



Виконавець:

**giz** Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



МІНІСТЕРСТВО РОЗВИТКУ ЕКОНОМІКИ, ТОРГІВЛІ  
ТА СІЛЬСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА УКРАЇНИ



ДЕРЖЕНЕРГОЕФЕКТИВНОСТІ

ВСЕУКРАЇНЬКА СПІЛКА  
ВИРОБНИКІВ БУДМАТЕРІАЛІВ



# Скільки енергії необхідно для виробництва однієї тонни будівельних матеріалів?

**Висновки за результатами**

**7 енергоаудитів,**

проведених на українських підприємствах

галузі неметалевих будівельних матеріалів

**Видавець:**

Проект «Консультування підприємств щодо енергоефективності»  
Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

**За дорученням:**

Федерального міністерства економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ)

**Місце знаходження видавця:**

вул. Антоновича 16-Б 01004, Київ, Україна  
Т: +38 044 594 07 60  
<https://www.giz.de/ukraine-ua>

**Загальне управління проєктом:** Рікардо Кюльхайм

**Ідея та текст:** Штефан Ландауер

**Обробка та аналіз даних:** Павло Пертко - ТОВ «ЕНЕРГОМЕНЕДЖМЕНТ ПРО»

**За участі:** Аліна Рекрутяк, Ганна Боднар, Світлана Чеботарьова, Анатолій Чернявський

**Дизайн:** Катерина Яшина

**Фото:** <https://www.shutterstock.com/>

GIZ несе відповідальність за зміст цієї публікації.

© GIZ 2020

# Зміст

- 04** Про що ця брошура?
- 05** Діяльність GIZ в Україні
- 06** Про проект «Консультування підприємств щодо енергоефективності»
- 09** Економічні умови та їх вплив на енергоефективність
- 10** Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?
- 12** Використання енергії у галузі неметалевих будівельних матеріалів
- 14** Які виробничі процеси споживають найбільше енергії?
- 15** Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства галузі?
- 16** Що таке заходи з енергоефективності та де прихований найбільший потенціал енергозбереження?
- 22** Типові заходи з енергоефективності
- 26** Яким є співвідношення між скороченням викидів CO<sub>2</sub>екв та інвестиціями при впровадженні заходів з енергоефективності?
- 27** Потенціал енергозбереження
- 28** Скільки енергії необхідно для виробництва тонни неметалевих будівельних матеріалів?
- 30** Висновки

## ■ Про що ця брошура?

Галузь виробництва неметалевих будівельних матеріалів є суттєвою складовою економіки будь-якої країни. Вона є матеріальною базою для будівельного комплексу країни та істотно впливає на темпи зростання інших галузей економіки. Ця галузь охоплює виробництво цементу, цегли та інших стінових матеріалів, керамічної плитки, брущатки, бетону та бетонних конструкцій, теплоізоляційних і покрівельних матеріалів тощо. Виробництво не є надто капіталомістким і добре забезпечено основною сировиною.

Цей короткий аналітичний звіт ілюструє структуру енергоспоживання, обсяг та вартість енергії, що споживається на виробництво продукції, потенціал заощадження енергії та конкретні заходи з енергоефективності, а також наводить дані щодо обсягів викидів

парникових газів українськими підприємствами-виробниками неметалевих будівельних матеріалів. Він базується на результатах енергоаудитів, проведених за підтримки Німецького товариства міжнародного співробітництва (GIZ) ГмбХ, а також демонструє потенційні довгострокові результати проєктів у сфері енергоефективності та боротьби зі змінами клімату, виконуваних GIZ в Україні. Тому цей аналітичний звіт буде цікавий директорам і власникам компаній, а також інвесторам в українську галузь неметалевих будівельних матеріалів.

Оскільки цей звіт розрахований на всіх зацікавлених, а не лише експертів з енергоефективності, використання технічної термінології в ньому зведено до мінімуму, а пояснення складних технічних аспектів – спрощене.





## Діяльність GIZ в Україні

Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ) GmbH є німецьким агентством з розвитку. GIZ працює у 120 країнах, надаючи послуги міжнародного співробітництва задля сталого розвитку, займаючись освітньою діяльністю та сприяючи більш сталому майбутньому. GIZ має більше 50 років досвіду діяльності за широким спектром тем, у т. ч., економічного розвитку й працевлаштування, енергетики та довкілля, забезпечення миру та безпеки. Агентство співпрацює з урядом Німеччини, установами Європейського Союзу, ООН, приватним сектором та урядами багатьох країн. Окрім того, GIZ працює спільно з компаніями, представниками громадянського суспільства й науково-дослідними установами у рамках взаємодії між політикою розвитку та іншими напрямками

діяльності. Основним замовником для GIZ є Федеральне міністерство економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ).

GIZ підтримує Україну за дорученням Федерального уряду Німеччини на шляху демократичних перетворень з 1993 року. З 2009 року GIZ має бюро в Києві. На сьогодні в головному офісі та проектах агентства працює 352 національних і 52 іноземних працівників, а також 6 фахівців з розвитку. Нині пріоритетними напрямками німецько-української співпраці є ефективне державне врядування, енергоефективність та сталий економічний розвиток.



## Про Проєкт «Консультавання підприємств щодо енергоефективності»

Економіка є головним рушієм для промисловості; відповідно, найбільшим стимулом до підвищення енергоефективності є зменшення загальних експлуатаційних витрат. На щастя, є чимало можливостей, за допомогою яких малі та середні підприємства можуть підвищити свою ефективність. За результатами досліджень рентабельні заходи з енергоефективності здатні скоротити енергоспоживання української промисловості аж на 35%.

Федеральне міністерство економічного співробітництва та розвитку Німеччини (BMZ) надає підтримку Міністерству розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України у впровадженні ініціатив,

спрямованих на підвищення енергоефективності у рамках проєкту «Консультавання підприємств щодо енергоефективності», який виконується GIZ з 2017 року на замовлення німецького уряду.

Проєкт надає українським промисловим підприємствам технічну підтримку у проведенні енергоаудитів та розробці пілотних проєктів з урахуванням індивідуальних потреб підприємств. Результати енергоаудитів дозволяють українським компаніям впроваджувати технічно та економічно доцільні заходи з енергоефективності.

Починаючи з жовтня 2018 року команда у складі національних та міжнародних сертифікованих енерго-

аудиторів провела оцінку рівня енергоефективності 65 підприємств згідно зі стандартом ISO 50002, тип 2. Цей етап аудиту був завершений у липні 2019 року; він стосувався підприємств хлібопекарської, молочної, машинобудівної галузей та підприємств з виробництва неметалевих будівельних матеріалів. За його результатами було відібрано 20 компаній для проведення аудиту інвестиційного рівня згідно з ISO 50002 тип 3, що було завершено у березні 2020 року.

