



Розвиток продуктивних сил і регіональна економіка

УДК 332.146.2:620.9:364.3](477)

DOI <https://doi.org/10.5281/zenodo.18758824>

**Енергоефективна smart-інфраструктура як соціоекономічний ресурс
інклюзивного розвитку громад у повоєнний період**

Світлана Бондаренко,

д. економ. н., професор, професор кафедри соціоекономіки та управління
персоналом, Київський національний економічний університет імені Вадима
Гетьмана, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0002-1687-1172>

Галина Лопушняк,

д. економ. н., професор, завідувачка кафедри соціоекономіки та управління
персоналом, Київський національний економічний університет імені Вадима
Гетьмана, м. Київ, Україна, <https://orcid.org/0000-0001-8576-6440>

Прийнято: 04.02.2026 | Опубліковано: 24.02.2026

Анотація: *Стаття присвячена обґрунтуванню концептуальних засад використання енергоефективної smart-інфраструктури як ресурсу інклюзивного розвитку територіальних громад України в умовах повоєнного відновлення. Систематизовано еволюцію концепції smart-інфраструктури від технологічного детермінізму до соціотехнічного підходу, виокремлено п'ять структурних компонентів (інтелектуальні мережі, розподілена генерація, системи накопичення, цифрові платформи, енергетичні спільноти) та визначено їх соціальні функції. Досліджено специфіку українського контексту «відновлення під вогнем»: масштаби руйнувань енергетичної інфраструктури (20 млрд дол. США прямих збитків, втрата 9 ГВт потужностей) та нові*



категорії вразливого населення (внутрішньо переміщені особи, ветерани, мешканці деокупованих територій). Розроблено концептуальну модель інтеграції smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад, що включає п'ять блоків: суб'єкти, ресурси, механізми, результати та зовнішнє середовище. Запропоновано типологію енергетичних спільнот за критерієм інклюзивності (кооперативна, муніципальна, соціально-підприємницька, мікромережева, гібридна моделі). Обґрунтовано потенціал соціального підприємництва для реінтеграції ветеранів. Наукова новизна полягає в обґрунтуванні соціотехнічної природи smart-інфраструктури та розробці концептуальної моделі, адаптованої до умов «відновлення під вогнем» з урахуванням нових категорій вразливості.

Ключові слова: *smart-інфраструктура, енергоефективність, інклюзивний розвиток, територіальні громади, енергетичні спільноти, повоєнне відновлення, соціальне підприємництво, енергетична бідність, відновлювані джерела енергії, ветерани.*

Energy-Efficient Smart Infrastructure as a Socio-Economic Resource for Inclusive Community Development in the Post-War Period

Svitlana Bondarenko,

Dr of Economics Sciences, Professor,

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0002-1687-1172>

Halyna Lopushnyak,

Dr of Economics Sciences, Professor,

Kyiv National Economic University named after Vadym Hetman, Kyiv, Ukraine,

<https://orcid.org/0000-0001-8576-6440>



Abstract: *This article develops the conceptual foundations for leveraging energy-efficient smart infrastructure as a driver of inclusive community development in Ukraine during post-war recovery. It traces the evolution of the smart infrastructure concept from technological determinism to a socio-technical approach, identifying five structural components (smart grids, distributed generation, energy storage systems, digital platforms, and energy communities) and defining their social functions. The article examines the distinctive Ukrainian context of "recovery under fire," marked by simultaneous destruction and reconstruction. Drawing on World Bank RDNA4 data, it assesses the scale of energy infrastructure damage (USD 20 billion in direct losses, 9 GW of generating capacity destroyed) and identifies emerging categories of vulnerable populations, including internally displaced persons (4.6 million), veterans (projected to exceed 1.2 million), and residents of de-occupied territories (approximately 2 million). The study proposes a conceptual model for embedding smart infrastructure into inclusive community development strategies, structured around five interconnected blocks: actors (communities, energy communities, social enterprises, local authorities, business, and donors), resources (financial, technological, human, and natural), mechanisms (municipal energy plans, energy cooperatives, P2P platforms, social tariffs, and inclusive procurement), outcomes (energy security, poverty reduction, and social inclusion), and external environment (regulatory framework, war-related risks, and international support). An inclusivity-based typology of energy communities is introduced, distinguishing five models: cooperative, municipal, social-entrepreneurial, microgrid, and hybrid, each incorporating specific mechanisms for engaging vulnerable groups. The article further demonstrates the potential of social entrepreneurship in smart infrastructure for veteran reintegration, mapping six areas of activity that align military competencies with energy sector needs. The study contributes to the literature by: (1) reconceptualizing smart infrastructure as a socio-technical system whose five components perform*



both technical and social functions; (2) developing a conceptual model adapted to "recovery under fire" conditions that accounts for newly emerging vulnerability categories; and (3) advancing a typology of energy communities that foregrounds their social function and capacity to facilitate veteran reintegration through social entrepreneurship. The findings are applicable for local governments designing municipal energy plans, central authorities refining the regulatory framework, international donors programming inclusive energy sector support, veteran organizations establishing social enterprises, and higher education institutions training energy management specialists.

Keywords: *smart infrastructure, energy efficiency, inclusive development, territorial communities, energy communities, post-war recovery, social entrepreneurship, energy poverty, renewable energy sources, veterans.*

Постановка проблеми. Повномасштабна військова агресія Російської Федерації проти України спричинила безпрецедентне руйнування критичної інфраструктури. За оцінками Світового банку, станом на лютий 2025 року прямі збитки інфраструктурі досягли 176 млрд дол США, з яких понад 20 млрд припадає на енергетичний сектор – удвічі більше, ніж роком раніше [1]. Втрата 9 ГВт генеруючих потужностей, що становить понад третину пікового споживання мирного часу, продемонструвала критичну вразливість централізованої моделі енергопостачання та актуалізувала пошук альтернативних підходів до енергетичного забезпечення громад [2].

Водночас війна спричинила глибокі соціальні трансформації: масштабну внутрішню міграцію (4,6 млн внутрішньо переміщених осіб), появу нових соціально вразливих груп – ветеранів, осіб з інвалідністю внаслідок бойових дій, мешканців деокупованих територій [3]. За таких умов інклюзивний розвиток набуває статусу економічної необхідності, адже ефективне використання людського капіталу всіх категорій населення є



передумовою успішного відновлення.

У цьому контексті концепція енергоефективної smart-інфраструктури постає як комплексний соціоекономічний ресурс розвитку громад. Інтелектуальні енергетичні мережі, розподілена генерація на основі відновлюваних джерел, енергетичні спільноти здатні не лише забезпечувати енергетичну автономію, а й створювати робочі місця, знижувати енергетичну бідність вразливих домогосподарств та підвищувати резильєнтність громад до зовнішніх шоків [4; 5]. Європейський досвід засвідчує ефективність енергетичних спільнот як механізму соціальної інклюзії: понад 2250 таких ініціатив у ЄС об'єднують більше 1,5 мільйона громадян [6].

Закон України «Про енергоефективність» (2021) передбачає обов'язкове розроблення муніципальних енергетичних планів усіма громадами [7], однак механізми інтеграції енергетичної політики із завданнями інклюзивного розвитку залишаються нерозробленими. Лише 15% громад мають або розробляють такі плани, 22% мають енергоменеджера, а 90% потребують фінансової підтримки для реалізації енергоефективних проєктів [24; 25; 27].

Таким чином, існує суперечність між об'єктивною потребою громад у впровадженні енергоефективної smart-інфраструктури як інструменту повоєнного відновлення та соціальної інтеграції вразливих груп населення, з одного боку, та недостатньою теоретичною обґрунтованістю цього процесу в специфічних умовах «відновлення під вогнем» – з іншого.

Наукова проблема дослідження полягає у відповіді на запитання: яким чином енергоефективна smart-інфраструктура може бути інтегрована в стратегії інклюзивного розвитку територіальних громад України з урахуванням специфіки повоєнного контексту та потреб нових категорій вразливого населення (ветеранів, внутрішньо переміщених осіб, мешканців деокупованих територій)?

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Проблематика



енергоефективної smart-інфраструктури та інклюзивного розвитку громад перебуває на перетині кількох наукових дискурсів. Бібліометричний аналіз бази Scopus засвідчує експоненційне зростання публікацій за ключовими словами smart city та sustainability: з кількох сотень у 2014 році до кількох тисяч щорічно у 2023–2024 роках [8].

Концептуальні засади smart-інфраструктури ґрунтовно досліджені у працях М.Е. Mondejar та співавторів [9], які обґрунтували роль цифровізації у досягненні Цілей сталого розвитку, довівши можливість позитивного впливу на 134 із 169 завдань ЦСР за умови інклюзивного підходу до впровадження технологій. Т. Yigitcanlar зі співавторами [10] систематизували внесок та ризики штучного інтелекту у розбудові smart cities, акцентуючи на соціальних аспектах технологічних трансформацій.

