

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ЕКОНОМІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАТЕДРА ЕКОНОМІКИ ПІДПРИЄМСТВА

КВАЛІФІКАЦІЙНА МАГІСТЕРСЬКА РОБОТА
**ІМПЛЕМЕНТАЦІЯ КОНЦЕПЦІЇ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА
В УКРАЇНСЬКІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ НА ОСНОВІ СВІТОВОГО
ДОСВІДУ (НА МАТЕРІАЛАХ КОНКРЕТНОГО ПІДПРИЄМСТВА)**

Студента 2–го курсу магістратури денної форми навчання
спеціальності 051 Економіка
освітньо–наукової програми Економіка бізнесу
Ольшевського Дмитра Олеговича

Науковий керівник
д.е.н., проф. Баюра Дмитро Олександрович

Засвідчую, що в цій дипломній роботі
немає запозичень із праць інших
авторів без відповідних посилань

Студент

Olsh

Робота допущена до захисту в ЕК рішенням кафедри економіки підприємства
від «9» травня 2025 р., протокол № 12.

Завідувач кафедри економіки підприємства,
доктор економічних наук, професор
Филюк Галина Михайлівна

КИЇВ – 2025 р.

ЗМІСТ

ВСТУП	1
I РОЗДІЛ. ТЕОРЕТИКО–МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА	5
1.1. Сутність та принципи поняття «ощадливе виробництво»	5
1.2. Історичний розвиток та світовий досвід ощадливого виробництва	9
1.3. Основні моделі та методики імплементації ощадливого виробництва	13
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I	24
II РОЗДІЛ. АНАЛІЗ СТАНУ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ТОВ «КОРОСТЕНСЬКИЙ ЗАВОД МДФ»	25
2.1. Характеристика ринку та підприємства ТОВ «Коростенський завод МДФ» ..	25
2.2. Фінансово–економічний аналіз діяльності підприємства	31
2.3. Дослідження досвіду впровадження ощадливого виробництва на підприємстві	39
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II.....	48
III РОЗДІЛ. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВІ НА ОСНОВІ СВІТОВОГО ДОСВІДУ.....	49
3.1. Рекомендації щодо вдосконалення концепції ощадливого виробництва ТОВ «Коростенський завод МДФ»	49
3.2. Порівняння світового досвіду та концепції ощадливого виробництва ТОВ «Коростенський завод МДФ»	55
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ III.....	67
ВИСНОВКИ.....	68
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	73
ДОДАТКИ	

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасний етап трансформації української промисловості позначений одночасним впливом кількох потужних факторів: інтеграцією до економічного простору Європейської унії, необхідністю відбудови виробничої бази після воєнних руйнувань, цифровізацією та глобальним переходом до низьковуглецевих технологій. За цих умов традиційні підходи до організації виробництва вже не гарантують бажаного рівня конкурентоспроможності, ефективності використання ресурсів та екологічної відповідальності. Водночас світовий досвід доводить, що впровадження концепції ощадливого виробництва дозволяє підприємствам різних галузей скоротити операційні витрати на 15–30 %, зменшити цикли виготовлення продукції вдвічі та підвищити якість до рівня «нуль дефектів». Для українських підприємств, які працюють у середовищі дефіциту фінансових ресурсів, енергетичних викликів і жорсткої конкурентної боротьби на зовнішніх ринках, адаптація цих принципів стає не просто бажаною, а критично необхідною. Особливої ваги тема набуває й через те, що імплементація підходів ощадливості відкриває додаткові можливості залучення інвестицій і розширення збуту. Таким чином, дослідження світового досвіду ощадливого виробництва та розроблення практичних рекомендацій щодо його впровадження в українській промисловості є своєчасним, науково й практично значущим, спрямованим на вирішення ключових завдань стійкого економічного розвитку країни.

Теоретичні й прикладні аспекти впровадження ощадливості в Україні нині формує ціла школа авторів. Зокрема, серед дослідників, котрі детально розробляють проблематику усунення «муда» та побудови потокових систем, варто назвати таких, як В. Л. Загорудько, О. В. Варяниченко, П. В. Єгорова ; Ю. О. Терлецька, Л. А. Лозовський, а також Д. О. Барбась, С. Бондаренко, Ю. С. Вовк, В. М. Білявський, Б. С. Ватченко, В. В. Власенко, І. Колос, І. Кулиняк, А. В. Вакуленко, М. Науменко та ін. . Окрему групу складають автори, що фокусуються

на галузевій адаптації TPS: М. А. Мироненко, О. В. Шкуренко. До проблем організації робочого місця та швидких переналагоджень звертаються С. С. Бондаренко, М. Ю. Процак і Ю. В. Литюга, тоді як питання зміни корпоративної культури розкривають Л. М. Романюк, Т. В. Омеляненко, І. В. Харченко, О. В. Щербина та Т. Чернієвська. Узагальнені напрацювання цих учених формують національну модель ощадливого виробництва, адаптовану до економічних, технологічних і культурних реалій України.

Мета дослідження – розкрити теоретико–методичні основи концепції ощадливого виробництва, оцінити можливості її адаптації до умов української промисловості, на прикладі ТОВ «Коростенський завод МДФ» проаналізувати наявний стан процесів і розробити поетапну програму трансформації з прогнозом економічного, фінансованого, соціального та екологічного ефекту

Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі **завдання**:

- визначити сутність, принципи та еволюцію концепції ощадливого виробництва;
- узагальнити світовий досвід і методичні підходи до оцінювання ефективності упроваджень ощадливого виробництва;
- проаналізувати конкурентне становище й фінансово–економічні показники ТОВ «Коростенський завод МДФ»;
- здійснити діагностику виробничих потоків підприємства та виявити «вузькі місця»;
- розробити рекомендації щодо впровадження інструментів ощадливості на підприємстві: методології 5S, канбан, SMED, TPM та системи хейдзюнка;
- змоделювати прогнозований економічний, фінансовий та соціальний ефекти трансформації підприємства за допомогою методів ощадливого виробництва;
- порівняти запропоновану модель із кращими світовими практиками та визначити перспективи масштабування для інших українських підприємств.

Об’єктом дослідження є процес упровадження принципів ощадливого виробництва на ТОВ «Коростенський завод МДФ».

Предметом дослідження виступають теоретико–методологічні та прикладні засади адаптації світового досвіду ощадливого виробництва до умов українських промислових підприємств, спрямовані на підвищення їх конкурентоспроможності у післявоєнний та євроінтеграційний період.

Методи дослідження. Під час виконання кваліфікаційної роботи, присвяченої впровадженню концепції ощадливого виробництва на ТОВ «Коростенський завод МДФ», для її системного аналізу та оцінювання було використано такі методи: методи порівняння, аналізу й синтезу — для з'ясування сутності, принципів і специфіки запровадження ОВ у деревообробній галузі; метод діагностичної оцінки — під час вивчення кращих практик реалізації ощадливого виробництва на аналогічних підприємствах; методи системного та структурного аналізу — у дослідженні ключових елементів господарсько-економічної діяльності заводу на національному та експортному ринках; показники оцінки ефективності проекту — при визначенні результативності програми вдосконалення потоків створення цінності за трьома сценаріями розвитку; метод аналогії — для обґрунтування можливостей перенесення успішних світових рішень ОВ на українські умови; метод розрахунку коефіцієнтів кореляції та детермінації — для виявлення факторів, що впливають на якість продукції й послуг заводу; графічний метод — для наочного подання отриманих результатів у вигляді таблиць і рисунків.

Практичне значення одержаних результатів. Запропонована поетапна програма трансформації для ТОВ «Коростенський завод МДФ» містить конкретизовані карти потоків створення цінності, розрахунок економічного ефекту (≈ 150 млн € на рік) і детальний бюджет інвестицій. Алгоритм добору інструментів 5S, Канбан, SMED, TPM та хейдзюнка, а також система показників оцінювання ефективності можуть бути безпосередньо інтегровані в корпоративні стандарти підприємства. Методичні підходи й шаблони, викладені у роботі, придатні для адаптації та імплементації на інших українських промислових підприємствах, що прагнуть скоротити витрати, підвищити гнучкість і покращити фінансовий стан.

Структура і обсяг дипломної роботи. Кваліфікаційна робота складається зі вступу, трьох розділів, загальних висновків, списку використаних джерел та додатків. Основний зміст викладено на 74 сторінках друкованого тексту, ілюстрований 6 світлинами та 19 таблицями. Список літератури налічує 61 найменування. До роботи додано 3 додатки.

І РОЗДІЛ. ТЕОРЕТИКО-МЕТОДИЧНІ ОСНОВИ ДОСЛІДЖЕННЯ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Сутність та принципи поняття «ощадливе виробництво»

Ощадливе виробництво – виробнича система, яка не має зайвих елементів у своїй структурі та мінімізує такі фактори, як помилки, витрати, запаси, праця, процес розробки, виробничі площі, відходи, незадоволеність клієнтів [1].

Автором терміну «ощадливе виробництво» (англ. lean production) був Джон Крафчик [2]. Він використав цей термін у статті про дослідження Міжнародної автомобільної програми (IMVP), опублікованій у 1988 році в журналі Sloan Management Review, щоб протиставити виробничу систему, яку використовує Тойота, традиційній системі масового виробництва, що характеризується наявністю буферів у процесах і високим рівнем запасів.

Основна стратегія ощадливого виробництва полягає в поліпшенні якості, зниження витрат і продуктивності за рахунок збільшення швидкості і скорочення часу потоку. Ощадливе виробництво слугує для того, щоб розрізнити діяльність, яка перетворює або формує матеріали та інформацію або створює додану вартість відповідно до потреб клієнта, і діяльність, яка використовує час і ресурси, але не додає продукту цінності відповідно до потреб клієнта і не створює доданої вартості. Передбачається виробництво з нульовим рівнем дефектів, «точно в строк», невеликими партіями, великою різноманітністю [3].

Ця методологія прагне слідувати девізу «наш клієнт – наш господар». Її принцип полягає в тому, щоб подивитися на рівняння прибутку наступним чином:

$$\text{Витрати} + \text{Прибуток} = \text{Ціна змінюється на Ціна} - \text{Витрати} = \text{Прибуток} [4]$$

Зміна рівняння відповідно до філософії цієї методології має призвести до того, що клієнт не платитиме за помилки та витрати підприємства, як у першому рівнянні.

Ощадливе виробництво – спосіб управління процесами та компаніями, при якому ресурси витрачаються лише на користь кінцевого продукту, тобто лише на те, за що споживач готовий платити; все інше споживання ресурсів вважається марнотратством. Це дозволяє виробляти продукцію та надавати послуги з використанням у два-три рази меншої кількості ресурсів, ніж у традиційному виробництві.

Ощадливе виробництво як методологія, розроблена компанією Тойота після Другої світової війни як Toyota Production System. Духовними батьками цієї методології є Тайічі Оно та Шігео Шінго. Це підхід до виробництва, при якому виробник намагається максимально задовольнити вимоги споживача, виробляючи тільки те, що потрібно споживачеві. Він намагається виробляти продукцію в найкоротші терміни і за найнижчу можливу ціну, не жертвуючи якістю і не за рахунок клієнта, що досягається шляхом мінімізації відходів. Ощадливе виробництво включає в себе як спосіб мислення, так і методи. Однією з найважливіших з них є система 5S, яка спрямована на оптимізацію робочого місця і робочого процесу, а також може бути застосована в більш широкому сенсі до будь-якого робочого процесу.

Оскільки ощадливе виробництво походить з Японії, багато термінів у цій галузі також є японською мовою. За словами Тойоти, їхня виробнича система базується на усуненні трьох негативних ефектів, які можуть виникнути в процесі, а саме: муда (無道), мурі (無理) і мура (斑) [5]. Муда, мурі та мура – японські терміни для позначення налаштованого, або економічно ефективного, виробництва, яке фокусується на ключових відхиленнях у виробництві, щоб зробити продуктивність більш ефективною.

Муда або грязь – діяльність, що не додає цінності, або відходи. Діяльність, яка збільшує виробничий час і накладає неочікувані витрати на клієнтів, вважається мудою. Відходи ускладнюють впровадження системи точного хронометражу, оскільки вимагають лише тих ресурсів, які необхідні у виробництві.

Існує два типи муду: перший складається з видів діяльності, які неможливо усунути негайно, а другий - з видів діяльності, які можна усунути за допомогою кайдзен.

Мурі – перевантаження. Очікування від машини, процесу або людини більшого, ніж вона може зробити за певний період часу. Від працівників вимагають переносити важкі предмети, виконувати небезпечні завдання і працювати швидше, ніж зазвичай, що викликає стрес і знижує продуктивність праці. Перевантаження процесу означає, що в кінцевому підсумку терміни виконання робіт порушуються.

Мура – нерівномірність. Через нерегулярні виробничі графіки або замовлення, які не завжди мають однаковий обсяг. Як наслідок, іноді на виробництві більше робочих місць і замовлень, ніж робітників, а іноді навпаки. У випадку нерівномірного виробництва робітники та інструменти повинні бути забезпечені таким чином, щоб виробництво могло продовжуватися на повну потужність – навіть якщо середній рівень виробництва є нижчим.

Філософія ощадливого виробництва виходить далеко за рамки інструментів і методів, формуючи цілісне світобачення, у центрі якого – повага до людей, безперервний розвиток і створення цінності без марнотратства. Її ключові поняття, запозичені з японської культури, формують етичний фундамент сучасних систем управління й операційних перетворень, забезпечуючи довгострокову стабільність та конкурентоспроможність організацій світу.

Безперервне вдосконалення на виробництві ґрунтується на кайдзен (kaizen, 改善 — «постійне поліпшення»); короткі цикли аналізу й малих кроків, що щодня усувають втрати), принципи дзідока (jidoka, 自働化 — «автоматизація з людським дотиком»); обладнання або людина зупиняю процес одразу після виявлення дефекту), візуальній системі андон (andon, 行灯/アンドン — «сигнальний ліхтар»; світлова та звукова індикація негайно повідомляє про проблему, залучаючи підтримку), практиці немавасі (nemawashi, 根回し — «підкопування корені в »); неформальне попереднє узгодження рішень, що забезпечує консенсус і плавне запровадження змін), філософії монодзукурі (monozukuri, ものづくり — «уміння робити речі правильно»); глибока повага до ремесла та незмінна якість у кожній

операції) та принципі гемба (gemba, 現場 — «місце реальної цінності»; менеджери й інженери вирішують питання безпосередньо на робочому майданчику, спираючись на факти процесу).

Важливо, що більшість витрат розраховується на етапі проектування продукту. Часто інженер визначає відомі та безпечні матеріали та процеси за рахунок дешевих та ефективних. Це зменшує ризики проекту, або, іншими словами, вартість, на думку інженера, але ціною збільшення фінансових ризиків і зменшення вигод. Хороші організації розробляють і переглядають контрольні списки для перевірки дизайну продукту. Ключовими принципами ощадливого виробництва є

- Бездоганна якість з першого разу: нульовий пошук дефектів, виявлення та вирішення проблем у джерелі їх виникнення;
- Мінімізація відходів: усунення всіх видів діяльності, що не створюють доданої вартості, та запобіжних заходів, оптимізація використання обмежених ресурсів (капіталу, людей та простору);
- Постійне вдосконалення: зниження витрат, поліпшення якості, підвищення продуктивності та обмін інформацією;
- Процеси витягування: продукція витягується (в сенсі запиту) кінцевим споживачем, а не виштовхується в кінці виробництва;
- Гнучкість: швидко виробляти різні суміші найрізноманітніших продуктів, не жертвуючи при цьому ефективністю через менші обсяги виробництва;
- Побудова та підтримка довгострокових відносин з постачальниками шляхом укладання угод про розподіл ризиків, витрат та інформації.

Підсумовуючи, ощадливе виробництво – по суті, доставка потрібних речей у потрібне місце, у потрібний час, у потрібній кількості, мінімізація відходів, гнучкість і відкритість до змін.

Останніми роками, у зв'язку з популяризацією принципів TPS за межами промисловості, частіше використовується ширша та універсальніша назва концепції – ощадливе управління (менеджмент) (англ. lean management) - та її

скорочена форма – ошадливість (англ. Lean). У літературі також зустрічаються два інші терміни, пов'язані з ошадливістю:

Ошадливе підприємство [6] – назва, що використовується для того, щоб підкреслити впровадження ошадливого управління в організації по всьому ланцюжку створення вартості;

Ошадливе мислення – синонім п'яти принципів ошадливого управління Джеймса Вомака та Деніела Джонса. Поширення принципів ошадливого виробництва на цілі організації та сфери послуг можна назвати «ошадливим мисленням».

1.2. Історичний розвиток та світовий досвід ошадливого виробництва

Традиційне, або масове, виробництво почалося в 1913 році, коли Генрі Форд встановив першу виробничу лінію з рухомим конвеєром на своєму заводі в Хайленд-Парку. У 1927 році Генрі Форд створив власну філософію виробництва для сьогодення і майбутнього та започаткував революцію під назвою «Виробнича система Форда» з її основними принципами [7].

У 1937 році в місті Аїті, Японія, була заснована Toyota Motor Corporation. Двоюрідні брати Тойота, Кіічіро та Ейдзі, разом з Тайічі Оно, працювали над виробничою системою Форда і розробили виробничу систему Тойота. Ключовою функцією виробничої системи Тойоти було виробництво «точно в строк».

Приєднавшись до компанії у 1937 році, Оно помітив, що до війни продуктивність праці в Японії була набагато нижчою, ніж у ЗДА. Після війни Оно відвідав З'єднані Держави, де вивчав досвід провідних піонерів у сфері продуктивності та скорочення відходів, таких як Фредерік Тейлор та Генрі Форд. Оно був вражений надмірною увагою, яку американці приділяли масовому виробництву великих обсягів на шкоду різноманітності, а також рівнем відходів, що утворювалися в промисловості найбагатшої післявоєнної країни. Відвідавши

супермаркети, він одразу ж надихнувся; Оно знайшов у них ідеальний приклад своєї ідеї управління зменшеними запасами, усунення непотрібних кроків і контролю первинної діяльності та надання контролю виконавцю (в даному випадку клієнту) на підтримку ланцюжка створення цінності [8]

Основні принципи системи виробництва та управління, яку сьогодні називають ощадливим виробництвом, були вперше закладені в 1950-х роках в японській компанії Toyota Motor Company. Ця система розроблялася в основному чотирма людьми: засновником Тойота Сакічі Тойода, його сином Кіічіро Тойода, племінником Кіічіро Елді Тойода та менеджером з виробництва Тайічі Оно. Подальший розвиток вона отримала під керівництвом Шігео Шінго.

У світлі інформації, отриманої під час відрядження до ЗДА в 1950 році для вивчення компанії Ford, вони вирішили, що система масового виробництва, яку Форд запровадив на початку століття, зовсім не підходить для Японії, і це рішення призвело до перших кроків абсолютно нового розуміння виробництва та управління.

Проаналізувавши всю систему, генії Тойота прийшли до наступного висновку: Системі масового виробництва бракує гнучкості, вона базується на жорсткій ієрархії та передбачає масовізацію. Все це, однак, у 1950-х роках, на недиференційованому, але ненасиченому ринку, на якому можна було продавати велику, тобто обмежену, кількість автомобілів у великих кількостях, більшість з яких складали представники середнього класу з грошима, які можна було витратити. Компанії з часом накопичили великі капітали, а конкуренція була низькою. В автомобільному секторі конкурують лише три компанії. Тому масивність і відходи не сприймаються компаніями як проблема, навпаки, в цій системі, заснованій на надмірному розподілі праці та щедрому використанні всього, можна досягти економії на масштабах виробництва, якщо обсяги виробництва утримувати на якомога вищому рівні, а дорогі машини використовувати на повну потужність у довгостроковій перспективі, тобто

утримувати витрати на одиницю продукції на дуже низькому рівні і максимізувати прибутки [9]

Першу реалізацію ощадливого виробництва можна простежити від 1953 року, коли Тойота завершила розробку першої системи канбан із синхронізацією відповідного виробничого потоку. Відокремлення людини від машини та система візуального контролю виробництва вже існували в Тойота.

