

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет «Будівництва, архітектури та дизайну»

(повне найменування факультету)

Кафедра «Будівельного виробництва та управління проектами»

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЄКТ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ ДЛЯ ОБСЛУГОВУВАННЯ
МЕХАНІЗОВАНОГО СКЛАДУ БРИГАДИ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ОРГАНІЗАЦІЇ У М. ЗАПОРІЖЖЯ

(назва теми)

PROJECT OF AN INDUSTRIAL FACILITY FOR SERVICING A
MECHANIZED WAREHOUSE OF A BRIGADE OF AN AGRICULTURAL
ORGANIZATION NEAR ZAPORIZHZHYA

Виконав(ла): студент ІІ курсу, групи БАД-113м

Спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)
«Промислове та цивільне будівництво»

Якушева Н. К.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Керівник Кулік М. В.

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

Рецензент

(ПРІЗВИЩЕ та ініціали)

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет _____ «Будівництво, архітектура та дизайн»
Кафедра _____ «Будівельне виробництво та управління проектами»
Ступінь вищої освіти _____ другий (магістерський)
Спеціальність _____ 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) _____ Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри БВУП, к.т.н, доц.
_____ О.М. Назаренко
« ____ » _____ 20__ року

З А В Д А Н Н Я
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

_____ ЯКУШЕВА Наталія Костянтинівна
(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)
1. Тема проєкту (роботи) _____ Проєкт промислової будівлі для обслуговування
механізованого складу бригади сільськогосподарської організації у м. Запоріжжя
Project of an industrial facility for servicing a mechanized warehouse of a brigade of
an agricultural organization near Zaporizhzhya
керівник проєкту (роботи) _____ к.т.н. доцент КУЛІК Михайло Валерійович _____,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові) затверджені
наказом закладу вищої освіти від « _____ » _____ 20__ року № _____
2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____
3. Вихідні дані до проєкту (роботи) _____ Кліматичні параметри, архітектурні
вимоги _____
_____ навантаження на фундаменти та параметри металевої колони під базу колони
наукова _____ складова _____, _____ штучний інтелект _____ у _____ будівельних
організаціях _____
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно
розробити) _____ 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-
конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Науково-
дослідний розділ _____
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень,
кількість слайдів, плакатів)
Слайди презентації, графічний матеріал 6-7 аркушів А1 розруковані на А3 з
титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	ПРИЗВИЩЕ, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
1. Архітектурно-будівельний розділ.	Кулік М.В. доцент		
2. Розрахунково-конструктивний розділ.	Кулік М.В. доцент		
3. Організаційно-технологічний розділ.	Кулік М.В. доцент		
4. Науково-дослідний розділ	Кулік М.В. доцент		
Нормоконтролер	Бобраков А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання «_____» _____ 20__ року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Срок виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Архітектурно-будівельний розділ.	1 тиждень	Розділ 1
2	Розрахунково-конструктивний розділ	2–6 тижні	Розділ 2
3	Організаційно-технологічний розділ.	7–9 тижні	Розділ 3
4	Науково-дослідний розділ	10-11 тижні	Розділ 4
4	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	
5	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
6	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

_____ Наталія ЯКУШЕВА
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

_____ Михайло КУЛІК
(підпис) (Ім'я ПРИЗВИЩЕ)

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка до дипломного проєкту містить інженерну частину з трьох розділів та науково-дослідну частину з одного розділу.

Вступна частина записки включає завдання на виконання дипломної роботи, зміст, реферат та вступ.

Основна частина складається з чотирьох розділів. У першому розділі, присвяченому архітектурно-будівельним аспектам, розглянуто вихідні дані, об'ємно-планувальне рішення, архітектурно-конструктивне рішення та теплотехнічний розрахунок будівлі.

У другому розділі, що стосується розрахунково-конструктивних питань, представлено розрахунок основ та фундаментів згідно завдання та заданих інженерно-геологічних умов та навантажень.

Третій розділ, організаційно-технологічний, охоплює порядок і обсяги будівельних робіт, необхідну техніку та розрахунок її кількості, а також розрахунок площі тимчасових будівель та забезпечення водо-, газо- та електропостачання будівельного майданчика.

Четвертий науково-дослідний розділ присвячений розробці теоретизованих засад із впровадження в структуру управління проектних організацій елементів штучного інтелекту.

Об'єкт дослідження – структура роботи будівельної, проектної організації.

Предмет дослідження – елементи штучного інтелекту в структурі організації.