Архітектура інтелектуальних енергетичних мереж представлена у роботах V. Gungor та співавторів [11] щодо комунікаційних технологій smart grid, M.F. Zia та співавторів [12] щодо транзактивних енергетичних систем у мікромережах, А. Francisco та співавторів [13] щодо концепції цифрового двійника міста для управління енергоспоживанням.

Енергетичні спільноти як механізм соціальної інклюзії досліджували Е.М. Gui та І. MacGill [4], які визначили ключові цілі та ролі учасників локальних енергетичних систем. F. Seglia та співавтори [5] простежили еволюцію від енергетичних спільнот до енергетичних муніципалітетів. Y. Zhou та P.D. Lund [14] дослідили механізми P2P-торгівлі енергією, довівши їх ефективність у зниженні витрат домогосподарств.

Проблематика енергетичної бідності набула особливої актуальності після кризи 2022 року. Р. Boostani та співавтори [15] у систематичному огляді ідентифікували бар'єри та драйвери залучення вразливих груп до енергетичних спільнот. J. Young та S. Halleck Vega [16] на прикладі 199 спільнот Нідерландів довели, що 52% з них активно адресують проблему



енергетичної бідності. F. Hanke та R. Guyet [17] на основі 113 німецьких кейсів виявили бар'єри для участі недостатньо представлених груп.

Інтерсекційний аналіз енергетичної вразливості представлено у дослідженні M.A. Okyere та B. Lin [19], які на прикладі Південної Африки довели, що перетин гендерної та інвалідної ідентичності підсилює ризики енергетичної депривації. K. Szulecki та співавтори [18] здійснили порівняльний аналіз сприйняття енергетичного переходу літніми людьми у Польщі та Норвегії. Спільна доповідь UN Women та UNIDO [20] систематизувала гендерні аспекти сталого енергетичного переходу.

Резильєнтність енергетичної інфраструктури досліджували J. Gong та G. Muthukumaran [21], розробивши модель децентралізованої енергетики для територій, вразливих до одноточкових відмов. J.S. Gracias та співавтори [8] у структурованому огляді систематизували підходи до забезпечення стійкості міських систем.

Соціальне підприємництво як механізм інклюзивного розвитку досліджували S. Ahmad та I.A. Bajwa [22], виявивши позитивний зв'язок між активністю соціальних підприємств та подоланням бідності. I. Daskalopoulou та співавтори [23] обґрунтували значення соціального капіталу для результативності соціального підприємництва.

Український контекст представлено переважно у практико-орієнтованих публікаціях: портал Децентралізація систематизує досвід впровадження муніципальних енергетичних планів [24], енергоменеджменту [25] та проєктів енергоефективності [26]. Дослідження DiXi Group [27] засвідчило потребу 90% громад у фінансовій підтримці. Питання повоєнного відновлення досліджуються у звітах Світового банку [1], IISD [28] та Atlantic Council [29], які обґрунтовують концепцію «зеленого відновлення» з акцентом на енергетичній децентралізації.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.



Критичний аналіз наукової літератури дозволяє констатувати наявність суттєвих прогалин у дослідженні енергоефективної smart-інфраструктури як ресурсу інклюзивного розвитку громад.

Переважна більшість емпіричних досліджень енергетичних спільнот виконана на матеріалах країн Західної та Північної Європи з усталеними демократичними інститутами та високим рівнем соціального захисту. Постконфліктний контекст залишається поза увагою, хоча саме в таких умовах потреба в резильєнтній та інклюзивній інфраструктурі є найгострішою.

Існує фрагментація між технічним та соціальним вимірами smart-інфраструктури: інженерні студії зосереджуються на оптимізації енергетичних потоків, тоді як соціологічні – на поведінкових аспектах споживачів. Міждисциплінарні роботи, які комплексно розглядають smart-інфраструктуру як соціотехнічну систему, залишаються поодинокими.

Інтерсекційний підхід до аналізу енергетичної вразливості застосовується рідко. Для повоєнного контексту України це критично, оскільки формуються нові категорії вразливих груп – ветерани з інвалідністю, жінки-переселенки з дітьми, літні особи на деокупованих територіях, – які поєднують кілька вимірів вразливості одночасно.

Відсутні адекватні моделі для умов «відновлення під вогнем», коли процеси руйнування та відновлення відбуваються одночасно. Існуючі концепції резильєнтності розроблені для природних катастроф і не враховують специфіки тривалого воєнного конфлікту з цілеспрямованим знищенням інфраструктури.

Недостатньо розроблені фінансові механізми підтримки енергетичних спільнот в умовах обмежених ресурсів. Європейські моделі базуються на власних внесках учасників та банківському кредитуванні, що є обмежено застосовним в українських реаліях через низьку платоспроможність населення та концентрацію бюджету на оборонних потребах.



Поза увагою залишається перетин smart-інфраструктури з дискурсом соціального підприємництва та реінтеграції ветеранів. Потенціал енергетичних кооперативів як майданчиків для працевлаштування та соціалізації ветеранів не отримав належної наукової уваги.

Сукупність виявлених прогалин обумовлює необхідність комплексного дослідження, яке б інтегрувало технічні, економічні, соціальні та інституційні аспекти енергоефективної smart-інфраструктури в специфічних умовах повоєнного відновлення України.

Метою статті є обґрунтування концептуальних засад використання енергоефективної smart-інфраструктури як соціоекономічного ресурсу інклюзивного розвитку територіальних громад України в умовах повоєнного відновлення.

Досягнення мети передбачає вирішення таких **завдань**:

- систематизувати еволюцію концепції smart-інфраструктури та визначити її структурні компоненти як соціотехнічної системи забезпечення інклюзії;
- розробити концептуальну модель інтеграції енергоефективної smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад з урахуванням специфіки «відновлення під вогнем» та потреб нових категорій вразливого населення.

Виклад основного матеріалу дослідження

1. Теоретико-методологічні засади дослідження smart-інфраструктури в контексті інклюзивного розвитку громад

1.1. Еволюція концепції smart-інфраструктури: від технологічного детермінізму до соціотехнічного підходу

Концепція smart-інфраструктури пройшла значну трансформацію протягом останніх двох десятиліть. Початкове розуміння базувалося на технологічному детермінізмі – переконанні, що впровадження інформаційно-



комунікаційних технологій (ІКТ) автоматично призведе до підвищення ефективності міських систем [8]. Критичний аналіз ранніх smart city ініціатив виявив суттєві обмеження такого підходу: технологічно орієнтовані проекти часто ігнорують соціальні наслідки цифровізації, зокрема поглиблення цифрової нерівності [9; 10].

Еволюція концептуальних підходів відображає поступове усвідомлення складності взаємодії технологічних та соціальних систем (табл. 1).

Таблиця 1

Еволюція концептуальних підходів до smart-інфраструктури

Етап	Період	Домінуючий підхід	Ключові характеристики	Роль громади
Технологічний детермінізм	2005–2012	Технократичний	Акцент на ІКТ-рішеннях та автоматизації; ефективність як головний критерій; top-down імплементація	Пасивний споживач послуг
Інтегрований	2012–2018	Системний	Інтеграція міських підсистем; data-driven управління; початок уваги до користувацького досвіду	Джерело даних та зворотного зв'язку
Людиноцентричний	2018–2022	Соціотехнічний	Фокус на якості життя; співучасть громадян; інклюзивний дизайн; подолання цифрової нерівності	Співтворець рішень, просьюмер
Резильєнтний	2022–тепер	Адаптивний соціотехнічний	Стійкість до шоків; децентралізація; енергетична автономія; соціальна згуртованість	Активний учасник енергетичних спільнот

Джерело: систематизовано авторами на основі [8; 9; 10]

Події 2022 року – глобальна енергетична криза та військова агресія росії проти України – прискорили формування резильєнтного підходу. Масштабні руйнування енергетичної інфраструктури актуалізували питання децентралізації та енергетичної автономії громад [1; 2]. У цьому контексті smart-інфраструктура розглядається не просто як інструмент підвищення ефективності, а як механізм забезпечення виживання громади в умовах кризи.

1.2. Енергоефективна smart-інфраструктура як складова резильєнтності громад: сутність, компоненти, функції

Енергоефективна smart-інфраструктура являє собою інтегровану



систему технологічних рішень та інституційних механізмів, спрямованих на оптимізацію виробництва, розподілу та споживання енергії на рівні громади з одночасним забезпеченням стійкості до зовнішніх шоків та інклюзивного доступу для всіх категорій населення. На відміну від традиційної централізованої інфраструктури, smart-системи характеризуються двонаправленим потоком енергії та інформації, здатністю до самодіагностики та залученням споживачів як активних учасників енергетичного ринку [11; 12]. Структурний аналіз дозволяє виокремити п'ять ключових компонентів (табл. 2).