**65 підприємств**  
брали участь в аудиті  
відповідно до  
стандарту ISO 50002

Цей аналітичний звіт створений за результатами оцінки енергоефективності 7 підприємств галузі неметалевих будівельних матеріалів та їхнього профілю енергоспоживання задля визначення найбільш доцільних заходів з енергоефективності. Наведені тут типові, визначені у першому наближенні профілі споживання енергоресурсів, сприяють кращому розумінню рівня енергоефективності промислових галузей України. Це, у свою чергу, дозволяє спростити співставність даних за галузями. Цей звіт може заохотити відповідальних за прийняття рішень до впровадження заходів з енергоефективності.







## Що таке аудит інвестиційного рівня?

Аудит інвестиційного рівня є найбільш детальним видом енергетичного аудиту. Він аналізує фінансові аспекти заощадження енергоресурсів та доцільність інвестування у потенційні зміни чи

заходи з енергоефективності. Замовник зазвичай використовує аудит інвестиційного рівня як інструмент фінансового аналізу під час планування заходів з модернізації виробництва.

## Що таке «енергоаудит згідно з ISO 50002»?

Власники або керівники промислових підприємств не завжди знають про можливості, що надають заходи з енергоефективності. Проведення енергоаудиту є першим кроком до визначення можливих обсягів заощадження енергоресурсів за рахунок розроблених заходів з енергоефективності (ЗЕЕ) та їх пріоритизації.

Міжнародний стандарт ISO 50002 визначає вимоги до проведення трьох типів енергоаудиту. Його застосовують для підприємств та організацій будь-якого типу, незалежно від виду енергоносіїв та напрямків їх використання. Стандарт також визначає принципи проведення енергоаудитів, вимоги до стандартизованих процесів їх проведення, а також види та форми оформлення відповідних результатів.

# Економічні умови та їх вплив на енергоефективність

Обсяги виробництва та реалізації продукції галузі суттєво залежать від будівництва та реконструкції житла. Зважаючи на стагнацію ринку будівництва протягом 2018-2019 років, дані «Всеукраїнської спілки виробників будматеріалів» свідчать про те, що порівнянно з 2017 роком у виробництві будматеріалів спостерігається певний спад. Відтак, виробництво керамічної цегли зменшилось на 11 % у 2018 році, бетону, цементу й виробів з них – на 7%, проте виробництво сухих сумішей зросло на 13 % у 2018 році та продовжує зростати. Вагомим рушієм для розвитку галузі є «зелене» будівництво та реалізація державних програм стимулювання енергоефективності громадських та житлових будівель («Теплі кредити», «Енергодім» Фонду енергоефективності тощо), що потребують виробництва енергоефективних будматеріалів.



За даними Державної служби статистики України в галузі працює близько 9 000 підприємств. Більшість із них має фізично та морально зношене технологічне обладнання, що призводить до високого рівня енергоємності виробництва. Великим підприємствам складно підтримувати належний рівень своїх виробничих потужностей, а також відшкодувати постійні витрати на електроенергію та опалення адміністративних і складських приміщень, навіть у відсутність попиту на продукцію. Для підвищення конкурентоздатності підприємств необхідне впровадження інноваційних технологій та заходів з енергоефективності. У наступних розділах брошури представлені конкретні заходи, спрямовані на зниження енергоємності виробництва та, відповідно, собівартості продукції.

## Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?

У 2018 році було проаналізовано 7 підприємств, річне споживання енергії якими становило від 2 до 65,1 ГВт-год. Разюча відмінність між мінімальним та максимальним обсягами споживання пояснюється проведенням енергетичних аудитів як на великих, так і на малих підприємств галузі неметалевих будівельних матеріалів.

Більшість проаналізованих підприємств споживає від 50,1 до 65,1 ГВт-год/рік. Okремо слід виділити малих споживачів – два підприємства, що споживають 2 та 10 ГВт-год/рік відповідно. Середнє споживання розраховувалось без урахування цих підприємств і становить 56,5 ГВт-год на рік (рис. 1).



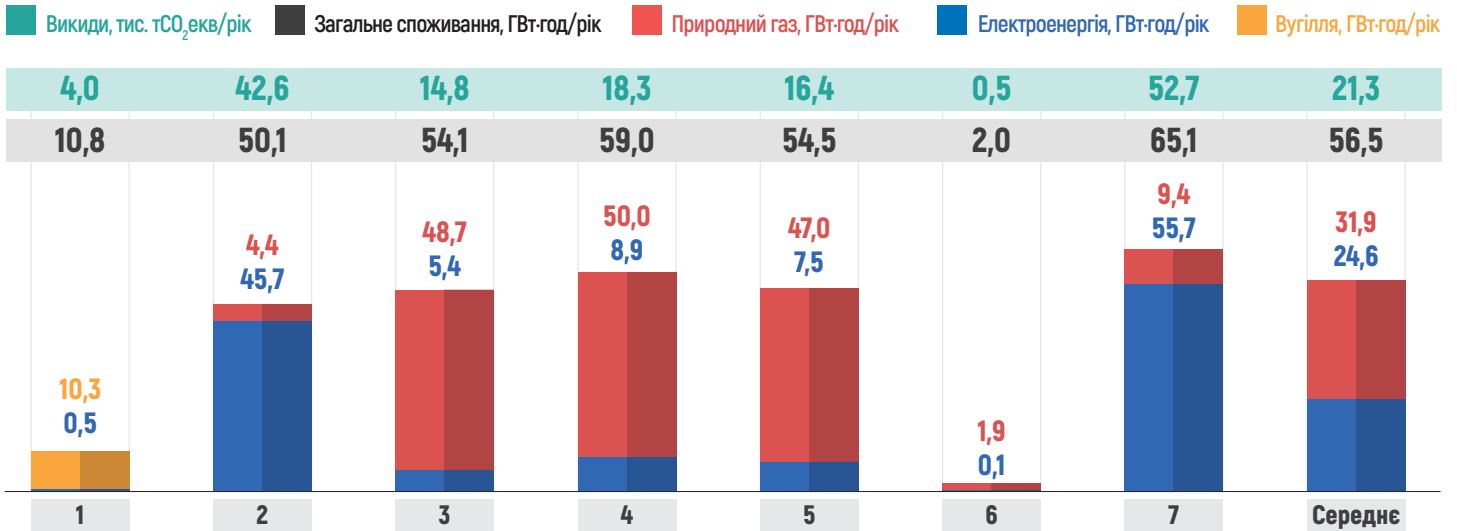
Двоокис вуглецю ( $\text{CO}_2$ ) – безбарвний газ, який утворюється під час горіння будь-якого матеріалу, який містить вуглець. Є парниковим газом. Еквівалент двоокису вуглецю ( $\text{CO}_2\text{екв}$ ) – спосіб співставлення викидів різноманітних парникових газів на основі оцінки їхньої здатності викликати глобальне потепління. Наприклад, для метану показник здатності викликати глобальне потепління впродовж 100 років складає 21. Це означає, що викид однієї метричної тонни метану дорівнює викиду 21 метричної тонни двоокису вуглецю.



## Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?



На рис. 1 кожний стовпчик позначає споживання енергоресурсів окремим підприємством галузі. На ньому проілюстровано річне споживання енергії у ГВт-год (чорний колір) та викиди CO<sub>2</sub>екв у тис. тонн (зелений колір) у 2018 році. Річне споживання енергії деталізовано як споживання електроенергії (синій колір), природного газу (червоний колір) та вугілля (жовтий колір) у ГВт-год.



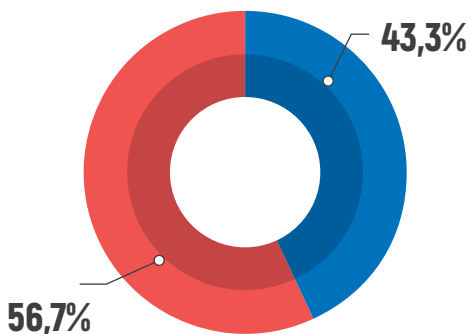
**Рисунок 1.** Споживання електроенергії, природного газу та вугілля у (ГВт-год) та обсяги викидів (тис. тCO<sub>2</sub>екв) підприємствами у 2018 році

Гігават-година (скорочено: ГВт-год) – одиниця споживання енергії, яка дорівнює 1 мільярду (1 000 000 000) ват або 1 мільйону кіловат за годину.

## Використання енергії у галузі неметалевих будівельних матеріалів

На секторній діаграмі (рис. 2) показано співвідношення основних енергоресурсів – електроенергії та природного газу. Вугілля на цій діаграмі не представлено, оскільки воно використовувалось лише одним підприємством як альтернатива природному газу в 2018 році.

- Споживання електроенергії
- Споживання природного газу



**Рисунок 2.** Співвідношення обсягів споживання електроенергії та природного газу в балансі енергоспоживання, 2018 рік

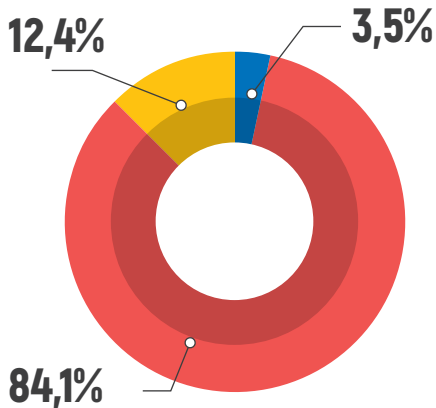


На рис. 2 видно, що галузь виробництва неметалевих будівельних матеріалів більше залежить від постачання природного газу (56,7%), ніж від постачання електроенергії (43,3%). Це пов'язано зі широким застосуванням природного газу у виробничих процесах, зокрема, під час футерування, випалу,

сушіння. Природний газ також використовується на потреби опалення приміщень, виробництва гарячої води на господарські потреби тощо. Вугілля використовується як альтернатива природному газу, тому не зображене на рисунку 2.

## Використання енергії у галузі неметалевих будівельних матеріалів

- Споживання енергії на опалення та ГВП
- Споживання енергії на виробництво
- Втрати енергії



**Рисунок 3.** Баланс споживання енергії за напрямками використання і втрат енергії (2018)

Діаграма на рис. 3 показує, скільки енергії споживає типове підприємство галузі неметалевих будівельних матеріалів на потреби виробництва, опалення та гарячого водопостачання.

Як видно, на виробничі процеси припадає 84,1 % спожитої енергії, ще близько 3,5 % використовують системи опалення та підігріву води, а решта 12,4 % – втрати.



Втрати енергії відбуваються у всій системі її постачання та розподілу: у системах генерації електроенергії, виробництва пари, за межами енергогосподарських блоків та в межах виробничих площ через неефективність обладнання, а також механічні та теплоізоляційні обмеження. Енергія втрачається у системах розподілу та передачі енергії у межах підприємства. Втрати також відбуваються у системах перетворення енергії (наприклад, у теплообмінниках, нагрівальному обладнанні, насосах і двигунах), ефективність яких має теплоізоляційні або механічні обмеження, пов'язані з конструкційними матеріалами та конструкцією устаткування. Основна ж частка втрат відбувається у системі генерації та розподілу теплової енергії.

## Які виробничі процеси споживають найбільше енергії?

Як видно на рис. 4, при виготовленні неметалевих будівельних матеріалів значна частка електроенергії споживається у процесах підготовки сумішей – 43,6 %, крани використовують 15,4%, пічне та сушильне обладнання – 13,9 %, інші споживачі – 27,1%. У числовому форматі також вказані максимальні та мінімальні значення споживання електроенергії. Необхідно зазначити, що до інших споживачів віднесено частину технологічного обладнання, яку не вдалося виокремити через відсутність систем технічного обліку. Сюди ж віднесені й втрати електроенергії.

На рис. 5 показані основні групи споживачів природного газу, який переважно використовується технологічним обладнанням (печі, сушильні камери, тощо), а також на процеси опалення та гарячого водопостачання. До інших споживачів

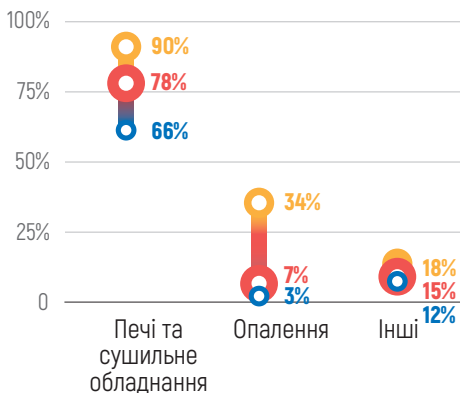
віднесено ті категорії, які не вдалося виокремити, та втрати. У середньому споживання печей та сушил становить 78%, на опалення та гаряче водопостачання припадає 7%, на інших споживачів

■ **Загальне споживання електроенергії /природного газу та/або вугілля (в середньому)** ■ **Мінімальне значення** ■ **Максимальне значення**



**Рисунок 4.** Які процеси споживають електроенергію?

(включно з втратами) – 15%. Печі і сушила зазначені на обох діаграмах, оскільки деякі з них використовують електричну енергію, інші – природний газ.