У 1978 році Тайчі Оно опублікував «Виробничу систему Тойота» японською мовою [10]. За словами Оно, єдиною першочерговою метою виробничої системи Тойота було зниження витрат, тобто усунення відходів. Цього можна було досягти лише шляхом контролю кількості, забезпечення якості та поваги до прав людини. Оно запропонував виробляти лише необхідну кількість продукції в необхідний час.

Нафтова криза, що охопила Північну Америку в 1973 році, викликала великий інтерес до японських методів виробництва та управління, після чого з'явилася велика кількість статей і книг про виробництво та управління в Японії [11].

Термін «ощадливе виробництво» з'явився, коли золоті часи масового виробництва автомобілів у ЗДА закінчилися в 1976 році в результаті банкрутства компанії Chrysler і втрати грошей компаніями GM і Ford. На це також вплинула друга нафтова криза, яка призвела до падіння виробництва автомобілів у ЗДА на 22% і зацікавленості в японських технологіях виробництва. Зокрема, виробничою системою Тойота, що призвело до публікації двох статей у 1977 році: однієї Сугіморі [12] в «Journal of production research» та іншої Ешберна в «American Machinist» [13]. Статті були присвячені канбан і виробництву «точно в строк». Вперше було написано про корекцію та вирівнювання виробництва.

Ці статті викликали занепокоєння в американських та європейських автомобільних компаніях. Однак у 1980 році на телеканалі NBC вийшла передача продюсера Клер Кроуфорд-Мейсон під назвою «Якщо Японія може, то чому ми не можемо». Це спричинило революцію якості, яка призвела до п'ятирічної дослідницької програми IMVP з бюджетом у п'ять мільйонів доларів. Згодом це

дослідження стало відомим як дослідження Вомака, яке призвело до публікації книги «Машина, що змінила світ», де вперше з'явився термін «ощадливе виробництво».

У 1984 році Toyota Motor Company і General Motors створили спільне підприємство в Каліфорнії. У середині 1980-х років англійською мовою вийшли такі відомі книги, як «Toyota Production Systems» Тайічі Оно (1988), а також «Toyota Production Systems» Ясухіро Модена (1983) [14].

З 3,5 мільйонами автомобілів на ринку на початку 1980-х років Toyota Motor Company несподівано посіла друге місце серед світових виробників. Це був також історичний момент, коли японська автомобільна промисловість обігнала американську. Японська автомобільна промисловість досягла вражаючих результатів – 11 мільйонів автомобілів порівняно з 8 мільйонами в Америці, і найбільший внесок у цей успіх зробила Toyota Motor Company [15].

Термін «ощадливе виробництво» ввів Джон Крафчик у 1988 році у своїй статті «Тріумф системи ощадливого виробництва», написаній на основі дисертації, захищеної ним у Школі менеджменту Слоуна Массачусетського технологічного інституту. Він довгий час був дослідником Міжнародного проекту з автомобільного транспорту, який працював над дослідженням світової автомобільної промисловості в З'єднаних Держави Америки. [2].

Пізніше цей термін був підхоплений вченими Джеймсом П. Вомаком, Деніелом Т. Джонсом і Деніелом Роосом у їхній книзі «Машина, що змінила світ», в якій вони вперше детально проаналізували і порівняли ефективність виробничих систем провідних світових виробників автомобілів з японською компанією Toyota, розкривши причини явної переваги останньої над усіма конкурентами.

У 1996 році вони привернули увагу та зробили свої імена відомими у західному світі, опублікувавши книгу «Ощадливе мислення: прогнати марнотратство та створити багатство у вашій корпорації», [16] в якій описано п'ять етапів досягнення ощадливої організації: цінність, потік цінності, потік, потяг, досконалість. Цінність – це те, за що клієнт готовий платити. Потік цінності

складається з дій, що виконуються для надання продукту або послуги клієнту. Після того, як цінність з точки зору клієнта визначена і потік цінності відображений на карті, в процесі необхідно створити потік. Сигнал з боку клієнта – «тягнути» – є тут провідним. Далі йдеться про вдосконалення процесу, досконалість.

Таким чином, ощадливе виробництво є узагальненням і популяризацією на Заході виробничої системи Тойота, яка пододала обмеження масового виробництва (розробленого Генрі Фордом і Альфредом Слоуном), що застосовувалося тоді (і застосовується досі) майже всіма західними компаніями.

1.3. Основні моделі та методики імплементації ощадливого виробництва

Попри значну різноманітність підходів до розгортання системи й застосування практик ощадливості, у цьому підрозділі акцент зроблено лише на тих методиках, які є визнанні у світовій та вітчизняній практиці, вважаються найбільш поширеними та довели свою ефективність у різних галузях. Обраний перелік – десять інструментів – не претендує на вичерпність; він слугує репрезентативною вибіркою, що охоплює базові й водночас взаємодоповнювані елементи філософії ощадливого виробництва. У різних класифікаціях окремі з них можуть трактуватися як складові один одного або як самостійні, рівнозначні методики, проте їхня спільна мета лишається незмінною – скорочення втрат, підвищення гнучкості та забезпечення стабільної якості продукції.

Таблиця 1.1.

Перелік основних інструментів ощадливого виробництва

№	Українська назва	Англійська назва
1	Коміркове виробництво	Cellular manufacturing
2	Час циклу	Takt time
3	Безперервний потік	Continuous-flow manufacturing

4	Система витягування	Канбан
5	П'ять чому	Five whys
6	Зміна прес-форми за лічені хвилини	Single-minute exchange of die
7	Запобігання помилкам	Poka-yoke
8	Вирівнювання виробництва	Production leveling
9	Метод 5S	5S (methodology)
10	Повне продуктивне обслуговування	Total productive maintenance

Джерело: складено автором на основі відкритих джерел та [17]

З огляду на практичну спрямованість дослідження, далі буде послідовно розглянуто сутність, призначення та ключові переваги кожного з обраних інструментів. Наведений нижче перелік дозволить унаочнити їхній внесок у формування цілісного підходу до використання ОВ на підприємстві та стане теоретичною основою для подальших рекомендацій щодо впровадження ощадливого виробництва в умовах української промисловості.

1. Коміркове виробництво – метод проектування виробничої системи на основі комірок, який має на меті скоротити цикл і час переналагодження. Комірка бере на себе повну відповідальність за виробництво сімейства подібних деталей або продукту. Усе необхідне обладнання та робоча сила розміщені в комірці, що надає їй певної операційної автономії. Часто конвеєри організовані у формі літери «U», оскільки це дозволяє керівнику менше пересуватися і легше контролювати весь процес. Метою такого виробництва є робота якомога швидше, виготовлення широкого спектру схожих продуктів і якомога менше відходів. Однією з найбільших переваг клітинного виробництва є його гнучкість.

Виготовлення виробів у комірках, зазвичай розташованих у U-подібній формі, дозволяє реалізувати безперервний потік (потокове виробництво) і гнучко використовувати навички операторів. Виробничі робочі місця та обладнання розташовуються в послідовності, яка забезпечує безперебійний потік матеріалів і

компонентів через виробничий процес з мінімальним транспортуванням або затримкою. Таке виробництво вимагає фундаментальної зміни парадигми від масового виробництва «партій і черг» до виробничих систем, орієнтованих на конкретний продукт, «єдиного потоку, що витягує виробництво»[18].

Комірка створюється шляхом консолідації процесів, необхідних для створення конкретного продукту, наприклад, деталі або набору інструкцій. Такі осередки дозволяють скоротити кількість зайвих етапів у процесі створення продукту, сприяють швидкому виявленню проблем і заохочують працівників спілкуватися в межах осередку для вирішення питань, які виникають миттєво.

Коміркове виробництво – протилежність функціональному плануванню (functional layout), де організація робочого місця організована за типом роботи (функцією), наприклад, при функціональному плануванні різальні верстати будуть знаходитися в одному місці, преси – в одній групі, зварювальники – разом і т.д. [19]

Впровадження цього ошадливого методу часто є першою серйозною зміною у виробничих операціях і є ключовим фактором підвищення швидкості та гнучкості виробництва, а також зменшення потреби в капіталі.

2. Час циклу – термін, адаптований з японського слова takutotaimu (タクトタイム), яке, в свою чергу, адаптоване з німецького Taktzeit, що означає «інтервал часу». Слово було введено німецькими інженерами в 1930-х роках. Слово походить від латинського слова «tactus», що означає «дотик, відчуття дотику, відчуття». Мета— точно узгодити виробництво з попитом, забезпечуючи ритм виробничій системі [20].

Якщо завод працює 9 годин на день (540 хвилин), а ринковий попит становить 180 одиниць продукції на день, то час виконання замовлення становить 3 хвилини. Метою часу виконання замовлення є точне узгодження виробництва з попитом (а не навпаки), забезпечуючи ритм системи ошадливого виробництва, відомої як «система витягування». Це один з основних показників застосування концепції ошадливого виробництва.

Іншими словами, тактовий час – це час, доступний для виробництва, поділений на ступінь потреби клієнта (його попит). Він задає темп виробництва відповідно до ступеня потреби клієнта і стає «пульсом» будь-якої ощадливої системи.

Час виконання – концептуальна частина ощадливого виробництва. Виробництво визначається тактовим часом, що впливає на дизайн виробничої системи на всіх рівнях проектної ієрархії, тобто на загальне планування заводу, специфікації машин і дизайн робочого циклу. У взаємопов'язаному комірчастому виробничому середовищі комірки працюють відповідно до такту, щоб забезпечити безперервний потік від комірки до комірки. У середині комірок продуктивність машини регулюється відповідно до часу роботи комірки. Робочий цикл операторів організований таким чином, щоб працівник міг завершити цикл за встановлений час. На конкретній стадії процесу тактовий час є параметром, який визначає виробничу послідовність [21].

3. Безперервний потік – підхід до дискретного виробництва, який контрастує з серійним виробництвом. Він асоціюється з виробництвом «точно в строк» і канбан і вимагає безперервного вивчення і вдосконалення, що в кінцевому підсумку вимагає інтеграції всіх елементів виробничої системи. Метою є оптимально збалансована виробнича лінія з невеликою кількістю відходів, найнижчими можливими витратами, поставлена вчасно і з безпомилковим виробництвом.

Мета парадигми полягає в досягненні безперервного потоку, коли одна дискретна одиниця продукту проходить від процесу до процесу. По суті, розмір партії дорівнює одиниці. Якщо не змінюється модель деталі або виробу, то цю мету необхідно збалансувати з додатковим часом обробки, а робочі центри, які виконують процес, зазвичай розташовуються в безпосередній близькості один від одного на потоковій лінії. Це часто є характерною рисою повторювано-потокowego виробництва, і більшість ручних складальних робіт на сучасному заводі виконуються саме так [22].

Тому зменшення розміру партії в виробництві є бажаною метою: це покращує швидкість реагування на запити клієнтів, одночасно покращуючи співвідношення роботи з доданою вартістю до роботи без доданої вартості. Однак це має бути збалансовано з урахуванням обмеженості ресурсів у процесах створення доданої вартості.

Якщо відбувається зміна деталі або моделі виробу, то інженер-технолог також повинен збалансувати час переналагодження з часом виконання. Якщо час переналагодження тривалий, як це може бути на верстаті, зменшенню розміру партії зазвичай передують методи скорочення часу налагодження, такі як однохвилинна заміна матриці [23].

4. Система витягування або канбан (Японська: 看板 [kamban])- метод контролю виробничих процесів, розроблений у 1940-х роках в Японії. Слово «канбан» у вільному перекладі можна перекласти як «видимий інвентар» у наступному випадку. У своєму первісному значенні в японській мові воно означає: вивіска, інформаційна дошка, білборд, етикетка.

Метод канбан базується на індивідуальних картках товару, їхньому обігу та аналізі. Канбан еволюціонував і сьогодні також означає інформаційну систему, систему планування, розподілу та контролю виробничої діяльності та завдань. Він полягає в організації виробничого процесу таким чином, щоб кожна організаційна клітинка виробляла саме те, що потрібно в даний момент часу. У цьому методі контроль запасів вважається критичним фактором в управлінні матеріалами[24].

У цій системі має бути баланс між попереднім і наступним процесами. Попередній процес не може виробити більше деталей, ніж може спожити наступний процес, так само як наступний процес не повинен закуповувати більше деталей, ніж йому потрібно виробити у попереднього процесу. У традиційному методі товари «проштовхуються» від одного ланцюга постачання до іншого, незалежно від того, чи були вони замовлені, чи ні.

При традиційному методі товари «перекидаються» з одного ланцюга постачання в інший, незалежно від того, чи були вони замовлені, чи ні. Це

призводить до збільшення запасів під час виробничого дисбалансу і невизначеності для тих, хто бере участь у роботі, оскільки вони не знають впливу використання і темпів своєї роботи в майбутньому. На противагу цьому, метод Канбан «витагує» необхідні предмети в наступний ланцюжок, вони переміщуються в міру їх споживання, тобто тільки тоді, коли будуть використані, без необхідності створення запасів. Іншими словами, в традиційній системі «запаси керують виробництвом», а в канбані «виробництво керує запасами»[25].

Канбан не має функції скорочення запасів, вона лише обмежує їх рівень до максимального значення, тому її не можна плутати з системою «точно в строк». Система Канбан вважається лише однією з частин системи «точно в строк».

5. П'ять чому? – ітеративна техніка тестування, спрямована на пошук причин проблем, які спостерігаються під час контролю якості, або скарг, отриманих від клієнтів. Застосовуючи техніку, робиться спроба знайти причину проблеми, щоб можна було працювати над її усуненням. Назва методики походить з практики і являє собою найбільш загальновідому необхідну кількість ітерацій, необхідних для пошуку причини проблеми. Важливо підкреслити, що відповідь на кожне запитання є основою для формування кожного наступного питання. Послідовно дотримуючись постулатів методики «5 чому», можна забезпечити логічний потік запитань, які глибше проникають у суть використовуваних процедур, поступово сприяючи виявленню причини проблеми [26].

Методика була розроблена Сакічі Тойода (Sakichi Toyoda) і використовується компанією Toyota як частина еволюції її виробничих методів. Він є невід'ємною частиною тренінгу з вирішення проблем, що проводиться в рамках ознайомлення з виробничою системою Toyota. Ініціатор – Тайічі Оно, описав метод «п'яти чому» як «основу наукового підходу Toyota, що полягає в повторенні п'яти разів “чому”, щоб природа проблеми та її вирішення стали зрозумілими». Цей інструмент поширився за межі Toyota, і зараз його використовують у практиках кайдзен, ощадливого виробництва та «Шість сигм».

В основному, для проведення аналізу «5 причин» використовують два методи: діаграму «риб'яча кістка» (Ісікава) або табличний формат. Ці інструменти дають змогу розгалужувати аналіз, щоб знайти більше першопричин. Кількість контрольних запитань не обмежується п'ятьма; це число слід розуміти символічно. Важливо продовжувати доти, доки не буде чітко визначено крок процесу, який спричинив помилку, і який більше не може бути розбитий на складові. П'ять разів запитавши, чому сталася помилка, можна знайти першопричину помилки. Усунення першопричини запобігає повторенню помилки. Усунення лише симптому часто призводить до повторення помилки в тому ж або схожому вигляді. При аналізі проблеми важливо пам'ятати, що «люди не виходять з ладу, виходять з ладу процеси», або, іншими словами, «знайдіть, що не так, а не хто не правий» [27].

6. Зміна прес-форми за лічені хвилини. Однохвилинна заміна штампу (SMED) – метод з філософії ощадливого виробництва. Метод намагається забезпечити швидкий та ефективний спосіб переналагодження виробничого процесу. Переналагодження – комплекс заходів, необхідних для переходу від поточного виробничого замовлення до нового виробничого замовлення. Ця концепція передбачає, що кожна зміна повинна займати менше 10 хвилин. Існує також просунута концепція One-Touch Exchange of Die (OTED), за якою переналадка повинна займати не більше ста секунд. Автором цієї концепції є японський промисловий інженер Шігео Шінго, один з найбільших натхненників виробничої системи Тойота. Таким чином, тривалість низки переналагоджень у Тойота скоротилася з годин до хвилин [28].

Однохвилинна заміна інструменту відноситься до процесу, пов'язаного з швидкою переналагодженням (QCO), який має на меті скоротити час переналагодження виробничого верстата або виробничої лінії. Термін «заміна інструменту» тут вводить в оману, оскільки мається на увазі час від останньої придатної деталі старої виробничої партії до першої придатної деталі нової виробничої партії, і його краще описати як «виробничу зміну». Різниця полягає в тому, що вирішальним є не лише час заміни інструменту, але й такі речі, як

забезпечення новим матеріалом або параметризація верстата тощо; іншими словами, весь час, протягом якого виробництво не може відбуватися.

Метою SMED є скорочення запасів шляхом переналагодження верстата на новий виробничий процес без переривання виробничого потоку. Кінцеву мету можна вважати досягнутою, коли машину або виробничу лінію можна переобладнати в межах виробничого циклу таким чином, щоб можна було реалізувати однопредметний потік або, ще краще, змішаний однопредметний потік навіть для найрізноманітніших продуктів. У цьому випадку запаси на лінії також дорівнюють нулю.

Ця концепція передбачає, що загалом будь-яка переналадка верстата або ініціалізація процесу повинна займати не більше 10 хвилин [29], звідси і фраза «одна хвилинка». Переналагодження інструменту визначається як час, що минув від виготовлення останньої правильної деталі серії до виготовлення першої правильної деталі наступної серії, а не тільки час переналагодження та фізичного налаштування верстата. Розрізняють два типи коригувань:

- Внутрішні налагодження / час: Це операції, які виконуються на зупиненому верстаті, поза робочим часом (відомі під аббревіатурою IED);
- Зовнішні налагодження / час: Це операції, які виконуються (або можуть бути виконані) під час роботи машини, тобто під час виробничого періоду (відомі під аббревіатурою OED).

7. Запобігання помилкам. Пока-йок (яп. ポカヨケ) – метод ощадливого виробництва, який запобігає помилкам (йокеру) операторів (пока) під час ручної роботи. Його мета – запобігти, виправити або виявити людські помилки до того, як вони трапляються.[30] Термін був винайдений Шігео Шінго і є частиною виробничої системи Toyota. Хоча спочатку використовувався термін «baka-yoke», що означає «тупе блокування», після реакції працівників перевагу було віддано назві «roka-yoke».

Шігео Шінго з TPS застосовує методологію пока-йок на кожному етапі виробничого процесу, де щось може піти не так або може бути допущена помилка.

Наприклад, це передбачає використання цифрового лічильника для відстеження кількості точкових зварних швів на виробі і забезпечення того, щоб зварювальник зробив правильну кількість зварних швів перед тим, як відправити його на лінію. Як наслідок, виробництво дефектних деталей часто обходиться дуже дорого. Багато клієнтів знаходять дефект і повертають всю партію деталей без попередження. Саме тут технології пока-йок відіграють вирішальну роль між людськими помилками та причинами дефектів.

Шінго проводив важливу різницю між помилками та дефектами[31]. Він говорив, що в більшості випадків помилок не уникнути, але їх можна виявити та виправити негайно. Дефекти – це помилки, яким вдається пройти весь шлях через систему і досягти клієнта. Пока-йок намагається запобігти тому, щоб дефекти не стали дефектами. Шінго розглядає контроль якості як трирівневу ієрархію діяльності, яка включає в себе пока-йок.

8. Вирівнювання виробництва або хейдзюнка (англ. heijunka) – техніка ощадливого управління, що передбачає належне планування та збалансування виробництва для уникнення простоїв машин і робітників та накопичення надлишкових запасів.

