



Скільки енергії споживається при виробництві молочної продукції?

Висновки за результатами

13 енергоаудитів,

проведених на українських

підприємствах молочної галузі



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

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

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

Дизайн: Катерина Яшина

Фото: the Gate agency, <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 молочній промисловості
- 14** Які виробничі процеси споживають найбільше енергії?
- 15** Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства молочної 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 енергії споживається при виробництві молочної продукції?
- 30** Висновки

■ Про що ця брошура?

Уся продукція молочної галузі має невеликий термін зберігання і потребує низьких температур (від 0 до 6,1 °C), що вимагає використання значної кількості холодильного обладнання. Але чи знаєте ви, скільки енергії потрібно, щоб переробити сире молоко в молочну продукцію? Скільки грошей витрачається на енергію для виготовлення пастеризованого молока, сметани, сиру чи морозива? Чи знаєте, на які процеси у виробництві витрачається найбільше енергії та який потенціал енергозбереження в молочної галузі? Чи відомо вам, які коротко-, середньо- та багатострокові заходи з енергоефективності доцільно впроваджувати і який ефект вони матимуть? А також як вони допоможуть захистити навколишнє середовище та ваш гаманець?

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 в молочної галузі України. Він базується на результатах енергоаудитів, проведених Німецьким товариством міжнародного співробітництва (GIZ) ГмБХ, а також демонструє потенційні довгострокові результати проектів у сфері енергоефективності та боротьби зі змінами клімату, виконуваних GIZ в Україні. Переконані, що цей аналітичний звіт буде цікавий директорам і власникам компаній, керівникам та інвесторам в українську молочну галузь.

Оскільки цей звіт розрахований на усіх 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 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 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 заходи з енергоефективності.

Починаючи з жовтня 2018 року, команда у складі національних та міжнародних сертифікованих енергоаудиторів провела оцінку рівня енергоефектив-

ності 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 класу згідно з ISO 50002 тип 3, який 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 13 підприємств молочної галузі та їхнього профілю енергоспоживання задля визначення найбільш доцільних заходів з енергоефективності. Наведені тут типові профілі енергоспоживання, що визначені у першому наближенні, сприяють кращому розумінню рівня енергоефективності промислових галузей України. Це, у свою чергу, дозволяє підвищити 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 можливість, 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. Його застосовують для підприємств та організацій будь-якого типу, незалежно від виду енергоносіїв та способів 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

Молочна галузь займає важливе місце в забезпеченні продовольчої безпеки України. Однак за останні п'ять років спостерігається зменшення обсягів виробництва молочної продукції. Це, насамперед, пов'язано зі зменшенням надходження сирого молока на молокозаводи. Так, за підсумками першого півріччя 2020 року на молокопереробні підприємства України надійшло 1,8 млн т молока базової жирності, що на 7,1% менше, ніж за відповідний період минулого року.¹ Основними причинами цього є підвищення стандартів якості молока та зниження рентабельності утримання великої рогатої худоби. Також на зменшення обсягів виробництва вплинуло скорочення річного споживання молочних продуктів на душу населення у зв'язку зі зниженням купівельної спроможності українців.

1. <http://avm-ua.org/uk/post/ponad-tretina-moloka-viroblenogo-na-mtf-ekstra-akosti>



Падіння обсягів виробництва молокозаводів суттєво вплинуло на їх режим роботи, завантаженість виробничих цехів, технологічних ліній та енергоємного обладнання. Це призвело до збільшення питомого енергоспоживання на 1 тону виробленої продукції. А враховуючи ще й зростання вартості енергоресурсів протягом останніх років, спостерігаємо суттєве збільшення собівартості продукції.

Для зменшення витрат на енергоресурси, необхідно впроваджувати на молокозаводах систему енергоменеджменту, що дозволить на постійній основі оптимізувати енергоспоживання та реалізувати ЗЕЕ. У подальших розділах цього дослідження наведені ключові показники найбільш перспективних ЗЕЕ, що є доцільними для впровадження на молокопереробних підприємствах України.

Які енергоносії використовуються та у яких обсягах?

У 2018 році 13 проаналізованих підприємств споживали від 2,3 до 49,5 ГВт·год енергії. Разюча відмінність між мінімальним та максимальним обсягами споживання пояснюється включенням до процесу аудиту як великих, так і малих підприємств молочної галузі.

За показниками споживання енергії підприємства можна розділити на 2 групи, ті які:
споживають від 2,3 до 8,6 ГВт·год/рік;
споживають від 17,3 до 49,5 ГВт·год/рік.

На рис. 1 середнє значення, представлене останнім стовпчиком праворуч, і становить 16,8 ГВт·год на рік.



Двоокис вуглецю (CO_2) - безбарвний парниковий газ, який утворюється під час горіння будь-якого матеріалу, який містить вуглець.