**Рисунок 5.** Які процеси споживають природний газ або вугілля?

## Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства галузі?

Витрати на придбання енергії залежать від обсягів енергоспоживання, існуючого рівня цін на енергоносії та сезонних коливань і містять постійні витрати на забезпечення енергопостачання. Середні закупівельні ціни на електроенергію та природний газ на 1 спожиту МВт-год енергії у 2016-2019 роках наведені у табл. 1.

Якщо середня ціна за 1 МВт-год електроенергії стабільно зростала з 2100

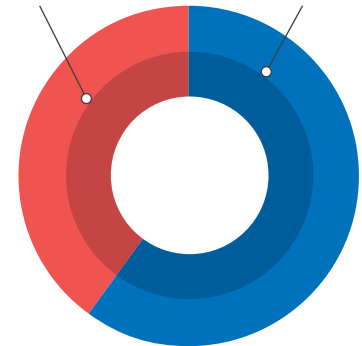
грн у 2016 році до 2460 грн у 2019 році, то ціна на природний газ впала з 1220 грн у 2018 році до 690 грн у 2019-му.

На рис. 6 представлені витрати (у грошовому еквіваленті та у відсотках) на природний газ та електроенергію типового підприємства у 2018 році. За електроенергію було сплачено 28,5 млн грн (60,2% енерговитрат), 18,9 млн грн (39,8%) – за природний газ.

■ Витрати на електроенергію, %/млн грн  
■ Витрати на природний газ, %/млн грн

**39,8%**  
(8,9 млн грн)

**60,2%**  
(28,5 млн грн)



**Рисунок 6.** Вартість закупівлі електроенергії та природного газу типовим підприємством галузі неметалевих будівельних матеріалів у 2018 році

**Таблиця 1.** Вартість енергії у 2016-2019 роках, у грн/МВт-год<sup>1</sup>




\* Ціну на природний газ було зменшено постановою Кабінету Міністрів України № 293<sup>1</sup>

1. <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/485-2019-%D0%BF>.

Рік	Електроенергія	Природний газ	Вугілля
2016	<b>2100</b>	<b>690</b>	<b>750</b>
2017	<b>2180</b>	<b>1030</b>	<b>800</b>
2018	<b>2460</b>	<b>1220</b>	<b>896</b>
2019	<b>2460</b>	<b>690*</b>	<b>893</b>

# Що таке заходи з енергоефективності та де прихований найбільший потенціал енергозбереження?

Аби організувати потенційні ЗЕЕ в їхній різноманітності, ми згрупували їх за наступними групами споживачів:

- 1  Вироблення та розподіл електроенергії
- 2  Вироблення та постачання тепла
- 3  Вироблення стисненого повітря
- 4  Електричні двигуни

- 5  Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря
- 6  Освітлення
- 7  Виробничі процеси

Заходи з енергоефективності (ЗЕЕ) – дії або заходи, реалізовані чи заплановані в межах підприємства, спрямовані на поліпшення ефективності використання енергії завдяки реалізації технологічних, управлінських, поведінкових або інших економічно доцільних змін, що призводять до підвищення рівня енергоефективності.

Енергетична результативність – вимірні результати, пов'язані з енергетичною ефективністю, використанням енергії та кількістю використаних (спожитих) енергетичних ресурсів.



# Який річний потенціал енергозбереження?

На наступному рисунку показаний річний потенціал енергозбереження у МВт-год за різними групами споживачів відповідно до результатів енергоаудитів на 7 підприємствах галузі неметалевих будівельних матеріалів.

До найбільш перспективних груп споживачів з точки зору потенціалу енергозбе-

реження належать вироблення та постачання тепла (663 МВт-год/рік), вироблення та розподіл електроенергії (452), вироблення стисненого повітря (315), виробничі процеси (312), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (294), електричні двигуни (207). Останнє місце належить освітленню (11).



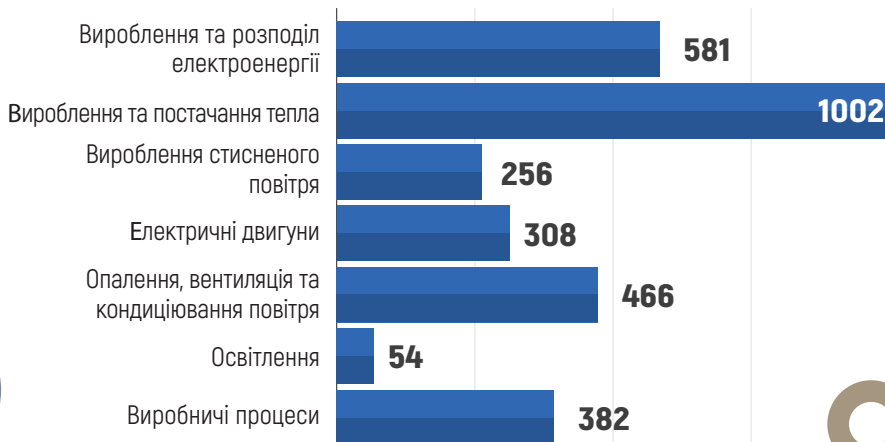
**Рисунок 7.** Річний потенціал енергозбереження за різними групами споживачів



## Які сфери у галузі неметалевих будівельних матеріалів можуть забезпечити заощадження коштів?

На наступному рисунку зображені потенційні річні обсяги заощаджень коштів, яких можна досягти завдяки реалізації ЗЕЕ. Оскільки енерговитрати на пряму пов'язані з обсягами споживання енергії, рейтинг очолює вироблення та постачання тепла (1002 тис. грн/рік), далі – виро-

блення та розподіл електроенергії (581), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (466), виробничі процеси (382), електричні двигуни (308), вироблення стисненого повітря (256), на останньому місці – освітлення (54).



**Рисунок 8.** Потенціал економії коштів на енергію у галузі неметалевих будівельних матеріалів за різними групами споживачів

## Які інвестиційні можливості відкриває впровадження пропонованих заходів з енергоефективності?



**Рисунок 9.** Інвестиції на впровадження запропонованих заходів з енергоефективності



На рис. 9 представлено потенційні можливості інвестування у ЗЕЕ по кожній групі споживачів відповідно до результатів енергоаудиту.

Найбільших інвестицій потребує вироблення та постачання тепла – в середньому 1195 тис. грн. Далі за обсягом інвестицій групи заходів розподіляються наступним чином: опалення, вентиляція, кондиціонування повітря (420), вироблення та розподіл електроенергії (375), електричні двигуни (364), виробничі процеси (316), вироблення стисненого повітря (103) та освітлення (24).

