



ЗАСТОСУВАННЯ ЕКООРІЄНТОВАНИХ ПЕДАГОГІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У ПРОФЕСІЙНІЙ ПІДГОТОВЦІ МАЙБУТНІХ КВАЛІФІКОВАНИХ РОБІТНИКІВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ: ДОСВІД ЄС

Ірина Дрозіч

кандидат педагогічних наук, науковий співробітник відділу змісту і технологій професійної освіти Інституту професійно-технічної освіти НАПН України, <http://orcid.org/0000-0002-8881-9314>, e-mail: irina.drozich@ukr.net

Реферат:

Актуальність: будівельна галузь є ключовою у досягненні кліматичних та енергетичних цілей, зокрема у країнах ЄС; кваліфіковані робітники відіграють важливу роль у реалізації енергоефективного зеленого будівництва; в Україні інтеграція екоорієнтованих педагогічних технологій у систему професійної (професійно-технічної) освіти є нагальною для підтримки післявоєнного відновлення, гармонізації з європейськими стандартами та посилення національної енергетичної безпеки.

Мета: проаналізувати використання екоорієнтованих педагогічних технологій у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників будівельної галузі у країнах ЄС та визначити шляхи адаптації й впровадження таких підходів у систему професійної (професійно-технічної) освіти України.

Методи: застосовано трьохетапний порівняльно-адаптивний підхід, що включає: 1) «картування» (mapping) компетентностей за стандартами професійної освіти ЄС та України; 2) огляд екоорієнтованих педагогічних технологій, застосовуваних європейськими колегами, які можуть бути реалізовані в українських закладах професійної (професійно-технічної) освіти; 3) аналіз шляхів їхнього впровадження завдяки пілотним проектам, партнерствам та оновленню освітніх програм.

Результати. Картування компетентностей засвідчило, що європейські екоорієнтовані стандарти охоплюють навички з будівельної фізики, характеристик будівельного огороження, монтажу енергоефективних систем, діагностики та організації робочих процесів на будівельному майданчику. Українські заклади професійної (професійно-технічної) освіти наразі пропонують обмежений практичний досвід у цих галузях. Проекти ЄС, такі як MEnS та VET4LEC, демонструють, що поєднання аудиторного навчання з практичними вправами та цифровими інструментами (BIM, VR, AR) підвищує компетентність та залученість студентів. Поетапне впровадження екоорієнтованих педагогічних технологій в Україні, включно з підвищенням кваліфікації викладачів, пілотними проектами та модернізацією освітніх програм, є можливим і поступово дозволяє узгодити результати професійної (професійно-технічної) освіти з європейськими стандартами.

Висновки: адаптація екоорієнтованих педагогічних технологій на основі досвіду ЄС створює можливості для модернізації української професійної освіти, підготовки кваліфікованих фахівців, здатних реалізовувати енергоефективні будівельні проекти, підтримувати стале відновлення та наблизити будівельну галузь України до найкращих європейських практик; подальші дослідження мають оцінити ефективність екоорієнтованих педагогічних технологій в українських закладах освіти для забезпечення їхнього системного впровадження.

Ключові слова: енергоефективність, професійна освіта, фахівець будівельної галузі, екоорієнтовані педагогічні технології, Україна, ЄС, модернізація освітніх програм.

Вступ. Будівельна галузь відіграє значну роль у досягненні кліматичних та енергетичних цілей у провідних країнах ЄС. Будівлі відповідають за значну частку енергоспоживання та викидів, а кваліфіковані фахівці є важливими агентами виконання комплексної реконструкції, будівництва майже нульового енергоспоживання, забезпечення герметичності, високоякісної теплоізоляції та впровадження розумних систем управління. У контексті професійної (професійно-технічної) освіти (далі – П(ПТ)О), країни ЄС систематично адаптують освітні програми, педагогічні підходи та систему оцінювання з метою покращення екоорієнтованих компетентностей як основного результату професійної підготовки майбутніх кваліфікованих робітників будівельної галузі (Cedefop, 2023).

