

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет транспорту, менеджменту і логістики  
Кафедра логістики

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри логістики  
Матвеев В.В.  
(підпис, П.І.Б)  
«13» грудня 2021 р.

# ДИПЛОМНА РОБОТА

(ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА)

ЗДОБУВАЧА ОСВІТНЬОГО СТУПЕНЯ

«МАГІСТР»

ТЕМА: «Інтегрована логістична підтримка діяльності будівельної компанії»

зі спеціальності 073 «Менеджмент»  
(шифр і назва)  
освітньо-професійна програма «Логістика»  
(шифр і назва)  
форма навчання денна

Здобувач: Ніколаєв Микита Олексійович  
(прізвище, ім'я та по батькові) (підпис, дата)

Науковий керівник: Марчук В.Є.  
(прізвище та ініціали) (підпис, дата)

Нормоконтролер: Кабан Н.Д.  
(прізвище та ініціали) (підпис, дата)

Київ 2021

НАЦІОНАЛЬНИЙ АВІАЦІЙНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
Факультет транспорту, менеджменту і логістики  
Кафедра логістики

Освітнього ступеня магістр  
Форма навчання денна  
Спеціальність 073 «Менеджмент»  
(шифр найменування)  
Освітньо-професійна програма «Логістика»  
(шифр найменування)

ЗАТВЕРДЖУЮ  
Завідувач кафедри логістики  
Матвеев В.В.  
(підпис, П.І.Б)  
«04» жовтня 2021 р.

**ЗАВДАННЯ**  
**НА ВИКОНАННЯ ДИПЛОМНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧА**  
Ніколаєва Микити Олексійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дипломної роботи: «Інтегрована логістична підтримка діяльності будівельної компанії» затверджена наказом ректора від 29 вересня 2021 р. № 2051/ст.
2. Термін виконання роботи: з 04.10.2021 р. до 02.01.2022 р.
3. Дата подання роботи на випускову кафедру 13.12.2021 р.
4. Вихідні дані до проекту: наукові статті та тези доповідей щодо інтегрованої логістичної підтримки будівельних процесів, дослідження консалтингових компаній, загальна, статистична та фінансова інформація ПП «Консоль», інтернет-джерела.
5. Зміст пояснювальної записки: особливості інтегрованої логістичної підтримки діяльності будівельної компанії, інструментарій бережливого будівництва, аналіз стану та перспектив будівельної галузі в Україні та його логістична підтримка, аналіз процесів будівництва за участю ПП «Консоль», дослідження використання цифрових технологій в будівництві, механізм організації інтегрованої логістичної підтримки процесів будівництва, обґрунтування проектних рішень.
6. Перелік обов'язкового графічного матеріалу: таблиці, діаграми, графіки, схеми, що ілюструють теперішній стан проблеми та методи їх вирішення.

## 7. Календарний план – графік

№ п/п	Завдання	Термін виконання	Відмітка про виконання
1	2	3	4
1.	Вивчення та аналіз наукових статей, літературних джерел, нормативно-правової документації, підготовка першого варіанту вступу та теоретичного розділу	04.10.21-28.10.21	виконано
2.	Збір статистичних даних, проведення хронометражу, виявлення, підготовка першого варіанту аналітичного розділу	29.10.21-15.11.21	виконано
3.	Розробка проектних пропозицій та їх організаційно-економічне обґрунтування, підготовка першого варіанту проектного розподілу та висновків. Редагування перших варіантів дипломної роботи	16.11.21-03.12.21	виконано
4.	Підготовка остаточного варіанта дипломної роботи, перевірка у нормоконтролера	04.12.21-09.12.21	виконано
5.	Узгодження роботи з науковим керівником, одержання відгуку наукового керівника, подання на кафедру логістики для допуску до захисту, одержання внутрішньої та зовнішньої рецензій, довідки про успішність	10.12.21-12.12.21	виконано
6.	Подання дипломної роботи на кафедру логістики	13.12.21	виконано

Здобувач \_\_\_\_\_  
(підпис)

Керівник дипломної роботи \_\_\_\_\_  
(підпис)

## 8. Консультанти з окремих розділів роботи:

Розділ	Консультант (посада, П.І.Б.)	Дата, підпис	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Розділ 1	проф., д.т.н. Марчук В.Є.	04.10.21	04.10.21
Розділ 2	проф., д.т.н. Марчук В.Є.	29.10.21	29.10.21
Розділ 3	проф., д.т.н. Марчук В.Є.	16.11.21	16.11.21

## 9. Дата видачі завдання «04» жовтня 2021 р.

Керівник дипломної роботи: \_\_\_\_\_  
(підпис керівника) Марчук В.Є.  
(П.І.Б.)

Завдання прийняв до виконання: \_\_\_\_\_  
(підпис здобувача) Ніколаєв М.О.  
(П.І.Б.)

## РЕФЕРАТ

Загальний обсяг пояснювальної записки до дипломної роботи на тему «Інтегрована логістична підтримка діяльності будівельної компанії» складає 122 сторінки та містить 32 рисунків, 12 таблиць, 101 використаних джерело.

ІНТЕГРОВАНА ЛОГІСТИЧНА ПІДТРИМКА, ВІМ, ШТУЧНИЙ ІНТЕЛЕКТ, ВІРТУАЛЬНА ТА ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ, ДРОНИ, 4D-ДРУК, БЕРЕЖЛИВЕ БУДІВНИЦТВО.

У дипломній роботі розглянуто основні підходи до інтегрованої логістичної підтримки діяльності будівельної компанії.

Метою дипломної роботи є розробка інтегрованої логістичної підтримки діяльності будівельної компанії заснованих на комплексі сучасних цифрових технологій.

Теоретичний розділ присвячений дослідженню наукових праць щодо інтегрованої логістичної підтримки діяльності будівельної компанії.

В аналітичному розділі проведений аналіз українського ринку будівництва та його логістичного забезпечення. Був проведений аналіз організації процесів будівництва ПП «Консоль» та виявлені недоліки.

У проектному розділ був побудований механізм організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва. Було проведене обґрунтування використання концепції Lean-будівництва для забезпечення інтегрованої логістичної підтримки діяльності ПП «Консоль» та доцільності організації маркетингово-логістичної підтримки для взаємодії з потенційними замовниками.

Матеріали дипломної роботи рекомендуються використовувати під час проведення наукових досліджень, у навчальному процесі та в практичній діяльності фахівців логістичних підрозділів.

## **ABSTRACT**

The total volume of the explanatory note to the Master Thesis on "Integrated logistics support of the construction company" is 122 pages and contains 32 figures, 12 tables, 101 sources used.

**INTEGRATED LOGISTICS SUPPORT, BIM, ARTIFICIAL INTELLIGENCE, VIRTUAL AND AUGMENTED REALITY, DRONES, 4D PRINTING, LEAN CONSTRUCTION.**

Master thesis considers the main approaches to integrated logistics support of the construction company.

The purpose of the master thesis is to develop integrated logistics support for construction companies based on a set of modern digital technologies.

The theoretical chapter is devoted to the study of scientific papers on integrated logistics support for construction companies.

The analytical section analyzes the Ukrainian construction market and its logistics. The analysis of the organization of construction processes of PE "Consol" was carried out and bottlenecks were revealed.

The mechanism of the organization of the integrated logistical support of construction business processes was constructed in the project chapter. Justification of Lean-Construction philosophy implementation to provide integrated logistics support for the activities of PE "Consol" is carried out. Justification of organizing marketing and logistics support for interaction with potential customers is carried out.

Thesis materials are recommended to be used during scientific research, in the educational process and in the practical activities of specialists of logistics departments.

## ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	7
ВСТУП .....	8
РОЗДІЛ 1 ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛОГІСТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ .....	12
1.1 Особливості застосування логістики у будівельній галузі .....	12
1.2 Будівельний комплекс як об’єкт логістизації .....	24
1.3 Інструменти Lean-будівництва для оптимізації процесів під час будівельного виробництва .....	29
1.4 Висновки до розділу 1 .....	37
РОЗДІЛ 2 АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ .....	39
2.1 Аналіз діяльності та перспектив розвитку будівельного ринку в Україні....	39
2.2 Аналіз господарсько-фінансової діяльності ПП «Консоль» .....	47
2.3 Аналіз логістичної підтримки будівельних процесів підприємства.....	59
2.4 Висновки до розділу 2 .....	69
РОЗДІЛ 3 ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ	71
3.1 Основні напрямки формування та механізм функціонування системи інформаційної логістичної підтримки .....	71
3.2 Обґрунтування використання концепції Lean-будівництва для забезпечення інтегрованої логістичної підтримки діяльності ПП «Консоль» .....	88
3.3 Визначення доцільності організації маркетингово-логістичної підтримки взаємодії з потенційними замовниками.....	94
3.4 Висновки до розділу 3 .....	101
ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	111

## ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ

БМУ – Будівельно-монтажні управління.

БПЛА безпілотні літальні апарати.

ВТВ – Виробничо-технологічний відділ.

МТЗ – Матеріально-технічне забезпечення.

СПУ – Система мережевого планування та управління.

ШІ – Штучний інтелект.

AR - Augmented Reality.

BIM – Building Information Modelling.

FIEC European Construction Industry Federation.

IGLC – International Group for Lean Construction.

IPD – Integrated Project Delivery.

LCI – Lean Construction Institute.

MR – Mix Reality.

VA – Virtual Assistance.

## ВСТУП

В системі галузей будівельна галузь є однією з пріоритетних, оскільки вирішує фундаментальні економічні та соціальні проблеми, що пов'язані з виробничим аспектом економіки. Врахування галузевої специфіки щодо руху економічних потоків робить актуальним застосування логістичних підходів. Це пов'язано з інтенсифікацією будівельного виробництва, використанням нових матеріалів та технологій будівництва, розширенням кількості господарських зв'язків між підприємствами будівельного комплексу, нарощуванням інтенсивності економічних потоків в будівництві та спряжених галузях. Із зростанням інтенсивності економічних потоків збільшується потреба в логістизації будівництва. В цих умовах зростає значення логістичної координації матеріальних та пов'язаних з ними потоків (інформаційних, фінансових, сервісних тощо), забезпечення узгодженого в часі і просторі підготовки будівельного виробництва, закупівель, транспортування, постачань та виробничо-технологічної комплектації на об'єктах, що будуються [59].

За експертними оцінками вчених і фахівців [1,15,16], широке застосування методів логістичного управління дозволить:

- скоротити час руху матеріалів і сировини у виробничому циклі і сфері обігу приблизно на 25-30%;
- знизити рівень запасів продукції у споживачів на 30-50%;
- забезпечити комплексний облік всіх витрат у матеріальних потоках; - підвищити рівень обслуговування споживачів;
- скоротити дефіцит товарів і послуг.

Таким чином, використання логістики в будівництві дозволяє скоротити різні види запасів, контролювати обсяг незавершеного виробництва, знизити ризики в будівництві, інтенсифікувати процеси руху продукції і прискорити оборотність капіталу, забезпечити синхронізацію поставок матеріально-технічних ресурсів, спряженість виробничо-технологічної комплектації з



процесом будівельно-монтажних робіт і тим самим забезпечити високу ефективність усього інвестиційно-будівельного циклу.

Питаннями логістичної підтримки будівельних компаній та будівельного процесу займається велика кількість науковців, як закордоном, так і в Україні, зокрема: Стаханов В.Є. та Івакін Е. К. [42], Жаворонков Е. П. [8,9], Сobotка А., Чарніговська А. та Стефаняк К. [92], Бушко А. [69,92], Серра С.М.Б. та Олівейра О.Дж. [89], Черчата А. О. [59], Богінська Л. О. [2], Смиричинський А. [40], тощо.

Однак, дані публікації не торкаються питань управління інтегрованою логістичною підтримкою будівництва об'єктів з урахуванням цифрових технологій.

Саме тому, метою дипломної роботи стала розробка інтегрованої логістичної підтримки діяльності будівельної компанії заснованих на комплексі сучасних цифрових технологій.

Завданнями дипломної роботи були:

1. Визначення особливостей застосування логістики у будівельній галузі.
2. Визначення будівельного комплексу як об'єкту логістизації.
3. Дослідження інструментарію бережливого будівництва для оптимізації процесів під час будівельного виробництва.
4. Аналіз діяльності та перспектив розвитку будівельного ринку в Україні та аналіз логістичної підтримки будівельних процесів ПП «Консоль».
5. Дослідження основних напрямків формування та побудова механізму організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва.
6. Обґрунтування використання концепції Lean-будівництва для забезпечення інтегрованої логістичної підтримки діяльності ПП «Консоль» та доцільності організації маркетингово-логістичної підтримки для взаємодії з потенційними замовниками.

Відповідно, об'єктом дослідження було визначено бізнес-процеси будівельної компанії.

Предметом дослідження стала управління процесами будівельної компанії.

Елементами наукової новизни даного магістерського дослідження є розробка механізму організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва.

В ході магістерського наукового дослідження використано загальнонаукові та спеціальні методи, серед яких:

- методи синтезу та аналізу, індукції та дедукції, узагальнення та абстрагування для розробки теоретичних положень організації будівельної логістики, особливостей забезпечення будівельних процесів та застосування інструментарію бережливого будівництва для оптимізації процесів;

- системний підхід та термінологічний аналіз для визначення сутності будівельної логістики;

- методи маркетингових досліджень для структуризації та сегментування ринку будівельної логістики в Україні,

- методи статистичного аналізу для виявлення основних трендів і закономірностей розвитку ринку будівельної логістики та діяльності ПП «Консоль»,

- методи економічного аналізу показників виробничо-комерційної діяльності ПП «Консоль»;

- порівняння «вигід-витрат» для обґрунтування застосування положень концепції бережливого будівництва;

- проектний підхід для техніко-економічного обґрунтування доцільності впровадження сайту для ПП «Консоль»;

- опитування будівельного персоналу під час складання графіку робіт по фундаменту та складання ретроспективи виконання робіт згідно до графіку.

Під час виконання дипломної роботи джерелами інформації стали українські та закордонні наукові статті щодо логістичного підходу до управління життєвим циклом об'єктів будівництва, застосування BIM, III, віртуальної та доповненої реальності, 3 та 4D-друку, дронів та робототехніки, статистичні збірники Державної служби статистики України, статистична та бухгалтерська

звітність про фінансово-господарську діяльність ПП «Консоль» (бухгалтерські баланси, фінансові звіти, аналітичні огляди).

В процесі підготовки роботи були використані різні продукти з лінійки Microsoft, а саме: Excel – для аналітичних досліджень та розрахунку економічної доцільності проектних пропозицій, Visio та Paint – для схематичного представлення основних позицій.

Результати дипломної роботи пройшли апробацію на X науково-практичній конференції з міжнародною участю «Професійний менеджмент в сучасних умовах розвитку ринку», яка відбулася 1 листопада 2021 р. та за результатами якої були опубліковані тези на тему «Інтегрована логістична підтримка діяльності будівельної компанії».

# РОЗДІЛ 1

## ТЕОРЕТИЧНІ ЗАСАДИ ЛОГІСТИЗАЦІЇ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ У БУДІВЕЛЬНІЙ ГАЛУЗІ

### 1.1 Особливості застосування логістики у будівельній галузі

Сучасний стан будівельної галузі змушує шукати резерви виживання, які ще до недавнього часу випадали з поля зору фахівців та власників, бо норма прибутку в підрядному будівництві мала значний «люфт», який не дозволяв відчутти фінансово-економічні наслідки зниження рентабельності будівельного виробництва.

Логістика як засіб раціональної організації матеріальних потоків на будівельному підприємстві дозволяє управляти прибутком через зменшення витратної частини, а не збільшення доходу. Відомо, що зменшення логістичних (складських, транспортно-заготівельних та ін.) витрат на 1% дає в середньому такий самий ефект, як збільшення обсягів реалізації на 10%. Ще одним суттєвим фактором на користь логістики є будівництво в умовах обмеженого землевідведення, що не дозволяє створювати великі за площею зони складування на будівельному майданчику і змушує організовувати постачання матеріалів та конструкцій за принципом «точно-вчасно».

Місце логістичних бізнес-процесів у системі створення кінцевої споживчої вартості будівельного продукту показано на схемі, наведеної на рис.1.1.

Питання логістики будівельного виробництва в умовах трансформаційної економіки розглядалися науковцями як Стаханов В. М. та Івакін Є. К. [27], Жаворонков Є. П. [8,9] та ін. Окрему увагу приділено управлінню закупівлями і контрактами (procurement and logistics management) під час здійснення проектного менеджменту (Мазур І. І. [17], Тарасюк Г. М. [47]), бо, як відомо, будівельна галузь є значною мірою проектно орієнтованою. Ці автори визнають,

що використання логістичних принципів в економіці почалося не так давно – у 60–70-х роках минулого століття. Будівельні компанії у країнах із розвинутою економікою почали усвідомлювати, що раціоналізація управління вантажопотоками шляхом зменшення видатків дозволяє знизити собівартість будівництва у цілому без додаткових грошових вкладень.

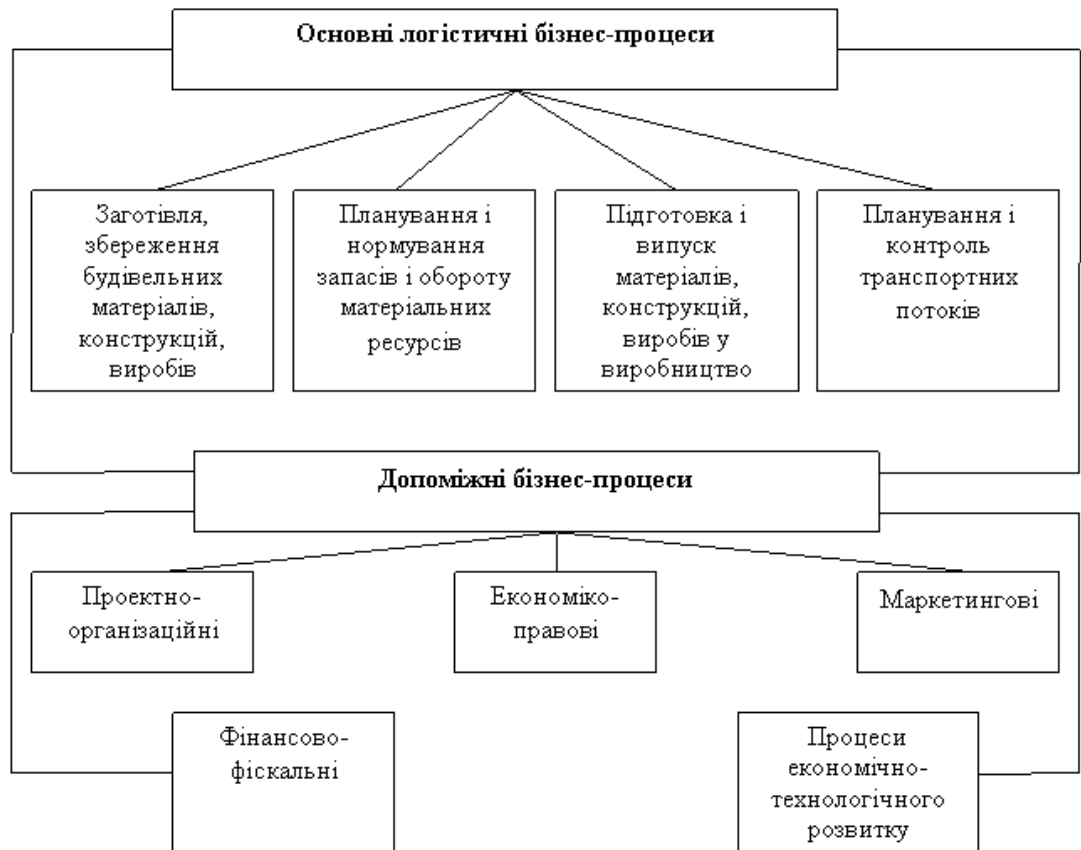


Рисунок 1.1 – Склад бізнес-процесів будівельного підприємства

Джерело: [8]

При організації та управлінні будівельним виробництвом неодмінним етапом роботи є економічне обґрунтування найбільш вигідного використання обмежених ресурсів, прийняття рішень для максимізації економічних результатів.

Ринкові умови висунули перед будівництвом завдання, пов'язані зі зниженням вартості, скороченням термінів будівництва при забезпеченні високої якості будівельномонтажних робіт. Тому управління розвитком

будівельного виробництва полягає, перш за все, у зміні пріоритетів між різними видами господарської діяльності будівельних організацій на користь посилення значущості діяльності з управління матеріальними, інформаційними і фінансовими потоками [42].

Необхідною умовою використання оптимального підходу до управління матеріальними потоками є гнучкість, альтернативність виробничо-господарських ситуацій, в умовах яких доводиться приймати планово-управлінські рішення.

Логістика – це економічний інструмент, який із достатньо високим ступенем надійності забезпечує оптимальні умови ухвалення ефективних рішень організаційно-технічного розвитку виробництва в будівництві з урахуванням управління матеріальними, інформаційними, фінансовими і трудовими потоками, що відповідають технології та організації будівельного процесу і дозволяють успішно завершити будівництво в строк за мінімальних витрат.

Логіка принципу системності припускає розгляд будівництва як цілісної системи, всі елементи якої взаємозалежні та взаємопов'язані між собою. Логістика не пасивно сприймає ці взаємозв'язки і взаємозалежність, а намагається формувати їх найбільш раціональним чином.

Критерієм раціональності логістичної системи є пріоритет загальносистемних цілей над приватними цілями підсистем та елементів.

Враховуючи, що будівництво об'єктів охоплює мережу організацій, пов'язаних матеріальними та інформаційними потоками, а також з забезпеченням життєвого циклу проекту (від закупівлі будівельних матеріалів через будівництво до створення повноцінного будівельного об'єкту для кінцевого споживача та, нарешті, утилізації відходів будівництва) усі процеси та відносини, що стосуються вищезазначених потоків, утворюють логістичну систему. Будівельне підприємство, будучи учасником таких ланцюгів постачання від постачальників до клієнтів, має власну систему внутрішньої логістики також у вигляді ланцюгів постачання (рис. 1.2).

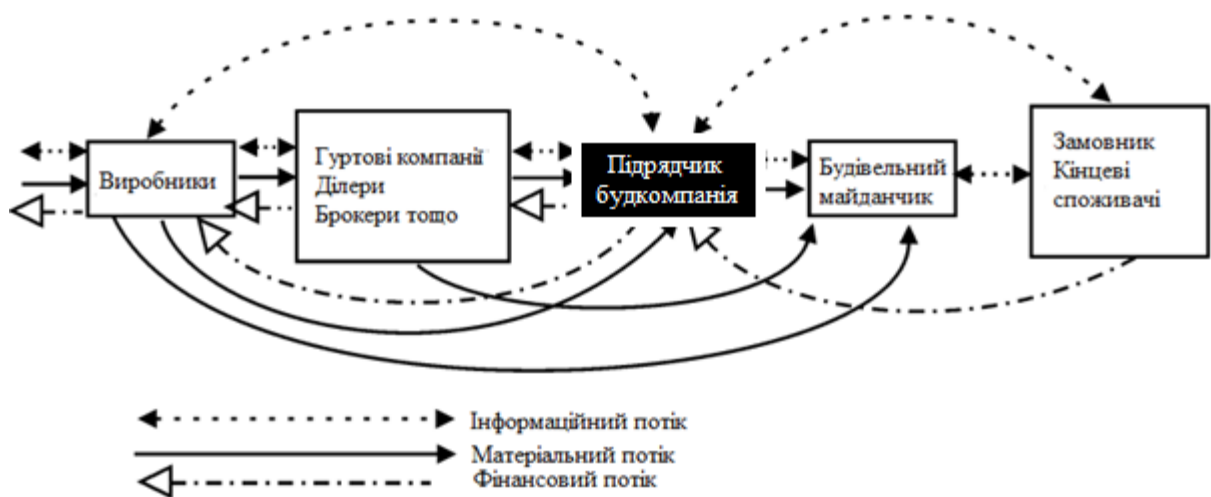


Рисунок 1.2 – Будівельне підприємство в ланцюгу постачання

Джерело: [92]

Логістичні процеси присутні в різних сферах діяльності компанії (купівля, виробництво, продаж тощо). Ізоляція та інтеграція логістичних завдань, що виконуються всіма організаційними підрозділами компанії, призводить до створення логістичних відділів, які координують усі потоки. У будівельних компаніях спостерігаються три основні моделі логістичних систем:

- неформальна, де координація логістичних завдань окремих відділів і сфер діяльності здійснюється в рамках існуючої організаційної структури компанії;
- напівформальна, де займається менеджер з логістики. несе відповідальність за координацію логістичних процесів компанії, але не відповідає за відділи, де ці процеси проводяться;
- формальна, де окремий відділ бере на себе всі логістичні процеси компанії.

Конкретна модель логістики виходить відповідно до поточної організаційної структури компанії, її цілей та стратегії управління.

Реальний розмір компанії також важливий. 97% усіх українських підрядників мають в штаті до 20 осіб і, отже, не мають у своїй структурі відділу логістики. Перевага надається напівформальній моделі з одним спеціалістом. Великі підприємства, які раніше мали добре розвинені відділи логістики, як правило, повертаються до напівформальної моделі (зменшують кількість

працівників) або вирішують передати закупівлі на аутсорсинг. Численні дослідження логістичних систем у будівництві вказують на динамічні зміни в цій сфері [69,70,92,93].

Будівельні компанії-підрядники – це зазвичай лише окремі ланки логістичних ланцюгів, які забезпечують будівельний проект матеріалами, послугами з окремих процесів будівництва. На відміну від виробничих галузей, які отримують прибуток від довготривалого партнерства з постачальниками та клієнтами, логістичними ланцюгами в будівництві значно важче управляти та оптимізувати. Це є результатом:

- диверсифікації будівельних проектів (різні матеріали, методи, розташування кожного проекту означає щоразу нову групу учасників ланцюга постачання);
- технічної складності проекту;
- кількості учасників проекту;
- домінування в системі торгів на тендерах з придбання послуг підрядника (випадкове партнерство всередині ланцюга);
- труднощі у пристосуванні логістичних процедур кожного учасника до логістичної системи проекту.

Тому співпраця в рамках ланцюга постачання в будівельному проекті є короткостроковою. Учасники будівельного проекту (будівельники-підрядники, постачальники, роботодавець тощо) мають тенденцію конкурувати між собою, щоб отримати максимальну віддачу від проекту. Для наступного будівельного проекту вони збираються приєднатися до нових партнерів і сформувати нові ланцюги постачання [89].

Будівельну логістику можна розглядати в ряді аспектів [89]:

- будівельний майданчик як виробнича система та складова багатьох логістичних ланцюгів, де складні процеси виконуються в рамках обмежень у часі, просторі та бюджеті – логістика всього проекту;
- ланцюги постачання, що доставляють продукцію із зовнішніх джерел на будівельний майданчик (логістика постачання);



– координація матеріальних потоків на будівельному майданчику (логістика на місці);

– учасники будівельного проекту як окремі суб'єкти, які беруть участь в інших проектах одночасно.

Оскільки успіх проекту залежить від координації внутрішньої та зовнішньої логістики у всіх вищезгаданих аспектах, потрібні значні управлінські зусилля, щоб привести зусилля всіх учасників проекту у відповідність і досягти синергетичного ефекту [94]. Проект будівництва складається з кількох етапів від його задуму до введення в експлуатацію. Кожен етап включає логістичні процеси. Набір рекомендацій для підготовки та реалізації інтегрованого логістичного плану будівельного проекту представлені в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Рекомендації логістичного забезпечення будівництва

№	Етап будівельного проекту	Рекомендації та інструменти
1	2	3
1.	Проектування	Використання концептуальних положень логістики Аналіз технологічних альтернатив Визначення плану дій на будівельному майданчику Проектування будівельних процесів, проектування розташування об'єктів на будівельній ділянці
2.	Планування	Графік Ганта виконання робіт Графік Ганта використання матеріалів Графік Ганта використання обладнання Гістограма задіяності працівників Графік Ганта залучення підрядників Графік Ганта впровадження профілактичних заходів, пов'язаних з безпекою праці

### Закінчення таблиці 1.1

1	2	3
3.	Постачання	Специфікація матеріалів Плани доставки матеріалів на ділянку Діаграма Ганта запуску процесу закупівлі Правила закупівлі матеріалів/матеріалів Вибір постачальників матеріалів та послуг Інструкції щодо придбання або лізингу обладнання Використання індексів матеріальних втрат і розтрат
4.	Будівництво	План виконання робіт Документація, впровадження та обслуговування інформаційної системи Використання індексів продуктивності праці та обладнання Правила безпеки та охорони праці

Джерело: [94]

Ретельно розроблений логістичний план враховує всі можливі відносини між учасниками проекту: власником і керівництвом проекту, проектувальниками, підрядниками, постачальниками послуг і матеріалів, страховими компаніями, фінансовими установами та контролюючими органами.

