

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»
Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій
Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

Кваліфікаційна робота
допущена до захисту
Гарант освітньої програми
Смирнова І.І.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня магістра

за освітньо-професійною програмою
«Бізнес-процеси та операційна ефективність»
спеціальності 051 «Економіка»

на тему: **«Оцінка ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету»**

Керівник роботи

Жерліцин Дмитро

Консультант від
бази практики

Коробкін Антон

*Кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень.
Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають
посилання на відповідне джерело*

Здобувач

Усатий Дмитро

Підсумкова оцінка за атестацію			
--------------------------------	--	--	--

Голова ЕК

Шаульська Л.В.

Запоріжжя, 2024

ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА»

Факультет автоматизації виробництва та цифрових технологій

Кафедра цифрових технологій та проектно-аналітичних рішень

Ступінь вищої освіти магістр

Спеціальність 051 Економіка

ОПП Бізнес-процеси та операційна ефективність

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант ОПП

Ірина Смирнова

«24» листопада 2023 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА**

Усатому Дмитру Олексійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові здобувача)

1. Тема роботи Оцінка ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету

керівник роботи Жерліцин Дмитро Михайлович, професор, д.е.н.

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом Університету від 29.08.2023 р. №137.1/29.08.2023

2. Термін подання роботи 12.01.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Навчальна література, державні стандарти з автоматизації, методична література з спеціальних дисциплін, науково-дослідницькі роботи з логістики та управління на транспорті, літературні джерела, технологічні інструкції, дані підприємств ТОВ «СІЧ СТАЛЬ» та ТОВ «АГМК»

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань) Анотація. Зміст. Вступ. 1. Теоретичні основи оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету. 2. Моделі та методи

Оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету. 3. Апробація моделей та методів оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету. Висновки. Перелік використаних джерел.

5. Перелік графічного (демонстраційного) матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Діаграми в програмному продукті RAMUS типу IDEF 0 з декомпозицією до другого рівня. Графіки та таблиці щодо оцінки вартості проєктів будівництва. Розрахунки ефективності та результативності моделей (графіки та таблиці).

6. Консультанти по роботі, із зазначенням розділів роботи, що стосуються їх.

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта

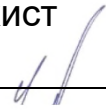
7. Дата видачі завдання 24.11.2023

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи
1	Розділ 1. Теоретичні основи оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	25.12.2023 – 28.12.2023
2	Розділ 2. Моделі та методи оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	28.12.2023 – 02.01.2024
3	Розділ 3. Апробація моделей та методів оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	03.01.2024 – 07.01.2024
4	Висновки, перелік посилань, вступ, зміст, реферат	07.01.2024 –

		10.01.2024
5	Подання завершеної роботи. Перевірка на академічний плагіат	10.01.2024 – 12.01.2024
6	Остаточне оформлення роботи, презентаційного матеріалу, автореферату	12.01.2024 – 16.01.2024
7	Рецензування завершеної роботи. Захист	16.01.2024 – 24.01.2024

Здобувач



Дмитро Усатий

Керівник роботи

Дмитро Жерліцин

АНОТАЦІЯ

Усатий Дмитро Олексійович. Економічне обґрунтування заходів щодо забезпечення операційної ефективності оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету - Кваліфікаційна праця на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня магістра за спеціальністю 051 Економіка. ОПП «Бізнес-процеси та операційна ефективність» – ТОВ «ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «МЕТІНВЕСТ ПОЛІТЕХНІКА», Запоріжжя, 2024

Як показує практика реалізації проектів, рішення що прийняті на ранніх стадіях проекту мають значуще значення для проекту під час завершення. Визначення бюджету проекту на ранніх стадіях є найважливішою частиною з розробленої документації, саме спираючись на бюджет та його точність. Рішення щодо фізичної реалізації проекту приймаються з огляду на вартість ще до початку точного проектування та вивчення всіх його частин. Існуючі методи, що достатньо широко використовуються для визначення вартості на ранніх фазах в компанії Метінвест чи інших, мають великі похибки які в свою чергу напяму залежать від спеціаліста що саме ці методи використовує. Для вирішення проблеми залежності між ризиком, точністю метода та кваліфікацією було побудовано модель множинного регресійного аналізу та обрано найбільш значущі показники будов для визначення вартості. Також було визначено модель архіву та відділу який має займатися визначенням вартості будівель та споруд. У сукупності весь процес дозволяє передбачити вартість будівельної частини проекту з точністю 80%, а за умов наповнення бази даних достатньою кількістю спостережень гранична точність моделі знаходиться у межах 90% точності. Запропонована

модель може генерувати результати ймовірного прогнозування, що враховують невизначеність інформації, доступної на ранніх стадіях проекту.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: РАННІ ФАЗИ ПРОЄКТУ, РЕГРЕСІЙНИЙ АНАЛІЗ, ВАРТІСТЬ БУДІВЕЛЬНОЇ ЧАСТИНИ ПРОЄКТУ, ШТУЧНІ НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ

ЗМІСТ

Вступ	8
1 Теоретичні основи оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	12
1.1 Огляд існуючого методологічного підходу щодо оцінки ефективності проєкту будівництва.....	12
1.2 Сучасні підходи до реалізації моделей та методів оцінки ефективності проєкту будівництва.....	18
Висновки за розділом 1	22
2 Моделі та методи Оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	24
2.1 Коротка характеристика підприємства як об'єкту реалізації моделей та методів.....	24
2.2 Моделювання бізнес-процесу підготовки проєкту будівництва.....	27
2.3 Організаційні засади управління бізнес-процесом розробки проєкту будівництва	33
2.4 Модель «Як повинно Бути» для бізнес-процесу розробки проєктів будівництва	37
Висновки за розділом 2	43
3 Апробація моделей та методів оцінки ефективності проєкту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету	46
3.1 Апробація методів оцінки ефективності проєкту будівництва на основі показників цін.....	46
3.2 Апробація методів оцінки ефективності проєкту будівництва на основі його характеристик.....	52
3.3 Апробація моделей оцінки ефективності проєктів на моделювання його характеристик та показників бюджету	57
3.4 Економічна доцільність використання моделей.....	76
Висновки за розділом 3	80
Висновки	82
Перелік використаних джерел	84
ДОДАТОК 1 – Контекстна діаграма в нотації BPMN «ЯК Є» для підприємств МСС та АГМК	89

ДОДАТОК 2 – Контекстна діаграма в нотації BPMN «ЯК БУДЕ» для підприємств МСС та АГМК.....	95
ДОДАТОК 3 – Попередня структура аналітичного відділу.....	99
ДОДАТОК 4 – Контекстна діаграма в нотації BPMN «ЯК БУДЕ» для процесу «Актуалізація цін АВ»	100
ДОДАТОК 5 – Картка проєкту по впровадженню аналітичної моделі.....	101
ДОДАТОК 6 – Команда проєкту по впровадженню аналітичної моделі.....	103

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Вивчення та накопичення знань є основою розвитку у будь якому процесі. Вивченні знання стають надбанням компанії і при правильному використанні можуть бути одним з найдорожчих активів. Наприклад компанія DuPont de Nemours, McKinsey & Company, Hatch. Це мастодонти бізнесу та консалтингу, але як і багато інших ці компанії проходили майже стандартний шлях від зародження до стабільності [1].

При реалізації портфелю проєктів вивчення та накопичення знань є ключовим процесом. Це єдиний спосіб підвищувати якість проєкту та економити бюджет проєкту. Оцінка проєкту, точність бюджету, витрати часу команди на його формування, витрати часу на перевірки – це процеси на яких можна економити. Наприклад бюджет будівельної частини проєкту це в середньому за різними галузями виробництва майже 40% бюджету проєкту. Оцінка вартості такої частини неймовірно складний та тривалий процес.

Таким чином, результатом проєкту повинна стати така «розумна» модель, що за декільком параметрам буде визначати вартість цеху, допоміжних систем обладнання та інше.

В результаті вивчення досвіду розробки моделей передбачення вартості будівель та споруд, досліджень в сфері будівництва цін на нерухомість, земельні ділянки, вивчення впливу інтер'єрних рішень на вартість житла [11-27] визначено, що більшість розробників використовує схожі похідні параметри для створення моделі лінійної регресії чи інших методів. Серед більших це геометричні показники, площа підлог, тип фундаментів, тип каркасів. У моделях поєднано категорійні та числові показники. Усі перелічені показники є вагомими при розрахунках як на

міцність і стійкість за ДБН В.1.2-14:2018 [2], так й при формуванні моделі лінійної регресії.

Однак проблематика такого підходу залишається незмінною – похідний набір даних. Так наприклад середня кількість змінних у моделі є у проміжку 20-25 чинників. Для кожної змінної необхідно не менше 30 спостережень. Таким чином потрібна вибірка близько з 400-500 будівель одного призначення.

Інша проблема яка є загальною – визначення змін складових вартості будови чи споруди. Вартість будівлі визначається за: ринкова вартість на роботи; ринкова вартість на матеріали; маржа виконавців; ризику виконавців; відсоток скидки; курс валют

Остання вагома на проблема це унікальність будов та споруд у різних сферах будівництва. Поділення за «чинником Ланга», «методом Ханда», ААСЕ [3] на тип обладнання, за галузями – це все спроби поділити унікальні об'єкти на групи за якими можливо виконувати передбачення.

Таким чином вихідну вибірку даних потрібно утворювати тільки в межах одного типу підприємства однієї галузі, за можливості в одному регіоні.

Постановка проблеми. Схожі дослідження виконувались для вирішення багатьох проблем – визначення вартості житла, передбачення вартості житла у короткостроковій та довгостроковій перспективі й інше. Але проблематика схожа у всіх дослідженнях – це відсутність достатньої кількості досліджень та унікальність проєктів.

Проблему з достатньою кількістю спостережень можливо вирішити через тривале накопичення, закупівлю даних у сторонніх організацій або адаптацію проєктів минулих років. Хоча останній метод й найпростіший є декілька проблем з оновленням вартості будівель.

Унікальність проєктів – це проблема вирішення якої знайдено не було[28]. Так наприклад у нормативній базі ААСЕ це частково вирішено через розподілення об'єктів за сферою використання. Так наприклад існує

різні підходи для оцінки вартості будівель для гірничозбагачувальної галузі, хімічної чи металообробної.

Мета дослідження - виявлення можливостей економії коштів проекту будівництва на основі підвищення ефективності оцінки та прогнозування його характеристик та показників бюджету на ранніх фазах проектування.

Завдання дослідження:

- провести огляд методологічного підходу та кращих практик управління проектами будівництва та оцінки його ефективності;
- побудувати модель в нотації BPMN для визначення вузьких місць та встановлення можливостей покращення поточного стану бізнес-процесу розробки проекту будівництва;
- сформулювати вдосконалену модель бізнес-процесу визначення показників проекту будівництва на ранніх фазах формування його бюджету;
- розробити та апробувати комплекс моделей оцінки вартості проекту будівництва на основі його характеристик та показників бюджету
- визначити економічний ефект від впровадження розроблених методів визначення бюджетів у структуру підприємств

Об'єкт дослідження: бізнес-процес оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету.

Предмет дослідження: механізми, моделі та методи бізнес-процес оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету.

Методи дослідження. Для виконання досліджень було обрано математичний, економічний та організаційно економічний. Математичний метод було використано для створення регресійної моделі передбачення вартості. Метод економічного аналізу було використано для визначення вартості та вирішення проблем з оновленням вартостей будівель та

процесів що складають її. Організаційний метод дозволив виконати оцінку коректності побудови бізнес процесів та засоби з їх удосконалення

Апробація результатів здійснена на базі підприємств ТОВ «СІЧ СТАЛЬ» та ТОВ «АГМК»

Результати та обґрунтування їх новизни / інноваційності.
Новизна отриманих результатів полягає у розробці пропозиції щодо вдосконалення бізнес-процесу оцінки ефективності проекту будівництва на основі взаємозв'язку його характеристик та показників бюджету для підвищення операційної ефективності підприємства.

Основні напрями, які відображають новизну дослідження, полягають у наступному:

дістало подальшого розвитку:

- модель бізнес-процесу розробки проекту будівництва, що розроблена на основі аналізу існуючих бізнес процесів в нотації BPMN, та дозволяє визначити вузькі місця та становити можливості покращення поточного стану системи управління;
- методика оцінки вартості проекту будівництва на основі його характеристик та показників бюджету, що заснована на застосування комплексу моделей регресійного аналізу та штучних нейронних мереж, та дозволяє досягти мінімальної помилки прогнозних оцінок та зменшення витрат на прогнозування.

Структура та обсяг роботи. Робота складається зі вступу, трьох розділів основної частини, висновків, списку використаної літератури та включає в себе 66 сторінок основного тексту, 16 таблиць, 49 рисунків, 6 додатків, 28 літературних джерел.

1 ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НА ОСНОВІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ БЮДЖЕТУ

1.1 Огляд існуючого методологічного підходу щодо оцінки ефективності проєкту будівництва

За твердженням Іцхака Адізеса кожна компанія проходить 9 кроків розвитку від «зародження» до «смерті» (рис. 1.1).