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), природного газу (червоний колір), деревини та вугілля (жовтий колір) у ГВт-год.

Викиди, тис. тCO₂екв/рік Загальне споживання, ГВт-год/рік Природний газ, ГВт-год/рік Електроенергія, ГВт-год/рік Деревина та вугілля ГВт-год/рік

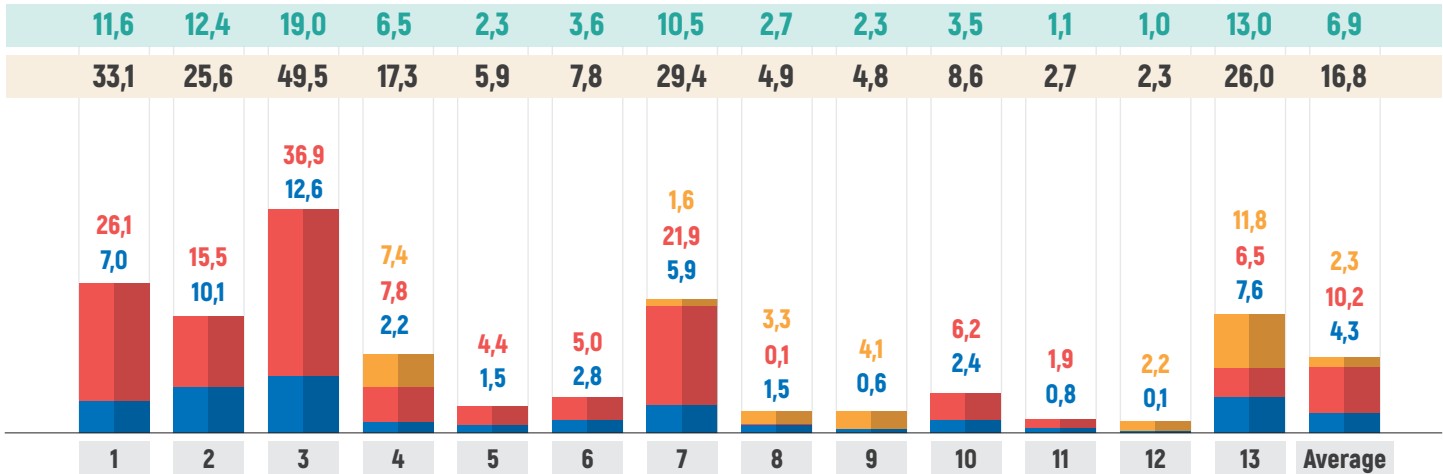


Рисунок 1. Споживання електроенергії, природного газу, деревини та вугілля у (ГВт-год) та обсяги викидів (тис. тCO₂екв) підприємствами у 2018 році

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 молочній промисловості

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

■ Споживання електроенергії

■ Споживання природного газу

■ Споживання деревини

■ Споживання вугілля

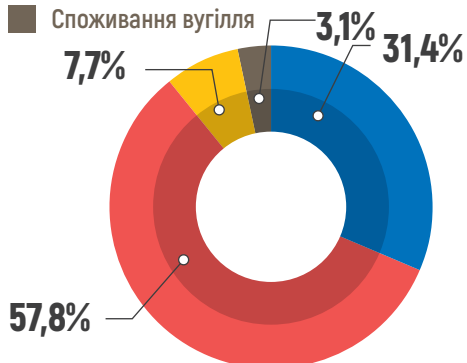


Рисунок 2. Співвідношення обсягів споживання електроенергії та природного газу в балансі енергоспоживання, 2018 рік



На рис. 2 показано, що молочна промисловість суттєво залежить від природного газу (57,8%), від якого значно відстає використання електроенергії (31,4%). Це пов'язано зі значним використанням теплової енергії у виробництві, зокрема, у процесах сепарування, гомогенізації, теплової обробки та пастеризації. Іншими споживачами природного газу є наступні процеси: виробництво пари, опалення приміщень, нагрів води для

господарських потреб тощо. Деревина та вугілля спалюються в основному на потреби опалення та гарячого водопостачання, загальна частка їх споживання становить 10,8%.

Основним споживачем природного газу є технологічне обладнання.

Основними споживачами електроенергії є: технологічне обладнання, компресори, холодильне обладнання, підготовка молока.

Використання енергії у молочній промисловості

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

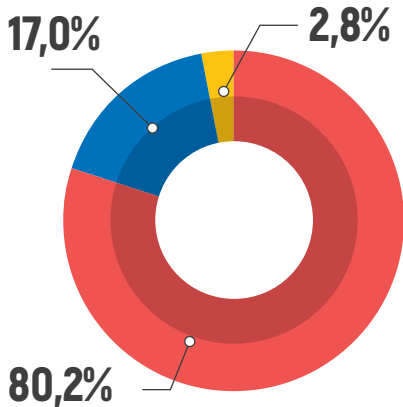


Рисунок 3. Баланс споживання енергії за напрямками використання і втрати (2018)

Діаграма на рис. 3 показує, скільки енергії споживає типове підприємство молочної галузі на потреби виробництва, опалення та гарячого водопостачання, та скільки енергії втрачається.

