



Енергоефективність у хлібопекарській галузі: скільки енергії знадобиться, щоб спекти буханець хліба?

Висновки за результатами

13 енергоаудитів,

проведених на українських

хлібопекарських підприємствах



Видавець:

Проект «Консультавання 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 проектом: Рікардо Кюльхайм

Ідея та текст: Штефан Ландауер

За участі: Світлана Чеботарьова, Аліна Рекрут'як, Ганна Боднар, Катерина Бистрицька, Анатолій Чернявський

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

Дизайн: Катерина Яшина

Фото: the Gate agency

GIZ несе відповідальність за зміст цієї публікації.

© GIZ 2020



Зміст

- 04** Про що ця брошура?
- 05** Діяльність GIZ в Україні
- 06** Про проект «Консультавання підприємств щодо енергоефективності»
- 09** Економічні умови та їх вплив на енергоефективність
- 10** Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?
- 12** Використання енергії у хлібопекарській промисловості
- 14** Які виробничі процеси споживають найбільше енергії?
- 15** Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства хлібопекарської 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 CO₂екв та інвестиціями при впровадженні заходів з енергоефективності?
- 27** Потенціал енергозбереження
- 28** Скільки спожитої енергії міститься у буханці хліба?
- 30** Висновки

Про що ця брошура?

Якщо ви знайомі з виробництвом хліба, то можливо, вам відомо, що аби спекти буханець хліба, необхідно близько 750 г борошна та 7 годин роботи. Але чи знаєте ви, скільки знадобиться для цього енергії? Або скільки грошей витрачається на енергію для виробництва хліба, булочок чи тістечок? Чи уявляєте ви, у яких виробничих процесах ховається нерозкритий потенціал енергозбереження, та як заходи із заощадження енергії з малим терміном окупності можуть зберегти довкілля й заощадити ваші кошти?

Цей короткий аналітичний звіт ілюструє структуру енергоспоживання, вартість енергії, що споживається на виробництво продукції, потенціал заощадження енергії та конкретні заходи з енергоефективності, а

також наводить дані щодо обсягів викидів парникових газів на хлібопекарських підприємствах України. Він базується на результатах енергоаудитів, проведених Німецьким товариством 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 та інвесторам в українську хлібопекарську галузь.

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



Діяльність GIZ в Україні

Німецьке товариство міжнародного співробітництва (GIZ) ГмбХ 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 більш ніж 50 років досвіду діяльності за широким спектром тем, в 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. Крім 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 співпраці є ефективне державне врядування, енергоефективність та сталий економічний розвиток.



Про проєкт «Консультування 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 «Консультування підприємств щодо енергоефективності», який виконується GIZ з 2017 року на замовлення німецького уряду.

Проєкт надає українським промисловим підприємствам безпосередню технічну підтримку, у тому числі з проведення енергоаудитів та розробки пілотних проєктів з урахуванням індивідуальних потреб підприємств. Результати енергоаудитів дозволяють українським компаніям впроваджувати технічно та економічно доцільні інвестиційні заходи з енергоефективності.

Починаючи з жовтня 2018 року, команда у складі національних та

міжнародних сертифікованих енергоаудиторів 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

65 підприємств

брали участь в аудиті

відповідно до

стандарту ISO 50002

рівня згідно з ISO 50002 тип 3, який було завершено у березні 2020 року.

Цей аналітичний звіт створений за результатами оцінки енергоефективності 13 хлібопекарських підприємств 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 по галузях. Відповідно, цей звіт потенційно може заохотити відповідальних за прийняття рішень до впровадження заходів з енергоефективності.





Що таке аудит інвестиційного рівня?

Аудит інвестиційного рівня є найбільш деталізованим видом енергетичного аудиту. Він аналізує фінансові аспекти заощадження енергоресурсів та дохідність 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 пріоритетизації.

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

Економічні умови та їх вплив на енергоефективність

За даними державної статистики, щорічно українська хлібопекарська галузь скорочується на 10% від попереднього року. З 2,5 млн т у 2000 році обсяги виробництва зменшилися майже утричі до 850-860 тис. т у 2019 році, а середньорічне споживання хліба на душу населення скоротилося з 50 до 26 кг.

Така динаміка викликана, серед іншого, скороченням кількості населення, диверсифікацією виробництва та учасників ринку, появою значної кількості міні-пекарень, імпортом заморожених напівфабрикатів, зміною культури харчування та іншими чинниками. Як енергоефективність стосується



зменшення виробництва? Хіба менші обсяги виробництва не означають відповідне зниження споживання енергоресурсів? На жаль, така кореляція спостерігається не завжди, бо виробничі потужності та системи енергопостачання розроблялися під певну проектну потужність виробництва. Працюючи з удвічі меншим завантаженням, відповідні споживачі енергії не функціонують в оптимальному режимі енергоспоживання, й тому не є енергоефективними. У наступних розділах представлені конкретні заходи з енергоефективності, які враховують цей чинник й розкривають відповідний потенціал оптимізації енергоспоживання.

1) <https://www.ukrinform.ua/rubric-economy/2852509-ukrainci-idat-vse-mense-hliba-berezemo-gamanci-zdorova-figuru.html>

Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?

