний споживач / BTM ↔ DER ↔ Мікромережа




**Ресурси залишаються розподіленими.**
**Узгодженими мають бути правила, дані, повноваження та контури координації.**


1. РИНОК / СИСТЕМНА ОПЕРАЦІЯ
Що потрібно? (сигнали)
TSO
Системна потреба та баланс
• Потреба в гнучкості (ENTSO-E)
• Ринкові сигнали (енергія, допоміжні послуги)
• Координація з іншими зонами
DSO
Операція мережі розподілу
• Локальні обмеження (congestion)
• Закупівля локальної гнучкості
• Планування розвитку
VPP / Агрегатор
Керування портфелем
• Прогнозування та позиціонування
• Подання пропозицій (bidding)
• Диспетчеризація до AU (вкл. мікрогріди)
Інші учасники ринку
BRP, постачальники, трейдери, біржі, платформи локального ринку
Регуляторна рамка
Правила, продукти, відповідність
2. ПОВНОВАЖЕННЯ / КООРДИНАЦІЯ
Хто вирішує? Хто дозволяє?
TSO функції
Планування · Кваліфікація · Комітмент · Верифікація
Координація TSO–DSO
Обмін даними · Узгодження обмежень · Допуск
DSO функції
Допуск до мережі · Локальний ринок · Усунення обмежень
VPP / Агрегатор функції
Формування AU · Кваліфікація · Диспетчеризація · Моніторинг
3. КІБЕР / ІНФОРМАЦІЯ
Що відомо? Який стан?
Системний стан і прогноз
• Генерація / попит (прогноз)
• Оцінка надійності
• Доступна гнучкість
• Міжзональна інформація
Стан мережі та топологія
• Модель мережі (реальний час)
• Топологія і версії
• Локальні обмеження / доступна потужність
• Оцінка стану
Стан портфеля
• Склад AU
• Доступність ресурсів
• Прогнози та відхилення
• Результати оптимізації
Зовнішні дані
• Метеодані
• Ринкові дані
• GIS / дані активів
• Інші джерела
4. КЕРУВАННЯ
Що командується?
TSO керування
Активація · Уставки · Моніторинг
DSO керування
Локальна активація · Реконфігурація · Перемикання
VPP / Агрегатор керування
Диспетчеризація до AU · Уставки · Моніторинг
Локальні контролери
DER / BTM / Мікрогрід
Контролер мікрогріду
5. ФІЗИЧНА ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНА СИСТЕМА
Де це відбувається?
Передавальна система
(≥ 110 кВ)
Генерація
TSO мережа
Міжсистемні з'єднання
Розподільча мережа
(6–35 кВ / 0,4 кВ)
DSO мережа
(первинна та вторинна)
PCC_01
(окремий об'єкт / AU)
PCC_MG
(мікрогрід громади)
BTM / AU
(окремий ресурс / об'єкт)
PV
EV
PV BESS Flex load
Промисловий / комерційний / житловий
Community Microgrid (мікрогрід громади)
Водоканал
Тепломережі
Охорона здоров'я
Зв'язок
Аварійні служби
Інші споживачі
PV / BESS / CHP / інші DER
Контролер мікрогріду
6. ВИМІРЮВАННЯ / ДОКАЗОВІСТЬ
Який фізичний факт встановлюється?
M1 — мережевий рівень
(що відбулося в мережі)
• Вимірювання в мережі
• Стан мережі (напруга, потоки)
• Топологічні докази
M2 — рівень точки приєднання (PCC)
(що відбулося на межі об'єкта з мережею)
• Вимірювання обміну в PCC
• Нетний обмін об'єкта
• Топологічний контекст
M3 — рівень окремого ресурсу
(що зробив конкретний ресурс)
• Вимірювання потужності ресурсу
• Стан ресурсу (SoC)
• Якість вимірювання
Інші докази
• Події та журнали
• Записи комунікацій
• Версії топології
• Запис активації
7. РЕЗУЛЬТАТ / НАСЛІДОК
Що досягнуто?
Верифікована фізична відповідь
(ΔP, тривалість, рампа, енергія, якість)
Розрахунок / розрахункове підґрунтя
(ринковий продукт / локальна гнучкість / небаланс)
Вплив на мережу
(усунення перевантаження, профіль напруги, втрати, надійність)
Безперервність послуг
(критична інфраструктура, стійкість)
8. ОНОВЛЕНИЙ СТАН / НАВЧАННЯ
Що змінюється далі?
Оновлені прогнози
(навантаження, генерація, доступність)
Оновлена модель мережі
(топологія, параметри, обмеження)
Оновлений стан AU / ресурсів
(доступність, SoC, здоров'я)
Оновлений стан портфеля
(позиції, ризики, результати)
Оновлені оперативні політики
(ринок, мережа, стійкість)