## Як ваше підприємство може долучитися до боротьби зі змінами клімату?

Впровадження ЗЕЕ підвищить вашу конкурентоздатність, оскільки зменшить операційні видатки. Одночасно це дозволить реагувати на іншу, більш глобальну та нагальну проблему – зміну клімату.

Підвищення середньої глобальної температури пов'язують зі збільшенням викидів парникових газів. Існує зв'язок між глобальними температурами, концентрацією парникових газів (особливо CO<sub>2</sub>) та їхніми викидами через використання промисловою викопних видів пального.

1. Global Warming of 1.5 °C, IPCC, March 2020,

<https://www.ipcc.ch/sr15/>

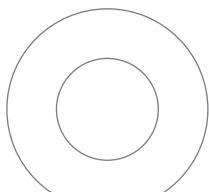
2. Effects of global warming on humans, Wikipedia, March 2020,

[https://en.wikipedia.org/wiki/Effects\\_of\\_global\\_warming\\_on\\_humans](https://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_global_warming_on_humans)

Антропогенне підвищення температури майже сягнуло 1°C (у діапазоні від 0,8°C та 1,2°C) вище передіндустріального рівня, збільшуючись на 0,2°C (у діапазоні від 0,1°C до 0,3°C) щодесять років.<sup>1</sup>



Глобальне потепління спричинило незворотні зміни у геологічних, біологічних та екологічних системах Землі. Ці зміни призвели до появи масштабних екологічних загроз здоров'ю людини, таких як екстремальні погодні умови, виснаження озонового шару, підвищення небезпеки лісових пожеж, втрата біорозмаїття, надмірне навантаження на системи виробництва продовольства та глобальне поширення інфекцій. Крім цього, за оцінками експертів, зміни клімату щорічно спричиняють більше 150 000 смертей.<sup>2</sup>

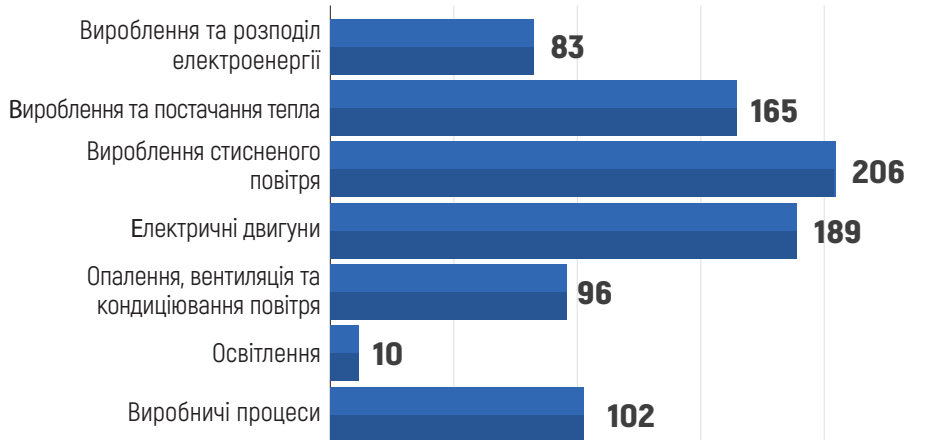


## Як ваше підприємство може долучитися до боротьби зі змінами клімату?

На рис. 10 показаний потенціал скорочення викидів у тоннах еквіваленту двоокису вуглецю (тCO<sub>2</sub>екв) за умови впровадження пропонованих заходів з енергоефективності на типовому підприємстві галузі

неметалевих будівельних матеріалів. Найбільш значний потенціал скорочення викидів тCO<sub>2</sub>екв мають ЗЕЕ, запроваджені в системі стисненого повітря (206 тCO<sub>2</sub>екв/рік), електричних двигунах (189),

виробленні та постачанні тепла (165), виробничих процесах (102), опаленні, вентиляції та кондиціонуванні повітря (96), виробництві та розподілі електроенергії (83), а також освітленні (10).



**Рисунок 10.** Скорочення викидів у тоннах екв. вуглекислого газу на рік (тCO<sub>2</sub>екв/рік) за умови впровадження заходів з енергоефективності, рекомендованих у звітах з енергоаудиту





## Типові заходи з енергоефективності

Кожне підприємство галузі неметалевих будівельних матеріалів є унікальним і потребує індивідуальних підходів до підвищення його енергоефективності. Разом з тим, аналіз 7 підприємств галузі показав наявність чітких загальних рис щодо перспективних удосконалень. Найбільш актуальні заходи з енергоефективності з точки зору інвестиційних можливостей, обсягів заощадження енергії та коштів, періодів окупності та скорочення викидів у тоннах двоокису вуглецю ( $\text{тCO}_2\text{екв}$ ) зазначені у табл. 2



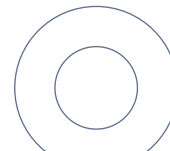


## Типові ЗЕЕ у галузі неметалевих будівельних матеріалів

	Інвестиції, тис. грн	Економія коштів, тис. грн	Заощадження енергії, МВт·год	Простий період окупності, роки	Скорочення викидів, тCO <sub>2</sub> екв*
Ізоляція трубопроводів у котельні	1,6	1,9	5,5	0,9	1,1
Децентралізація систем стисненого повітря	89	38	66	1,0	60
Утилізація теплової енергії від компресорів	143	46	443	2,7	120
Термореновація будівель	277	107	69	3,6	14
Модернізація системи освітлення	24	27	11	1,3	10
Оптимізація рециркуляції повітря в тунельних сушарках	1550	1387	477	1,0	126
Теплоізоляція технологічного обладнання	265	306	333	1,3	75

Таблиця 2.

\* Коефіцієнт викидів від 1 МВт·год електроенергії - 0,912 тCO<sub>2</sub>екв; від 1 МВт·год природного газу - 0,202 тCO<sub>2</sub>екв; від 1 МВт·год вугілля - 0,354 тCO<sub>2</sub>екв.  
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC90405/part%20ii%20ru%20new%20pubsy%20.pdf>





З таблиці 3 видно, що значна частка запропонованих ЗЕЕ має період окупності до 2 років.

**82,6%**

енергозаощаджень можна отримати, запровадивши ЗЕЕ з простим періодом окупності, меншим за 2 роки.