У 2018 році було проаналізовано 13 підприємств, споживання енергії якими становило від 1,7 до 17,4 ГВт-год енергії. Разюча відмінність між мінімальним та максимальним обсягами споживання пояснюється включенням до процесу аудиту як великих, так і малих українських хлібопекарських підприємств.

Більшість підприємств має обсяги споживання від 1,7 до 7,6 ГВт-год/рік. Винятком є три підприємства, які спожили 11,7, 13,5 та 17,4 ГВт-год/рік, відповідно. Вони належать до великих підприємств, що регулярно виробляють значну кількість хлібопекарської продукції. Середньорічний рівень споживання по галузі становив у 2018 році 6,3 ГВт-год.



Двоокис вуглецю (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 (чорний колір) у ГВт-год та викидів CO₂екв у тис. тонн (зелений колір) у 2018 році. Річне споживання енергії також деталізовано як споживання електроенергії (синій колір) та природного газу (червоний колір) у ГВт-год.

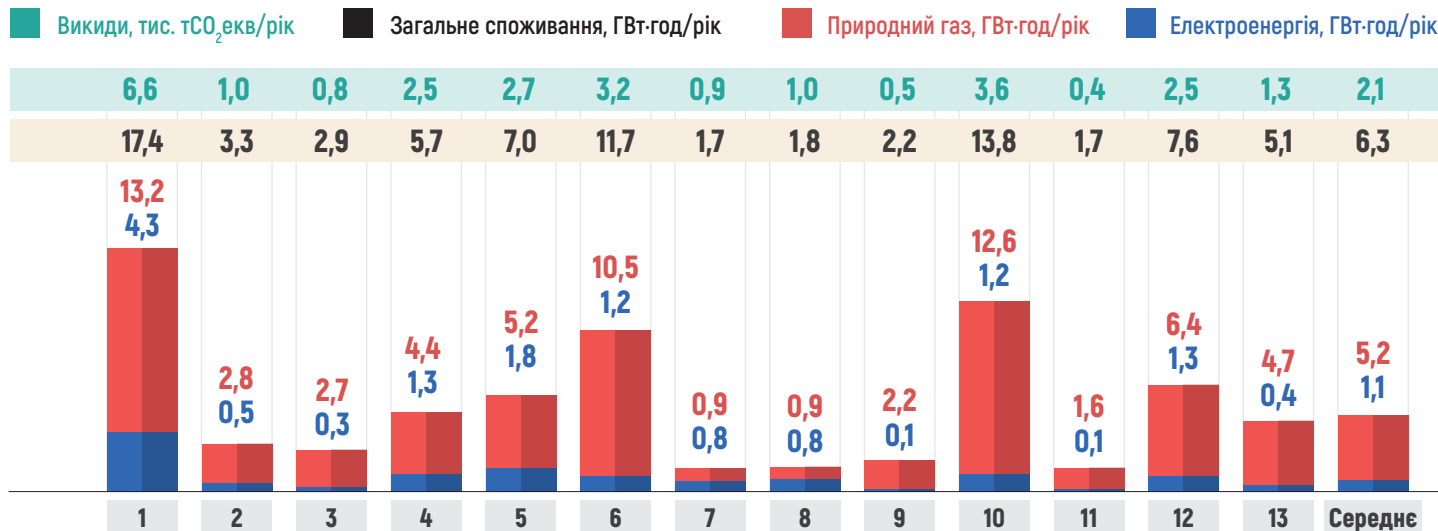


Рисунок 1. Споживання електроенергії та природного газу (ГВт-год) та обсяги викидів (тис. тCO₂екв) підприємствами у 2018 році

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 хлібопекарській промисловості

На наступній секторній діаграмі (рис. 2) показано співвідношення основних енергоресурсів – електроенергії та природного газу, що споживались у 2018 році.

■ Споживання електроенергії

■ Споживання природного газу

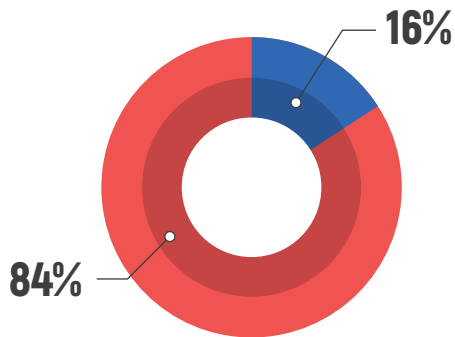


Рисунок 2. Співвідношення обсягів споживання електроенергії та природного газу в балансі енергоспоживання, 2018 рік



На рис. 2 видно, що хлібопекарська промисловість значно більше залежить від постачання природного газу (84%), ніж від постачання електроенергії (16%). Це пов'язано з широким застосуванням природного газу у виробничих процесах. Наприклад, для випікання хліба використовують тунельні печі, які споживають

чимало природного газу. Інші споживачі природного газу: котли (виробництво пари), опалення приміщень та миття оборотної тари. При цьому найбільш енергоємними на виробництві є процеси випікання, кондиціонування повітря, замішування тіста, освітлення та виробництва стисненого повітря.