# РОЗПОДІЛЕНИЙ ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ВЖЕ СТВОРЮЄТЬСЯ

Приватні та корпоративні інвестиції формують нові ресурси по всій країні.



**DER**
дахові СЕС



**BTM**
комерційні та промислові ресурси



**BESS**
накопичувачі енергії



**Резервна генерація**



**Електромобілі** та зарядна інфраструктура



**Кероване навантаження**



**Мікромережі**

...

**ФІЗИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ≠ СИСТЕМНА СПРОМОЖНІСТЬ**

Спостережуваність → Прогнозування → Агрегація → Кваліфікація → Мережева допустимість → Координація ОСП – ОСР → Активація → Вимірювання → Верифікація

**Встановлений DER — це актив.**

**Доступна, мережево допустима, керована і верифікована реакція DER — це системна гнучкість.**

# ЄВРОПЕЙСЬКА ІНТЕГРАЦІЯ МАЄ ТРЕТІЙ ВИМІР

Спільний європейський енергетичний простір — це не тільки фізичні синхронні зв'язки та спільні ринки. Це також спільні системні спроможності.

## 1 ФІЗИЧНА ІНТЕГРАЦІЯ

**Синхронізація з ENTSO-E**

- Синхронна робота ОЕС України з континентальною Європою
- Технічна сумісність та надійність паралельної роботи

## 2 РИНКОВА ІНТЕГРАЦІЯ

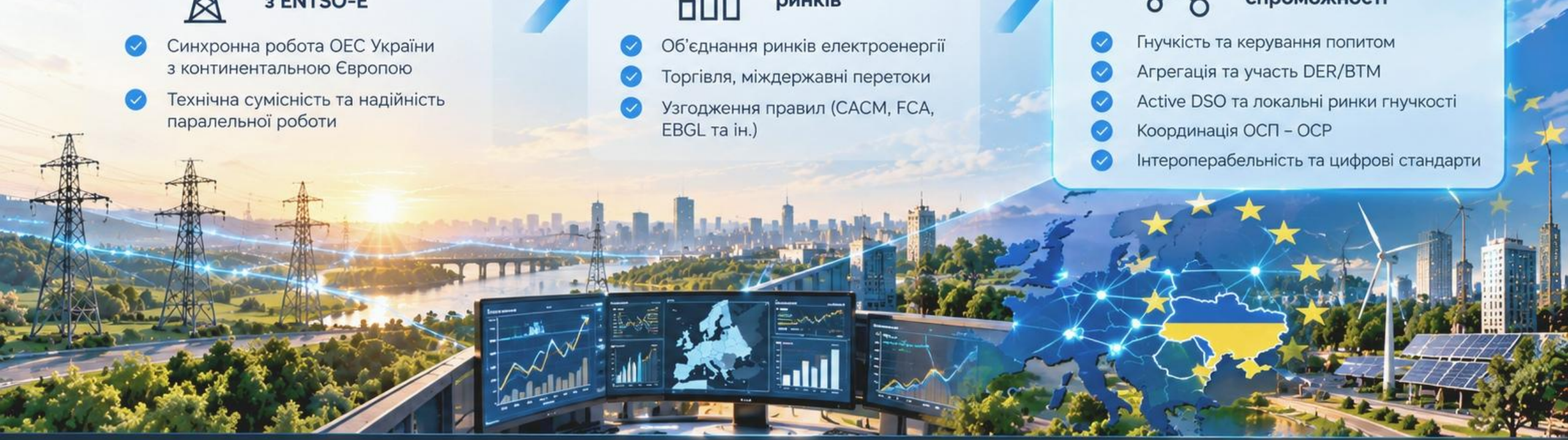
**Інтеграція ринків**

- Об'єднання ринків електроенергії
- Торгівля, міждержавні перетоки
- Узгодження правил (CACM, FCA, EBGL та ін.)