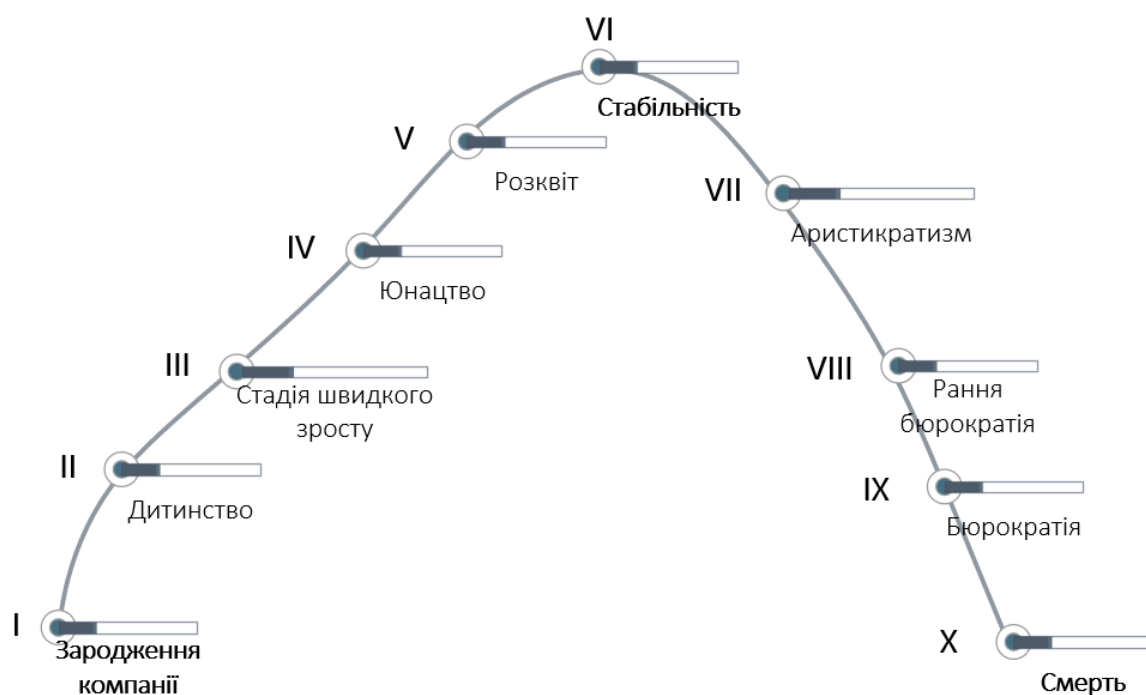


Рисунок 1.1 - Теорія життєвих циклів організації І. Адізеса

Накопичення знань та досвіду відбувається на всіх етапах до «Стабільності». Компанія постійно зростає – додається персонал, офіси філіали та інше. Без налаштованої системи управління досвідом та вже набутими знаннями є вірогідність що на кожному окремому етапі кожна команда чи регіональний офіс чи відділення будуть припускатися однакових помилок та вчитися на них. Це очевидно призведе до

уповільнення зросту, вимагатиме більше часу на навчання нових співробітників.

Існує багато сучасних методик вивчення та накопичення знань – робота над помилками, ризик менеджмент та інше. Вони доступні в мережі інтернет, є багато семінарів, є лекції, книги. Але всі ці методики здебільшого по управлінню запасами, виробництвом, попитом. Методики ж з накопичення технічних знань та досвіду вважаються промисловою таємницею та не розповсюджуються. Так наприклад одна з найбільших інжинірингових компаній John Wood Group при розробці проєктів базового чи детального інжинірингу надасть замовнику найкращі технічні рішення базуючись на величезному світовому досвіді, але ніколи не розкриє таємницю розрахунків та оцінки будівельної придатності тих чи інших рішень. Це прямо впливає на вартість послуг. Наприклад якщо порівняти вартість пакету робіт проєктного інституту який базується на розрахунках та методиках оцінки що базуються на нормативних документах держави в якій виконується проєкт то вартість проєктних розробок Wood є в майже 90 разів більша на ринку України та в 10-15 разів на світовому ринку. Якщо говорити про DuPont то вартість послуг ще вище. Таким чином існує прямий зв'язок між досвідом та вартістю послуг.

При сучасних технологіях чи програмних комплексах можна віднайти залежність майже будь якого рівня складності. Накопичення знань дуже тривалий та складний процес і тому його потрібно починати розуміючи фінальний вигляд архіву, аналітичної моделі та інше. Для аналітики вартості промислових будівель необхідно створити форму архіву яка задовільнить вимоги програм у яких буде побудовано модель. Необхідно створити статuti, посадові інструкції для фахівців, відділ, систему комунікації.

Підхід який пропонується реалізувати¹ спрощено виглядає як показано на рис. 1.2.

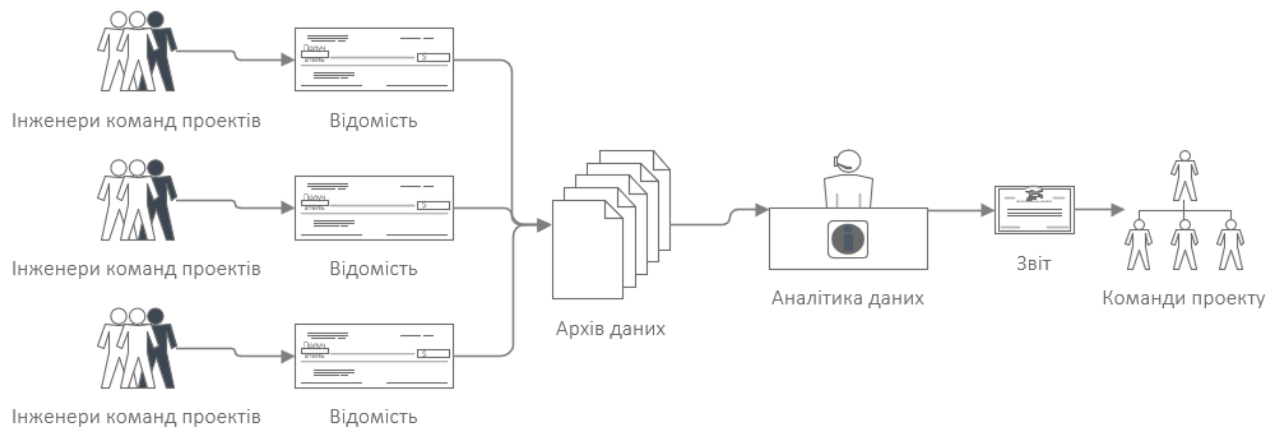


Рисунок 1.2 - Концепція процесу з вивчення та накопичення знань²

Сьогодні існують та активно використовуються у практиці реалізації проєктів декілька методів з визначення вартості проєктів за умов дефіциту інформації на ранніх фазах.

Найпоширеніші з них:

- Метод бенчмарків
- Метод формули Ланга
- Оцінка в % відношенні до вартості інших розділів проєкту.
- Оцінка обсягів робіт експертним методом із застосуванням укрупнених питомих розцінок
- Оцінка за аналогами
- Оцінка прямим методом (використовується за наявності достатньої зрілості документації проєкту)

Загалом всі методи що наведені вище досить давно впроваджені і є дещо застарілими. Так наприклад «фактор» Ланга був розроблений в 1947

¹ Усі дані, що використано в роботі, в тому числі економічні та технологічні дані було змінено на аналогічні за для зберігання комерційної та виробничої таємниці

² Схема що наведена є власною розробкою автора

році, тобто методу вже більш ніж 70 років. Підбір аналогів за допомогою праці спеціалістів виконуються й сьогодні.

Нижче кожен з методів описано більш детально.

1. Метод бенчмарків. Суть методу полягає у порівнянні подібних проєктів, реалізованих у світі.

Для застосування методу необхідно знати склад проєкту, ключові технологічні параметри, рік реалізації та вартість. На підставі складу проєкту – бенчмарку та його технологічних параметрів експертним методом формується коефіцієнт подібності для проєкту, що оцінюється. До вартості проєкту – бенчмарку застосовується виведений коефіцієнт подібності та індекси приведення вартості до теперішнього часу [4].

Відображення результатів оцінки здійснюється у вигляді таблиці, в якій зводяться всі відомі подібні проєкти із зазначенням ключових параметрів. Це дозволяє показати як саму величину оцінки, а й ступінь можливих відхилень.

2. Метод фактору Ланга - спрощений метод для отримання швидкої оцінки загальної вартості проєкту та є розрахунковим відношенням загальної вартості проєкту до вартості основного технологічного обладнання (ОТО), яке може бути використане при оцінці бюджету проєкту [4].

Бюджет проєкту (C_f) = $f_L \times C_e$,

де:

C_f – бюджет проєкту;

f_L – «фактор Ланга»;

C_e – вартість основного обладнання.

Розмір застосовуваного чинника при верхньорівневої оцінки бюджету становить – 3,1 [4].

Ця теорія загалом підтверджується з прикладу фактично реалізованих проєктів під управлінням МСС

3. Оцінка в % відношенні до вартості інших розділів проєкту.

Основний принцип цієї методики полягає в тому, що за статистикою ключові розділи проєктної документації (ОТО, ДОО, КБ та КМ) становлять найбільшу вагу бюджету проєкту (50% - 70%). Розрахунок цих розділів має виконуватися прямим методом. Інші витрати, такі як Опалення та вентиляція, Слаботочкові системи, Пожежна сигналізація, АСУ, ПВР, Електрика тощо, можуть визначатися на підставі відсоткового співвідношення з ключовими розділами за аналогічними об'єктами. Для отримання хорошого результату метод повинен застосовуватися до окремого об'єкта (а не групи об'єктів) на підставі близького аналога. Базою для виведення % відношення повинні виступати елементи, оцінені з вищою точністю, які мають конструктивні чи технологічні залежності. Необхідно враховувати конструктивні особливості об'єкта, що оцінюється, порівняно з об'єктом аналогом, особливо у разі реконструктивних заходів, коли зберігається частина інфраструктури.

Застосування методу можливе також загалом до проєкту, виходячи з усереднених співвідношень, з різних об'єктів / проєктам, але точність такого підходу буде очікувано нижче.[4]

4. Оцінка обсягів робіт експертним методом із застосуванням укрупнених питомих розцінок

На підставі основних технічних рішень та досвіду інших проєктів проводиться оцінка обсягів робіт, у т.ч. потреба в обладнанні та матеріалах постачання замовника. У результаті оцінки має бути визначено весь склад устаткування, зокрема, допоміжного. Оцінка обсягів будівельних робіт проводиться у укрупнених одиницях. При використанні методу широко застосовуються питомі показники, наприклад:

питома металомісткість на куб будівлі (з урахуванням вантажопідйомності кранів);

обсяг фундаментів на 1 км траси кабельної естакади та інше.

Оцінку будівельних обсягів робіт КМ, КБ рекомендується виконувати у структурі затверджених одиничних розцінок, так як за ними проводяться тендери та є фактична статистика за вартістю.

Одиниці вимірювання будівельних обсягів за іншими розділами повинні бути узгоджені для забезпечення можливості оцінки їх вартості [4].

5. Оцінка за аналогами. Суть методу полягає у підборі об'єкта аналога та застосуванні коефіцієнтів масштабування для оцінки. Такий підхід дає меншу точність, ніж розрахунок прямим методом, але суттєво знижує трудомісткість.

Метод може використовуватися, виходячи з вартості об'єкта аналога, чи обсягах будівельних робіт об'єкта аналога. У першому випадку достатньо знати вартість об'єкта аналога, його технічні характеристики

і рік побудови. У такому разі на підставі технічних характеристик експертним методом формується коефіцієнт подібності для проекту, що оцінюється. До вартості проекту – аналога застосовується виведений коефіцієнт подібності та індекси приведення вартості до теперішнього часу. Така оцінка дає порівняно низьку точність та обмежує можливість аналізу відхилень у подальшому.

У другому випадку формується відомість обсягів робіт об'єкта аналога. Обсяги робіт масштабуються відповідно до коефіцієнта подібності. Причому для різних видів робіт можуть бути використані різні коефіцієнти. Вартість робіт оцінюється на поточному рівні з використанням затверджених одиничних розцінок, або укрупнених розцінок, або на підставі відомостей обсягів робіт можуть бути розраховані кошториси. Залежно від якості вихідних даних можуть застосовуватись додаткові резерви для статей, оцінених цим методом [4].

6. Оцінка прямим методом

Оцінка обсягів робіт прямим методом здійснюється на підставі прийнятих технічних рішень відповідно до будівельних норм та правил, відображених у проєктній документації. Приватним випадком цього

методу є розробка відомостей дефектів та подальша розробка кошторисів. Оцінка вартості робіт виконується у кошторисному комплексі з використанням одиничних розцінок чи розцінок відповідно до кошторисних норм України. Під час перевірки кошторисів технічні фахівці зазначають про відомі суттєві відхилення рівня цін від поточного ринкового рівня. При інтеграції до бюджету статей, оцінених на підставі кошторисів, бюджетувальник враховує статистичну різницю між інвесторськими та договірними цінами [4].