Цей метод був розроблений після Другої світової війни в Toyota Motor Company в Японії, як частина TPS. Хейдзюнка з японської означає «масштабування». Метод визначається як «рівномірний розподіл виробництва різних елементів протягом дня, тижня і місяця» в процесі складання. Він використовує тактовий час як вхідний параметр для процесу планування, щоб досягти найефективнішої послідовності та підтримувати потік роботи. Таким чином, хейдзюнка є розширенням балансування та масштабування.

Передумовою хейдзюнка є найкраще використання вже наявних ресурсів. Клієнтські замовлення зазвичай не є регулярними, а кількість замовленої продукції часто коливається. Тому виробництво не слід налаштовувати, орієнтуючись на поточні замовлення, а слід брати середні значення замовлень і виробляти однакову кількість продукції щодня [32]. Це призведе до рівномірного навантаження на

машини та працівників, а клієнт не буде розчарований тривалим часом очікування загального замовлення, але матиме враження, що виробник відреагував на його замовлення негайно.

Інші причини нерівномірного виробництва включають помилки в замовленні деталей і виробничих матеріалів, варіації технологічних процесів для окремих товарів, а також відмінності в продуктивності окремих машин і робітників. З цих причин вирівнювання може здійснюватися на двох рівнях, тобто з урахуванням розміру самих замовлень і з урахуванням змісту замовлень [33]. Окрім зменшення партій, які запускаються у виробництво, додатковими елементами, що сприяють досягненню вирівняного виробництва, є

1. Стандартизація процесів для кожного робочого етапу;
2. Можливість швидкого переналагодження обладнання, коли на одному і тому ж обладнанні виробляються різні товари;
3. Оптимізація часу виробничого циклу.

9. Метод 5S — система раціоналізації робочого місця. Була розроблена в післявоєнній Японії в компанії Тойота. Застосовується головним чином в обробній промисловості та у сфері послуг. 5S є ідеєю з японської концепції виробництва, згідно з якою порядок і чистота є основними вимогами щодо поліпшення роботи процесів, запущених на них. Чистота і підтримання порядку розглядається як основа якісної роботи.

5S використовуються у всіх сферах організації, як у виробництві, так і у сфері послуг та управління. Заохочується безпосередня участь всіх працівників. Відхилення можуть бути виявлені сторонніми особами, а також керівниками процесів. 5S — це п'ять японських слів [34]:

1. Сеїрі «сортування» — чіткий поділ речей на потрібні й непотрібні і позбавлення від останніх;
2. Сеїтон «дотримання порядку» (акуратність) — організація зберігання необхідних речей, яка дозволяє швидко і просто їх знайти і використовувати;

3. Сеісо «утримання в чистоті» (прибирання) — дотримання робочого місця в чистоті й охайності;
4. Сеікецу «стандартизація» (підтримання порядку) — необхідна умова для виконання перших трьох правил;
5. Сіцуке «вдосконалення» (формування звички) — виховання звички точного виконання встановлених правил, процедур і технологічних операцій.

Іноді під назвою 5S + 3 також додають включають безпеку, захищеність і задоволеність. Однак вони не є частиною оригінальної 5S. Вони простіші для пояснення переваг 5S, а не є окремою або більш повною ідеологією.

Результат вимірюється як у продуктивності, так і в задоволеності персоналу зусиллями, яких вони доклали для покращення умов праці. Застосування цієї методики має довгостроковий вплив. Щоб досягти прогресу у впровадженні будь-якого іншого інструменту ощадливого виробництва, необхідний високий рівень дисципліни в організації. Впровадження 5S може бути одним з перших кроків на шляху до безперервного вдосконалення [35].

10. Повне продуктивне обслуговування (скор. англ. TPM) – методологія, яка виникла як метод управління фізичними активами, що зосереджується на обслуговуванні та вдосконаленні виробничого обладнання для зменшення операційних витрат організації. Вона покликана розподілити відповідальність за технічне обслуговування, експлуатацію та продуктивність машин, а також покращити командну роботу та залучення працівників до управління [36].

Основна мета – підвищити загальну ефективність обладнання (ОЕЕ) виробничого обладнання, тобто збільшити обсяг виробництва. Вважається, що це також покращує моральний дух працівників та їхню задоволеність роботою. Загальне управління якістю (TQM) і загальне виробниче обслуговування (TPM) вважаються двома найважливішими операційними видами діяльності в системі управління якістю. Для того, щоб TPM був ефективним, вся організація, від вищого керівництва до рядових операторів, повинна брати в ньому повноцінну участь.

Розроблена між 1950 та 1970 роками в Японії Сейїчі Накадзімою, класична методологія ТРМ, що складається з 5 принципів, визнала управлінське мислення, згідно з яким діяльність з удосконалення на передньому краї є важливою для ефективної роботи. У 1971 році цей процес отримав нагороду в Японії. Однією з перших компаній, що використала цю систему, була Nippondenso, компанія, що виготовляла деталі для Тойоти. Пізніше, приблизно в 1971 році, Японський інститут технічного обслуговування заводів (JIPM) розвинув процес у 8 принципів ТРМ для всієї компанії, включивши в нього ідеї з оптимізації виробництва [37].

1. Сфокусоване вдосконалення (kobetsu-кайдзен);
2. Автономне обслуговування (джишу-хозен);
3. Планове обслуговування;
4. Якісне обслуговування (hinshitsu-хозен);
5. Управління розвитком;
6. Освіта та навчання;
7. Адміністративне загальне виробниче обслуговування;
8. Безпека, здоров'я та навколишнє середовище.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ I

Успіхи компанії Тойота, призвели до появи системи, яку ми сьогодні визначаємо як ощадливе виробництво, і її поширення на всю японську економіку за короткий час, просуваючись крок за кроком, день за днем розглядаючи виробництво під мікроскопом, ретельно аналізуючи і розвиваючи його.

Застосовуючи TPS, Тойота змогла скоротити свої витрати і таким чином увійти в топ-10 найбільших компаній світу. TPS є класичним прикладом кайдзен підходу до вдосконалення виробництва, який часто використовувався іншими виробничими компаніями.

Ощадливе виробництво як методологію підвищення ефективності виробництва Джеймс Вомак запозичив, скопіювавши структуру виробничої системи Тойота, розроблену Тайічі Оно, директором і консультантом компанії Тойота.

Зростаючий інтерес до оптимізації процесів призвів до того, що «lean» тепер широко використовується і в непромисловому середовищі. Наприклад, ощадливе виробництво застосовується в державному секторі, охороні здоров'я, фінансових послугах та логістиці. Крім того, на початку двадцять першого століття більше уваги приділяється організаційній стороні ощадливого виробництва та створенню культури вдосконалення.

II РОЗДІЛ. АНАЛІЗ СТАНУ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ТОВ «КОРОСТЕНСЬКИЙ ЗАВОД МДФ»

2.1. Характеристика ринку та підприємства ТОВ «Коростенський завод МДФ»

Для дослідження було обрано промислове підприємство деревообробної галузі – «Коростенський завод МДФ», яке має організаційно-правову форму товариства з обмеженою відповідальністю. Вибір підприємства зумовлений його провідними позиціями на національному ринку, вагомим внеском у розвиток деревообробної галузі України, значним експортним потенціалом, а також високим рівнем технологічності та інноваційності виробництва.

Коростенський завод МДФ — провідне українське підприємство, Зареєстроване 12 травня 2010 року як ПрАТ, спеціалізується на екологічно чистому виробництві деревоволокнистих плит середньої (МДФ) та високої щільності (ХДФ), ламінованих підлогових покриттів і пиломатеріалів під торговою маркою REZULT, оснащене сучасним високотехнологічним обладнанням, значними складськими потужностями та розвиненою мережею транспортної інфраструктури.
[38]

Таблиця 2.1

Основні відомості про підприємство ТОВ «Коростенський завод МДФ»

Повне найменування юридичної особи	ТОВАРИСТВО З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ КОРОСТЕНСЬКИЙ ЗАВОД МДФ
Скорочена назва	ТОВ "КОРОСТЕНСЬКИЙ ЗАВОД МДФ"
Адреса	11504, Житомирська обл., Коростенський р-н, м. Коростень, вул. Кемського Сергія, буд. 11-Д

Дата реєстрації	02.01.2024 (1 рік 2 місяці)
ЄДРПОУ	37079170

Джерело: складено автором на основі відкритих джерел [39]

Функціональна структура організації управління підприємства ТОВ «Коростенський завод МДФ» є лінійною й зображена на схемі в **Додаток А**

Характеристика проекту [40]:

- Сума інвестицій: 120 мільйонів євро;
- Площа заводу: 40 га;
- Сировина для виробництва: круглий ліс хвойних порід з помірних кліматичних поясів з невеликою часткою відходів лісо- та деревообробки (обрізки, тирса, стружка);
- Кількість робочих місць: 800;
- Завод розрахований на виробництво 900 м³ плит МДФ на добу, що відповідає продуктивності близько 300000 м³ / рік.

Згідно з інформацією відкритих джерел, офіційно зареєстрованим основним видом діяльності ТОВ «Коростенський завод МДФ» за КВЕД є 16.21 «Виробництво фанери, дерев'яних плит і панелей, шпону». [41] Вид діяльності 16.21 належить до розділу 16 «Оброблення деревини та виготовлення виробів з деревини та корка, крім меблів; виготовлення виробів із соломки та рослинних матеріалів для плетіння», секції С «Переробна промисловість». Таким чином, підприємство здійснює діяльність на ринку деревообробної промисловості України.

За офіційною статистикою [42], станом на 01 листопада 2024 року за видом економічної діяльності 16.21 в Україні налічувалося 169 активних підприємств, з яких 13 в Житомирській області. Кількість зареєстрованих на 01 січня 2025 року

юридичних осіб за видом економічної діяльності – 335. Кількість зареєстрованих фізичних осіб-підприємців за видом економічної діяльності – 73.

Основними конкурентами ТОВ «Коростенський завод МДФ» на ринку України є провідні світові підприємства деревообробної промисловості, які постачають матеріали з-за кордону, так і їхні філії в Україні, які працюють за аналогічним основним видом діяльності (КВЕД 16.21) [43].

Лідером за обсягами виручки серед цих конкурентів є ТОВ «КРОНОСПАН УА» (ЄДРПОУ 33273907) із виручкою 5,62 млрд грн. Ця компанія входить до міжнародної групи Kronospan, що є одним із найбільших світових виробників деревних плит і матеріалів. Kronospan має сучасне високотехнологічне виробництво і домінує завдяки масштабам виробництва, широкому асортименту продукції, налагодженій логістиці та потужним експортним позиціям.

Другу позицію за виручкою займає ТОВ «СВІСС КРОНО» (ЄДРПОУ 31147999) з виручкою 5,41 млрд грн. Підприємство входить до міжнародної швейцарської групи Swiss Krono, яка широко представлена в Європі та Україні, зокрема виробляє МДФ-плити, ламіновану підлогу та інші деревні матеріали. Swiss Krono характеризується високою якістю продукції, інноваційними технологіями та потужною дистриб'юторською мережею.

Третім великим конкурентом є ТОВ «КРОНОСПАН РІВНЕ» (ЄДРПОУ 40144003) з виручкою 3,41 млрд грн, яке також є частиною групи Kronospan. Завод у Рівному спеціалізується на виробництві ДСП, МДФ, ламінату та інших деревних матеріалів, займає важливі позиції як на українському, так і на міжнародному ринках завдяки потужному виробничому потенціалу і високій якості продукції.

Наступним конкурентом є ТОВ «ОДЕК УКРАЇНА» (ЄДРПОУ 25322516) з виручкою 2,09 млрд грн. Дане українське підприємство спеціалізується на виробництві фанери та дерев'яних плит, має стабільні позиції завдяки налагодженій системі експорту в країни ЕУ та активному розвитку внутрішнього

ринку. Важливим фактором конкурентоспроможності компанії є висока якість продукції та екологічні стандарти.

Також значущим конкурентом виступає ТОВ «СВИСПАН ЛІМІТЕД» (ЄДРПОУ 32358806) з виручкою 1,62 млрд грн, яке займається виробництвом деревних плит і матеріалів для меблевої промисловості, будівництва та інших галузей. Підприємство активно розвиває виробничі потужності та впроваджує сучасні технології, що дозволяє йому конкурувати на ринку з більшими гравцями.

Отже, ринок виробництва фанери, дерев'яних плит та панелей в Україні представлений низкою великих і потужних компаній з міжнародною інтеграцією, які ведуть активну конкуренцію як за рахунок обсягів виробництва і реалізації, так і за рахунок впровадження інноваційних технологій та орієнтації на якість і екологічність продукції.

Враховуючи кількість суб'єктів господарювання та специфіку продукції, що випускається, можна стверджувати, що ринок, на якому діє ТОВ «Коростенський завод МДФ», характеризується низьким рівнем конкуренції.

ТОВ «Коростенський завод МДФ» має два виробництва [44]:

1. деревинно-волокнистих плит, панелей середньої щільності сухого пресування та ламінованої підлоги (час роботи виробництва – 7260 год/рік);
2. карбамідоформальдегідної та меламінокарбамідоформальдегідної смол з готового карбамідоформальдегідного концентрату (час роботи виробництва – 7920 год/рік).

Таблиця 2.2

Перелік видів продукції, що випускається на об'єкті, у тому числі продукції переділів, що використовується у власному виробництві

Номер	Вид продукції	Річний випуск
1	Деревинно-волокниста плита МДФ (ХДФ)	240 000 м ³

2	Ламінований МДФ (ХДФ)	70 000 м ³
3	Ламінована підлога	4 400 000 м ²
4	Карбамідоформальдегідна та меламінокарбамідоформальдегідна смоли	25380 тонн

Виробництво деревинно-волокнистих плит, панелей середньої щільності сухого пресування та ламінованої підлоги. МДФ – плитний матеріал, виготовлений з висушених деревних волокон, оброблений зв'язуючими речовинами і сформований у вигляді ковдри з наступним гарячим пресуванням і шліфуванням. В МДФ розвинута поверхня деревних волокон і скорочений цикл пресування поєднується з міцністю за рахунок участі зв'язуючих речовин у міжволоконній взаємодії. Основним елементом для зв'язування волокон є природний лігнін, що виділяється в процесі нагрівання деревини. Плити використовуються для виготовлення меблів та ламінування коротким виробничим циклом. На заводі виготовляють МДФ плити не шліфовані, шліфовані та ламіновані.

Додатково На підприємстві до основної лінії виробництва МДФ, для її обслуговування, встановлені:

1. Лінія для виробництва заготовок для меблів з МДФ плит, яка складається з установки форматного розкрою плитних матеріалів Schelling 8 з ЧПУ;
2. Дробарки та шредер для подрібнення відходів МДФ плит; деревообробного виробництва.
3. Енергоблок призначений для поставки насиченої пари (наприклад на дефібратор, в просіювач), термічного масла (для нагріву преса) та топкового газу (для нагріву сушки).
4. Високоєфективне аспіраційне обладнання: рукавні фільтри, циклони, батарейні циклони та водяний скруббер для очищення газоповітряної суміші від забруднюючих речовин.

Основні матеріали, що застосовуються при виготовленні деревинно-волокнистої плити:

- лісоматеріали круглі хвойних порід – 645 тис.м3/рік;
- смола карбамідоформальдегідна – 20100 т/рік;
- смола меламінокарбамідоформальдегідна – 3400 т/рік;
- сульфат амонію - 120,30 т/рік;
- парафінова емульсія «Chemipol» – 1488 т/рік;
- сечовина згідно – 2500 т/рік;
- розподільчий засіб Multiboard Universal HP L 31820 – 15 т/рік;
- декоративний імпрегнований папір – 6 626,4 тис.м2/рік;
- фарба друкарська JP-K72 – 98 л/рік та розчинник TH-69E – 108 л/рік.

Для упаковки готової продукції (деревинно-волокнистих плит) використовується 2000 тис.м/рік поліетилентерефталатної стрічки.

Основні матеріали, що застосовуються при виготовленні ламінованої підлоги:

- плита деревоволокниста тверда ламінована – 4 840 000 м2/рік;
- фарба друкарська JP-K72 E – 147 л/рік та розчинник TH-69E – 162 л/рік.

Для упаковки готової продукції (ламінованої підлоги) використовуються поліетиленова плівка в кількості 80,582 т/рік та 8,1 т/рік поліетилентерефталатної стрічки; кількість використаного термоклею Івімельт 2842BV для склеювання коробів – 9,775 т/рік.

Для потреб енергоустановки використовується 7160 тн/рік відходів деревини (деревного волокна некондиційного, пилу деревного, кусків деревини) та 16322 тн/рік тріски.

Для ручного дугового зварювання використовуються електроди АНО-4 в кількості 480 кг/рік, АНО-21 - 360 кг/рік, ЦЛ-11 – 48 кг/рік; для газового різання сталі (4200м.п.) витрачається пропан-бутанової суміші 400 кг/рік.

Для обслуговування автотранспорту використовується 127 м3/рік дизпалива. Для забезпечення роботи дизель-генераторів витрачається 7,7 тн/рік дизпалива.

2.2. Фінансово-економічний аналіз діяльності ТОВ «Коростенський завод МДФ»

Фінансово-економічний аналіз є важливою складовою управлінської діяльності, яка дозволяє оцінити поточний фінансовий стан підприємства, визначити причини виникнення фінансових проблем та розробити рекомендації щодо їх усунення. У контексті дослідження діяльності ТОВ «КЗМ» аналіз фінансового стану спрямований на оцінку ефективності використання ресурсів підприємства, ліквідності та платоспроможності, прибутковості, а також фінансової стабільності.

На основі фінансової звітності підприємства (**Додаток Б**) у розділ 2.2 буде проведено комплексний аналіз динаміки доходу, чистого прибутку, активів, власного капіталу та ключових показників ліквідності й фінансової стійкості за період 2020–2024 рр., із особливим акцентом на порівнянні довоєнного 2021 року та останнього доступного 2024 року. Окремо розраховано відхилення між показниками 2024 і 2021 років, що дасть змогу оцінити ефективність поточних інструментів на підприємстві в кризових умовах. Отримані результати аналізу допоможуть зрозуміти масштаби впливу зовнішніх і внутрішніх економічних факторів, визначити сильні та слабкі сторони діяльності компанії, а також сформулювати комплекс рекомендацій для підвищення ефективності фінансово-

господарської діяльності та забезпечення сталого розвитку підприємства за допомогою методів ощадливого виробництва.

Таблиця 2.3

Динаміка основних фінансових показників ТОВ «Коростенський завод МДФ» за 2020–2024 роки (тис грн)

Показник	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Відхилення (2024–2021)
Дохід	1468937	2551869	2104103	2533979	1890698	-661 171
Чистий прибуток	146 091	124 907	171 263	237 055	-9 783	-134 690
Активи	1162880	1534313	2791044	4801612	5138244	+3 603 931
Гроші та їх еквіваленти	11 109	5 668	225 355	197 079	4 458	-1 210
Поточні зобов'язання	1338317	1 584843	2 670311	4443824	4790827	+3 206 984
Власний капітал	-175 437	-50 530	120 733	357 788	347 417	+397 947

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності

Дохід підприємства за аналізований період мав нестабільну динаміку: після суттєвого зростання з 1 468 937 тис. грн у 2020 році до 2 551 869 тис. грн у 2021 році (+73,7%), відбулося поступове зниження у 2022–2024 роках, до рівня 1 890 698 тис. грн у 2024 році. Негативне відхилення (-661 171 тис. грн) між 2024 і довоєнним 2021 роком свідчить про зменшення обсягів реалізації продукції внаслідок ускладнених економічних умов і втрати частини ринків збуту.