Сьогодні більшість будівельних компаній зводять до мінімуму власний транспорт і складські. Ці завдання та функції часто беруть на себе учасники зовнішніх логістичних ланцюгів, наприклад транспортні компанії, оптові торговці чи виробники. Запаси, які традиційно зберігаються на будівельних майданчиках, часто зберігаються у постачальників і поставляються за запитом партіями. Керівництво проекту, дизайнери або навіть роботодавці часто вибирають матеріали та постачальників. Крім того, дизайнери, наймані фахівці з логістики або спеціалізовані оптові торговці часто обирають які потрібно матеріали для будівництва та остаточних постачальників. Тому до будівельного

проекту залучається надзвичайно велика кількість учасників. Відносини між ними постійно розвиваються (рис. 1.3) і спостерігається подальша спеціалізація [69,70].

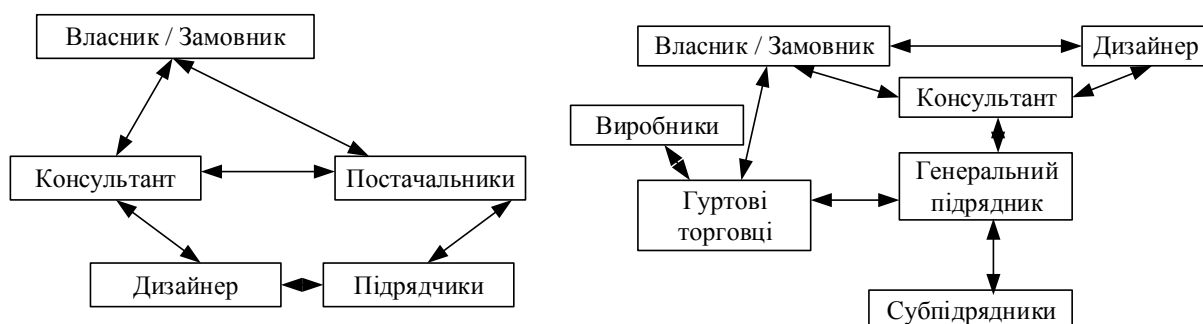


Рисунок 1.3 – Відносини між учасниками ланцюга постачання будівельного проекту  
Джерело: [92]

Для досягнення очікуваної ефективності проекту необхідно впроваджувати нові ефективні рішення. В даний час роботодавець домінує на висококонкурентних будівельних ринках і його рішення є обов'язковими для будь-яких дій дизайнерів, підрядників і постачальників, що відбивається на мережі відносин учасників проекту. Остаточна модель відносин також залежить від системи взаємодії в проекті та відповідно управління ланцюгами постачання.

Логістична система будівельного проекту суттєво впливає на час і вартість проекту. Однак, вибір логістичної системи залежить від економічних, фізичних та організаційних умов проекту, наприклад: обсяг робіт проекту, розташування та система доставки. Будь-які домовленості щодо системи реалізації проекту мають бути найбільш економічними для замовника проекту та дозволяють йому брати участь у будь-яких рішеннях, на які він хоче вплинути. Найпоширенішими системами доставки в будівництві є [95]:

- системи «проекткування-тендер-будівництво»;
- системи «проекткування - будівництво» або «під ключ»;

Система «проектування-тендер-будівництво» вимагає від власника/замовника керувати етапом планування, найняти архітектора, а потім вибрати та найняти підрядників або генерального підрядника для виконання проектних робіт. Три головні учасники проекту (власник, проектувальник і підрядник) працюють окремо в межах своєї відповідальності (рис.1.4). Весь процес послідовний: спочатку йде проект, потім торги і, нарешті, будівництво.

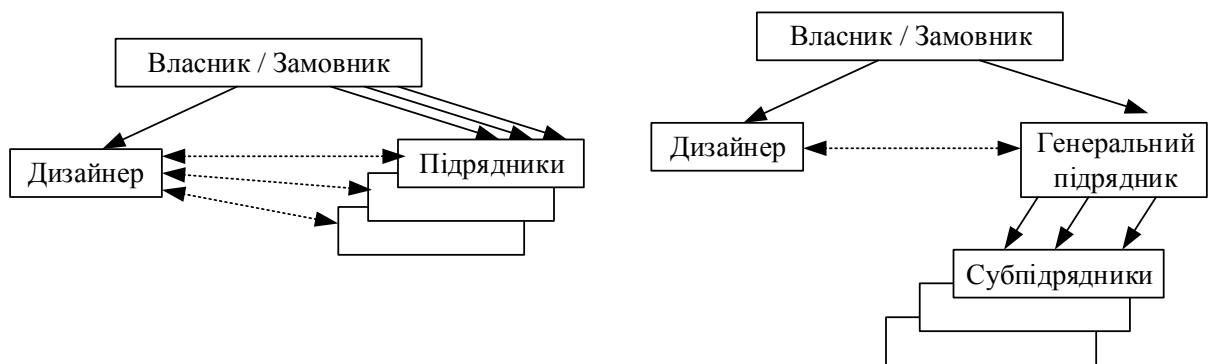


Рисунок 1.4 – Принципова схема взаємовідносин у системі «проектування-тендер-будування» з незалежними підрядниками (ліворуч) та з генпідрядником (праворуч)

Джерело: [92]

У випадку систем «проектування та будівництво» або «під ключ» власник наймає одного генерального інженера, який надає послуги з управління, проектування та будівництва (рис. 1.5), виступаючи в якості генерального підрядника або наймаючи підрядників. Є лише одні договірні відносини за участю власника. Генеральний інженер бере на себе всю відповідальність за завершення проекту. Процеси проектування та будівництва можуть проводитися одночасно (в межах однієї команди або однієї компанії), що покращує інформаційні потоки та скорочує час виконання проекту. Виключаються традиційні конфлікти між дизайнерами та підрядниками.

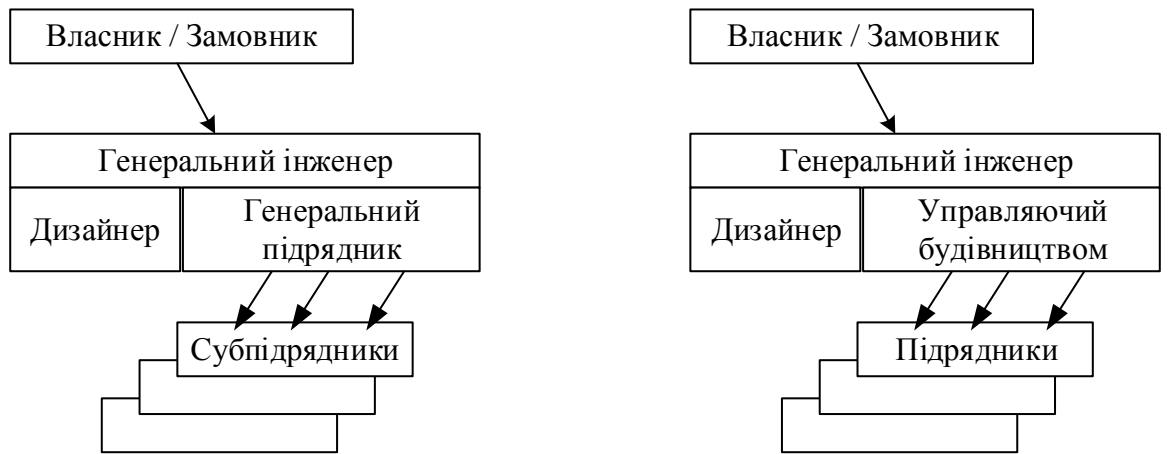


Рисунок 1.5 – Принципова схема взаємовідносин у системі «проекткування - будівництво» з генпідрядником та без нього

Джерело: [69]

Що стосується логістики проекту, можливі чотири основні моделі систем постачання:

- незалежні ланцюги постачання для окремих підрядників, де вибір постачальників, планування та планування поставок є обов'язком кожного підрядника;
- централізована система постачання, керована генеральним підрядником або іншою стороною, що керує всім проектом за допомогою власних відділів логістики;
- централізована система постачання, керована зовнішньою логістичною компанією;
- комбінація вищезазначеного.

Системи постачання на основі незалежних ланцюгів або послуг зовнішньої логістичної компанії можливі в будь-яких типах систем доставки проекту.

У випадку систем доставки з генеральним підрядником або іншою стороною, яка розпоряджається необхідними логістичними ресурсами, доцільно використовувати їх для створення та управління всією системою постачання проекту. Така сторона отримує пряму вигоду від будь-якого покращення логістики.

Інтегрована логістика для всього будівельного проекту означає можливість оптимізації ланцюгів поставок і координації постачання, що важливо для масштабних будівельних проектів, які залучають багато підрядників, які працюють у обмеженому просторі. Перекладання відповідальності за постачання на багатьох субпідрядників може призвести до перевантажень на будівельному майданчику, надмірних витрат і затримок.

Бізнес-організації, що пропонують послуги у сфері логістики, можуть існувати у формі незалежних компаній або створюватися спеціально для потреб будівельного проекту. Відповідно до сфери своєї діяльності вони можуть брати на себе всі логістичні процеси протягом життєвого циклу проекту або зосередитися на деяких функціях, наприклад: контроль постачання, транспортування та складування.

В повну логістичну підтримку будівельного проекту входить складові представлені на рис. 1.6.

Обсяг вищезазначених логістичних послуг частково доповнює, а частково перекриває складові логістичного плану для всього життєвого циклу будівельного проекту, представленого Серра та Олівейра [89]. Централізація логістики має на меті знизити загальну вартість проекту, підвищити якість робіт і скоротити терміни виконання проекту. Оскільки українські будівельні компанії не ведуть облік вартості матеріалів (і закупівель) за джерелом їх походження, неможливо вказати вартість логістики постачання безпосередньо на основі обліку. Якщо матеріал постачається кількома постачальниками, а також за допомогою власних служб доставки підрядника, можна лише оцінити витрати на закупівлю.

Будівельна логістика займається багатьма технічними, організаційними та екологічними питаннями, що впливають на вартість проекту, час і якість виконання. Традиційно кожен підрядник використовує і керує своїми ланцюжками поставок. У разі великих проектів із залученням кількох підрядників несумісність логістичних концепцій та відсутність координації призводять до серйозних порушень у матеріальних та інформаційних потоках.

Згідно з сучасними уявленнями про менеджмент, централізація логістичних функцій і управління дозволяють багатьом суб'єктам будівельного проекту досягти синергетичного ефекту від своїх зусиль.



Рисунок 1.6 – Складові логістичної підтримки будівельного проекту

Джерело: складено на основі [92]:

Впровадження інтегрованих логістичних систем, таких як ці, що пропонуються логістичними центрами, може бути особливо ефективним у великих будівельних проектах, розташованих у центрах міст (замкнений простір, обмежені транспортні можливості), де необхідно керувати масивними потоками матеріалу (наприклад, великі земляні роботи, що вимагають транспортування видобутої землі). матеріал). Основним завданням інтегрованої логістичної системи є забезпечення своєчасних поставок, виключаючи більшу частину

обробки та зберігання матеріалів на місці, скоротити час завершення проекту шляхом усунення причин зупинки робіт, мінімізувати порушення в місцевому транспорті та повітряному транспорті, забруднення через викиди вихлопних газів. Перекладання більшості логістичних процесів на професіоналів логістики дозволяє будівельним компаніям зменшити свої постійні витрати та зосередитися на розвитку своїх основних компетенцій.

## **1.2 Будівельний комплекс як об'єкт логістизації**

Із зростанням інтенсивності економічних потоків збільшується й потреба в логістизації будівництва, яка здійснюється в рамках логістичних систем. Логістизацію підприємства можна визначити як інтегроване управління бізнес-процесами з просування продукції і супутніх потоків від джерела їх виникнення до кінцевого споживача з метою досягнення максимальної ефективності діяльності підприємства.

Логістизацію бізнес-процесу можна визначити як управління потоками, що передбачає запровадження інтеграційного механізму та може реалізуватися на внутрішньому й зовнішньому рівнях підприємства.

Логістизація будівництва полягає в раціоналізації і оптимізації економічних потоків, тобто взаємозв'язаних і взаємообумовлених процесів руху ресурсів учасників будівельного ринку для досягнення поставлених соціально-економічних цілей. Головна мета логістики в будівництві - організація у рамках єдиного потокового процесу переміщення матеріалів і інформації між усіма учасниками будівельного комплексу [59].

Потенційні можливості логістизації будівництва, перетворені на логістичні системи, здатні забезпечити істотний економічний ефект і зміцнити господарські зв'язки будівельних підприємств, що посилить їх ринкові позиції.



Отже, логістизація будівельного виробництва створює умови для оптимізації будівельного потоку (рис. 1.7).

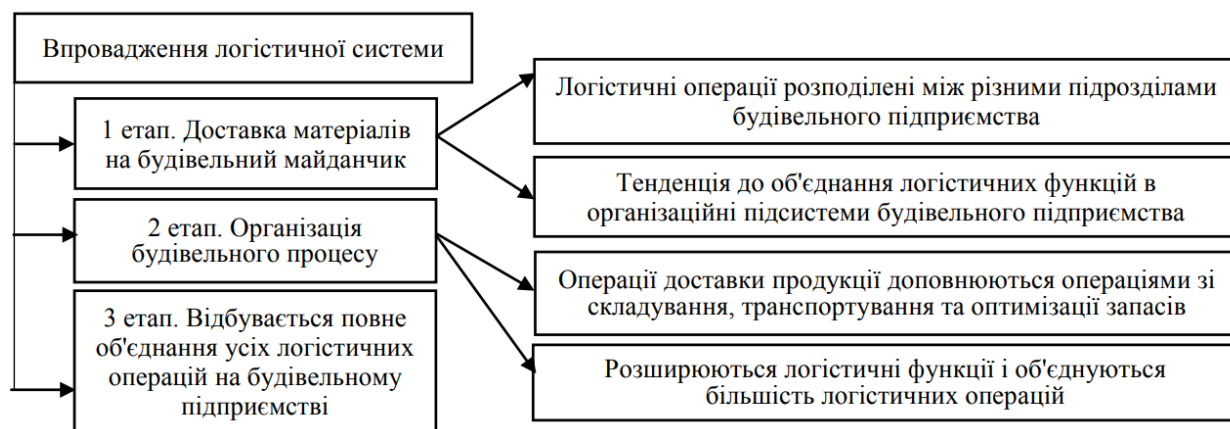


Рисунок 1.7 – Будівельний комплекс – як об'єкт логістизації

Джерело: [2]

Необхідною і достатньою умовою логістизації є формування потоку, оскільки логістика відображає рух і динамізм економічних процесів. Різноманіття форм руху дозволяє інтерпретувати потік в широких межах, оскільки будь-якими змінами в просторі і в часі є рух. Зміст і структура логістичного забезпечення в будівництві визначається його специфікою. Існують галузеві особливості, які як чинники впливають на логістику будівництва. Доречно зазначити, що протиріччя між потоком і нерухомістю долається відносною руху - в даній ситуації має місце специфічний логістичний потік, а саме: потік власників чи орендарів цієї нерухомості [12].

Для розвитку логістики будівництва необхідно враховувати наступне:

1. Будівельна продукція є багатоаспектною, схильною до активної диверсифікації, виступає як засоби виробництва і предмети споживання в залежності від її використання юридичними та фізичними особами.

2. Сутність логістизації будівництва полягає в потоковій концепції.

3. Будівельний цикл є логістичною системою, а етапи цього циклу - ланки цієї системи.

4. Стосовно будівництва існують складові інфраструктури - виробнича, соціальна, інституціональна.

5. Логістика відіграє важливу роль в професіоналізмі персоналу будівельних підприємств.

6. Господарські зв'язки в будівництві є безліччю потоків.

7. Елементарним блоком в логістичному забезпеченні є: «постачання - запаси - транспортування - збут».

8. Суб'єкти будівельного комплексу повинні функціонувати як саморегульовані системи на основі взаємозв'язку вхідних і вихідних потоків, для чого пропонується логістична інформаційна мережа.

9. Система мережевого планування та управління (СПУ) є моделлю і інструментом логістичного забезпечення будівництва.

10. Методичні підходи до оцінки ефективності логістичного забезпечення є багатокритеріальними з енергетичною дією.

В умовах кризи багато будівельних компаній шукають шляхи виходу з нього з найменшими для себе втратами. В якості одного з напрямків, що сприяє «виживанню» будівельного підприємства є використання логістики в виробництві.

Смиричинський А., Жаворонков Е. П. запропонували концептуальна схема впровадження логістичного підходу на будівельному підприємстві на основі внутрішньофірмової та зовнішньофірмової інтеграції учасників будівельного процесу [61], яку треба розглядати як основу інтеграційного механізму, що забезпечує імплементацію інтегрованого логістичного підходу в практичну діяльність будівельних підприємств (рис. 1.8).

Відомо, що будь-яка виробничо-господарська організація складається з трьох функціональних сфер: виробництва, фінансів та маркетингу. Ця концепція є класичною щодо функціонального принципу формування організаційної структури підприємства.

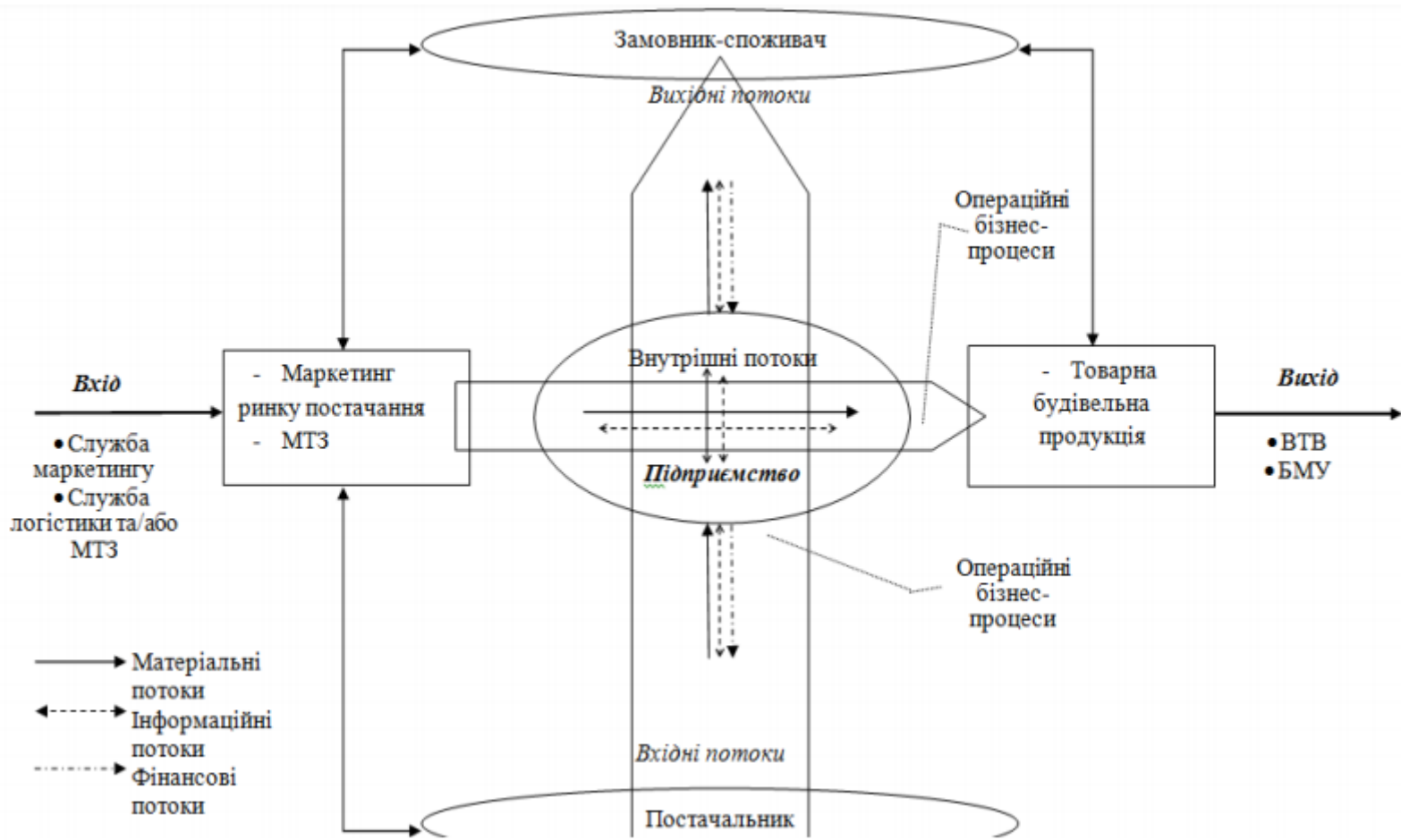


Рисунок 1.8 – Концептуальна схема впровадження логістичного підходу на будівельному підприємстві на основі внутрішньофірмової та зовнішньофірмової інтеграції учасників будівельного процесу

Джерело: [61, с.45]

Але в сучасних умовах господарювання, зокрема, для підприємств будівельної галузі існує взаємозв'язок між функціональним та процесним підходами в контексті їх поєднання, оскільки саме ці підходи важливі для здійснення логістичної діяльності та формування організаційної структури підприємства на засадах логістичної концепції управління бізнесом.

Оскільки основним принципом, на якому базується логістичний підхід, є принцип інтеграції, логістизація дозволяє ув'язати функціональне та процесне управління шляхом раціональної організації логістичних потоків, що функціонують у логістичній системі підприємства. Основу інтеграційного механізму, що забезпечує імплементацію інтегрованого логістичного підходу в практичну діяльність будівельних підприємств, складає запропонована концептуальна схема, яка демонструє інтеграцію учасників будівельного процесу на внутрішньофірмовому та зовнішньофірмовому рівні.

На вході визначено відповідальні підрозділи щодо виконання логістичної функції постачання, а саме: служба маркетингу, служба логістики та/або МТЗ (матеріально-технічне забезпечення). Вхідні потоки акумулюються всередині будівельного підприємства, перетікаючи у внутрішні потоки, які, в свою чергу, трансформуються у вихідні потоки у вигляді товарної будівельної продукції – цей процес відображає міжфункціональну інтеграцію.

В той же час відповідальні за між функціональну інтеграцію підрозділи співпрацюють з зовнішніми контрагентами (замовниками, споживачами, постачальниками тощо). При цьому бізнес-процеси, що пов'язані з операційною діяльністю, узгоджують вхідні, внутрішні та вихідні потоки за напрямками горизонтальної та вертикальної інтеграції. Відповідальними за виробництво якісної товарної будівельної продукції відповідно вимогам споживача є ВТВ (виробничо-технологічний відділ) та/або БМУ (будівельно-монтажні управління), тобто підрозділи, що безпосередньо курирують (ВТВ) та здійснюють (БМУ) будівельний процес.

Важливим для досягнення високих кінцевих результатів діяльності підприємства є успішна взаємодія логістичного управління з іншими видами

функціонального управління, зокрема виробничого та фінансового.Ця взаємодія реалізується через виконання управлінських функцій та завдань, що вирішуються як в межах кожного з функціональних видів управління, так і в результаті координації управлінських рішень, що приймаються в логістичній системі підприємства.

В сучасних умовах господарювання для будівельних підприємств набуває актуальності застосування концепції інтегрованої логістики. Головний принцип логістики в будівельному виробництві – розгляд логістичних потоків як системи, що поєднує (стикує у часі та просторі) всі дії в ланцюгу «постачання-транспортування – виробничо-технологічна комплектація – транспортування – будівельний об'єкт».

Для забезпечення ефективності функціонування інтегрованих логістичних систем необхідно оцінити доцільність логістизації бізнес-процесів будівельних підприємств. Разом з цим застосування логістичного підходу необхідно вивчити глибше за допомогою обґрунтованих інструментів, враховуючи при цьому характеристики досліджуваних бізнес-процесів та галузеву специфіку.

### **1.3 Інструменти Lean-будівництва для оптимізації процесів під час будівельного виробництва**

Lean-будівництво (бережливе будівництво) – це метод виробництва в будівництві, спрямований на скорочення витрат, матеріалів, часу та зусиль. По суті, методологія полягає в тому, щоб мінімізувати погане і максимізувати хороше. Використовуючи принципи бережливого будівництва, бажаним результатом було б максимізувати дохід і результати проекту при мінімізації марнотратних аспектів і затримок у часі. Цей результат досягається, коли стандартні підходи до будівництва об'єднуються з чітким і стислим

розумінням матеріалів та інформації проекту та двома функціями менеджменту, як планування та контроль. Це може здатися складним для розуміння, але суть цієї системи полягає в тому, щоб використовувати те, що необхідно, без зайвого. Це можна зробити лише шляхом стратегічного планування та дій групи керівництва та за допомогою та допомоги всім працівникам.

Слід розуміти, що бережливе будівництво – це філософія з принципами та ідеологією, але це не конкретний план дій із встановленими інструментами та методами. Принципи бережливого будівництва однакові не дивлячись на кількість різних наукових шкіл. Основні принципи включають:

- створення передбачуваної атмосфери, заснованої на плануванні та даних;
- зменшення надлишку відходів від ретельного планування та збільшення комунікаційних потоків між замовником і проектом.

Lean – це спосіб мислення, заснований на уявленні про те, що менше – це краще.

Переваги та недоліки бережливого будівництва зведемо в табл. 1.2.

Проект, який керується за стандартизованим поглядом на будівництво, від того, який керується за допомогою філософії бережливого виробництва, сильно відрізняється. Від початку проекту до кінцевої мети кожна складова кардинально змінюється. Одна з найбільших відмінностей походить від стратегічного планування філософії бережливого виробництва. Бережливе будівництво змушує всі сторони мати чіткий набір цілей, орієнтирів і завдань для кінцевого процесу. Використовуючи філософію бережливого виробництва, вся ідея полягає в тому, щоб максимізувати продуктивність на кожному рівні для клієнта. Сюди входять співробітники, дистриб'ютори та всі керуючі сторони. Усі ці групи змушені працювати злагоджено разом і наголошують на контролі виробництва протягом усього проекту. Кожна одиниця проекту працює разом, як добре змащена машина, а це означає, що якщо один шматок ослаблений, все розпадеться.

Таблиця 1.2 – Переваги та недоліки Lean-будівництва

№	Переваги	Недоліки
1	2	3
1.	Використання меншої кількості матеріалів і відходів може значно знизити всі витрати. Хоча філософія бережливого будівництва зосереджена на загальному скороченні, а не лише на прибутку, використання цієї методології показало збільшення прибутку.	Для успішної реалізації керівництво повинно вміти безпосередньо та ефективно спрямовувати співробітників. По суті, бережливий метод роботи визначається тим, наскільки добре керівник може працювати зі своїми співробітниками тісніше, ніж за стандартною процедурою
2.	Час будівництва можна значно скоротити за рахунок покращення планування та стратегічного бачення	Залучити всіх до використання нового методу виробництва непросто, і деякі люди можуть неоднозначно ставитися до змін
3.	Менше нещасних випадків і вищий рівень безпеки завдяки підвищенню концентрації та розуміння працівників	Для того, щоб такий спосіб будівництва був ефективним, усі сфери управління, а також робітники повинні дотримуватися плану. Якщо в ланцюжку відбувається розрив, методологія бережливого виробництва не може працювати
4.	Підвищена надійність і передбачуваність графіка	Тренінги та навчання працівників методу бережливого виробництва вимагає часу та відданості, адже деяким працівникам можуть не подобатися зміни або вони не добре сприймаються
5.	Покращені загальні результати завдяки підвищенню комунікації та меншій кількості працівників	Деяким керівникам може бути важко дотримуватися нової системи, а деякі можуть розчаруватися
6.	Зменшення стресу для працівників та керівництва через меншу кількість працівників	Згуртована командна робота є важливою для бережливого виробництва. Кожен працівник повинен добре знати свою позицію, інакше виникне зрив, оскільки всі працівники покладаються один на одного
7.	Підвищена продуктивність у всьому завдяки вищій швидкості планування	Навчання співробітників новій системі може зайняти деякий час, і це може зменшити загальний час на проект або дизайн
8.	Збільшення прибутку та оборотів із збільшенням задоволеності замовників	Керівництво має розумітися у всіх питаннях виробництва, оскільки може легко відбутися пошкодження системи. Залишатися уважними до змін у діяльності може бути важко для всіх співробітників
9.	Підвищена відповідальність працівників	Постачальники та дистриб'ютори повинні бути повідомлені про зміни у підході до процесів будівництва, і це може спричинити проблеми

## Закінчення таблиці 1.2

1	2	3
10.	Підвищене задоволення від роботи, що призводить до більшої результативності	Через зміну політики можна помітити тимчасове зниження морального духу співробітників

Джерело: складено за матеріалами [80]

Сучасні моделі будівництва використовують мислення масового виробництва. Це означає, що кожна робота розподіляється лише на одну групу з незначною взаємодією або без неї. Зосередженість на бережливому питанні змушує всі сторони працювати як одне ціле, таким чином максимізуючи час і дозволяє ефективніше планувати та впроваджувати. Відсутність передбачуваності є основною проблемою стандартної процедури будівництва. Непередбачуваність призводить до втрати часу, марнотратства та стресу. Філософія бережливого виробництва зосереджена на передбачуваності та потоку, таким чином усуваючи більшість негативних аспектів. Загалом, бережливе будівництво засновано на стандартному циклі управління якістю процесів – PDCA (рис. 1.9).