Для України, де будівництво є важливим чинником економічного відновлення, інтеграція екоорієнтованих педагогічних технологій у П(ПТ)О є особливо нагальною. Країна повинна одночасно узгодити свої дії з цілями Європейського «Зеленого курсу» (the European Green Deal) та посилити власну енергетичну безпеку й стійкість. Війна додатково підкреслила необхідність швидкого, але водночас сталого відновлення, що робить навички енергоефективного будівництва критично важливими. Впровадження екоорієнтованих педагогічних технологій в українську систему П(ПТ)О може допомогти сформувати сучасну робочу силу, здатну відповідати європейським стандартам і національним пріоритетам завдяки оновленню освітніх програм, підвищенню кваліфікації викладачів і партнерствам з промисловістю. Опираючись на досвід ЄС, Україна може прискорити реформи, які є ключовими для післявоєнного відновлення та довгострокової енергетичної незалежності.

Джерела. У цій статті проаналізовано сучасні наукові джерела для обґрунтування інтеграції екоорієнтованих педагогічних технологій у професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників. На європейському рівні ключові політичні рамки, такі як Директива щодо енергетичної ефективності будівель (European Commission, 2024), Європейський «Зелений курс» (European Commission, 2019) та стратегія «Хвиля реновацій» (European Commission, 2020), встановлюють амбітні вимоги щодо скорочення викидів та підвищення

енергетичної ефективності будівель. Ці ініціативи підкреслюють центральну роль кваліфікованих робітників будівельної галузі і слугують орієнтирами для визначення компетентностей у галузі герметичності, якості теплоізоляції та монтажу сучасних будівельних систем.

В Україні законодавчі ініціативи, такі як Закон «Про енергетичну ефективність» (Верховна Рада України, 2021), Національний план відновлення (Кабінет Міністрів України, 2023) та зобов'язання, що випливають із інтеграції до ЄС, є потужними драйверами реформ. Вони підкреслюють подвійне завдання: відновлення пошкодженої інфраструктури та модернізацію системи П(ПТ)О для відповідності європейським стандартам.

Досвід європейської П(ПТ)О пропонує практичні моделі для адаптації. Системи дуальної підготовки, де теоретичне навчання поєднується з практикою на робочому місці, демонструють, як компетенції можна зміцнювати через практичний досвід (Ertelt et al., 2021). Партнерства між навчальними закладами та промисловістю, а також майстерні за підтримки виробників показують, як ефективна співпраця може безпосередньо сприяти створенню та розвитку нових цифрових технологій та навчальних матеріалів (Esangbedo et al., 2024). Модулі навчання на базі практики, такі як пілотні проекти з реновації, демонструють, як реальні будівельні майданчики можуть слугувати навчальними лабораторіями (Schwede et al., 2025).

Натомість українська система П(ПТ)О наразі стикається з низкою обмежень. Багато закладів працюють за застарілими навчальними планами, які не відображають сучасні вимоги енергоефективності (Herasymyk-Chernova et al., 2020). Водночас відсутність технічного обладнання, такого як системи тестування герметичності, тепловізори та інші діагностичні інструменти, обмежує можливості для практичного навчання. Крім того, викладачам необхідно підвищувати кваліфікацію для викладання компетенцій, що відповідають європейським стандартам.

Нарешті, цифрові та дидактичні інновації, такі як інформаційне моделювання будівель (BIM), додатки віртуальної та доповненої реальності (VR/AR) та системи діагностики ефективності, пропонують реалістичні інструменти для подолання цих прогалин

(Elgewely et al., 2021). Їхнє поступове впровадження в українській П(ПТ)О освіти може унаочнити енергетичні показники для учнів, забезпечуючи основу для узгодження результатів навчання з європейськими стандартами та підтримки ширших цілей відновлення та інтеграції України.

Мета статті полягає в дослідженні використання екоорієнтованих педагогічних технологій у професійній підготовці майбутніх кваліфікованих робітників будівельної галузі у країнах ЄС. У статті окреслено карту компетентностей, пов'язану з ключовими професійними завданнями, висвітлено ефективні методи навчання та визначено сприятливі умови для їх застосування. На основі цих висновків розроблено рекомендації щодо адаптації та впровадження таких підходів у системі П(ПТ)О України.