Чистий прибуток характеризується нестабільною тенденцією протягом 2020–2024 років. Після зниження у 2021 році (124 907 тис. грн), у 2022–2023 роках спостерігався приріст до 237 055 тис. грн у 2023 році. Проте у 2024 році підприємство перейшло в зону збитковості (-9 783 тис. грн), з відхиленням -134 690

тис. грн порівняно з 2021 роком, що вказує на значне збільшення витрат, падіння маржі та втрату ефективності управління витратами.

Активи підприємства демонструють постійне зростання упродовж усього досліджуваного періоду: з 1 162 880 тис. грн у 2020 році до 5 138 244 тис. грн у 2024 році, приріст від 2021 року до 2024 року склав 3 603 931 тис. грн (+235%). Значне зростання активів пояснюється великими вкладеннями в необоротні активи та незавершені капітальні інвестиції, що свідчить про розширення матеріально-технічної бази підприємства. Це вказує на накопичення активів, які поки що не генерують достатньо прибутку.

Грошові кошти й їх еквіваленти мали нестійку динаміку: значне зниження від 11109 тис. грн у 2020 році до 5668 тис. грн у 2021 році, різке зростання у 2022 році до 225355 тис. грн, з поступовим зниженням до 4458 тис. грн у 2024 році. Відхилення між 2024 та 2021 роками (-1210 тис. грн) свідчить про погіршення стану ліквідності та нестабільність грошового потоку. Така волатильність свідчить про нерівномірне управління ліквідністю, яке призводить до ризику нестачі коштів для покриття поточних витрат.

Поточні зобов'язання підприємства зростали щорічно протягом усього періоду: з 1338317 тис. грн у 2020 році до 4790827 тис. грн у 2024 році, з відхиленням +3206984 тис. грн (+202%) порівняно з 2021 роком. Дані свідчать про значне накопичення короткострокових боргів і кредиторської заборгованості, що створює ризики фінансової нестійкості підприємства.

Власний капітал мав позитивну тенденцію до зростання з негативних значень (-175 437 тис. грн у 2020 році і -50 530 тис. грн у 2021 році) до позитивних значень (120 733 тис. грн у 2022 році, 357 788 тис. грн у 2023 році та 347 417 тис. грн у 2024 році). Позитивне відхилення між 2024 і 2021 роками (+397 947 тис. грн) вказує на покращення фінансового стану підприємства завдяки докапіталізації та реінвестуванню прибутків попередніх періодів.

Наступним етапом розглянемо показники ліквідності підприємства (табл. 2.4).

Таблиця 2.4

Аналіз показників ліквідності ТОВ «Коростенський завод МДФ» за 2020–2024 рр. (%)

Показник	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Відхилення (2024–2021)
Коефіцієнт поточної ліквідності	23.87%	59.33%	54.90%	39.13%	30.68%	-28.65
Коефіцієнт абсолютної ліквідності	0.83%	0.36%	8.44%	4.43%	0.09%	-0.27
Коефіцієнт швидкої ліквідності	9.24%	43.43%	43.00%	31.63%	19.48%	-23.95

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності

Коефіцієнт поточної ліквідності демонструє нестабільну динаміку: після суттєвого зростання у 2021 році (до 59,33%) спостерігається поступове зниження у 2022–2024 роках, до рівня 30,68%. Це свідчить про зменшення можливості підприємства оперативно погашати короткострокові зобов'язання за рахунок поточних активів, а негативне відхилення (-28,65 п.п.) між 2024 і довоєнним 2021 роком підтверджує погіршення платоспроможності підприємства.

Коефіцієнт абсолютної ліквідності характеризується високою волатильністю протягом 2020–2024 років: найнижче значення у 2021 році (0,36%), значне зростання до 8,44% у 2022 році, і знову різке падіння до майже нульового рівня 0,09% у 2024 році. Такі різкі коливання свідчать про нестабільне управління грошовими коштами, що підтверджується негативним відхиленням у 2024 році (-0,27 п.п.) порівняно з останнім довоєнним роком.

Коефіцієнт швидкої ліквідності суттєво зріс у 2021 році до 43,43%, утримався на цьому рівні у 2022 році (43,00%), а вже у 2023–2024 роках показав негативну динаміку, знизившись до 19,48%. Дані свідчать про зменшення ліквідних активів підприємства, погіршення структури оборотних активів, що підтверджується значним негативним відхиленням у 2024 році (-23,95 п.п.) відносно 2021 року.

Таблиця 2.5

Показники фінансової стійкості підприємства (%)

Показник	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Відхилення (2024–2021)
Коефіцієнт автономії	- 15.09	-3.29	4.33	7.45	6.76	+ 10.05
Рентабельність активів (ROA)	12.56	8.14	6.14	4.94	-0.19	- 8.33
Рентабельність власного капіталу (ROE)	- 58.79	- 110.55	487.91	99.08	-2.77	+ 107.78

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності

Коефіцієнт автономії протягом досліджуваного періоду мав позитивну тенденцію: з негативного значення (-3,29%) у 2021 році перейшов у позитивну зону у 2022 році (4,33%), поступово зріс до 7,45% у 2023 році і трохи знизився до 6,76% у 2024 році. Позитивне відхилення між 2024 і 2021 роками (+10,05 п.п.) вказує на покращення фінансової незалежності підприємства та зростання частки власного капіталу у структурі пасивів.

Рентабельність активів (ROA) мала стійку тенденцію до зниження протягом усього періоду з 2020 (12,56%) до 2024 року (-0,19%). Найбільше зниження спостерігається між 2021 (8,14%) та 2024 роками (-8,33 п.п.), що свідчить про погіршення ефективності використання активів, зниження чистого прибутку та перехід до збитковості в останньому році.

Рентабельність власного капіталу (ROE) характеризується значною нестабільністю: від негативного значення у 2020–2021 роках (до -110,55%) до різкого зростання у 2022 році (487,91%), подальшого падіння до 99,08% у 2023 році та знову переходу до від’ємного значення у 2024 році (-2,77%). Попри значне позитивне відхилення між 2024 і 2021 роками (+107,78 п.п.), такий результат свідчить про значні ризики та недостатню стабільність доходності власного капіталу.

Таблиця 2.6

Показники фінансової стійкості підприємства %

Показник	2020 рік	2021 рік	2022 рік	2023 рік	2024 рік	Відхилення (2024–2021)
Чиста маржа	9.95	4.89	8.14	9.36	-0.52	-5.41
Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом	-20.80	-8.51	9.11	11.68	9.47	+17.98
Коефіцієнт заборгованості	115.09	103.29	95.67	92.55	93.24	-10.05

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності

Чиста маржа мала неоднорідну динаміку: різке зниження у 2021 році до 4,89%, поступове відновлення до 9,36% у 2023 році і різкий спад до негативного значення (-0,52%) у 2024 році. Негативне відхилення у 2024 році (-5,41 п.п.) вказує на зростання операційних витрат, зниження ефективності реалізації та втрату прибутковості.

Коефіцієнт покриття необоротних активів власним капіталом поступово покращувався протягом усього періоду: з негативного рівня (-8,51%) у 2021 році до позитивних значень у наступні роки, досягнувши 9,47% у 2024 році. Позитивна різниця між 2024 та 2021 роками (+17,98 п.п.) свідчить про покращення структури фінансування довгострокових активів за рахунок власних ресурсів.

Коефіцієнт заборгованості поступово знижувався з високого рівня 115,09% у 2020 році до 92,55% у 2023 році, проте в 2024 році знову трохи зріс до 93,24%. Відхилення між 2024 та 2021 роками (-10,05 п.п.) свідчить про поступове зменшення частки позикових коштів у структурі капіталу, але рівень понад 90% продовжує створювати високі фінансові ризики.

Таблиця 2.5

Динаміка чисельності персоналу та середньої річної заробітної плати

Показник	2020	2021	2022	2023	2024	Δ 2024 – 2021
Кількість працівників, осіб	536	459	376	324	324	-135
Середня річна зарплата, грн	125 896	170 963	152 505	224 031	240 886	+69 923

Джерело: складено автором на основі фінансової звітності

Кількість працівників мала виражену тенденцію до скорочення: штат зменшився з 459 осіб у 2021 році до 324 осіб у 2024 році (-29%). Таке значне негативне відхилення вказує на суттєвий вплив воєнних та соціальних ризиків, які загострилися в аналізованому періоді. Це змусило підприємство прискорити впровадження автоматизованих технологій, скоротити допоміжні дільниці та оптимізувати персонал, аби підтримати операційну ефективність і конкурентоспроможність в умовах нестабільності.

Середня річна зарплата характеризувалася помітним зростанням на тлі суттєвого скорочення персоналу. При майже незмінному загальному фонді оплати праці (з 78,5 млн грн у 2021 році до 78,0 млн грн у 2024 році), середня річна зарплата на одного працівника зросла з близько 171 тис. грн до приблизно 241 тис. грн (приріст +41%). Таке позитивне відхилення обумовлене інфляційними процесами, підвищенням вимог до професійних навичок персоналу, а також посиленою конкуренцією за кваліфіковані кадри.

Отже, у результаті фінансово-економічного аналізу (розд. 2.2) виявлено, що обсяги реалізації продукції ТОВ «КЗМ» у 2024 р. знизилися до 1 890 698 тис. грн проти 2 551 869 тис. грн у 2021 р., що свідчить про негативний вплив зовнішніх (втрати ринків збуту, енергетична криза) та внутрішніх (зростання собівартості, перебої з постачанням) факторів. Одночасно активи компанії зросли з 1 534 313 тис. грн у 2021 р. до 5 138 244 тис. грн у 2024 р. (+235 %), що вказує на суттєві капіталовкладення в модернізацію виробництва, але поки що не синхронізовані з показниками рентабельності.

Показники ліквідності демонструють нестабільність і відхилення від принципу безперебійного потоку ресурсів, характерного для «ощадливого виробництва». Наприклад, коефіцієнт поточної ліквідності знизився з 59,33 % у 2021 р. до 30,68 % у 2024 р., а абсолютна ліквідність у 2024 р. впала до 0,09 %, що не дозволяє оперативно реагувати на коливання попиту та ризики збою грошових потоків. За логікою ощадливого виробництва слід прагнути коефіцієнтів поточної й швидкої ліквідності мінімум 1,2–1,5, щоб «витягувач» (замовник) завжди знаходив чітке і своєчасне обслуговування.

Фінансова стійкість ТОВ «КЗМ» також має розбалансованість: зі зростанням частки власного капіталу (коєф. автономії з $-3,29\%$ у 2021 р. до $+6,76\%$ у 2024 р.) співпало збільшення коефіцієнта заборгованості до рівня понад 90 %, що створює ризик «перевантаження» (мури) виробничих процесів зовнішніми зобов'язаннями. За духом ощадливого виробництва необхідно зменшити боргове навантаження до 50–60 % та підвищити ROA хоча б до 5 % щорічно.

Негативна рентабельність активів у 2024 р. ($-0,19\%$) та чиста маржа ($-0,52\%$) вказують на «нерівномірність» (мура) й «відходи» (муда) у виробничих процесах і закупівлях. Як наслідок варто зосередитися на підвищенні коефіцієнта оборотності активів, зменшенні циклу виробництва (дотримання такт-тайму) та скороченні незавершеного виробництва, щоб досягти прибутковості не менше 5–7 %.

Усі ці показники мають рухатися в бік скорочення циклів, підвищення гнучкості, зниження запасів і витрат та збільшення швидкості реагування на запити клієнтів – відповідно до принципів «ощадливого виробництва».

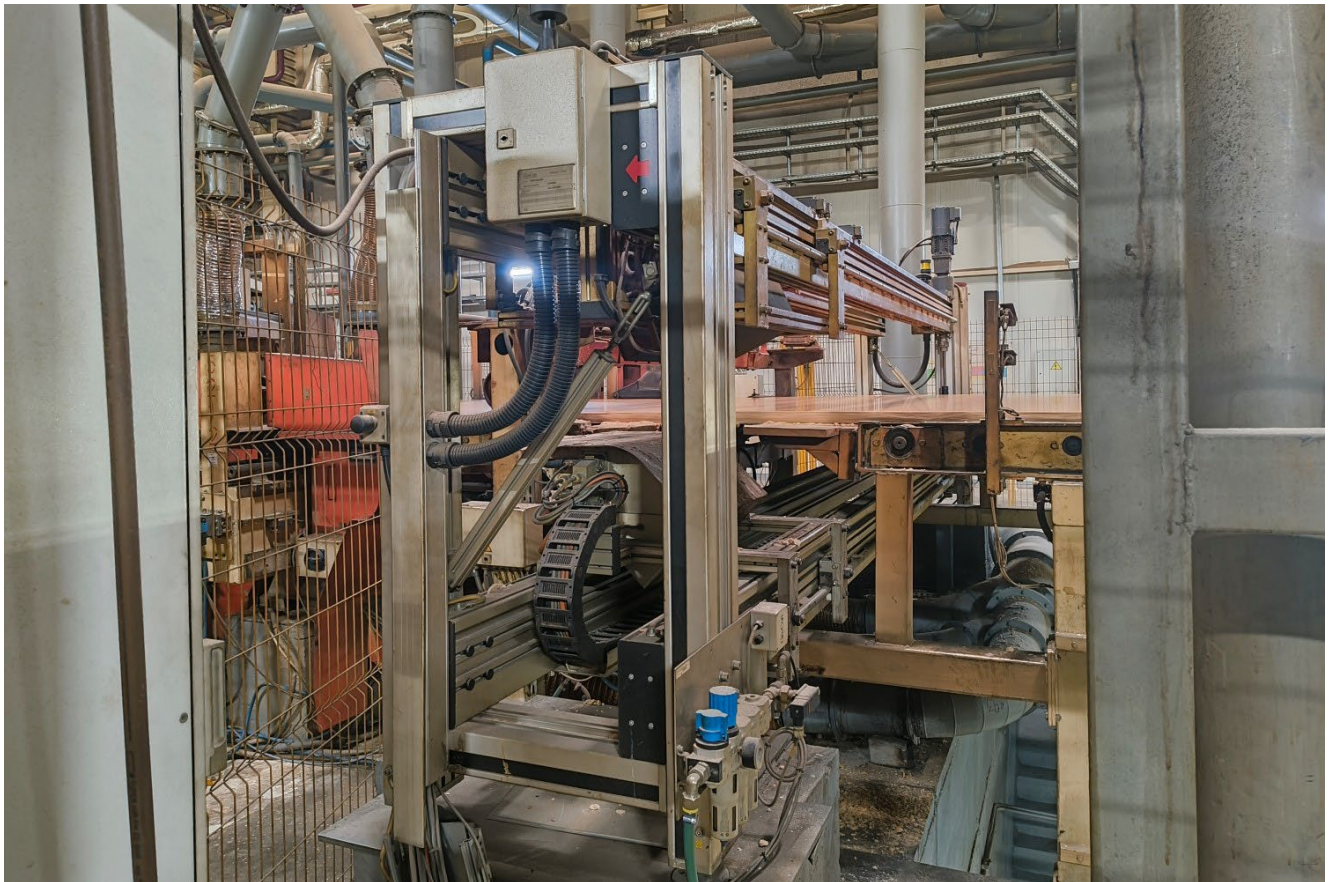
2.3. Дослідження досвіду впровадження ощадливого виробництва ТОВ «Коростенський завод МДФ»

Виробнича лінія ТОВ «Коростенський завод МДФ» проектувалася як «фабрика без вузьких місць», тому вся лінія — від окорювання колод до пакування плит — інтегрована в безперервний потік, створений на обладнанні німецьких лідерів деревообробної галузі.

Серцем виробництва є безперервний прес Siempelkamp ContiRoll дев'ятого покоління завдовжки 40 м [45]. Прес має гнучку вхідну секцію, модернізовану систему гідравліки та інноваційну схему нагріву й забезпечує швидкість полотна понад 200 мм/с при питомому тиску до 500 Н/см², що ідеально підходить для випуску плит середньої та високої щільності зі стабільним профілем товщини $\pm 0,1$ мм [29]. У світі працює вже понад 360 таких пресів, тож підприємство користується технологією, яка багаторазово підтвердила свою надійність.

Ключовою перевагою заводу є наскрізна автоматизація на платформах Siemens SIMATIC Step 7 / TIA Portal: усі 1 900 датчиків і приводів від пилорам до охолоджувачів зведені у єдину SCADA. Step 7 дає змогу конфігурувати, тестувати й діагностувати контролери різних поколінь з однієї інтерфейсної оболонки, а відкритий протокол OPC UA полегшує зв'язок із системами енергомоніторингу та зовнішніми MES-модулями [46]. Завдяки цьому кожен агрегат працює за принципом Jidoka: якщо датчики дефібратора або преса виходять із «зеленої зони», зупиняється тільки проблемна секція, а не вся лінія.

Одним з прикладів які були застосовані на підприємстві є дооснащення виробничої лінії онлайн-контролем структури плити відразу після пресу. Процес здійснює рентгенівська система GreCon STENOGRAPH (Світлини 1, 2). Коса X-променева трубка сканує полотно під кутом 45° , а пара рухомих детекторів формує «сирий» профіль щільності в реальному часі. Оператор одразу бачить відхилення й може миттєво коригувати рецепт, що унеможливорює відвантаження неякісного продукту клієнту [47].





Світлина 1 та 2. Установка GreCon STENOGRAPH для вимірювання профілю густини сировини безпосередньо в потоку

Джерело: особистий архів автора

Одним з ключових етапів які сповільнюють виробництво є зберігання в штабелях. Для остаточної полімеризації клею плита МДФ повинна відстоятися протягом трьох днів. Буфер для кондиціонування та полімеризації МДФ плит дозволяє виконати хімічне дозрівання смоли що забезпечує якість кінцевої продукції. Далі відбувається етап шліфування, після якого плити потрапляють на:

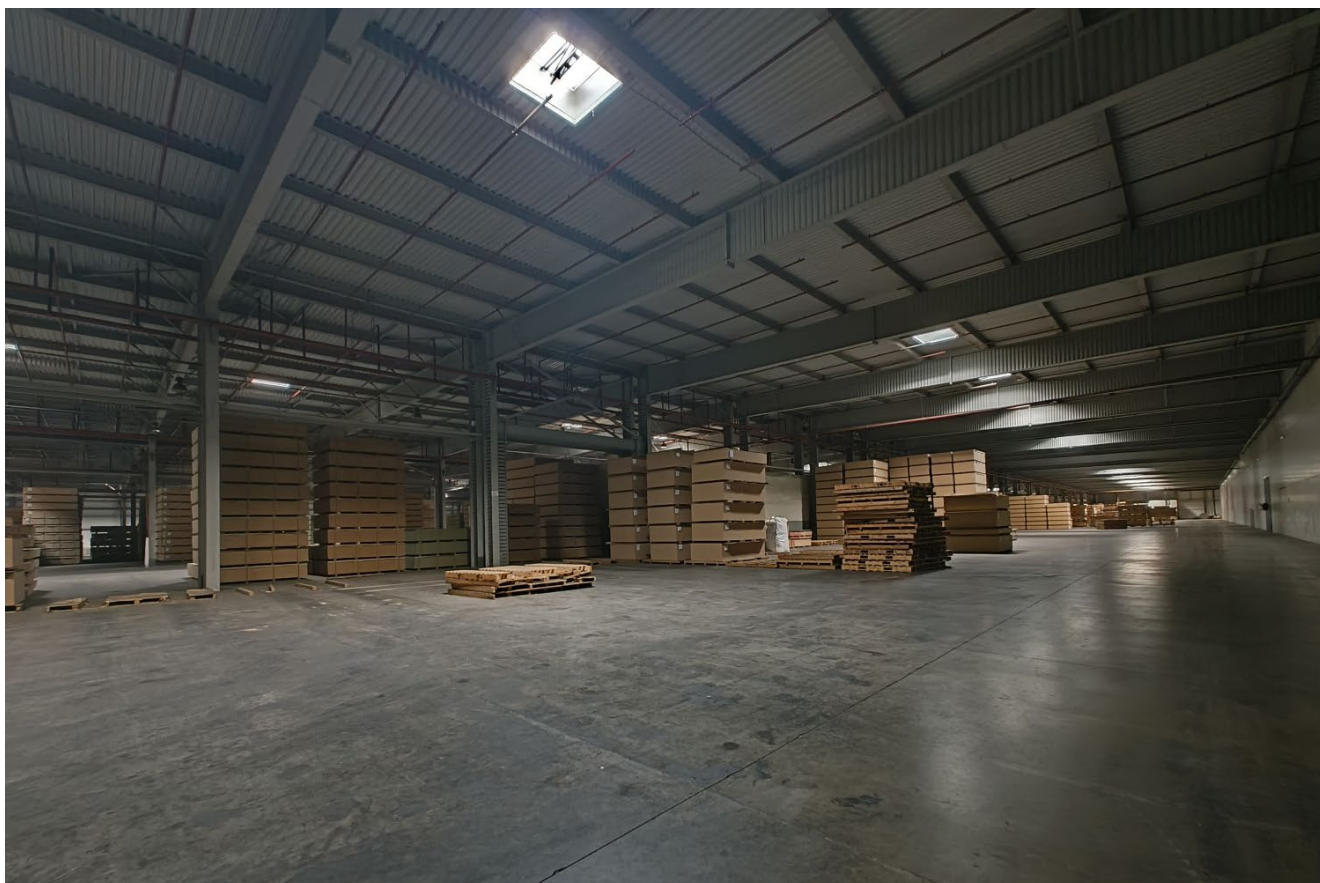
- Буфер некондиційної, бракованої та під питанням плит (Світлина 3).
- Буфер підготованих до ламінації МДФ плит (Світлина 4).
- Складські приміщення, а це більше 27 тис. м2 складів для готової продукції,

також варто зазначити що під склад зараз використовується приміщення яке було побудоване для другої виробничої лінії (Світлина 5, 6), встановлення якої відтерміновано через поточну військову та економічну ситуацію в Україні.