1.2 Сучасні підходи до реалізації моделей та методів оцінки ефективності проєкту будівництва

У роботах Севгі Зейнеп Догана, Девіда Ардіті, Мурата Гюнайдин з Іллінойського технологічного інституту США та Севгі Зейнеп Доган, Девід Ардіті, магістр та Х. Мурата Гюнайдин використовували метод Case-based reasoning (CBR)³. Спрощено метод є схожим на метод використання аналогів за допомогою елементів штучного інтелекту. Робота моделі виконується зазвичай у три кроки [5, 6, 7]:

1. Крок 1. Організація та форматування даних. Дані організуються як двох матриць (рис. 1.3 та 1.4), подібних до представлених на рис. 2: одна для тестових випадків та одна для вхідних випадків. Приблизно 10% всіх випадків можна позначити як тестові. Вхідні та тестові приклади представлені у рядках, а вхідні атрибути представлені у стовпцях. Вихідний атрибут міститься в стовпець поряд із вхідними атрибутами. Значення атрибутів для кожного тестового та вхідного випадку представлені відповідно lik і ljk , де lik представляє значення атрибуту k $k=1,2,\dots, p$ для тестового прикладу і $i=1,2, \dots, m$ та ljk представляють той

³ Розуміння на основі конкретних випадків (CBR) — це парадигма штучного інтелекту та когнітивної науки, яка моделює процес міркування переважно на основі пам'яті. Розумники, засновані на кейсах, вирішують нові проблеми, відновлюючи збережені «кейси», що описують подібні попередні епізоди вирішення проблем, і адаптують свої рішення відповідно до нових потреб.

самий тип інформації для вхідних випадків $j = 1, 2, \dots, n$. Ваги атрибутів $w_k, k=1, 2, \dots, p$ розташовані вгорі матриці в рядку, що відповідає окремим атрибутів. Спосіб встановлення цих ваг пояснюється в кроці 3.

1	A	B	C	D	E	F	G	H
2	Weights	w_1	w_2	w_3	...		w_p	0
3	Case No.	TEST CASEBASE Attributes						Output Attribute
4		1	2	3	...		p	
5	Case 1	I_{11}	I_{12}	I_{13}	...		I_{1p}	O_1
6	Case 2	I_{21}	I_{22}	I_{23}	...		\vdots	O_2
7	\vdots	\vdots						\vdots
8	Case m	I_{m1}	I_{m2}	I_{m3}	...		I_{mp}	O_m
9								
10	Case No.	INPUT CASEBASE Attributes						Output Attribute
11		1	2	3	...		p	
12	Case 1	I'_{11}	I'_{12}	I'_{13}	...		I'_{1p}	O'_1
13	Case 2	I'_{21}	I'_{22}	I'_{23}	...		\vdots	O'_2
14	\vdots	\vdots						\vdots
15								
16	Case n	I'_{n1}	I'_{n2}	I'_{n3}	...		I'_{np}	O'_n
17								

Рисунок 1.3 - Приклад матриці CBR методу [7]

- Крок 2. Розрахунок схожості атрибутів. Функції подібності атрибутів використовуються визначення того, наскільки схожі значення атрибутів. Подібність атрибутів обчислюється для кожного тестового прикладу порівняно з кожним випадком, отриманим із бази вхідних варіантів.
- Крок 3. Встановлення ваги атрибутів. Після того, як всі значення подібності атрибутів розраховані в матрицях по один раз для кожного тестового. Приклад матриця для тестового прикладу 1 представлена на рис. 3, наступним кроком є побудова вектора ваги, який буде використовуватися. при обчисленні подібності випадків. Ваги надають значення важливості кожному атрибуту. Загалом вилучення найбільш релевантного випадку визначається наявністю більшої кількості

важливіших атрибутів з вищим пріоритетом, що збігаються між тестовим прикладом і отриманим випадком.

1	J	K	L	M	N	O	P	R	S
2									
3	Input Case No.	Attributes							
4		1	2	3	...				p
5	Case 1	S ₁₁₁	S ₁₁₂	S ₁₁₃	...				S _{11p}
6	Case 2	⋮	S ₁₂₂	↓	...				S _{12p}
7	Case 3		S ₁₃₂	↓	...				
8	⋮		⋮						
9									
10									
11									
12									
13	Case n	S _{1n1}	S _{1n2}		...				S _{1np}
14					...				

$= \text{MIN}(D5, D\$12) / \text{MAX}(D5, D\$12)$
Made once and copied to all cells with numerical information

$= \text{IF}(B5=B\$12, "1", "0")$
Made once and copied to all cells with textual information

Рисунок 1.4 - Приклад матриці тестів для CBR методу [7]

Запропонований підхід є цілком доцільним. Згідно з показниками у роботі Zheng Xun Jin, Jonghyun Kim, Chang-taek Hyun та Sangwon Han з Кафедри архітектурного проектування, Сеульського університету, Корея має достатню точність та середньоквадратичну похибку у 7%. Результати можна вважати достовірними адже для підтвердження було виконано майже 100 тисяч симуляцій. Але треба зауважити що аналіз проводився на одній групі будов, одного типу – громадські житлові будинки. Модель в Сеульській вчених нараховувала близько 70 спостережень. Загалом за допомогою сучасних методів аналітики даних таких як Neural Designer за

умови достатньої кількості спостережень у базі даних виконання подібної моделі є більш презентативним.

Регресійний аналіз у будівельних проєктах є найбільш підходящим засобом. Всі будови розраховуються за однаковими формулами та умовами. Так наприклад якщо проаналізувати зростання металоємності будівлі одного типу та змінювати його геометричні розміри наприклад висоту та довжину прольотів можна знайти логарифмічну залежність (рис. 1.5).

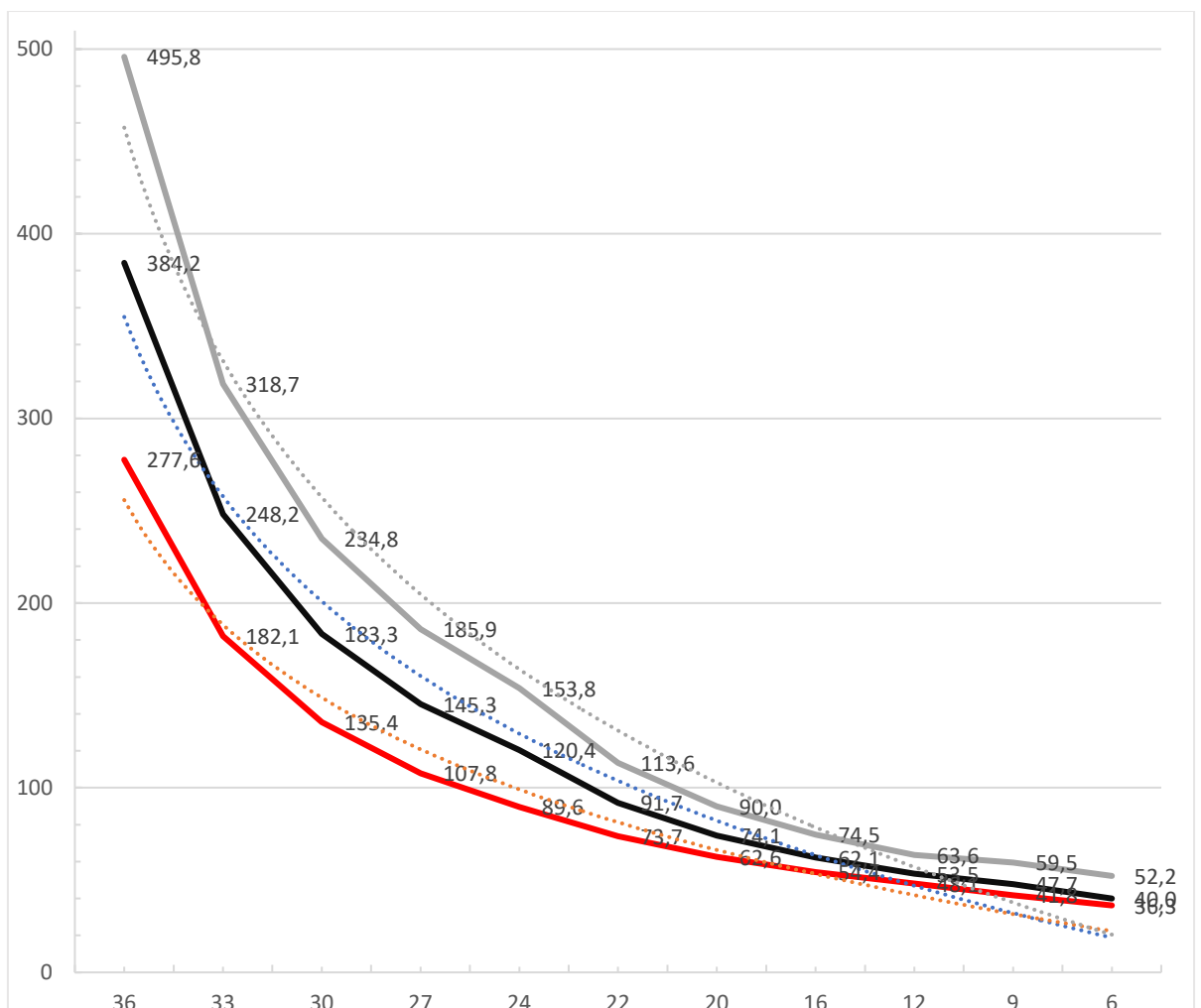


Рисунок 1.5 - Діаграма залежності металоємності будівель від геометричних розмірів

Червоним кольором зображено будову з прольотом 6 метрів, чорним 12, відповідно сірим -18 м.

Лінії тренду що показано крапковими дублюючими лініями мають спільну тенденцію та характер розвитку. Однак є деякі відмінності при прорахунку залізобетонних та металевих конструкцій але тенденцію буде збережено. Саме тому необхідність збирати по 70 спостережень кожного виду будівлі просто відсутня.

Висновки за розділом 1

Система вивчення та накопичення знань є найкращою світовою практикою яка використовується багатьма всесвітньо відомими компаніями. Як правило система унікальна та суворо захищена авторським правом. Таким чином перейняти досвід декількох систем без порушення законодавства просто неможливо, а купівля таких розробок як правило недоступна.

З огляду на вивчені методики прогнозування вартості будівельних проєктів можна сказати що питання вивчено на достатньому рівні. Прогнозування вартості будівель виконується за декількома методами без використання баз даних та системи вивчення накопичених знань. Серед інших методи бенчмарків, методи аналогів, експертної оцінки та інших. Всі вони мають спільну будову процесу та відносно низьку ефективність, адже вимагають значної кількості праці спеціалістів та не можуть виключити «людський» фактор при виконанні бюджету.

Методи на основі бази даних прецедентів показує найбільш точніші значення передбачення при найменшому використанні людської праці та найменшою похибкою. За будь-якого методу основною проблемою є оновлення моделі за вартістю прецедентів та унікальність об'єктів

будівництва. CBR метод показав свою ефективність але вимагає значної кількості даних для створення робочої моделі. Але він є застарілим та базується лише на виборці найбільш підходящого аналогу. Таким чином метод має значні обмеження в його використанні. Його може бути застосовано при виконанні оцінки вартості лише подібних до наявних прецедентів будов. Таким чином можна зробити висновок що розглянута система підходить або для сектору громадських будов або для унікальних промислових об'єктів, але через кількість даних що необхідно для його нормального функціонування метод є майже недосяжним для промислового сектора будівництва.

Метод регресійного аналізу саме для промислових об'єктів може бути використано для передбачення вартості будівель. Всі будови та споруди проєктуються за однаковими принципами забезпечення міцності та стійкості. У основі підбору перетину кожного окремого конструктива будови, є то балка чи колона, лежать одні й ті ж самі принципи фізики, супротиву матеріалів чи будівельної механіки. Саме тому обсяги робіт по споруді мають таку просту логарифмічну залежність. Використовуючи прості математичні методи як то метод регресійного аналізу, чи методи що лежать у основі нейронних мереж можна досягти більшої точності в передбаченнях за допомогою менших по кількості спостережень базами даних.

2 МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ ПРОЄКТУ БУДІВНИЦТВА НА ОСНОВІ ВЗАЄМОЗВ'ЯЗКУ ЙОГО ХАРАКТЕРИСТИК ТА ПОКАЗНИКІВ БЮДЖЕТУ

2.1 Коротка характеристика підприємства як об'єкту реалізації моделей та методів

Для аналізу вирішення проблеми виконання бюджетів на ранніх фазах було проаналізовано роботу схожих за напрямком роботи та підходом до реалізації проєктів.

Обидва підприємства працюють у металургічному та гірничозбагачувальному секторі. Серед проєктів що реалізуються розгляданих підприємств зазвичай є фабрики з видобутку копалин та їх переробки, сталеплавильні заводи та різні допоміжні споруди.