Як видно, на виробничі процеси припадає 80,2% спожитої енергії, ще близько 2,8 % (переважно, деревини та вугілля) використовують системи опалення та підігріву води, а решта 17% – це 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, 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?

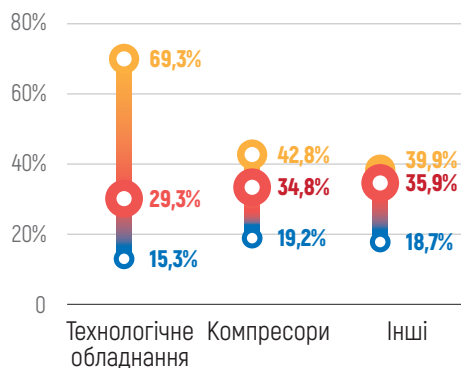
Як зазначено на рис. 4, в середньому основне технологічне обладнання споживає 29,3 % електроенергії, компресори - 34,8 %, інші споживачі - 35,9 %. У числовому форматі також вказані максимальні та мінімальні значення споживання електроенергії. Необхідно зазначити, що до інших споживачів віднесено також частину технологічного обладнання, яку не вдалося виокремити через відсутність систем технічного обліку. Сюди ж віднесені і втрати електроенергії.

На рис. 5 зазначені основні групи споживачів природного газу, який в основному використовується на технологію (сушку, випарні апарати, пастеризатори та інше) та інших видів пального. До технологічного обладнання також віднесено котельне обладнання, яке безпосередньо постачає пару на

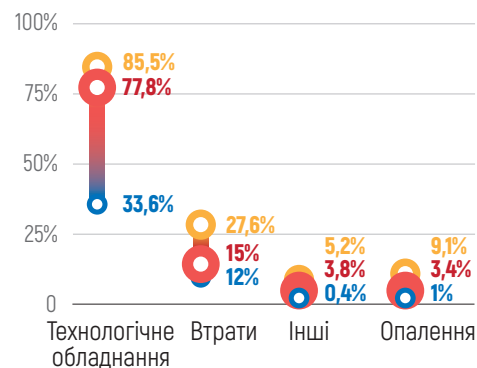
виробництво. У середньому технологічне обладнання споживає 77,8 % від загального споживання природного

газу, втрати тепла становлять 15 %, інші споживачі - 3,8 %, опалення - 3,4 %.

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



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



▲ **Рисунок 5.** Які процеси споживають природний газ, деревину та вугілля?

Скільки коштує енергія, яку споживають підприємства молочної 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.

Таблиця 1. Вартість енергії у 2016-2019 роках, у грн/МВт·год¹
* Ціну на природний газ було зменшено постановою Кабінету Міністрів України № 293¹

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

Рік	Електроенергія	Природний газ	Деревина та вугілля
2016	2100	690	750
2017	2180	1030	800
2018	2460	1220	896
2019	2460	690*	893

■ Витрати на електроенергію, %/млн грн
■ Витрати на природний газ, %/млн грн
■ Витрати на деревину та вугілля, %/млн грн

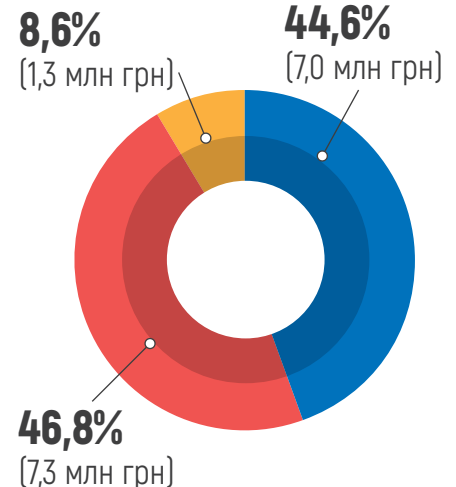


Рисунок 6. Вартість закупівлі електроенергії, природного газу, деревини та вугілля підприємством молочної промисловості у 2018 році

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 кондиціювання повітря



5

Освітлення



6

Холодильні системи



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 отриманих результатів на основі енергоаудитів на 13 підприємствах молочної галузі.

До найбільш перспективних груп споживачів з точки зору потенціалу

енергозбереження першочергово відноситься група вироблення стисненого повітря (651 МВт·год/рік), далі йдуть виробничі процеси (527), виробництво та розподіл тепла (428), холодильні системи (333), опалення та вентиляція (264), освітлення (28). Останнє місце належить електричним двигунам (16).