## 3 ФУНКЦІОНАЛЬНА ІНТЕГРАЦІЯ

**Спільні системні спроможності**

- Гнучкість та керування попитом
- Агрегація та участь DER/BTM
- Active DSO та локальні ринки гнучкості
- Координація ОСП – ОСР
- Інтероперабельність та цифрові стандарти



**Спільний ринок не означає однакової функціональної спроможності енергосистем.**

**Ринкова інтеграція створює доступ. Системні спроможності визначають, наскільки ефективно цим доступом можна скористатися.**

# ЧИМ БІЛЬШИЙ МАСШТАБ ІНВЕСТИЦІЙ — ТИМ ВИЩА ЦІНА АРХІТЕКТУРНОЇ ПОМИЛКИ

Мільярди євро інвестицій можуть прискорити модернізацію та стійкість ОЕС України — або закріпити неефективні рішення на десятиліття. Різницю визначає цільова архітектура.

## БЕЗ ЦІЛЬОВОЇ АРХІТЕКТУРИ

Фрагментарні рішення з високими ризиками

**Інвестиції**
Фінансування окремих проєктів та активів

→

**Окремі активи**
Нескоординована реалізація

→

**Інтеграційні розриви**
Невідповідність стандартів, даних, процесів

→

**Технологічна залежність / архітектурне блокування**
Закриті рішення, обмежена сумісність, втрата гнучкості

→

**Повторні витрати**
Додаткові інвестиції для виправлення, вищі операційні витрати

## З ЦІЛЬОВОЮ АРХІТЕКТУРОЮ

Скоординовані рішення з довгостроковою цінністю

**Системна потреба**
Аналіз стану, сценарії, цілі (надійність, гнучкість, декарбонізація)

→

**Необхідна спроможність**
Визначення функцій та вимог (TSO–DSO–DER, ринки, резерви тощо)

→

**Оптимальна комбінація ресурсів**
Централізована генерація, мережі, DER/BTM, зберігання, гнучкість, попит

→

**Інвестиції**
Портфель проєктів із урахуванням життєвого циклу та сумісності

→

**Верифікація**
Оцінка відповідності та досягнення цілей (KPI, стійкість, безпека)

→

**Системний результат**
Більш надійна, гнучка, економічно ефективна та інтегрована ОЕС



**КАПІТАЛ ПРИСКОРЮЄ БУДЬ-ЯКУ ОБРАНУ ТРАЄКТОРІЮ.**

Правильна архітектура перетворює інвестиції на стійку цінність для України та Європи.

ЦІЛЬОВА АРХІТЕКТУРА ЗМЕНШУЄ СУКУПНУ ВАРТІСТЬ ВОЛОДІННЯ (TCO).

СУМІСНІСТЬ І ВІДКРИТІ СТАНДАРТИ УНИКАЮТЬ ТЕХНОЛОГІЧНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ.

ІНВЕСТИЦІЇ СТВОРЮЮТЬ ДОВГОСТРОКОВУ СТІЙКІСТЬ, НОВІ МОЖЛИВОСТІ РИНКІВ І ПРИСКОРЮЮТЬ ІНТЕГРАЦІЮ З ЄС.

# ОБ’ЄКТОМ ТРАНСФОРМАЦІЇ Є НЕ ОБЛАДНАННЯ.
# ОБ’ЄКТОМ ТРАНСФОРМАЦІЇ Є СПРОМОЖНІСТЬ ЕНЕРГОСИСТЕМИ.

Інвестиції мають створювати не просто фізичні активи, а підтверджену системну спроможність, яка інтегрована в ринок, керування та операції.