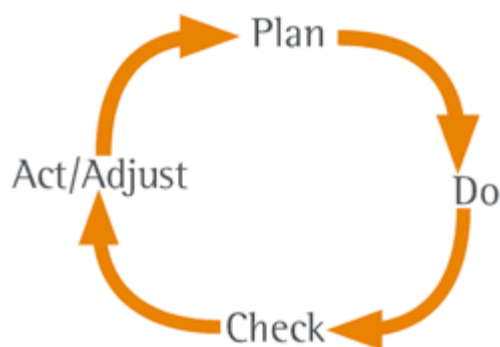


Рисунок 1.9 – Цикл PDCA

Джерело: [65]

Плануючи реалізацію філософії бережливого виробництва, підприємство спочатку повинна подивитися на процес реалізації проекту. Процес безпосередньо співвідноситься з вхідними потоками – матеріалами та



інформацією, що призводить до результату. Для кращого результату важливо дізнатися, як всі три з цих станів йдуть рука об руку.

Щоб зробити це ефективно, підприємство спочатку повинне зрозуміти ідеї клієнта та свій щодо кінцевого продукту. Слухати клієнта дуже важливо для того, щоб виключити марнотратство та максимально використати дану структуру часу. У середньому більшість відходів утворюється, коли бачення компанії не узгоджується з баченням клієнта.

Відходи можна визначити як перевиробництво, надмірні запаси, дефекти, неправильну обробку або роботу і, по суті, те, що не має цінності для клієнта. Цінність, що створюється за рахунок усунення відходів, – це співвідношення ефективності, і для того, щоб зробити це краще, урізання відходів та покращення спілкування з клієнтами є життєво важливими.

Спочатку перед початком проекту слід розробити комплексний план дій разом з командою людей, які будуть керувати. Три стани дії (процес, вхід, кінцевий продукт) повинні бути ретельно встановлені та розбиті. Виявлення потенційних причин марнотратства та відмінностей також слід виміряти. Це здійснюється шляхом дослідження та спілкування між групами. Через природу людей непередбачуваність неминуче трапляється. Однак, використовуючи філософію бережливого виробництва, варіації стандартної процедури слід помічати швидко й швидко усунути.

Початок руху бережливого будівництва може бути датований утворенням «Міжнародної групи бережливого будівництва» (International Group for Lean Construction, IGLC) у 1993 році. Це можна розглядати як принципи та ідеології, які змінили обробну промисловість, перепліталися з проектуванням та будівельною сферою. IGLC заклав поточну інтерпретацію, створивши основу теорії. Крім того, у 1997 році було створено «Інститут бережливого будівництва» (Lean Construction Institute, LCI). LCI більше працював над впровадженням системи в різноманітні проекти, ніж над фактичною побудовою методології [65].

Серед інструментарію бережливого будівництва використовують Last Planner System, Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, 5s та Kaizen.

Last Planner System має повну назву як Система контролю виробництва (Last Planner® System of Production) та використовує контроль будівництва необхідний для проектів, щоб підтримувати роботу відповідно до запланованих досягнень: робити те, що можна зробити, щоб рухатися по запланованому шляху, а коли це стає неможливим, визначати альтернативні шляхи, які досягають бажаних цілей. Термін Last Planner є зареєстрованою торговою маркою Lean Construction Institute.

Last Planner System є цілісною системою, що означає, що кожна її частина необхідна для підтримки планування та виконання бережливого проекту. Система складається з п'яти основних частин: генеральне планування (Master Planning), фазове планування (Phase planning), планування підготовки до роботи (Make-Ready Planning), щотижневе планування роботи (Weekly-Work Planning), навчання (Learning).

Для успішного впровадження Last Planner System необхідно враховувати два важливих аспекти. По-перше, не можливо використовувати весь потенціал Last Planner у середовищі керівництва та управління. По-друге, практика менеджменту має бути узгоджена з принципом бережливого ставлення до людей, а керівники проектів мають бачити себе тренерами та координаторами планування та навчання в проекті.

Integrated Project Delivery (IPD) – підхід, який інтегрує людей, системи, бізнес-структури та практики в процес, який спільно використовує таланти та знання всіх учасників для оптимізації результатів проекту, підвищення цінності для власника, зменшення відходів та максимізації ефективності на всіх етапах проектування, виготовлення та будівництва.

Ключові компоненти: 1. Багатосторонній договір, який має принаймні власника/замовника будівництва, основного дизайнера та менеджера з будівництва / генерального підрядника (рис. 1.10, справа).

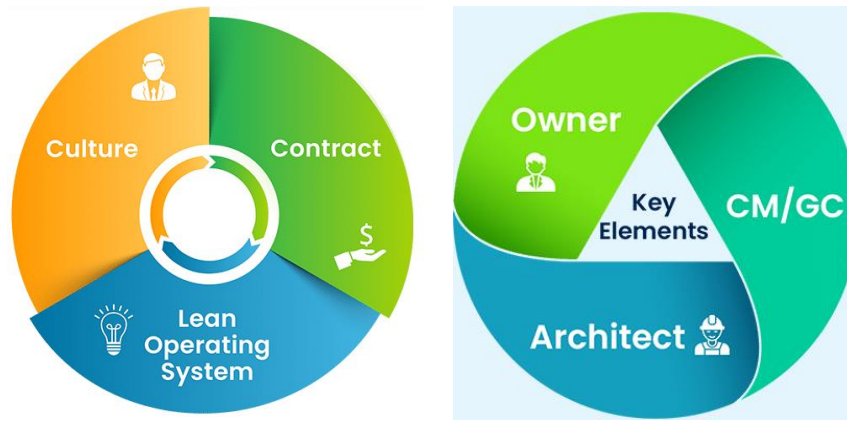


Рисунок 1.10 – Основні елементи підходу Integrated Project Delivery

Джерело: [80]

2. Реалізація концепцій, практик та інструментів Lean.
3. Навмисне створення культури співпраці (див. рис 1.10 зліва).

Building Information Modeling (BIM) це процес оптимізації проєктування і будівництва. За допомогою BIM-технології створюється інформаційна модель, яка забезпечує точне бачення проєкту в цілому. Технологія інформаційного моделювання будівель полягає в побудові тривимірної віртуальної моделі будівлі в цифровому вигляді, яка несе в собі повну інформацію про майбутній об'єкт. Застосування BIM-технології в проєктуванні будинків включає в себе збір та комплексну обробку технологічної, архітектурно-конструкторської, економічної інформації про будівлю, завдяки чому будівельний об'єкт і все, що до нього відноситься, розглядаються як єдине ціле [11].

5S це аббревіатура для першої літери процесу, що складається з п'яти кроків: «Сортувати», «Упорядкувати», «Сяйво», «Стандартизувати» та «Підтримати» (рис. 1.11). Це добре відомий і дуже помітний аспект Lean, оскільки результат є фізичним. Можна побачити негайну трансформацію робочого місця після впровадження 5S, що є яскравим порівнянням з усіма іншими аспектами Lean, зосередженими на вдосконаленні процесу.

Для будівельних компаній 5S можна реалізувати під час виконання будівельних процесів, доставці матеріалів та інструментарію або навіть в

ящиках для інструментів на робочих місцях. В основному, будь-яка область, де зберігаються та часто використовуються інструменти для виробництва, може отримати користь від цього підходу.



Рисунок 1.11 – Складові 5S

Джерело: [78]

Основною метою Lean або Kaizen є уникнення відходів (MUDA) у процесах. Всього в виробничих процесах визначено 8 видів відходів. Відходи – це будь-яка річ, яка використовує ресурси, але не створює цінності для споживача. Kaizen зосереджений на ліквідації відходів, щоб підвищити продуктивність і знизити витрати за рахунок повного залучення всіх співробітників. Можна виділити багато відходів у будівництві і, відповідно, багато можливостей для покращення [82]: переробка, запити на інформацію, зміна замовлення, недостатні ресурси, неефективний потік роботи, робота навколо, багаторазова обробка матеріалу, надлишок матеріалу, очікування припасів, втрати безпеки, неправильна послідовність роботи.

Однак, за звичай Kaizen направляють на велику трійку – якість, вартість і графік. Старе мислення в будівництві полягало в тому, що замовник міг вибрати лише два з трьох. Вибирайте якість і графік, але платіть вищу ціну. Вибирайте низьку вартість, отримайте або пізню роботу, або погану якість. Сучасний світ змінився, і ніхто ніколи не хоче поганих якості, графіків та витрат, ці три складові стали однаково важливими.

## 1.4 Висновки до розділу 1

Під час проведення досліджень щодо теоретичних засад логістизації бізнес-процесів у будівельній галузі були порушені наступні теоретичні питання:

1. Визначення складу бізнес-процесів будівельного підприємства: а) заготівля, збереження будівельних матеріалів, конструкцій та виробів, б) планування та нормування запасів і обороту матеріальних ресурсів, в) підготовка та випуск матеріалів, конструкцій, виробів у виробництво, г) планування та контроль транспортних потоків.

2. Роль підрядника-будівельних компанії у ланцюгу постачання, яка виявила три основних моделі: неформальна, напів-формальна та формальна.

3. Визначені рекомендації логістичного забезпечення будівництва згідно до етапів будівництва: проектування, планування, постачання та самого будівництва.

4. Розглянуті найбільш поширені системи доставки в будівництві: «проектування-тендер-будівництво» та «проектування - будівництво» / «під ключ».

5. Визначені складові логістичної підтримки будівельного проекту: розробка логістичних підходів до проектування та планування, розробка стратегічних рекомендацій для учасників торгів, допомога учасникам торгів у підготовці тендерних пропозицій, розробка планів логістичного супроводу робіт на будівельному майданчику та контроль за їх виконанням, інтеграція закупівлі, транспортування та виконання будівельних робіт, оптимізація процесу постачання та закупівлі.

6. Досліджена логістизація будівництва, яка полягає в раціоналізації і оптимізації економічних потоків, тобто взаємозв'язаних і взаємообумовлених процесів руху ресурсів учасників будівельного ринку для досягнення поставлених соціально-економічних цілей.

7. Визначені основні інструменти бережливого будівництва, а саме досліджені Last Planner System, Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, 5s і події Kaizen.

## РОЗДІЛ 2

### АНАЛІТИЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАНУ І ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ ЛОГІСТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

#### 2.1 Аналіз діяльності та перспектив розвитку будівельного ринку в Україні

З часу пандемії Covid-19 більшість галузей економіки зазнали значних втрат через призупинення чи значні обмеження в діяльності підприємств. Розглянемо більш детально, як вплинула пандемія на ринок будівництва в Україні, для чого скористаємося даними Державної служби статистики стосовно обсягів виробленої будівельної продукції за останні десять років [20], дані яких представимо в табл. 2.1 та динаміку показників на рис. 2.1.

Таблиця 2.1 – Статистичні дані обсягу виробленої будівельної продукції за видами в Україні, млн. грн.

№ з/п	Рік	Будівництво, усього	Будівлі	У тому числі		Інженерні споруди
				житлові	нежитлові	
1.	2011	61671,7	26745,4	8137,1	18608,3	34926,3
2.	2012	62937,2	28104,8	8523,0	19581,8	34832,4
3.	2013	58586,2	28257,3	9953,1	18304,2	30328,9
4.	2014	51108,7	24856,5	11292,4	13564,1	26252,2
5.	2015	57515,0	28907,5	13908,8	14998,7	28607,5
6.	2016	73726,9	38106,4	18012,8	20093,6	35620,5
7.	2017	105682,8	52809,6	23730,0	29079,6	52873,2
8.	2018	141213,1	66791,6	29344,8	37446,8	74421,5
9.	2019	181697,9	83589,3	33208,8	50380,5	98108,6
10.	2020	202080,8	80625,6	29083,6	51542,0	121455,2
11.	2021 (7 міс)	97444,1	44959,3	19833	25126,3	52484,8

Джерело: [20]

Наведені дані свідчать про падіння обсягів будівництва в 2013 році, який був початком економічної кризи в Україні, а також в 2014 році, на який припав розвиток економічної кризи 2013 року, що було пов'язано з початком бойових дій на сході України, а також сильною девальвацією гривні, однак вже в 2015 році обсяги будівництва знову почали поступово зростати. При цьому, треба відмітити відсутність тенденції зменшення обсягів будівництва в умовах пандемії в 2019-2020 роках, навпаки відбувалося його зростання, однак меншими темпами ніж у попередні роки. Так, треба відмітити, що найбільший темп зростання обсягів будівництва спостерігався в 2017 році, після чого, темп зростання почав зменшуватися і в 2020 році становив найменше значення у розмірі +10,1%. Дана тенденція більше пов'язана з поступовою насиченістю ринку пропозиціями будівельної продукції, що й пригальмувало щорічні темпи зростання обсягів будівництва.



Рисунок 2.1 – Динаміка обсягу виробленої будівельної продукції за видами в Україні

Джерело: побудовано за даними [20]

Загалом, експерти будівельного ринку зазначають [19,53] що пандемія не зупинила саме процес будівництва, так як перш за все весь процес будівництва відбувається на свіжому повітрі та, крім того, згідно до технологічних схем



забезпечується збереження соціальної відстані між окремими будівельниками під час їх роботи. Більше пандемія, як і в інших галузях, торкнулася офісного персоналу, що задіяний в процесах планування, розробки та затвердження проектів з будівництва, однак за рахунок сучасних можливостей дистанційної роботи, ці бар'єри були зламані та проектні команди будівельних компаній успішно виконували роботу використовуючи сучасні можливості інформаційно-комунікаційних технологій. Треба також відмітити, що якщо порівнювати за видами будівництва, то темпи зростання в 2020 році спостерігалися лише за будівництвом інженерних споруд (транспортна інфраструктура, тощо), в той час як зменшилися за будівництвом будівель, а саме житлових (рис. 2.2).

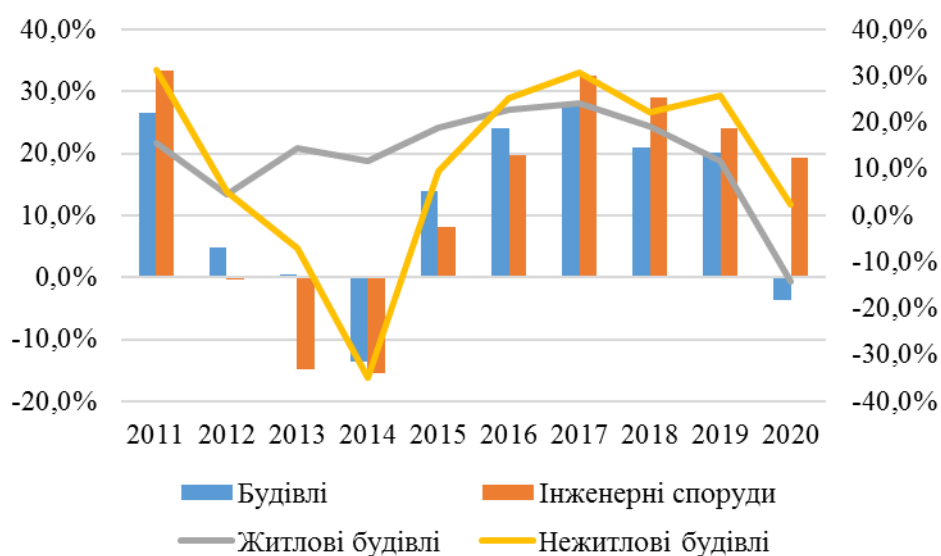


Рисунок 2.2 – Темпи зростання обсягів будівництва за видами будівництва, %

Джерело: побудовано за даними [20]

Загалом, можна стверджувати, що темпи зростання обсягів будівництва значно залежать від декількох складових, а саме:

– зовнішньополітична ситуація – обвал ринку будівництва особливо спостерігався в 2014 році;

– передвиборні кампанії всередині України – намагаючись завоювати увагу електорату, місцева влада згадують про сектор комунального господарства, що виливається у ремонтні роботи будівель та удосконалення покриття пішохідних доріжок та доріг;

– значущі спортивні події – організація ЧЄ з футболу в 2012 році пожвавила реконструкцію доріг та основних транспортних магістралей країни;

– зміни в законодавстві – спрощення процедури погодження будівельної документації з державним органом з будівництва сприяє більш швидкому процесу будівництва та відповідно, виконання замовлень в більш короткі терміни через відсутність простоїв в очікуванні погоджень;

– робота уряду – безпосередньо пов'язана з розвитком або заморожуванням різноманітних проектів, на даний час найбільш значущим проектом виступає проект президента «Велике будівництво».

До останнього фактору особливо прив'язана дорожньо-будівельна техніка і обсяги її продажів. Стан більшості магістралей вимагає поліпшення, відповідно залучення імпортного обладнання, за допомогою якого можна значно швидше та якісно ремонтувати магістралі країни.

Розглянемо ситуація будівництва за регіонами в 2020 році. Так по житловому будівництву відбувся спад майже за всіма регіонами, крім Рівненської, Хмельницької, Вінницької, Полтавської, Сумської, Дніпропетровської, Херсонської та Донецької (рис. 2.3). Експерти ринку [4] пов'язують це падіння з весняним локдауном, падінням «Аркади», а також провалом реформ ДАБІ, які заблокували роботу з отримання дозвільної документації на будівництво, а також введення в експлуатацію. Так в 2020 році даний сегмент продемонстрував падіння аж на 18,5%, тобто до 28,4 млрд. грн. Хоча в 2019 році було зростання на 4,8%. Навіть після виходу з локдауну обсяги будівництва житлових будівель не відновився. Будівельні експерти розраховують на позитивний вплив державної програми «Доступна іпотека» зі ставкою в 7%, а також програми фінансового лізингу та іпотеки під 5%, за

рахунок чого більш швидкими темпами зможе відновитися житлове будівництво.

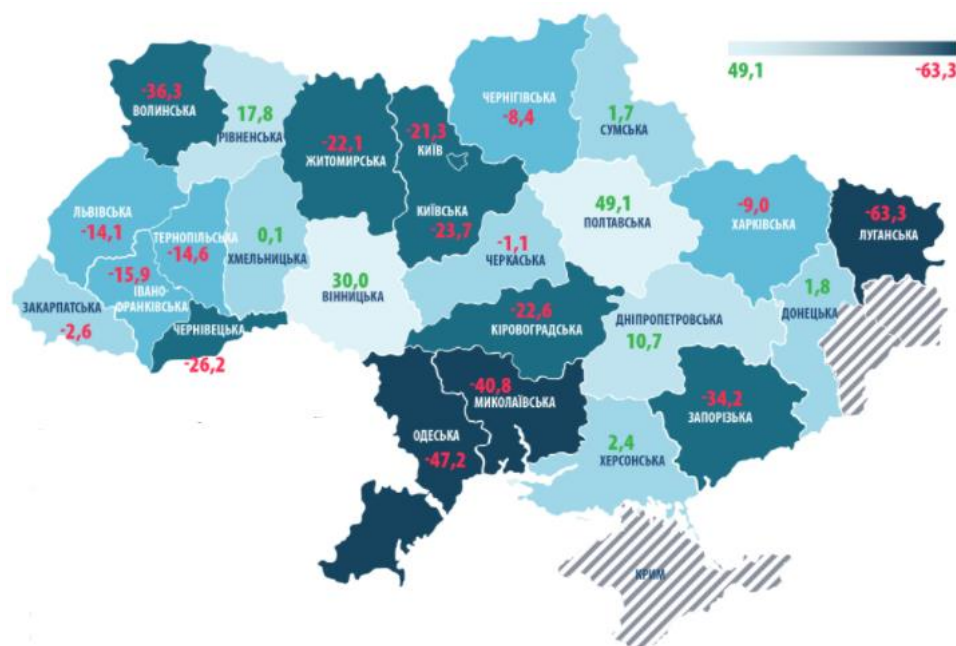


Рисунок 2.3 – Динаміка будівництва житлових приміщень за регіонами в 2020 році, %

Джерело: [7]

Відзначимо, що будівництво надзвичайно залежне від правильно вибудованої логістики. Одним з важливих аспектів логістики в будівництві є наявність будівельної техніки. Аналізуючи ринок будівельної техніки можна відзначити, що основний вектор ринку спецтехніки в Україні спрямований на імпортне обладнання. Високим попитом користуються універсальні будівельні машини – екскаватори навантажувачі та обладнання, що було у споживанні та яке, відповідно, приваблює порівняно низькою вартістю [19].

Аналізуючи ситуацію з будівництва нежитлового фонду, видно зменшення його обсягів на 2,7%, тобто до 50 млрд. грн. Загалом, враховуючи кризовість 2020 року через пандемію, можна вважати такий результат задовільним, хоча в 2019 році була динаміка зростання аж на 30,3%. Аналізуючи дані за регіонами з ситуацією будівництва нежитлових приміщень (рис. 2.4) можна відзначити, що зростання відбулося лише в Волинській,

Вінницькій, Сумській, Полтавській Дніпропетровській та Херсонських областях.

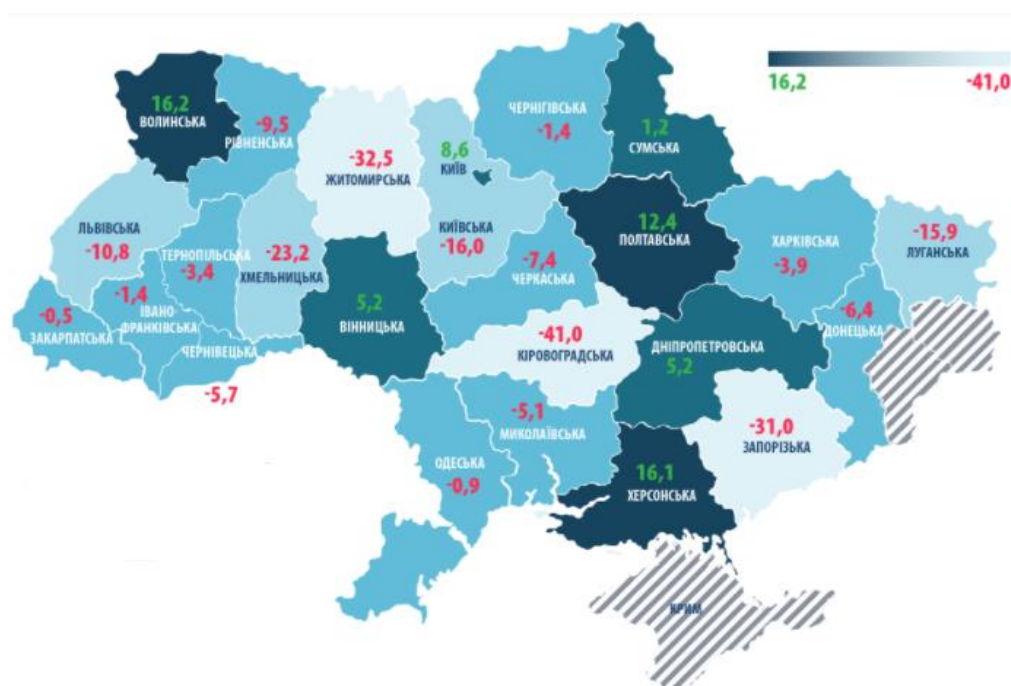


Рисунок 2.3 – Динаміка будівництва нежитлових приміщень за регіонами в 2020 році, %

Джерело: [7]

Треба відмітити, що так як до нежитлових приміщень відносяться офісна нерухомість та торговельна нерухомість. В ній теж відбувся значний спад із-за впливу пандемії та карантину. Так більшість нових недобудованих об'єктів планується на завершення не раніше 2022 року. Відзначимо, що більшість будівництва великих об'єктів для сегменту офісної та торговельної нерухомості до локдауну почали вестися інвесторами без залучення кредитних коштів, а отже такі проекти будуть добудовані значно скоріше ніж ті, на які залучалися кредитні кошти. Враховуючи кризові обставини будівництво нових об'єктів тепер навіть не розпочинають, так кількість запитів на будівництво нових об'єктів впала на 30% в порівнянні з 2020 роком. Більш того реалізація частини запланованих будівельних проектів, що знаходяться

на стадії мінімальної готовності, скоріше за все буде відкладатися, а ті, що взагалі знаходяться на стадії концепції можуть взагалі бути переглянуті.

Виділяється позитивно ситуація з будівництвом складської нерухомості, на яку значно зріз попит виходячи зі зростання онлайн торгівлі через пандемію. Відповідно до даних Alterra Group нова пропозиція на ринку складів в Україні в 2021-2022 рр. становитиме понад 364 тис. кв. м. Цікаво, що в лідерах – Львівська область, де планується введення в експлуатацію близько 200 тис. кв. м. У Києві заплановане введення складів площею 71,4 тис. кв. м, які прогнозувалися ще в попередні два роки. Драйверами зростання попиту й надалі будуть поштові та логістичні компанії [7].

Будівельна галузь вийшла в «плюс» у 2020 році лише завдяки інфраструктурі, зростання в якій становило одразу 14,8% (у 2019-му – 27,7%) – до 120,6 млрд грн. При цьому найбільший приріст будівництва відбувся в Хмельницькій, Львівській, Чернігівській, Одеській областях (рис. 2.4).

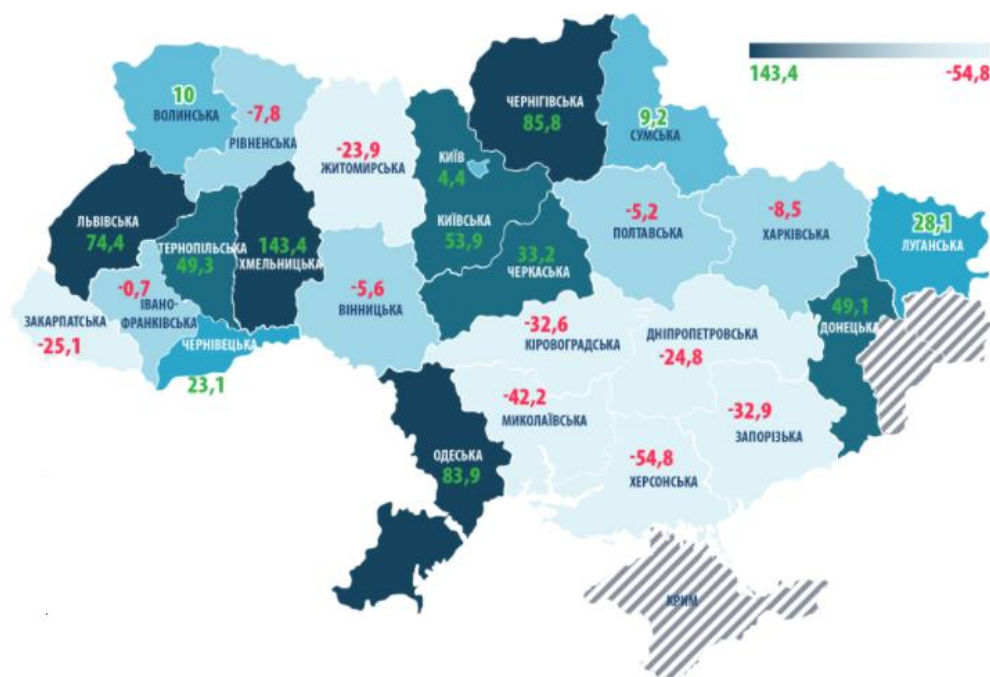


Рисунок 2.3 – Динаміка будівництва нежитлових приміщень за регіонами в 2020 році, %

Джерело: [7]

Драйвером інфраструктури стало «Велике будівництво» і, зокрема, витрати на автодороги, де обсяг будівельних робіт становив 61,8 млрд грн. Чіткий тренд на зростання спостерігався саме з квітня 2020 року та лише збільшується в 2021 році [7].

Інвестиції в інфраструктуру відіграли важливу роль у відновленні економік різних країн світу. Національний банк України оцінив вплив збільшення в 2020 році держзвидатків на дорожню інфраструктуру на ВВП у 1,4-1,5 п.п. У свою чергу група Ukraine Economic Outlook оцінила вплив інвестицій у «Велике будівництво» обсягом 136 млрд грн у 156 млрд грн непрямого зростання інших галузей і 120 млрд грн ВВП у будівництві. Сумарно, у разі випадання цієї програми з внутрішнього попиту, падіння реального ВВП у 2020 році могло сягнути 8-9% проти передбачуваних мінус 5% [7].

Враховуючи значні вкладення держави у будівництво доріг та мостів, а також програми регіонального розвитку можна зробити висновок, що ринок будівельної галузі буде відновлюватися, а будівельні підприємства отримувати нові замовлення, що дозволять збільшити прибутки та вкладати їх в подальший розвиток підприємств з оновлення будівельної техніки та освоєння нових технологій, які допоможуть якісно удосконалити не лише будівельний процес та процеси проектування, а також його логістичне забезпечення за рахунок використання інформаційних технологій, що дозволяють планувати виконання робіт та забезпечення матеріальними ресурсами з меншими витратами.