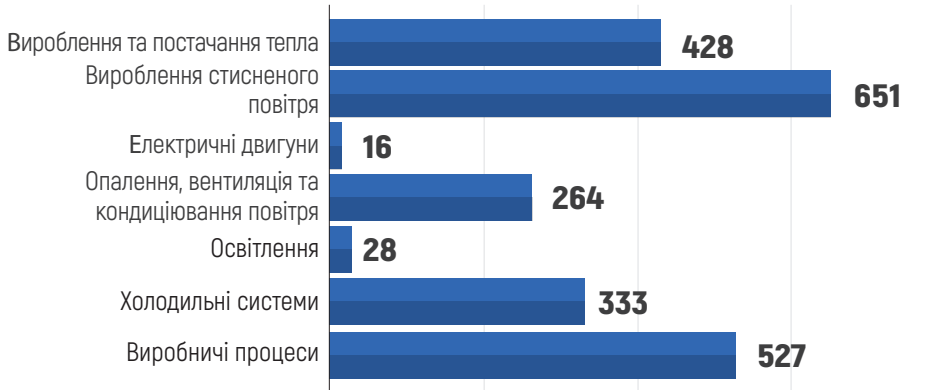


Рисунок 7. Річний потенціал енергозбереження за різними групами споживачів



Які сфери у молочній галузі можуть забезпечити заощадження коштів?

На наступному рисунку зображені потенційні річні обсяги заощаджень коштів, яких можна досягнути завдяки ЗЕЕ. Оскільки енерговитрати напряду пов'язані з обсягами споживання енергії і місцями, де спостерігаються найбільші втрати енергії, рейтинг очолюють виробничі процеси (1329 тис.

грн/рік), далі йдуть вироблення та постачання тепла (516) та вироблення стисненого повітря (486). Потім маємо холодильні системи (321), опалення, вентиляцію та кондиціювання повітря (299), освітлення (52), й знову останню сходинку посідають електричні двигуни (46).



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

Які інвестиційні можливості відкриває впровадження пропонованих заходів з енергоефективності?

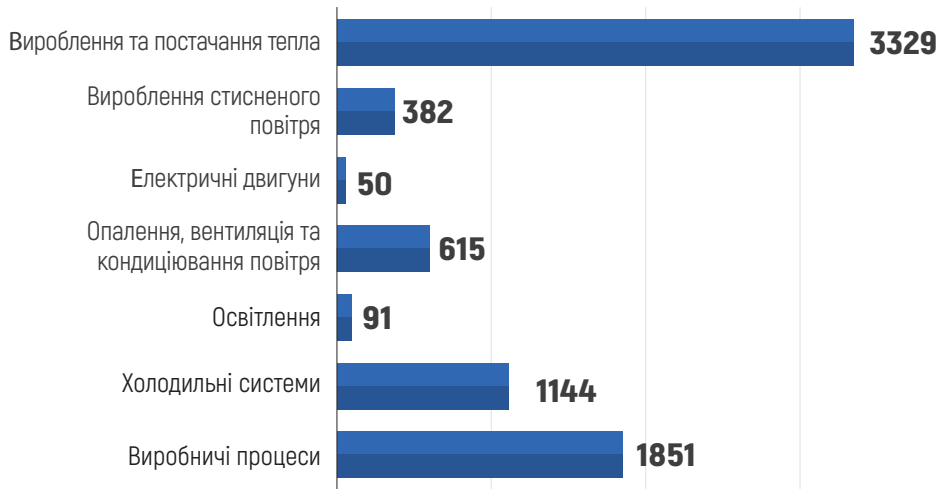


Рисунок 9. Інвестиції на впровадження пропонованих заходів з енергоефективності



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

За обсягами інвестицій лідує група споживачів вироблення та постачання тепла, яка потребує найбільших інвестицій (3329 тис. грн), за нею йдуть виробничі процеси (1851), холодильні системи (1144), опалення, вентиляція та кондиціювання повітря (615), вироблення стисненого повітря (382), освітлення (91) та електричні двигуни (50).

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 (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.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 молочної галузі пропонуван

заходів з енергоефективності. Найбільш значний потенціал скорочення викидів тCO₂екв мають заходи з енергоефективності, впроваджені у групі холодильних систем (304 тCO₂екв/рік), вироблен

ня стисненого повітря (137), виробничих процесів (129), виробництва та постачання тепла (104), далі – опалення, вентиляція та кондиціювання повітря (36), освітлення (25) та електричні двигуни (15).