Таблиця 2

**Структурні компоненти енергоефективної smart-інфраструктури
громади**

Компонент	Технологічна складова	Соціальна функція	Внесок в інклюзію	Приклади
Smart Grids	Двонаправлений потік енергії та даних; автоматизоване управління навантаженням	Оптимізація витрат домогосподарств; підвищення надійності енергопостачання	Зниження енергетичної бідності через гнучкі тарифи та demand response	Brooklyn Microgrid (США); Landau (Німеччина)
Розподілена генерація	Сонячні панелі; вітрогенератори; міні-ТЕЦ на біомасі	Енергетична автономія громади; локальна зайнятість	Доступ віддалених громад до енергії; створення "зелених" робочих місць	Wildpoldsried (Німеччина); o. Samsø (Данія)
Системи накопичення	Батарейні системи (BESS); теплові акумулятори	Згладжування пікових навантажень; резервне живлення критичної інфраструктури	Захист вразливих споживачів від планових та аварійних відключень	Hornsedale Power Reserve (Австралія)
Цифрові платформи	ІоТ-сенсори; хмарні сервіси; мобільні додатки для споживачів	Прозорість споживання; поведінкові стимули до енергозбереження	Доступність через спрощені інтерфейси для різних вікових груп	Платформи P2P-торгівлі енергією
Енергетичні спільноти	Кооперативна власність на генеруючі потужності; спільне інвестування	Демократизація енергетики; наращування соціального капіталу	Залучення малозабезпечених через колективні моделі фінансування	REScoop.eu (2250+ кооперативів)

Джерело: систематизовано авторами на основі [4; 6; 11; 12; 14]

Інтелектуальні мережі (Smart Grids) становлять технологічну основу сучасної енергоефективної інфраструктури. Gungor та співавтори [11]



визначають smart grid як мережу, що використовує ІКТ для автоматичного підвищення ефективності, надійності та сталості енергопостачання. Соціальний вимір полягає у можливості впровадження гнучких тарифів та програм управління попитом (demand response) для зниження витрат малозабезпечених домогосподарств.

Розподілена генерація трансформує традиційну модель енергопостачання. Дослідження Zia та співавторів [12] демонструє, що мікромережі з локальною генерацією забезпечують вищий рівень надійності порівняно з централізованими системами.

Системи накопичення відіграють критичну роль у забезпеченні стабільності енергопостачання. Їх соціальна функція – захист вразливих споживачів, зокрема осіб з інвалідністю, які залежать від електричного медичного обладнання.

Цифрові платформи забезпечують інтеграцію компонентів та створюють інтерфейс для взаємодії зі споживачами. Платформи однорангової (peer-to-peer, P2P) торгівлі дозволяють домогосподарствам продавати надлишки електроенергії сусідам, що сприяє підвищенню енергетичної самодостатності громад [16].

Енергетичні спільноти заслуговують особливої уваги з огляду на потенціал соціальної інклюзії. За даними REScoop.eu, у Європі функціонує понад 2250 енергетичних кооперативів, що об'єднують близько 1,5 мільйона громадян [6]. Дослідження Gui та MacGill [4] встановило, що енергетичні спільноти забезпечують не лише економічні переваги, а й сприяють нарощуванню соціального капіталу громади.

1.3. Інклюзивний розвиток громад: концептуалізація поняття та взаємозв'язок з енергетичною політикою

Інклюзивний розвиток передбачає рівні можливості для участі в економічному житті та справедливий розподіл вигод від зростання [9]. У



контексті енергетичної політики інклюзивність означає не лише фізичний доступ до енергії, а й економічну доступність послуг, можливість впливати на рішення та справедливий розподіл як переваг, так і ризиків енергетичного переходу. Енергетична бідність залишається гострою проблемою навіть у розвинених країнах Європейського Союзу (ЄС) (рис. 1).

Наведені дані ілюструють значну диференціацію: від 2,2% у Швеції до 20,8% у Болгарії (2024 р.). Енергетична криза 2022 року призвела до погіршення ситуації навіть у благополучних країнах: у Німеччині частка домогосподарств, неспроможних забезпечити адекватне опалення, зросла з 2,5% до 5,8%, в Іспанії – з 7,5% до 16,2%.

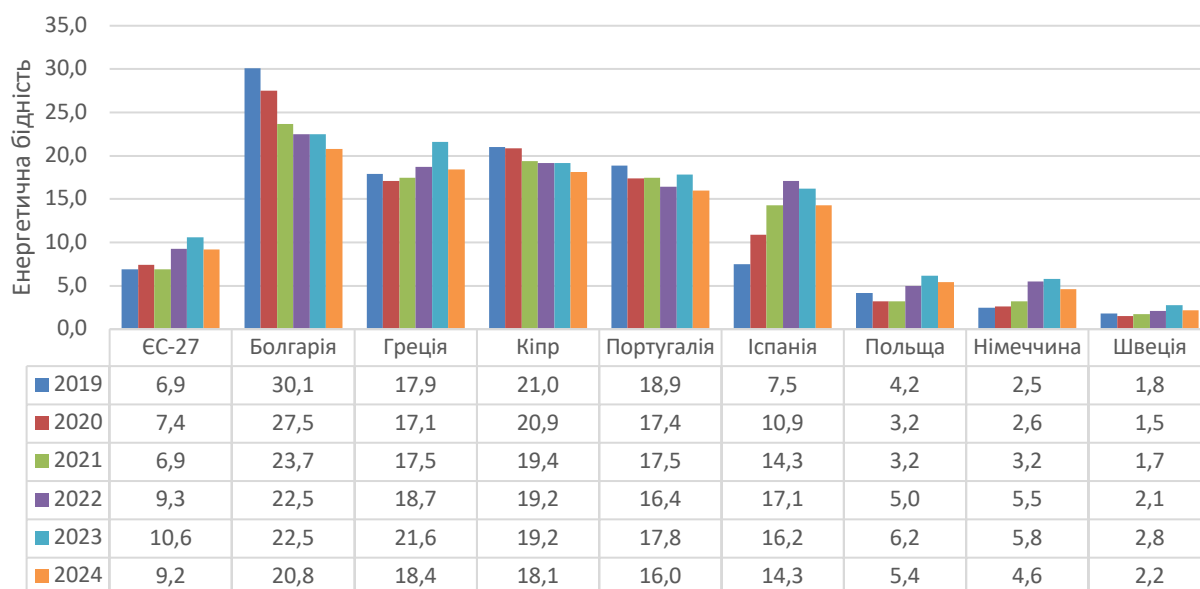


Рис. 1. Динаміка показників енергетичної бідності в країнах ЄС, %

Примітка: частка населення, яке не може забезпечити адекватне опалення житла

Джерело: складено на основі даних Eurostat [EU-SILC] та [15]

Систематичний огляд Karasmanaki та співавторів [17] виявив тісний взаємозв'язок між енергетичною бідністю та множинними формами соціального виключення. Дослідження Young та Halleck Vega [18] встановило, що 52% енергетичних спільнот у Нідерландах активно адресують проблему енергетичної бідності через субсидування членства, енергоаудити та пільгові



тарифи. Взаємозв'язок smart-інфраструктури та інклюзивного розвитку концептуалізується через призму Цілей сталого розвитку (ЦСР) ООН (табл. 3).

Дослідження Vinuesa та співавторів [9] встановило, що цифровізація може позитивно впливати на 134 із 169 завдань ЦСР, однак існують ризики негативного впливу на 59 завдань. Ключовим фактором є інституційний контекст та свідоме управління з урахуванням потреб вразливих груп.

Сучасне розуміння smart-інфраструктури виходить за межі технологічного виміру. Енергоефективна smart-інфраструктура розглядається як соціотехнічна система, здатна одночасно вирішувати завдання енергетичної безпеки, екологічної сталості та соціальної інклюзії.