Використання енергії у хлібопекарській промисловості

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

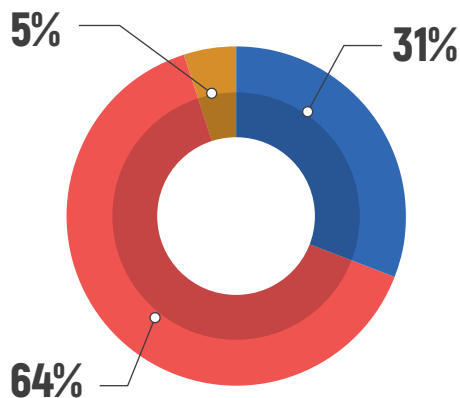


Рисунок 3. Баланс споживання енергії за напрямками використання і втрати (2018)

Діаграма на рис. 3 показує, скільки енергії споживає типова пекарня для виробництва продукції, опалення, нагріву води, та скільки енергії втрачається. Як видно, на виробничі процеси припадає 64% спожитої енергії, ще близько 31% (переважно, природного газу) використовують системи опалення та нагріву води, а решта 5% – це втрати.



Втрати енергії завжди відбуваються під час її постачання, розподілу та споживання. Значні втрати енергії на підприємствах хлібопекарської галузі характерні для систем, що генерують та споживають теплову енергію. Ефективність таких систем має теплоізоляційні або механічні обмеження, пов'язані з конструкційними матеріалами та особливостями устаткування, а також віком та зношеністю основного та допоміжного обладнання.

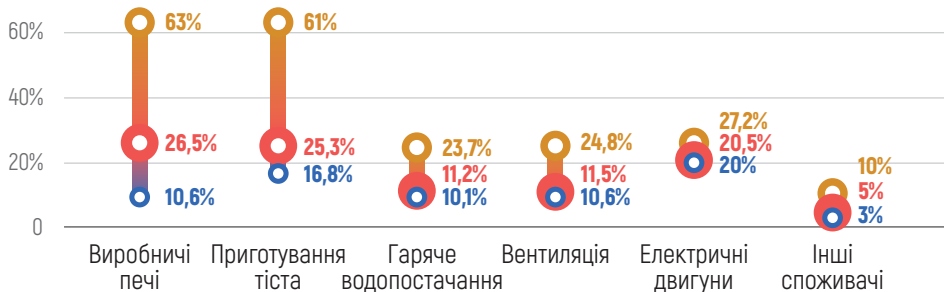
Які виробничі процеси споживають найбільше енергії?

Як зазначено на рис. 4, в середньому печі споживають 26,5% електроенергії, підготовка тіста – 25,3%, постачання гарячої води – 11,2%, система вентиляції – 11,5%, електричні двигуни – 20,5%, інші споживачі – 5,0%. У відсотковому співвідношенні також вказані максимальні та мінімальні значення споживання електроенергії.

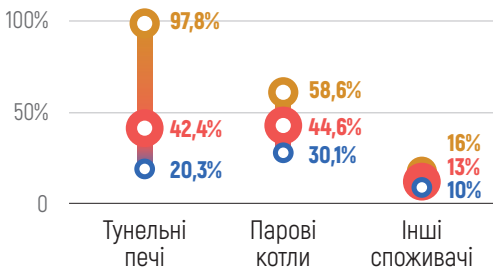
На рис. 5 показано дві основні групи споживачів природного газу. У середньому печі споживають 42,4% природного газу, парові котли – 44,6%, інші споживачі – 13%. У відсотках також вказані максимальні та мінімальні значення споживання природного газу.

Печі зазначені на обох діаграмах, оскільки деякі з них використовують електричну енергію, інші – природний газ.

■ Загальне споживання електроенергії /природного газу (в середньому) ■ Мінімальне значення ■ Максимальне значення



▲ Рисунок 4. Які процеси споживають електроенергію?



◀ Рисунок 5. Які процеси споживають природний газ?



Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства хлібопекарської галузі?

Витрати на придбання енергії залежать від обсягів енергоспоживання, існуючого рівня цін на енергоносії та сезонних коливань, і включають в себе 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 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. Того року за природний газ було сплачено 5,12 млн грн (72,4%) та 1,95 млн грн (27,6%) – за електроенергію.

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

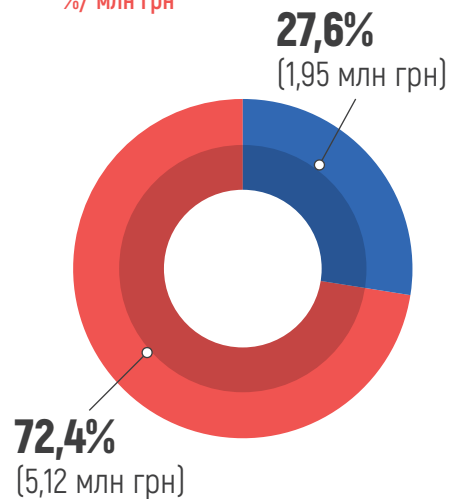


Рисунок 6. Вартість закупівлі електроенергії та природного газу підприємством хлібопекарської промисловості у 2018 році

Таблиця 1. Вартість енергії у 2016-2019 роках, у грн/МВт-год¹

Електроенергія	Рік	Природний газ
2 100	2016	690
2180	2017	1030
2460	2018	1220
2460	2019	690*

* Ціну на природний газ було зменшено постановою Кабінету Міністрів України № 293¹

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



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 постачання тепла



2

Вироблення стисненого повітря



3

Електричні двигуни



4

Опалення, вентиляція та кондиціонування повітря



5

Освітлення



6

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, економічно доцільних або інших змін, що призводять до підвищення рівня енергоефективності.