Методи дослідження. У статті застосовано трьохетапний порівняльно-адаптивний підхід, що включає: 1) «картування» (mapping) компетентностей за стандартами професійної освіти ЄС та України, 2) огляд екоорієнтованих педагогічних технологій, застосовуваних європейськими колегами, які можуть бути реалізовані в українських закладах професійної (професійно-технічної) освіти; 3) аналіз шляхів їхнього впровадження завдяки пілотним проектам, партнерствам та оновленню освітніх програм.

Результати й обговорення. Здійснений порівняльно-адаптивний аналіз демонструє важливі висновки щодо інтеграції екоорієнтованих педагогічних технологій у професійну підготовку майбутніх кваліфікованих робітників будівельної галузі у країнах в Україні. Дослідження практик ЄС дозволяє виявити як прогалини в українській системі П(ПТ)О, так і можливості для цільових втручань, які сприятимуть розвитку професійних компетентностей у галузі енергоефективного будівництва.

Картування компетентностей деводить, що стандарти ЄС у галузі енергоефективності охоплюють широкий спектр навичок, включаючи фізику будівель, характеристики огорожувальних конструкцій, встановлення енергоефективних систем, проведення діагностичних тестів та організацію будівельного майданчика (Kozlovska et al., 2023). В Україні, хоча певні теоретичні знання присутні в

програмах П(ПТ)О, практичні компетенції залишаються недостатньо розвиненими, особливо у галузях тестування герметичності, діагностики за допомогою тепловізорів та інтеграції «розумних» систем. Ці навички критично важливі для забезпечення якості та ефективності сучасних енергоефективних будівель.

Наприклад, фінансований ЄС проєкт MEnS розробив спеціалізоване навчання для архітекторів та інженерів з метою модернізації житлового фонду відповідно до стандартів Near-Zero Energy Building (NZEB) (CORDIS, 2018). Ініціатива була спрямована на забезпечення будівельних менеджерів практичними навичками проєктування, експлуатації та обслуговування енергоефективних об'єктів, що слугує надійною моделлю для адаптації українських освітніх програм, поєднуючи теоретичні та практичні компетенції у сфері енергоефективності. Такі проєкти демонструють, що поєднання знань із практичними навичками значно підвищує готовність робочої сили та підтримує більш широкі цілі сталого розвитку.

Огляд педагогічних технологій виявляє кілька підходів ЄС, особливо придатних для інтеграції в систему П(ПТ)О в Україні. Моделі дуальної підготовки, що поєднують навчання в класі з практикою на виробництві, стабільно забезпечують високий рівень компетентності та збереження навичок учнів (Pilz & Wiemann, 2021). У рамках проєкту VET4LEC, досліджено вимоги до професійної освіти та елементи низькоенергетичного будівництва, необхідні для підготовки робочої сили, здатної реалізувати NZEB-проєкти (Janssen, 2019). Зокрема, така ініціатива підкреслює ефективність поєднання теоретичного навчання з практичним досвідом, оскільки студенти, які залучені до практичних занять, глибше розуміють принципи енергоефективного будівництва.

Крім того, цифрові інструменти, включно з інформаційним моделюванням будівель (BIM), віртуальною (VR) та доповненою (AR) реальністю, сприяють розвитку дослідницького навчання, даючи студентам змогу візуалізувати ефективність будівлі, моделювати діагностичні процедури та оцінювати вплив будівельних рішень у контрольованому середовищі (Khan et al., 2024). Рамки ENERGE щодо енергоефективності в школах демонструють, яким чином ці цифрові інструменти можна

систематично інтегрувати у П(ПТ)О, покращуючи результати навчання, підвищуючи мотивацію та забезпечуючи набуття навичок, що відповідають сучасним стандартам енергоефективності (Brychkov et al., 2023).