## 2.2 Аналіз господарсько-фінансової діяльності ПП «Консоль»

ПП «Консоль» успішно працює на будівельному ринку України майже десять років. За цей період було накопичено великий досвід будівництва об'єктів різної складності.

Основний вид діяльності: 41.20 Будівництво житлових та нежитлових будинків.

Серед інших видів діяльності за КВЕД зареєстровано:

- 43.21 Електромонтажні роботи;
- 43.99 Інші спеціалізовані будівельні роботи, н.в.і.у.;
- 71.12 Діяльність у сфері інжинірингу, геології та геодезії, надання послуг технічного консультування в цих сферах;
- 33.12 Ремонт і технічне обслуговування машин і устаткування промислового призначення;
- 33.20 Установлення та монтаж машин і устаткування.

Компанія розташована та зареєстрована в місті Маріуполь.

Компанія надає повний спектр послуг, що включає дизайн з індивідуальним підходом, який враховує будь-які побажання замовника щодо планування, зовнішнього вигляду, дизайну інтер'єру, перепланування та оздоблення квартир, будівництва будинків, котеджів різної складності, складів та інших будівельних конструкцій.

Мета підприємства: одержання прибутку, здійснюючи наступні види будівельних робіт відповідно до чинного законодавства України:

- будівництво житлових та нежитлових будівель, мостів та тунелів, об'єктів електропостачання та телекомунікацій;
- здійснення різних видів будівельно-монтажних, пусконаладжувальних робіт;
- надання транспортних послуг, послуг спецтехніки;

– автоперевезення різних вантажів як для виробничих, так і для споживчих товарів;

– впровадження сучасних технологій виробництва продукції та послуг, пов'язаних із призначенням підприємства.

Основними перевагами приватного підприємства є:

1. Репутація. 10 -річний бездоганний досвід роботи на будівельному ринку призвів до визнання та високої довіри.

2. Екологічність. Максимальне збереження існуючого ландшафту під час робіт, використання екологічно чистих будівельних матеріалів.

3. Професіоналізм. Колектив складається з висококваліфікованих фахівців з багаторічним досвідом роботи.

4. Утилітаризм. Планування інтер'єру квартир та прибудинкових територій проводиться з максимальною вигодою для мешканців.

5. Технологічність. У будівництві використовуються сучасні архітектурні рішення, новітні технології та сучасне будівельне обладнання.

6. Соціальна діяльність. Компанія активно бере участь у підтримці різних благодійних та соціальних проектів, мистецьких та спортивних заходів.

7. Вартість. Гнучка цінова політика та широкий спектр пропозицій дозволяють нам задовольнити найрізноманітніші потреби клієнтів.

8. Інфраструктура. Усі новобудови розташовані в місцях з розвинутою транспортною, торговою та соціальною інфраструктурою.

9. Якість. Високоякісні будівельні матеріали та суворе дотримання будівельних технологій гарантують гарантовану якість житла.

До основних засобів ПП «Консоль» належать:

- гараж для автомобілів та спецтехніки;

- склад матеріалів та невеликий офіс.

Приватне підприємство, прагнучи до найвищої продуктивності та розвитку підприємства, зацікавлене у стабільній команді та вживає заходів з економічних причин для обмеження кількості небажаних звільнень (табл. 2.1 та рис. 2.4).



Таблиця 2.1 - Склад персоналу ПП «Консоль» за період з 2017-2020 рр., осіб

№ з/п	Склад персоналу	Рік			
		2017	2018	2019	2020
1	Адміністративно-управлінський персонал	4	2	2	2
2	Фахівці	1	2	2	2
3	Робочі спеціальності	8	9	10	13
4	Загалом	13	13	14	17

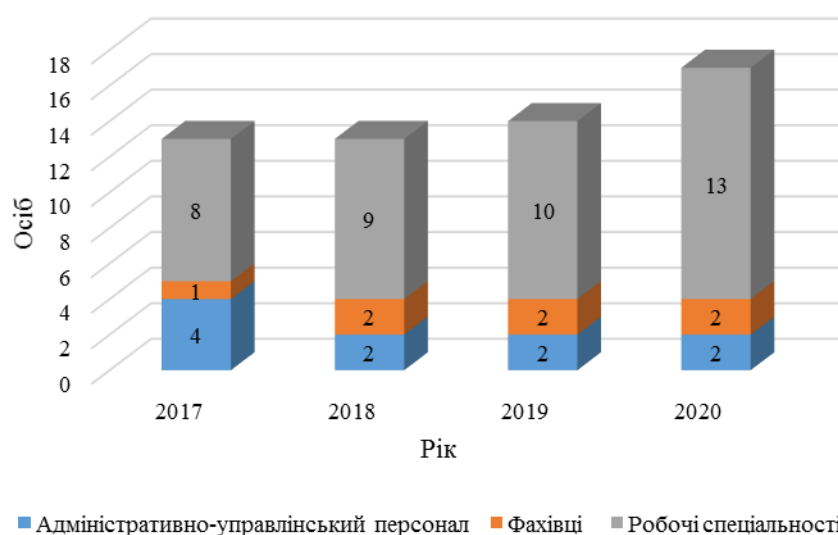


Рисунок 2.4 – Динаміка змін складу персоналу ПП «Консоль»

Треба відмітити, що кількість персоналу є більш-менш сталою та майже не змінювалася за останні часі, при цьому в 2019 році було оптимізовано кількість адміністративно-управлінського персоналу та впродовж останніх двох років його значення знаходилася на сталому рівні, в той час як кількість співробітників робочих спеціальностей збільшувалося, що свідчить про зростання обсягів робіт компанії та відповідно необхідність забезпечувати їх виконавцями.

Якщо розглядати структуру персоналу за статтю, то переважає частка чоловіків – 88,2% від загальної кількості працюючих на підприємстві. Ця тенденція пояснюється галуззю та специфікою компанії.

З метою оптимізації внутрішніх відносин між працівниками та покращення потоку інформації між функціональними підрозділами протягом останніх 4 років відбувся процес скорочення чисельності адміністративного персоналу та фахівців, як було відзначено раніше. Таке рішення здійснювалося за рахунок спрощення бізнес-процесів та їх часткової автоматизації.

Вартість будівельно-монтажних робіт характеризує діяльність будь-якої будівельної компанії. Вона включає всі види ресурсів у вартісному вираженні, які згруповані за елементами та статтями витрат:

- будівельні матеріали, конструкції та деталі;
- оплата праці робітників;
- експлуатаційні витрати будівельних машин та обладнання;
- транспортні витрати;
- інші прямі витрати;
- накладні витрати.

Обсяги виконаних контрактів (проектів) в 2019-2020 роки представлені в таблиці 2.2 та на рис. 2.5.

Таблиця 2.2 – Обсяги виконаних контрактів за 2016-2020 рр.

№ з/п	Рік	Сума, на яку надано послуги, тис. грн.	Кількість контрактів, од.
1	2016	6145,3	5
2	2017	6256,4	5
3	2018	6227,2	5
4	2019	6326,1	6
5	2020	6856,6	8

Джерело: [18]



Рисунок 2.5 – Основні виробничі показники «Консоль» за 2016-2020 рр.

За отриманими даними можна зробити висновок, що кількість укладених договорів і отримані від нього гроші не завжди є еквівалентними. Також спостерігається позитивна динаміка в розвитку послуг та виконаних проектів з будівництва різноманітних споруд. При цьому найбільший дохід та найбільшу кількість проектів, де приймала участь компанія відбулося в 2020 році, навіть не дивлячись на умови карантину. Загалом, це свідчить про відмінну роботу керівництва компанії з пошуку крупних підрядів, а також можливостей будівництва будівель категорії СС1, тобто приватних будівель і участь як субпідрядника у проектах будівництва доріг «Велике будівництво».

Аналізуючи фінансовий стан компанії звернімо увагу на коефіцієнти рентабельності та ліквідності приватного підприємства, а також фінансової стійкості, що наведені в табл. 2.3. Динаміку даних показників відобразимо на рис. 2.6.

Отже, дані свідчать, що всі фінансові коефіцієнти приватного підприємства знаходяться в рамках нормативних значень, що визначені для галузі будівництва.

Охарактеризуємо кожен показник та його тенденцію більш детально, використавши матеріали з аналізу фінансових коефіцієнтів [13].

Таблиця 2.3 – Фінансові коефіцієнти підприємства

№	Показник	Норм. знач.	Роки			
			2017	2018	2019	2020
1.	Коефіцієнти рентабельності, %					
1.1.	Рентабельність активів	зрост.	5,2	5,3	5,3	5,2
1.2.	Рентабельність власного капіталу	зрост.	10,2	10,2	10,3	10,3
1.3.	Рентабельність за чистим прибутком	зрост.	15,4	15,8	15,9	15,0
2.	Коефіцієнти ліквідності					
2.1.	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	>0,1	0,2	0,3	0,2	0,1
2.2.	Коефіцієнт швидкої ліквідності	0,5-1	0,8	0,9	0,9	0,8
2.3.	Коефіцієнт поточної ліквідності	1-3	1,8	1,9	1,9	1,7
3.	Коефіцієнти фінансової стабільності					
3.1.	Коефіцієнт фінансової стабільності	0,67-1,5	0,8	0,8	0,8	0,7
3.2.	Коефіцієнт фінансової стійкості	0,7-0,9	0,9	0,8	0,8	0,7
3.3.	Коефіцієнт фінансової автономії	>0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Джерело: [18]

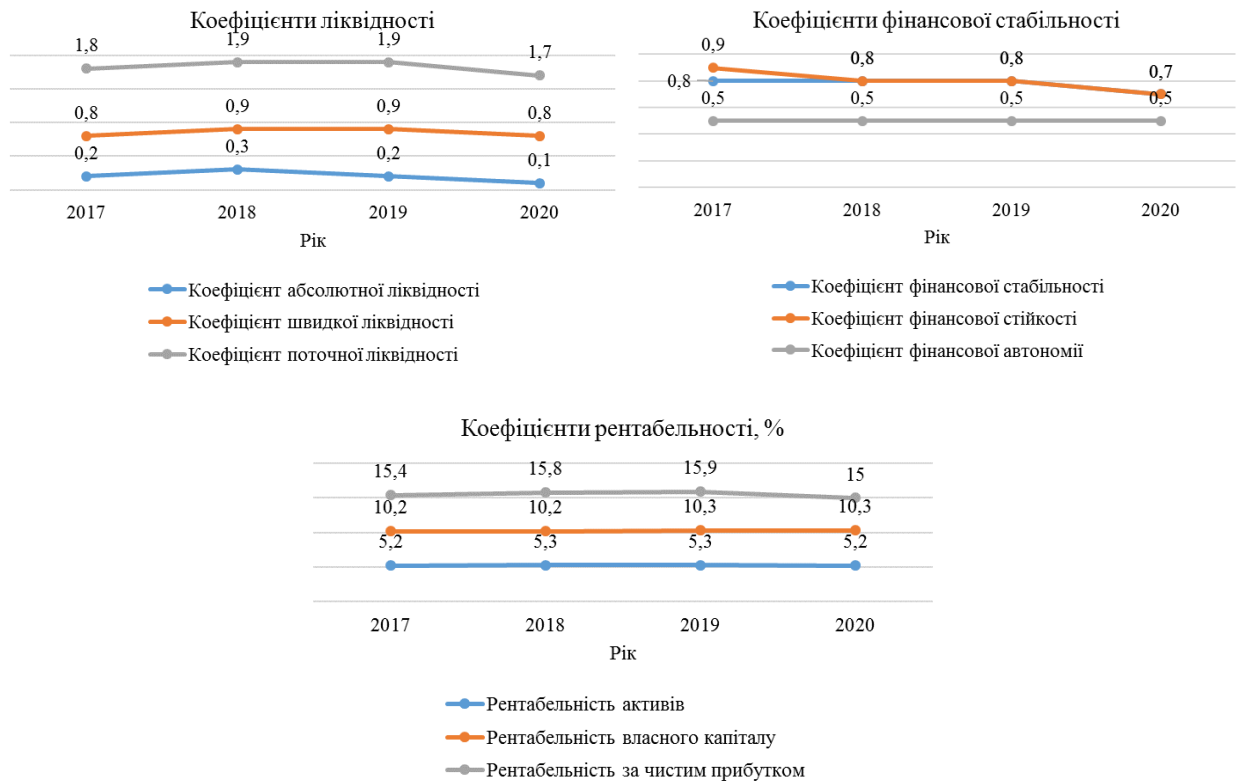


Рисунок 2.6 – Динаміка фінансових показників ПП «Консоль»

Коефіцієнт рентабельності активів та власного капіталу свідчить про ефективність використання активів та власного капіталу ПП для створення прибутку, в нашому випадку вони є незначні, однак в межах значень для підприємств подібної галузі.

Отримана рентабельність за чистим прибутком знаходиться в межах норми та декларує зростання до 2020 році, в 2020 році в зв'язку з пандемією та не дивлячись на більшу кількість доходу компанії відбувся стрибок інфляції, що супроводжувався необхідністю підняття заробітної плати, а відповідно значення рентабельності за чистим прибутком просило.

Коефіцієнт поточної ліквідності є відношенням всіх оборотних активів до поточних зобов'язань, отже можна стверджувати, що підприємство повністю може погасити всі поточні зобов'язання у разі необхідності своїми власними коштами.

Коефіцієнт швидкої ліквідності свідчить, що компанія може в короткі терміни погасити мінімум 80% заборгованості у разі їх виникнення за рахунок грошових коштів та дебіторської заборгованості.

Коефіцієнт абсолютної ліквідності свідчить, що мінімум 10% претензій за зобов'язаннями можна погасити.

Загалом, на підприємстві з ліквідністю все нормально і компанія може вчасно виконувати свої поточні зобов'язання без порушення термінів оплати праці працівникам, а також компаніям, у яких закуповує будівельні матеріали.

Коефіцієнт фінансової автономії свідчить, що компанія мінімум 50% власних активів може профінансувати лише за рахунок власного капіталу.

Коефіцієнт фінансової стійкості вказує, що підприємство спроможне профінансувати мінімум 80% активів за рахунок постійного капіталу та капіталу, що залучений на довгостроковий період.

Коефіцієнт фінансової стабільності свідчить, що мінімум 0,7 гривні власного капіталу підприємства припадає на одну гривню зобов'язань, що є достатньо не поганим результатом та підтверджує значення інших фінансових коефіцієнтів.

Майже всі коефіцієнти мали пониження, хоча й знаходилися в нормативних межах, в 2020 році, що став роком всесвітнього карантину та спровокував зупинку майже всього будівництва. Однак, треба відмітити, що керівництво підприємства знайшла контракти з надання послуг крупній будівельній компанії, яка не зупиняла будівництво навіть в карантин, що призвело до збільшення доходу в 2020 році, однак за рахунок підвищення вартості на витратні матеріали, паливо та інші ресурси, це відобразилося на кінцевих фінансових показниках підприємства.

Можна зробити висновок, що фінансова політика підприємства вибудована логічно та коректно і не дозволяє порушувати фінансову стійкість підприємства в умовах турбулентності від обмежень через пандемію.

Підприємство має також будівельну техніку (рис. 2.7): автокран 25 тон 29 метровий виліт стрели, автогідропідйомник 29 метрова, JCB екскаватор, JCB

гідромолот, фронтальний навантажувач, автосамосвал, автомобілі бортові, компресор електричний та компресор дизельний.



Автокран



Автогідропідйомник



Колісний екскаватор



Фронтальний автотранспортувач



Гідромолот



Рисунок 2.7 – Спецтехніка ПП «Консоль»

Автокран SANY QY25C є відмінним поєднанням вантажопідйомності в 25 тон та можливостей телескопічної стріли, винос якої складає 29 метрів та

призначений для реалізації більшості завдань, пов'язаних із малоповерховим будівництвом та обслуговуванням об'єктів.

Переваги моделі автокрана QY25C:

- стріла складається з 4 секцій і виконана зі сталі, її довжина збільшується за допомогою 8-метрового гуська;
- на цю модель встановлено відразу дві лебідки – безпосередньо на стрілі та на гуску;
- максимальна вантажопідйомність на максимальній довжині стріли становить 2800 кг;
- кран може працювати як у звичайних, так і в обмежених умовах.

У цій моделі техніки створено оптимальні умови для роботи водія та оператора крана: зручна кабіна, спеціальне панорамне скління (затемнене скло), дисплей відображає усі функціональні можливості техніки.

Автокрани SANY призначені для виконання вантажно-розвантажувальних та будівельно-монтажних робіт, вони прості та зручні в експлуатації завдяки наявності джойстиків, що управляють гідравлічною системою. Високоміцна низьколегована сталь покращує підйомні характеристики стріл автокрана. Також збільшено стабільність автокрану за рахунок покращення показників гальмування.

Телескопічна автогідропідйомник 29 метрів є мобільним гідропідйомником, встановленим на надійне шасі вантажопідйомності у розмірі 200 кг (див. рис. 2.7). Автогідропідйомник оснащений робочим кошиком для виробничої бригади, виготовленої з алюмінієвого сплаву, завдяки чому забезпечена необхідна вантажопідйомність споруди із збереженням усіх характеристик міцності і жорсткості. У кошику передбачено наявність автономної системи електропостачання, підключеної до електромережі автомобіля, але з надійною ізоляцією несучих ланок стріли. Є блок управління роботою двигуна авто з корзини, освітлювальні пристрої та набір пристроїв, необхідних для забезпечення безпеки робіт при бічному вильоті стріли.



Така спецтехніка дозволяє проводити широкий спектр робіт на висоті в рамках вимог безпеки та діючих технічних регламентів.

Спилювання дерев, оздоблення фасадів, встановлення електротехнічного обладнання такі машини успішно вирішують усі ці завдання.

Екскаватор-навантажувач JCB поєднує в собі функціональність бульдозера, фронтального навантажувача, екскаватора (див. рис. 2.7). Універсальність таких машин дозволяє успішно справлятися з широким колом робочих завдань. Ці самохідні машини мають пневмоколісне шасі, що забезпечує хорошу маневреність і прохідність. Вони можуть з досить високою швидкістю самостійно прибувати до місця проведення робіт, вільно пересуватися по робочому майданчику, переміщатися і працювати в умовах дефіциту простору. Екскаватор-навантажувач має дві робочі стріли. На передній стрілі встановлюється навантажувальний ківш, призначений для навантаження сипучих і розпушених матеріалів. Замість ковша може бути встановлений бульдозерний відвал, що дозволяє робити планування земельної ділянки або прибирати сніг з дорожнього полотна. Крім цього екскаватор-навантажувач може працювати з колосниковим ковшем, скірдо-укладачем, грейферним захватом, піддоними вилами. На задню стрілу встановлюється екскаваторний ківш, призначений для копання ґрунту і подальшого його завантаження. Екскаваторний ківш при необхідності може бути замінений на гідромолот, гідробур, грейфер, гак. Екскаваторне обладнання, крім прямого призначення, здійснює противагу переднього ковша. Така компоновка надає машині додаткову стійкість і дозволяє виконувати робочі маніпуляції передньою стрілою під час руху без необхідності використання виносних опор.

Фронтальний навантажувач є універсальною самохідною спецтехнікою, різновидом ковшового навантажувача, який використовується для захоплення, навантаження та транспортування різних матеріалів, а також в кар'єрних та землерийних процесах (див. рис. 2.7). Особливості конструкції дозволяють йому набирати в ківш із будь-якої горизонтальної поверхні, крім того

використовується для транспортування вантажів, буксирування різного обладнання на невеликі відстані. Основним робочим обладнанням є ківш, закріплений на кінці підйомної стріли.

Гідромолоти JSB (див. рис. 2.7) є навісним обладнанням, яке встановлюється на навантажувачі замість ковша. Подібні гідравлічні системи JSB широко використовуються в будівництві, під час знесення будівель, споруд, їх фундаментів, розкриття асфальтового покриття, демонтаж мостових переходів, вирівнювання земляних площ, риття котлованів та прокладання трубопроводів, а також для створення отворів для свай. Також, його можна застосовувати для виконання землеробних робіт, наприклад: для робіт зі зняття промерзлого ґрунту в зимовий час, а також для формування невеликих свердловин.

Компресор електричний та дизельний є механізм для отримання стисненого повітря. Пересувний дизельний компресор використовується на будівельних майданчиках, де неможливе підключення електричного обладнання. Сфера його застосування досить різноманітна: в будівництві це може бути стиснення та подача повітря іншим механізмам і пристроїв, також, він необхідний і в роботі відбійного молотка, бурильних автоматів, пневматики, піскоструминної техніки та інших різноманітних пристроїв і систем, може використовуватися в житлово-комунальному господарстві, при реставрації тощо.

Будівництво різних будівель важко уявити без використання самоскида з кількох причин. По-перше, знадобиться перевезення великогабаритних вантажів та сипких матеріалів. По-друге, обов'язково буде велика кількість великогабаритного будівельного сміття, яке потрібно вивозити з майданчика. Самоскиди є вантажними автомобілями, що мають причіп або напівпричіп, з функцією саморозвантаження, що дуже зручно і економить час. Саморозвантаження стає можливим через наявність у самоскида особливого гідравлічного приводу.

Бортові автомобілі потрібні підприємству, щоб доставляти матеріали та ресурси на будівельні майданчики, з метою забезпечення виконання будівельних процесів.

Проаналізована результати діяльності ПП «Консоль» свідчать, що підприємство успішно функціонує, про що свідчать динаміка та показники обсягів виконаних робіт та фінансові показники. Для забезпечення процесів будівництва підприємство має власну спецтехніку, яка дозволяє забезпечити середніх розмірів об'єкт всім необхідним для успішного здійснення проекту. Крім того, компанія має власний склад, на якому може тимчасово зберігати запаси, що необхідні для безперебійного постачання будівельного об'єкту.

### **2.3 Аналіз логістичної підтримки будівельних процесів підприємства**

Будь-який проект з будівництва у разі його повного самостійного виконання починається з проекту будівельного об'єкту. Проектування будівельного об'єкту займаються архітектори з визначенням всіх важливих аспектів відповідно до будівельних пожежних, санітарних законодавчих нормативів.

Представимо порядок виконання будівельних робіт, в яких приймає участь ПП «Консоль» на рис. 2.8 з деталізацією логістичної підтримки будівельних процесів. Нижче наведемо детальний опис будівельних робіт [3,10,13,28,30,43,55,61-64]:

1. Проведення попередніх робіт на вибраній ділянці під будівництво. Здійснення організації огороження будівельного майданчика, а також ретельно розчищення його від різного сміття. Організація зручних під'їзних шляхів до будівельного майданчика та у разі потреби перетрасування інженерних комунікацій. Монтаж тимчасових побутових та складських будівель. Вже тут, є багато логістичних аспектів, що пов'язані з доставкою



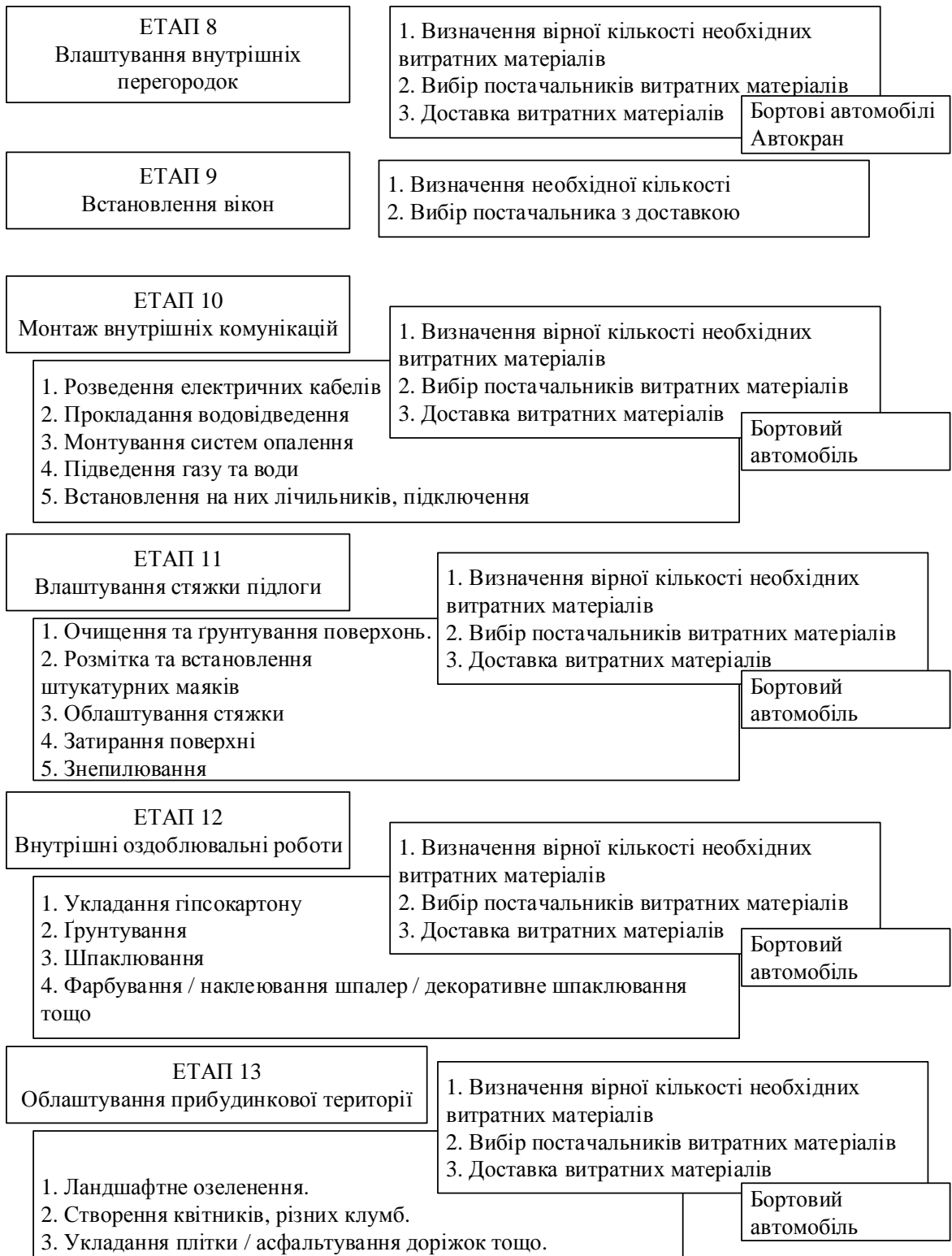
Рисунок 2.8 – Будівельні процеси ПП «Консоль» та їх логістична підтримка

Джерело: власна розробка

Будівельні процеси ПП «Консоль»

Логістика будівельних процесів

Спецтехніка, що залучається



Закінчення рисунку 2.8 – Будівельні процеси ПП «Консоль» та їх логістична підтримка

Джерело: власна розробка

матеріалів, ресурсів та техніки. Вірне розпланування доставки будівельних ресурсів та техніки дозволить вчасно розпочати роботи з розчищення та підготовки будівельного майданчику до будівельних робіт з будівництва будівель чи споруд. Активну роль тут відіграє робота з маршрутизації доставки техніки на бортових вантажних автомобілях, а також доставки огороження для будівельного майданчика. У разі необхідності вивезення сміття з будівельного майданчика необхідно правильно розпланувати роботу самоскидів та тракторів, останні також відіграють не останню роль в плануванні будівельної ділянки. Так як компанія у власному парку спецтехніки не має тракторів, відповідно їх необхідно винаймати у разі коли ПП «Консоль» самостійно виконує будівельний проект. Також варто відмітити, що для доставки огороження необхідно підібрати не лише надійного постачальника огороження, однак й такого, щоб відстань між складом з матеріалом для огороження була не зовелика для забезпечення зменшення логістичних витрат на доставку, а також часу на доставку матеріалу з огороження. Крім того, якщо це огороження з бетону, також необхідно запланувати використання автокрану для підйому з бортового автомобіля та встановлення на приналежне місце. Для організації зручних під'їзних шляхів до будівельного майданчика можна також використати будівельне сміття за основу, а зверху вже покрити його більш якісним матеріалом. Для даних робіт також необхідна техніка у вигляді самоскидів для доставки матеріалу, а також трактори для планування дороги. У разі необхідності перетрасування інженерних комунікацій використовують екскаватор, а також матеріали у вигляді труб тощо. В даному випадку, здійснюється також пошук постачальника, що за розумну вартість запропонує необхідні матеріали для інженерних комунікацій. Також, здійснюється планування та доставка цих матеріалів з урахуванням початку робіт з проведення перетрасування інженерних комунікацій. Бувають випадки, що описані роботи здійснюються в терміни, що перевищують встановлені відповідно до розробленого графіку-плану виконання робіт, це пов'язано,

перш за все, з недостатньою проробкою постачальників, які невчасно відвантажують матеріали, а також з використанням бортових вантажних автомобілів, які задіяні на даному етапі.

2. Виконання робіт з розмітки осей споруди. Ця стадія здійснюється з використанням якісного вимірювального обладнання з високим рівнем точності. На цьому етапі будівельники ретельно перевіряють розрахунки, не допускаючи найменших відхилень від проекту будівлі. Виконання таких робіт виконується самостійно підприємством у разі будівництва приватних будівель, у разі будівництва багатоквартирних будівель та великих споруд, підприємство не приймає участь у даних видах робіт.