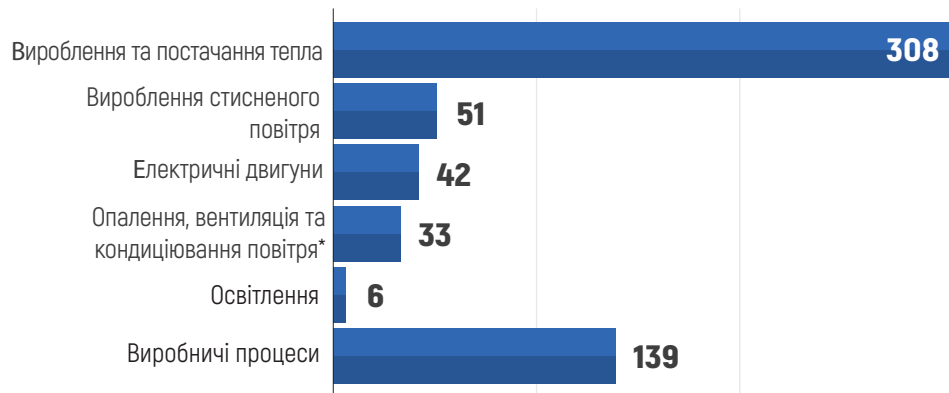
Енергетична результативність – вимірні результати, пов'язані з енергетичною ефективністю, використанням енергії та кількістю використаних (спожитих) енергетичних ресурсів.



Який річний потенціал енергозбереження?

На наступному рисунку показаний річний потенціал енергозбереження у МВт·год, за різними групами споживачів відповідно до отриманих результатів на основі енергоаудитів на 13 підприємствах хлібопекарської галузі. До найбільш перспективних груп споживачів з точки зору потенціалу енергозбе-

реження першочергово відноситься група виробництва та розподілу тепла з потенціалом економії у (308 МВт·год/рік); за ними слідують виробничі процеси (139), виробництво стисненого повітря (51), електричні двигуни (42), опалення, вентиляція та кондиціювання повітря (33). Останнє місце займає освітлення (6).



* Включно з тепловими завісами

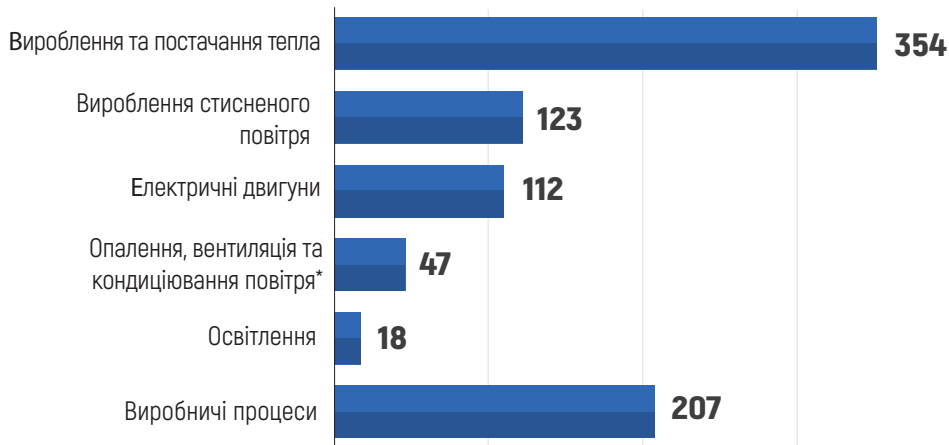
Рисунок 7. Річний потенціал енергозбереження за різними групами споживачів



Які сфери хлібопекарського виробництва можуть забезпечити заощадження коштів?

На наступному рисунку зображені потенційні річні обсяги заощаджень коштів, яких можна досягнути завдяки впровадженню ЗЕЕ. Оскільки енерговитрати на пряму пов'язані з обсягами споживання енергії, список знову очолює виробництво та розподіл

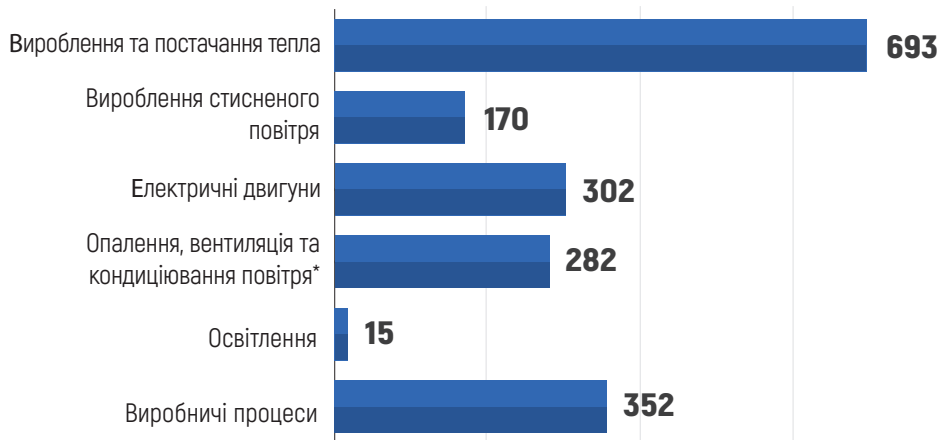
тепла (354 тис. грн/рік), за ним ідуть вдосконалені виробничі процеси (207), виробництво стисненого повітря (123), електричні двигуни (112), опалення, вентиляцію та кондиціювання повітря (47) й знову на останньому місці освітлення (18).