МЕТІНВЕСТ СІЧ СТАЛЬ (МСС) компанія що займається реалізацією інвестиційних проєктів для МЕТІНВЕСТ ХОЛДІНГ. Коротку характеристику наведено у Таблиці 2.1. та Алмаликський Гірничозбагачувальний Металургійний Комбінат (АГМК) що є зарубіжним аналогом МСС, наведено у таблиці 2.2.

*Таблиця 2.1 - Характеристика підприємства за містом практики
- Метінвест Січ Сталь*

Код ЄДРПОУ	43417450
Директор	Васильєва Мар'я Володимирівна
Повна назва	Товариство з обмеженою відповідальністю «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ»
Назва англійською мовою	"METINVEST SICHSTEEL" LLC

Адреса	Україна, 69008, Запорізька область, <u>місто Запоріжжя</u> , Південне шосе, будинок 74, інше КАБІНЕТ 9
Телефон	<u>+380 (67) 543-29-69</u>
Дата заснування	19.12.2019
Статутний капітал	365 125 500 грн
Основний вид діяльності	<u>71.12 Діяльність у сфері інжинірингу, геології та геодезії, надання послуг технічного консультування в цих сферах</u>
Інші види діяльності	Виробництво чавуну, сталі та феросплавів, Холодний прокат вузької штаби, Лиття сталі, Організація будівництва будівель, Будівництво житлових і нежитлових будівель
Власники	ПРИВАТНА КОМПАНІЯ З ОБМЕЖЕНОЮ ВІДПОВІДАЛЬНІСТЮ МЕТІНВЕСТ Б.В. NL Нідерланди

Таблиця 2.2 - Коротка характеристика підприємства за містом роботи - Алмаликський Гірничозбагачувальний Металургічний Комбінат

Повна назва	Joint Stock Company "Almalyk Mining and Metallurgical
Форма власності	Відкрите Акціонерне Товариство

Адреса	110100, Almalyk, Amir Temur str., 53, Tashkent region, Republic of Uzbekistan.
Номер телефону	70-61-5-11-43; 78-141-90-60
Факс	70-61-3-33077; 78-141-90-33
ІНН	202328794
ОКЕД	24440
Сайт	www.agmk.uz
Електронна пошта	info@agmk.uz
Вид діяльності	Кольорова металургія (видобуток сировини, та виготовлення напівфабрикатів)
Коротка характеристика підрозділу, в якому передбачається впровадження операційного покращення	Проектний офіс. Реалізація інвестиційних проєктів компанії

Компанії використовують однакові підходи для оцінювання проєктів на ранніх фазах. Для ознайомлення з процесами розрахунків бюджетів було використано діючий на поточний момент документ – стандарт підприємства 2023-MSS-PC-PM-000-042-00-UA [4] «ПРОЦЕДУРА управління якістю оцінки вартості проєктів» від 23 травня 2023р. Цей документ створено для регулювання відносин між відділами, управліннями та дирекціями ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ» (МСС) при розробці бюджетів на всіх фазах реалізації проєктів, визначає основні етапи та підходи до оцінки бюджетів, а також детальний опис методів оцінки окремих елементів бюджету. Основна ціль даної процедури є -

підвищення якості та базового рівня точності бюджетів, оптимізація використання трудових витрат які витрачаються на розробку бюджетів проектів на різних стадіях реалізації шляхом вибору оптимального метода оцінки, закріплення процедури оцінки та внесення змін до оцінки бюджетів проекту. Цей документ деталізує методи та етапи оцінки бюджетів різних фаз та базується на принципах, що відображені в регламентах «Реалізації стратегічних інвестиційних проектів ТОВ «МЕТІНВЕСТ ХОЛДИНГ» [4] в управлінні ТОВ «МСС» (N-3) (наказ МСС №29 від 04.04.2023) та Регламенту інвестиційного процесу в групі МЕТІНВЕСТ. Власником процедури є Начальник відділу бюджетування управління контролю та аудиту ТОВ «МЕТІНВЕСТ СІЧСТАЛЬ».

2.2 Моделювання бізнес-процесу підготовки проекту будівництва

За підходом МСС на фази проекту відділом бюджетування має бути підготовлено таблицю з визначення методів розрахунку бюджету. Форму виконання документу наведено на малюнку 2.1.

СДР	Найменування	Група СДР	Метод оцінки	Метод визначення цін	Відповідальний за оцінку	Відповідальний за визначення ціни	Додаткова інформація до оцінки

Рисунок 2.1 - Приклад таблиці визначення методів розрахунку бюджету

Використовуються наступні методи оцінки бюджетів:

- Кошторисні норми України.
- Одиничні розцінки (ОР) за статистикою останніх тендерів.
- Бюджетні ТКП.
- Тендер.
- Агреговані укрупнені оцінки

У підприємстві МСС діють рекомендації щодо вибору методу відповідно до фази проєкту. Розподіл методів наведено у таблиці 2.3.

Таблиця 2.3 - Рекомендований розподіл методів визначення бюджету за фазами

Найменування методу оцінки	Ключовий учасник команди	Ступінь точності	FEL-0	FEL-1		FEL-2		FEL-3		FEL-4	
				Ключові розділи*	Другорядні розділи	Ключові розділи*	Другорядні розділи	Ключові розділи*	Другорядні розділи	Ключові розділи*	Другорядні розділи
Підрозділ, відповідальний за формування вихідних даних для бюджету***			УІБ	УІБ		УП		УП		УП	
Бенчмарки	ВБ	Низька	так	так	так	ні	ні	ні	ні	ні	ні
Фактор Ланга	ВБ	Низька	так	так	так	ні	ні	ні	ні	ні	ні
В % відношенні	УІБ	Низька	так	так	так	ні	так	ні	ні	ні	ні
Оцінка обсягів робіт експертним методом	УІБ	Низька	так	так	так	так	так	ні	так	ні	ні
По аналогам	УІБ	Середня	так	так	так	так	так	ні	так	ні	ні
Прямий метод	УП	Висока	ні	ні	ні	так	ні**	так	так	так	так

У свою чергу на АГМК використовуються лише підходи оцінки прямими методами чи метод аналогів. Підрозділ який є власником процесу з виконання бюджетів – Проєктний Офіс (далі ПО) ПРАТ «АГМК» (далі АГМК). До ПО надходять рішення від Кабінету міністрів чи окремого міністерства про реалізацію портфелю проєктів. Директор ПО розподіляє проєкти портфелю за командами проєкту. Проєкти зазвичай реалізують за фазовою системою. Через те що проєкти мають різні напрямлення, ступінь складності та вплив на результат від реалізації портфелю всі проєкти мають різну кількість фаз. Входом для кожної фази є рішення про реалізацію фази, а виходом презентаційні матеріали та бюджет фази. У презентаційних матеріалах наводять рішення щодо кількості об'єктів чи обладнання, його характеристики чи тип тощо, рішення щодо орієнтації, місця будівництва, рішення про схему будівництва, кількість персоналу та інше, розклад проєкту на поточний час та на наступну фазу, але найважливішою частиною є бюджет фази. У дипломній роботі розглянуто

саме процеси підготування бюджетів на ранніх фазах⁴. У спрощеному класичному представленні PMBOK (Project Management Body of Knowledge) життєвий цикл проекту виглядає як зазначено на малюнку 2.2.

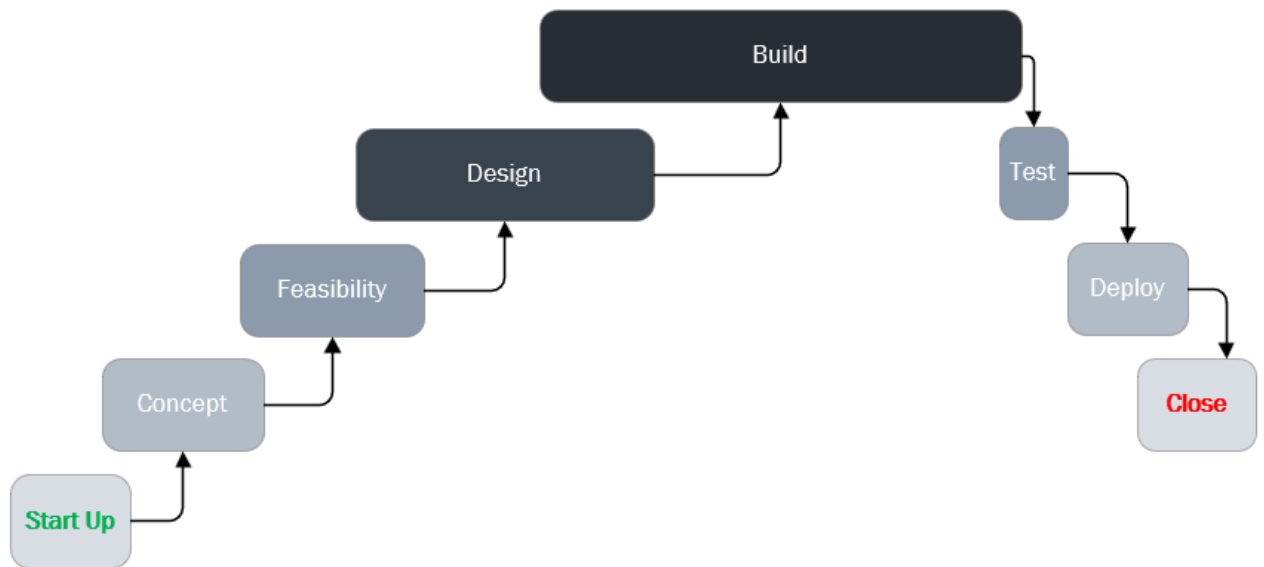


Рисунок 2.2 - Життєвий цикл проекту

На різних фазах окрім фази будівництва потрібна різна кількість бюджетів. Але процес виконання бюджетів завжди однаковий – оцінка обсягів робіт, оцінка термінів, визначення витрат.

Для опису процесів що фактично виконуються у МСС побудовано контекстну діаграму у нотації BPMN. Діаграму наведено на рисунку 2.3.

⁴ Ранніми фазами називають будь яку фазу окрім фази фізичної реалізації проекту тобто безпосередньо фази будівництва.

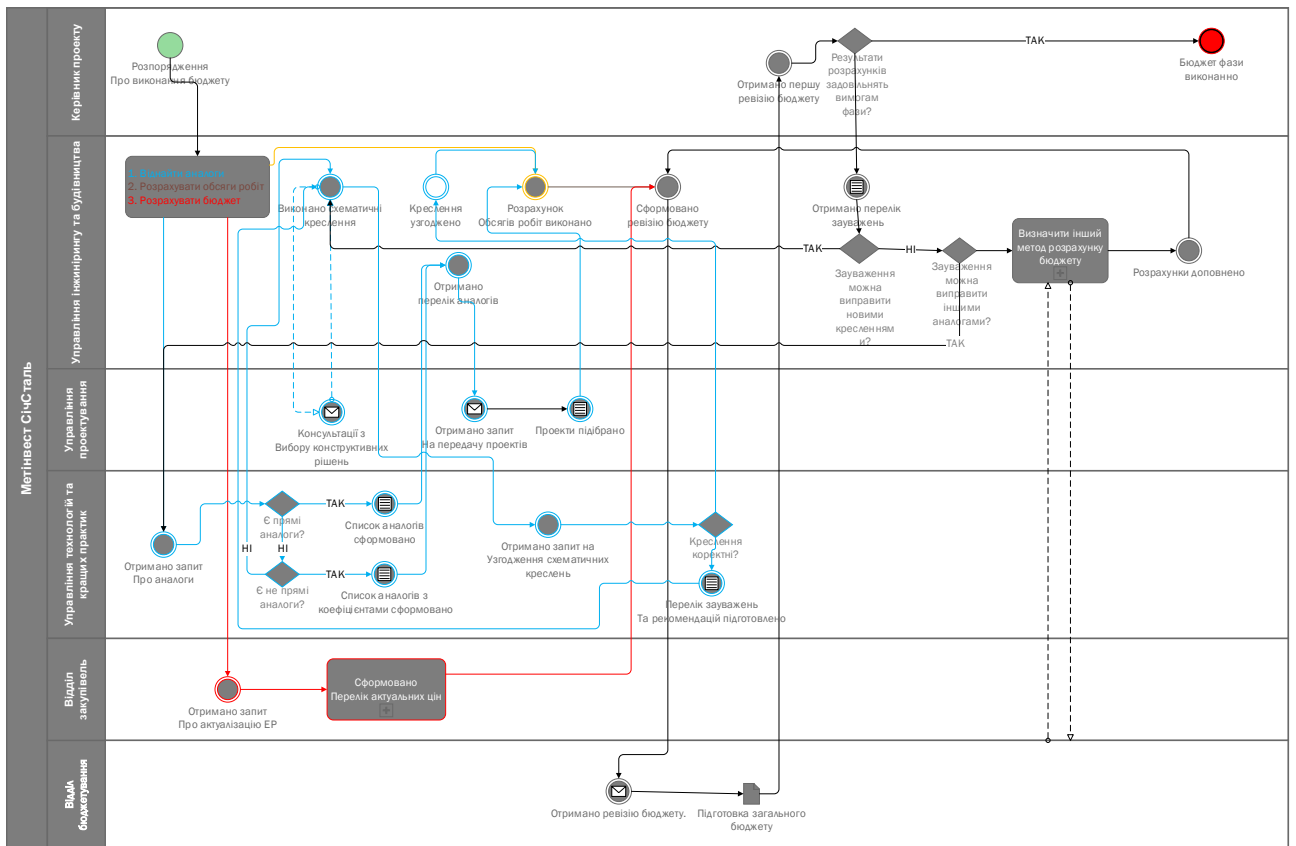


Рисунок 2.3 - Контекстна діаграма AS_IS

Додатково діаграму у збільшеному форматі наведено у додатку.