3. Здійснення земляних робіт та облаштування піщаної подушки. ПП «Консоль» здійснює риття котловану за допомогою екскаватора, що є у власності підприємства для створення майбутньої основи під будівлю, далі у свіжовиритий котлован рівномірно засипається пісок – формується так звана піщана подушка. Далі виконує прокладання траншей для підведення інженерних мереж. Загалом, цю стадію можна охарактеризувати як стадію, що передбачає застосування спеціалізованої техніки (екскаватор, самоскиди), оскільки необхідно виконати великий обсяг робіт. На даному етапі варто забезпечити вчасну доставку піску.

4. Фундаментні роботи. Фундамент сприймає найбільші навантаження та забезпечує довговічність, міцність та надійність усієї житлової споруди. Його підбирають залежно від особливостей ґрунту. Крім того, перед заливкою фундаменту необхідно провести наступні види робіт як виготовлення опалубки, армування фундаменту (створення своєрідного «скелету» дома), обладнання вентиляції фундаменту, створення комунікаційних відводів від вентиляційних отворів для фундаменту, до труб водопроводу, каналізації та електрозабезпечення. Закладка бетонної суміші проводиться з таким розрахунком, щоб фундамент зміг витримувати вагу споруди відповідної висоти. Крім того, бажаним є виконати заливку за один раз, щоб усі ділянки фундаменту тверділи одночасно, без різких переходів. На даному етапі варто

вчасно організувати необхідну кількість бетоновозів, щоб можна було залити фундамент не розділяючи роботу на частини. Здебільшого під час будівництва не вистачає достатньої кількості бетону, причина цьому невірне розрахування витрат бетону на заливку фундаменту. Завершивши заливку, фундаменту необхідний термін на затвердіння порядку не менше трьох тижнів.

5. Влаштування зовнішніх стін. Термін та складність цих робіт визначаються залежно від типу обраної технології монтажу будівлі. Найчастіше для зведення стін застосовують цеглу, залізобетонні панелі, моноліт – для будівництва багатоповерхових будівель та для приватного житла обирають традиційна цегла, керамоблок, газобетон, дерево або сендвіч-панелі. Сьогодні особливої популярності набуває монолітне будівництво, для якого потрібні бетонна суміш, арматура та опалубка – для будівництва багатоповерхових будівель. На даному етапі треба також вірно розпланувати етапи возведення зовнішніх стін для того, щоб досягти планомірних поставок партій матеріалів для возведення стін. На даному етапі будуть задіяні як бортові автомобілі для доставки цегли та основного матеріалу для будівництва, так і автокранів для розміщення матеріалу на будівельному майданчику після їх доставки бортовими автомобілями.

6. Прокладання інженерних мереж включає підведення у будівлю електрики, водопроводу, газу, тепла, водовідведення, а також здійснюється підключення об'єкту до цих комунікацій.

7. Встановлення покрівлі. Обсяг робіт і порядок виконання залежить від обраного виду покрівельної конструкції. Зазвичай покрівельна система включає три частини:

- каркас (з матеріалів підходить метал, дерево, залізобетон);
- ізоляція (здійснюється за допомогою плівки або пергаменту, від якості даного шару залежить термін служби даху та його надійність);
- покрівля (зазвичай використовується шифер або металочерепиця).

Будівництво криши починається з розрахунку стропільної системи і матеріалів для даху. Стropильна система складається з бруса і дощок.



Конфігурація конструкції залежить від обраного типу даху, вона може бути односхилою, дво- або чотирихилою, з прямими або ламаними схилами. При розрахунку матеріалу на дах важливо враховувати робочі розміри листових покрівельних матеріалів, оскільки вони укладаються внахльост. Щоб мінімізувати відходи утеплювача та спростити його монтаж, крок стропіл рекомендується вибирати з урахуванням потрібної ширини теплоізоляційного матеріалу. Більшість багатопверхових споруд використовують покрівлю, на якій можна облаштувати зимовий сад. Логістичне забезпечення матеріалів та доставка необхідного інвентаря здійснюється підприємством самостійно. Серед основних проблем є вірний розрахунок потрібної кількості матеріалів та вчасна її закупівля.

8. Влаштування внутрішніх перегородок. На даному етапі об'єкт ділиться на квартири для багатоквартирних будівель та на кімнати для приватного будинку відповідно до складеного проекту. При влаштуванні внутрішніх перегородок для багатоквартирних будівель також здійснюється монтаж ліфтового обладнання, для приватних будівель – на другий поверх подача матеріалів здійснюється за допомогою автокранів. Відповідно, серед логістичного забезпечення є закупівля потрібної кількості необхідних матеріалів та його доставка на будівельний майданчик, а також подача автокраном до місць їх запланованого розташування для здійснення подальших робіт.

9. Встановлення вікон. Для продовження робіт усередині споруди потрібно забезпечити захист дому від кліматичних впливів, встановити вікна та металеві двері. На даному етапі варто вчасно замовити виготовлення вікон необхідних розмірів та в необхідній кількості, а також домовитися про доставку або самовивіз. За звичай, підприємство замовляє доставку також, так як сама не володіє спеціальними автомобілями для перевезення пластикових вікон.

10. Монтаж внутрішніх комунікацій розуміє під собою роботи з розведення електричних кабелів, прокладання водовідведення, монтування системи опалення, підведення газу та води, встановлення лічильники на них.

Насамперед вирішується питання з монтажем найважливішого підкласу мереж, тобто виконується монтаж та встановлення інженерних мереж водопостачання. Наявність згаданої системи дозволяє забезпечити об'єкт водою. Роботи полягають у прокладанні всередині приміщення водопровідних труб, їх підключення до мереж централізованого водопостачання або автономного джерела, встановлення запірної арматури.

Будівництво внутрішніх інженерних мереж є відповідальним етапом будівництва будь-якого об'єкта, виконання якого слід доручити професіоналам. Таке рішення забезпечить якісний монтаж та тривалі терміни безперебійної експлуатації системи. Другою за важливістю (і за чергою монтажу) є система опалення об'єкта, що дозволяє користуватися ним цілий рік. Будівництво інженерних мереж та споруд виконується відповідно до вимог діючих санітарних нормативів.

Для виконання даного етапу робіт, будівельне підприємство має вчасно замовити необхідну кількість матеріалів у вигляді кабелів, труб, батареї опалення, лічильників тощо для їх вчасної доставки та початку виконання внутрішніх монтажних робіт.

11. Влаштування стяжки підлоги. Цементно-піщана стяжка вважається обов'язковим етапом облаштування підлоги, тому що вона виконує ряд функцій: створення ідеальної рівної поверхні; однорідний розподіл навантаження на бетонну основу; забезпечення динамічної та статичної міцності конструкції підлоги; створення похилої поверхні. Види стяжок: бетонна; цементно-піщана; напівсуха. Бетонна стяжка є однією з найпопулярніших. Виготовляється вона з бетону з піском, гравієм, щебнем та іншими наповнювачами. Бетон перевершує за популярністю інша стяжка – цементно-піщана. Компонентами її є цемент та пісок (як зрозуміло з назви), а також гравій. Як правило, стяжку підлоги виконують із застосуванням

спеціальних сухих сумішей, до складу яких входять лише два компоненти: кварцовий пісок та цемент (марка не нижче 400). При плануванні цементно-піщаної стяжки важливо хоча б приблизно розрахувати кількість та вартість матеріалу.

Технологічний процес виконання стяжки включає:

- підготовка основи – передбачає очищення та ґрунтування поверхонь, а також закладення отворів. Підстава під стяжку має бути ідеально міцною, знеспиленою і взагалі не мати жодних тріщин, відшарування. Поверхня вирівнюється, обеспилюється, ґрунтується. Важливо гідроізолювати стіни та перегородки, що контактують зі стяжкою.

- розмітка, встановлення штукатурних маяків. Грамотна установка маяків – гарантія рівного виконання стяжки. Маяк повинен бути жорстким та надійно фіксованим. Вирівнюють маяки з допомогою рівня. Причому важливо вирівняти як довжину кожного маяка, а й самі маяки між собою.

- облаштування стяжки – підготовленим розчином заповнюють простір між основою та «головкою» маяка, виконують стяжку поверхні;

- затирання поверхні - здійснюють через 24 години після стяжки для отримання ідеально рівної основи;

- знепилювання – обробка поверхні ґрунтом, надання зміцнювальних та водовідштовхувальних властивостей.

За умови грамотного облаштування цементно-піщаної стяжки можна отримати міцне покриття, що суттєво збільшує термін експлуатації підлоги.

12. Внутрішні оздоблювальні роботи. Найчастіше будівельні підприємства виконують лише чернові роботи. При фінішному оздобленні вартість послуг значно зростає.

Розглянемо більш детально такі роботи на прикладі приватного будинку. Спочатку відбувається підготовка стін для подальшого фарбування / поклейки шпалер / нанесення декоративної штукатурки (венетіанської та ін.). Важливим є суворе дотримання встановленої технології оздоблювальних робіт: ґрунтування стін, монтаж оцинкованої сітки, штукатурка по маяках. Однак,

можливий варіант й укладання гіпсокартону, на який в подальшому наноситься шпаклювання. Одночасно виконується обробка віконних укосів, облагородження та встановлення пластикових або кам'яних підвіконь. Після облаштування стін виконується облаштування стель. Якщо в будинку встановлені залізобетонні перекриття, робиться штукатурка по маяках. В іншому випадку стеля зазвичай обшивається гіпсокартоном, а на мансарді або в санвузлі на другому поверсі можуть обшивати стелю з вагонки.

Фінішне оздоблення приміщень включає в себе нанесення фарби або обклеювання шпалерами, облицювання плиткою, обшивка вагонкою або інших варіантів, влаштування фартуха на кухні; на підлогу укладається плитка, паркет чи ламінат; виконується монтаж дверей, встановлюються плінтуси та поріжки. Встановлюються та підключаються освітлювальні прилади, розетки та вимикачі. Ставиться сантехніка: ванна, душова кабіна, раковина, унітаз, біде, дзеркала та інші аксесуари. Після обклеювання стін шпалерами монтуються радіатори опалення, і приміщення набувають закінченого вигляду.

На завершальному етапі фінішного оздоблення проводиться обв'язка котельні, монтаж котла та запуск систем опалення та водопостачання. Монтується система очищення води за допомогою звичайних картриджів у колбах типу Big Blue. Але якщо у воді містяться небезпечні домішки або важкі метали, тоді встановлюються більш складніші системи очищення води.

13. Роботи з облаштування прибудинкової території може включати в себе висадку клумб та дерев, укладанням асфальту або плити, монтування дитячих майданчиків, організація паркувальних місць, вуличне освітлення, облаштування зручного під'їзду автомобілів.

Таким чином, можна зробити висновок, що логістичне забезпечення є надзвичайно важливою складовою роботи підприємства, адже в будівництві часто бувають простої в роботі або через відсутність витратних матеріалів, або техніки, що має обслуговувати. І ПП «Консоль» не є виключенням саме тому можна порекомендувати застосовувати основні логістичні концепції для

організації матеріально-технічного забезпечення будівництва такі концепції як Lean Production, Six Sigma або поєднання цих концепцій Lean - Six Sigma, крім того, враховуючи, що ПП «Консоль» має власний склад, буде доречним застосування на ньому принципів 5S.

## **2.4 Висновки до розділу 2**

Аналітичний розділ дипломної роботи був присвячений аналізу діяльності та перспектив розвитку будівельного ринку в Україні. Статистична інформація будівельної галузі свідчить, що не дивлячись на кризовий останній рік обсяги виробленої будівельної продукції лише зростають – на це вказує загальна динаміка за 2011-2020 роки, хоча можна відмітити, що в 2020 році будівель було побудовано менше в порівнянні з інженерними спорудами, однак пояснення цьому просте – проекту держави «Велике будівництво».

Хоча експерти зазначають зменшення обсягів будівництва в 2020 році будівель через карантин, однак визнають, що більшість проектів, що були вже в роботі, після зняття обмежень – відновилися, а ті, що лише знаходилися на етапі проектування – справді були заморожені та скоріше за все будуть переглянуті.

Потужності ПП «Консоль» знаходяться в Маріуполі, Донецька обл., саме ця область серед небагатьох інших областей мала приріст в будівництві житлових приміщень в 2020 році. Крім того, в рамках проекту «Велике будівництво» було відновлено багато доріг, що ведуть з Маріуполя, а також заплановано реконструкція залізничних ліній до Маріуполя.

Саме підприємство є активним учасником на ринку будівництва Маріуполя та району. Приймало активну участь як субпідрядник в будівництві доріг, а також багатопверхових будівель, надає в оренду власну спецтехніку та самостійно реалізує будівельні проекти з будівництва приватних будинків.

Результати фінансово-господарської діяльності свідчать про нормальне і успішне функціонування та можливий подальший розвиток підприємства.

Аналіз логістичної підтримки будівельних бізнес-процесів виявив вузькі місця в плануванні закупівель матеріалів, а також оптимального вибору постачальника. Також, відмітимо, що на складі підприємства та прискладській території відсутній порядок розміщення матеріалів на зберігання, саме тому на ньому буде доцільно впровадити використання логістичної концепції 5S. А при плануванні закупівель, маршрутизації застосовувати концепції Lean-Будівництво.

## РОЗДІЛ 3

### ФОРМУВАННЯ СИСТЕМИ ІНТЕГРОВАНОЇ ЛОГІСТИЧНОЇ ПІДТРИМКИ БІЗНЕС-ПРОЦЕСІВ ПІДПРИЄМСТВ БУДІВЕЛЬНОЇ ГАЛУЗІ

#### **3.1 Основні напрямки формування та механізм функціонування системи інформаційної логістичної підтримки**

Сьогодні штучний інтелект (ШІ) є надзвичайно перспективною технологією, яка вже сьогодні спрощує та допомагає покращувати процеси на підприємствах, в тому числі й логістичні. Результати останнього дослідження проведеного McKinsey [96] в 2021 року показали, що впровадження ШІ продовжує зростати: 56 % усіх респондентів, що були опитані фахівцями консалтингової компанії, повідомляють про адаптацію ШІ принаймні в одній функції, проти 50 % у 2020 році. Останні результати свідчать про те, що застосування ШІ з минулого року найбільше зросло в компаніях зі штаб-квартирами в країнах, що розвиваються, зокрема в Китаї, Близькому Сході та Північній Африці: 57% респондентів повідомляють про використання ШІ, у порівнянні з 45% у 2020 році. Проведене опитування надало результати впливу використання ШІ на зменшення витрат підприємств, яке свідчить що в рік карантину 2020 ефективність використання ШІ значно зросла в порівнянні з 2019 роком (рис. 3.1).

Це свідчить про те що ШІ варто застосовувати там, де є великий обсяг даних, бізнес-процесів, тощо. За рахунок аналітичних здібностей ШІ, а також враховуючи, що сьогодні ШІ посилене ще й машинним навчанням, дана технологія може допомогти провести не лише аналіз даних за клієнтами, постачальниками, бізнес-процесами, однак й допомогти знайти найбільш оптимальні рішення для мінімізації витрат та часу, а також покращення якості

виконання будь-яких процесів, як одного підприємства, так і множини їх у взаємодії.



Рисунок 3.1 – Зниження витрат від впровадження ІІІ за функціями, % респондентів

Джерело: [96]

Дані дослідження наводять на думку про важливість використання ІІІ і в будівельній діяльності, особливо в операційній діяльності, яка схильна до високих ризиків не лише через фінансові ризики, а також через часто невідлагоджені будівельні процеси та пов'язані з цим простої будівництва, невчасні закупівлі, погану організацію доставки матеріалів та ресурсів – тобто логістичну підтримку процесу будівництва.



За останні роки застосування ШІ знайшло широке застосування в цивільному будівництві та інших галузях інженерії. Значне збільшення досліджень ШІ за останні декілька років показує, що використання штучного інтелекту в інженерних галузях буде зростати в найближчі роки.

Очікується, що AI змінить бізнес-моделі в будівельній галузі, включаючи логістику, управління взаємовідносинами з клієнтами, підтримку, помилки робочого процесу, що зробить операції більш ефективними [86]. Як стверджує Ghinn [76] вже сьогодні будівельна галузь стикається з зростаючою нестачею кваліфікації в зв'язку з більш складними проектами, що збільшує тиск на підприємства, що їх виконують, і саме тому застосування ШІ в будівельному секторі є необхідним. ШІ може допомогти у відтворенні реалістичних ситуацій, навчанні, зниженні травм і витратній будівельній галузі. Використання ШІ в будівництві розпочалося вже давно, однак на етапі задачі будівлі та створення смарт-будинків.

На думку Wooye [100] хмарні технології зі штучним інтелектом допомагають в будівельній індустрії працювати швидше і не допускають нещасних випадків за рахунок планування будівельних процесів та врахування умов безпеки під час них.

Використання ШІ в будівництві може здійснюватися в наступних сферах [67,68]:

1. Планування та проектування.
2. Безпека.
3. Автономне обладнання.
4. Моніторинг і технічне обслуговування.

Очікується, що багато розробників штучного інтелекту працюватимуть над підвищенням ефективності будівельних процесів від планування до моніторингу під час фактичного будівництва.

Можна відмітити важливість використання штучного інтелекту разом з технологією BIM та віртуальним помічником (VA).

Наведемо в табл. 3.1 можливості застосування штучного інтелекту в будівельній галузі.

Таблиця 3.1 – Застосування цифрових технологій в будівельній галузі

№	Етапи будівництва	Інструмент	Можливості
1.	Проектування будівлі	BIM	Можливість створювати 3D / 4D проекти.
2.	Проведення аналізу будівельного проекту: витрати, роботи, безпека	ШІ + BIM + цифрові двійники	Швидка оцінка проекту та його витрат, однак з більшою точністю ніж при використанні однієї BIM. Візуалізація алгоритмів та моніторингу і запобіганню негативних явищ.
3.	Складання робочої документації	BIM	Автоматичне зведення даних.
4.	Будівництво та логістика Введення в експлуатацію	віртуальна реальність, доповнена реальність, автономні ТЗ	Навчання та підвищення кваліфікації будівельників для кращого виконання робіт. Допомагає відслідковувати правильність виконання будівельних робіт накладаючи «як треба» на фактичний стан. Дрони допомагають відслідковувати виконання поточних робіт та планувати виконання наступних за ними.
5.	Експлуатація	Смарт-будинок	Комплексна система управління домом.

Джерело: власна розробка

В табл. 3.1 було застосоване не лише використання штучного інтелекту в будівництві, а також відома вже технологія BIM, що за декілька років отримала визнання, як одна з найкращих технологій в будівництві. Однак, час не стоїть на місці і зараз впроваджуються нові цифрові розробки, які всі можна об'єднати до поняття Індустрії 4.0.

Індустрія 4.0 (нім. Industrie 4.0) є концепцією, що відноситься до ідеї «промислової революції» (рис. 3.2), основною метою якої є інтеграція виробничих процесів з інформаційними технологіями та техніками.

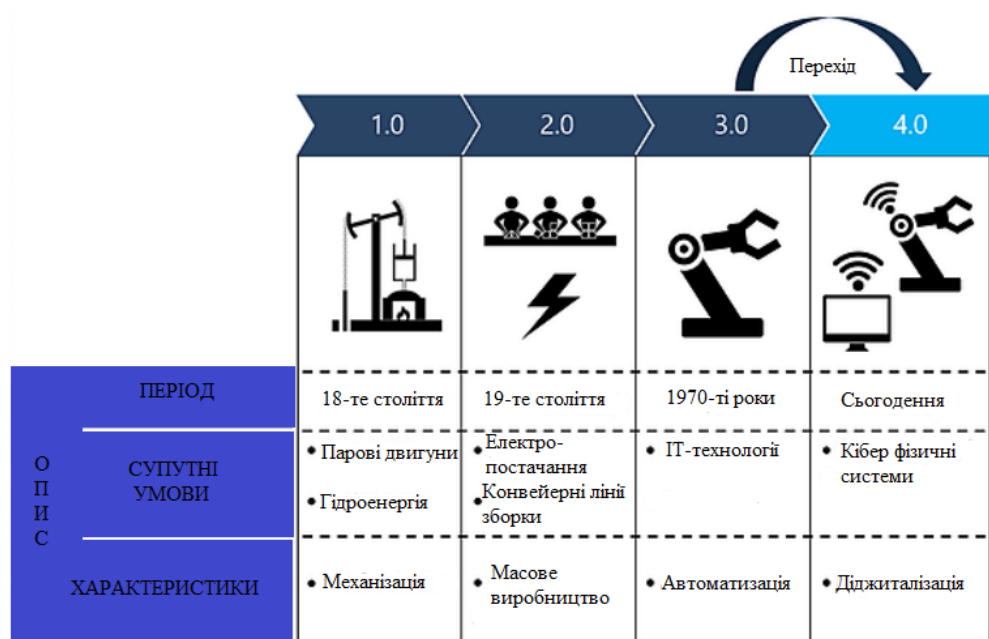


Рисунок 3.2 – Характеристики індустриальних революцій

Джерело: [74]

Індустрія 4.0 спочатку була розроблена німецьким урядом для створення узгодженої політики для підтримки промислової конкурентоспроможності Німеччини на світовому ринку.

Слід зазначити, що в найближчий час можна очікувати впровадження цієї версії 5.0.

Сьогодні Індустрія 4.0 поєднує методи виробництва з інформаційно-комунікаційними технологіями. Індустрія 4.0 дає змогу виробляти унікальні вироби за відмінною якістю та за ціною, що дорівнює цінам на товари

масового виробництва. Розумні, цифро-підключені системи та виробничі процеси служать технічною основою цієї концепції. Індустрія 4.0 також визначає весь життєвий цикл продукту: від ідеї до розробки, виробництва, використання та обслуговування – і закінчуючи переробкою продукту [74,85].

Основними особливостями Industry 4.0 є [74,81]:

- взаємодія: кібер-фізичні системи дозволяють людям і смарт-фабрикам підключатися та спілкуватися один з одним;

- віртуалізація: віртуальна копія смарт-фабрикам створюється шляхом зв'язування даних датчиків з моделями віртуальних заводів та імітаційними моделями;

- децентралізація: здатність кібер-фізичних систем приймати власні рішення та виробляти необхідні матеріали /продукти на місці завдяки таким технологіям, як 3D-друк;

- функціональні можливості реального часу: збирати й аналізувати дані та негайно надавати отриману інформацію;

- сервісна орієнтація, виготовлення індивідуальних продуктів за вподобаннями споживачів при вартості як при масовому виробництві;

- модульність: гнучка адаптація смарт-фабрик до мінливих вимог шляхом заміни або розширення окремих модулів.

За даними Європейської промислової будівельної федерації (FIEC), Будівництво 4.0 є складовою частиною Індустрії 4.0 в галузі архітектури, інженерії та будівництва і стосується цифровізації будівельної галузі [71]. Rastogi D. S. [87] вважає, що головною метою Будівництва 4.0 є створення цифрового будівельного майданчика, який відстежує прогрес протягом усього життєвого циклу проекту за допомогою різних технологій. Отже, прийняття Будівництва 4.0 не тільки змінить процес будівництва, але й змінить організацію та структури проекту, перемістивши фрагментовану будівельну галузь в інтегровану галузь [74].

Щоб зрозуміти сутність та охоплення Будівництва 4.0, важливо спочатку зрозуміти технології, які забезпечують цю трансформацію. Наведемо нижче короткий вступ до кожної з цих технологій:

1. Інтегроване інформаційне моделювання будівель (iBIM) вважається вищим рівнем традиційного BIM (рис. 3.3) і складається з трьох елементів:

- архітектура інтеграції, яка визначає основні рівні iBIM і їх взаємозв'язки;
- модель продукту, яка визначає зміст і функцію поведінки об'єкта;
- модель процесу, яка ідентифікує схему та механізм взаємодії між об'єктами моделі.

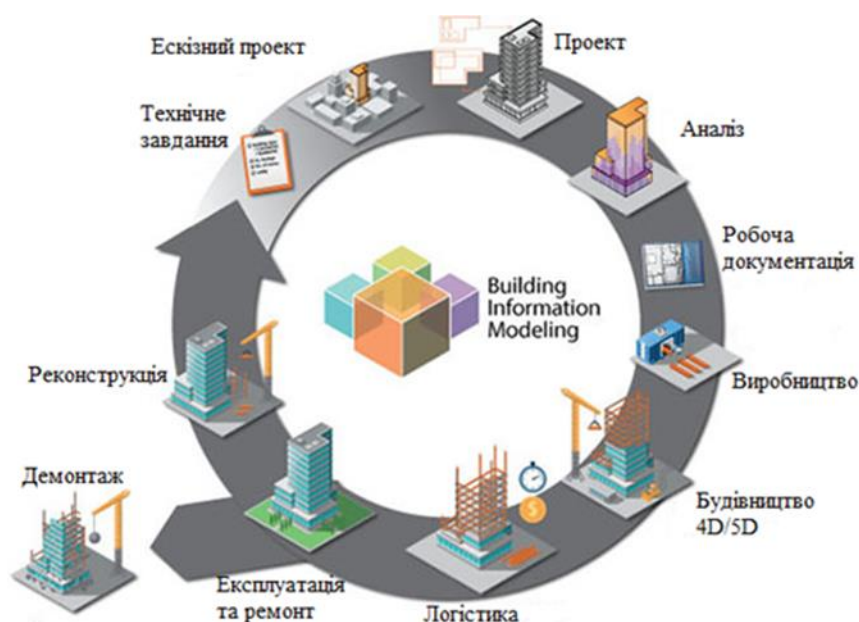


Рисунок 3.3 – Аспекти BIM-технології

Джерело: [60, с. 419]

Історично BIM починаються з 0 (AutoCAD) і переходять до 4D, 5D і 6D BIM:

- BIM 0: креслення на папері;
- BIM 1: 2D будівельні креслення + трохи 3D моделювання;
- BIM 2: команди працюють у своїх власних 3D-моделях;
- BIM 3: команди працюють із спільною тривимірною моделлю;

– рівні 4, 5 і 6 BIM: додавання інформації про планування, вартість та стійкість. BIM 4 вносить новий елемент в інформаційну модель: час. Ця інформація включає дані планування, які допомагають визначити, скільки часу займе кожна фаза проекту або послідовність різних компонентів. BIM 5 додає до інформаційної моделі оцінки витрат, аналіз бюджету та відстеження бюджету (рис. 3.4). Працюючи на цьому рівні BIM, власники проектів можуть відстежувати й визначати, які витрати будуть понесені протягом тривалості проекту. Інформація BIM 6 корисна для розрахунку споживання енергії будівлі до її будівництва. BIM 6 забезпечує точні прогнози потреб у енергоспоживанні та дає змогу зацікавленим сторонам будувати енергоефективні та стійкі структури.

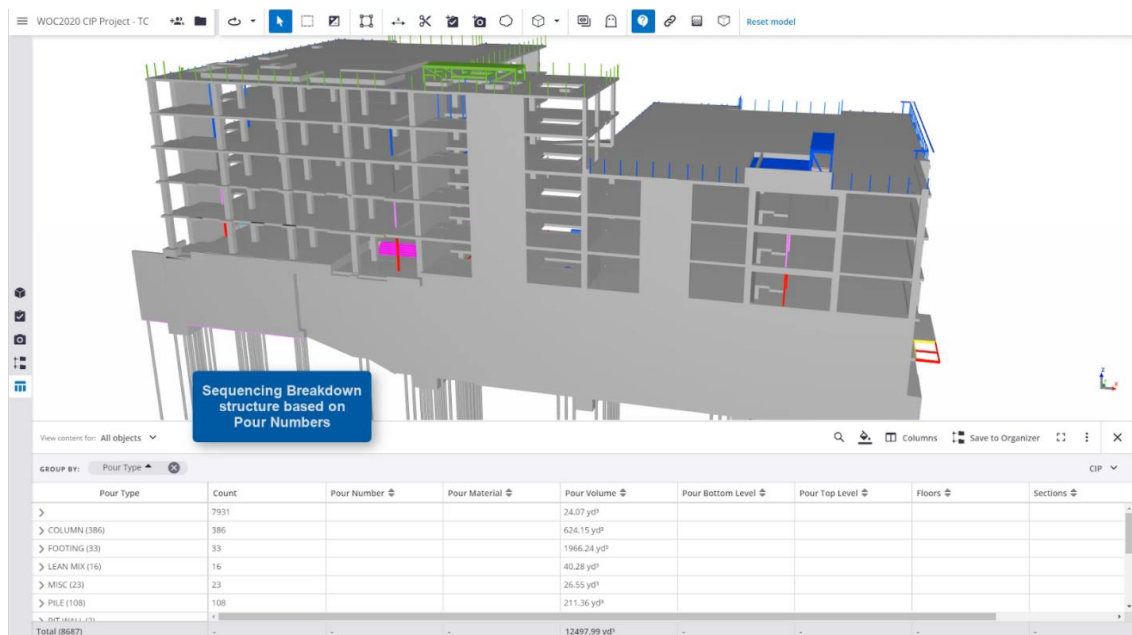


Рисунок 3.4 – 5D BIM-модель у загальному середовищі даних для виконання розбивки послідовності будівельних робіт

Джерело: [98]

2. Доповнена реальність (AR) є і агрегатором інформації, і платформою для представлення даних, яка дозволяє користувачеві:

– пасивно переглядати представлений будівельний об'єкт. Доповнену реальність можна використовувати для демонстрації 3D-моделей і навіть для

проведення екскурсій, даючи клієнтам чітке уявлення про те, як буде виглядати будівля до того, як її побудують;

- активно взаємодіяти з візуалізованим варіантом. AR може накладати певні деталі та елементи на план будівлі, щоб зацікавлені сторони могли краще зрозуміти проект;

- співпрацювати з іншими в режимі реального часу з віддалених місць. Під час будівництва не всі підрядники, залучені до проекту, можуть бути на місці, коли це потрібно. Доповнена реальність дозволяє таким працівникам оглянути робоче місце, ніби вони були там особисто. Це дає змогу співпрацювати в реальному часі, щоб вирішувати проблеми та виправляти помилки, не чекаючи фізичної присутності конкретного підрядника чи особи, яка приймає рішення. AR також дозволяє працівникам робити фотографії або відео проблем, які можуть переглядатися та коментуватися віддаленими особами;

- підвищення безпеки на будівельних майданчиках. Технологія AR також може підвищити безпеку на робочому місці. Деякі пристрої AR (наприклад, окуляри або мобільні пристрої) можуть сканувати теги або етикетки, розміщені в певних областях або об'єктах. Ці ярлики можуть потім відображати текст або навіть 3D-моделі для передачі інформації про безпеку або небезпеку.