Таблиця 3

Внесок енергоефективної smart-інфраструктури у досягнення Цілей сталого розвитку

ЦСР	Релевантні завдання	Механізм впливу smart-інфраструктури	Індикатори
7: Доступна та чиста енергія	7.1 Загальний доступ; 7.2 Частка ВДЕ; 7.3 Енергоефективність	Децентралізована генерація; P2P-торгівля; smart metering; енергетичні спільноти	Частка домогосподарств з надійним доступом; частка ВДЕ
8: Гідна праця	8.3 Продуктивна зайнятість; 8.5 Повна зайнятість	Створення "зелених" робочих місць; соціальне підприємництво в енергетиці	Зайнятість у секторі ВДЕ; частка вразливих груп серед зайнятих
10: Зменшення нерівності	10.2 Соціальна та економічна інклюзія	Зниження енергетичної бідності; доступні тарифи; участь у прийнятті рішень	Індекс енергетичної бідності; участь вразливих груп
11: Сталі громади	11.3 Інклюзивна урбанізація; 11.b Політики інклюзії	Муніципальні енергетичні плани; smart city рішення; інтегроване планування	Наявність МЕП; рівень цифровізації послуг
13: Кліматичні дії	13.2 Інтеграція в національні політики	Декарбонізація через ВДЕ; енергоефективність будівель та транспорту	Скорочення викидів CO ₂ на душу населення

Джерело: систематизовано авторами на основі UN SDG Framework та [9]

Ключовим елементом є енергетичні спільноти, які забезпечують демократизацію енергетики та залучення громадян до прийняття рішень. Реалізація інклюзивного потенціалу вимагає цілеспрямованої політики подолання бар'єрів для участі вразливих груп – завдання, що набуває



особливої гостроти в українському контексті.

2. Концептуальна модель інтеграції енергоефективної smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад повоєнного періоду

2.1. Специфіка повоєнного контексту України: виклики та можливості для впровадження smart-інфраструктури

Український контекст принципово відрізняється від постконфліктних ситуацій, описаних у міжнародній літературі. Унікальність полягає в тому, що процеси руйнування та відбудови відбуваються одночасно – феномен «відновлення під вогнем» (recovery under fire), який створює безпрецедентні виклики для планування енергетичної інфраструктури [32].

Четверта оцінка швидких збитків та потреб (RDNA4), проведена Світовим банком, Європейською комісією та ООН у лютому 2025 року, засвідчує катастрофічні масштаби руйнувань (табл. 4).

Таблиця 4

Динаміка збитків енергетичній інфраструктурі України, 2022–2025 рр.

Показник	Лютий 2023	Лютий 2024	Лютий 2025
Прямі збитки енергетичному сектору, млрд дол. США	10,6	12,4	20
Загальні прямі збитки інфраструктурі, млрд дол. США	135	152	176
Вартість відновлення енергосектору, млрд дол. США	47	50,3	56
Загальна вартість відновлення, млрд дол. США	411	486	524
Втрата генеруючих потужностей, ГВт	5	7,5	9
Частка енергосектору у загальних збитках, %	7,9	8,2	11,4

Джерело: складено на основі World Bank RDNA1-RDNA4 [1]

Прямі збитки енергетичному сектору зросли майже вдвічі протягом останнього року – з 12,4 до 20,0 млрд дол. США. Частка енергосектору у загальних збитках інфраструктурі збільшилася з 7,9% (2023 р.) до 11,4% (2025 р.), що відображає цілеспрямовану стратегію противника. Структурний аналіз збитків представлено на рис. 2.

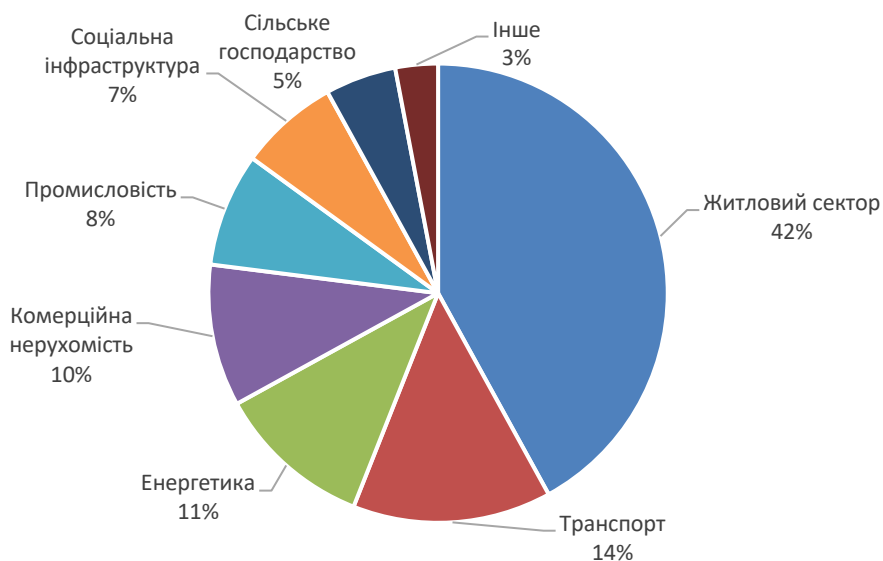


Рис. 2. Структура прямих збитків інфраструктурі України за секторами, лютий 2025 р.,

% Джерело: побудовано на основі World Bank RDNA4 [1]

Енергетичний сектор посідає третє місце (11%) після житлового (42%) та транспорту (14%), однак його критичність значно перевищує частку у збитках: без електроенергії неможливе функціонування всіх інших секторів.

Паралельно війна спричинила формування нових категорій вразливого населення (табл. 5).

Таблиця 5

Вразливі групи населення України в контексті енергетичної безпеки

Категорія	Оцінка чисельності	Специфічні енергетичні потреби	Бар'єри доступу до smart-рішень	Потенціал участі в енергоспільнотах
Внутрішньо переміщені особи (ВПО)	4,6 млн осіб	Тимчасове житло; невизначеність щодо місця проживання; обмежені можливості інвестування	Відсутність власності на житло; низька платоспроможність; психологічна травма	Середній — через колективні форми участі
Ветерани та члени їхніх сімей	1,2 млн осіб (прогноз)	Медичне обладнання; реабілітація; адаптоване житло	Фізичні обмеження; ПТСР; потреба у перекваліфікації	Високий — через соціальне підприємництво
Особи з інвалідністю	2,7 млн осіб	Безперебійне електропостачання для life-support обладнання	Фізична недоступність інфраструктури; цифрова нерівність	Середній — потребує адаптованих інтерфейсів



Літні люди (65+)	7,5 млн осіб	Опалення; освітлення; доступні тарифи	Цифрова неграмотність; низькі доходи; соціальна ізоляція	Низький — потребує спрощених механізмів
Мешканці деокупованих територій	~2 млн осіб	Відновлення базової інфраструктури; автономні рішення	Зруйнована інфраструктура; мінна небезпека; відтік населення	Високий — через пілотні проекти відбудови
Домогосподарства з дітьми (одинокі батьки)	~1,5 млн сімей	Стабільне енергопостачання для навчання та догляду	Часові обмеження; низькі доходи	Середній — через спільне інвестування

Джерело: систематизовано авторами на основі даних УВКБ ООН,

Мінсоцполітики та [1; 3; 19; 20]

Різні категорії мають специфічні енергетичні потреби та бар'єри доступу до smart-рішень. Внутрішньо переміщені особи (ВПО) – 4,6 млн осіб – не можуть інвестувати в енергоефективність через невизначеність щодо місця проживання. Ветерани (прогнозована чисельність понад 1,2 млн) потребують адаптованого житла та безперебійного електропостачання для медичного обладнання, водночас володіють високим потенціалом участі в енергетичних спільнотах. Мешканці деокупованих територій (~2 млн осіб) стикаються з руйнуванням інфраструктури, що парадоксально створює можливості для впровадження інноваційних децентралізованих рішень [3].

Водночас повоєнний контекст створює унікальні можливості: масштабні руйнування централізованої системи відкривають шлях для «зеленої реконструкції» (green reconstruction) [31], значні обсяги міжнародної допомоги можуть стати каталізатором модернізації, а консолідація суспільства формує соціальний капітал для функціонування енергетичних спільнот [32].

2.2. Структурні елементи моделі: суб'єкти, ресурси, механізми взаємодії

На основі теоретичних засад та аналізу контексту пропонується п'ятиблокова модель інтеграції smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад (табл. 6).