Простий період окупності	Кількість типових ЗЕЕ	Заощадження енергії, МВт·год/рік	Частка заощадження енергії від загальної економії	Скорочення викидів, тCO <sub>2</sub> екв
< 2 років	4-5	1705	82,6%	623
Від 2 до 5 років	1	143	6,9%	30
> 5 років	0-1	217	10,5%	46

**Таблиця 3.** Заходи з енергоефективності, запропоновані в результаті проведених енергоаудитів і розподілені за періодом окупності

	Кількість типових ЗЕЕ	Заощадження енергії, МВт-год/рік	Частка заощадження енергії	Скорочення викидів, тCO <sub>2</sub> екв
--	-----------------------	----------------------------------	----------------------------	--

### ЗЕЕ з обсягом інвестицій < 60 000 грн

ЗЕЕ	3-4	367,3	17,8%	240,2
Електроенергія	0-1	69,4	3,4%	77,7
Природний газ (вугілля)	2-3	298,0	14,4%	162,5

### ЗЕЕ з обсягом інвестицій від 60 000 до 300 000 грн

ЗЕЕ	1-2	151,8	7,3%	135,4
Електроенергія	0-1	102,9	5,0%	93,8
Природний газ (вугілля)	0-1	48,9	2,4%	41,5

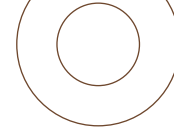
### ЗЕЕ з обсягом інвестицій > 300 000 грн

ЗЕЕ	2-3	1546,4	74,9%	324,1
Електроенергія	0-1	3,0	0,2%	2,7
Природний газ (вугілля)	1-2	1543,4	74,7%	321,4

В умовах типового виробництва неметалевих будівельних матеріалів впровадження від трьох до чотирьох заходів з енергоефективності обсягом інвестицій у кожен меншим за 60 000 грн, призвело б до економії 17,8 % від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від одного до двох заходів з вартістю інвестицій у кожен від 60 000 до 300 000 грн дадуть можливість заощадити 7,3%, а впровадження від двох до трьох ЗЕЕ з вартістю інвестицій понад 300 000 грн у кожен можна очікувати 74,9% від загального потенціалу енергозбереження.

**Таблиця 4.** Заходи з енергоефективності, запропоновані в результаті проведених енергоаудитів та згруповані за обсягом інвестицій





## Яким є співвідношення між скороченням викидів CO<sub>2</sub>екв та інвестиціями при впровадженні ЗЕЕ?

Чи, інакше кажучи, які заходи мають найбільшу результативність, призводять до найбільшого зменшення викидів парникових газів відносно розміру конкретної інвестиції?

Найбільш перспективним за обсягом скорочення викидів заходом є утилізація теплової енергії від компресорів (840 г CO<sub>2</sub>екв/рік на 1 грн інвестицій), інші можливі заходи – ізоляція трубопроводів у котельні (677), децентралізація системи постачання стисненого повітря та модернізація системи освітлення (кожен по 439), ізоляція технологічного обладнання (282), оптимізація рециркуляції повітря в тунельних сушिलाх (81) та термореновація будівель (51).

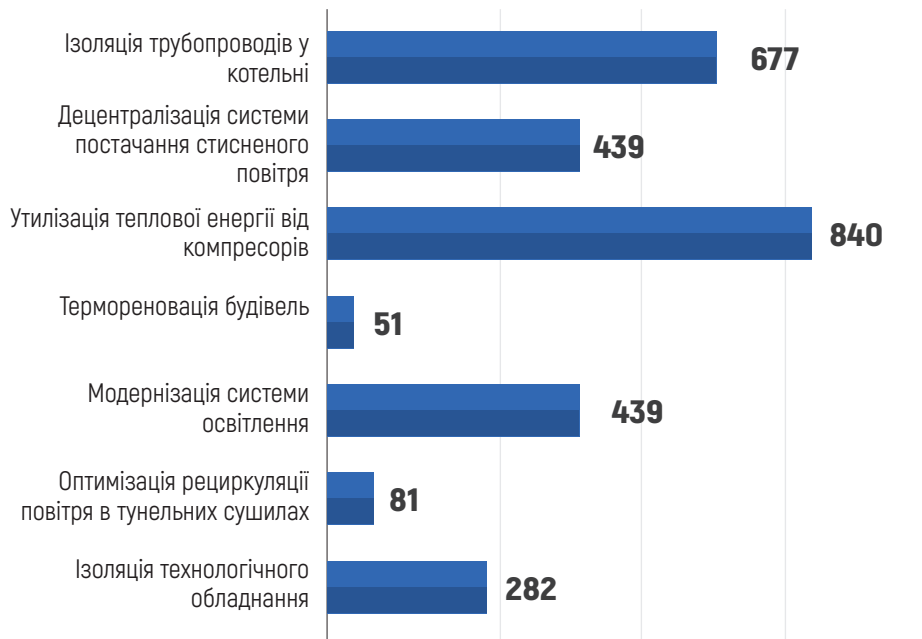
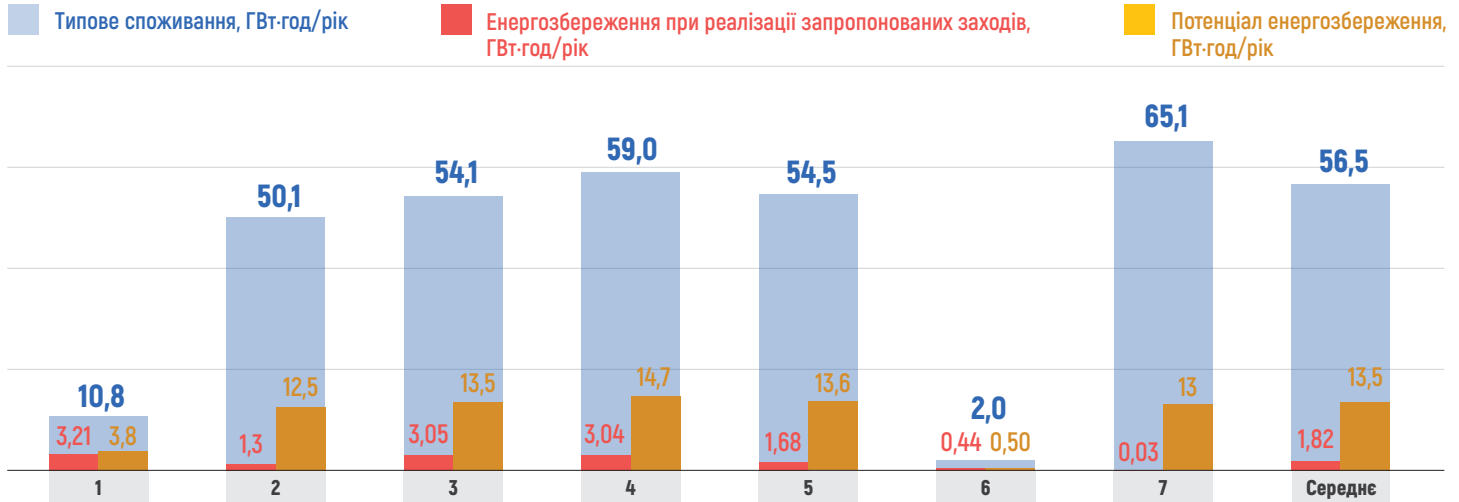