Світлина 3 та 4. Технологічні буфери виробництва МДФ плит на підприємстві

Джерело: особистий архів автора



Світлини 5 та 6. Склад готової продукції в приміщенні для другої виробничої лінії

Джерело: особистий архів автора

Крім технологічної лінії по виробництву МДФ і ламінату, завод має склад, який розрахований на одночасне зберігання до 70 тис. кубометрів лісу, що забезпечує безперервну роботу підприємства протягом 2х місяців.

Енергоядром комплексу слугує котел Siempelkamp Energy Systems, що спалює власні технологічні відходи (тріску, шліфувальний пилю) і генерує пару для дефібратора, гаряче масло для преса та 180 °C повітря для сушильної труби.

Підприємство включає в себе все, що необхідно для виробництва якісної продукції, запущено власне виробництво смол з максимальною продуктивністю 150 тонн на добу. Воно дозволяє на 100% покрити потреби заводу, а також дає можливість максимально гнучко оперувати характеристиками виробленої продукції, як у співвідношенні ціна/якість, так і у виконанні будь-яких додаткових побажань клієнта по міцності продукції [22].

Операції гарячого пресування підтримує короткоциклова лінія Wemhöner. Вона здатна ламінувати плити в один або два боки з продуктивністю до 250 циклів/год і, за потреби, розвиває тиск 800 Н/см² — такий запас дозволяє швидко переходити з меблевих панелей на підлоговий TFL-ламінат без втрат якості та ритму [49]. Підлогова лінія Nomag завершує ланцюг: автоматичні модулі фрезерують замки, шліфують краї й виконують форматний розкрій, після чого роботизований укладальник формує пакети.

Доповнюючи до всіх вище описаних процесів виробничої лінії МДФ на ТОВ «КЗМ», відмітимо на перший погляд не очевидні процеси, але які також відповідають філософії ощадливого виробництва:

1. Компактне планування виробничої лінії у вигляді U-layout, що дозволяє мінімізувати переміщення матеріалів і операторів між ділянками, забезпечуючи принцип безперервного потоку та скорочення часу циклу виробництва.

2. SES-котел який спалює власні технологічні відходи: обрізки, відходи шліфування та тріску сушильних циклонів. Таким чином цикл перетворює те, що в класичній термінології ощадливості називається «муда відходів», на корисний енергоресурс.

3. Устаткування всіх дільниць інтегроване в єдину SCADA платформу Siemens Step 7. Цифровий «панцир» дає змогу реалізувати принцип Jidoka: кожна критична точка (рампа колод, дефібратор, прес, охолоджувач) оснащена сенсорами тиску, температури та вібрації; щойно параметр виходить із “зеленої зони”, агрегат зупиняється локально, а не «тягне» за собою всю лінію.

4. Наявність власну лінію синтезу UF та MUF смол продуктивністю 150 т/добу. Це зменшує зовнішній «push» з ринку хімікатів: завод виготовляє саме той обсяг смоли, який необхідний під поточний план доби («pull» логіка)

Таким чином, вищеописані процеси на підприємстві не тільки відповідають сучасній концепції ощадливого виробництва, а й створюють міцну основу для подальшої оптимізації та вдосконалення. У ході дослідження було створено карту потоку створення цінності (value-stream mapping) у вигляді таблиці, де кожен етап виробництва класифіковано відповідно до підходу Ясухіро Мондена (1994) [50], який виділяє три типи дій:

- що не створюють цінності (NVA) і мають бути усунені, зокрема очікування та запаси;
- які є необхідними, але не додають цінності (NNVA), тобто обумовлені технологічними або нормативними обмеженнями;
- що створюють цінність (VA), тобто забезпечують фізичну трансформацію сировини в готову продукцію.

Використання методу картування потоку створення цінності є ефективним інструментом для візуалізації та аналізу поточних виробничих процесів. Він дозволяє чітко ідентифікувати місця виникнення втрат часу, матеріалів та інших

ресурсів, тим самим сприяючи їхньому усуненню та загальному підвищенню ефективності.

Розрахунок часу виконання кожної операції здійснено для типового формату плити розмірами 16 мм × 2 800 мм × 2 070 мм при восьмигодинній виробничій зміні, що дозволило виявити критичні точки накопичення втрат і сформулювати подальші рекомендації з оптимізації виробничого потоку відповідно до принципів ощадливого виробництва.

Таблиця 2.7.

Карта (таблиця) потоку створення цінності MDF-плити на підприємстві

№	Технологічна чи логістична ланка	Категорія	Час операції*
1	Розкрязування колод	VA	60 с
	Очікування колод на рампі	NVA	4 год (14 400 с)
2	Подрібнення та просіювання тріски	VA	90 с
	Запас тріски у силосі	NVA	8 год (28 800 с)
3	Пропарювання + дефібрація	VA	41 с
	Буфер волокна (бункер)	NVA	30 хв (1 800 с)
4	Сушіння волокна	VA	25 с
	Розвантажувальний циклон (стабілізація)	NVA	6 хв (360 с)
5	Дозування смоли, формування килима	VA	15 с
	Вихідний буфер конвеєра	NVA	≤1 хв (60 с)
6	Попереднє пресування	VA	20 с
	Конвеєр перед гарячим пресом	NVA	5 хв (300 с)

7	Гаряче пресування ContiRoll	VA	320 с
8	Полімеризація та кондиціонування	NNVA	72 год (259 200 с)
9	Центрування, шліфування	VA	45 с
	Проміжний буфер перед пакуванням	NVA	10 хв (600 с)
10	Пакування та етикетування	NNVA	60 с
	Буфер пакованого матеріалу	NVA	2 год (7 200 с)
11	Зберігання на складі готової продукції	NVA	до 60 днів (5 184 000 с)
12	Завантаження та відвантаження фури	NNVA	6 хв (360 с)

Джерела: власні хронометражі, відкриті технічні дані Siempelkamp/EPA, фрагменти сайту підприємства та галузеві дослідження

Отже, Операції, які дійсно створюють цінність для споживача (тобто обробляють матеріал або змінюють його фізико-механічні властивості), займають лише 616 секунд, або приблизно 10,3 хвилини. Це становить усього 0,15 % від загального часу виробничого циклу.

До другої категорії відносяться так звані необхідні, але не ціннісні операції (NNVA) — наприклад, полімеризація, кондиціонування, упаковка. Їх сумарний час складає 259 620 секунд, або близько 72,1 години. Хоча ці етапи не створюють прямої цінності, вони вважаються обов'язковими в умовах існуючих технологічних обмежень і нормативів якості.

Наймасштабнішим елементом циклу виступають операції, які не створюють жодної доданої вартості (NVA), але тимчасово «вмонтовуються» в процес через системні обмеження. Їх тривалість — 5 237 520 секунд, або понад 1 454 години (понад 60 діб). Це 98,9 % від усього циклу — колосальний резерв для покращення за допомогою методів ощадливого виробництва.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ II

ТОВ «Коростенський завод МДФ» є провідним підприємством деревообробної галузі України з потужною технічною базою, сучасним німецьким обладнанням і високим рівнем автоматизації. Основна продукція заводу — плити МДФ/ХДФ, ламінована підлога та смоли. Підприємство працює в умовах помірної конкуренції з такими лідерами ринку, як Kronospan і Swiss Krono. Незважаючи на виклики воєнного періоду, ТОВ «КЗМ» демонструє стійкість завдяки інноваційним рішенням, інтеграції процесів та наявності власної енергетичної інфраструктури.

У 2024 році підприємство зазнало зниження обсягів реалізації, погіршення ліквідності та збитків, водночас збільшивши активи й частку власного капіталу. Така динаміка свідчить про спроби модернізації, які поки що не призвели до покращення прибутковості. Аналіз показав наявність значних відхилень від принципів ощадливості — «муда», «мура» і «мурі». Основним напрямом оптимізації є зона неціннісних операцій (NVA), де доцільно скоротити буфери, впровадити автоматизоване управління сировиною та демонтувати зайві ланцюги подачі. Саме ці кроки дозволять скоротити витрати, покращити оборотність і наблизити виробництво до філософії ощадливості.

III РОЗДІЛ. РЕКОМЕНДАЦІЇ ДЛЯ ІМПЛЕМЕНТАЦІЇ ОЩАДЛИВОГО ВИРОБНИЦТВА НА ПІДПРИЄМСТВІ НА ОСНОВІ СВІТОВОГО ДОСВІДУ

3.1. Рекомендації щодо вдосконалення концепції ощадливого виробництва ТОВ «Коростенський завод МДФ»

На основі фінансово-економічного аналізу діяльності ТОВ «Коростенський завод МДФ», проведеного у розд. 2.2 виявлено суттєві дисбаланси, характерні для підприємств які стикаються з кризовими періодами на ранніх стадіях.

Серед основних проблем варто зазначити значне погіршення ліквідності, негативну рентабельність активів (ROA), а також критичний рівень запасів готової продукції, що досяг 60 днів обороту на складах. Так, коефіцієнт поточної ліквідності знизився з 59,3% у 2021 році до 30,7% у 2024 році, а абсолютна ліквідність зменшилася до 0,09% у 2024 році, що свідчить про низьку мобільність грошових коштів і надмірне накопичення запасів.

Використовуючи метод відображення потоку цінностей (Value Stream Mapping) виробничих процесів МДФ були визначені чотири ключові вузькі місця, представлені у таблиці 3.1. які суттєво впливають на ефективність підприємства. Вподальшому, застосувавши до них методи ОБ з обмежень вони можуть перетворитися в «точки росту».

Таблиця 3.1.

Основні «вузькі місця» та інструменти ощадливого виробництва для їх усунення

№	Втрата / вузьке місце	Поточний стан	Інструмент ОБ	Очікуване покращення
---	-----------------------	---------------	---------------	----------------------

1	Надмірний запас готової продукції	60 днів FG-складу	Хейдзюнка + EDI-Канбан із дистриб'юторами	Зниження запасів до 30 днів
2	Тривале кондиціонування плит	72 годину в камерах	4П-рух партій	- 14 год Lead Time
3	3–5 переналадок/тиждень	5 год простою/тиждень	SMED (<10 хв) / OTED (<100 с)	+11 900 м ³ /рік додаткової продукції
4	Висока енергоємність сушіння	Газ \approx 400 млн МДж/рік	МПУ температурного профілю	- 7 % витрат газу

Джерела : власні розрахунки на основі фінзвітності 2024 р. та галузевих досліджень

1. Канбан плюс Хейдзюнка: рівномірне вирівнювання тижневого плану й «витягування» через портал електронного обміну даними (Electronic Data Interchange) автоматично отримує сигнали продажів від дистриб'юторів і генерує Хейдзюнка розклад — це стискає запаси та стабілізує змінні завантаження. Він скорочує «хвости» продажів і дозволяє опустити запаси на складі до 10-14 днів

2. Перший прийшов – перший пішов (First In – First Out): піддони надходять у зону кондиціонування у хронологічному порядку й вивантажуються саме в такому самому порядку. FIFO-організація кондиціонування реалізує принцип «витягування» (Pull) із методології ощадливо, скорочує нерівномірність та прискорює загальний потік матеріалу на виробництві.

3. SMED/OTED: скорочення часу наладки з 45–60 хв до < 10 хв дає +5–8 % продуктивності на вузьких місцях (шліфування, різання)

4. Модель предиктивного управління (Model Predictive Control): оптимізує температуру сушіння волокон у режимі реального часу, що мінімізує пікові витрати газу й запобігає пересушуванню. Динамічний профіль повітря у сушарці волокна знижує надлишок температури та газові піки 6–8 %.

Тепер розрахуємо річний економічний ефект від впровадження зазначених вище заходів ОВ. Методика оцінки: для кожної ініціативи з табл. 3.1 розраховано:

- вивільнення оборотного капіталу (економічний ефект А);
- пряме зниження витрат чи зростання маржі (ефект В);
- кумулятивний вплив на чистий грошовий потік (NPV за 1 рік).

Базові припущення:

- Собівартість продукції у 2024 р. становив близько 80 % виручки (1 890,7 млн €) – 1 512,6 млн €;
- Середня собівартість 1 м³ МДФ/ХДФ \approx 6000 €, валова маржа \approx 20 % (1 200 €/м³);
- Річні витрати на природний газ \approx 120 млн € (оцінка з енергобалансу підприємства).

Результати:

1. Скорочення запасів готової продукції (60 → 30 днів).

- Собівартість продукції/доба \approx 1 512,6 / 365 = 4,14 млн €;
- Вивільнення 30 днів запасу = 4,14 × 30 = 124,2 млн € (ефект А);
- Додатково, менші складські площі та страхова плата за зберігання дають економію \approx 2,5 млн €/рік (ефект В).

2. FIFO-організація кондиціонування (-14 год LT).

- 14 год \approx 0,58 доби; добове виробництво – 900 м³;
- Зменшення незавершеного виробництва = 0,58 × 900 × 6000 = 3,1 млн € вивільненого капіталу;

- Швидше отримання готівки прискорює оборотність активів, додаючи $\approx 0,3$ млн € економії на фінансуванні.

3. OTEД: 5,5 год простою/тиждень $\rightarrow < 100$ с.

- 5,5 год = 0,229 доби $\rightarrow 0,229 \times 900 = 206$ м³ продукції щотижня.
- Річний приріст обсягу = $206 \times 52 = 10\,700$ м³;
- Додаткова маржа = $10\,700 \times 1\,200 = 12,8$ млн € ;
- Підвищення загальної ефективності устаткування (Overall Equipment Effectiveness) до 85 % зменшує аварійні ремонти ($\approx 1,2$ млн € /рік).

4. МРС–оптимізація сушіння (-7 % газу).

- Економія = $0,07 \times 120 = 8,4$ млн € щорічно;
- Побічно знижується викид Діоксиду вуглецю на ≈ 2300 т, що збільшує можливість залучення коштів від інвесторів або держпідтримці «зелених» проєктів.

Таблиця 3.2

Сумарний річний економічний ефект від застосування ОВ на підприємстві

Категорія	Грошовий результат, млн €
Вивільнення оборотного капіталу	127,3
Прямі заощадження / маржа	24,0
Загальний позитивний грошовий потік	≈ 150

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

З огляду на масштабність запланованих змін, впровадження комплексної програми ощадливого виробництва на ТОВ «Коростенський завод МДФ» доцільно розподілити на три роки. Розрахуємо фінансове навантаження (капітальні витрати) на потрібне обладнання в табл. 3.5 (детальна таблиця розподілу витрат по кожній категорії подана в **Додаток В**

Короткий орієнтовний бюджет капітальних інвестицій, млн ₴

№	Вузьке місце	Тактичні витрати	Стратегічні витрати	Разом
1	Надмірні запаси продукції	8	14	22
2	Тривале кондиціювання плит	1	6	7
3	Час переналагодження обладнання	6	10	16
4	Висока енергоємність сушіння	14	20	34
	Загалом:	29	50	79

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

Тактичні витрати (3–6 місяців) зосереджені на негайних покращеннях із відносно невисокими інвестиціями та швидкими, помітними результатами. Вони включають закупівлю базового обладнання, швидке впровадження мінімально необхідних технологій та базове навчання персоналу.

Стратегічні витрати (1–3 роки) пов'язані з більш масштабними та комплексними заходами, які потребують значних фінансових витрат, ретельного планування та тривалої підготовки. Вони спрямовані на стабільне забезпечення довгострокових переваг, включають інтеграцію з іншими корпоративними системами, будівництво або розширення нових виробничих об'єктів, закупівлю дорогого високотехнологічного обладнання та програмного забезпечення.

Тепер розрахуємо чисту приведену вартості (NPV) трирічної програми впровадження ощадливого виробництва на підприємстві здійснено за ставки

дисконтування (WACC) 15 %. Припускається поступове досягнення повної (100 %) ефективності всіх запланованих заходів лише на третій рік після початку проекту.

Капітальні інвестиції для впровадження заходів розподіляються таким чином: у перший рік (рік 0) здійснюються початкові тактичні інвестиції в обсязі 29 млн ₴, а у два наступні роки (рік 1 та рік 2) проводяться стратегічні капіталовкладення по 25 млн ₴ щорічно. Загальний обсяг капітальних витрат за три роки реалізації проекту становить 79 млн ₴.

Економічні вигоди (економія витрат та додаткова маржа) від впровадження заходів зростають поступово: у перший рік вони складають 45 млн ₴, у другий рік – 105 млн ₴, а на третій рік досягають запланованого максимуму – 150 млн ₴ щорічно.

У таблиці 3.3 наведено детальний розрахунок NPV із зазначенням дисконтованого та кумулятивного грошових потоків за роками реалізації програми.

Таблиця 3.4

Розрахунок NPV трирічної програми впровадження ощадливого виробництва (млн ₴)

Рік	Капітальні інвестиції	Економія / дод. маржа	Чистий грошовий потік	Дисконт-фактор	Дисконтований потік,	Кумулятивний потік
0	-29	0	-29	1,000	-29,0	-29,0
1	-25	45	+20	0,870	+17,4	-11,6
2	-25	105	+80	0,756	+60,5	+48,9
3	0	150	+150	0,657	+98,6	+147,5

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

Загальна чиста приведена вартість (NPV) цього трирічного проєкту становить +147,5 млн €. Позитивне значення NPV вказує на економічну ефективність і доцільність реалізації програми ощадливого виробництва, адже вона створює додаткову цінність для підприємства.

Простий (недисконтований) період окупності складає приблизно 2 роки (близько 24 місяців), а дисконтований період окупності – трохи більше 2 років (\approx 2,2 року або 26 місяців).

Таким чином, впровадження методів ощадливого виробництва згідно запропонованої програми є фінансово вигідним рішенням для підприємства, дозволяючи досягти значних економічних ефектів і покрити початкові витрати вже на початку третього року проєкту.

Такі результати цілком відповідають духу і можливостям ОВ, коли після вдалого впровадження ОВ, протягом наступних років кількість вивільнених коштів значно перевищує затрати на впровадження ОВ на підприємстві.