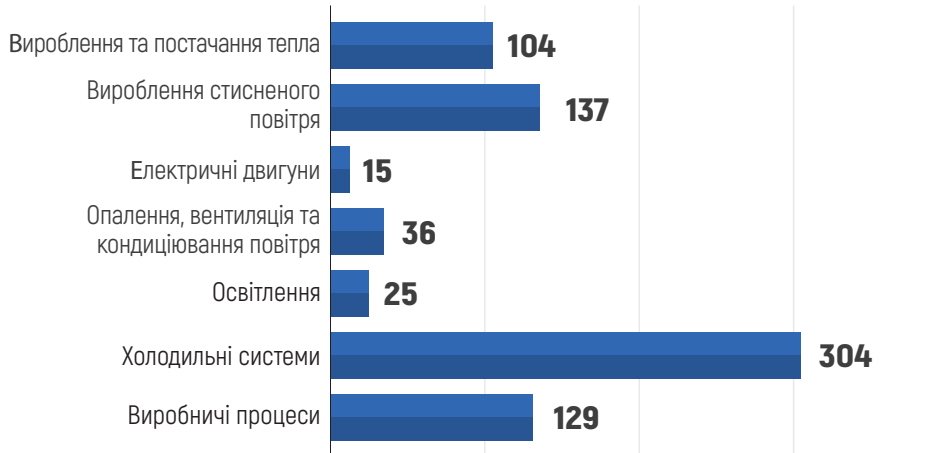


Рисунок 10. Скорочення викидів у тоннах екв. вуглекислого газу на рік (тCO₂екв/рік) за умови застосування заходів з енергоефективності, рекомендованих у звіті з енергоаудиту



Типові заходи з енергоефективності

Кожне підприємство молочної галузі є унікальним і потребує індивідуальних підходів до підвищення його енергоефективності. Разом з тим, аналіз 13 підприємств молочної галузі продемонстрував 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 ($\text{tCO}_2\text{екв}$) зазначені у табл. 2.



Типові ЗЕЕ у молочній промисловості

	Інвестиції, тис. грн	Економія коштів, тис. грн	Заощадження енергії, МВт-год	Простий період окупності, років	Скорочення викидів, тCO ₂ екв*
Термоізоляція котлів та теплотрас	156	158	199	1,5	43
Повернення конденсату в котельню	1492	529	462	3,4	95
Утилізація теплової енергії аміачних компресорів	273	701	967	0,9	195
Встановлення частотного регулювання в електродвигунах	50	46	16	1,8	15
Модернізація освітлення	88	37	26	1,5	24
Ізоляція трубопроводів системи з крижаною водою	202	11	26	4,2	24
Встановлення рекуператорів тепла у виробничих процесах	3954	1219	1036	2,9	258
Застосування утворення штучного туману на фреонових блоках конденсації	387	18	44	4,2	40

Таблиця 2.

* Коефіцієнт викидів від 1 МВт-год електроенергії - 0,912 тCO₂екв; від 1 МВт-год природного газу - 0,202 тCO₂екв; від 1 МВт-год вугілля - 0,354 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.

45%

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	3-4	1021	45%	247
Від 2 до 5 років	2-3	779	35%	268
> 5 років	1-2	446	20%	101

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	22	0,99%	14
Електроенергія	1-2	14	0,60%	12
Природний газ	0-1	6	0,27%	1
Деревина та вугілля	0-1	3	0,11%	1

ЗЕЕ з обсягом інвестицій від 60 000 до 300 000 грн

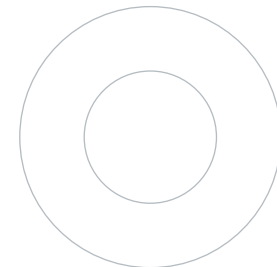
ЗЕЕ	2-3	351	15,64%	94
Електроенергія	1-2	36	1,61%	25
Природний газ	0-1	287	12,79%	58
Деревина та вугілля	0-1	28	1,25%	11

ЗЕЕ з обсягом інвестицій > 300 000 грн

ЗЕЕ	2-3	1,873	83,37%	507
Електроенергія	1	257	11,43%	138
Природний газ	1-2	1,362	64,64%	275
Деревина та вугілля	0-1	254	11,31%	94

В умовах типового виробництва молочної продукції впровадження двох заходів енергоефективності з обсягом інвестицій у кожний, меншим за 60 000 грн, призвело б до 0,99 % від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від двох до трьох заходів з вартістю інвестицій від 60 000 до 300 000 грн дадуть можливість заощадити 16,64%, а від двох до трьох ЗЕЕ з вартістю інвестицій більше 300 000 грн кожний можна очікувати 83,37% від потенціалу енергозбереження.