Рисунок 11. Скорочення викидів у грамах екв. двоокису вуглецю на рік (г CO<sub>2</sub>екв/рік) при інвестуванні 1 грн



# Потенціал енергозбереження

**Рисунок 12.** Типові рівні споживання, загальний потенціал енергозбереження та потенціал енергозбереження від впровадження запропонованих заходів



На рисунку вище показано співвідношення між енергоспоживанням та потенційним енергозбереженням у випадку впровадження пропонуванних заходів з енергоефективності. Підприємства галузі неметалевих будівельних матеріалів споживають від 2 до 65,1 ГВт-год/рік.

Усереднене споживання енергії становить 56,5 ГВт-год/рік. При визначенні середнього показника дані підприємств зі споживанням меншим, ніж 50,1 ГВт-год/рік не враховувались. Жовтим кольором позначений загальний потенціал заощадження, який у середньому становить 13,5

ГВт-год/рік, червоним кольором – обсяги енергозаощадження, яких можна досягнути за результатами впровадження заходів, запропонованих у звітах енергетичного аудиту (у середньому 1,82 ГВт-год/рік).

## Скільки енергії необхідно для виробництва тонни неметалевих будівельних матеріалів?



Щоб відповісти на це питання, нам знадобиться скористатися терміном з ДСТУ ISO 50001:2018, а саме – показник енергоефективності (ПЕЕ).

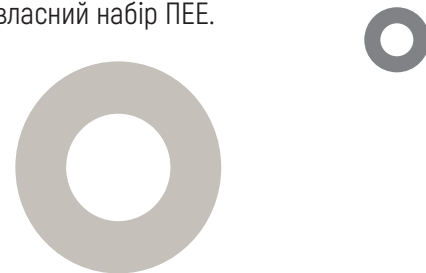
Згідно зі стандартом ISO 50001, «енергоефективність – це придатний до вимірювання результат, пов'язаний з ефективністю використання та споживання енергії». Ефективність системи споживання енергії можна виміряти за основними показниками енергоефективності.

«Показник енергоефективності – числовий показник ефективності використання енергії, визначений організацією». Важливо визначити відповідні ПЕЕ для моніторингу та вимірювання енергоефективності, оскільки вони показують, наскільки добре працює ваша система.

Прикладами ПЕЕ є споживання енергії на одиницю часу роботи обладнання; споживання енергії на одиницю виробленої продукції та більш точні математичні моделі з кількома змінними.

Наведені на рис. 13 значення варто розуміти як приблизні й такі, що не є прямо співставними через відмінності технологій та асортименту продукції, а також виробничих процесів даної галузі.

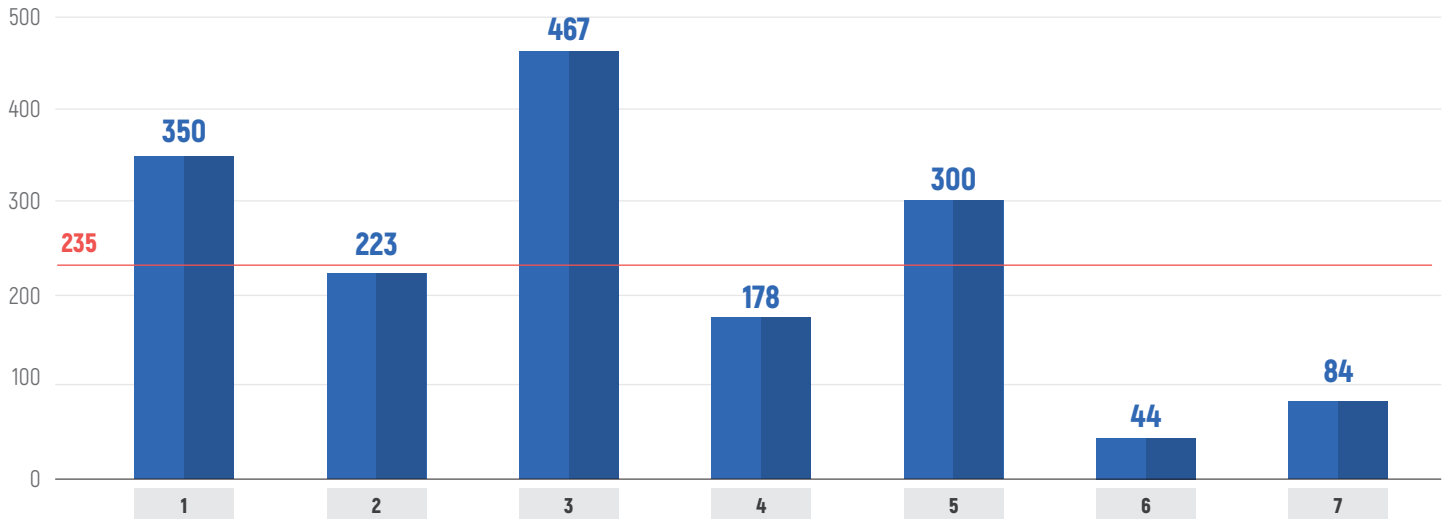
Водночас вони можуть стати стимулом для керівників підприємств розробити власний набір ПЕЕ.





## Скільки енергії необхідно для виробництва тонни неметалевих будівельних матеріалів?

На наступній діаграмі показано споживання енергії на виробництво однієї тонни неметалевих будівельних матеріалів (продукції).



У 2018 році питоме споживання енергії на 1 тону продукції у 7 проаналізованих підприємств коливалося в межах від 44 до 467 кВт·год/т з середнім значенням 235 кВт·год/т.

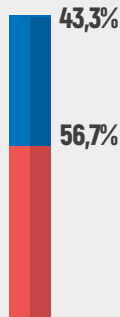
**Рисунок 13.** Споживання енергії у кВт·год на 1 тону вироблених неметалевих будівельних матеріалів (2018)



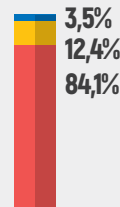
# Висновки

✓ Річне споживання енергії 7-ма проаналізованими підприємствами галузі неметалевих будівельних матеріалів коливалося від 2,0 до 65,1 ГВт-год. У 2018 році усереднений показник становив 56,5 ГВт-год.