3.2. Порівняння світового досвіду та концепції ощадливого виробництва ТОВ «Коростенський завод МДФ»

За останні два десятиліття принципи ощадливого виробництва широко впроваджуються на промислових підприємствах середнього розміру по всьому світу. Досвід таких компаній підтверджує, що ощадливі підходи ефективні не лише для автопрому чи великих корпорацій, але й для середніх виробників у різних галузях. Зокрема, численні кейси з 2000-х років демонструють значні фінансові та операційні покращення після впровадження ОВ. Дослідження 51 впровадження ощадливого виробництва на підприємствах Польщі протягом 2000–2010 рр. зафіксувало зростання продуктивності на 5–66%, підвищення загальної

ефективності обладнання (ОЕЕ) на 8–59%, скорочення незавершеного виробництва на 30–80%, зменшення використання виробничих площ на 15–50%, скорочення виробничого циклу на 9–92% та зниження часу переналагоджень на 30–96% [51]. Окрім цього, компанії відзначали підвищення якості продукції та зменшення кількості рекламаций, зростання кількості пропозицій від працівників (у 2–10 разів), покращення комунікації та скорочення браку. Таким чином, світовий досвід середніх промислових підприємств свідчить про високу результативність ощадливого виробництва за правильного впровадження.

Світовий досвід показує, що підприємства використовують широкий набір інструментів ощадливого виробництва, адаптуючи їх під свої потреби. До найбільш вживаних методів належать: 5S (організація робочого місця), Kanban (витягуюча система управління запасами), Кайдзен (безперервні дрібні покращення), SMED (швидке переналагодження обладнання), TPM (тотальне обслуговування обладнання), VSM (картування потоку цінності) тощо [52]. Як правило, план імплементації ощадливості на середньому підприємстві включає кілька етапів: діагностика й аналіз потоків (виявлення «вузьких місць» та втрат), навчання персоналу основам ощадливого мислення, поступове впровадження окремих інструментів на пілотних ділянках, відпрацювання стандартів і масштабування успішних практик на всю організацію. У таблиці 3.5 наведено приклади методів, застосованих різними компаніями, та ключові особливості їх впровадження.

Таблиця 3.5

Приклади застосування методів ощадливого виробництва

Підприємство (країна)	Використані методи ощадливості	Особливості імплементації та результати
Bernard Controls Europe (Франція)	Lean Transformation	Комплексна трансформація виробництва з фокусом на потоках і якості; впровадження щоденних оперативних

	Framework, 5S, Кайдзен	нарад та системи вирівнювання навантаження, що дало змогу різко підвищити продуктивність і ОТД.
Mid-Tech Corp (ЗДА) (умовн.)	Value Stream Mapping, Кайдзен, JIT	Проведено картування потоків цінності для виявлення втрат і «вузьких місць»; організовано серію Кайдзен-воркшопів, що підвищило ефективність операцій на 20%. Запроваджено принципи Just-in-Time для скорочення надлишкових запасів.
Broadfix (Сполучене королівство)	Канбан, 5S, Visual Management	Перехід до Канбан-системи постачання компонентів на виробництво, що забезпечило різке скорочення запасів та прострочених замовлень. Запроваджено візуальні дошки та 5S на складах для підтримання порядку і прозорості процесів.
Dakota Bodies (ЗДА)	Канбан, 5S, Переклад виробництва під потік	Реалізовано систему канбан для 180 найменувань деталей, що синхронізувало виробництво з реальним попитом. Проведено перегрупування робочих зон за принципами 5S та потокового виробництва, що вивільнило ~200 м ² площ та підвищило продуктивність, забезпечивши зріст виручки на 20%.
Furniture Co. X (Бразилія)	Кайдзен, Балансування лінії, TPM	Часткова реалізація Lean: сфокусовано на базових практиках (оптимізація балансу операцій на вузькому місці – дільниці свердління). Проведено серію малих

		kaizen-покращень та підвищено надійність обладнання (TPM) для досягнення +27% продуктивності.
--	--	---

Примітка: Під позначенням «Меблева фабрика X» мається на увазі середнє підприємство меблевої галузі Бразилії, що виступало анонімно у відповідному дослідженні [59]

Такі випадки свідчать, що успішне впровадження ощадливого виробництва на середніх підприємствах базується на комплексному використанні інструментів та залученні персоналу. Наприклад, у Broadfix одночасно застосували 5S для організації складу та Канбан для керування матеріальним потоком, що дало синергічний ефект у вигляді скорочення запасів і швидшого виконання замовлень [52]. Виробник обладнання Bernard Controls приділив увагу вирівнюванню виробничого графіку та візуалізації показників виконання плану, що дозволило стабілізувати процеси та наростити обсяги випуску без додаткових ресурсів [53]. Більшість середніх компаній починають з наведення ладу на робочих місцях (5S) та усунення очевидних втрат, після чого переходять до більш складних технік – SMED для скорочення часу переналадки (що, наприклад, у польських компаніях дало до 96% економії часу переналагодження [51], TPM для підвищення безвідмовності обладнання, Just-in-Time (Канбан) для оптимізації матеріальних потоків.

Важливою частиною плану є робота з персоналом – навчання і залучення працівників до кайдзен. Успішні приклади (Branach, Broadfix та ін.) підкреслюють, що культура постійних поліпшень та підтримка керівництва є вирішальними факторами довгострокового успіху ощадливого виробництва на підприємствах [51]. Таким чином, світовий досвід впровадження ощадливого виробництва на середніх промислових фірмах демонструє високу результативність як в фінансовому, так і в операційному вимірі, за умови адаптації методів до масштабу підприємства та послідовної реалізації принципів ощадливості.

Ощадливе виробництво фокусується на усуненні втрат у процесах, тому серед основних вимірюваних результатів – скорочення часу циклу, зростання продуктивності праці, зменшення виробничих запасів та бракованої продукції. Світовий досвід середніх підприємств демонструє значні операційні покращення (Табл. 3.3). Наприклад, тривалість виробничого циклу та виконання замовлень помітно скорочуються: компанія Larnec Doors (Австралія, виробництво дверей) скоротила термін виконання замовлень на 80% після впровадження процесів ощадливості [54]. Підвищення продуктивності є ще одним досягненням: середня меблева фабрика в Бразилії завдяки частковому впровадженню ощадливості збільшила продуктивність на 27% в критичній операції (свердління отворів). Оптимізація запасів та логістики через перехід від штовхаючої системи до витягуючої (pull) дозволяє середнім фірмам зменшити рівень запасів і одночасно підвищити рівень сервісу. Показовим є кейс британської фірми Broadfix (виробництво будівельних комплектуючих): запровадження канбан-системи й інших інструментів ОВ дало змогу зменшити товарні запаси на 25%, а кількість невиконаних замовлень (беклог) – на 80%. Подібно, європейський виробник електромеханічних приводів Bernard Controls Europe (Франція) завдяки ощадливим перетворенням збільшив випуск продукції на 35% (без додаткового найму), знизив запаси готової продукції на 22% та підвищив частку своєчасних відвантажень з 50% до 80% [55]. Ці покращення у внутрішніх операціях призводять до збільшення гнучкості виробництва і швидкості реагування на потреби клієнтів, що є критично важливим для середніх підприємств у конкурентних ринкових нішах.

Таблиця 3.6

**Основні операційні покращення на підприємствах після впровадження
ощадливого виробництва**

Підприємство (країна)	Галузь	Операційні результати ОВ
--------------------------	--------	--------------------------

Larnec Doors (Австралія)	Виробництво дверей	Скорочення часу виконання замовлення на –80% (циклу виробництва від отримання до відвантаження)
Broadfix (Велика Британія)	Будівельні матеріали	Зменшення рівня запасів на –25%; скорочення невиконаних замовлень (– 80% беклог) після переходу на систему «витягування».
Bernard Controls Europe (Франція)	Електромеханічні приводи	Зростання випуску продукції на +35% без збільшення штату; зниження днів запасу готової продукції на –22%; підвищення рівня своєчасних поставок з 50% до 80%.
Меблева фабрика Х (Бразилія)	Виробництво меблів	Зростання продуктивності на +27% на дільниці свердління внаслідок впровадження базових принципів ощадливості (усунення втрат часу).

Наведені дані (табл. 3.6) підтверджують типові операційні ефекти ощадливого виробництва: цикли виробництва скорочуються на 50–80%, запаси сировини та готової продукції помітно знижуються, продуктивність праці зростає двозначними темпами (на десятки відсотків). Окрім того, покращується якість та стабільність процесів – зменшується частка браку і переробок, підвищується коефіцієнт використання обладнання. Важливо підкреслити, що такі результати досягаються навіть у невеликих та середніх фірмах за умовою адаптації Lean до їх специфіки. Зокрема, гнучкість та поетапність впровадження дозволяють поступово перебудувати процеси без значних інвестицій, що суттєво для обмежених ресурсів середнього бізнесу.

Одним із головних мотивів для середніх підприємств впроваджувати Lean є фінансові вигоди – підвищення прибутковості, зниження витрат, зростання обороту. Світова практика містить численні приклади суттєвих фінансових ефектів (Табл. 3.7). Так, економія витрат досягається за рахунок усунення витрат та підвищення ефективності. Наприклад, середній виробник побутової техніки у Північній Америці зменшив виробничі витрати на 15%, що дало економію ~\$7,5 млн щороку. Зростання доходів також є частим результатом Lean-ініціатив: впровадження бережливих підходів на заводі Dakota Bodies (ЗДА) забезпечило збільшення виторгу на 20% [52, 56], а австралійська компанія Branach Manufacturing за кілька років подвоїла обсяг продажів (+100%) завдяки трансформації на засадах ощадливого виробництва [54, 58]. Крім того, ощадливі проекти можуть давати разовий фінансовий ефект у вигляді вивільнення оборотного капіталу. Наприклад, американська меблева фабрика Canyon Creek Cabinet Company очікувала щорічну економію близько \$1,5 млн за рахунок скорочення запасів і прискорення циклу виробництва після Lean-вдосконалення процесів [57]. Сукупно фінансові результати проявляються у підвищенні маржинальності бізнесу та конкурентоспроможності середніх виробників.

Таблиця 3.7

Фінансові результати впровадження ощадливого виробництва на промислових підприємствах

Підприємство (країна)	Галузь	Фінансові ефекти впровадження
Branach Manufacturing (Австралія)	Виробництво обладнання	Зростання обсягу продажів ~+100% (подвоєння) за кілька років після трансформації
Canyon Creek Cabinet Co. (ЗДА)	Виробництво меблів	Щорічна економія \$1,5 млн за рахунок скорочення витрат і запасів після вдосконалення процесів.

Mid-Tech Corp (ЗДА) (умовна назва)	Виробництво побутової техніки	Зниження собівартості продукції на 15% (\approx \$7,5 млн/рік) завдяки усуненню втрат; збільшення виторгу на +25% через запуск нової продукції після Lean-впровадження.
Dakota Bodies (ЗДА)	Машинобудування (кузови)	Зростання виручки на +20% після впровадження ощадливого виробництва (система канбан).

Примітка: Умовною назвою *Mid-Tech Corp* позначено середнього виробника, який побажав зберегти конфіденційність у кейсі [60]

Як видно з табл. 3.7, промислові підприємства після впровадження ощадливості отримують відчутні фінансові вигоди. Скорочення витрат на 10–20% і більше без погіршення якості є реальним завдяки ліквідації «муди» – зайвих операцій, надлишкових запасів, браку тощо. Одночасно зростає дохідність: пришвидшення процесів і підвищення продуктивності дозволяють збільшити обсяг реалізації (прямо через підвищення випуску продукції, як у випадку Bernard Controls, де обсяг виробленої продукції зріс на 35% без залучення додаткового персоналу, або опосередковано через покращення репутації та залучення нових замовлень). У підсумку, рентабельність продажів та активів зростає, що особливо важливо для підприємств, які працюють в умовах обмежених ресурсів.

Отже на основі світового досвіду змодельємо зміни на ТОВ «КЗМ» (Таблиця 3.8, усі проценти задаються до базових показників 2024 р.) протягом оперативного тактичного та стратегічного періодів, що відповідає: року, трьох та десяти років:

Таблиця 3.8

Ключові припущення моделі (% , від базового 2024 р.)

Методи ОВ	Наслідки	2025	2027	2034
		рік	рік	рік

Скорочення такт-часу, швидше виконання замовлень, підвищена якість (Jidoka, SMED)	Зростання виручки	+ 4 %	+ 10 %	+ 30 %
Усунення «муда» запасів, дефектів і зайвих операцій (5S, пока-йок, канбан)	Зниження собівартості (COGS)	- 5 %	- 12 %	- 20 %
Вирівнювання потоку (хейдзюнка), коміркове виробництво, цифровий «кайзен-борд»	Скорочення адмін-, збутових та інших опер. витрат	- 3 %	- 7 %	- 12 %
Вивільнення оборотного капіталу (- 15 / 25 / 40 % складів), погашення частини короткострокових позик	Зменшення фінансових витрат	- 6 %	- 15 %	- 40 %
Впровадження pull-канбану, перехід на виробничі «U-комірки»	Скорочення інвентарю	- 10 %	- 25 %	- 40 %

Джерело: наведені розрахунки ґрунтуються на середньогалузевих ефектах від ОВ [61] та фінансових даних підприємства за 2024 рік.

2024 рік — відправна точка (ощадливе виробництво ще не дає ефекту).

2025 рік (+1 рік) \approx 40 % від запланованого ефекту трирічної програми. Правило першого року — емпірична норма: протягом 12 міс. реально «взяти» близько третини-половини цільового потенціалу (частина інструментів уже стартує, частина ще в пілоті). Взято округлено 40 %.

2027 рік (+3 роки) — 100 % реалізації інструментів ощадливості. Повний (100 %) ефект від впровадження ОВ — це ті зміни, які теоретично можна витиснути з процесів за 3 роки без радикальної перебудови заводу.

2034 р. (+10 років) — \approx 120 %: до «базового» ефекту додаються ще \approx 20 % за рахунок енергетики (перехід на «зелений» котел) та рефінансування боргу.

Отримані вище розрахунки сукупного ефекту впровадження інструментів ощадливого виробництва (зокрема, скорочення запасів, оптимізації енергоспоживання та підвищення продуктивності) дають змогу узагальнити їхній вплив на ключові фінансово-економічні показники підприємства. Саме для візуального відображення цих інтегральних змін далі наведено таблицю 3.10 у якій консолідовано прогностні значення маржі, ROA, ліквідності та інших індикаторів, а також окреслено нові стратегічні можливості, що відкриваються перед ТОВ «КЗМ» після реалізації програми з ощадливого виробництва.

Таблиця 3.10

Очікувані наслідки для ТОВ «КЗМ» від впровадження ощадливого виробництва

Показник	Сутність змін	Можливості
Чистий фінансовий результат	Вихід із зони збитків уже за перший рік; прибуток > 1 млрд ₴ за 10 р.	дає можливість реінвестувати у другу прес-лінію та «зелений» котел
Маржа та ROA	Поступове зростання чистої маржі з -0,5 % до > 40 % та ROA до ≈ 21 %	підвищення привабливості для інвесторів, можливість залучати дешевший капітал
Ліквідність	Поточна ліквідність підвищується з 0,31 до > 1,0 завдяки вивільненню готівки із запасів	знижується ризик касових розривів та штрафних відсотків

Фінансова стійкість	Коефіцієнт автономії зростає до $\approx 25\%$ (за рахунок погашення короткострокових боргів)	покращується кредитний рейтинг; банк пропонує ліміти під UONIA + 3%
Оборотність запасів	Дні запасу MDF-плит скорочуються з ≈ 105 до ≈ 60 днів	менше площ складу, нижчі витрати на страхування й псування
Енергоефективність	SES-котел використовує 95% відходів замість 88%	економія ≈ 12 млн € / рік на газі й електроенергії
Соціальний ефект	продуктивність праці +25% за 3 роки, середня зарплата — +15% реальними	утримання кваліфікованого персоналу у Коростені

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

Підсумувавши стратегічні вигоди, зафіксовані в таблиці 3.10, доцільно перейти до деталізації фінансового ефекту по роках реалізації проєкту. Наступна таблиця та супровідні розрахунки демонструватимуть, як прогнознi покращення чистого прибутку, ліквідності й оборотності капіталу трансформуються у конкретні грошові потоки, строки окупності та показники NPV/IRR, що остаточно підтвердять економічну доцільність впровадження ощадливого виробництва на підприємстві.

Таблиця 3.11

Очікуваний фінансовий ефект від впровадження концепції ощадливого виробництва на ТОВ «Коростенський завод МДФ» (млн €)

Горизонт	Чистий дохід	Собівартість	Операційний прибуток	Фінансові витрати	Чистий результат	Рентабельність	ROA	Поточна ліквідність
2024	1 891	1 106	639	650	- 9,8	-0,5 %	-0,2 %	0,31
2025	1 947	1 051	759	617	143	7,3 %	2,8 %	0,45
2027	2 080	0 973	979	552	428	20,6 %	8,3 %	0,70
2034	2 458	0 885	1 459	390	1 070	43,5 %	20,8 %	1,25

Джерело: складено автором на основі власних розрахунків

Після 1 року: за рахунок підвищення виручки (+56 млн ₴) і зниження собівартості (-55 млн ₴) операційний прибуток зросте до 759 млн ₴. Завдяки вивільненню готівки зі скорочених запасів і погашенню частини боргу чистий результат стане 143 млн ₴, маржа 7,3 %, а ROA – 2,8 %. Ліквідність підвищиться до 0,45, що вже значно знижує ризики дефолту по платежах.

Через 3 роки: реалізація всіх ключових ініціатив ОВ забезпечить виручку 2 080 млн ₴ і собівартість 973 млн ₴, операційний прибуток – 979 млн ₴. Фінансові витрати знизяться до 552 млн ₴, чистий прибуток – 428 млн ₴ (маржа 20,6 %, ROA 8,3 %). Ліквідність дійде до 0,70, що дозволить підприємству більш гнучко управляти оборотними активами

У довгостроковій перспективі (+ 10 років): при виручці 2 458 млн ₴ і собівартості 885 млн ₴ операційний прибуток складає 1 459 млн ₴. Фінансові витрати 390 млн ₴ дають чистий результат 1 070 млн ₴, маржу 43,5 % та ROA 20,8 %. Ліквідність > 1,25 забезпечить повну безпеку покриття короткострокових зобов'язань і можливість працювати без кредитних лімітів або штрафних ставок

Таким чином, уже протягом першого року впровадження ощадливих практик дозволяє вивести ТОВ «КЗМ» на позитивний чистий прибуток і суттєво оздоровити

баланс, а протягом наступного десятиліття — сформувати фінансовий резерв для масштабування виробництва та переходу до кліматично нейтральних технологій. Ці тренди відображають ефективність впровадження ощадливого виробництва: уже за перший рік проект стає прибутковим, за три роки підприємство виходить на рівень середньоєвропейської маржі та рентабельності активів, а за десять років забезпечує собі фінансовий запас для масштабування та «зелених» інвестицій.

ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ III

У розділі III сформульовано практичні рекомендації з імплементації принципів ощадливого виробництва на ТОВ «Коростенський завод МДФ». По-перше, для зниження надлишкових запасів запропоновано поєднати систему Канбан із вирівнюванням виробничого графіка (хейдзюнка) через інтеграцію з EDI-дистриб'юторами та RFID-сканери на складі. Це дозволить скоротити запаси готової продукції з 60 до 30 днів і звільнити складські площі. По-друге, у частині кондиціонування плит – запровадити FIFO-логіку з відпрацюванням 4П-руху партій, що скоротить час полімеризації та кондиціонування на 14 годин, прискорить циркуляцію готової продукції й зменшить незавершене виробництво. По-третє, для оптимізації простоїв обладнання рекомендовано впровадити SMED/OTED-технології на вузьких місцях, що дасть щорічний приріст виробництва близько 11 900 м³ та підвищить загальну ефективність устаткування. По-четверте, енергоефективність сушильного циклу слід підвищити за рахунок системи Model Predictive Control (MPC), що зменшить витрати газу приблизно на 7 % і знизить викиди CO₂.