Таблиця 4. Заходи з енергоефективності, запропоновані в результаті проведених енергоаудитів та згруповані за обсягом необхідних 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 утилізація теплової енергії від аміачних компресорів (716 г CO₂екв/рік на 1 грн інвестицій), за нею – встановлення частотного регулювання на приводи електродвигунів (292), термоізоляція котлів та теплотрас (277), відновлення повернення конденсату в котельню та модернізація освітлення (272 кожен), ізоляція трубопроводів систем з крижаною водою (118), застосування утворення штучного туману на фреонових блоках конденсації (103) та встановлення рекуператорів тепла у виробничих процесах (65).



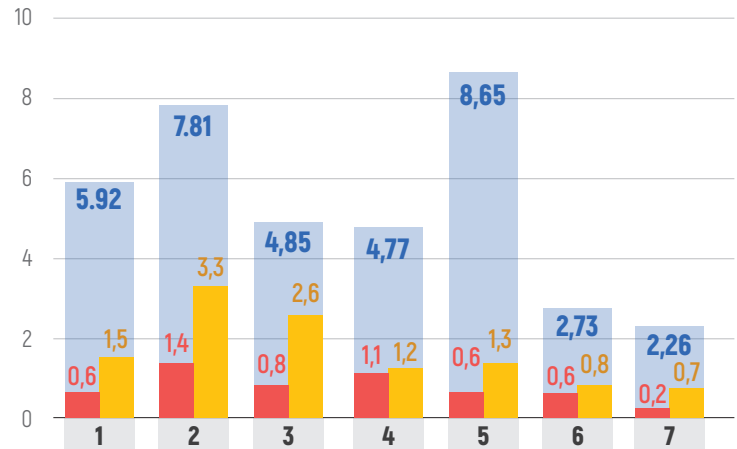
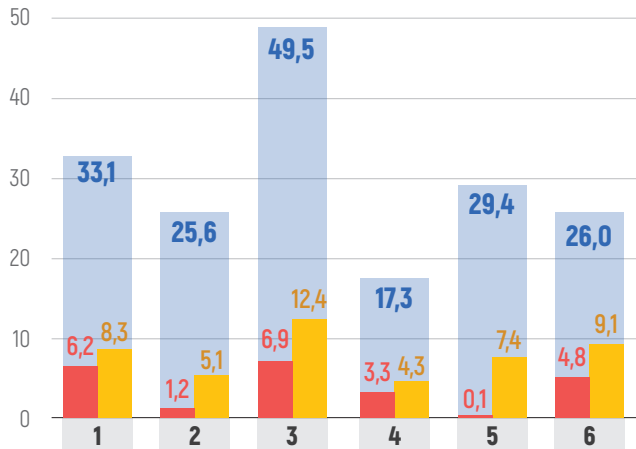
Рисунок 11. Скорочення викидів у грамах екв. двоокису вуглецю на рік (г CO₂екв/рік) при інвестуванні 1 грн

Потенціал енергозбереження

Типове, споживання, ГВт-год/рік

Енергозбереження при реалізації запропонованих заходів, ГВт-год/рік

Потенціал енергозбереження, ГВт-год/рік



На рисунку вище показані співвідношення між енергоспоживанням та потенційною економією у випадку впровадження запропонованих заходів з енергоефективності. Для кращої деталізації ми розбили діаграму в залежності від споживання енергії підприєм-

ствами від 2,3 до 8,6 ГВт-год/рік та від 17,3 до 49,5 ГВт-год/рік. У цілому споживання енергії типовим підприємством галузі становить в середньому 16,8 ГВт-год/рік. Загальний потенціал заощадження в середньому становить 4,45 ГВт-год/рік, а

обсяги енергозаощадження, яких можна досягнути за результатами впровадження заходів, запропонованих в енергетичних аудитах, в середньому становлять 2,13 ГВт-год/рік.

Скільки енергії міститься у молочній продукції, яку ми купуємо?



Щоб відповісти на це питання, нам знадобиться скористатися термінами з ДСТУ ISO 50001:2018. А саме таким терміном як 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, споживання енергії на одиницю виробленої продукції та більш точні математичні моделі енергоспоживання з кількома змінними.