* Включно з тепловими завісами

Рисунок 8. Потенціал економії коштів на енергію у пекарнях за різними групами споживачів

Які інвестиційні можливості відкриває впровадження пропонованих заходів з енергоефективності?



* Включно з тепловими завісами

Рисунок 9. Інвестиції на впровадження пропонованих заходів з енергоефективності



На рис. 9 представлено потенційні можливості інвестування у ЗЕЕ по кожній групі споживачів згідно з результатами енергоаудиту.

Найбільших інвестицій потребує група виробництва та розподілу тепла – в середньому 693 тис. грн, за нею слідують виробничі процеси (352), електричні двигуни (302), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (282), виробництво стисненого повітря (170) та освітлення (15).

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 – зміни клімату.

Підвищення середньої глобальної температури пов'язують зі збільшенням викидів парникових газів. Існує зв'язок між глобальними температурами, концентрацією парникових газів (особливо CO₂) та їхніми викидами через використання промисловою викопних видів пального.

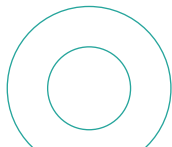
1) Global Warming of 1.5 °C, IPCC, March 2020, <https://www.ipcc.ch/sr15/>

2) Effects of global warming on humans, Wikipedia, March 2020, https://en.wikipedia.org/wiki/Effects_of_global_warming_on_humans

Антропогенне підвищення температури сягнуло майже приблизно 1°C (в діапазоні від 0,8°C та 1,2°C) вище передіндустріального рівня, збільшуючись на 0,2°C (в діапазоні від 0,1°C до 0,3°C) щодесять років.¹



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.²

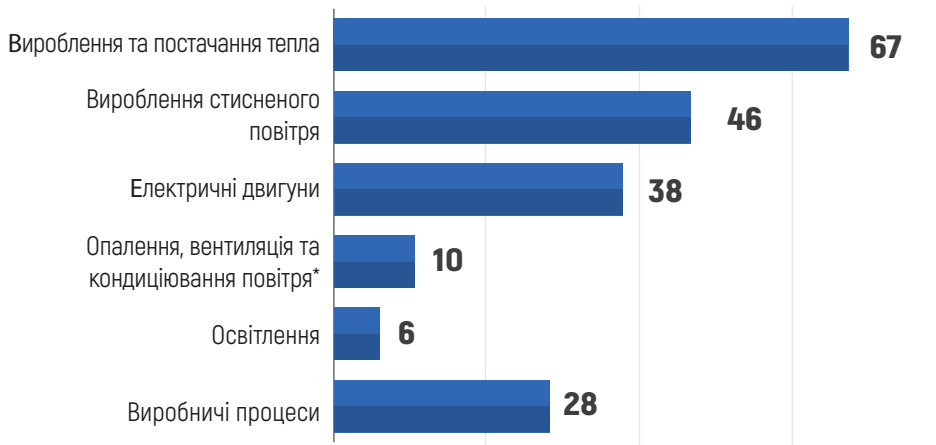


Як ваше підприємство може долучитися до боротьби зі змінами клімату?

На рис. 10 показаний потенціал скорочення викидів у тоннах еквіваленту двоокису вуглецю (тCO₂екв) за умови впровадження на типовому підприємстві хлібопекарської галузі пропонова-

них заходів з енергоефективності. Найбільший потенціал скорочення викидів тCO₂екв мають ЗЕЕ, впроваджені у групі виробництва та розподілу тепла (67 тCO₂екв/рік), далі йдуть

виробництво стисненого повітря (46), електричні двигуни (38), виробничі процеси (28), опалення, вентиляція та кондиціювання повітря (10), освітлення (6).



* Включно з тепловими завісами

Рисунок 10. Скорочення викидів у тоннах екв. вуглекислого газу на рік (тCO₂екв/рік) за умови застосування заходів з енергоефективності, рекомендованих у звіті з енергоаудиту



Типові заходи з енергоефективності

Кожне хлібопекарське підприємство є унікальним і потребує індивідуальних підходів до підвищення його енергоефективності. Разом з тим, аналіз 13 підприємств галузі показав наявність чітких загальних рис щодо перспективних удосконалень. Найбільш актуальні заходи з енергоефективності з точки зору інвестиційних можливостей, обсягів заощаджень енергії та коштів, періодів окупності та скорочення викидів у тоннах двоокису вуглецю ($\text{тCO}_2\text{екв}$) зазначені у табл. 2.



Типові ЗЕЕ у пекарському виробництві

	Інвестиції, тис. грн	Економія коштів, тис грн	Заощадження енергії, МВт·год	Простий період окупності, років	Скорочення викидів, тCO ₂ екв*
Регулювання пальників котла	53	171	121	1,7	25
Заміна компресора	170	123	51	1,4	46
Встановлення приладів частотного регулювання	302	112	42	3,6	38
Встановлення теплових завіс	226	67	49	7,5	10
Модернізація системи освітлення	76	151	63	0,5	58
Організація механічної вентиляції	388	38	24	10,1	4,9
Виконання налаштування печей	79	260	224	0,7	45
Відновлення термоізоляції печей	28	25	92	0,5	19

Таблиця 2.