Для реалізації цих ініціатив розроблено трирічний капітальний план із загальним бюджетом 79 млн €, розбитим на тактичні (29 млн) та стратегічні (50 млн) інвестиції. Фінансовий аналіз та розрахунок NPV (ставка дисконту 15 %)

показують позитивний ефект у 147,5 млн € із терміном окупності близько 2 років. Таким чином, запропонована програма дає змогу поступово досягти повного ефекту lean-трансформації, підвищити рентабельність, ліквідність і гнучкість виробництва, а також створити фінансовий резерв для подальшого розвитку підприємства.

ВИСНОВКИ

1. Отже, ощадливе виробництво — це цілісна філософія керування потоками створення цінності, спрямована на максимальне задоволення потреб споживача з мінімальними витратами ресурсів. Її витoki сягають Toyota Production System, однак сьогодні ОВ переросло галузеві й національні межі, перетворившись на стандарт глобальної конкурентоспроможності. П'ять принципів Вомака—Джонса (цінність, потік цінності, потік, витягування, досконалість) та інструменти 5S, Кайдзен, Канбан, SMED, TPM формують універсальний набір методів. Центральним залишається усунення трьох типів втрат — муда, мурі та мура — через безперервне удосконалення, що забезпечує сталу продуктивність і довгострокову цінність для стейкхолдерів.

2. Дослідження історичного розвитку показало, що ощадливе виробництво сформувалося як протиставлення фордівського масового виробництва та наукового менеджменту Тейлора. ОВ набуло справжньої сили у Toyota Production System, яку після 1950-х сформували Тайічі Оно й Шігео Шінго. Нафтові кризи 1970-х, дослідження IMVP і праці Крафчика, Вомака та Джонса трансформували TPS у глобальну концепцію «ощадливого виробництва». Протягом 1980-х-2000-х ощадливе виробництво поширилося від автопрому до машинобудування, охорони здоров'я, ІТ та державного сектору, довівши універсальність принципів потоку, витягування й безперервного кайдзен. Цифрові технології сьогодні посилюють їхню ефективність і відкривають перспективи сталого, клієнтоорієнтованого та енергоефективного виробництва по всьому світу.

3. Моделі та методики імплементації ощадливого виробництва формують цілісну «скриньку інструментів», здатну системно усувати втрати на всіх рівнях операцій. Коміркове виробництво, безперервний потік і такт-тайм надають продукту ритм і компактний маршрут, тоді як канбан і хейдзюнка вирівнюють попит і пропозицію, перетворюючи запаси на регульований буфер. SMED скорочує час переналагоджень і відкриває шлях до гнучких, дрібносерійних випусків, а пока-

йок гарантує вбудовану якість без додаткового контролю. Методика «5 чому» розкриває корінні причини відхилень, 5S формує дисципліноване та прозоре робоче середовище, а TPM підсилює надійність устаткування й залученість персоналу. Разом ці десять підходів створюють взаємодоповнювану систему, що синхронізує людей, машини й матеріали, скорочує витрати часу, простору та енергії, підвищує гнучкість, продуктивність і мотивацію персоналу, роблячи підприємство стійким до коливань ринку й технологічних викликів.

4. ТОВ «Коростенський завод МДФ» є одним із провідних підприємств деревообробної промисловості України, яке характеризується високим рівнем технічного оснащення, потужним виробничим потенціалом і активною участю в експорті. Завод спеціалізується на виробництві плит МДФ/ХДФ, ламінованої підлоги та смол, що використовуються у власному виробництві. Серед конкурентних переваг підприємства — сучасне німецьке обладнання, автоматизовані лінії, власна енергетична інфраструктура та гнучкість у використанні сировини, що сприяє ефективному управлінню витратами та забезпечує високий рівень якості продукції. Підприємство функціонує на ринку з середнім рівнем конкуренції, де змагається з такими великими гравцями, як Kronospan і Swiss Krono. Незважаючи на виклики, пов'язані з воєнним станом, логістичними труднощами та кадровими скороченнями, ТОВ «КЗМ» демонструє потенціал до стійкого розвитку через впровадження інноваційних технологій та адаптацію до нових умов. Висока ступінь інтеграції виробничих процесів, наявність власного енергоблоку і орієнтація на автоматизацію створюють передумови для подальшого впровадження принципів ощадливого виробництва.

5. У результаті фінансово-економічного аналізу діяльності ТОВ «Коростенський завод МДФ» встановлено, що у 2024 році підприємство зіткнулося з помітним спадом обсягів реалізації, погіршенням ліквідності та переходом до збитковості. Водночас зросли обсяги активів і частка власного капіталу, що свідчить про намагання модернізувати виробництво та інвестувати у майбутнє. Проте зростання активів наразі не забезпечило пропорційного підвищення прибутковості. Показники ліквідності та фінансової стійкості демонструють

нестабільність, що обмежує гнучкість підприємства в кризових умовах. З погляду концепції ощадливого виробництва, відзначено суттєві відхилення: високий рівень заборгованості, зниження рентабельності активів і негативна чиста маржа свідчать про наявність «відходів, нерівномірності та перевантаження. Підприємству доцільно сфокусуватись на стабілізації грошових потоків, підвищенні оборотності активів і зменшенні циклу виробництва. Покращення цих показників дозволить гармонізувати фінансову діяльність з філософією ощадливості і підвищити ефективність управління ресурсами.

6. Доведено, що виробничі лінії ТОВ «Коростенський завод МДФ» побудовані з урахуванням філософії ощадливості: U-планування лінії, безперервний потік та наскрізна SCADA-автоматизація мінімізують «муду» переміщень і простоїв. Прес ContiRoll, SES-котел і власна лінія смол трансформують відходи у цінність, реалізуючи принципи Jidoka та pull. Карта потоку показала: дії, що додають цінність, становлять лише 0,15 % циклу; 98,9 % припадає на запаси й очікування. Таким чином, основний резерв підвищення ефективності — скорочення NVA-буферів через Kanban, FIFO і SMED. Запропоновані цифровий e-Kanban, динамічні буфери та MPC-керування сушінням здатні швидко вивільнити оборотний капітал і суттєво знизити енерговитрати підприємства.

7. Проаналізовано та виявлено чотири вузькі місця – надлишкові запаси, тривале кондиціонування, довгі переналадки та енергоємне сушіння – блокують фінансову стійкість ТОВ «КЗМ». Запровадження хейдзюнка та канбан, FIFO, SMED/OTED і MPC перетворює їх на джерела зростання. Річний економічний ефект оцінюється у 150 млн ₴, з яких 127,3 млн ₴ – вивільнений оборотний капітал, 24 млн ₴ – прямі заощадження та додаткова маржа. Запаси скорочуються вдвічі, виробничий простій зменшується, а витрати газу падають на 7 %. Продуктивність лінії зростає на 10,7 тис. м³ на рік. Таким чином, точкові інструменти ощадливого виробництва швидко генерують позитивний грошовий потік та зміцнюють конкурентоспроможність. Вивільнені ресурси можна спрямувати на погашення

боргу або фінансування енергоощадних інвестицій, мінімізуючи ризики та прискорюючи сталий розвиток підприємства.

8. Запропонована трирічна інвестиційна програма ОВ на підприємстві з обґрунтуванням фінансової доцільності модернізації. Тактичні 29 млн \$ у перший рік і двічі по 25 млн \$ стратегічних вкладень формують загальний бюджет 79 млн \$. Ефект нарощується поетапно: економія й додаткова маржа 45 млн \$ у рік 1, 105 млн \$ у рік 2 та 150 млн \$ з третього року. Дисконтований грошовий потік дає NPV = 147,5 млн \$ при WACC 15 %, а простий строк окупності становить близько 24 місяців. Таким чином, проект швидко повертає капітал, генерує стійкі грошові надлишки, зменшує ризики й створює фінансову базу для подальшого «зеленого» зростання. Ключовими драйверами ефекту є скорочення запасів, енергоефективна сушіння, SMED-переналагодження й цифровий Канбан, що забезпечують постійне підвищення продуктивності та маржі і конкурентності підприємства ринкової

9. Досліджено, світовий досвід промислових підприємств доводить, що комплексне впровадження ощадливого виробництва забезпечує стійкі фінансові й операційні вигоди. Типова послідовність дій включає діагностику потоків, базові 5S-та Кайдзен-ініціативи, швидке переналагодження SMED, витягуючі Канбан-системи та поступове вирівнювання навантаження методологією хейдзюнка. Сформована культура постійних покращень, підкріплена візуальним управлінням і залученням персоналу, дозволяє зменшити запаси на 25–80 %, скоротити цикл виконання замовлень на 50–80 % і підвищити OEE на 8–59 %. Фінансово виражається у зниженні собівартості на 10–20 %, щорічній економії мільйонів доларів і зростанні виручки на 20–100 %. Успішні кейси Bernard Controls, Broadfix, Dakota Bodies та інших підтверджують універсальність підходу, незалежно від галузі. Для ТОВ «Коростенський завод МДФ» це означає необхідність системно поєднати вже наявну автоматизацію з інструментами Канбан, SMED і TPM, аби перетворити внутрішні резерви в конкурентну перевагу, підвищити гнучкість і створити фундамент довгострокової прибутковості. Ключовим передумовами успіху є послідовна підтримка керівництва, прозора система показників та

безперервне навчання співробітників, що формує залученість і утримує темп змін та запобігає відкату до старого.

10. Змодельована трирічна програма ОВ, яка демонструє високий економічний потенціал. Уже через рік, реалізувавши 40 % заходів (5S, SMED, канбан, хейдзюнка), завод виходить зі збитків: маржа 7 %, ROA 2,8 %, чистий прибуток 143 млн £, ліквідність 0,45. На третій рік, досягнувши повного ефекту, прибуток зростає до 428 млн £, маржа – 20,6 %, оборотність і фінансова стійкість суттєво покращуються. Десятирічний горизонт передбачає подвоєння доходу й сформований резерв понад 1 млрд £, що відкриває шлях до другої прес-лінії та «зеленого» енергокомплексу. Інструменти ОВ скорочують собівартість, запаси, витрати та забезпечують сталу конкурентоспроможність і соціальні вигоди. Також покращується енергоефективність, SES-котел переробляє 95 % відходів, економлячи 12 млн £ на паливі щороку. Фінансові витрати знижуються до 390 млн £, а коефіцієнт автономії досягає 25 %.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The machine that changed the world: The story of lean production* (p. 16). New York, NY: Rawson Associates.
2. Krafcik, J. F. (1988). *Triumph of the lean production system*. *Sloan Management Review*, 30(1), 41–52. URL: sloanreview.mit.edu/article/triumph-of-the-lean-production-system/
3. Levy, D. L. (1997, January 15). *Lean production in an international supply chain*. *Sloan Management Review*. URL: sloanreview.mit.edu/article/lean-production-in-an-international-supply-chain/
4. de La Villarmois, O., & Levant, Y. (2009). *Simplified customer profitability evaluation: The equivalence-based method*. *Cost Management*, 23(4), 28–34. URL: econbiz.de/Record/simplified-customer-profitability-evaluation-the-equivalence-based-method-villarmois-olivier/10008283300
5. Emiliani, B., Stec, D., Grasso, L., & Stodder, J. (2007). *Better thinking, better results: Case study and analysis of an enterprise-wide lean transformation* (2nd ed.). Kensington, CT: Center for Lean Business Management.
6. Levinson, W. A., & Rerick, R. A. (2002). *Lean enterprise: A synergistic approach to minimizing waste*. Milwaukee, WI: Quality Press.
7. El Abbadi, L., Elrhanimi, S., & El Manti, S. (2020). *A literature review on the evolution of lean manufacturing*. *Journal of System and Management Sciences*, 10(4), 13–30. URL: doi.org/10.33168/JSMS.2020.0402
8. Holweg, M. (2007). *The genealogy of lean production*. *Journal of Operations Management*, 25(2), 420–437. URL: doi.org/10.1016/j.jom.2006.04.0019
9. Magee, D. (2007). *How Toyota became #1: Leadership lessons from the world's greatest car company*. New York, NY: Portfolio. URL: archive.org/details/howtoyotabecame100mage
10. Ohno, T. (1978). *トヨタ生産方式—脱規模の経営をめざして* [Toyota production system: Beyond large-scale production]. Tokyo, Japan: ダイヤモンド社.

11. Ohno, T. (1982). How the Toyota production system was created. *Japanese Economic Studies*, 10(4), 83–101. URL: doi.org/10.2753/JES1097-203X100483
12. Sugimori, Y., Kusunoki, K., Cho, F., & Uchikawa, S. (1977). Toyota production system and Канбан system: Materialization of just-in-time and respect-for-human system. *International Journal of Production Research*, 15(6), 553–564. URL: doi.org/10.1080/00207547708943149
13. Ashburn, A. (1977, July). Toyota's "famous Ohno system". *American Machinist*, p. 120–123.
14. Monden, Y. (1983). *Toyota production system: Practical approach to production management* (2nd ed.). Norcross, GA: Industrial Engineering and Management Press, Institute of Industrial Engineers. Retrieved from URL: archive.org/details/toyotaproduction0000mond
15. Cusumano, M. A. (1985). *The Japanese automobile industry: Technology and management at Nissan and Toyota*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
16. Womack, J. P., & Jones, D. T. (1996). *Lean thinking: Banish waste and create wealth in your corporation*. New York, NY: Simon & Schuster.
17. Palange, A., & Dhatrak, P. (2021). Lean manufacturing: A vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*, 46, 729–736. URL: doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193
18. Singh, N. (1993). Design of cellular manufacturing systems: An invited review. *European Journal of Operational Research*, 69(3), 284–291. URL: [doi.org/10.1016/0377-2217\(93\)90016-G](https://doi.org/10.1016/0377-2217(93)90016-G)
19. Wemmerlöv, U., & Hyer, N. L. (1989). Cellular manufacturing in the U.S. industry: A survey of users. *International Journal of Production Research*, 27(9), 1511–1530. URL: doi.org/10.1080/00207548908942637
20. Ali, R. M., & Deif, A. M. (2014). Dynamic lean assessment for takt time implementation. *Procedia CIRP*, 17, 577–581. URL: doi.org/10.1016/j.procir.2014.01.128
21. Haghsheno, S., Binninger, M., Dlouhy, J., & Sterlike, S. (2016). History and theoretical foundations of takt planning and takt control. In *Proceedings of the 24th*

- Annual Conference of the International Group for Lean Construction (pp. 53–62). Boston, MA, USA: International Group for Lean Construction.
22. Soliman, M. (2022, November 29). Creating a one-piece flow and production cell: Just-in-time production with Toyota's single-piece flow (SSRN Scholarly Paper No. 4314086). Social Science Research Network. URL: doi.org/10.2139/ssrn.4314086
 23. Li, S. G., & Rong, Y. L. (2009). The reliable design of one-piece flow production system using fuzzy ant colony optimization. *Computers & Operations Research*, 36(5), 1656–1663. URL: doi.org/10.1016/j.cor.2008.03.010
 24. Mitrani, D., & Mitrani, I. (1990). Analysis of Канбан discipline for cell coordination in production lines. *Management Science*, 36(9), 1548–1566.
 25. Muckstadt, J. A., & Tayur, S. R. (1995). A comparison of alternative Канбан control mechanisms. *IIE Transactions*, 27(2), 140–150. URL: doi.org/10.1080/07408179508936726
 26. Barsalou, M., & Starzyńska, B. (2023). Inquiry into the use of Five Whys in industry. *Quality Innovation Prosperity*, 27(1), 62–78. URL: doi.org/10.12776/qip.v27i1.1771
 27. Card, A. J. (2017). The problem with '5 Whys'. *BMJ Quality & Safety*, 26(8), 671–677. URL: doi.org/10.1136/bmjqs-2016-005849
 28. Moreira, A. C., & Pais, G. C. S. (2011). Single minute exchange of die: A case study implementation. *Journal of Technology Management & Innovation*, 6(1), 129–146. URL: doi.org/10.4067/S0718-27242011000100011
 29. Boran, S., & Ekincioglu, C. (2017). A novel integrated SMED approach for reducing setup time. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 92(9–12), 3941–3951. URL: doi.org/10.1007/s00170-017-0424-9
 30. Saurin, T. A., Ribeiro, J. L. D., & Vidor, G. (2012). A framework for assessing poka-yoke devices. *Journal of Manufacturing Systems*, 31, 358–366. URL: doi.org/10.1016/j.jmsy.2012.04.001
 31. Romero, D., Gaiardelli, P., Powell, D. J., & Zanchi, M. (2022). Intelligent poka-yokes: Error-proofing and continuous improvement in the digital lean manufacturing world. In D. Y. Kim, G. von Cieminski, & D. Romero (Eds.), *Advances in*

- Production Management Systems. *Smart Manufacturing and Logistics Systems: Turning Ideas into Action* (IFIP AICT Vol. 664, pp. 595–603). Springer. URL: doi.org/10.1007/978-3-031-16411-8_68
32. Álvarez, L., Avella, L., & Martínez, R. (2024). Impact and critical factors in Heijunka implementation: An action research study. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 17(3), 753–776. URL: doi.org/10.3926/jiem.6292
 33. Korytkowski, P., Wiśniewski, T., & Rymaszewski, S. (2013). Multivariate simulation analysis of production leveling (Heijunka) – A case study. In N. Bakhtadze, K. Chernyshov, A. Dolgui, & V. Lototsky (Eds.), *7th IFAC Conference on Manufacturing Modelling, Management, and Control* (pp. 1554–1559). International Federation of Automatic Control. URL: doi.org/10.3182/20130619-3-RU-3018.00285
 34. Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. *Management Decision*, 46(4), 565–579. URL: doi.org/10.1108/00251740810865067
 35. Kanamori, S., Sow, S., Castro, M. C., Matsuno, R., Tsuru, A., & Jimba, M. (2015). Implementation of 5S management method for lean healthcare at a health center in Senegal: A qualitative study of staff perception. *Global Health Action*, 8, 27256. URL: doi.org/10.3402/gha.v8.27256
 36. Ahuja, I. P. S., & Khamba, J. S. (2008). Total productive maintenance: Literature review and directions. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 25(7), 709–756. URL: doi.org/10.1108/02656710810890890
 37. Ireland, F., & Dale, B. G. (2001). A study of total productive maintenance implementation. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, 7(3), 183–192. URL: doi.org/10.1108/13552510110404495
 38. Rezult. Завод МДФ // Rezult: офіц. сайт компанії Rezult International Ukraine: електрон. ресурс. URL: rezult.pro/ua/factory/ (дата звернення: 02.03.2025).
 39. Clarity Project. Приватне акціонерне товариство «Коростенський завод МДФ» (код ЄДРПОУ 37079170): реєстровий запис // Clarity Project: електрон. ресурс. URL: clarity-project.info/edr/37079170 (дата звернення: 04.02.2025).