Шляхи впровадження для України передбачають поетапний та адаптивний підхід. У короткостроковій перспективі можуть бути реалізовані пілотні проєкти у вибраних закладах П(ПТ)О, доповнені цільовим навчанням викладачів та партнерствами з будівельними компаніями й виробниками обладнання. Таке співробітництво забезпечить як технічну експертизу, так і доступ до сучасного обладнання, що дозволить проводити практичне навчання без необхідності великих інвестицій на початковому етапі. У середньостроковій перспективі освітні програми можуть бути переглянуті для інтеграції екоорієнтованих педагогічних технологій у відповідні навчальні курси, а стандарти оцінювання – формалізовані відповідно до рамок компетентностей ЄС, що забезпечить оцінювання випускників за чіткими та вимірюваними критеріями. З часом такі втручання можуть поступово трансформувати українську П(ПТ)О, створюючи робочу силу, здатну реалізовувати енергоефективні будівельні проєкти, які відповідають як національним пріоритетам, так і стандартам ЄС.

Загалом, досвід ЄС демонструє, що структуроване, орієнтоване на практику та технологічно орієнтоване навчання формує кваліфікованих фахівців, здатних ефективно поєднувати теоретичні знання з практичними навичками. Завдяки ретельному плануванню та стратегічній адаптації цих підходів українська система П(ПТ)О може відтворити подібні результати, формуючи нове покоління будівельників, здатних підтримувати сталу реконструкцію, підвищувати енергоефективність у будівельному середовищі та наближати будівельний сектор України до європейських стандартів найкращих практик.

Висновки. Інтеграція екоорієнтованих педагогічних технологій у систему П(ПТ)О є необхідною для формування кваліфікованої робочої сили, здатної відповідати як українським, так і європейським будівельним стандартам. Картування компетентностей засвідчує, що європейські стандарти охоплюють широкий спектр навичок, зокрема від фізики будівель та характеристик огороджувальних конструкцій до

встановлення енергоефективних систем і проведення діагностичних тестів. Наразі система П(ПТ)О в Україні забезпечує певні теоретичні знання, проте практичні навички, особливо у галузях тестування герметичності, тепловізійної діагностики та інтеграції «розумних» систем, потребують суттєвого вдосконалення.

Досвід ЄС, зокрема проєкти MEnS та VET4LEC, показує, що поєднання навчання в класі з практикою на виробництві, підтримане цифровими інструментами, такими як «BIM», «VR» та «AR», ефективно розвиває професійну компетентність у галузі енергоефективного будівництва. Ці підходи підвищують залученість учнів, збереження знань та готовність застосовувати навички в реальних умовах. Рамки ENERGE додатково демонструють, яким чином цифрові та дослідницькі методи можна систематично інтегрувати в освітні програми П(ПТ)О для підвищення результативності навчання.

Для України рекомендовано поетапну та адаптивну стратегію впровадження екоорієнтованих педагогічних технологій. Короткострокові заходи включають пілотні проєкти у вибраних закладах П(ПТ)О, цільове навчання викладачів та партнерства з будівельними компаніями й виробниками обладнання для забезпечення експертизи та доступу до сучасних інструментів. Середньострокові дії передбачають перегляд освітніх програм для інтеграції екоорієнтованих педагогічних технологій у кілька курсів та формалізацію стандартів оцінювання відповідно до рамок компетенцій ЄС. Поступово такі заходи можуть трансформувати українську систему П(ПТ)О, створюючи випускників, здатних реалізовувати енергоефективні будівельні проєкти, що відповідають як національним пріоритетам, так і європейським стандартам.

З метою ефективного впровадження екоорієнтованих педагогічних технологій запропоновано: 1) модернізувати освітні програми, включивши як теоретичні, так і практичні компетенції з енергоефективності; 2) реалізувати програми підвищення кваліфікації викладачів для зміцнення методики викладання та використання цифрових інструментів; 3) розвивати пілотні проєкти та партнерства з промисловістю для забезпечення практичного досвіду з сучасними будівельними технологіями; 4) інтегрувати цифрові технології, такі як «BIM»,

«VR» та «AR», для моделювання реальних сценаріїв енергоефективного будівництва; та 5) застосувати поетапний підхід з формалізованими стандартами оцінювання для моніторингу та вимірювання компетенцій студентів.