* Коефіцієнт викидів від 1 МВт·год електроенергії - 0,912 тCO₂екв;,- від 1 МВт·год природного газу - 0,202 тCO₂екв.

<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC90405/part%20ii%20ru%20new%20pubsy%20.pdf>



З табл. 3 видно, що значна частина пропонуваних інвестиційних можливостей мають короткий період окупності.

79%

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 ₂ екв
< 2 років	2-3	517	79%	124
Від 2 до 5 років	1-2	75	11%	21
> 5 років	1-2	67	10%	17

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 ₂ екв
--	-----------------------	----------------------------------	----------------------------	--

ЗЕЕ з обсягом інвестицій < 60 000 грн

ЗЕЕ	1-2	93	14%	19
Електроенергія	1	0,42	0,06%	0,38
Природний газ	1	93	14%	19

ЗЕЕ з обсягом інвестицій від 60 000 до 300 000 грн

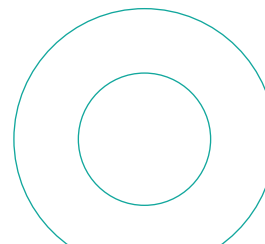
ЗЕЕ	1-3	388	59%	103
Електроенергія	1	34	5,2%	31
Природний газ	1-2	354	54%	72

ЗЕЕ з обсягом інвестицій > 300 000 грн

ЗЕЕ	1-2	177	27%	37
Електроенергія	0-1	23	3,5%	21
Природний газ	1-2	154	23%	16

В умовах типового хлібопекарського виробництва впровадження одного або двох заходів з енергоефективності з обсягом інвестицій у кожний, меншим за 60 000 грн, призвело б до економії 14% від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від одного до трьох заходів з вартістю інвестицій у кожний від 60 000 до 300 000 грн дадуть можливість заощадити 59%, а від одного до двох ЗЕЕ з вартістю інвестицій понад 300 000 грн кожний можна очікувати 27% від потенціалу енергозбереження.

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



Яким є співвідношення між скороченням викидів CO₂екв 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 відновлення термоізоляції печей (674 г CO₂екв/рік на 1 гривню інвестицій), за ним – оптимізація режимів роботи печей (576), модернізація освітлення (390), оптимізація системи стисненого повітря (271), встановлення приладів частотного регулювання (126), регулювання пальників котла та встановлення теплових завіс (обидва заходи по 46).



Рисунок 11. Скорочення викидів у грамах екв. двоокису вуглецю на рік (г CO₂екв/рік) при інвестуванні 1 грн

Потенціал енергозбереження

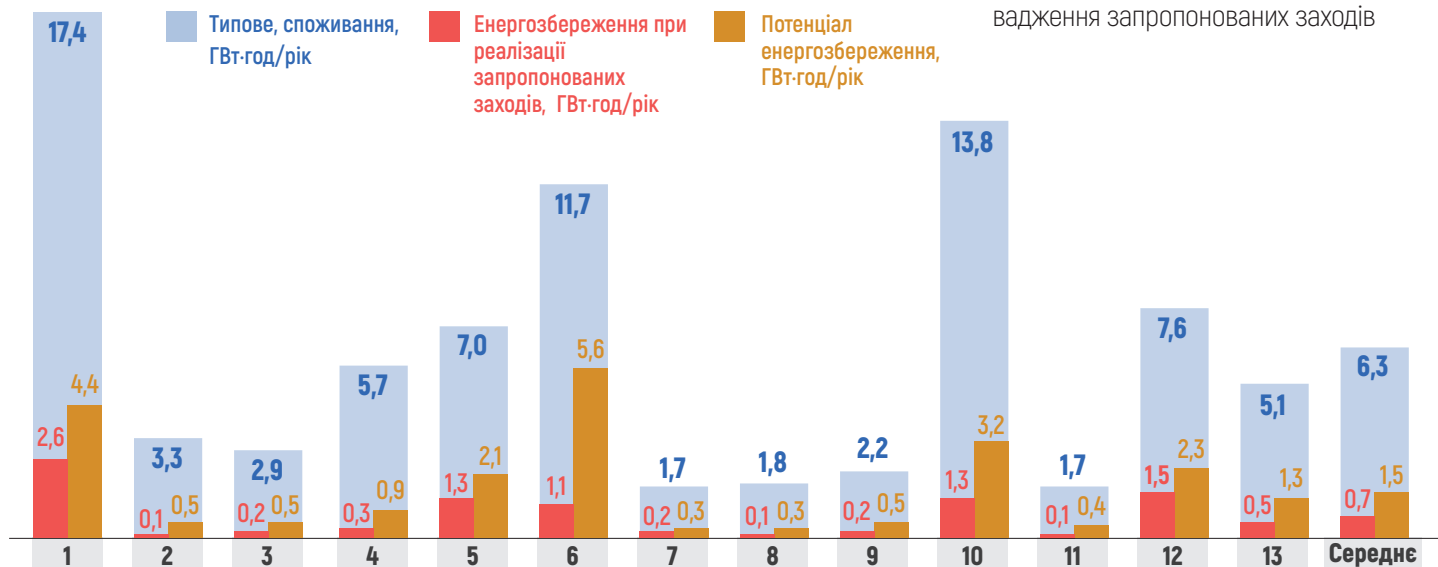


Рисунок 12. Типові рівні споживання, загальний потенціал енергозбереження та потенціал енергозбереження від впровадження запропонованих заходів

На рисунку вище показано співвідношення між енергоспоживанням та потенційним енергозбереженням у випадку впровадження запропонованих заходів з енергоефективності.