40. Коростенський завод МДФ. Про завод // офіц. сайт підприємства: електрон. ресурс. URL: kmm.ua/pro-zavod (дата звернення: 29.03.2025).
41. OpenDataBot. Приватне акціонерне товариство «Коростенський завод МДФ» (код ЄДРПОУ 37079170): профіль підприємства // OpenDataBot: електрон. ресурс. URL: opendatabot.ua/c/37079170 (дата звернення: 02.03.2025).
42. Державна служба статистики України. Капітальні інвестиції: архів оперативних даних // електрон. ресурс. URL: ukrstat.gov.ua/operativ/operativ2014/kap/kap_u/arh_kap_u.html (дата звернення: 29.03.2025).
43. Деревообробна промисловість (КВЕД 16.21): аналітичний каталог підприємств України // UC.Market by YouControl: електрон. ресурс. URL: catalog.youcontrol.market/derevoobrobna-promyslovist/16.21 (дата звернення: 29.03.2025).
44. ПрАТ «Коростенський завод МДФ». Заява про наміри отримати дозвіл на викиди забруднюючих речовин в атмосферне повітря стаціонарними джерелами // Міністерство захисту довкілля та природних ресурсів України: електрон. док. 2023. URL: mepр.gov.ua/wp-content/uploads/2023/11/PrAT-Korostenskyj-zavod-MDF.docx (дата звернення: 29.03.2025)
45. Siempelkamp. ContiRoll®: continuous press for wood-based panel production // Офіц. сайт Siempelkamp. URL: siempelkamp.com/en/products-and-technologies/machine-and-plant-engineering/wood-based-panel-plants/lvl/contiroll/contiroll/ (дата звернення: 24.03.2025).
46. Siempelkamp. Next level High-Speed-Production – ContiRoll® Generation 9 also ... // *Siempelkamp Bulletin* : електрон. вид. 2017. URL: siempelkamp.com/fileadmin/user_upload/Bulletin_ENG/bulletin_2017_01_en.pdf (дата звернення: 24.03.2025).
47. Siemens AG. TIA Portal Module 092-300: OPC UA with SIMATIC S7-1500 as OPC Server and OPC Scout & SIMIT as OPC Clients : навч. документ. 2019. URL: automation.siemens.com/sce-static/learning-training-documents/tia-

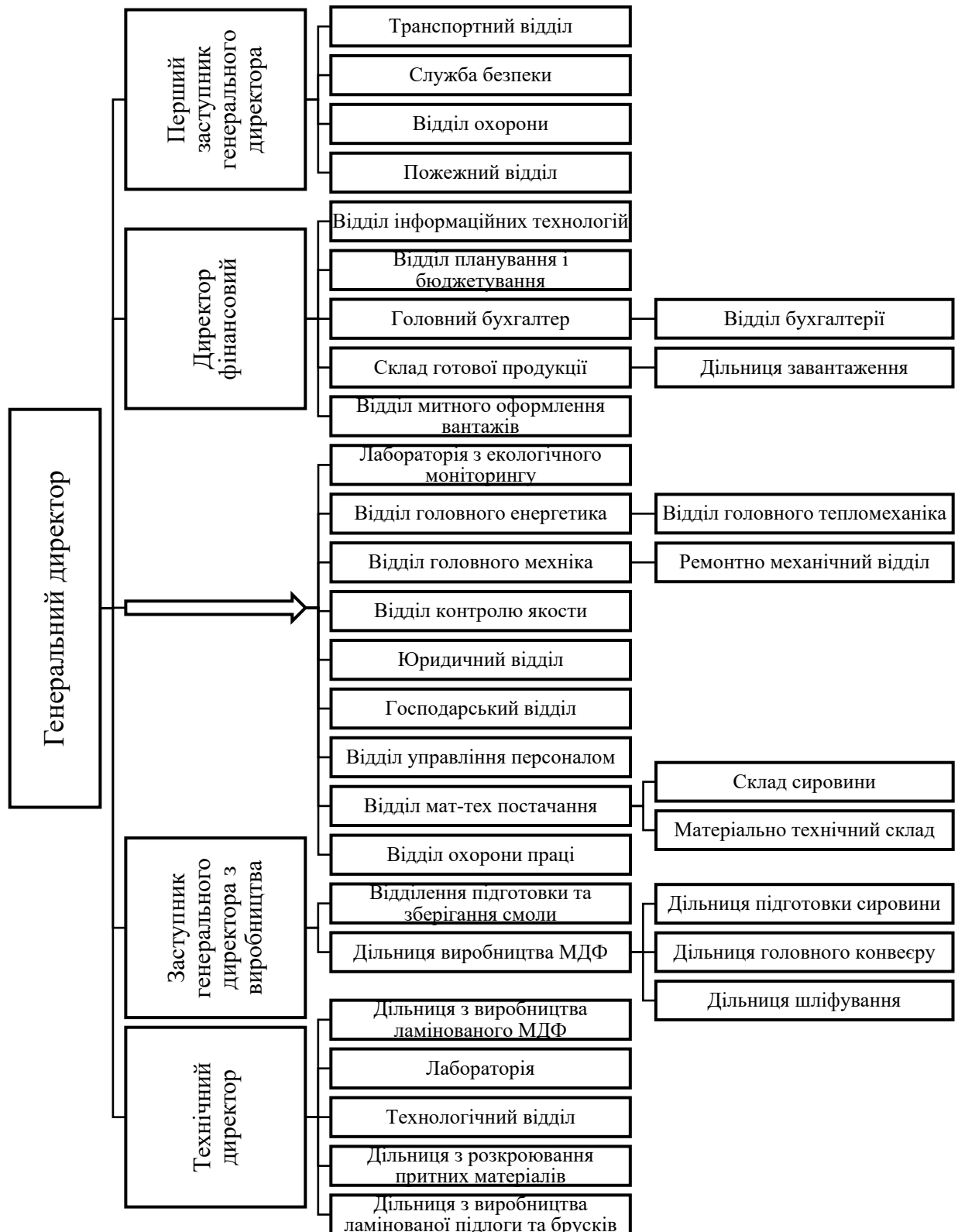
- portal/advanced-communication/sce-092-300-opc-ua-s7-1500-r1807-en.pdf (дата звернення: 24.03.2025).
48. Fagus-GreCon. GreCon STENOGRAPH: inline raw density profile measurement // Офіц. сайт Fagus-GreCon. URL: fagus-grecon.com/en-us/measuring-technology/products/stenograph/ (дата звернення: 24.03.2025).
 49. Wemhöner Surface Technologies. Short-Cycle Press Lines : брошура. 2014. URL: wemhoener.de/data/wemhoener/prospect/kat_short_cycle_press_lines_gb_2014.pdf (дата звернення: 24.03.2025).
 50. Monden, Y. (1994). Toyota production system: An integrated approach to just-in-time. Springer. URL: doi.org/10.1007/978-1-4615-9714-8
 51. Koch, T., Sobczyk, T., Horbal, R., Kagan, R., & Mianowska, Z. (2011). Last 10 years of lean movement in Poland: Conclusions and prospects for the future. *Management and Production Engineering Review*, 2(2), 80–88. URL: researchgate.net/publication/284022463_LAST_10_YEARS_OF_LEAN_MOVEMENT_IN_POLAND_CONCLUSIONS_AND_PROSPECTS_FOR_THE_FUTURE
 52. Lean Manufacturing Methods // MFG Shop: електрон. ресурс. URL: shop.machinemfg.com/lean-manufacturing-methods/ (дата звернення: 30.04.2025).
 53. Larnec Doors Case Study. Lean Manufacturing implementation results. Larnec Pty Ltd, Australia. URL: txm.com/case-studies/larnec-doors-lean-manufacturing/ (дата звернення: 24.03.2025).
 54. Lean Enterprise Institute. (2020). Broadfix: Lean Transformation in Construction Materials Manufacturing. Lean Global Network Case Studies. URL: lean.org/common/display/?o=3512 (дата звернення: 24.03.2025).
 55. Bernard Controls Europe. (2017). Lean transformation success story in electro-mechanical industry. Lean Management Institute France. URL: institut-lean-france.fr/cas-entreprise-bernard-controls/ (дата звернення: 05.03.2025).

56. Dakota Bodies Lean Case Study. (2018). Implementing Lean Manufacturing in Custom Truck Body Production. Lean Enterprise Institute Case Study. URL: lean.org/common/display/?o=3634 (дата звернення: 02.04.2025).
57. Canyon Creek Cabinet Company. Lean Manufacturing Results. URL: canyoncreek.com/company/lean-manufacturing/ (дата звернення: 02.04.2025).
58. Branach Manufacturing. (2021). Lean Manufacturing Transformation Case Study. TXM Lean Solutions. URL: txm.com/case-studies/branach-manufacturing-lean-case-study/ (дата звернення: 24.03.2025).
59. Santos, J., Wysk, R. A., & Torres, J. M. (2014). Improving Production with Lean Thinking: Case Study of Medium Furniture Manufacturer in Brazil. *Procedia Manufacturing*, 3, 300-307. URL: doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.143
60. Case: Lean manufacturing strategy at an appliance manufacturer in North America // Flevy: електрон. ресурс. URL: flevy.com/topic/cost-reduction-assessment/case-lean-manufacturing-strategy-appliance-manufacturer-north-america (дата звернення: 03.04.2025).
61. Abu, F., Gholami, H., Saman, M. Z. M., Zakuan, N., Sharif, S., & Streimikiene, D. (2021). Pathways of lean manufacturing in wood and furniture industries: A bibliometric and systematic review. *European Journal of Wood and Wood Products*, 79(4), 753–772. URL: doi.org/10.1007/s00107-021-01713-2

ДОДАТКИ

Додаток А

Рисунок 1. Організаційно-функціональна структура ТОВ "Коростенський завод МДФ"



Фінансова звітність ТОВ "Коростенський завод МДФ" за 2020 – 2024 роки

Таблиця Б.1 – активи

Назва рядка	Код рядка	2020	2021	2022	2023	2024
I. Необоротні активи						
Нематеріальні активи	1000		20	19	234	173
– первісна вартість	1001		20	10295	10566	10566
– накопичена амортизація	1002			10276	10332	10393
Незавершені капітальні інвестиції	1005	69745	76613	20421	1852237	3608195
Основні засоби	1010	585496	516845	179260	85196	60211
– первісна вартість	1011	1746592	1766956	1786958	1806815	1832768
– знос	1012	1161096	1250111	1607698	1721619	1772557
Інвестиційна нерухомість	1015	187543				
– первісна вартість	1016	208703				
– знос	1017	21160				
Довгострокові фінансові інвестиції (за методом участі в капіталі інших підприємств)	1030			1125265	1125265	
Відстрочені податкові активи	1045	609	473			
Усього за розділом I	1095	843 393	593 951	1324965	3062932	3668579
II. Оборотні активи						
Запаси	1100	195858	252033	317715	333028	536273
– виробничі запаси	1101	21932	71009	89551	114590	121404
– незавершене виробництво	1102	27276	28431	29075	27216	26209
– готова продукція	1103	130232	152577	191123	191198	160987
– товари	1104		16	7 966	24	227673
Дебіторська заборгованість за продукцію, товари, роботи, послуги	1125	83222	41550	46258	265290	239920
Дебіторська заборгованість за розрахунками: за виданими авансами	1130	10 777	606 994	583 418	197 104	176 748
– з бюджетом	1135	16 994	30 798	505	180 872	47 558
– у тому числі з податку на прибуток	1136					10 561
– з нарахованих доходів	1140				303	37
Інша поточна дебіторська заборгованість	1155	322	544	288 867	560 123	455 860
Гроші та їх еквіваленти	1165	11 109	5 668	225 355	197 079	4 458
Витрати майбутніх періодів	1170	15	65	470	192	4 553
Інші оборотні активи	1190	1 190	2 710	3 491	4 689	4 258
Усього за розділом II	1195	319 487	940 362	1466079	1738680	1469665
III. Необоротні активи, утримувані для продажу, та групи вибуття	1200					
Баланс	1300	1162880	1534313	2791044	4801612	5138244

Таблиця Б.2 – пасиви

Назва рядка	Код рядка	2020	2021	2022	2023	2024
I. Власний капітал						
Зареєстрований (пайовий) капітал	1400	74125	74125	74125	74125	74125
Внески до незареєстрованого статутного капіталу	1401					
Капітал у дооцінках	1405					
Додатковий капітал	1410	696	696	696	696	696
Емісійний дохід	1411					
Накопичені курсові різниці	1412					
Резервний капітал	1415					
Нерозподілений прибуток (непокритий збиток)	1420	-250258	-125351	45912	282967	272596
Неоплачений капітал	1425					
Вилучений капітал	1430					
Інші резерви	1435					
Усього за розділом I	1495	-175437	-50530	120733	357788	347417
II. Довгострокові зобов'язання і забезпечення						
Відстрочені податкові зобов'язання	1500					
Пенсійні зобов'язання	1505					
Довгострокові кредити банків	1510					
Інші довгострокові зобов'язання	1515					
Довгострокові забезпечення	1520					
Довгострокові забезпечення витрат персоналу	1521					
Цільове фінансування	1525					
Благодійна допомога	1526					
Страхові резерви	1530					
– резерв довгострокових зобов'язань	1531					
– резерв збитків або резерв належних виплат	1532					
– резерв незароблених премій	1533					
– інші страхові резерви	1534					
Інвестиційні контракти	1535					
Призовий фонд	1540					
Резерв на виплату джек-поту	1545					
Усього за розділом II	1595					
III. Поточні зобов'язання і забезпечення						
Короткострокові кредити банків	1600					
Векселі видані	1605					
Поточна кредиторська заборгованість (за довгострок. зобов'язаннями)	1610					
– товари, роботи, послуги	1615	49359	61379	46739	58209	107375
– розрахунки з бюджетом	1620	68	1129	39666	10880	1139

– у тому числі з податку на прибуток	1621			38522	10092	
– розрахунки зі страхування	1625	1746	813	304	341	752
– розрахунки з оплати праці	1630	3749	2992	2275	2046	2745
– за одержаними авансами	1635	19858	84930	6589	7361	1904
– за розрахунками з учасниками	1640					
– із внутрішніх розрахунків	1645	1259105	1429373	1173287	1173287	1173287
– за страховою діяльністю	1650					
Поточні забезпечення	1660	4260	4040	4197	5632	5937
Доходи майбутніх періодів	1665					
Відстрочені комісійні доходи від перестраховиків	1670					
Інші поточні зобов'язання	1690	172	187	1397254	3186068	3497688
Усього за розділом III	1695	1338317	1584843	2670311	4443824	4790827
IV. Зобов'язання, пов'язані з необорот. активами, утримуваними для продажу	1700					
V. Чиста вартість активів недержавного пенсійного фонду	1800					
Баланс	1900	1162880	1534313	2791044	4801612	5138244

Таблиця Б.3 – Звіт про фінансові результати

Назва рядка	Код	2020	2021	2022	2023	2024
Чистий дохід від реалізації продукції (товарів, робіт, послуг)	2000	1468937	2551869	2104103	2533979	1890698
Чисті зароблені страхові премії	2010					
Премії підписані, валова сума	2011					
Премії, передані у перестраховання	2012					
Зміна резерву незароблених премій, валова сума	2013					
Зміна частки перестраховиків у резерві незароблених премій	2014					
Собівартість реалізованої продукції (товарів, робіт, послуг)	2050	947239	1358181	1460735	1457653	1106144
Чисті понесені збитки за страховими виплатами	2070					
Валовий: прибуток	2090	521698	1193688	643368	1076326	784554
збиток	2095					
Дохід (витрати) від зміни у резервах довгострокових зобов'язань	2105					
Дохід (витрати) від зміни інших страхових резервів	2110					
Зміна інших страхових резервів, валова сума	2111					
Зміна частки перестраховиків в інших страхових резервах	2112					
Інші операційні доходи	2120	22899	29372	44611	368099	111005

Дохід від зміни вартості активів, які оцінюються за справедливою вартістю	2121					
Дохід від первісного визнання біологічних активів і сільськогосподарської продукції	2122					
Дохід від використання коштів, вивільнених від оподаткування	2123					
Адміністративні витрати	2130	29457	39288	34893	43734	52879
Витрати на збут	2150	65194	68985	49965	116067	99568
Інші операційні витрати	2180	18099	708399	31168	354908	103766
Витрат від зміни вартості активів, які оцінюються за справедливою вартістю	2181					
Витрат від первісного визнання біологічних активів і сільськогосподарської продукції	2182					
Фінансовий результат від операційної діяльності: прибуток	2190	431847	406388	571953	929716	639346
збиток	2195					
Дохід від участі в капіталі	2200					
Інші фінансові доходи	2220	199	284	185	3950	857
Інші доходи	2240					100
Дохід від благодійної допомоги	2241					
Фінансові витрати	2250	282933	281523	362219	644946	649654
Втрати від участі в капіталі	2255					
Інші витрати	2270		106	134	7	
Прибуток (збиток) від впливу інфляції на монетарні статті	2275					
Фінансовий результат до оподаткування: прибуток	2290	149113	125043	209785	288713	
збиток	2295					9351
Витрати (дохід) з податку на прибуток	2300	-3022	-136	-38522	-51658	-432
Прибуток (збиток) від припиненої діяльності після оподаткування	2305					
Чистий фінансовий результат: прибуток	2350	146091	124907	171263	237055	
збиток	2355					9783
Сукупний дохід						
Сукупний дохід (сума рядків 2350, 2355 та 2460)	2465	146091	124907	171263	237055	-9783
Елементи операційних витрат						
Матеріальні затрати	2500	627682	964776	1047063	1193632	784104
Витрати на оплату праці	2505	67480	78472	57342	72586	78047
Відрахування на соціальні заходи	2510	12870	17264	10562	13735	15013
Амортизація	2515	147964	111569	369091	114492	51457
Інші операційні витрати	2520	203993	1002772	252655	550599	437502
Разом	2550	1059989	2174853	1736713	1945044	1366123

Орієнтовний бюджет капітальних інвестицій (деталізований витрати), млн ₴

Вузьке місце та заходи для усунення	Тактичні витрати (3–6 міс.)	Стратегічні витрати (1–3 роки)	Разом
Надмірні запаси готової продукції (Канбан, хейдзюнка) Впровадження системи автоматизованого контролю запасів	SaaS-ліцензія EDI-порталу, базовий модуль хейдзюнка (6 млн) Придбання 20 RFID/QR-сканерів для складу, термінали (2 млн) Всього: 8 млн	Інтеграція e-Канбан із ERP та MES-системами, розробка моделі штучного інтелекту для прогнозу попиту (12 млн) Забезпечення сервісної підтримки на 3 роки, посилення кібербезпеки (2 млн) Всього: 14 млн	22 млн
Тривале кондиціонування плит (принцип FIFO) Скорочення циклу кондиціонування та модернізація камер	Встановлення FIFO-сенсорів та систем маркування камер, модифікація наявного конвеєрного обладнання (0,8 млн) Короткий курс навчання для працівників, картування виробничих процесів (0,2 млн) Всього: 1 млн	Будівництво додаткових камер кондиціонування з рекуперацією тепла та автоматизацією процесу (2×250 м³) (6 млн) Всього: 6 млн	7 млн
Скорочення часу переналагодження (OTED/SMED) Підвищення швидкості переналагодження устаткування для зменшення простоїв виробництва	Закупівля швидкофіксуючих патронів, гідравлічних струбцин, мобільних візків для попередньо налаштованих пресетів (5 млн) Інтенсивне навчання операторів методу швидких	Встановлення автоматичних станцій підігріву інструменту, RFID-систем для швидкої ідентифікації оснастки (8 млн) Додатковий резервний комплект модульних плит для	16 млн

	переналаджень (SMED-курс) (1 млн) Всього: 6 млн	безперервної роботи (2 млн) Всього: 10 млн	
Зниження енергоємності сушіння волокон (система MPC) Встановлення системи моделі предиктивного управління сушарками (MPC)	Придбання та встановлення 120 датчиків температури та вологості, обладнання польових контролерів Siemens S7-1500 та мережі Profinet (10 млн) Створення базової предиктивної моделі керування сушінням, річна ліцензія на хмарні сервіси (4 млн) Всього: 14 млн	Поширення системи MPC на всі три сушарки, створення цифрового двійника (digital-twin) для оптимізації параметрів процесу (17 млн) Трирічний контракт на технічну підтримку, періодичні оновлення ПЗ та моделей на основі штучного інтелекту (3 млн) Всього: 20 млн	34 млн
Загальна сума інвестицій	29 млн	50 млн	79 млн