Таблиця 6

Структурні елементи концептуальної моделі інтеграції smart-інфраструктури

Блок моделі	Елементи	Функції	Зв'язки з іншими блоками
I. Суб'єкти	Громада (ОТГ); енергетичні спільноти; соціальні підприємства; місцева влада; бізнес; донори	Ініціювання; інвестування; управління; споживання; регулювання	Визначають потреби та ресурси для блоків II-III
II. Ресурси	Фінансові (гранти, кредити, тарифи); технологічні (обладнання, платформи); людські (компетенції, волонтери); природні (ВДЕ потенціал)	Забезпечення матеріальної бази для впровадження smart-рішень	Мобілізуються суб'єктами (I), трансформуються через механізми (III)
III. Механізми	Муніципальні енергетичні плани; енергетичні кооперативи; P2P-платформи; соціальні тарифи; інклюзивні закупівлі	Координація взаємодії; розподіл ресурсів; забезпечення інклюзії	Пов'язують суб'єктів (I) та ресурси (II) для досягнення результатів (IV)
IV. Результати	Енергетична безпека; зниження бідності; соціальна інклюзія; економічний розвиток; екологічна сталість	Індикатори досягнення цілей інклюзивного розвитку	Зворотний зв'язок до суб'єктів (I) для корекції стратегій
V. Зовнішнє середовище	Нормативна база; воєнні ризики; міжнародна підтримка; макроекономічні умови	Визначення можливостей та обмежень для функціонування моделі	Впливає на всі внутрішні блоки (I-IV)

Джерело: розроблено авторами

Блок суб'єктів включає: територіальну громаду (об'єднана територіальна громада, ОТГ) як центрального суб'єкта; енергетичні спільноти; соціальні підприємства; місцеву владу; бізнес; міжнародних донорів.

Ресурсний блок охоплює: фінансові ресурси (гранти, кредити, субвенції); технологічні (обладнання, платформи); людські (енергоменеджери, волонтери); природні (потенціал відновлюваних джерел енергії, ВДЕ).

Блок механізмів визначає способи координації: муніципальні енергетичні плани (МЕП), обов'язковість яких встановлена Законом України «Про енергетичну ефективність» [7]; енергетичні кооперативи; P2P-платформи; соціальні тарифи; інклюзивні закупівлі.

Оцінка готовності українських громад до впровадження енергоефективних заходів засвідчує значні прогалини (рис. 3).

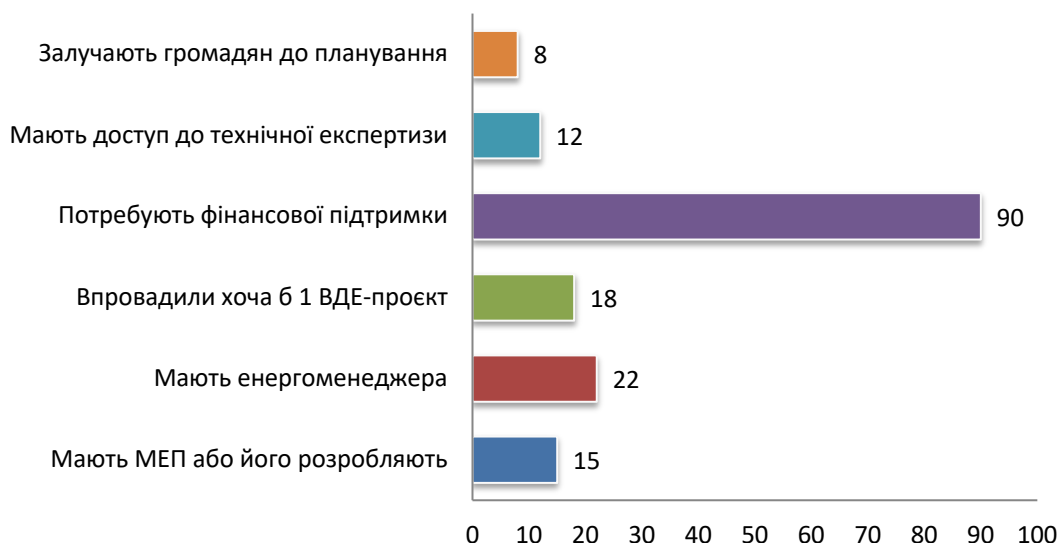


Рис. 3. Оцінка готовності українських громад до впровадження енергоефективних заходів, 2024 р., % Джерело: побудовано на основі даних DiXi Group та порталу Децентралізація [2; 24; 25; 27]

Лише 15% громад мають або розробляють МЕП, 22% мають енергоменеджера, 18% реалізували хоча б один проект з ВДЕ [27; 28]. Водночас 90% потребують фінансової підтримки, а доступ до технічної експертизи мають лише 12% [30]. Критичним є низький рівень залучення громадян до планування (8%).

2.3. Енергетичні спільноти як інституційна форма забезпечення інклюзії вразливих груп населення

Енергетичні спільноти поєднують технологічні переваги децентралізованої генерації з соціальними функціями забезпечення інклюзії та наращування соціального капіталу. На основі аналізу європейських практик виокремлено п'ять типів за критерієм інклюзивності (табл. 7).

Таблиця 7

Типологія енергетичних спільнот за критерієм інклюзивності

Тип спільноти	Організаційна форма	Механізм інклюзії	Цільові групи	Приклади
---------------	---------------------	-------------------	---------------	----------



Кооперативна	Енергетичний кооператив (за Законом про кооперацію)	Демократичне управління (1 член = 1 голос); субсидоване членство; соціальний пай	Малозабезпечені; ВПО; ветерани	EWS Schönaun (Німеччина); Som Energia (Іспанія)
Муніципальна	Комунальне підприємство або партнерство громади з бізнесом	Соціальні тарифи; пріоритетне підключення вразливих; реінвестування прибутку	Усі мешканці громади з акцентом на вразливих	Муніципальні ВДЕ-проекти за підтримки U-LEAD
Соціально-підприємницька	Соціальне підприємство (за Законом про соціальні послуги)	Працевлаштування вразливих; цільове спрямування прибутку на соціальні потреби	Ветерани; особи з інвалідністю; молодь	Veterans Energy (концепт для України)
Мікромережева	Об'єднання співвласників багатоквартирного будинку (ОСББ) або село	Коллективне інвестування; розподіл вигод пропорційно до внеску або потреб	Мешканці конкретного будинку/села	Brooklyn Microgrid (адаптація для ОСББ)
Гібридна	Партнерство кількох типів суб'єктів	Комбінація механізмів залежно від потреб учасників	Різноманітні групи залежно від партнерів	Модель для деокупованих територій

Джерело: розроблено авторами на основі [4; 6; 7; 16; 17]

Кооперативна модель базується на демократичному управлінні (один член – один голос) та відкритому членстві [6]. Механізми інклюзії: субсидоване членство, соціальний пай, пріоритетне обслуговування вразливих [19].

Муніципальна модель передбачає створення спільнот за ініціативи місцевої влади. Особливо релевантна для України, де органи місцевого самоврядування володіють значним інфраструктурним потенціалом. Проект U-LEAD підтримує 48 громад у розробці МЕР [2].

Соціально-підприємницька модель орієнтована на працевлаштування вразливих груп та реінвестування прибутку в соціальні програми. Має особливий потенціал для реінтеграції ветеранів.

Мікромережева модель базується на об'єднаннях співвласників багатоквартирних будинків (ОСББ) або мешканців сіл для колективного інвестування. Дослідження Gui та MacGill [4] підтверджує ефективність мікромереж для підвищення резильєнтності.

Гібридна модель передбачає партнерство різних суб'єктів для реалізації



проектів на деокупованих територіях. Найкраще відповідає умовам «відновлення під вогнем».

Дослідження Young та Halleck Vega [18] виявило: спільноти, які свідомо включають подолання енергетичної бідності до місії, демонструють значно кращі результати щодо залучення вразливих груп.

2.4. Соціальне підприємництво у сфері smart-інфраструктури: потенціал для реінтеграції ветеранів та інших вразливих категорій

Соціальне підприємництво є інструментом поєднання економічних та соціальних цілей. Мета-аналіз Ahmad та Bajwa [25] підтверджує позитивний вплив на зайнятість вразливих груп та нарощування соціального капіталу. Сфера smart-інфраструктури пропонує численні можливості для реінтеграції ветеранів (табл. 8).

Таблиця 8

Напрями соціального підприємництва у сфері smart-інфраструктури для реінтеграції ветеранів

Напрямок діяльності	Необхідні компетенції	Потенціал для ветеранів	Соціальний ефект
Монтаж та обслуговування сонячних панелей	Електротехніка; робота на висоті; базова ІТ-грамотність	Високий — технічні навички з армії; командна робота; фізична підготовка	Створення робочих місць; здешевлення монтажу для громад
Енергоаудит та консалтинг	Аналітичні навички; комунікація; знання енергоефективності	Середній — потребує перекваліфікації; підходить для поранених	Підвищення обізнаності громад; оптимізація витрат
Виробництво компонентів (батареї, контролери)	Виробничі навички; контроль якості; логістика	Високий — досвід роботи з технікою; дисципліна	Локалізація виробництва; імпортозаміщення
Управління енергетичними спільнотами	Менеджмент; комунікація; фінансова грамотність	Високий — лідерські навички; досвід управління підрозділами	Посилення соціального капіталу громад
Навчання та тренінги з енергоефективності	Педагогічні навички; експертиза у сфері енергетики	Середній — досвід навчання особового складу	Підвищення енергетичної грамотності населення
Розробка та підтримка цифрових платформ	ІТ-навички; UX-дизайн; аналітика даних	Середній — потребує перекваліфікації; підходить для осіб з обмеженою мобільністю	Цифровізація енергоменеджменту громад

Джерело: розроблено авторами на основі [22; 23]



Аналіз засвідчує відповідність між компетенціями, набутими під час військової служби, та потребами енергетичного сектору. Монтаж сонячних панелей потребує технічних навичок, командної роботи, фізичної підготовки – компетенцій більшості ветеранів. Управління енергетичними спільнотами відповідає лідерським навичкам та досвіду координації підрозділів.