AR набирає все більших обертів у будівельній індустрії, і різні варіанти використання досліджуються та тестуються протягом життєвого циклу проекту, наприклад, сприяння плануванню виробництва з підтримкою AR та включення дистанційної експертної системи (рис. 3.5).

Науковці виводять використання доповненої реальності на новий рівень, реалізуючи змішану реальність (MR). MR поєднує AR з віртуальною реальністю (VR), дозволяючи користувачам занурюватися у віртуальний контент, усвідомлюючи при цьому своє фізичне середовище. MR поєднує в собі найкраще з обох світів, тож ви можете бачити й взаємодіяти з цифровими елементами, не гублячись у повністю віртуальному середовищі.

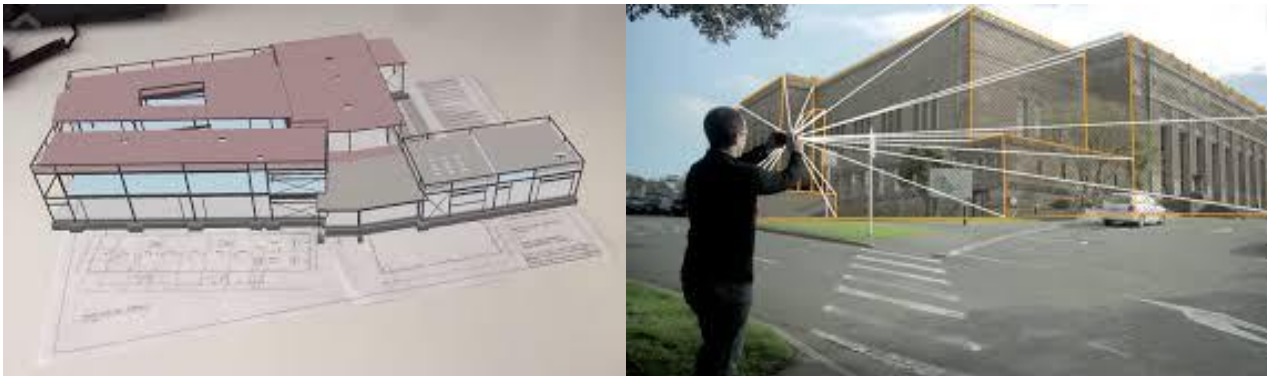


Рисунок 3.5 – Використання доповненої реальності в будівництві

Джерело: [77,78]

3. Віртуальна реальність є більш просунутим кроком, ніж AR, у спектрі віртуальності. VR створює віртуальний і захоплюючий досвід для користувача через гарнітури з 360-градусним баченням, дозволяючи користувачеві відчувати абсолютно інше середовище. Використання VR у будівництві можна направити на ідентифікацію небезпеки, що дозволяє будівельним бригадам виявляти, аналізувати та вилучати потенційні небезпеки, а також на навчання з техніки безпеки, адже віртуальна реальність допомагає будівельникам навчатися в безпечному середовищі в порівнянні з навчання на місці, яке може бути дорогим і небезпечним (рис. 3.6).

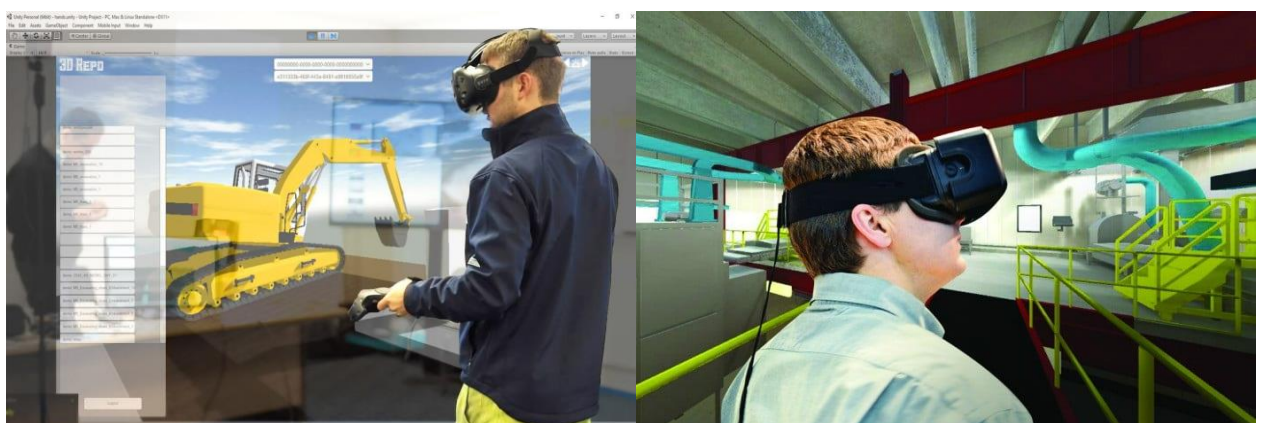


Рисунок 3.6 – Використання віртуальної реальності в будівництві

Джерело: [75,99]

Можна виділити декілька напрямлень використання VR у будівництві:



- використання під час моделювання будівельного об'єкту [90]:

а) зменшення часу на моделювання. Коли модель створена з використанням віртуальної реальності з додатковими інтерактивними опціями, це дає дизайнерам набагато більше гнучкості. Вони можуть відносно швидко тестувати варіанти, не переробляючи основні розділи моделі, і не повинні покладатися на відвідування будівельного майданчика або користуватися довідковими матеріалами про нього, враховуючи реалістичне моделювання, яке вони можуть використовувати замість цього;

б) забезпечення можливості повторного використання моделі. Моделі, інтегровані в програмне забезпечення VR, мають набагато ширший діапазон використання, і їх можна застосовувати далеко за межами перших етапів планування проекту. За допомогою кількох налаштувань програмне забезпечення може повторно використовуватися будівельними бригадами, інженерами та іншими людьми, які беруть участь у проекті.

- проблеми під час будівництва:

а) можливість проводити навчання безпечніше. Навчання з безпеки у віртуальній реальності не несе фізичного ризику чи небезпеки. Навчання з будівництва віртуальної реальності можна проводити в будь-якому місці, без професійного спорядження або обладнання.

б) підвищення залучення виконавців. Принаймні, більшість людей вважають участь у віртуальних подіях веселою та цікавою. Коли є робота, цей елемент цікавості та занурення не зникає, і працівники цінують можливість працювати з такими сучасними гаджетами, особливо якщо вони допомагають їм виконувати щоденні завдання.

в) поліпшення координації команди. Цифрове моделювання є одним із найкращих довідників та інструментів, які можуть бути застосовані в будівництві. Будівельні бригади можуть не тільки вивчити структуру будівлі зсередини і зовні, але також можуть попередньо переглянути завдання, які їм потрібно виконати, і навчитися працювати в команді, перш ніж прибути на будівельний майданчик.

- бізнес-проблеми:

а) економія на витратах і матеріалах. Коли додаються правильні інтерактивні опції (наприклад, імітація бетонних робіт, електропроводка тощо), будівельні бригади можуть зробити точні оцінки щодо того, скільки матеріалів їм знадобиться, перш ніж їх придбати. Крім того, моделювання може допомогти їм визначити потенційні проблеми з структурою, перш ніж вони перетворяться на відчутні перешкоди;

б) створення більш ефективних презентацій будівельних проєктів.

4. Робототехніка використовує машини, які можуть виконувати або відтворювати дії людини. У той час як робототехніка широко використовується у виробництві та аерокосмічній галузі, будівництво наслідує її приклад і використовує робототехніку, в основному у вертикальному будівельному секторі [83]. Ця технологія широко використовується в будівельно-монтажних роботах, особливо для висотних будівель (рис. 3.7).

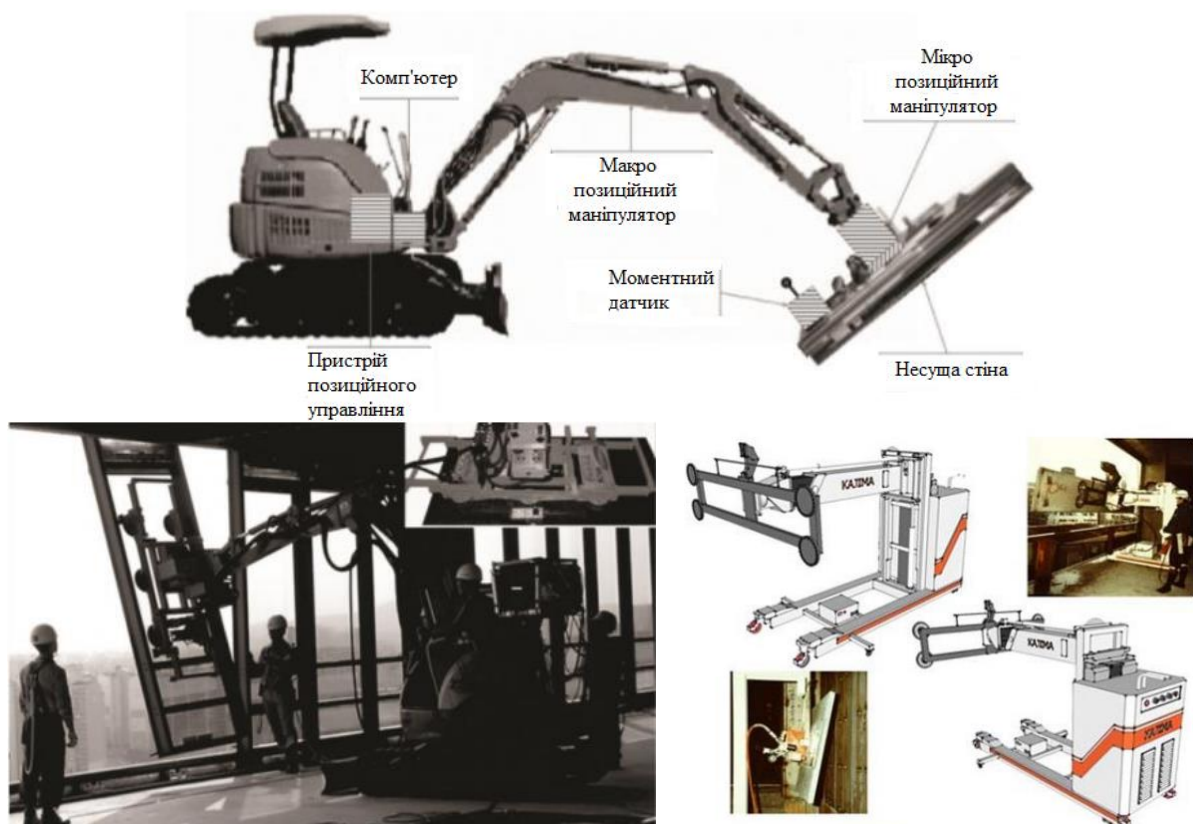


Рисунок 3.7 – Робототехніка в будівництві

Джерело: [83]

Наприклад, система SMART, розроблена компанією SHIMIZU в Японії, була використана для будівництва понад 30 поверхів офісної будівлі [83]. Крім того, роботи можуть виконувати різні будівельні завдання, такі як фарбування, накладання цегли та земляні роботи.

5. 3D-друк, також відомий як адитивне виробництво, є процесом створення складного фізичного 3D-об'єкта з моделі CAD. 3D друк пройшов 25 років досліджень і розробок, і в результаті ця технологія в даний час використовується в різних галузях, таких як аерокосмічна, автомобільна та медична [71]. На даний момент будівельна промисловість також вивчає можливість використання 3D-друку, в основному для малих і середніх потреб [88]. Ця технологія демонструє великий потенціал для широкомасштабного впровадження; однак існує ряд проблем, таких як ефект шарування, який призводить до нерівних поверхонь з пустотами, проблеми міцності на розтяг, пов'язані з відсутністю сталевих арматур, необхідно подолати, перш ніж промисловість скористається цією технологією на повну потужність.

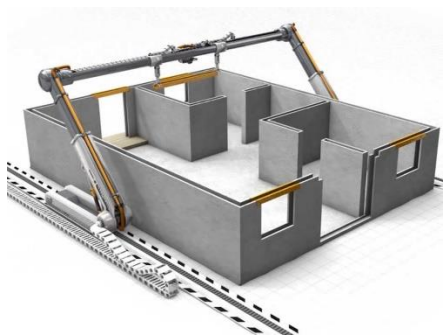


Рисунок 3.8 – 3D-друк та будівництво

Джерело: [97,101]

Сьогоднішні розробки вже від 3D-друк еволюціонували в 4D-друк, тобто виробництво об'єктів з можливістю змінювати свої властивості з часом під впливом якихось обставин зовнішнього середовища.

6. Штучний інтелект (ШІ) – це термін, який використовується для опису машини, яка відтворює когнітивні функції людини [71]. Одним з основних

компонентів ШІ є машинне навчання, коли машина навчається на основі набору даних за допомогою статистичних методів. Згідно з дослідженням McKinsey & Company, ШІ лише починає використовуватися у будівництві [66]. Дослідження виділило три основні поточні програми AI:

- оптимізація планування проекту, яка досягається шляхом постійного тестування великої кількості альтернатив плану та вибору кращого варіанту,
- розпізнавання та класифікації зображень, які можна використовувати для виявлення проблем, пов'язаних з безпекою. на місці та для збору інформації для майбутнього навчання,
- вдосконалені аналітичні платформи, які збирають та аналізують дані будівельних машин і датчиків будівлі, щоб передбачити будь-які проблеми, пов'язані з обслуговуванням.

Також, в даному дослідженні визначені які можна застосувати вже існуючі нароби з AI з інших сфер:

- алгоритми оптимізації транспортних маршрутів для оптимізації планування проекту. Наразі доступні технології вже пропонують транспортним компаніям можливість оптимізувати маршрути та покращити навігацію. У майбутньому техніка ШІ з машинним навчанням, яка дозволяє алгоритмам навчатися методом проб і помилок, може забезпечити ще більш ефективну оптимізацію, а також вирішувати цільові функції (наприклад, тривалість або вартість палива). Така технологія може бути безпосередньо застосована до планування та оцінки проектів будівництва, оскільки вона має потенціал для оцінки нескінченних комбінацій та альтернатив на основі подібних проектів, оптимізуючи найкращий шлях і виправляючи себе з часом;
- прогнозування фармацевтичних результатів для проблем вирішення проблем з конструкційністю будівельного об'єкту. Фармацевтична промисловість стала лідером у інвестуванні своїх великих бюджетів на дослідження та розробки в прогнозні рішення ШІ, які знижують витрати на дослідження та розробки в довгостроковій перспективі, головним чином за рахунок прогнозування результатів медичних випробувань. Ці програми

можна безпосередньо застосувати до будівельної індустрії – особливо у великих проектах із такими ж великими бюджетами на дослідження та розробки. По-перше, додатки з прогнозуванням можуть передбачити ризики проекту, конструкційність і структурну стабільність різних технічних рішень, забезпечуючи розуміння витрат на етапі прийняття рішень і потенційно заощаджуючи мільйони доларів. По-друге, ці додатки можуть уможливити випробування різних матеріалів, обмежуючи час простою певних конструкцій під час перевірки;

– оптимізація ланцюга постачання в роздрібній мережі для управління матеріалами та запасами матеріалів в будівництві об'єкту. ШІ значно полегшив планування ланцюга постачання в роздрібній мережі, скоротивши простої виробництва, зменшивши надлишок і підвищивши передбачуваність постачань, що сумарно призвело до вражаючого зниження витрат, логістичного навантаження та мінливості. Більшість будівельних проектів використовує велику кількість матеріалів, яку закуповує за межами об'єкта і потреба в покращеній координації ланцюга постачання є завжди критичною для контролю витрат і загальних грошових потоків.

7. Дрони, також відомі як безпілотні літальні апарати (БПЛА), адже вони є непілотованими невеликими літаками, які керуються дистанційно. На початку 2006 року дрони в основному використовувалися у військових цілях. В останні роки їх використання в будівництві та інших галузях промисловості зростає [71]. Будівельна галузь в основному використовує дрони для інспекції та моніторингу під час зйомки, будівництва та управління об'єктами (рис. 3.9).

Однак, щодо майбутнього використання дронів в будівництві можливі різні варіанти від допомози в будівництві «зелених» будівель до заміни кранів.

Найближчою перспективою є використання дронів під час інспекції будівельного «зеленого» об'єкту дронами з оснащеними тепловізорними камерами для визначення втрат енергії. Нещодавно Siemens випробовува такі дрони для відстеження енергоефективності зеленого проекту. Зображення, які отримав Siemens, змогли ідентифікувати «теплове випромінювання, втрати

рідини та газу, ділянки з поганою ізоляцією та місця з великою вологістю» [73].



Рисунок 3.9 – Використання дронів під час інспекції на будівництві

Джерело: [72,73]

Найбільш віддалена перспектива – це заміна кранів. Наразі дрони недостатньо потужні, щоб виконувати роботу, яку виконують крани, але потенціал є. Хоча пройдуть роки, перш ніж дрони зможуть підняти корисну кількість матеріалу, набагато більш передбачувано, що дрони зможуть надати допомогу кранам у самому найближчому майбутньому. Дрони здатні швидко рухатися і можуть допомогти, коли точність є важливою.

Проведені дослідження надають можливість визначити механізм інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва за допомогою сучасних інноваційних технологій, яку відобразимо на рис. 3.10.

Роз'яснимо даний механізм. Будь-яке будівництво включає такі етапи як проектна робота, сам процес будівництва. При цьому виходячи з сьогоденних можливостей інноваційних технологій, а також їх майбутніх можливостей на етапі проектування було виділені логістичні задачі, які мають бути забезпечені різними інноваційними технологіями, або їх поєднанням для здійснення інтегрованої логістичної підтримки будівельних процесів. Отже, на етапі проектування витрат матеріалів, ресурсів та техніки важливо використовувати поєднання сучасних BIM-технології та штучного інтелекту з машинним

навчанням. В принципі так як і під час виконання інших логістичних задач, як під час проектних робіт, так і під час процесу будівництва.

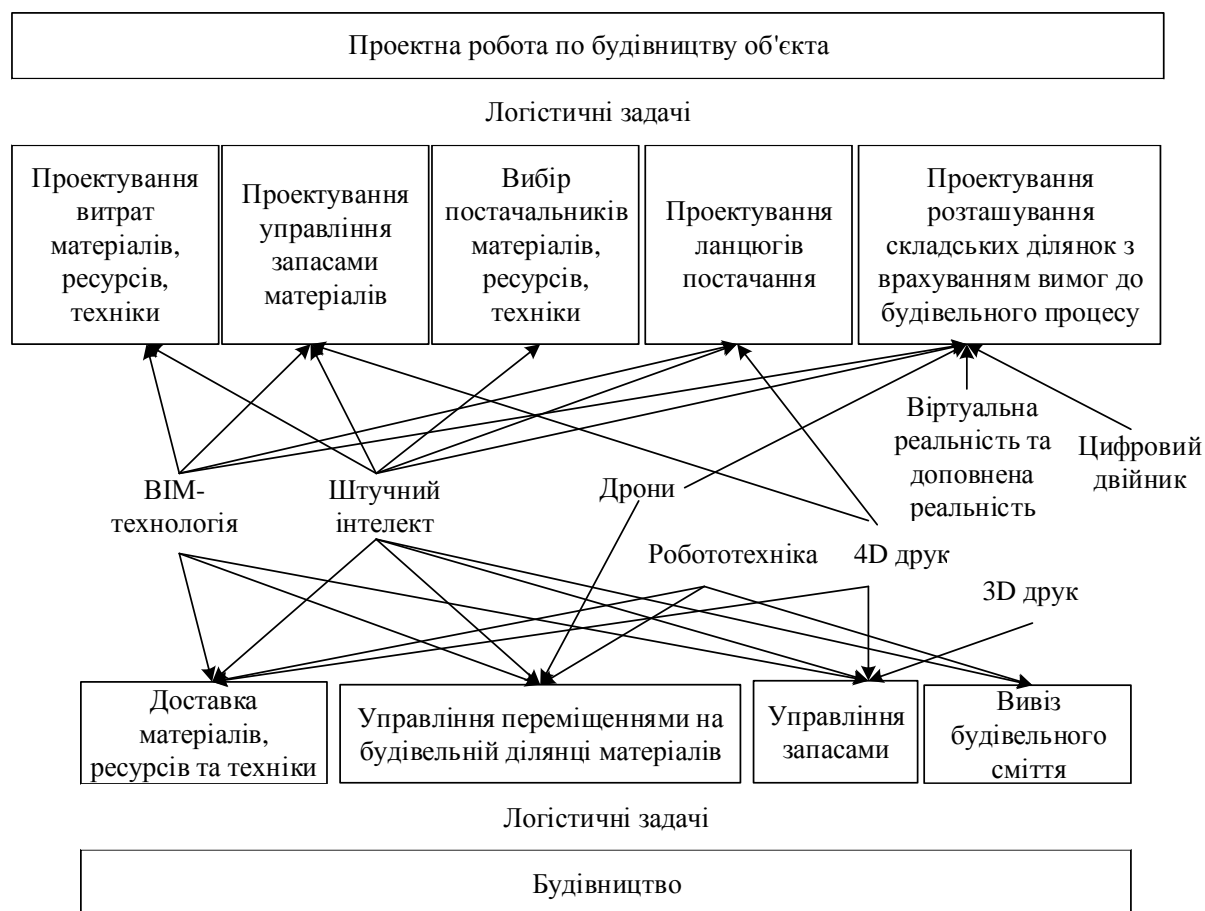


Рисунок 3.10 – Механізм організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва, заснованого на сучасних інноваційних технологіях

Джерело: власна розробка

Віртуальна та доповнена реальність допоможе «побачити» на власні очі майбутнє розташування всіх матеріалів та ресурсів, а також техніки на об'єкті, так як в цьому може допомогти цифровий двійник з розширеною функцією відображення всіх процесів на будівельному об'єкті.

4D друк значно вплине на проектування та організацію ланцюгів постачання, адже за рахунок виготовлення меншого об'єму матеріалу, який потім зможе приймати потрібну форму, наприклад: «цеглин», можна

зменшити витрати на доставку та управління запасами за рахунок менших площ для їх зберігання до початку використання під час будівництва. Як і у разі застосування 3D принтера, який може «друкувати» потрібний матеріал за принципом «точно вчасно» для подачі на будівельний процес.

Дрони вже сьогодні допомагають зафіксувати та передати фото та відео-матеріали стосовно будівельної ділянки, а відповідно вже на даний момент використовуються для створення зображення ділянки на якій буде відбуватися не лише виробництво, однак й розташування запасів будівельних матеріалів, при проектуванні яких необхідно враховувати можливості ділянки для визначення оптимальних обсягів запасів будівельних матеріалів для зберігання перед використанням в процесі будівництва. Крім того, вони вже використовуються під час відстеження точного переміщення будівельних матеріалів по будівельному майданчику, а в майбутньому, можливо й, для самостійного переміщення матеріалів в межах будівельного майданчику та на об'єкті будівництва.

Робототехніка також надасть допомогу в переміщенні будівельних матеріалів на об'єкті будівництва, а також в майбутньому забезпечить і доставку матеріалів на об'єкт, адже вже сьогодні великі автопромислові групи випробовують свої нові автоматизовані вантажні автомобілі, отже це лише питання часу їх широке використання в бізнесі.

### **3.2 Обґрунтування використання концепції Lean-будівництва для забезпечення інтегрованої логістичної підтримки діяльності ПП «Консоль»**

Все більше будівельних підприємств використовують концепцію Lean, яка наголошує на максимізації цінності для клієнта при мінімізації відходів. Цей підхід простий і привабливий у галузі, де бюджети, терміни та безпека



мають вирішальне значення. Однак, особливості традиційних методів будівництва ускладнюють впровадження правильного виконання філософії та техніки цієї концепції.

Бережливе будівництво запозичення підходу виробництва, розробленого Toyota після Другої світової війни. Звичайно, набагато легше отримати повторювані, прогнозовані результати в контрольованому середовищі заводського цеху, ніж у більш непередбачуваному світі будівництва. Очікується більша варіація та порушення робочого процесу.

Важливо також зазначити, що не існує єдиного підходу до Lean будівництва. Існує ряд інструментів, включаючи систему Last Planner System, Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, 5s і Kaizen, які можна використовувати в комбінації для досягнення Lean будівництва. Це дає практикам широкий спектр варіантів, які можна застосувати до кожного окремого проекту.

Однак існують керівні принципи, які допомагають фірмам досягати нижчих витрат, скорочення часу будівництва, підвищення продуктивності та ефективного управління проектами. Вони представляють собою цілісний підхід до процесу будівництва (рис. 3.11):

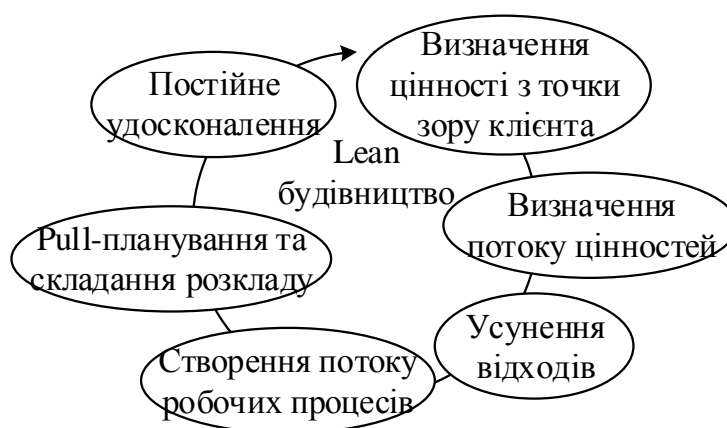


Рисунок 3.11 – Цілісний підхід до виконання концепції Lean-будівництва

Джерело: побудовано автором на основі матеріалів [91]

1. Визначення цінності з точки зору клієнта. Традиційний підхід до будівництва зосереджується на тому, що замовник хоче, щоб було побудовано – що включено в плани та специфікації. З іншого боку, бережливе будівництво визнає, що цінності клієнта глибші за це. Справа не тільки в тому, що будувати, а й навіщо. Справжнє розуміння цінності з точки зору клієнта вимагає іншого рівня довіри, встановленого на ранніх етапах планування проекту. Бережливе будівництво об'єднує всіх зацікавлених сторін, включаючи власника, архітектора, інженерів, генерального підрядника, субпідрядників і постачальників. Команда проекту не тільки забезпечує те, що хоче клієнт, але й надає поради та допомагає формувати очікування впродовж усього проекту.

2. Визначення потоку цінностей. Після того, як у є чітке розуміння цінності з точки зору клієнта, підприємство можете викласти всі будівельні процеси, необхідні для досягнення цієї цінності. Це називається потоком цінності. Для кожного виду діяльності визначаються необхідна робоча сила, інформація, обладнання, матеріали. Усі кроки чи ресурси, які не додають цінності, видаляються.