Відтак, впровадження екоорієнтованих педагогічних технологій на основі позитивних аспектів європейського досвіду пропонує практичний шлях модернізації української системи професійної освіти. Поєднуючи теорію, практику та технологічно орієнтоване навчання,

Україна може сформувати робочу силу, здатну підтримувати сталу реконструкцію, підвищувати енергоефективність у будівельному середовищі та наближати будівельний сектор до європейських кращих практик.

Перспективи подальших досліджень полягають в обґрунтуванні ефективності екоорієнтованих педагогічних технологій в закладах П(ПТ)О в Україні, зокрема у контексті професійного розвитку викладачів, імплетації цифрових інструментів та здійснення відповідних проєктів.

Список посилань:

- Верховна Рада України. (2021). *Закон України № 1818-IX «Про енергетичну ефективність»*. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
- Герасимик-Чернова, Т. П., & Хомич, А. В. (2020). Дуальна система освіти як один із методів реформування системи підготовки фахівців для будівельного сектору. В А. Б. Єрмоленко, В. С. Кулішов, & С. С. Шевчук (Eds.), *Інноваційні технології при підготовці фахівців будівельної галузі: електронний збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції* (С. 36–41). БІНПО ДЗВО УМО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723148>
- Кабінет Міністрів України. (2023). *План відновлення України. Офіційний портал*. <https://recovery.gov.ua/>
- Brychkov, D., Goggins, G., Doherty, E., Romero, N., Roudil, N., Di Trani, A., Singh, A., Smit, S., McLoughlin, E., Lima, R. de C. R., Günbay, S. M., Delmonte, B. A., Hill, A., Domegan, C., & Clifford, E. (2023). A systemic framework of energy efficiency in schools: Experiences from six European countries. *Energy Efficiency*, 16(4), Article 21. <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10099-4>
- Cedefop. (2023). *The future of vocational education and training in Europe: Synthesis report* (Cedefop reference series No. 125). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2801/08824>
- CORDIS. (2018, July 5). Developing energy-efficient competencies of tomorrow's building professionals. *European Commission*. <https://cordis.europa.eu/article/id/227568-developing-energyefficient-competencies-in-tomorrows-building-manager>
- Elgewely, M. H., Nadim, W., ElKassed, A., Yehiah, M., Talaat, M. A., & Abdennadher, S. (2021). Immersive construction detailing education: Building information modeling (BIM)-based virtual reality (VR). *Open House International*, 46(3), 359–375. <https://doi.org/10.1108/OHI-02-2021-0032>
- Ertelt, B.-J., Frey, A., Hochmuth, M., Ruppert, J.-J., & Seyffer, S. (2021). Apprenticeships as a unique shaping field for the development of an individual future-oriented “vocationality”. *Sustainability*, 13(4), Article 2279. <https://doi.org/10.3390/su13042279>
- Esangbedo, C. O., Zhang, J., Esangbedo, M. O., Kone, S. D., & Xu, L. (2024). The role of industry-academia collaboration in enhancing educational opportunities and outcomes under the digital driven Industry 4.0. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(1), Article 2569. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i1.2569>
- European Commission. (2019). *The European Green Deal*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- European Commission. (2020). *Renovation Wave: A new EU strategy to improve the energy performance of buildings*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1835
- European Commission. (2024). *Energy Performance of Buildings Directive*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en