Для ветеранів з обмеженою мобільністю релевантними є: енергоаудит, розробка цифрових платформ, навчання – напрями з високим соціальним ефектом [26].

Дослідження гендерних аспектів [22] наголошує на необхідності програм залучення жінок-ветеранок та жінок-переселенок через квоти, перекваліфікацію, гнучкі умови праці.

Критичним фактором є доступ до ринків збуту. Механізм інклюзивних закупівель (Закон «Про публічні закупівлі») дозволяє встановлювати переваги для соціальних підприємств. Дослідження Gong та Muthukumaran [23] підтверджує: децентралізовані системи створюють більше локальних робочих місць порівняно з централізованими.

2.5. Фінансові механізми та інституційне забезпечення реалізації моделі в умовах ресурсних обмежень

Реалізація моделі потребує мобілізації значних ресурсів в умовах, коли бюджетні можливості обмежені оборонними потребами. Вартість відновлення енергосектору – 56 млрд дол. США на десятиліття [1] – потребує різноманітних джерел (табл. 9).

Гранти донорів (Ukraine Facility ЄС – 50 млрд євро на 2024–2027 рр.) є найпривабливішими через безповоротність, однак конкурентні та адміністративно складні [31].

Державна субвенція через Фонд енергоефективності фокусується на «традиційних» заходах і недостатньо підтримує smart-рішення [29].

Зелені облігації громад потребують кредитного рейтингу, доступні лише



великим громадам.

Таблиця 9

**Фінансові механізми підтримки smart-інфраструктури в умовах
повоєнного відновлення**

Механізм	Джерела коштів	Цільове призначення	Переваги	Обмеження
Гранти міжнародних донорів	ЄС (Ukraine Facility); USAID; GIZ; НЕФКО	Пілотні проєкти; технічна допомога; розбудова спроможності	Безповоротність; можливість інновацій	Конкурентність; адміністративне навантаження; залежність від донорів
Державна субвенція на енергоефективність	Державний бюджет; Фонд енергоефективності	Утеплення будівель; заміна вікон; модернізація опалення	Системність; національне покриття	Обмежений обсяг; бюрократичні процедури; фокус на заходах, не на smart-рішеннях
Зелені облігації громад	Внутрішні та зовнішні інвестори	Фінансування ВДЕ-проєктів; модернізація мереж	Ринковий механізм; залучення приватного капіталу	Потребує кредитного рейтингу; високі транзакційні витрати
Кредитні лінії МФО	ЄБРР; Світовий банк; ЄІБ	Масштабні інфраструктурні проєкти	Великі обсяги; довгострокові терміни; низькі ставки	Державні гарантії; валютні ризики; тривала підготовка
Краудфандинг енергоспільнот	Члени спільноти; діаспора; соціально відповідальні інвестори	Локальні проєкти ВДЕ; системи накопичення	Залучення громадян; соціальний капітал	Обмежені обсяги; регуляторна невизначеність
Механізм компенсації за «зелений» тариф	Оптовий ринок електроенергії	Стимулювання малої генерації	Гарантований дохід для просьюмерів	Фіскальний тиск; потребує реформування після 2030 р.

Джерело: систематизовано авторами на основі [1; 2; 26; 27; 28; 29]

Кредитні лінії міжнародних фінансових організацій (Європейський банк реконструкції та розвитку, ЄБРР; Світовий банк; Європейський інвестиційний банк, ЄІБ) дозволяють фінансувати масштабні проєкти, але потребують державних гарантій.

Краудфандинг є найінклюзивнішим механізмом, що залучає внески членів спільноти, діаспори, соціально відповідальних інвесторів. Koirala та співавтори [5] підтверджують його роль у нарощуванні соціального капіталу.

«Зелений» тариф стимулює розподілену генерацію – понад 40 тисяч домогосподарств вже встановили сонячні панелі [2], однак механізм потребує



реформування після 2030 року.

Інституційне забезпечення передбачає: вдосконалення підзаконних актів щодо енергетичних кооперативів та P2P-торгівлі; підготовку енергоменеджерів для всіх 1469 громад України. Проєкти USAID «ГОВЕРЛА» [29] та U-LEAD [2] надають технічну допомогу, однак її масштаби поки недостатні.

Енергоефективна smart-інфраструктура може стати ресурсом інклюзивного розвитку громад за умови цілеспрямованої політики подолання бар'єрів для вразливих груп. Енергетичні спільноти та соціальні підприємства забезпечують демократизацію енергетики та створюють можливості для реінтеграції ветеранів, переселенців та інших категорій. Фінансове забезпечення потребує комбінації джерел – від грантів до краудфандингу, а інституційна підтримка – вдосконалення нормативної бази та розбудови спроможності громад.

Висновки. Проведене дослідження дозволило обґрунтувати концептуальні засади використання енергоефективної smart-інфраструктури як соціоекономічного ресурсу інклюзивного розвитку територіальних громад України в умовах повоєнного відновлення.

Систематизація теоретичних підходів засвідчила еволюцію концепції smart-інфраструктури від технологічного детермінізму до соціотехнічної парадигми. Сучасне розуміння охоплює п'ять взаємопов'язаних компонентів: інтелектуальні мережі, розподілену генерацію, системи накопичення, цифрові платформи та енергетичні спільноти. Кожен компонент виконує не лише технічні, а й соціальні функції – від зниження енергетичної бідності до нарощування соціального капіталу.

Розроблена концептуальна модель інтеграції smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад включає п'ять блоків: суб'єкти, ресурси, механізми, результати та зовнішнє середовище. Специфіка



українського контексту – «відновлення під вогнем» – створює як виклики (20 млрд дол. США збитків енергосектору, втрата 9 ГВт потужностей, нові категорії вразливості), так і можливості для «зеленої реконструкції» з акцентом на децентралізовані рішення.

Типологізація енергетичних спільнот за критерієм інклюзивності дозволила виокремити п'ять моделей: кооперативну, муніципальну, соціально-підприємницьку, мікромережеву та гібридну. Для України найперспективнішими є муніципальна (з огляду на роль органів місцевого самоврядування) та соціально-підприємницька (з огляду на потребу реінтеграції ветеранів) моделі.

Соціальне підприємництво у сфері smart-інфраструктури пропонує можливості для реінтеграції ветеранів: від монтажу сонячних панелей до управління енергетичними спільнотами. Компетенції, набуті під час служби, відповідають потребам енергетичного сектору, а механізм інклюзивних закупівель забезпечує доступ до ринків збуту.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у такому:

удосконалено теоретичні підходи до розуміння smart-інфраструктури шляхом обґрунтування її соціотехнічної природи та виокремлення п'яти структурних компонентів, кожен з яких виконує не лише технічні, а й соціальні функції забезпечення інклюзії вразливих груп населення, що на відміну від існуючих підходів дозволяє розглядати енергоефективну інфраструктуру як комплексний ресурс соціоекономічного розвитку громад;

розроблено концептуальну модель інтеграції енергоефективної smart-інфраструктури в стратегії інклюзивного розвитку громад повоєнного періоду, яка включає п'ять взаємопов'язаних блоків та враховує специфіку українського контексту «відновлення під вогнем», що відрізняється від існуючих постконфліктних моделей урахуванням нових категорій вразливості (ветерани, внутрішньо переміщені особи, мешканці деокупованих територій);



набула подальшого розвитку типологізація енергетичних спільнот за критерієм інклюзивності через виокремлення п'яти моделей із визначенням специфічних механізмів залучення вразливих груп, що на відміну від існуючих класифікацій акцентує увагу на соціальній функції енергетичних спільнот та їх потенціалі для реінтеграції ветеранів через соціальне підприємництво.

Практичне значення одержаних результатів визначається можливістю їх використання: органами місцевого самоврядування – при розробці муніципальних енергетичних планів та створенні енергетичних спільнот; центральними органами виконавчої влади – при вдосконаленні нормативної бази щодо енергетичних кооперативів та P2P-торгівлі; міжнародними донорами – при програмуванні підтримки енергетичного сектору з урахуванням принципів інклюзивності; ветеранськими об'єднаннями – при створенні соціальних підприємств; закладами вищої освіти – у підготовці фахівців з енергоменеджменту та соціального підприємництва.