3. Усунення відходів. Основна мета бережливого будівництва – усунути або мінімізувати відходи при будь-якій можливості. Ощадливе будівництво націлено на вісім основних типів відходів:

- дефекти. Дефекти – це все, що з першого разу зроблено неправильно, що призводить до переробки, яка витрачає час і матеріали;
- перевиробництво: у будівництві перевиробництво відбувається, коли завдання завершено раніше запланованого або до того, як можна запустити наступне завдання в процесі;
- очікування: найпоширеніший сценарій, який призводить до очікування в будівництві, — це коли робітники готові, але матеріали, що необхідні для виконання робіт, не були доставлені, або попередня умова не була виконана;

– невикористання талантів: працівники будівельного проекту мають ряд навичок та досвіду. Коли талановита людина не підходить до потрібної роботи, її талант, навички та знання пропадають;

– транспорт: відходи транспорту трапляються, коли матеріали, обладнання або робітники переміщуються на робоче місце до того, як вони знадобляться. Це також може стосуватися непотрібної передачі інформації;

– інвентар: матеріали, які не потрібні негайно, вважаються надлишковими запасами. Вони обмежують бюджет, вимагають зберігання та часто погіршуються, коли не використовуються;

– рух: рух, який не є необхідним, як-от відстань між працівниками, інструментами та матеріалами, створює марну трату руху;

– надмірна обробка: надмірна обробка відбувається, коли додаються функції або дії, які не мають цінності для клієнта. За іронією долі, це часто трапляється, коли вживаються заходи щодо ліквідації інших видів відходів.

4. Створення потоку робочих процесів. Ідеальний стан проекту Lean будівництва є безперервний робочий процес, який є надійним і передбачуваним. Послідовність є ключовою в будівництві, адже не можна починати будувати каркас, доки, наприклад, не залитий фундамент. Чітке спілкування між усіма сторонами має важливе значення для досягнення потоку. Коли одна частина проекту запізнюється або випереджає графік, важливо повідомити всіх про це, щоб можна було вносити корективи, щоб уникнути зайвих витрат на очікування, рух і надлишок запасів.

5. Pull-планування та складання розкладу. Створення надійних робочих процесів залежить від наступних за ними робіт. Бережливе будівництво визнає, що pull-планування та складання розкладу найкраще доручити саме виконавцям (бригадирам) робіт. Учасники спілкуються та тісно співпрацюють один з одним, щоб визначити розклад завдань та робіт.

6. Постійне удосконалення. Можливості для покращення визначаються та використовуються під час проекту та застосовуються до майбутніх проектів

через використання так званих вивчених уроків (Lessons Learned) попередніх проектів.

Розглянемо впровадження принципів Lean-будівництва під час виконання проекту з заливки фундаменту під приватний будинок із керамзитобетонних каменів (табл. 3.2).

Таблиця 3.2 – Роботи з облаштування фундаменту та їх вартість, грн.

№	Роботи	Витрати без врахування принципів Lean	Витрати з врахуванням принципів Lean
1.	Розробка котловану екскаватором	8000	8000
2.	Доробка котловану вручну	3000	3000
3.	Укладка геотекстилю	8000	8000
4.	Монтаж дренажної системи	4000	4000
5.	Будова основи фундаменту з щебня фр. 20-40, товщина 300 мм	4000	4000
6.	Монтаж опалубки фундаментної плити	15000	15000
7.	Основне армування фундаментної плити	12000	11000
8.	Посилення армування фундаментної плити	6000	5500
9.	Посилення армування фундаментної плити під внутрішніми несучими стінами	5000	4500
10.	Бетонування плити фундаменту	19000	17000
11.	Монтаж опалубки стін фундаменту	3000	3000
12.	Основне армування стін фундаменту	3000	2500
13.	Бетонування стін фундаменту	5000	4500
14.	Загалом витрат	95000	90000

Джерело: власні розрахунки

Таким чином, отримуємо, що за рахунок знаходження постачальників, що пропонують трохи більші ціни на арматуру, а також іншого постачальника бетонної суміші, що також пропонував трохи більшу вартість за сам бетон, однак за рахунок більш близької відстані його до об'єкту на транспортних витратах отримали економію у розмірі 5 000 грн.

За рахунок розробленого плану-графіку робіт, який допоміг визначити бригадир, даний проект був виконаний згідно до затверджених дат (табл. 3.3).

Таблиця 3.3 – План графік виконання фундаментних робіт, тижні

№	Роботи	11.10.2021- 15.10.2021	18.10.2021- 22.10.2021	25.10.2021- 29.10.2021
1.	Розробка котловану екскаватором			
2.	Доробка котловану вручну			
3.	Укладка геотекстилю			
4.	Монтаж дренажної системи			
5.	Будова основи фундаменту з щебня фр. 20-40, товщина 300 мм			
6.	Монтаж опалубки фундаментної плити			
7.	Основне армування фундаментної плити			
8.	Посилення армування фундаментної плити			
9.	Посилення армування фундаментної плити під внутрішніми несучими стінами			
10.	Бетонування плити фундаменту			
11.	Монтаж опалубки стін фундаменту			
12.	Основне армування стін фундаменту			
13.	Бетонування стін фундаменту			

Джерело: розроблено автором разом зі бригадиром ПП «Консоль»

Також, виходячи з практики вивчених уроків (Lessons Learned) в концепції Lean складемо таблицю з ретроспективою за технологією «п'ять чому» (табл. 3.4), тобто:

- якщо вчасно вийшло досягти вносяться дані «уроки» - позитивний досвід, який можна застосувати на інші проекти;
- якщо щось не вийшло – треба задати питання по технології «п'ять чому», тобто визначити кореневу причину та шляхи вирішення, чим можна запобігти повторенню негативного досвіду на інших проектах.

Отже, за першою операцією не було вчасно розпочате риття котловану, так як не був доставлений екскаватор (потребувалася доставка не власним ходом, а автомобілем, так як відстань від бази ПП «Консоль» до будівельного об'єкту була значна).

Саме тому були виставлені питання за технологією «п'ять чому», а також визначені висновки щодо врахування на подальше та уникнення таких помилок.

### **3.3 Визначення доцільності організації маркетингово-логістичної підтримки взаємодії з потенційними замовниками**

Так як сьогодні в цифровий вік більшість людей для власних потреб чи потреб компанії звертається до пошуку в Інтернеті не є дивиною ні для кого, пропонується для збільшення цільової аудиторії клієнтів розробити та впровадити сайт підприємства, де буде наданий опис послугам підприємства.

Таким чином, компанія зможе не лише розраховувати на замовлення від великих будівельних компаній за рахунок виграних тендерів, однак й буде розвивати власну базу клієнтів, які передаючи свій досвід роботи з ПП «Консоль» іншим через інший маркетинговий канал як «сарафане радіо» будуть збільшувати дохід підприємства.

Таблиця 3.4 – Ретроспектива виконання Lessons Learned за технологією «п'ять чому»

№	Роботи	Ретроспектива виконання
1.	Розробка котловану екскаватором	Не розпочали вчасно Чому? – не було екскаватора Чому? – невчасно доставили Чому? – не було автомобіля Чому? – задіяний на інших роботах Чому? – невірне планування та визначення пріоритетів та оцінки важливості задачі Висновок: при плануванні ранжувати задачі. Працювати на результат
2.	Доробка котловану вручну	Планувати обсяги виконання разом з робочими спеціалістами
3.	Укладка геотекстилю	Планувати поставку згідно до графіку робіт, врахувати терміни та строки
4.	Монтаж дренажної системи	
5.	Будова основи фундаменту з щєбня фр. 20-40, товщина 300 мм	Планувати обсяги виконання разом з робочими спеціалістами
6.	Монтаж опалубки фундаментної плити	
7.	Основне армування фундаментної плити	Планувати поставку згідно до графіку робіт, врахувати терміни та строки
8.	Посилення армування фундаментної плити	
9.	Посилення армування фундаментної плити під внутрішніми несучими стінами	
10.	Бетонування плити фундаменту	При замовленні та поставці необхідно максимально врахувати кількість на весь етап
11.	Монтаж опалубки стін фундаменту	Планувати обсяги виконання разом з робочими спеціалістами
12.	Основне армування стін фундаменту	Планувати поставку згідно до графіку робіт, врахувати терміни та строки
13.	Бетонування стін фундаменту	При замовленні та поставці необхідно максимально врахувати кількість на весь етап

Визначимо план-графік робіт з розробки сайту підприємства в табл. 3.5.

Таблиця 3.5 – План-графік робіт з розробки сайту ПП «Консоль»

№	Робота	Тривалість, години	Відповідальний
1.	Постановка цілей та завдань сайту	2	Керівництво ПП, Ніколаєв М.О.
2.	Створення, опрацювання технічного завдання (ТЗ) на розробку сайту	16	Ніколаєв М.О.
3.	Підписання ТЗ	1	Керівництво ПП, Ніколаєв М.О.
4.	Прототипування	8	Ніколаєв М.О.
5.	Створення макету дизайну сайту	16	Ніколаєв М.О.
6.	Узгодження макету дизайну сайту	2	Керівництво ПП, Ніколаєв М.О.
7.	Верстка	16	Ніколаєв М.О.
8.	Програмування	32	Ніколаєв М.О.
9.	Наповнення контентом	40	Ніколаєв М.О.
10.	Тестування	16	Ніколаєв М.О.
11.	Запуск сайту	2	Ніколаєв М.О.
12.	Пошукова оптимізація сайту (SEO)	32	Ніколаєв М.О.
13.	Загалом	183	-

Заплануємо початок виконання робіт на 01.03.2022 року, так як виконавець проекту з розробки сайту зможе розпочати займатися цим проектом лише в березні 2022 року.

Визначимо дату закінчення даного проекту в MS Project за поданим вище планом-графіком, враховуючи дату початку 01.03.2022 р. (рис. 3.12).

Проведемо економічне обґрунтування впровадження та використання сайту. Для цього визначимо витрати, а також вигоди від його використання.



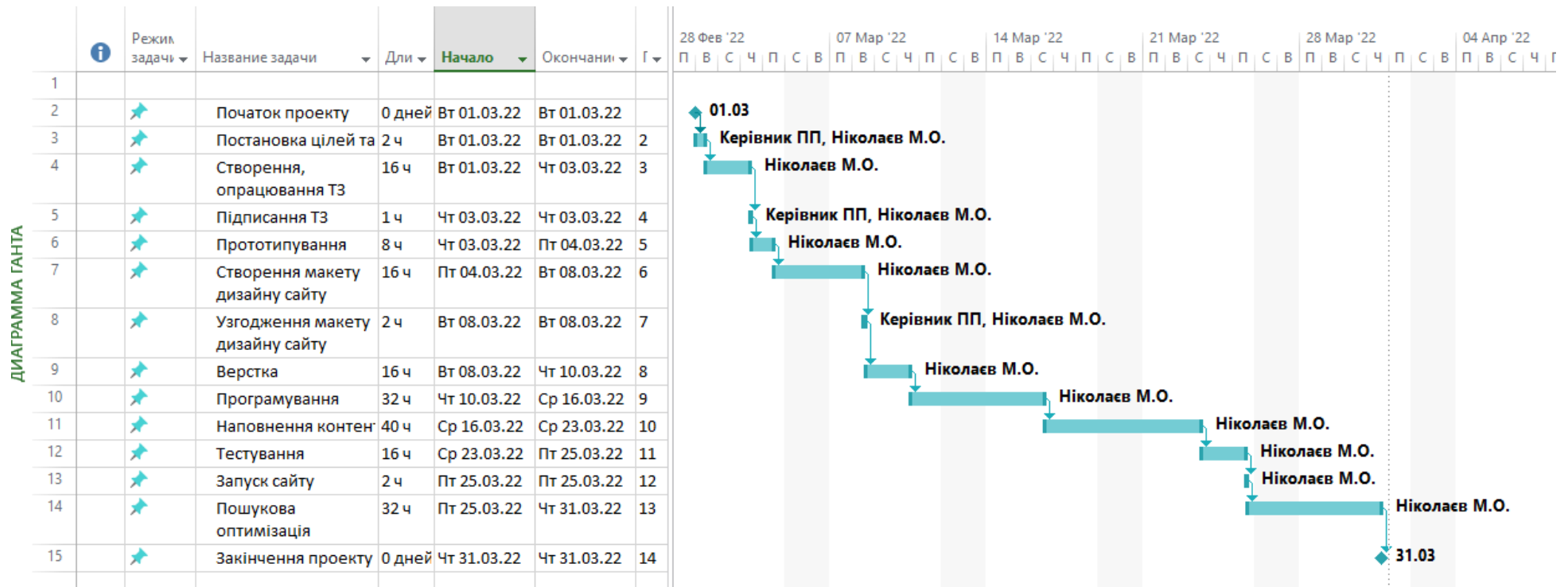


Рисунок 3.12 – Визначення часових меж по кожній роботі проекту з розробки сайту в MS Project (графік Ганта)

Джерело: власні розрахунки

Витрати визначаються з середнього розміру оплати роботи розробника сайту, яка складає 800 грн за годину роботи. Однак, враховуючи, що займатися розробкою сайту буде випускник буде врахована знижка у розмірі 50% на послуги розробника. Отже, загальні витрати складуть приблизно 73 200 грн.

Визначимо вигоди від проекту впровадження сайту. Власне дослідження сайтів різних невеликих та середніх будівельних компаній показали, що загалом відвідувачів впродовж року близько 91 843 осіб, припустимо, що клієнти є різні і передивляючись велику множину сайтів не завжди телефонують та звертаються до підприємства сайту. Тому, для зменшення ризиків приймемо, що лише 0,01% потенційних клієнтів стає справжніми клієнтами компанії, тобто 9 осіб. Середній розмір замовлення на окремі послуги (не комплексні послуги, а наприклад, потрібен екскаватор для риття, або потрібен автокран) клієнтам становить на рівні 5 000 грн, тоді за рік вигоди складуть 45 000 грн.

Проведемо обґрунтування проекту через оцінку чистої теперішньої вартості, дисконтованого терміну окупності та внутрішньої норми рентабельності проекту за формулами (3.1)-(3.3) [25-27].

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{D_t - B_t}{(1+i)^t}, \quad (3.1)$$

де  $D_t$  – вигоди проекту в період  $t$ ;

$B_t$  – витрати на проект у період  $t$ ;

$i$  – ставка дисконту;

$n$  – тривалість проекту.

$$IRR = A + \frac{a(B - A)}{(a - b)}, \quad (3.2)$$

де  $A$  – величина ставки дисконту, при якій NPV позитивна;

$B$  – величина ставки дисконту, при якій NPV негативна;

$a$  – величина позитивної NPV, при величині ставки дисконту  $A$ ;

$b$  – величина негативної NPV, при величині ставки дисконту  $B$ .

$$DPP = \sum_{t=1}^n \frac{D_t - B_t}{(1+i)^t} \geq I_0, \quad (3.3)$$

де  $I_0$  – початкові інвестиції в нульовий період.

Для розрахунку візьмемо ставку дисконтування на рівні 22% річних.

Розрахунок чистої теперішньої вартості наведемо в табл. 3.6.

Таблиця 3.6 - Визначення чистої теперішньої вартості проекту з маркетингово-логістичної підтримки у вигляді сайту компанії при ставці дисконтування 22%, грн.

№	Період, t	Вигоди, Dt	Витрати, Bt	Чисті вигоди, Dt - Bt	Показник дисконтування $1/(1+i)^t$	Дисконтовані чисті вигоди, $(D-B)/(1+i)^t$
1.	0	45000	73200	-28200	1,000	-28200,00
2.	1	45000	0	45000	0,820	36885,25
3.	NPV=					8685,25

Результати розрахунку в табл. 3.2 свідчать, що даний проект є таким, що окупається. Наступним кроком визначимо внутрішню норму рентабельності за формулою (3.2), яка показує ставку дисконтування, при якій цей проект виходить в нуль, тобто є таким, що самоокупається. Для його розрахунку треба визначити від'ємне значення чистої приведеної вартості, методом підбору в MS Excel, результати представимо в табл. 3.4. Від'ємне значення чистої теперішньої вартості може виникнути при ставці дисконтування у 75%.

Таким чином, внутрішня норма рентабельності проекту буде складати 63%, тобто можна використати більше значення ставки дисконтування для нашого проекту до рівня 63% і проект буде таким, що окупається (рис. 3.13).

Таблиця 3.7 – Визначення чистої теперішньої вартості проекту з маркетингово-логістичної підтримки у вигляді сайту компанії при ставці дисконтування 75%, грн.

№ з/п	Період, t	Вигоди, Dt	Витрати, Vt	Чисті вигоди, Dt - Vt	Показник дисконтування $1/(1+i)^t$	Дисконтовані чисті вигоди, $(D-V)/(1+i)^t$
1.	0	45000	73200	-28200	1,000	-28200,00
2.	1	45000		45000	0,571	25714,29
5.					NPV=	-2485,71

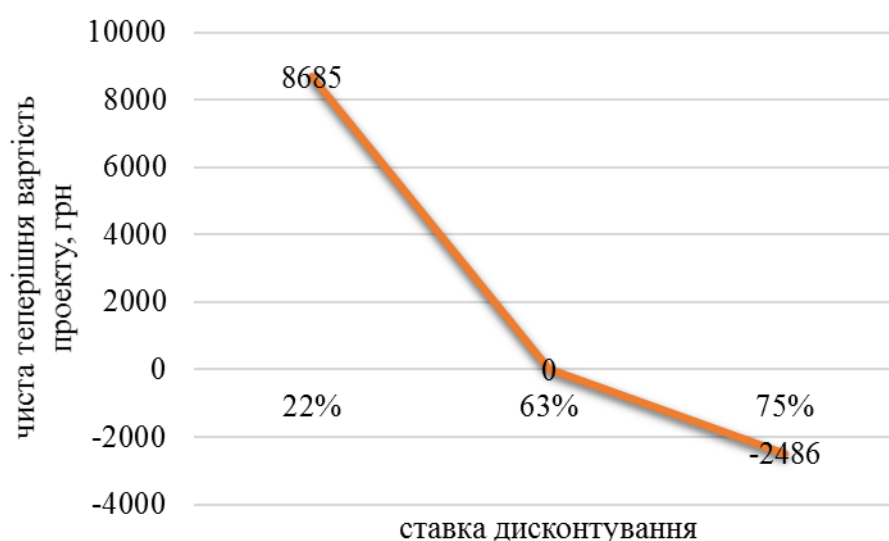


Рисунок 3.13 – Залежність розміру NPV від ставки дисконтування

Наступним кроком розрахуємо дисконтований термін окупності проекту за формулою (3.3), для спрощення скористуємося даними останнього стовпчика в табл. 3.6, сумуючи значення починаючи з першого таким чином поки не досягнемо першого позитивного значення, ще відбувається на другому році (8685,25 грн), отже нам необхідно 1 повний рік, а також треба визначити скільки місяців та днів. Для цього за третій рік береться сума зі зростаючим підсумком (-28 200 грн) за модулем та ділиться на чисті дисконтовані вигоди за другий рік після цього це значення множимо на

дванадцять місяців, отримуємо, що має пройти дев'ять місяців (9,174), відповідно далі залишок (0,174) множимо на 30 днів та отримуємо 5 днів.

Отже дисконтований термін окупності складе 1 рік 9 місяців та 5 днів.

### **3.4 Висновки до розділу 3**

Проектна частина дипломної роботи була присвячена питанням формування системи інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів підприємств будівельної галузі, в рамках якої було досліджено напрямки формування системи інформаційної логістичної підтримки. Було виявлено, що сьогоденні тенденції оптимізації бізнес-процесів за рахунок використання цифрових інноваційних набувають значного поширення. Результати досліджень консалтингової компанії McKinsey свідчать про визнану практичну ефективність використання штучного інтелекту в різноманітних сферах, особливо в обслуговуванні споживачів, управлінні ризиками та управлінні ланцюгами постачання. Більш того, сьогодні в рамках цифрової ери, так званої Індустрії 4.0 набирають обертів у світі концепція Будівництва 4.0, яка включає всю множину цифрових інформаційних технологій, таких як штучний інтелект, BIM-технологія, доповнена та віртуальна реальність, робототехніка, 3D та 4D-друк, а також використання дронів та цифрових двійників. Досліджуючи їх використання в будівництві та базуючись на знаннях використання цих технологій в логістиці, було автором розроблено механізм організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва за допомогою сучасних інноваційних технологій. Треба відмітити, що інтегровану логістичну підтримку бізнес-процесів будівництва можна досягти за рахунок поєднання сучасних рішень, що є в міжнародній та роздрібній логістиці, а також специфічних рішень будівельної галузі як BIM-технологія та цифрові двійники.

Для оптимізації бізнес-процесів будівництва ПП «Консоль» було запропоновано використовувати логістичну концепцію Lean-будівництво, що на даний час широко обговорюється. Її принципи дозволяють зменшити витрати за всіма характеристиками за рахунок створення цінності для клієнта при ощадливому плануванні потоків процесів. Крім того, особливістю Lean-будівництво є використання ретроспективи виконання процесів за технологією «п'ять чому», що доповнює ощадливе планування додатковими корисними знаннями про правильно зроблені рішення та висновки, що були зроблені після роботи над помилками.

Результати одного з наведеного проекту підтвердили зменшення грошових витрат за рахунок використання концепції Lean-будівництво в побудові процесів будівництва ПП «Консоль».

Наступним кроком стала розробка рішення щодо маркетингово-логістичної підтримки зв'язку ПП «Консоль» з потенційними клієнтами, тобто було запропоновано впровадити сайт підприємства. В зв'язку з цим було визначено графік робіт з часовими характеристиками та виконавцями етапів робіт, а також визначені витрати та орієнтовні вигоди від впровадження сайту, на основі якого було проведено розрахунок NPV (ставка дисконтування 22%), яка склала позитивне значення, отже цей проект рекомендується до впровадження як такий, що окупається.

## ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

Дипломна робота була виконана за темою «Інтегрована логістична підтримка діяльності будівельної компанії», яка носить актуальний характер, особливо під час економічних криз, коли підприємства мають знаходити резерви для зменшення витрат часу, грошей та одночасно надавати якісні послуги, так як сьогоднішній ринок надзвичайно конкурентний.

В теоретичній частині дипломної роботи були досліджені наукові публікації стосовно сучасної наукової думки щодо аспектів логістизації бізнес-процесів в будівельній галузі.

Було з'ясовано, що будівництво об'єктів охоплює мережу організацій, пов'язаних матеріальними та інформаційними потоками, а також з забезпеченням життєвого циклу проекту (від закупівлі будівельних матеріалів через будівництво до створення повноцінного будівельного об'єкту для кінцевого споживача та, нарешті, утилізації відходів будівництва) усі процеси та відносини, що стосуються вищезазначених потоків, утворюють логістичну систему. Будівельне підприємство, будучи учасником таких ланцюгів постачання від постачальників до клієнтів, має власну систему внутрішньої логістики також у вигляді ланцюгів постачання

Будівельні компанії-підрядники – це зазвичай лише окремі ланки логістичних ланцюгів, які забезпечують будівельний проект матеріалами, послугами з окремих процесів будівництва. На відміну від виробничих галузей, які отримують прибуток від довготривалого партнерства з постачальниками та клієнтами, логістичними ланцюгами в будівництві значно важче управляти та оптимізувати. Тому співпраця в рамках ланцюга постачання в будівельному проекті є короткостроковою. Учасники будівельного проекту (будівельники-підрядники, постачальники, роботодавець тощо) мають тенденцію конкурувати між собою, щоб отримати максимальну віддачу від проекту, адже для наступного будівельного проекту

вони збираються приєднатися до нових партнерів і сформувати нові ланцюги постачання.

Оскільки успіх проекту залежить від координації внутрішньої та зовнішньої логістики потрібні значні управлінські зусилля, щоб привести зусилля всіх учасників проекту у відповідність і досягти синергетичного ефекту.

Логістична система будівельного проекту суттєво впливає на час і вартість проекту. Однак, вибір логістичної системи залежить від економічних, фізичних та організаційних умов проекту, наприклад: обсяг робіт проекту, розташування та система доставки. Будь-які домовленості щодо системи реалізації проекту мають бути найбільш економічними для замовника проекту та дозволяють йому брати участь у будь-яких рішеннях, на які він хоче вплинути.

Інтегрована логістика для всього будівельного проекту означає можливість оптимізації ланцюгів поставок і координації постачання, що важливо для масштабних будівельних проектів, які залучають багато підрядників, які працюють у обмеженому просторі.

Логістизація будівництва полягає в раціоналізації і оптимізації економічних потоків, тобто взаємозв'язаних і взаємообумовлених процесів руху ресурсів учасників будівельного ринку для досягнення поставлених соціально-економічних цілей. Головна мета логістики в будівництві - організація у рамках єдиного потокового процесу переміщення матеріалів і інформації між усіма учасниками будівельного комплексу. Важливим для досягнення високих кінцевих результатів діяльності підприємства є успішна взаємодія логістичного управління з іншими видами функціонального управління, зокрема виробничого та фінансового. Ця взаємодія реалізується через виконання управлінських функцій та завдань, що вирішуються як в межах кожного з функціональних видів управління, так і в результаті координації управлінських рішень, що приймаються в логістичній системі підприємства.



Однією найбільш просунутою концепцією в будівництві вважається Lean-будівництво (бережливе будівництво). Бережливе будівництво змушує всі сторони мати чіткий набір цілей, орієнтирів і завдань для кінцевого процесу. Використовуючи філософію бережливого виробництва, вся ідея полягає в тому, щоб максимізувати продуктивність на кожному рівні для клієнта.

Серед інструментарію бережливого будівництва використовують Last Planner System, Integrated Project Delivery, Building Information Modeling, 5s та Kaizen.

Last Planner System використовує контроль будівництва необхідний для проектів, щоб підтримувати роботу відповідно до запланованих досягнень.

Integrated Project Delivery (IPD) – підхід, який інтегрує людей, системи, бізнес-структури та практики в процес, який спільно використовує таланти та знання всіх учасників для оптимізації результатів проекту, підвищення цінності для власника, зменшення відходів та максимізації ефективності на всіх етапах проектування, виготовлення та будівництва.

Building Information Modeling (BIM) це процес оптимізації проектування і будівництва. За допомогою BIM-технології створюється інформаційна модель, яка забезпечує точне бачення проекту в цілому.

5S складається з п'яти кроків: «Сортувати», «Упорядкувати», «Сяйво», «Стандартизувати» та «Підтримати», які можна реалізувати під час виконання будівельних процесів, доставці матеріалів та інструментарію або навіть в ящиках для інструментів на робочих місцях.

Основною метою Kaizen є уникнення відходів (MUDA) у будівельних процесах, як переробка, запити на інформацію, зміна замовлення, недостатні ресурси, неефективний потік роботи, робота навколо, багаторазова обробка матеріалу, надлишок матеріалу, очікування припасів, втрати безпеки, неправильна послідовність роботи, тощо.

Під час аналізу стану та перспектив розвитку логістичних бізнес-процесів підприємств галузі будівництва був проаналізований стан будівельного ринку

в Україні. пандемія не зупинила саме процес будівництва, так як перш за все весь процес будівництва відбувається на свіжому повітрі та, крім того, згідно до технологічних схем забезпечується збереження соціальної відстані між окремими будівельниками під час їх роботи. Більше пандемія, як і в інших галузях, торкнулася офісного персоналу, що задіяний в процесах планування, розробки та затвердження проектів з будівництва, однак за рахунок сучасних можливостей дистанційної роботи, ці бар'єри були зламані та проектні команди будівельних компаній успішно виконували роботу використовуючи сучасні можливості інформаційно-комунікаційних технологій. Треба також відмітити, що якщо порівнювати за видами будівництва, то темпи зростання в 2020 році спостерігалися лише за будівництвом інженерних споруд (транспортна інфраструктура, тощо), що пояснюється програмою держави «Велике будівництво».

Враховуючи значні вкладення держави у будівництво доріг та мостів, а також програми регіонального розвитку можна зробити висновок, що ринок будівельної галузі буде відновлюватися, а будівельні підприємства отримувати нові замовлення, що дозволять збільшити прибутки та вкладати їх в подальший розвиток підприємств з оновлення будівельної техніки та освоєння нових технологій, які допоможуть якісно удосконалити не лише будівельний процес та процеси проектування, а також його логістичне забезпечення за рахунок використання інформаційних технологій, що дозволяють планувати виконання робіт та забезпечення матеріальними ресурсами з меншими витратами.

Аналіз діяльності ПП «Консоль» про успішне ведення будівельного бізнесу, що доводиться фінансовими результатами у вигляді обсягів виконаних робіт за останні п'ять років, а також аналізом фінансових показників та їх позитивною динамікою. Загалом, компанія серед свої активів має склад та прискладську територію, офіс, гараж для транспорту, а також таку спецтехніку: як автокран 25 тон 29 метровий виліт стрели, автогідропідйомник 29 метрова, JCB екскаватор, JCB гідромолот, фронтальний навантажувач,

автосамосвал, автомобілі бортові, компресор електричний та компресор дизельний.

Аналіз логістичної підтримки будівельних процесів підприємства виявив такі «вузькі місця» як:

- неоптимальний вибір постачальників матеріалів, що реалізується в зростання витрат, а інколи й відсутність необхідних матеріалів для відвантаження;

- неоптимальне планування закупівель, що виливається в надлишки або нестачу матеріалів із-за чого зупиняється процес будівництва, отже з'являються простой;

- невідпрацьована маршрутизація бортових автомобілів в пікові періоди навантаження, що виливається в затримки з постачанням матеріалів.