Споживання енергії на 13 підприємствах становить у середньому 6,3 ГВт-год/рік. Значення нижче показують загальний потенціал енергозбереження (у середньому 1,48 ГВт-год/рік), а ще

одне число нижче – обсяги енергозаощадження, яких можна досягнути за результатами впровадження заходів запропонованих аудитами (у середньому 0,73 ГВт-год/рік).

Скільки спожитої енергії міститься у буханці хліба?



Щоб відповісти на це питання, нам знадобиться скористатися термінами з ДСТУ ISO 50001:2018. А саме, таким терміном, як показник енергоефективності (ПЕЕ).

Прикладами ПЕЕ є: споживання енергії на одиницю часу, споживання енергії на одиницю виробленої продукції, та більш точні математичні моделі енергоспоживання з кількома змінними.

Наведені на рисунку 13 значення варто

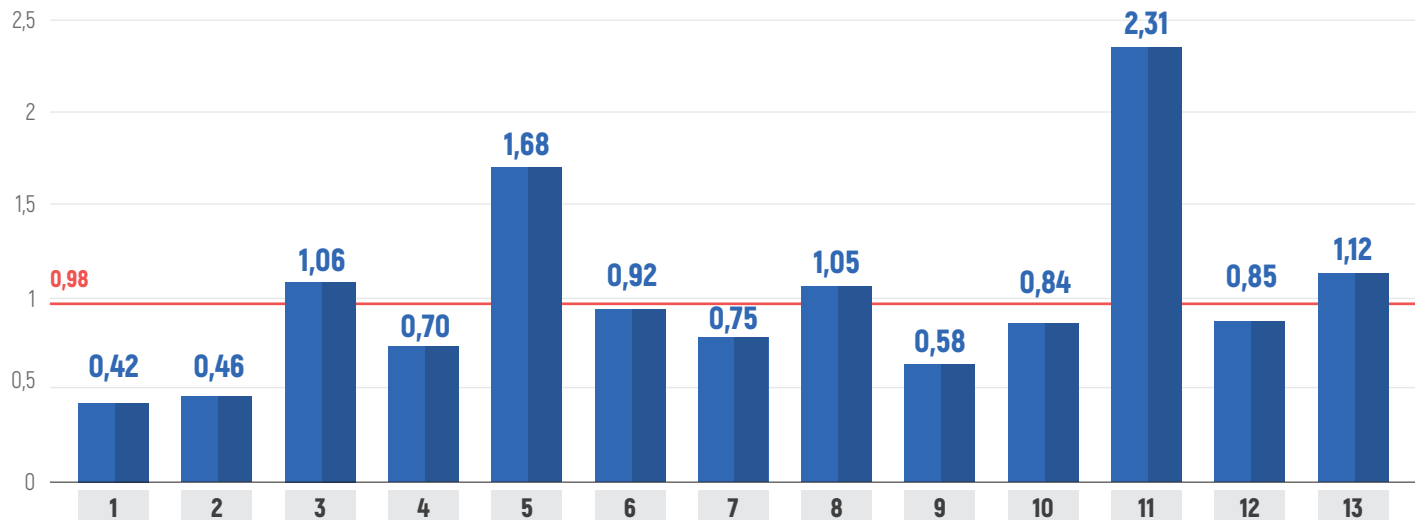
розуміти як приблизні й такі, що не є прямо співставними через відмінності технологій та асортименту продукції, а також виробничих процесів у галузі.

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

Скільки спожитої енергії міститься у буханці хліба?

На наступній діаграмі показано споживання енергії на 1 кілограм продукції (асортименту).



У 2018 році питоме споживання енергії на одиницю виробленої продукції у 13 проаналізованих пекарнях коливалося від 2,31 до 0,42 кВт-год/кг з середнім значенням 0,98 кВт-год/кг.

Рисунок 13. Споживання енергії у кВт-год на 1 кг виробленої продукції (2018)



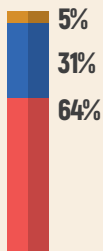
Висновки

✓ **Усереднене річне споживання енергії 13-ма проаналізованими пекарнями** у 2018 році було у межах від 1,7 до 17,4 ГВт·год; усереднений показник дорівнював 6,3 ГВт·год.

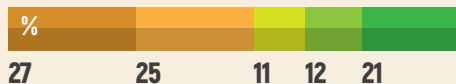
✓ **Хлібопекарська промисловість значною мірою залежить від природного газу:** на цей енергоносіє припадає 84%, а електроенергія знаходиться значно позаду із 16%.



✓ **Можна стверджувати, що на виробничі процеси припадає 64% спожитої енергії.** Системи опалення та підігріву води споживають близько 31% енергії, переважно природного газу.



✓ **Споживачами електроенергії відповідно є:** печі (27%), устаткування для замішування тіста (25%), системи гарячого водопостачання (11%), вентиляції (12%) та електрообладнання (21%).