✓ Галузь неметалевих будівельних матеріалів значною мірою залежить від природного газу: на цей енергоносієй припадає 56,7 %, а на споживання електроенергії – майже у півтора рази менше (43,3%).

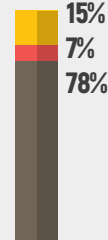


✓ На виробничі процеси припадає 84,1 % спожитої енергії. Системи опалення та гарячого водопостачання споживають близько 3,5 %, а решта 12,4% є втратами.



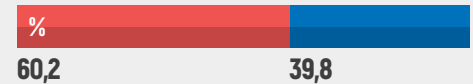
✓ Електроенергія споживається у процесах підготовки сумішей – 43,6 %, крани використовують 15,4%, пічне та сушильне обладнання – 13,9 %, інші споживачі – 27,1%. До іншого обладнання віднесено частину технологічного обладнання, яку не вдалося виокремити через відсутність систем технічного обліку. Сюди ж належать втрати електроенергії.

✓ Основними споживачами природного газу, а також вугілля є печі та сушильне обладнання (78 %), опалення та гаряче водопостачання (7%) та інші споживачі (включно з втратами) (15%).

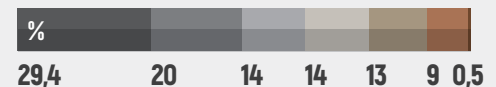


✓ Якщо середня ціна за 1 МВт-год електроенергії стабільно зростала з 2100 грн у 2016 році до 2460 грн у 2019 році, то ціна на природний газ впала з 1220 грн у 2018 році до 690 грн у 2019-му.

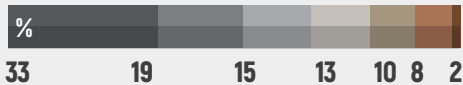
✓ Типове підприємство галузі неметалевих будівельних матеріалів у 2018 році витратило на електроенергію 28,5 млн грн (60,2%), на природний газ – 18,9 млн грн (39,8%). Витрати на вугілля не враховані, оскільки воно споживалось лише одним підприємством як альтернатива природному газу.



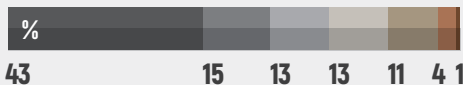
✓ До перспективних з точки зору енергозбереження груп споживачів відносяться вироблення та постачання тепла (663 МВт-год/рік), вироблення та розподіл електроенергії (452), вироблення стисненого повітря (315), виробничі процеси (312), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (294), електричні двигуни (28). Останнє місце посідає освітлення (11).



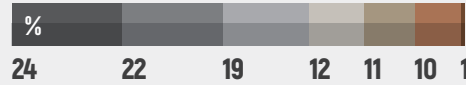
✓ **Потенційні річні обсяги заощаджень коштів завдяки ЗЕЕ, запропонованим за результатами енергоаудитів:** вироблення та постачання тепла (1002 тис. грн/рік), вироблення та розподіл електроенергії (581), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (466), виробничі процеси (382), електричні двигуни (308), вироблення стисненого повітря (256), й знову на останньому місці освітлення (54).



✓ **За загальним обсягом інвестицій ЗЕЕ розподіляються таким чином:** вироблення та постачання тепла (1195 тис. грн), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (420), вироблення та розподіл електроенергії (375), електричні двигуни (364), виробничі процеси (316), вироблення стисненого повітря (103) та освітлення (24).



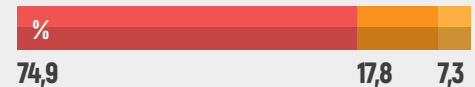
✓ **Найбільший потенціал скорочення викидів у тоннах еквіваленту двоокису вуглецю** мають ЗЕЕ, впроваджені при виробленні стисненого повітря (206 тCO<sub>2</sub>екв/рік), в електричних двигунах (189), виробленні та постачанні тепла (165), виробничих процесах (102), опаленні, вентиляції та кондиціонуванні повітря (96), виробництві та розподілі електроенергії (83) та освітленні (10).



✓ **До перспективних заходів з енергоефективності за періодом окупності належать** ізоляція трубопроводів у котельні (період окупності – 0,9 року), децентралізація систем виробництва стисненого повітря та оптимізація рециркуляції повітря в тунельних сушिलाх (1).

✓ **82,6% всіх енергозаощаджень** **82,6%** можна досягнути запровадженням заходів з енергоефективності **з періодом окупності, меншим за 2 роки.**

✓ В умовах типового виробництва неметалевих будівельних матеріалів впровадження від трьох до чотирьох заходів з енергоефективності обсягом інвестицій у кожен **меншим за 60 000 грн, призвело б до заощадження 17,8 %** від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від одного до двох заходів з вартістю інвестицій **від 60 000 до 300 000 грн у кожен дадуть можливість заощадити 7,3%,** а від двох до трьох ЗЕЕ з вартістю інвестицій **понад 300 000 грн у кожен можна очікувати 74,9%** від потенціалу енергозбереження.



✓ У 2018 році питоме споживання енергії у 7 проаналізованих підприємствах коливалося в межах **від 44 до 467 кВт-год/т з середнім значенням 235 кВт-год/т.**

# Деякі типові заходи з енергоефективності

- 1 Роз'яснювальна робота щодо періодичного вимкнення конвеєрів (оптимізація роботи конвеєрів)
- 2 Кампанії з підвищення поінформованості персоналу про переваги енергозбереження
- 3 Програми моніторингу та цільового спостереження за енергоспоживанням
- 4 Управління системами стисненого повітря
- 5 Встановлення більш ефективного компресорного обладнання з частотним регулюванням
- 6 Ідентифікація та усунення витоків стисненого повітря
- 7 Оптимізації режимів роботи основного обладнання (печей, сушил, дробарок, міксерів, кранів)
- 8 Утилізація тепла від технологічного обладнання
- 9 Поліпшення теплоізоляції основного виробничого обладнання (наприклад, печей та сушил)
- 10 Контроль за використанням освітлення у зонах непостійного перебування персоналу
- 11 Встановлення високоефективних систем освітлення: установка високочастотних люмінесцентних ламп T5 або світлодіодних ламп у виробничих приміщеннях
- 12 Зменшення доступу зовнішнього повітря у зони завантаження/розвантаження (за рахунок установки ущільнювачів і теплових завіс)
- 13 Удосконалення систем опалення приміщень
- 14 Покращення теплоізоляції теплотрас
- 15 Використання частотно-регульованих приводів (ЧРП)