- Janssen, B. N. (2019). VET4LEC: Inclusive vocational education and training for low energy construction. <https://beryljanssen.com/project/vet4lec/>
- Khan, S., Panuwatwanich, K., & Usanavasin, S. (2024). Integrating building information modeling with augmented reality: Application and empirical assessment in building facility management. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(7), 2809–2828. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2021-1146>
- Kozlovskaya, M., Petkanic, S., Vranay, F., & Vranay, D. (2023). Enhancing energy efficiency and building performance through BEMS-BIM integration. *Energies*, 16(17), Article 6327. <https://doi.org/10.3390/en16176327>
- Pilz, M., & Wiemann, K. (2021). Does dual training make the world go round? Training models in German companies in China, India and Mexico. *Vocations and Learning*, 14, 95–114. <https://doi.org/10.1007/s12186-020-09255-z>
- Schwede, J., Heisler, D., & Harteis, C. (2025). Integrating practice-based learning into formal education: Stakeholder perspectives on the challenges of learning location cooperation (LLC) in Germany's dual VET system. *Social Sciences*, 14(3), Article 117. <https://doi.org/10.3390/socsci14030117>
- Верховна Рада України. (2021). Закон України № 1818-IX «Про енергетичну ефективність». <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>
- Герасимик-Чернова, Т. П., & Хомич, А. В. (2020). Дуальна система освіти як один із методів реформування системи підготовки фахівців для будівельного сектору. В А. Б. Єрмоленко, В. С. Кулішов, & С. С. Шевчук (Eds.), *Інноваційні технології при підготовці фахівців будівельної галузі: електронний збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції* (С. 36–41). БІПО ДЗВО УМО НАПН України. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723148>
- Кабінет Міністрів України. (2023). План відновлення України. Офіційний портал. <https://recovery.gov.ua/>

Переклад і транслітерація

- Verkhovna Rada Ukrainy [Verkhovna Rada of Ukraine]. (2021). *Zakon Ukrainy № 1818-IX “Pro enerhetychnu efektyvnist”* [The Law of Ukraine “On Energy Efficiency” No 1818-IX]. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/1818-20#Text>, [in Ukrainian].
- Herasymyk-Chernova, T. P., & Khomych, A. V. (2020). Dualna systema osvity yak odyin iz metodiv reformuvannia systemy pidhotovky fakhivtsiv dlia budivelnoho sektoru [The dual education system as an approach to reforming specialist training in the construction sector]. In A. B. Yermolenko, V. S. Kulishov, & S. S. Shevchuk (Eds.), *Innovatsiini tekhnolohii pry pidhotovtsi fakhivtsiv budivelnoi haluzi: elektronnyi zbirnyk materialiv Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii* [Innovative technologies in training professionals for the construction sector: E-Proceedings of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference] (pp. 36–41). BINPO DZVO UMO NAPN Ukrainy. <https://lib.iitta.gov.ua/id/eprint/723148>, [in Ukrainian].
- Kabinet Ministriv Ukrainy [The Cabinet of Ministers of Ukraine]. (2023). *Plan vidnovlennia Ukrainy. Ofitsiyni portal* [The Recovery Plan. An official portal]. <https://recovery.gov.ua/>, [in Ukrainian].
- Brychkov, D., Goggins, G., Doherty, E., Romero, N., Roudil, N., Di Trani, A., Singh, A., Smit, S., McLoughlin, E., Lima, R. de C. R., Günbay, S. M., Delmonte, B. A., Hill, A., Domegan, C., & Clifford, E. (2023). A systemic framework of energy efficiency in schools: Experiences from six European countries. *Energy Efficiency*, 16(4), Article 21. <https://doi.org/10.1007/s12053-023-10099-4>, [in English].
- Cedefop. (2023). *The future of vocational education and training in Europe: Synthesis report* (Cedefop reference series No. 125). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2801/08824>, [in English].
- CORDIS. (2018, July 5). Developing energy-efficient competencies of tomorrow's building professionals. *European Commission*. <https://cordis.europa.eu/article/id/227568-developing-energyefficient-competencies-in-tomorrows-building-manager>, [in English].
- Elgawely, M. H., Nadim, W., ElKassed, A., Yehiah, M., Talaat, M. A., & Abdennadher, S. (2021). Immersive construction detailing education: Building information modeling (BIM)-based virtual reality (VR). *Open House International*, 46(3), 359–375. <https://doi.org/10.1108/OHI-02-2021-0032>, [in English].

Ertelt, B.-J., Frey, A., Hochmuth, M., Ruppert, J.-J., & Seyffer, S. (2021). Apprenticeships as a unique shaping field for the development of an individual future-oriented “vocationality”. *Sustainability*, 13(4), Article 2279. <https://doi.org/10.3390/su13042279>, [in English].

Esangbedo, C. O., Zhang, J., Esangbedo, M. O., Kone, S. D., & Xu, L. (2024). The role of industry-academia collaboration in enhancing educational opportunities and outcomes under the digital driven Industry 4.0. *Journal of Infrastructure, Policy and Development*, 8(1), Article 2569. <https://doi.org/10.24294/jipd.v8i1.2569>, [in English].