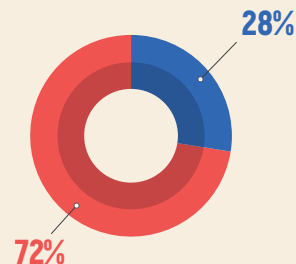


✓ **Основними споживачами природного газу є:** тунельні печі (44.6%) та парові котли (42.4%).



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

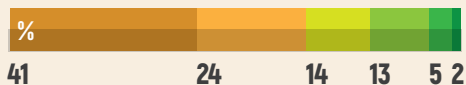
✓ **Типова пекарня у 2018 році втратила** на природний газ 5,12 млн грн (72% енергетичних витрат) та 1,95 млн грн (28%) – на електроенергію.



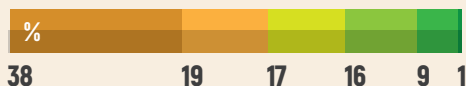
✓ **3 точки зору потенціалу енергозбереження груп споживачів розподіляються таким чином:** група виробництва та розподілу тепла (308 МВт·год/рік), виробничі процеси (139), виробництво стисненого повітря (51), електричні двигуни (42), вентиляція та кондиціювання повітря (33), освітлення (6).



✔ **Потенційні річні обсяги заощаджень коштів завдяки ЗЕЕ, запропонованим за результатами енергоаудитів:** виробництво та розподіл тепла (354 тис. грн/рік), вдосконалені виробничі процеси (207), виробництво стисненого повітря (123), електричні двигуни (112), вентиляція та кондиціонування повітря (47), освітлення (18).



✔ **За загальним обсягом інвестицій чільне місце займає сфера виробництва та розподілу тепла,** яка потребує в середньому 693 тис. грн, за нею йдуть виробничі процеси (352), електричні двигуни (302), вентиляція та кондиціонування повітря (282), виробництво стисненого повітря (170) та освітлення (15).



✔ **Найбільший потенціал скорочення викидів у тоннах еквіваленту вуглекислого газу** мають ЗЕЕ, впроваджені у сфері виробництва та розподілу тепла (67 тCO₂екв/рік), далі – виробництво стисненого повітря (46), електричні двигуни (38), виробничі процеси (28), вентиляція та кондиціонування повітря (10), освітлення (6).

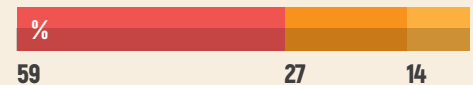


✔ **До перспективних заходів з енергоефективності за періодом окупності відносяться:** регулювання пальників котла (період окупності - 1,7 року), налаштування оптимальних режимів роботи печей (0,7) та відновлення термоізоляції печей (0,5).

✔ **79% всіх енергозаощаджень можна досягнути запровадженням заходів з енергоефективності з періодом окупності, меншим за 2 роки.**



✔ В умовах типового хлібопекарського виробництва впровадження одного або двох заходів з енергоефективності з обсягом інвестицій у кожний, **меншим за 60 000 грн, призвело б до заощадження 14%** від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від одного до трьох заходів з вартістю інвестицій у кожний **від 60 000 до 300 000 грн дадуть можливість заощадити 59%**, а від одного до двох ЗЕЕ з вартістю інвестицій **понад 300 000 грн кожний можна очікувати 27%** від потенціалу енергозбереження.



✔ У 2018 році **питоме споживання енергії на одиницю продукції у 13 проаналізованих пекарнях коливалося від 2,31 до 0,42 кВт-год/кг з середнім значенням 0,98 кВт-год/кг.**

Деякі типові заходи з енергоефективності

- 1 Поліпшення теплоізоляції основного виробничого обладнання, такого як печі та шафи розстоювання.
- 2 Дотримання нормативних режимів експлуатації основного обладнання (наприклад, шаф розстоювання, печей, охолоджувальних шаф).
- 3 Зменшення доступу зовнішнього повітря у зонах завантаження/розвантаження, за рахунок установки ущільнювачів та теплових завіс.
- 4 Удосконалення систем опалення приміщень: офісні системи контролю вологості та температурної компенсації, оптимізація режимів роботи парових котлів, удосконалення система контролю конвекційного опалення виробничої зони.
- 5 Покращення теплоізоляції паропроводів.
- 6 Децентралізація систем стисненого повітря.
- 7 Встановлення більш ефективного компресорного обладнання з частотним регулюванням.
- 8 Усунення витоків в системі стисненого повітря.
- 9 Встановлення високоефективних систем освітлення: установка високочастотних люмінесцентних ламп Т5 (або світлодіодних ламп) у виробничих приміщеннях.
- 10 Контроль за використанням освітлення у зонах непостійного перебування персоналу: офісних приміщеннях, залах засідань, складських та допоміжних приміщеннях.
- 11 Використання частотно-регульованого приводу (ЧРП) у вентиляційних системах.
- 12 Оптимізація режимів роботи конвеєрів (наприклад, періодичне вимкнення, роз'яснювальна робота щодо дотримання оптимальних режимів роботи).
- 13 Програми моніторингу та цільового спостереження за енергоспоживанням.
- 14 Кампанії з підвищення поінформованості персоналу та зацікавлених сторін про переваги енергозбереження та підвищення енергоефективності.