Саме тому було запропоновано для ПП «Консоль» використання в своїй діяльності концепції Lean-Будівництво.

Під час підготовки проектного розділу дипломної роботи було проведене наукове дослідження щодо напрямків формування системи інформаційної логістичної підтримки, яке вилилося в побудову механізму функціонування системи інформаційної логістичної підтримки заснованої на цифрових інноваційних технологіях.

Спочатку було проаналізовано використання ШІ в бізнесі. Дослідження, що були проведені McKinsey показали, що його використання за більшістю сфер бізнесу дало шалену економію в 2020 році в порівнянні з 2019 роком компаніям, які застосовують штучний інтелект для аналізу великих обсягів даних. Ці результати свідчать й про необмежені можливості й в будівництві. Дослідження щодо сьогоdnішнього використання інноваційних технологій в будівництві показали, що провідними технологіями є BIM, ШІ, цифрові двійники, віртуальна та доповнена реальність, використання автономної спеціальної техніки, а також технологія «смарт-будинок» в розвинутих державах світу. Загалом, враховуючи розвиток індустріальних технологій,

сьогоднішня Індустрія 4.0 розуміє під собою повну цифровізацію та використання всіх сучасних інноваційних розробок інтегровано.

Грунтуючись на цьому, автором було запропоновано механізм організації інтегрованої логістичної підтримки бізнес-процесів будівництва, заснованого на сучасних інноваційних технологіях, розбитим за етапами будівництва. На першому етапі проектування витрат матеріалів, ресурсів та техніки важливо використовувати поєднання сучасних BIM-технології та штучного інтелекту з машинним навчанням. В принципі так як і під час виконання інших логістичних задач, як під час проектних робіт, так і під час процесу будівництва.

Віртуальна та доповнена реальність допоможе «побачити» на власні очі майбутнє розташування всіх матеріалів та ресурсів, а також техніки на об'єкті, так як в цьому може допомогти цифровий двійник з розширеною функцією відображення всіх процесів на будівельному об'єкті.

4D друк значно вплине на проектування та організацію ланцюгів постачання, адже за рахунок виготовлення меншого об'єму матеріалу, який потім зможе приймати потрібну форму, наприклад: «цеглин», можна зменшити витрати на доставку та управління запасами за рахунок менших площ для їх зберігання до початку використання під час будівництва. Як і у разі застосування 3D принтера, який може «друкувати» потрібний матеріал за принципом «точно вчасно» для подачі на будівельний процес.

Дрони вже сьогодні допомагають зафіксувати та передати фото та відео-матеріали стосовно будівельної ділянки, а відповідно вже на даний момент використовуються для створення зображення ділянки на якій буде відбуватися не лише виробництво, однак й розташування запасів будівельних матеріалів, при проектуванні яких необхідно враховувати можливості ділянки для визначення оптимальних обсягів запасів будівельних матеріалів для зберігання перед використанням в процесі будівництва. Крім того, вони вже використовуються під час відстеження точного переміщення будівельних матеріалів по будівельному майданчику, а в майбутньому, можливо й, для

самостійного переміщення матеріалів в межах будівельного майданчику та на об'єкті будівництва.

Робототехніка також надасть допомогу в переміщенні будівельних матеріалів на об'єкті будівництва, а також в майбутньому забезпечить і доставку матеріалів на об'єкт, адже вже сьогодні великі автопромислові групи випробовують свої нові автоматизовані вантажні автомобілі, отже це лише питання часу їх широке використання в бізнесі.

Наступним кроком стало обґрунтування використання концепції Lean-будівництва для забезпечення інтегрованої логістичної підтримки діяльності ПП «Консоль». Для цього був визначений цілісний підхід до виконання концепції бережливого виробництва на підприємстві, що включає для кожного нового будівельного проекту: визначення цінності з точки зору клієнта, визначення потоку цінностей, усунення відходів, створення потоку робочих процесів, pull-планування та складання розкладу, постійне удосконалення замкнуте у циклі. Апробація використання даної концепції була проведена під час переддипломної практики та показала зменшення витрат на проект на 5 000 грн за рахунок перепроєктування ланцюгів постачання, а також більш точного розрахунку потреб матеріалів для облаштування фундаменту. Крім того, до початку робіт була складена карта Lessons Learned, щоб за закінченням кожного тижня (їх було три згідно до плану-графіку виконання робіт) вносити ретроспективу виконання. Результати першого тижня виявили погане планування доставки необхідної спецтехніки на будівельний майданчик, що призвело до затримки виконання робіт по проекту, який потім довелося наздоганяти. За технологією «п'ять чому» були зроблені висновки про необхідність правильного ранжування задач, щоб подібне не повторювалося.

Наступною проектною пропозицією була пропозиція удосконалити маркетингово-логістичну підтримку потенційних замовників. Маркетингову – адже доносимо відомості про підприємство та його послуги, логістичну – так як в найкоротший шлях, через інтернет та здійснення пошукової оптимізації

сайту компанії. В зв'язку з цим було складено погодинний графік виконання робіт та визначені відповідальні виконавці, призначена дата початку проекту (01.03.2021) та за допомогою MS Project та складання графіку Ганта визначена кінцева дата проекту (31.03.2021). Були визначені витрати, а також орієнтовні вигоди від проекту. Результати розрахунку чистої теперішньої вартості склали 8685,25 при ставці дисконтування в 22%, а дисконтований термін окупності – 1 рік 9 місяців та 5 днів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бауэрсокс Д., Клосс Д. Логистика: интегрированная цепь поставок. [Текст] / Пер. с англ. М.: ЗАО «Олимп-Бизнес», 2001. 240 с.
2. Богінська Л. О. Логістичне забезпечення виробничої діяльності в будівництві [Електронний ресурс] / Л. О. Богінська // Modern engineering and innovative technologies : Approved by the Editorial Board for publication in the journal. - Germany, 2021. - Issue №15. – February. - С. 320-328. – Режим доступу: <http://repo.snau.edu.ua/handle/123456789/9020>.
3. Внутренние инженерные сети и коммуникации, монтаж внутренних инженерных сетей [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://promvest.info/ru/inzhenernye-seti-zhkh/vnutrennie-inzhenernyie-seti-i-kommunikatsii-montazh-vnutrennih-inzhenernyih-setey/>.(дата звернення 20.10.2021 р.)
4. Гойко А.Ф., Скакун В.А. Стратегічне управління логістичними бізнес-процесами будівельних підприємств: пріоритетні задачі та шляхи їх вирішення [Текст] // Науковотехнічний збірник. – 2008. – №87. – С.172–178.
5. Григорак М.Ю. Интеллектуализация рынка логистических услуг: концепция, методология, компетентность. [Текст]. – К.: Сік Груп Україна, 2017. – 513 с.
6. Григорак М.Ю., Карпунь О.В. Логістичне обслуговування. [Текст]. – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк, 2010. – 152 с.
7. Дорожній просвіт: за рахунок чого розвивалося будівництво у 2020 році. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gmk.center/ua/posts/dorozhniy-prosvit-za-rahunok-chogo-rozvivalosya-budivnictvo-u-2020-roci/> (дата звернення 10.10.2021 р.)
8. Жаворонков Е. П. Логистика в строительстве : учеб. пособ. [Текст]/ Е. П. Жаворонков. – 2-е изд. – Новосибирск : СГУПС, 2001. – 237 с.

9. Жаворонков Е.П. Эффективность логистики в строительстве [Текст]/ Е.П. Жаворонков. – М.: КИА-Центр, 2006. – 136 с.
10. Из чего лучше строить дом - выбираем материал для стен дома фундамента [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://srbu.ru/stroitelnye-materialy/178-iz-chego-luchshe-stroit-dom.html>. (дата звернення 20.10.2021 р.)
11. Інформаційне моделювання будівель (BIM) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://bit.ly/3GNKfVP>. . (дата звернення 30.11.2021 р.)
12. Кислий В.М., Біловодська О.А., Олефіренко О.М., Соляник О.М. Л 69 Логістика: Теорія та практика: Навч. посіб. – К: Центр учбової літератури, 2010. – 360 с.
13. Кобилецький В. Р., Фінансовий аналіз підприємства: розрахунки та висновки / В. Р. Кобилецький // Онлайн-журнал «Financial Analysis online» [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.finalon.com/>. (дата звернення 10.10.2021 р.)
14. Кулик В.А. Логістичний менеджмент [Текст]: навч. посіб. / В.А. Кулик, М.Ю. Григорак, Л.В. Костюченко. – К.: Логос, 2013. – 268 с.
15. Логистика: Учебник [Текст] / Под ред. проф. Б.А. Аникина. –М.: ИНФРА-М, 2000. – 352 с.
16. Логістика: навч. посіб. [Текст] / О.М. Тридід, Г.М. Азаренкова, С.В. Мішина, І.І. Борисенко. – К.: Знання, 2008. – 566 с.
17. Мазур И. И. Управление проектами : учеб. пособ. [Текст]/ И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. Г. Ольдерогге, А. В. Полковников ; под общ. ред. И. И. Мазура, В. Д. Шапиро. – 5-е изд., перераб. – М. : Омега-Л, 2009. – 960 с.
18. Неопубліковані дані фінансового господарського стану приватного підприємства за 2016 -2020 рр. [Текст]. – ПП «Консоль» – 2020. – 32 с.
19. Основные тенденции рынка строительной техники в Украине. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://bf-logistic.com.ua/a425405-osnovnye-tendentsii-rynka.html> (дата звернення 10.10.2021 р.)



20. Офіційний сайт Державної служби статистики України. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення 10.10.2021 р.)

21. Плетнева Н.Г. Развитие логистики в строительстве: особенности, перспективы, методы принятия решений [Электронный ресурс] / Н.Г. Плетнева, Н.В. Власова // Проблемы современной экономики. – 2009. – №2 (30). – Режим доступа: <http://www.m-economy.ru/art.php?nArtId=2662> (дата обращения: 03.11.2021).

22. Подвальна, Г., Бочко, О. Управління персоналом будівельних підприємств в умовах цифровізації: основні підходи та проблеми [Електронний ресурс] // Scientific Notes of Lviv University of Business and Law, 24, (2020). – С. 50-55. – Режим доступу: <https://nzlubp.org.ua/index.php/journal/article/view/238> (дата звернення: 29.11.2021).

23. Поповиченко, І. В. Логістика як засіб виживання будівельного підприємства в сучасних економічних умовах [Електронний ресурс] / І. В. Поповиченко // Економічний часопис-XXI. – 2011. – №3-4. – С. 55-57. – Режим доступу: <http://dspace.nbuv.gov.ua/bitstream/handle/123456789/47617/15-Porovichenko.pdf?sequence=1> (дата звернення: 01.11.2021).

24. Поповиченко, І. В. Підвищення ефективності діяльності будівельного підприємства на основі вдосконалення логістичного менеджменту [Текст]: монографія / І. В. Поповиченко. – Дніпропетровськ : ПДАБА, 2012. – 302 с.

25. Порядок розрахунку внутрішньої норми рентабельності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://helpiks.org/5-7693.html>. (дата звернення 30.11.2021 р.)

26. Порядок розрахунку дисконтованого періоду окупності [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://monetary-flow.com/yak-viznatchiti-okupnsty-ta-efektivnsty-nvestitsy>. . (дата звернення 30.11.2021 р.)

27. Порядок розрахунку чистої приведеної вартості [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://epi.cc.ua/chistaya-privedennaya-stoimost.html>. . (дата звернення 30.11.2021 р.)
28. Последовательность отделочных работ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.azbuka-stroy.ru/stroitelstvo-doma/information/techinfo/dizayn-i-vnutrennyaya-otdelka/posledovatelnost-otdelochnykh-rabot/>.(дата звернення 20.10.2021 р.)
29. Поточні та реалізовані проекти будівельних компаній [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://novostroyki.realt.ua/ua/developers/20> (дата звернення: 26.11.2020).
30. Прокладка инженерных сетей и коммуникаций: этапы, особенности [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://ufa-santehnik.ru/sovety/prokladka-inzheneryh-setej-i-kommunikatsij-etapy-osobennosti.html>. (дата звернення 20.10.2021 р.)
31. Пушкар Т. А., Дяченко К. С. особливості економічної безпеки підприємств будівельної галузі [Текст] // Проблеми і перспективи розвитку підприємництва. 2013. – № 2(5). – С. 134–139.
32. Радкевич, А. В. Методологічна та аналітична платформа будівельної логістики [Текст] / А. В. Радкевич, І. А. Арутюнян // Наукові основи розвитку будівельної галузі України : монографія / [В. А. Банах, І. Д. Павлов, А. В. Радкевич та ін.] ; за ред. І. А. Арутюнян. – Запоріжжя, 2017. – Розд. 2. – С. 61–130.
33. Рахматуллина, Е. С. BIM-моделирование как элемент современного строительства [Электронный ресурс] / Е. С. Рахматуллина // Российское предпринимательство. – 2017. – №19. – Режим доступу: <https://cyberleninka.ru/article/n/bim-modelirovanie-kak-element-sovremennogo-stroitelstva> (дата звернення: 30.09.2021).
34. Результати торгів за позицією щебін з природного каменю фр. 5-20. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://prozorro.gov.ua/tender/UA-2019-04-02-000837-b> (дата звернення: 26.11.2021).

35. Роз'яснення щодо порядку отримання містобудівних умов та обмежень забудови земельної ділянки [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [https://dabi.gov.ua/images/dzpr/2\\_otrymannya\\_mistobudivnyh\\_umov.pdf](https://dabi.gov.ua/images/dzpr/2_otrymannya_mistobudivnyh_umov.pdf) (дата звернення: 03.11.2021).

36. Розвиток будівельної галузі та детінізація ринку праці у будівництві [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.minregion.gov.ua/press/news/rozvitok-budivelnoyi-galuzi-ta-detinizatsiya-rinku-pratsi-u-budivnitstvi/> (дата звернення: 29.11.2021).

37. Роман, Д.А. Виртуальная реальность в строительстве [Електронний ресурс] / Д.А. Роман. – Режим доступу: <https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/62028/177-179.pdf?sequence=1> (дата звернення: 29.11.2021).

38. Савченко Л.В. Оптимизация решений в логистике: теория и практика. [Текст]. – Киев: РИО НТУ, 2007. – 248 с.

39. Смеричевская С. В., Смеричевский С.Ф. Стратегический маркетинг. [Текст]: Учебное пособие. – Донецк : ДонГУЕТ, 2005. – 204 с.

40. Смиричинський А., Жаворонков Е. П. Управління ланцюгами постачань: застосування інтегрованої логістики на будівельних підприємствах [Текст] / Будівельне виробництво. – 2017. - № 63/2. – 43-47.

41. Смиричинський, А. Логістичний менеджмент у будівництві: монографія [Текст] / А. Смиричинський, В. Смиричинський, В. Мартинюк. – Тернопіль : Збруч, 2006. – 262 с.

42. Стаханов В. Н. Логистика в строительстве : учеб. пособ. [Текст]/ В. Н. Стаханов, Е. К. Ивакин. – М. : Издательство Приор, 2001. – 176 с.

43. Строительство крыши дома своими руками: порядок работ [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://vseokrovle.com/krysha/81-stroitelstvo-kryshi-svoimi-rukami.html>. (дата звернення 20.10.2021 р.)

44. Судов, Е.В. Концепция развития CALS-технологий в промышленности России [Текст] / Е.В. Судов, А.И. Левин // НИЦ CALS-

технологий «Прикладная логистика». – М.: Министерство промышленности, науки и технологий РФ, 2002. – 131 с.

45. Талапов, В. Технология BIM: стандарты, классификаторы и уровни зрелости [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://sapr.ru/article/24774> (дата звернення: 29.11.2021).

46. Талапов, В.В. Технология BIM: суть и особенности внедрения информационного моделирования зданий [Текст] / В.В. Талапов. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 410 с.

47. Тарасюк Г. М. Управління проектами : навч. посіб. [Текст]/ Г. М. Тарасюк. – 3-є вид. – К. : Каравела, 2009. – 320 с.

48. Технология и организация строительных процессов [Текст] / Н.Л. Тарануха, Г.Н. Первушин, Е.Ю. Смышляева, П.Н. Папунидзе. – М.: Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2006. – 192 с.

49. Ткаченко І.С., Григорак М.Ю. Моделювання і управління системними ризиками в логістиці. [Текст]. 2005.

50. Торкатюк, В. І., Використання ЕОМ при вирішенні логістичних задач будівельного підприємства [Електронний ресурс] / В. І. Торкатюк, О. Ю. Покровська, К. Д. Горяїнова, С. В. Кравцова, І. О. Козинська, Н. О. Шевченко, Т. В. Мітіна,. – Режим доступа: <http://eprints.kname.edu.ua/29801/1/35.pdf>. (дата звернення: 29.11.2020).

51. Тюріна, Н. М. Логістика [Текст]: навч. посіб. / Н. М. Тюріна, І. В. Гой, І. В. Бабій. – К.: Центр учбової літератури, 2015. – 392 с.

52. Тяпухин, А. П. Логистика в 2 ч. Часть 1 [Текст]: учебник для академического бакалавриата / А. П. Тяпухин. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 386 с.

53. Український ринок будівництва і будівельних матеріалів. [Електронний ресурс] – Режим доступа: <https://sostav.ua/publication/ukra-nskij-rinok-bud-vnitstva-bud-velnikh-mater-al-v-89437.html> (дата звернення 10.10.2021 р.)

54. Управление запасами в цепях поставок в 2 ч. Часть 1 [Текст]: учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры / В. С. Лукинский [и др.]; под общ. ред. В. С. Лукинского. – М.: Издательство Юрайт, 2018. – 307 с.

55. Устройство цементно-песчаной стяжки [Электронный ресурс] – Режим доступа: [https://www.polimer-s-group.ru/ustrojstvo\\_cementnoj\\_styazhki](https://www.polimer-s-group.ru/ustrojstvo_cementnoj_styazhki). (дата звернення 20.10.2021 р.)

56. Фещенко, О.П. Розрахунок показників фінансового стану господарських товариств з урахуванням нових форм фінансової звітності [Текст] / О.П. Фещенко // БізнесІнформ. – К., 2015. – Вип. 2. – С. 229-236.

57. Черных Е. А. Оперативное планирование и качество строительства: отечественный и зарубежный опыт [Текст] / Е. А. Черных // Менеджмент качества. 2009. № 04 (08). – С. 270–287.

58. Черных Е. А. Организация строительного производства: бережливый подход [Текст] / Е. А. Черных // Менеджмент качества. 2010. № 01 (09). – С. 44 – 55.

59. Черчата А. О. Логістизація бізнес-процесів на будівельних підприємствах в умовах процесного підходу [Текст] // Економічний простір. – 2014. – №. 92. – С. 249-258.

60. Шемена В.В. Логістична складова ВІМ технологій для будівельної сфери [Текст] / В.В. Шемена // Проблеми підготовки професійних кадрів з логістики в умовах глобального конкурентного середовища: XVII МНПК 23-24 жовтня 2020 р. Збірник доповідей / Відп. ред. М.Ю. Григорак, Л.В. Савченко. - К.: НАУ, 2020. – С. 419-421.

61. Этапы работ при постройке фундамента [Электронный ресурс] – Режим доступа: <http://www.acsbud.ua/house/fundament/etapy-rabot> (дата звернення 20.10.2021 р.)

62. Этапы работы по озеленению территории. Этапы благоустройства территории частного дома. Озеленение дачного участка и объектов промышленного назначения [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://m->

eng.ru/plumbing/etapy-raboty-po-ozeleneniyu-territorii-etapy-blagoustroistva.html.  
(дата звернення 20.10.2021 р.)

63. Этапы строительства многоквартирных жилых домов дома [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://sksinmar.ru/blog/etapy-stroitelstva-mnogokvartirnyh-zhilyh-domov>. (дата звернення 20.10.2021 р.)

64. Этапы строительства частного дома [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://innstroy.ru/enciklopedija-stroitelstva/etapy-stroitelstva-chastnogo-doma>. (дата звернення 20.10.2021 р.)

65. An Introduction to Lean Construction [Electronic resource] – Access mode: [https://www.buildingsguide.com/blog/introduction-lean-construction/..](https://www.buildingsguide.com/blog/introduction-lean-construction/)  
(дата звернення 30.11.2021 р.)

66. Artificial intelligence: Construction technology's next frontier [Electronic resource] – Access mode: <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/artificial-intelligence-construction-technologys-next-frontier>. (дата звернення 25.11.2021 р.)

67. Bharadwaj, R. AI Applications in Construction and Building –Current Use-Cases [Electronic resource] – 2018. – Access mode: 12/12/2018.<https://emerj.com/aisector-overviews/ai-applications-construction-building/>.(дата звернення 10.11.2021 р.)

68. Bharadwaj, R., Artificial Intelligence Applications in Additive Manufacturing (3D Printing) [Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://emerj.com/ai-sectoroverviews/artificial-intelligence-applications-additive-manufacturing-3d-printing/>.(дата звернення 10.11.2021 р.)

69. Buszko A. Modele współpracy przedsiębiorstw logistycznych [Text] // Gospodarka materiałowa i Logistyka. – 2003. – 8. – P. 15-20.

70. Buszko A. Zmiany w logistyce dostaw materiałów dla wykonawczych firm budowlanych w latach 1992-2002 [Text] // Gospodarka Materiałowa i Logistyka. – 2003. – 4. – P. 2-7.

71. Digitalisation, Construction 4.0 and BIM [Electronic resource] – Access mode: <https://www.fiec.eu/priorities/digitalisation-construction-40-and-bim/>(дата звернення 20.11.2021 р.)

72. Drones in Construction Planning, Performance and Contract Close-Out [Electronic resource] – Access mode: <https://dronebelow.com/2018/12/20/drones-in-construction-planning-performance-and-contract-close-out/>.(дата звернення 25.11.2021 р.)

73. Drones in Construction: Current and Future Uses [Electronic resource] – Access mode: <https://www.levelset.com/news/drones-in-construction-current-and-future-uses/>.(дата звернення 25.11.2021 р.)

74. El Jazzar M. et al. Construction 4.0: A Roadmap to Shaping the Future of Construction [Electronic resource] //ISARC. Proceedings of the International Symposium on Automation and Robotics in Construction. – IAARC Publications, 2020. – Т. 37. – С. 1314-1321. – Access mode: [http://www.iaarc.org/publications/fulltext/ISARC\\_2020\\_Paper\\_292.pdf](http://www.iaarc.org/publications/fulltext/ISARC_2020_Paper_292.pdf). (дата звернення 20.11.2021 р.)

75. Four Ways to Use Virtual Reality in Construction Industry [Electronic resource] – Access mode: <https://jasoren.com/virtual-reality-in-construction/> (дата звернення 20.11.2021 р.)

76. Ghinn, C. The rise of Artificial Intelligence in the construction sector. [Electronic resource] – 2017. – Access mode: <https://www.ukconstructionmedia.co.uk/features/riseartificial-intelligence-construction-sector/>.(дата звернення 10.11.2021 р.)

77. How Augmented Reality Is Transforming the Construction Industry Guide [Electronic resource] – Access mode: <https://arpost.co/2019/05/08/how-augmented-reality-is-transforming-the-construction-industry/>.(дата звернення 20.11.2021 р.)

78. How to Use 5S on Construction Sites [Electronic resource] – Access mode: <https://thenewjobsite.com/how-to-use-5s-on-construction-sites/>.. (дата звернення 30.11.2021 р.)

79. How to Use AR in Construction and Architecture: In-Depth Guide [Electronic resource] – Access mode: <https://gbksoft.com/blog/how-to-use-ar-in-construction-in-depth-guide/>. (дата звернення 20.11.2021 р.)
80. Integrated Project Delivery [Electronic resource] – Access mode: <https://leanipd.com/integrated-project-delivery/>. (дата звернення 30.11.2021 р.)
81. Koskela L. Application of the new production philosophy to construction [Text]. – 1992. – volume 72. – Stanford university, Stanford. – 259 p.
82. Lean Kaizen in Construction [Electronic resource] – Access mode: <https://www.ribcon.com/business-sectors/lean-kaizen-in-construction/>. (дата звернення 30.11.2021 р.)
83. Liu B. Construction robotics technologies 2030 [Electronic resource] – 2017. – 150 p. – Access mode: <https://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Afcac6fb-112c-453f-9903-8ec53274153f>. (дата звернення 20.11.2021 р.)
84. Marchuk, Volodymir Integrated logistics support for the life cycle of building objects [Electronic resource] / Volodymir Marchuk, Henryk Dźwigoł // Intellectualization of logistics and Supply Chain Management. – 2020. – #1. – P. 17-25 [Access mode]: <https://doi.org/10.46783/smart-scm/2020-1> (Access date: 30.09.2021).
85. Nassereddine H., El Jazzar M. and Piskernik M. Transforming the AEC industry: a model-centric approach. in Creative Construction [Text] // e-Conference, 2020. – Budapest –P. 13–18. (дата звернення 20.11.2021 р.)
86. Patil A. G. Applications of Artificial Intelligence in construction management [Electronic resource] //International Journal of Research in Engineering. – 2019. – Т. 32. – №. 03. – С. 21-28. – Access mode: [http://indusedu.org/pdfs/IJREISS/IJREISS\\_2876\\_17490.pdf](http://indusedu.org/pdfs/IJREISS/IJREISS_2876_17490.pdf). (дата звернення 10.11.2021 р.)
87. Rastogi D. S. Construction 4.0: The 4th Generation Revolution [Text] // The Indian Lean Construction Conference 2017 – 2017. – p. 12.
88. Rouhana C., Aoun M., Faek F., EL Jazzar M. and Hamzeh F. The Reduction of Construction Duration by Implementing Contour Crafting (3D



Printing) Industry [Electronic resource] – Access mode: [https://www.researchgate.net/publication/265125098\\_The\\_Reduction\\_of\\_Construction\\_Duration\\_by\\_Implementing\\_Contour\\_Crafting\\_3D\\_Printing](https://www.researchgate.net/publication/265125098_The_Reduction_of_Construction_Duration_by_Implementing_Contour_Crafting_3D_Printing). (дата звернення 25.11.2021 р.)

89. Serra S.M.B., Oliveira O.J. Development of the logistics plan in building construction. System-based Vision for Strategic and Creative Design, [Text] // Bontempi (ed.), Lisse, Swets&Zeitlinger, 2003. – P. 75-80.

90. Seven Ways to Benefit from VR in Construction [Electronic resource] – Access mode: <https://program-ace.com/blog/vr-in-construction/>. (дата звернення 20.11.2021 р.)

91. Six Principles of Lean Construction [Electronic resource] – Access mode: <https://blog.kainexus.com/improvement-disciplines/lean/lean-construction/6-principles-of-lean-construction>. (дата звернення 25.11.2021 р.)

92. Sobotka A., Czarnigowska A., Stefaniak K. Logistics of construction projects [Text] // Foundations of civil and environmental engineering. – 2005. – Т. 6. – С. 203-216.

93. Stevans G.C. Integrating the supply chain [Text] // International Journal of Physical Distribution and Materials Management. – 1989. – 8. – P. 3-8.

94. Stevans G.C.: Integrating the supply chain [Text] // International Journal of Physical Distribution and Materials Management. 1989. – 19 (8). – P. 3-8.

95. Tenah K.A. Existing and emerging delivery systems for construction projects [Text] // System-based Vision for Strategic and Creative Design, Bontempi (ed.), Lisse, Swets&Zeitlinger 2003. – P. 151-156.

96. The state of AI in 2021 [Electronic resource] – Access mode: <https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-analytics/our-insights/global-survey-the-state-of-ai-in-2021?cid=other-eml-dre-mip-mck&hlkid=f7cc5bd2a50248c8b173947b5074922b&hctky=12567101&hdpid=dd960b72-2b64-43cb-95a3-00771c3fbfc3/> (дата звернення 10.11.2021 р.)

97. Top 7 ways 3D Printing will change construction [Electronic resource] – Access mode: <https://constructionreviewonline.com/features/top-7-ways-3d-printing-will-change-construction/>.(дата звернення 25.11.2021 р.)

98. What is BIM (Building Information Modeling) [Electronic resource] – Access mode: <https://constructible.trimble.com/construction-industry/what-is-bim-building-information-modeling>. (дата звернення 20.11.2021 р.)

99. Will VR revolutionise the construction industry? [Electronic resource] – Access mode: <https://www.procore.com/jobsite/will-vr-revolutionise-the-construction-industry/>(дата звернення 20.11.2021 р.)

100. Woyke, E. AI could help the construction industry work faster—and keep its workforce accident-free [Electronic resource] – 2018. – Access mode: <https://www.technologyreview.com/s/611141/ai-could-help-the-construction-industry-work-faster-and-keep-its-workforce-accident-free/>.(дата звернення 10.11.2021 р.)

101. 3D printing in construction [Electronic resource] – Access mode: [https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D\\_printing\\_in\\_construction](https://www.designingbuildings.co.uk/wiki/3D_printing_in_construction). (дата звернення 25.11.2021 р.)