Основною проблемою є добір коректних аналогів. Основними причинами є:

- Відсутність бази знань у УІБ про деталі реалізованих проектів у компанії.
- Відсутність комплексної бази технічних характеристик для архівованих проектів.

Таким чином пошук аналогів не систематизовано і процес вимагає більшу частину часу, що відведено на виконання бюджету. Окремою проблемою є те що цим процесом складно керувати з точки зору керівника проекту, через те що процедурно не визначені витрати часу на процедуру.

Як видно з частини діаграми марки AS_IS (рис. 2.4) складна комунікація між відділами для виконання простої (не технічної задачі) вимагає значної кількості операцій у трьох відділах.

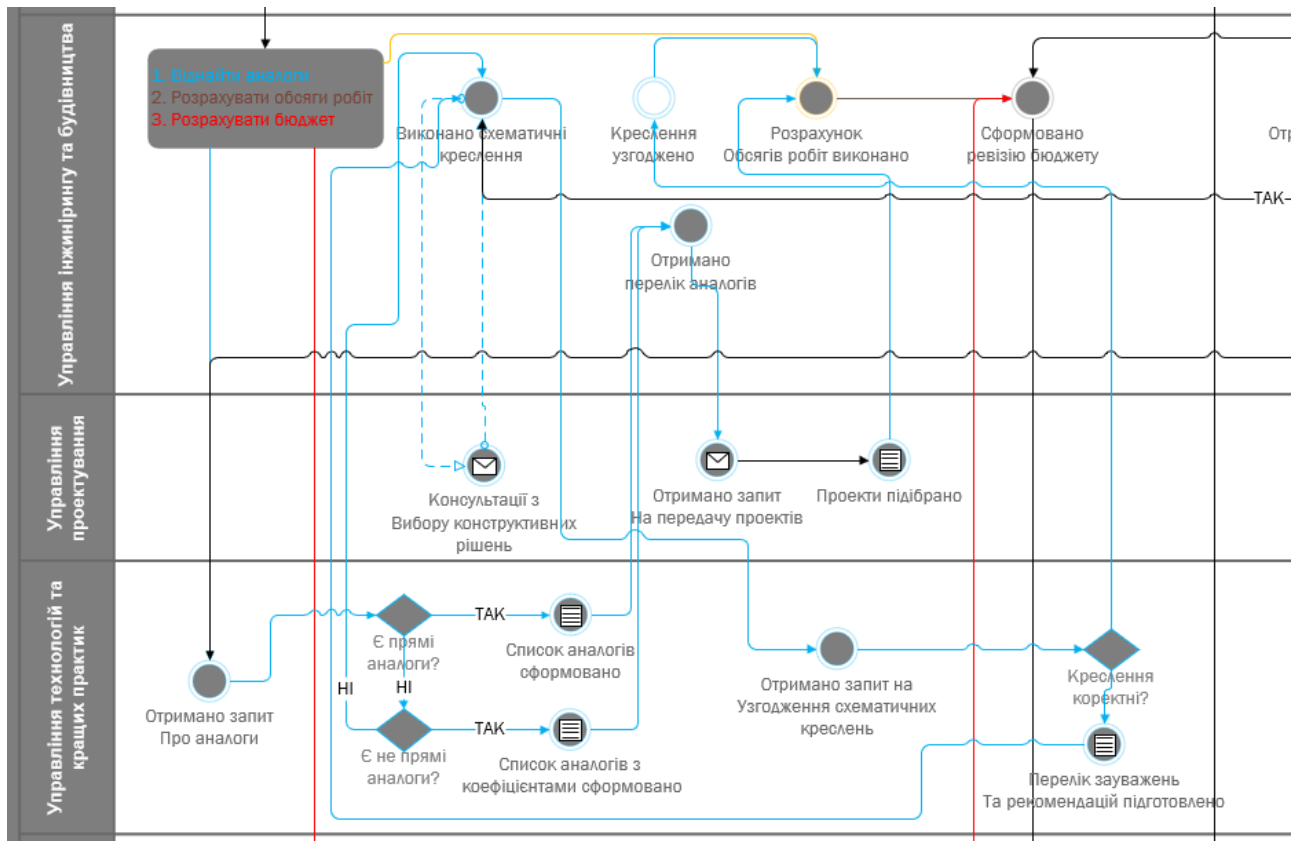


Рисунок 2.4 - Частина діаграми марки AS_IS

Окремою задачею є розрахунок обсягів робіт за кресленнями які б задовільнили базу цін відділу закупівель.

У АГМК Наразі процес виглядає наступним чином (контекстну діаграму As-Is наведено у Додатку):

- КП ставить задачу по розрахунку бюджету
- Тех спеціалісти за всіх дисциплін виконують пошук вихідних даних
- Вихідні дані (аналогі) узгоджуються з технологами, але якщо:
 - Аналогів немає то інженери виконують пошук за всіма доступними архівами (в тому числі і власних, і у мережі інтернет);
 - Аналогів немає то інженери розробляють власні креслення марки GA та узгоджують їх з технологами

- Технічні спеціалісти обчислюють об'єми робіт
- Керівник проекту узгоджує попередні результати
- Проводять дві сесії перевірки (constructability review та value engineering) після чого розрахунки та креслення оптимізуються та виконуються фінальні розрахунки.

Увагу пропонується приділити процесу №3-4 – Пошук аналогів та обчислення об'ємів робіт. Нижче на Малюнку 2.5 наведено фрагмент діаграми з додатку.

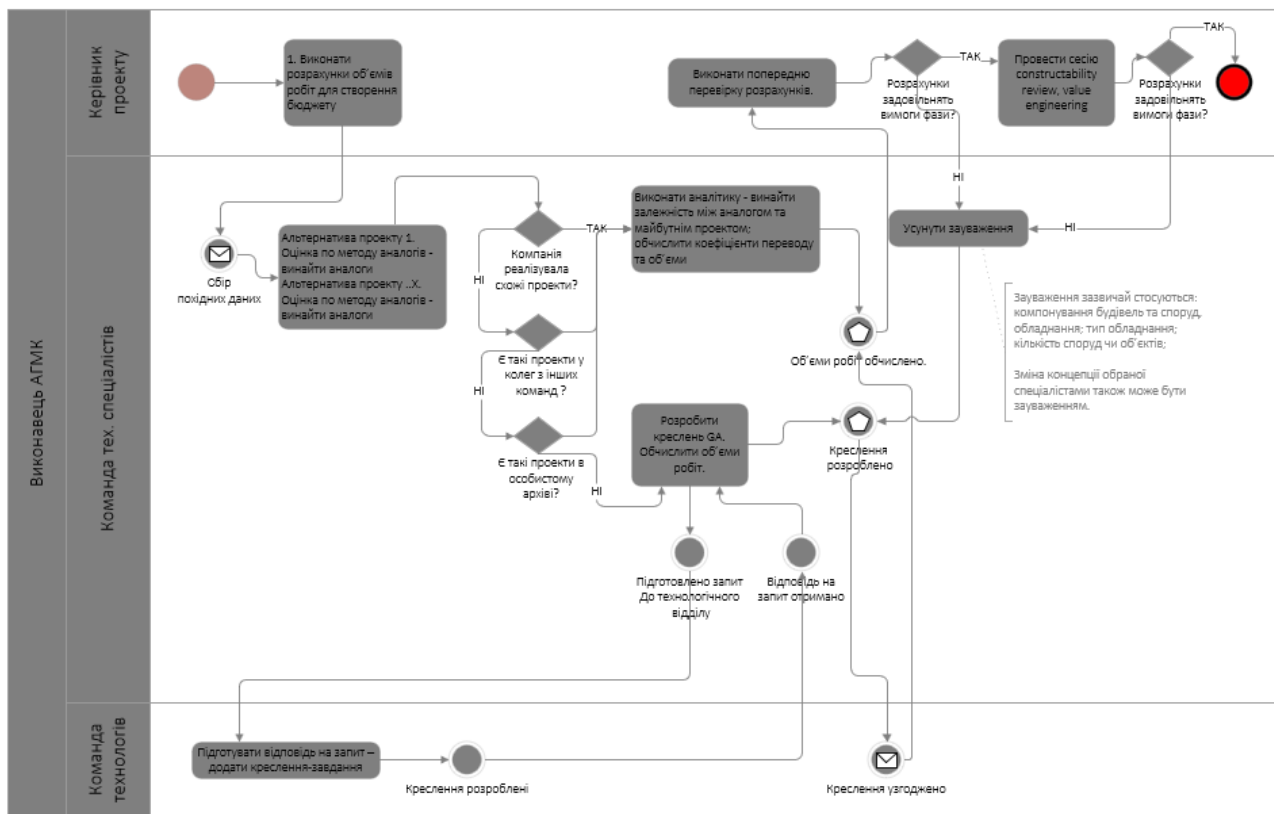


Рисунок 2.5 - Фрагмент з контекстної діаграми

Як видно з діаграми саме процесу пошуку аналогів впливає на необхідність виконувати додаткові GA креслення⁵, що має прямий вплив на строки реалізації проекту. Спеціально розробленими рішеннями для врахування обсягів робіт складно керувати, бо будь які уточнення та зміни

⁵ Креслення GA – це контрактний документ, який фіксує інформацію, необхідну для розуміння структурних елементів загального розташування проекту.

в концепціях проекту призводять до фактичної повної переробки всіх рішень та креслень і як наслідок – втрата часу, втрата коштів.

В цілому проаналізувавши структури обох підприємств можна зробити висновок що процеси в цілому однакові. Загальна проблема для обох процесів це пошук аналогів та розробка GA креслень.

2.3 Організаційні засади управління бізнес-процесів розробки проекту будівництва

У МСС використовується матрична структура (рисунок 2.6), в АГМК – вертикальна (рис. 2.7).

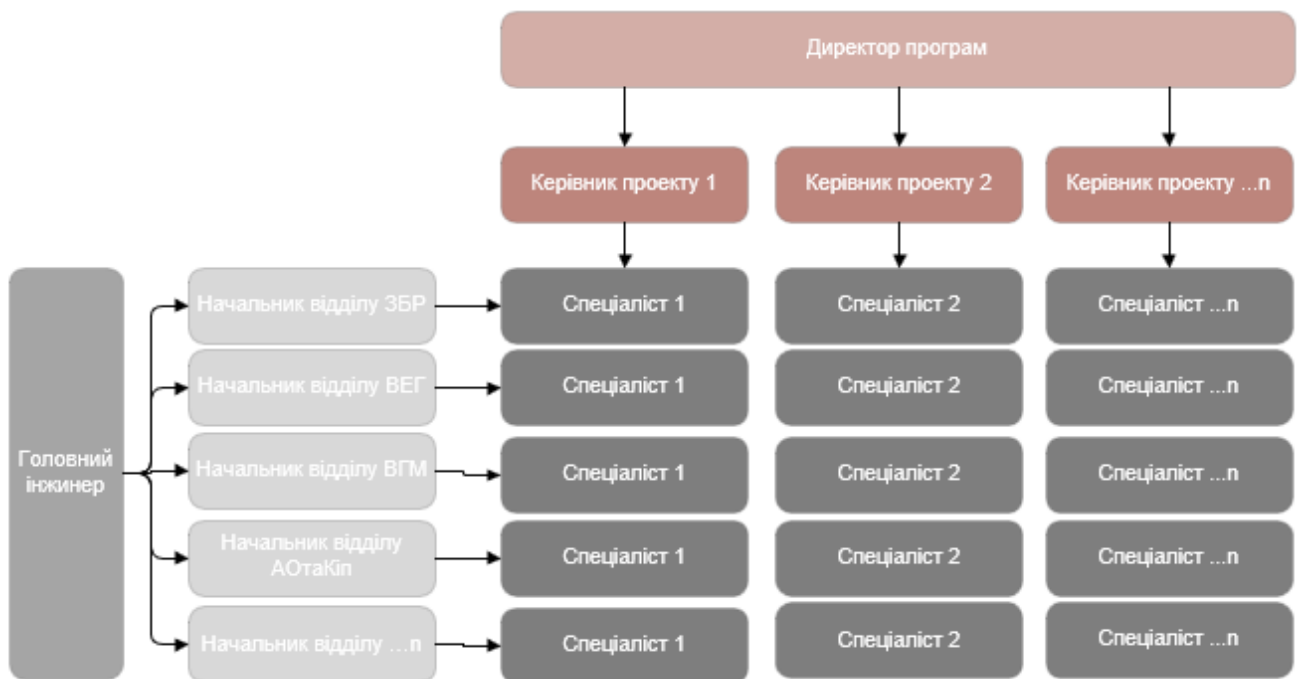


Рисунок 2.6 - Схема матричного управління що застосовано у МСС



Рисунок 2.7 - Схема вертикального управління що застосовано в АГМК

Є декілька переваг та недоліків в кожній із систем. Якщо говорити про основні то вони наступні:

Таблиця 2.4 - Порівняння основних переваг та недоліків у методологіях управління командами проєктів/ підприємством

Система управління	Переваги	Недоліки
Система матричного управління (МСС)	- Начальники відділів виконують адміністративні функції чим заощаджують час керівника проєктів	- Керівник проєкту не має змоги самостійно підібрати собі команду, а лише вибирають з наявних спеціалістів
	- Начальники відділів	- Ланка узгодження задовга, адже

Система управління	Переваги	Недоліки
	виступають у ролі експертів у рішенні суперечливих питань між КП і Спеціалістом	додаються ще 2 рівні узгодження що зазвичай призупиняє процес узгодження
	- Начальники відділів є основою системи накопичення знань	- Знання та інформація за проектом розподіляється між Керівником проекту та начальником відділу
Вертикальна система управління (АГМК)	- Керівник проекту може самостійно підбирати собі команду виходячи з специфіки проєктів	- Відсутність начальників відділів змушує керівника проекту виконувати адміністративну роботу за всією командою проєкту
	- Коротша ланка узгоджень що сприяє пришвидшенню процесів	- Керівник проекту може приймати рішення виходячи лише з власної мети не враховуючи думку спеціалістів

Система управління	Переваги	Недоліки
	<ul style="list-style-type: none"> - Керівник проекту є єдиним джерелом консолідації інформації 	<ul style="list-style-type: none"> - Система накопичення знань відсутня

У двох системах управління відсутня ланка що відповідає за накопичення історичних знань за усім проектом. Хоча в матричному управлінні ці функції виконуються начальниками інженерних відділів але накопичення роздрібне. Тобто кожен відділ зберігає лише ту інформацію яку вважає відносною до свого профілю та лише ту що вважає важливою. Але для виконання бюджетів на ранніх фазах в умовах дефіциту інформації необхідна саме загальна система накопичення знань. Так наприклад у свої роботах інженери з Сеулу та США [5,6,7] ілюструють систему наступним чином:

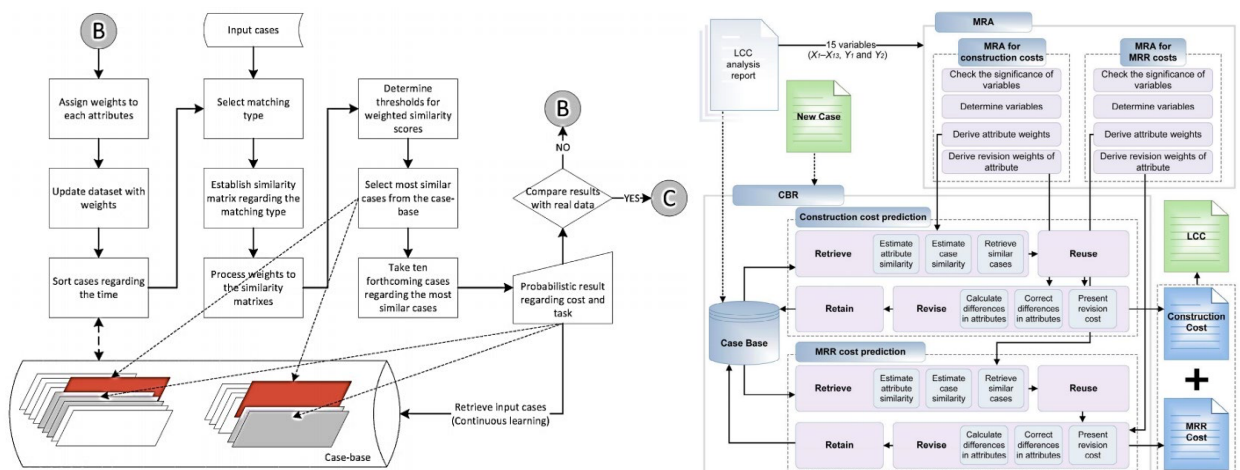


Рисунок 2.8 - Приклади створення баз даних та баз накопичення знань у попередніх роботах

Створення системи вивчення та накопичення знань є цілковитою необхідністю. Так у обох підприємствах виконання бюджетів за аналогами є основним методом визначення бюджету на ранніх фазах.

2.4 Модель «Як повинно Бути» для бізнес-процесу розробки проєктів будівництва

Підвищення операційної ефективності пропонується виконати саме у процесі розрахунку бюджетів за аналогами. Основна проблема у наведеному процесі є обмеження по кількості інженерів в команді та обмеження в часі при розробках креслень чи розрахунку обсягів робіт за ними. Є декілька рішень:

- Збільшити кількість інженерів у командах;
- Збільшити кількість годин на виконання задачі;
- Запровадити систему вивчення та накопичення знань;

Збільшити кількість годин чи інженерів – це збільшити витрати за проєктом що не завжди може бути економічно доцільним та кількість спеціалістів в регіоні може бути просто недостатнім. Система вивчення і накопичення знань – нормальна світова практика. Такі системи реалізовані у великих міжнародних консалтингових, промислових та інжинірингових компаніях. Ускладненням є те що бюджети мають відповідати різним класам точності за ААСЕ. Для кожного з проєктів утворено команду проєкту яка й займається бюджетної оцінкою.

Загалом команда має підготувати мінімум 7 ітерацій бюджету за весь життєвий цикл проєкту. Це показано на рисунку 2.9

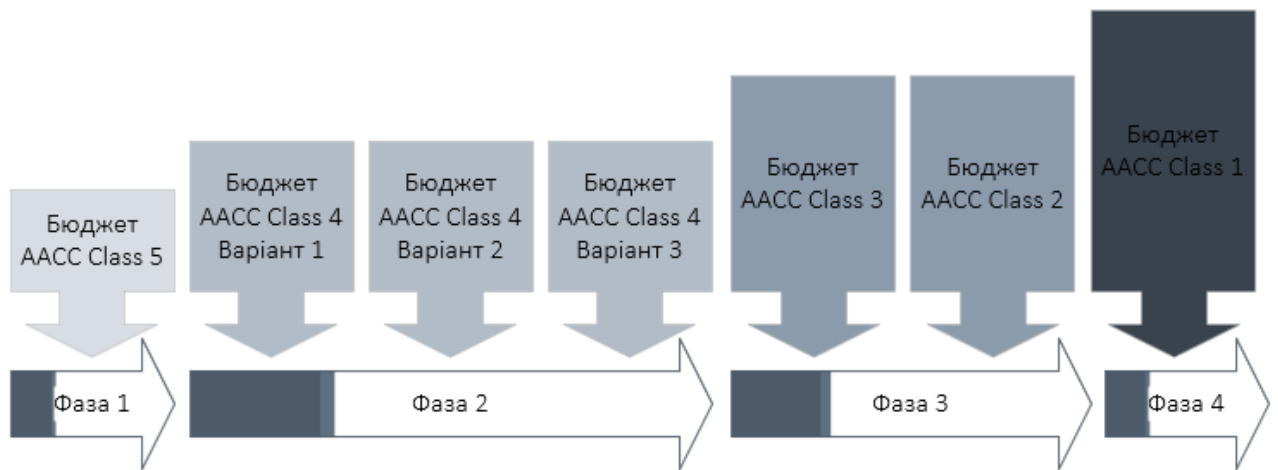


Рисунок 2.9 - Життєвий цикл проєкту

Якщо проєкт має більше альтернатив (варіантів) чи має додаткові фази то кількість підготовлених документів з бюджету зростає лінійно.

Рішення про рентабельність та про його продовження, чи про повну зміну концепції проєкту приймаються на 1-2 фазі проєкту. Але на таких стадіях зовсім відсутня технічна інформація про основні об'єкти будівництва, тому виконання бюджету у цій частині проєкту є найбільш складною. Тому система вивчення знань так необхідна у компаніях що ревізують складні проєкти у значній кількості.

Як показано на діаграмі To-Be (рис. 2.10), що додатково наведено у Додатку, пропонується додати Аналітичний відділ (АВ).

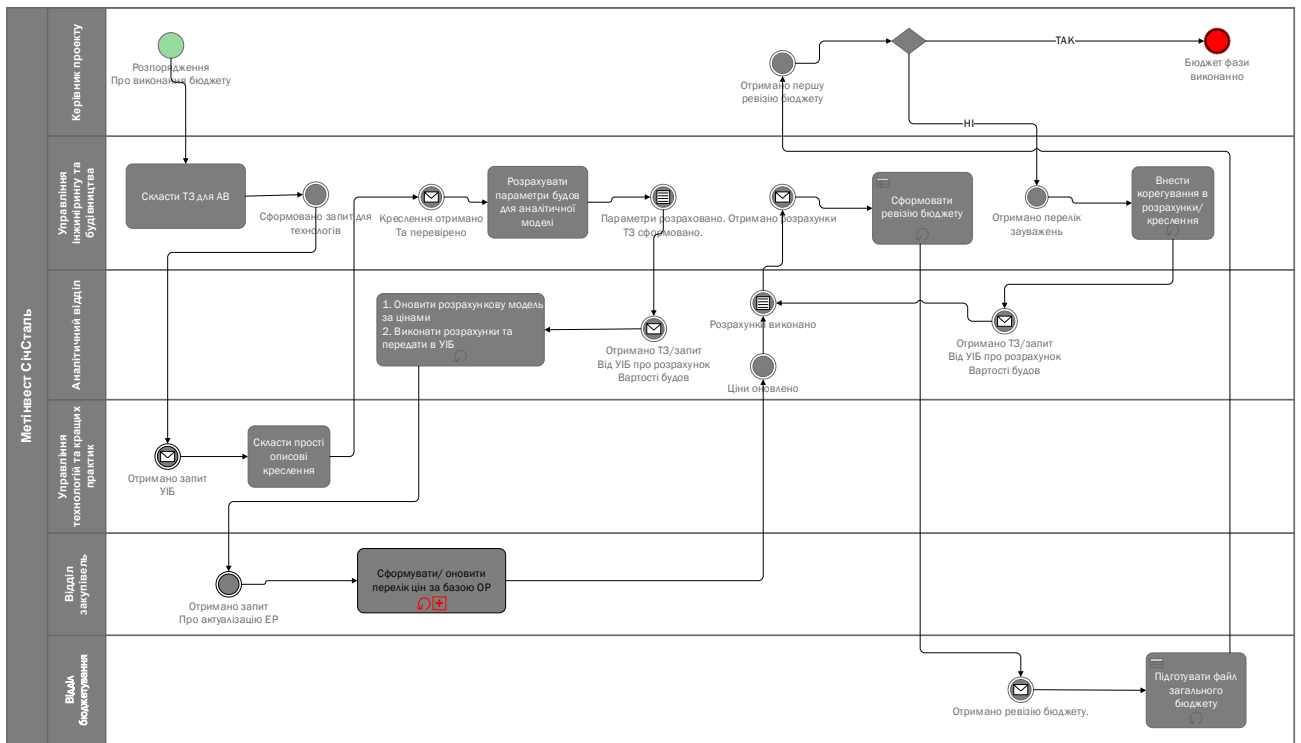


Рисунок 2.10 - Контекстна діаграма TO_BE

АВ буде отримувати всі дані за проєктом що потраплятимуть до архіву. Архів пропонується вести за такими параметрами:

- Назва об'єкту
- Призначення
- Вартість у перерахунку на дол. США
- Тривалість реалізації
- Основні технічні характеристики.

Архів необхідно накопичувати напротязі реалізації всієї стратегії розвитку чи роботи компанії загалом. Тобто буде сформовано єдиний центр знань всього проєктного офісу який надаватиме інформацію про обсяги, вартість чи строки реалізації за запитом усім робітникам компанії.

Інженери відділу мають побудувати аналітичну модель, яка визначатиме вартість одного кубічного метру будови, вартість дисципліни Piping залежно від типу та розміру обладнання та інше на підставі вже реалізованих проєктів. Таким чином коли архів досягне значного розміру необхідність у розробці додаткових креслень.