## ВСТАНОВЛЕНИЙ АКТИВ ≠ ПРИЙНЯТА СИСТЕМНА СПРОМОЖНІСТЬ



- Збудований об’єкт
- Введений в експлуатацію
- Відповідає технічним характеристикам

- ✓ Доступна потужність
- ✓ Підтверджена надійність
- ✓ Інтеграція в операції та ринок

## ПІДКЛЮЧЕНІ ЦИФРОВІ СИСТЕМИ ≠ ІНТЕРОПЕРАБЕЛЬНІСТЬ



- Встановлені ADMS, DERMS, AMI, ринкові платформи
- Обмін даними між системами
- Окремі інтерфейси

- ✓ Єдині моделі даних і стандарти (CIM)
- ✓ Безшовний обмін даними (TSO–DSO–ринок–DER)
- ✓ Спільні процеси та ідентифікація

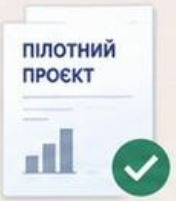
## ВСТАНОВЛЕНІ MBT DER ≠ СИСТЕМНА ГНУЧКІСТЬ



- Встановлені потужності PV, BESS, інші DER
- Фізичне підключення
- Відповідність технічним вимогам

- ✓ Доступна та керована гнучкість
- ✓ Участь у ринку та послугах системеі
- ✓ Підтверджена результативність (вимірювана)

## ЗАВЕРШЕНИЙ ПІЛОТ ≠ ВАЛІДОВАНА АРХІТЕКТУРА




- Демонстрація можливості
- Локальний масштаб
- Обмежений термін дії
- Навчальний ефект

- ✓ Масштабована модель
- ✓ Відповідність регуляторній рамці
- ✓ Готовність до тиражування
- ✓ Інтеграція в національну архітектуру

**ЗАВЕРШЕННЯ ПРОЄКТУ**
Встановлення, підключення, тестування

→

**ПРИЙМАННЯ СИСТЕМНОЇ СПРОМОЖНОСТІ**
Верифікація, інтеграція, операційна та ринкова доступність



ІНВЕСТИЦІЇ МАЮТЬ СТВОРЮВАТИ ПІДТВЕРДЖЕНУ **СПРОМОЖНІСТЬ, А НЕ ТІЛЬКИ АКТИВИ.**

СИСТЕМНА СПРОМОЖНІСТЬ ЦЕ **ВИМІРЮВАНА, КЕРОВАНА ТА ІНТЕГРОВАНА ЦІННІСТЬ.**

ВІД ПІЛОТІВ ДО МАСШТАБУ — **ЧЕРЕЗ ВАЛІДОВАНУ АРХІТЕКТУРУ ТА СПІЛЬНІ СТАНДАРТИ.**

# ВІД ПЕРЕЛІКУ ПРОЄКТІВ — ДО ЗАМКНЕНОГО КОНТУРУ КЕРОВАНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ

Системний підхід дозволяє перетворити окремі проєкти на послідовні кроки до стійкої, гнучкої та інтегрованої енергосистеми України.

**1 Оновлення архітектури**
- Врахування досвіду, стандарти
- Нові цілі взаємодія (TSO–DSO–DER)
- Постіострокові цілі

**2 Необхідні системні спроможності**
- Надійність, гнучкість, доступність
- Декарбонізація, ринкова інтеграція
- Кількісні та якісні цілі

**3 Поточний стан / розрив спроможностей**
- Оцінка стану мережі, ринку, даних
- Визначення розривів
- Пріоритизація

**4 Функціональні вимоги**
- Технічні, ринкові, регуляторні
- Вимоги до даних та кібербезпеки
- Критерії приймання

**5 Інвестиції + регулювання**
- Оптимальна комбінація ресурсів
- Регуляторні умови та стимули
- Фінансування та себесартість (LCC)