European Commission. (2019). *The European Green Deal*. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en, [in English].

European Commission. (2020). *Renovation Wave: A new EU strategy to improve the energy performance of buildings*. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_20_1835, [in English].

European Commission. (2024). *Energy Performance of Buildings Directive*. https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-performance-buildings/energy-performance-buildings-directive_en, [in English].

Janssen, B. N. (2019). *VET4LEC: Inclusive vocational education and training for low energy construction*. <https://beryljanssen.com/project/vet4lec/>, [in English].

Khan, S., Panuwatwanich, K., & Usanavasin, S. (2024). Integrating building information modeling with augmented reality: Application and empirical assessment in building facility management. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 31(7), 2809–2828. <https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2021-1146>, [in English].

Kozlovska, M., Petkanic, S., Vranay, F., & Vranay, D. (2023). Enhancing energy efficiency and building performance through BEMS-BIM integration. *Energies*, 16(17), Article 6327. <https://doi.org/10.3390/en16176327>, [in English].

Pilz, M., & Wiemann, K. (2021). Does dual training make the world go round? Training models in German companies in China, India and Mexico. *Vocations and Learning*, 14, 95–114. <https://doi.org/10.1007/s12186-020-09255-z>, [in English].

Schwede, J., Heisler, D., & Harteis, C. (2025). Integrating practice-based learning into formal education: Stakeholder perspectives on the challenges of learning location cooperation (LLC) in Germany’s dual VET system. *Social Sciences*, 14(3), Article 117. <https://doi.org/10.3390/socsci14030117>, [in English].

DOI: <https://doi.org/10.32835/2707-3092.2025.31.135-142>

USING ENERGY-EFFICIENCY PEDAGOGICAL TECHNOLOGIES IN PROFESSIONAL TRAINING OF FUTURE CONSTRUCTION WORKERS: EU EXPERIENCE

Iryna Drozich

Candidate of Pedagogical Sciences, research fellow Department of content and technologies of vocational education of the Institute of Vocational Education and Training of NAES of Ukraine, <http://orcid.org/0000-0002-8881-9314>, e-mail: irina.drozich@ukr.net

Abstract

Relevance. The construction sector is central to Europe’s climate and energy targets, while skilled workers are essential for delivering energy-efficient buildings. In Ukraine, integrating energy-efficiency pedagogical technologies (EEPT) into vocational education and training (VET) is urgent to support post-war reconstruction, align with EU standards, and strengthen national energy security.

Aim: To examine the use of EEPT in professional training of construction workers in the EU and explore how these approaches can be adapted and implemented in Ukraine’s vocational education system.

Methods: A three-step comparative-adaptive approach was applied, including competence mapping of EU and Ukrainian VET standards, a review of EU teaching methods suitable for Ukrainian vocational schools, and analysis of implementation pathways through pilot projects, partnerships, and curriculum updates.

Results: Competence mapping revealed that EU energy-efficiency standards cover skills in building physics, envelope performance, energy-efficient system installation, diagnostics, and site organisation. Ukrainian VET currently provides limited practical experience in these areas. EU projects, such as MEnS and VET4LEC, demonstrate that combining classroom instruction with hands-on practice and digital tools (BIM, VR, AR) enhances learner competence and engagement. Phased implementation in Ukraine, including teacher training, pilot projects, and curriculum modernisation, is feasible and can progressively align VET outcomes with European standards.

Conclusions: Adopting EU-based EEPT offers a pathway for modernising Ukrainian vocational education, fostering a workforce capable of delivering energy-efficient construction projects, supporting sustainable reconstruction, and promoting alignment with European best practices. Future research should assess the effectiveness of EEPT in Ukrainian schools to inform scalable implementation.

Keywords: *energy efficiency, vocational education and training, construction workers, energy-efficiency pedagogical technologies, Ukraine, European Union, curriculum modernisation.*

Стаття надійшла до редакції: 16 Липня 2025

Прийнято до друку: 16 Жовтня 2025