Деякі функції АВ наведені на малюнку 2.11 нижче:

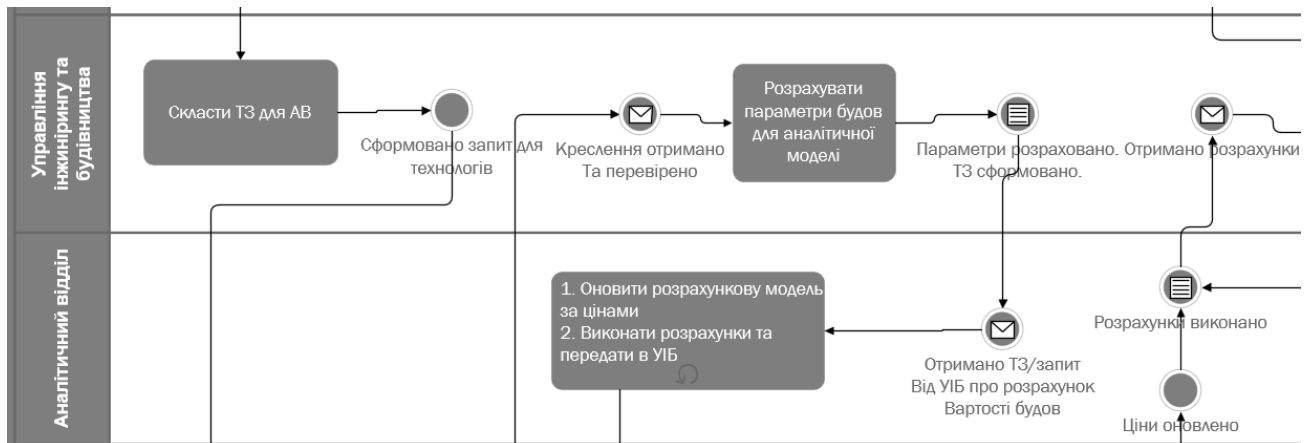


Рисунок 2.11 - Фрагмент контекстної діаграми To-Be

Процес взаємодії виглядає наступним чином:

- Запит до АВ надходить від проєктної команди. У запиті надано усю інформацію за об'єктом.
- Інженери АВ виконують пошук за архівом і якщо:
- прямого аналогу немає, але є непрямі що влаштовують запит, то видають об'єми робіт за аналітичною моделлю
- прямий аналог є, то видають зведену інформацію інженерам КП
- За наданими даним інженери КП формують перелік обсягів робіт, перевіряють його та передають Керівнику проєкту.

Якщо потрібно якість виправлення даних то цим займатиметься той хто їх надав.

Пропозиції щодо покращення бізнес-процесу розробки проєкту будівництва

До ключових напрямків покращення бізнес-процесу розробки бюджету проєкту будівництва можна віднести необхідність створити відділ який базуючись саме на статистиці конкретних об'єктів що було реалізовано компанією може розробити графіки та бюджети ранніх фаз що дозволить

компанії економити бюджети проектів за рахунок термінів виконання завдань.

Попередню структуру наведено на рисунку 2.12.

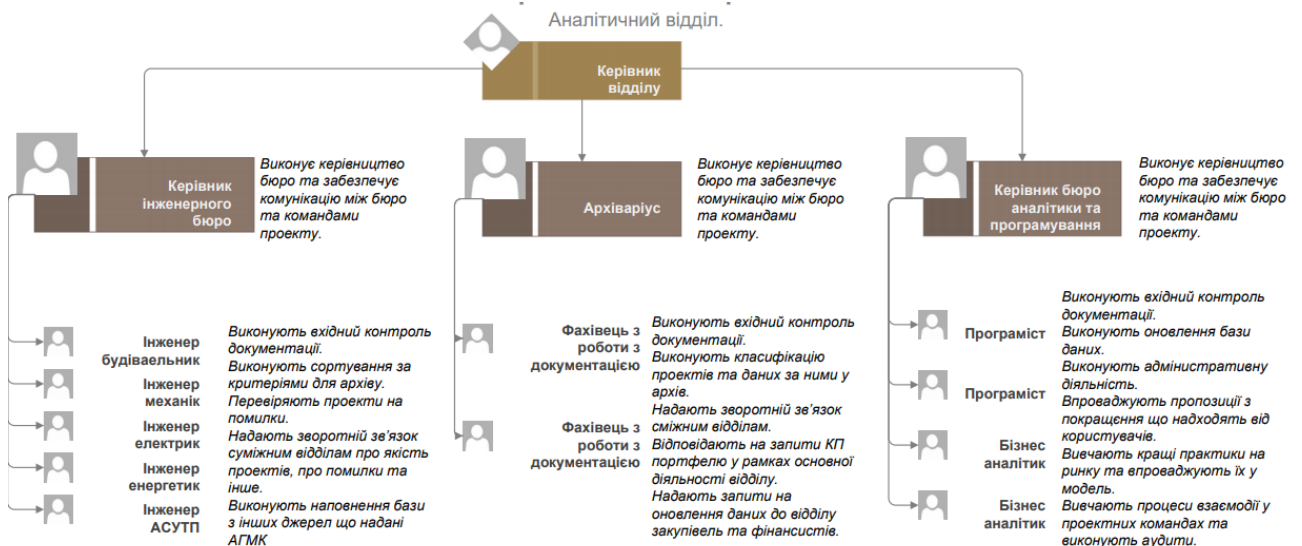


Рисунок 2.12 - Попередня структура аналітичного відділу

Відділ та його попередню комплектацію наведено у додатку у збільшеному форматі.

Структура життєвого циклу відділу буде змінюватись залежно від зрілості моделі та точності передбачення вартості. Пропонується виконати розвиток відділу та його основного процесу – Виконання бюджетів на ранніх фазах – у три етапи:

I. Становлення відділу.

На цьому етапі формується відділ, виконується пошук робітників та їх навчання. Виконуються різні команди утворюючі заходи. Формується перелік документів та процедур що необхідно розробити для нормального функціонування відділу. Структура взаємодій погоджується з генеральним директором та оброблюються вже наявні дані компанії для подальшого їх використання у моделі.

II. Підтримка змін та розвиток.

Цей етап присвячено розробці процедур, стандартів підприємства для виконання сумісної документації різних команд та відділів. Проводиться навчання зацікавлених сторін процесам, презентація робіт відділу іншим командам та управлінням. Завершується формування архіву та його оптимізація. Архівне бюро оптимізується.

III. Фінальна оптимізація відділу

У цій фазі розвитку відділу планується виконати фінальні зміни (уточнюючі) у бізнес процесах. Існуючі дані оброблені а поточні дані надходять до відділу з помірної швидкістю. Відділ оптимізовано до провідних спеціалістів за напрямками: енергетика, механіка, будівництво, електрика. Програмісти займаються підтримкою моделі та її фінальним розвитком. За наявності таких спеціалістів у компанії чи холдингу в цілому цю одиницю можна використовувати з інших відділів за сумісництвом

Попередній план з оптимізації відділу наведено на малюнку 2.13.



Структура відділу на 1-му етапі	Структура відділу на 2-му етапі	Структура відділу на 3-му етапі
Кількість бюро – 3. Поточні функції: 1. Обробка даних раніше реалізованих проектів; 2. Ведення архіву вже оброблених даних; 3. Обробка нових даних; 4. Презентації змін у процесах розрахунків бюджетів направлення даних. 5. розвиток моделі до показників відхилення передбачення не нижче ніж 85% від фактичних значень	Кількість бюро – 2 (об'єднання технічного та бюро аналітики та програмування). Поточні функції: 1. Ведення архіву 2. Розробка стандартів підприємства та стандартних процедур по наданню документації по завершених проектах 3. Підтримка змін у процесах розрахунків бюджетів направлення даних. 4. Розвиток моделі до показників відхилення передбачення не нижче ніж 90% від фактичних значень	Кількість бюро - відділ скорочено до провідних фахівців (будівельник, енергетик, механік, архіваріус, програміст) Поточні функції: 1. Обробка даних нових проектів; 2. Виконання поточних функцій – розрахунок бюджетів

Рисунок 2.13 - Попередній план з оптимізації відділу

Після налагодження процесу відділу, налаштування всіх процесів та налаштування моделі на цільові показники похибок є можливість повної оптимізації відділу, а функції розподілити між вже наявними структурами. Загалом термін внесення змін необхідно близько 5 років.

Пропонується розрахунок обсягів делегувати Управлінню інжинірингу та будівництва за умови імплементації у структуру МСС. УІБ має виконувати заповнення файлів типу МТО. Інженеру аналітику пропонується заповнювати файли моделі. А актуалізацію цін має виконувати Відділ закупівель у новій встановленій формі.

Висновки за розділом 2

З огляду на вище викладене можна зробити наступні висновки:

Компанії що спеціалізуються на реалізації інвестиційних проєктів так чи інакше використовують однакові підходи для розрахунку бюджетів. На конкретному прикладі МСС та АГМК видно що у обох випадках створюються проєктні команди та призначаються керівники проєктів. Здебільшого це відбувається через те що обидві компанії використовують кращі світові практики по реалізації проєктів що описані в профільній літературі, наприклад РМВОК чи методологія для розрахунків бюджетів ААСЕ. Ключовими відмінностями є різний підхід до управління командами та проєктами. Здебільшого це можна пояснити тим що МСС спеціалізуються на тривалих інвестиційних програмах та мають більший портфель проєктів ніж у АГМК. Підхід МСС – це системний підхід розрахований на тривалий термін. У АГМК портфель проєктів визначено та обмежено. Команди проєктів здебільшого специфічні та мають більш вузьку спеціалізацію. Вони збираються конкретно під проєкт та будуть оптимізовані після його завершення. Але не залежно від підходу управління чи терміну реалізації проєктів відсутність системи вивчення та накопичення знань впливає на термін реалізації як окремих задач так і проєкту загалом.

Проблема може бути вирішена через додавання до структури підприємства відділу який буде виконувати роль аналітиків вже накопичених знань. Аналітичний відділ може виконувати роль збирання та обробки знань. Як приклад це може бути вивчення помилок при будівництві чи контрактації, звітів технагляду чи вивчення вартості проєктів. Останнє є найбільш важливою економічно та стратегічною функцією. Працівники відділу можуть мати різну кваліфікацію чи напрям діяльності залежно від призначення.

Якщо розглядати відділ як джерело поліпшень якості бюджетних проробок то заздалегідь його розвиток чи оптимізацію має бути досліджено до його створення. Спираючись на напрямок діяльності та організаційну структуру МСС можна зробити висновок що за умов функції

виконання бюджетів відділ має бути оптимізовано у декілька етапів, а його життєвий цикл складатиме близько 5 років. За умов виходу компанії МСС або АГМК на світовий ринок як інжинірингової компанії створення АВ є необхідністю.

Четвертий рік	-\$ 1 125 280	\$ 1 364 480
П'ятий рік	\$ 29 120	\$ 2 518 880

Висновки за розділом 3

Одним з варіантів вирішення проблеми з використанням аналогів промислових будівель що були побудовані більше ніж 50 років тому може стати актуалізація цін за одиничними розцінками. За допомогою наявних функцій відділів постачання чи державного реєстру цін з використанням сучасних методів ведення та аналітики баз даних можна створити необхідну базу даних де оновлення цін може реалізовуватись автоматично та без шкоди чи перевантаження моделі в цілому. Таким засобом може бути Power BI, а бази даних можливо організувати в MS Excel. Для поліпшення робочих процесів з ведення бази та одночасної роботи файли баз можна розмістити в хмарному сховищі з паралельним доступом до них. Таким чином буде забезпечено автоматичну та паралельну роботу декількох спеціалістів одночасно.

Математичну модель можливо побудувати за допомогою методів лінійної регресії та з використанням нейронних мереж. Регресійні моделі мають максимальне відхилення 48% відсотків, а вірогідність настання менше 0.1%. Стандартна похибка регресійної моделі становить близько 8%. Моделі на основі нейронних мереж мають максимальне відхилення 12% а вірогідність їх появи становить близько 3%. Середня похибка становить близько 4 %. Таким чином можна зробити висновок що обидва підходи можуть бути реалізовані. Основною проблемою у розглянутій моделі є її невеликий обсяг – 300 спостережень при 10 змінних. Така кількість є мінімальною. При наповненні моделі даними похибка буде

зменшуватись. Перелік атрибутів (регресорів) моделі є також мінімальним. У подальшій розробці моделі варто збільшити їх кількість додавши дані про площину підлог, кількість поверхів, тип заповнення огорожувальних конструкцій та інші. Всі ці заходи підвищать точність передбачування вартості будівель моделлю.

Розглянуто економічну доцільність використання моделей у бізнес процесах підприємств. За розрахунками розділу 3.4 можна зробити висновок що доцільність використання моделі та АВ починається при 4-х проектах що реалізуються компанією одночасно. В такому випадку економія складе 407 тис. доларів США на рік. За умови виконання рекомендацій з оптимізації відділу через 5 років економія сягатиме 2,5 млн. доларів США. Але винаймати та вводити в штат відділ який за 5 років майже повністю оптимізується не є ефективним та етичним. Доцільніше для розробки та ставлення процесів найняти інжинірингову або ІТ компанію для реалізації цієї мети окремим інвестиційним проектом. Як наведено у розділі 3.1 вартість цього проекту сягає 2,3 млн. доларів США за 2 роки. Після реалізації проекту компанія отримує робочу модель та може виконувати розрахунки чисельністю спеціалістів порівняно з оптимізацією АВ на 5-ому році життєвого циклу. Таким чином витрати на проект компанія відшкодує скоріше ніж за рік.