Перспективи подальших досліджень пов'язані з емпіричною апробацією моделі на прикладі пілотних громад, розробкою методики оцінки інклюзивності енергетичних проєктів та аналізом ефективності механізмів залучення вразливих груп до енергетичних спільнот.

Список використаних джерел

1. World Bank, European Commission, United Nations. Ukraine Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). Kyiv : World Bank, 2025. 280 p. URL: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released> (дата звернення: 10.01.2026).
2. Децентралізація енергетики та енергоефективність: як громади можуть забезпечити людей світлом, водою і теплом. Децентралізація. 2024.



URL: <https://decentralization.ua/news/18206> (дата звернення: 20.01.2026).

3. Sovacool B. K., Turnheim B., Hook A., Brock A., Martiskainen M. Dispossessed by decarbonisation: Reducing vulnerability, injustice, and inequality in the lived experience of low-carbon pathways. *World Development*. 2021. Vol. 137. P. 105116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105116>

4. Gui E. M., MacGill I. Typology of future clean energy communities: An exploratory structure, opportunities, and challenges. *Energy Research & Social Science*. 2018. Vol. 35. P. 94–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.019>

5. Ceglia F., Esposito P., Marrasso E., Sasso M. From smart energy community to smart energy municipalities: Literature review, agendas and pathways. *Journal of Cleaner Production*. 2020. Vol. 254. P. 120118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120118>

6. REScoop.eu. European Federation of Citizen Energy Cooperatives. 2024. URL: <https://www.rescoop.eu> (дата звернення: 20.01.2026).

7. Про енергетичну ефективність : Закон України від 21.10.2021 № 1818-IX. Відомості Верховної Ради України. 2022. № 1. Ст. 1. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20> (дата звернення: 20.11.2025).

8. Gracias J. S., Parnell G. S., Specking E., Pohl E. A., Buchanan R. Smart Cities — A Structured Literature Review. *Smart Cities*. 2023. Vol. 6, No. 4. P. 1719–1743. DOI: <https://doi.org/10.3390/smartcities6040080>

9. Mondejar M. E., Avtar R., Diaz H. L. B., Dubey R. K., Esteban J., Gómez-Morales A., Hallam B., Mbungu N. T., Okolo C. C., Prasad K. A., She Q., Garcia-Segura S. Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 794. P. 148539. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>

10. Yigitcanlar T., Desouza K. C., Butler L., Roozkhosh F. Contributions and risks of artificial intelligence (AI) in building smarter cities: Insights from a systematic review of the literature. *Energies*. 2020. Vol. 13, No. 6. P. 1473. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13061473>



<https://doi.org/10.3390/en13061473>

11. Gungor V. C., Sahin D., Kocak T., Ergut S., Buccella C., Cecati C., Hancke G. P. Smart grid technologies: Communication technologies and standards. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*. 2011. Vol. 7, No. 4. P. 529–539. DOI: <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2166794>

12. Zia M. F., Elbouchikhi E., Benbouzid M. Microgrid transactive energy: Review, architectures, distributed ledger technologies, and market analysis. *IEEE Access*. 2020. Vol. 8. P. 19410–19432. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2968402>

13. Francisco A., Mohammadi N., Taylor J. E. Smart City Digital Twin–Enabled Energy Management: Toward Real-Time Urban Building Energy Benchmarking. *Journal of Management in Engineering*. 2020. Vol. 36, No. 2. P. 04019045. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000741](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000741)

14. Zhou Y., Lund P. D. Peer-to-peer energy sharing and trading of renewable energy in smart communities — trading pricing models, decision-making and agent-based collaboration. *Renewable Energy*. 2023. Vol. 207. P. 177–193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.125>

15. Boostani P., Pellegrini-Masini G., Klein J. The Role of Community Energy Schemes in Reducing Energy Poverty and Promoting Social Inclusion: A Systematic Literature Review. *Energies*. 2024. Vol. 17, No. 13. Art. 3232. DOI: <https://doi.org/10.3390/en17133232>

16. Young J., Halleck Vega S. M. What is the role of energy communities in tackling energy poverty? Measures, barriers and potential in the Netherlands. *Energy Research & Social Science*. 2024. Vol. 116. Art. 103693. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103693>

17. Hanke F., Guyet R. The struggle of energy communities to enhance energy justice: insights from 113 German cases. *Energy, Sustainability and Society*. 2023. Vol. 13. Art. 16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00388-2>



18. Szulecki K., Neerland M. A., Tomter H., Wæringsaasen C. A. B., Żuk Pa., Żuk Pi. Ageism, welfare, and the energy transition: a comparative analysis of the perceptions among the elderly in Poland and Norway. *Energy, Sustainability and Society*. 2024. Vol. 14. Art. 35. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00468-x>
19. Okyere M. A., Lin B. Invisible among the vulnerable: a nuanced perspective of energy poverty at the intersection of gender and disability in South Africa. *Humanities and Social Sciences Communications*. 2023. Vol. 10. Art. 227. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01604-2>
20. UN Women, UNIDO. Gender Equality in the Sustainable Energy Transition. New York ; Vienna : UN Women, UNIDO, 2023. 68 p. URL: <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2023/05/gender-equality-in-the-sustainable-energy-transition> (дата звернення: 20.11.2025).
21. Gong J., Muthukumaran G. Framework for Decentralized Energy and Enhanced Resilience on Islands : SEI Brief. Stockholm : Stockholm Environment Institute, 2024. DOI: <https://doi.org/10.51414/sei2024.054>
22. Ahmad S., Bajwa I. A. The Role of Social Entrepreneurship in Socio-Economic Development: A Meta-Analysis of the Nascent Field. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*. 2023. Vol. 15, No. 1. P. 133–157. DOI: <https://doi.org/10.1108/JEEE-04-2021-0165>
23. Daskalopoulou I., Karakitsiou A., Thomakis Z. Social Entrepreneurship and Social Capital: A Review of Impact Research. *Sustainability*. 2023. Vol. 15, No. 6. P. 4787. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15064787>
24. Муніципальний енергетичний план: необхідність реалізації та виклики. Децентралізація. 2023. URL: <https://decentralization.ua/news/17639> (дата звернення: 20.11.2025).
25. Енергоменеджери у громадах та децентралізовані електростанції. Децентралізація. 2024. URL: <https://decentralization.ua/energoeffect/enerhomenedzhment> (дата звернення:



20.11.2025).

26. Впровадження енергоефективних заходів у громадах — рекомендації від Проєкту USAID «ГОВЕРЛА». Децентралізація. 2023. URL: <https://decentralization.ua/news/15441> (дата звернення: 20.11.2025).

27. Енергоефективність в громадах: опитування представників ОМС / DiXi Group. Київ : DiXi Group, 2024. URL: <https://decentralization.ua/energoeffect> (дата звернення: 20.11.2025).

28. Green Reconstruction of Ukraine / IISD. Winnipeg : International Institute for Sustainable Development, 2024. URL: <https://www.iisd.org/projects/green-reconstruction-of-ukraine> (дата звернення: 20.11.2025).

29. Reconstructing Ukraine at war: The journey to prosperity starts now / Atlantic Council. Washington : Atlantic Council, 2024. URL: <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/reconstructing-ukraine-at-war/> (дата звернення: 20.11.2025).

30. Посібник з інституційного розвитку громад / DiXi Group. Київ : DiXi Group, 2025. URL: <https://dixigroup.org/analytic/posibnyk-z-instytutczijnogo-rozvytku-gromad/> (дата звернення: 05.12.2025).

31. Ackermann A., Sushchenko O., Terton A. Integrating Sustainability into Ukraine's Reconstruction. Winnipeg : International Institute for Sustainable Development, 2024. URL: <https://www.iisd.org/system/files/2024-06/integrating-sustainability-into-ukraine-reconstruction.pdf> (дата звернення: 05.12.2025).

32. Gompert D. C., Kelly T. K., Lawson B. S., Parker M., Colloton K. Reconstruction Under Fire: Unifying Civil and Military Counterinsurgency. Santa Monica, CA : RAND Corporation, 2009. URL: <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG870.html> (дата звернення: 05.12.2025).