**6 Пілот / інтеграція**
- Реалізація пілотів
- Інтеграція систем і процесів
- Управління ризиками

**7 Тестування + докази**
- Технічні та ринкові тести
- Верифікація KPI
- Оцінка впливу на систему

**8 Приймання**
- Підтвердження досягнення цілей
- Готовність до експлуатації
- Перехід у BAU (штатну роботу)

**9 Нормативне закріплення + масштабування**
- Оновлення кодексів і правил
- Стандартизація рішень
- Розгортання на інші регіони

**10 Вимірюваний системний результат**
- Підвищення надійності та стійкості
- Більша інтеграція ВДЕ та DER
- Економічна ефективність, менші викиди

**1 Цільова архітектура**
- Модель, принципи, стандарти
- Ролі та взаємодія (TSO–DSO–DER)
- Довгострокові цілі

## КЕРОВАНА ТРАНСФОРМАЦІЯ

ВІД ПЛАНУ ДО РЕЗУЛЬТАТУ З ПОСТІЙНИМ УДОСКОНАЛЕННЯМ

**Масштабується не технологія.**
**Масштабується підтверджена спроможність.**

- МЕНШІ РИЗИКИ ПОМИЛКОВИХ ІНВЕСТИЦІЙ
- ШВИДШЕ ДОСЯГНЕННЯ СИСТЕМНИХ ЦІЛЕЙ
- СТІЙКА, ГНУЧКА ТА ІНТЕГРОВАНА ОЕС УКРАЇНИ

# ВІД ВІДБУДОВИ — ДО КЕРОВАНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

Відновлюємо сьогодні.
Будуємо сильнішу, гнучку та інтегровану європейську систему завтра — на основі цільової архітектури, системних спроможностей і доказових рішень.

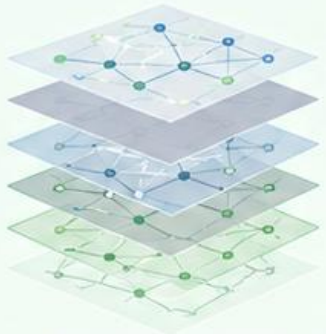
## ПРОГРАМА КЕРОВАНОЇ ТРАНСФОРМАЦІЇ
ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИЧНОЇ СИСТЕМИ УКРАЇНИ

### 01 ЦІЛЬОВА ФУНКЦІОНАЛЬНА АРХІТЕКТУРА
Яку систему будуємо?



- Модель, принципи, стандарти
- Ролі та взаємодія (TSO–DSO–DER)
- Ринкова та операційна архітектура
- Цільові технічні та цифрові рішення

### 02 КАРТА СИСТЕМНИХ СПРОМОЖНОСТЕЙ І РОЗРИВІВ
Що система повинна вміти?



- Операційні спроможності
- Ринкові спроможності
- Цифрові спроможності
- Інституційні спроможності
- Розриви та пріоритети

- Оцінка поточного стану
- Визначення розривів (технічних, цифрових, ринкових, регуляторних)
- Пріоритезація заходів
- Кількісні та якісні цілі

### 03 КЕРОВАНИЙ ПЕРЕХІД
Що необхідно змінити?

- План заходів і послідовність реалізації
- Комбінація інвестицій і регуляторних рішень
- Пілоти та поетапна інтеграція
- Координація всіх учасників (TSO, DSO, ринок, громади)
- Відповідність європейським вимогам та інтеграція з ENTSO-E

### 04 ВЕРИФІКАЦІЯ → ПРИЙМАННЯ → МАСШТАБУВАННЯ
Що доведено і готове до масштабування?

**Верифікація**
Технічні та ринкові тести, оцінка KPI, доказ ефективності

**Приймання**
Визнання системної спроможності, введення в експлуатацію

**Масштабування**
Нормативне закріплення, стандартизація, тиражування на інші регіони та сегменти



**Одна цільова архітектура. Багато учасників.**
**Розподілені інвестиції. Узгоджений системний результат.**

Стійка, гнучка та безпечна ОЕС України

Повна інтеграція в європейський енергетичний простір

Більша цінність для людей, економіки та довкілля