ВИСНОВКИ

Процес складання бюджету доволі складний та довгий. Сьогодні запропоновано декілька підходів до розрахування бюджетів ранніх фаз. Найточнішим методом є складання бюджету за кресленнями. Але зрілість документації на 2-ій фазі цю можливість виключає. Серед представлених популярних методів що довели свою ефективність за умов відсутності документації є оцінка за аналогами. Але виконувати таку роботу за допомогою людської праці довго, а прогнозування помилок не можливе.

Компанії що були розглянуті у кваліфікаційній роботі активно реалізують великі інвестиційні проєкти. Бюджети на різних фазах рахують переважно саме за методом аналогів. Проаналізувавши бізнес процеси створення бюджету було відмічена що незважаючи на різні підходи у управлінні компаніями, різні портфелі проєктів та стратегічні цілі вони мають одну й ту саму проблему – пошук необхідних аналогів. Було визначено що причиною цьому є відсутність системи вивчення та накопичення знань.

Задля вирішення цієї проблеми було запропоновано введення у структуру Аналітичного відділу. Відділ має основну функцію – аналітика отриманих знань компанії. Спектр цієї функції досить широкий – від вивчення помилок до створення бази реалізованих проєктів з метою їх подальшого вивчення.

Основною функцією що було розглянуто у кваліфікаційній роботі було саме створення математичної моделі, яка здатна передбачити вартість будови за певними ознаками. Так наприклад знаючи геометричні параметри будови відділ має передбачити вартість з точністю до 90-110%. Для реалізації цих цілей було побудовано дві математичні моделі за різними принципами роботи – лінійна регресія та нейронна мережа. Обидві моделі показали прийнятний результат похибок у 4 та 8%. Цей

показник є попереднім та може бути вдосконаленим за допомогою наповнення бази більшою кількістю спостережень, адже розрахунки проводились на мінімально допустимій кількості спостережень. Таким чином було теоретично доведено що є можливість створення моделі за допомогою математичних методів передбачити вартість будови не виконуючі складних креслень та розрахунків на міцність та стійкість.

Економічна доцільність використання моделі було доведено за допомогою розрахунків вартості заробітної плати фахівців у п.3.4. За умови реалізації одночасно не менше ніж 4 проєктів одночасно введення АВ у структуру компанії є цілком доцільним. Економія на заробітній платі сягає 400 тисяч доларів США. Якщо відмовитись від концепцію відділу та переслідувати мету лише поліпшення розрахунків бюджетів доцільніше розроблення моделі доручити спеціальній проєктній команді яка створить модель, базу даних та імплементує результати у структуру компанії. В такому випадку при темені реалізації проєкту протягом двох років компанія може заощадити близько 2,5 млн. доларів США на заробітній платі на рік. А окупність затрат за проєктом реалізується за 1 рік. Таким чином проєкт можна вважати швидко купним.

Концепція вивчення знань та використання їх для поліпшення процесів компанії необхідність сьогодення. Зважаючи на темпи розвитку нейронних мереж та моделей штучного інтелекту використання «ручної» праці у процесах розрахунку бюджетів у майбутні 5-7 років буде зведено до мінімумам. Таким чином впровадження системи автоматичних розрахунків є цілковитою необхідністю.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Паратнова О. Життєвий цикл організації. Модель Адізеса В.
URL: [Життєвий цикл організації. Модель В. Адізеса - ПСИХОЛОГІС \(psychologis.com.ua\)](http://psychologis.com.ua)
2. Український научно-дослідницький і проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського (УкрНДІпроектстальконструкція).
URL: [ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення міцності та стійкості](http://dbn.v.1.2-14:2018)
3. Association for the Advancement of Cost Engineering, 2024
URL: [About AACE \(aacei.org\)](http://aacei.org)
4. ПРОЦЕДУРА управління якістю оцінки вартості проектів 2023-MSS-PC-PM-000-042-00-UA, ТОВ «МЕТІНБЕСТ СІЧСТАЛЬ», 2023, с. 8-11
5. Zhengxun Jin, Jonghyeob Kim, Chang-taek Hyun Sangwon Han. Development of a Model for Predicting Probabilistic Life-Cycle Cost for the Early Stage of Public-Office Construction. Research and Development Center, PMPgM Co., Ltd., Seoul 02504, Korea. 2019 URL: www.mdpi.com/journal/sustainability
6. Neset Berkay Doğan, Bilal Umut Ayhan, Gokhan Kazar, Murathan Saygili, Yunus Emre Ayözen, Onur Behzat Tokdemir, Predicting the Cost Outcome of Construction Quality Problems Using Case-Based Reasoning (CBR), Buildings 2022.12 1946
URL: [Buildings | Free Full-Text | Predicting the Cost Outcome of Construction Quality Problems Using Case-Based Reasoning \(CBR\) \(mdpi.com\)](http://www.mdpi.com/journal/buildings)
7. Sevgi Zeynep Doğan, David Arditi, Murat Günaydın, Determining Attribute Weights in a CBR Model for Early Cost, Prediction of Structural Systems Journal of Construction Engineering and Management, Vol. 132, No. 10, October 1, 2006. ©ASCE, ISSN 0733-9364/2006/10-1092–1098/\$25.00
URL: www.mdpi.com/journal/sustainability

8. ГП «УКРПРОМЗОВНІШЕКСПЕРТИЗА», Ринок залізорудної сировини в Україні та світі: поточний стан та прогноз на 2010 рік, Київ, 2010 рік, 83-92. URL: <https://www.expert.kiev.ua/wp-content/uploads/2017/09>

9. Case Based Reasoning, ScienceDirect, 2024.
URL: [ScienceDirect | Peer-reviewed literature | Elsevier](#)

10. Neural Designer, Explainable Machine Learning Platform, 2024.
URL: [Explainable Machine Learning Platform \(neuraldesigner.com\)](https://neuraldesigner.com)

11. Tomas Olsson, Daniel Gillblad , Peter Funk, Ning Xiong. CASE-BASED REASONING FOR EXPLAINING PROBABILISTIC MACHINE LEARNING. School of Innovation, Design, and Engineering, Mälardalen University, Västerås, Sweden. 2017. № 14. URL: <https://www.researchgate.net/publication/>

12. Tomas Olsson, Daniel Gillblad , Peter Funk, Ning Xiong. CASE-BASED REASONING FOR EXPLAINING PROBABILISTIC MACHINE LEARNING. School of Innovation, Design, and Engineering, Mälardalen University, Västerås, Sweden. 2017. № 14.
URL: [\(PDF\) Case-Based Reasoning for Explaining Probabilistic Machine Learning \(researchgate.net\)](#)

13. Tomas Olsson, Daniel Gillblad , Peter Funk, Ning Xiong. CASE-BASED REASONING FOR EXPLAINING PROBABILISTIC MACHINE LEARNING. School of Innovation, Design, and Engineering, Mälardalen University, Västerås, Sweden. 2017. № 14.
URL: [\(PDF\) Case-Based Reasoning for Explaining Probabilistic Machine Learning \(researchgate.net\)](#)

14. Harry Schwarzlander. PROBABILITY CONCEPTS AND THEORY FOR ENGINEERS. Department of Electrical and Computer Engineering Syracuse University, NY, USA. 2021.

15. Rashmi Prasad, Peter R, Bredehoeft Jr. Predicting. DEVELOPMENT OF FACTORED COST ESTIMATES – AS APPLIED IN ENGINEERING, PROCUREMENT, AND CONSTRUCTION FOR THE

PROCESS INDUSTRIES. AACE International Recommended Practice No. 59R-10, 2022. URL: [Home \(aacei.org\)](http://Home(aacei.org))

16. Borja GARCÍA DE SOTO, Bryan T. ADEY. Investigation of the case-based reasoning retrieval process to estimate resources in construction projects. Institute of Construction and Infrastructure Management, ETH Zurich, Stefano-Franscini-Platz 5, Zurich, 8093, Switzerland. 2015 URL: <https://www.researchgate.net/publication/>

17. Jin, R.; Han, S.; Hyun, C.; Kim, J. Improving Accuracy of Early Stage Cost Estimation by Revising Categorical Variables in a Case-Based Reasoning Model. J. Constr. Eng. Manag. 2014, 140, 04014025. URL: [Improving Accuracy of Early Stage Cost Estimation by Revising Categorical Variables in a Case-Based Reasoning Model | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

18. Dursun, O.; Stoy, C. Conceptual Estimation of Construction Costs Using the Multistep Ahead Approach. J.Constr. Eng. Manag. 2016, 142, 04016038. URL: [Conceptual Estimation of Construction Costs Using the Multistep Ahead Approach | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

19. Koo, C.; Hong, T.; Hyun, C. The development of a construction cost prediction model with improved prediction capacity using the advanced CBR approach. Expert Syst. Appl. 2011, 38, 8597–8606. URL: [The development of a construction cost prediction model with improved prediction capacity using the advanced CBR approach | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

20. Kim, S.; Shim, J.H. Combining case-based reasoning with genetic algorithm optimization for preliminary cost estimation in construction industry. Can. J. Civ. Eng. 2014, 41, 65–73. URL: [Combining case-based reasoning with genetic algorithm optimization for preliminary cost estimation in construction industry | Request PDF \(researchgate.net\)](#)

21. Juszczak, M.; Leśniak, A. Modelling Construction Site Cost Index Based on Neural Network Ensembles. Symmetry 2019, 11, 411.

URL: [Symmetry | Free Full-Text | Modelling Construction Site Cost Index Based on Neural Network Ensembles \(mdpi.com\)](#)

22. Sonmez, R. Range estimation of construction costs using neural networks with bootstrap prediction intervals. *Expert Syst. Appl.* 2011, 38, 9913–9917.

URL: [Range estimation of construction costs using neural networks with bootstrap prediction intervals \(researchgate.net\)](#)

23. El-Haram, M.A.; Horner, R.M.W. Application of the principles of ILS to the development of cost effective maintenance strategies for existing building stock. *Constr. Manag. Econ.* 2003, 21, 283–296. URL: [Application of the principles of ILS to the development of cost effective maintenance strategies for existing building stock \(repec.org\)](#)

24. Kim, J.; Han, S.; Hyun, C. Identification and Reduction of Synchronous Replacements in Life-Cycle Cost Analysis of Equipment. *J. Manag. Eng.* 2019, 35, 04018058.

URL: [Long-term Trends in Construction Engineering and Management Research in Korea | KSCE Journal of Civil Engineering \(springer.com\)](#)

25. Caniato, M.; Andrea, G. Discriminating People's Attitude towards Building Physical Features in Sustainable and Conventional Buildings. *Energies* 2019, 12, 1429. URL: [Discriminating People's Attitude towards Building Physical Features in Sustainable and Conventional Buildings \(repec.org\)](#)

26. Sant'Anna, D.O.; Dos Santos, P.H.; Vianna, N.S.; Romero, M.A. Indoor environmental quality perception and users' satisfaction of conventional and green buildings in Brazil. *Sustain. Cities Soc.* 2018, 43, 95–110.

URL: [Analysis of the impact of a fresh air system on the indoor environment in office buildings - PMC \(nih.gov\)](#)

27. Castaldo, V.L.; Pigliatile, I.; Rosso, F.; Cotana, F.; De Giorgio, F.; Pisello, A.L. How subjective and nonphysical parameters affect occupants' environmental comfort perception. *Energy Build.* 2018, 178, 107–129. URL:

Decoding human perception for building indoor environmental comfort: Testing the Hue-Heat-Hypothesis via physiological and psychological response analysis (e3s-conferences.org)

28. Usatyi D.O., International scientific conference

“MININGMETALTECH 2023 –The mining and metals sector: integration of business, technology and education”: conference proceedings (November 29–30, 2023. Riga, the Republic of Latvia). Riga, Latvia : “Baltija Publishing”, 2023. Vol. 2, C. 331-334

URL: <https://doi.org/10.30525/978-9934-26-361-3-187>

**ДОДАТОК 1 – КОНТЕКСТНА ДИАГРАММА В НОТАЦІЇ VRMN «ЯК Є»
ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ МСС ТА АГМК**

**ДОДАТОК 2 – КОНТЕКСТНА ДИАГРАММА В НОТАЦІЇ VRMN «ЯК БУДЕ»
ДЛЯ ПІДПРИЄМСТВ МСС ТА АГМК**

ДОДАТОК 3 – ПОПЕРЕДНЯ СТРУКТУРА АНАЛІТИЧНОГО ВІДДІЛУ

**ДОДАТОК 4 – КОНТЕКСТНА ДИАГРАММА В НОТАЦІЇ VRMN «ЯК БУДЕ»
ДЛЯ ПРОЦЕСУ «АКТУАЛІЗАЦІЯ ЦІН АВ»**

**ДОДАТОК 5 – КАРТКА ПРОЄКТУ ПО ВПРОВАДЖЕННЮ АНАЛІТИЧНОЇ
МОДЕЛІ**

**ДОДАТОК 6 – КОМАНДА ПРОЄКТУ ПО ВПРОВАДЖЕННЮ
АНАЛІТИЧНОЇ МОДЕЛІ**