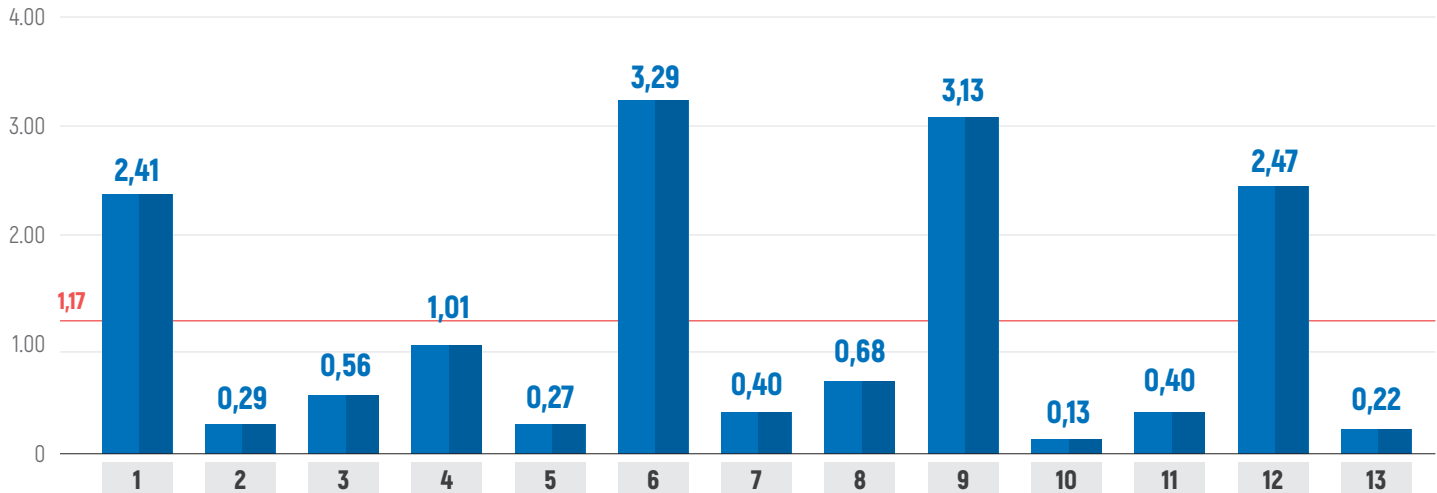
Наведені на рис. 13 значення варто розуміти як приблизні й такі, що не є прямо співставними через відмінності технологій та асортименту продукції, а також виробничих процесів у галузі.

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



Скільки енергії міститься у молочній продукції, яку ми купуємо?

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



У 2018 році питоме споживання енергії на одиницю продукції у 13 проаналізованих підприємств коливалося від 0,13 до 3,29 кВт-год/кг з середнім значенням 1,17 кВт-год/кг.

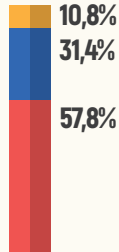
Рисунок 13. Споживання енергії у кВт-год на 1 кг виробленої кисломолочної продукції 2018 році



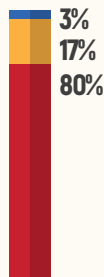
Висновки

✓ **Сукупне річне споживання енергії 13-ма проаналізованими підприємствами молочної галузі становить** від 2,3 до 49,5 ГВт-год у 2017 році; усереднений показник - 16,8 ГВт-год.

✓ **Молочна галузь значною мірою залежить від природного газу** на цей енергоносієй припадає 57,8%, від загального енергоспоживання, на електроенергію припадає лише 31,4%. Деревина та вугілля складають 10,8%.



✓ **Можна стверджувати, що на процеси виробництва припадає 80% спожитої енергії.** Опалувальні системи та гаряче водопостачання споживають близько 3%, втрати становлять 17%.



✓ **Споживачами електроенергії відповідно є** технологічне обладнання (29,3%), компресори (34,8%) та інші споживачі (35,9%).

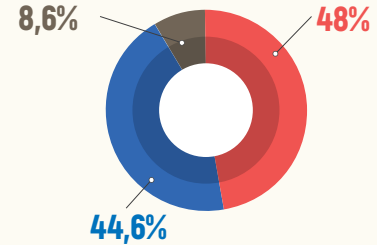


✓ **Основними споживачами природного газу, деревини та вугілля є** технологічне обладнання, яке споживає 77,8% енергії. Втрати тепла становлять 15%, інші споживачі використовують 3,8%, на опалення витрачається 3,4%.

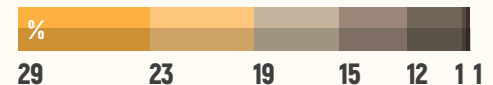


✓ **Якщо середня ціна за МВт-год електроенергії стабільно зростала з 2100 грн у 2016 році до 2460 грн у 2019 році, ціна на природний газ впала з 1220 грн у 2018 році до 690 грн - у 2019-му.**

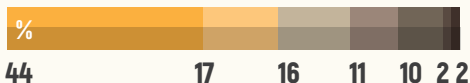
✓ **Типове підприємство молочної галузі у 2018 році витратило на природний газ 3,7 млн грн (46,8% енергетичних витрат), 7 млн грн (44,6%) - на електроенергію та 1,3 млн грн (8,6%) - на деревину та вугілля.**



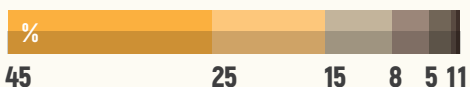
✓ **До перспективних з точки зору енерозбереження груп споживачів відносяться** вироблення стисненого повітря (651 МВт-год/рік), далі йдуть виробничі процеси (527), вироблення та постачання тепла (428), холодильні системи (333), опалення, вентиляція та кондиціонування повітря (264), освітлення (28). Останнє місце належить електричним двигунам (16).