References

1. World Bank, European Commission, United Nations (2025). Ukraine Fourth Rapid Damage and Needs Assessment (RDNA4). Kyiv: World Bank, 280 p. Available at: <https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2025/02/25/updated-ukraine-recovery-and-reconstruction-needs-assessment-released> (accessed: 10.01.2026).
2. Detsentralizatsiia enerhetyky ta enerhoefektyvnist: yak hromady mozhut zabezpechyty liudei svitlom, vodoiu i teplom [Decentralization of energy and energy efficiency: how communities can provide people with light, water and heat]. Detsentralizatsiia, 2024. Available at: <https://decentralization.ua/news/18206> (accessed: 20.11.2025).
3. Sovacool B.K., Turnheim B., Hook A., Brock A., Martiskainen M. (2021). Dispossessed by decarbonisation: Reducing vulnerability, injustice, and inequality in the lived experience of low-carbon pathways. World Development, vol. 137, art. 105116. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2020.105116>
4. Gui E.M., MacGill I. (2018). Typology of future clean energy communities: An exploratory structure, opportunities, and challenges. Energy Research & Social Science, vol. 35, pp. 94–107. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.10.019>
5. Ceglia F., Esposito P., Marrasso E., Sasso M. (2020). From smart energy community to smart energy municipalities: Literature review, agendas and pathways. Journal of Cleaner Production, vol. 254, art. 120118. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120118>
6. REScoop.eu (2024). European Federation of Citizen Energy Cooperatives. Available at: <https://www.rescoop.eu> (accessed: 20.11.2025).
7. Pro enerhetychnu efektyvnist: Zakon Ukrainy vid 21.10.2021 No. 1818-IX [On Energy Efficiency: Law of Ukraine of 21.10.2021 No. 1818-IX]. Vidomosti Verkhovnoi Rady Ukrainy, 2022, no. 1, art. 1. Available at:



<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20> (accessed: 20.11.2025).

8. Gracias J.S., Parnell G.S., Specking E., Pohl E.A., Buchanan R. (2023). Smart Cities — A Structured Literature Review. *Smart Cities*, vol. 6, no. 4, pp. 1719–1743. DOI: <https://doi.org/10.3390/smartcities6040080>
9. Mondejar M.E., Avtar R., Diaz H.L.B., Dubey R.K., Esteban J., Gómez-Morales A., Hallam B., Mbungu N.T., Okolo C.C., Prasad K.A., She Q., Garcia-Segura S. (2021). Digitalization to achieve sustainable development goals: Steps towards a Smart Green Planet. *Science of the Total Environment*, vol. 794, art. 148539. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148539>
10. Yigitcanlar T., Desouza K.C., Butler L., Roozkhosh F. (2020). Contributions and risks of artificial intelligence (AI) in building smarter cities: Insights from a systematic review of the literature. *Energies*, vol. 13, no. 6, art. 1473. DOI: <https://doi.org/10.3390/en13061473>
11. Gungor V.C., Sahin D., Kocak T., Ergut S., Buccella C., Cecati C., Hancke G.P. (2011). Smart grid technologies: Communication technologies and standards. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, vol. 7, no. 4, pp. 529–539. DOI: <https://doi.org/10.1109/TII.2011.2166794>
12. Zia M.F., Elbouchikhi E., Benbouzid M. (2020). Microgrid transactive energy: Review, architectures, distributed ledger technologies, and market analysis. *IEEE Access*, vol. 8, pp. 19410–19432. DOI: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2968402>
13. Francisco A., Mohammadi N., Taylor J.E. (2020). Smart City Digital Twin–Enabled Energy Management: Toward Real-Time Urban Building Energy Benchmarking. *Journal of Management in Engineering*, vol. 36, no. 2, art. 04019045. DOI: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000741](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000741)
14. Zhou Y., Lund P.D. (2023). Peer-to-peer energy sharing and trading of renewable energy in smart communities — trading pricing models, decision-making and agent-based collaboration. *Renewable Energy*, vol. 207, pp. 177–193. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.renewene.2023.109888>



<https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.02.125>

15. Boostani P., Pellegrini-Masini G., Klein J. (2024). The Role of Community Energy Schemes in Reducing Energy Poverty and Promoting Social Inclusion: A Systematic Literature Review. *Energies*, vol. 17, no. 13, art. 3232. DOI: <https://doi.org/10.3390/en17133232>

16. Young J., Halleck Vega S. M. (2024). What is the role of energy communities in tackling energy poverty? Measures, barriers and potential in the Netherlands. *Energy Research & Social Science*, vol. 116, art. 103693. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2024.103693>

17. Hanke F., Guyet R. (2023). The struggle of energy communities to enhance energy justice: insights from 113 German cases. *Energy, Sustainability and Society*, vol. 13, art. 16. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-023-00388-2>

18. Szulecki K., Neerland M.A., Tomter H., Wæringsaasen C.A.B., Żuk Pa., Żuk Pi. (2024). Ageism, welfare, and the energy transition: a comparative analysis of the perceptions among the elderly in Poland and Norway. *Energy, Sustainability and Society*, vol. 14, art. 35. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13705-024-00468-x>

19. Okyere M.A., Lin B. (2023). Invisible among the vulnerable: a nuanced perspective of energy poverty at the intersection of gender and disability in South Africa. *Humanities and Social Sciences Communications*, vol. 10, art. 227. DOI: <https://doi.org/10.1057/s41599-023-01604-2>

20. UN Women, UNIDO (2023). *Gender Equality in the Sustainable Energy Transition*. New York; Vienna: UN Women, UNIDO, 68 p. Available at: <https://www.unwomen.org/en/digital-library/publications/2023/05/gender-equality-in-the-sustainable-energy-transition> (accessed: 20.11.2025).

21. Gong J., Muthukumaran G. (2024). *Framework for Decentralized Energy and Enhanced Resilience on Islands*. SEI Brief. Stockholm: Stockholm Environment Institute. DOI: <https://doi.org/10.51414/sei2024.054>



22. Ahmad S., Bajwa I.A. (2023). The Role of Social Entrepreneurship in Socio-Economic Development: A Meta-Analysis of the Nascent Field. *Journal of Entrepreneurship in Emerging Economies*, vol. 15, no. 1, pp. 133–157. DOI: <https://doi.org/10.1108/JEEE-04-2021-0165>
23. Daskalopoulou I., Karakitsiou A., Thomakis Z. (2023). Social Entrepreneurship and Social Capital: A Review of Impact Research. *Sustainability*, vol. 15, no. 6, art. 4787. DOI: <https://doi.org/10.3390/su15064787>
24. Munitsypalnyi enerhetychnyi plan: neobkhidnist realizatsii ta vyklyky [Municipal energy plan: the need for implementation and challenges]. *Detsentralizatsiia*, 2023. Available at: <https://decentralization.ua/news/17639> (accessed: 20.11.2025).
25. Enerhomenedzhery u hromadakh ta detsentralizovani elektrostantsii [Energy managers in communities and decentralized power plants]. *Detsentralizatsiia*, 2024. Available at: <https://decentralization.ua/energoeffect/enerhomenedzhment> (accessed: 20.11.2025).
26. Vprovadzhennia enerhoefektyvnykh zakhodiv u hromadakh — rekomendatsii vid Proiektu USAID «HOVERLA» [Implementation of energy efficiency measures in communities — recommendations from the USAID HOVERLA Project]. *Detsentralizatsiia*, 2023. Available at: <https://decentralization.ua/news/15441> (accessed: 20.11.2025).
27. DiXi Group (2024). Enerhoefektyvnist v hromadakh: opytuvannia predstavnykiv OMS [Energy efficiency in communities: survey of local government representatives]. Kyiv: DiXi Group. Available at: <https://decentralization.ua/energoeffect> (accessed: 20.11.2025).
28. IISD (2024). Green Reconstruction of Ukraine. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. Available at: <https://www.iisd.org/projects/green-reconstruction-of-ukraine> (accessed: 20.11.2025).



20.01.2026).

29. Atlantic Council (2024). Reconstructing Ukraine at war: The journey to prosperity starts now. Washington: Atlantic Council. Available at: <https://www.atlanticcouncil.org/in-depth-research-reports/report/reconstructing-ukraine-at-war/> (accessed: 20.11.2025).

30. DiXi Group (2025). Posibnyk z instytutsiinoho rozvytku hromad [Guide to institutional development of communities]. Kyiv: DiXi Group. Available at: <https://dixigroup.org/analytic/posibnyk-z-instytutczijnogo-rozvytku-gromad/> (accessed: 05.02.2026).

31. Ackermann, A., Sushchenko, O. and Terton, A. (2024). Integrating Sustainability into Ukraine's Reconstruction. Winnipeg: International Institute for Sustainable Development. Available at: <https://www.iisd.org/system/files/2024-06/integrating-sustainability-into-ukraine-reconstruction.pdf> (accessed: 05.12.2025).

32. Gompert, D.C., Kelly, T.K., Lawson, B.S., Parker, M. and Colloton, K. (2009). Reconstruction Under Fire: Unifying Civil and Military Counterinsurgency. Santa Monica, CA: RAND Corporation. Available at: <https://www.rand.org/pubs/monographs/MG870.html> (accessed: 05.12.2025).