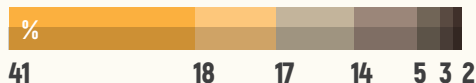
✓ **Потенційні річні обсяги заощаджень коштів завдяки ЗЕЕ, запропонованим за результатами енергоаудитів:** виробничі процеси (1329 тис. грн/рік), далі вироблення та постачання тепла (516) та вироблення стисненого повітря (486). Потім маємо холодильні системи (321), опалення, вентиляцію та кондиціювання повітря (299), освітлення (52), й знову на останньому місці електричні двигуни (46).



✓ **За загальним обсягом інвестицій першу сходинку посідає** вироблення та розподіл тепла, який потребує найбільших інвестицій (3329 тис. грн), далі йдуть виробничі процеси (1851), холодильні системи (1144), вентиляція та кондиціювання повітря (615), виробництво стисненого повітря (382), освітлення (91) та електричні двигуни (50).



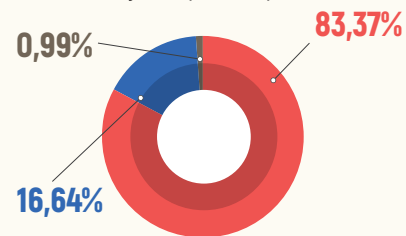
✓ **Найбільший потенціал скорочення викидів у тоннах еквіваленту вуглекислого газу** мають ЗЕЕ, впроваджені у холодильних системах (304 тCO₂ екв/рік), виробництві стисненого повітря (137), виробничих процесах (129), котельних та системах розподілу тепла (104); далі – вентиляції та кондиціюванні повітря (36), освітленні (25) та електричних двигунах (15).



✓ **До перспективних заходів з енергоефективності відносяться** утилізація теплової енергії аміачних компресорів (період окупності - 0,9 року), теплоізоляція котлів та теплотрас (1,5), модернізація освітлення (1,5) та встановлення частотного регулювання в електродвигунах (1,8).

✓ **45% енергозаощаджень** можна досягнути запровадженням заходів з енергоефективності з періодом окупності, меншим за 2 роки.

✓ В умовах типового виробництва молочної продукції впровадження двох заходів енергоефективності з обсягом інвестицій у кожний, **меншим за 60 000 грн, призвело б до 0,99 %** від визначеного в енергоаудиті потенціалу енергозбереження. Від двох до трьох заходів з вартістю інвестицій **від 60 000 до 300 000 грн дадуть можливість заощадити 16,64%**, а від двох до трьох ЗЕЕ з вартістю інвестицій **більше 300 000 грн кожний можна очікувати 83,37%** від потенціалу енергозбереження.



✓ У 2018 році питоме споживання енергії на одиницю кисломолочної продукції на 13 проаналізованих підприємствах молочної галузі коливалося від 0,13 до 3,29 кВт·год/кг з середнім значенням 1,17 кВт·год/кг.

Деякі типові заходи з енергоефективності

- 1 Роз'яснювальна робота щодо періодичного вимкнення конвеєрів (оптимізація роботи конвеєрів)
- 2 Оптимізація систем подачі стисненого повітря
- 3 Встановлення більш ефективного компресорного обладнання з частотним регулюванням (ЧРП)
- 4 Обстеження систем стисненого повітря з метою усунення витоків
- 5 Використання штучного туманоутворення
- 6 Використання тепла з градирень
- 7 Використання потенціалу холоду сироватки після процесу нанофільтрації
- 8 Заміна фреонових компресорів на аміачні
- 9 Встановлення високоефективних систем освітлення у виробничих приміщеннях
- 10 Контроль за використанням освітлення у зонах непостійного перебування персоналу: складських та допоміжних приміщеннях.
- 11 Програми моніторингу та цільового спостереження за енергоспоживанням
- 12 Поліпшення ізоляції трубопроводів і резервуарів з холодною водою
- 13 Зменшення доступу зовнішнього повітря у зонах завантаження/розвантаження (за рахунок установки ущільнювачів та теплових завіс)
- 14 Удосконалення систем опалення приміщень: офісні системи контролю вологості та температурної компенсації, оптимізація режимів роботи парових котлів, вдосконалена система контролю конвекційного опалення виробничої зони
- 15 Використання частотно-регульованого приводу (ЧРП) у вентиляційних системах
- 16 Покращення теплоізоляції паропроводів
- 17 Кампанії з підвищення поінформованості персоналу та зацікавлених сторін про переваги енергозбереження та підвищення енергоефективності