Актуальність теми обумовлена необхідністю розробки оптимізаційних рішень структур будівельних організацій на базі штучного інтелекту.

Ключові слова: структура будівельних організацій, штучний інтелект, оптимізація.

ABSTRACT

An explanatory note to the diploma project includes the engineering part from three sections and the scientific research part from one section.

The introductory part of the note includes the assignment for the thesis, the abstract, the abstract and the introduction.

The main part consists of four sections. The first section, dedicated to architectural and developmental aspects, examines the output data, volumetric planning solutions, architectural and structural solutions and thermal engineering developments.

Another section, which deals with the development of structural-structural power, presents the development of the fundamentals and foundations of the tasks of engineering-geological minds and vantage.

The third section, organizational and technological, covers the order and duties of everyday work, the necessary equipment and the breakdown of quantities, as well as the breakdown of the hourly area and the provision of water, gas and electricity. Achanya of the maidan.

The fourth scientific-research section is devoted to the development of theorized ambushes from the introduction into the management structure of project organizations of elements of artificial intelligence.

The object of investigation is the structure of work of the development and design organization.

The subject of research is the elements of piece intelligence in the structure of organizations.

The relevance of these is due to the need to develop optimization solutions for the structures of everyday organizations based on individual intelligence.

Key words: structure of everyday organizations, piece intelligence, optimization.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	9
1.1 Вихідні дані для проектування.	10
1.2 Технологічний процес	10
1.3 Генеральний план (опис).....	11
1.4 Об'ємно – планувальне рішення	12
1.5 Конструктивне рішення	13
1.6 Світлотехнічний розрахунки	14
1.7 Теплотехнічний розрахунок.....	16
1.8 Оздоблювальні й спеціальні роботи	19
1.9 Санітарно-технічне встаткування.....	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	21
2.1 Навантаження на поперечну раму	21
2.2 Розрахунок плоскої рами промислової будівлі у ЛІРА-САПР.....	23
2.2.1 Розрахунок бази колони автоматизованим чином у ЛІРА-САПР	34
2.3 Визначення характеристик ґрунтів.....	57
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	60
3.1 Організація будівництва	60
3.2 Вихідні дані для проектування	61
3.3 Визначення обсягів робіт на весь період будівництва	62
3.4 Визначення трудомісткості робіт на весь період будівництва	64
3.5 Розрахунки сіткового графіка	71
3.6 Проектування будженплану	73
3.7 Розрахунки потреби в автотранспортних засобах	74
3.8 Розрахунки тимчасових будинків і споруджень на будмайданчика	77
3.9 Розрахунки складського господарства на будмайданчика.....	79
3.10 Розрахунки тимчасового водопостачання	80

3.11 Розрахунки необхідної потужності трансформатора	81
РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	84
4.1 Аналіз можливості викристання штучного інтелекту	84
4.2 Теоретизовані засади розробки штучного інтелекту через створення плагінів для Revit на базі мови програмування Python	91
4.2.1 Теоретизовані аспекти створення плагінів для Revit на базі мови програмування Python	92
4.3 Теоретичні позитивні особливості від впровадження	100
ВИСНОВОК	102
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	103

ВСТУП

Актуальність розробки Проєкту будівлі складу металу та металовиробів у м. Запоріжжя обумовлена низкою важливих економічних, соціальних та технологічних чинників. Місто Запоріжжя, як великий промисловий центр, відіграє ключову роль у розвитку металургійної галузі України. Створення сучасного складу для зберігання металу та металовиробів є важливим кроком для забезпечення ефективного функціонування цієї галузі.

Потреба у такій будівлі зумовлена наступними факторами:

З розвитком інфраструктури, будівництва та промислового виробництва в Україні зростає попит на метал та металовироби. Для задоволення цього попиту необхідні сучасні склади, що забезпечують зберігання великих обсягів продукції.

Запоріжжя має вигідне географічне положення, що забезпечує зручний доступ до основних транспортних шляхів, включаючи залізницю та автомобільні дороги. Це дозволяє ефективно організувати логістичні процеси з постачання та розподілу металопродукції.

Сучасні склади оснащені необхідним обладнанням для зберігання металу в належних умовах, що запобігає корозії та інших пошкоджень, зберігаючи якість продукції на високому рівні.

Наявність сучасного складу сприяє покращенню виробничої логістики, забезпечує безперебійне постачання матеріалів для місцевих підприємств, що сприяє підвищенню ефективності їх роботи.

Будівництво складу металу та металовиробів сприятиме залученню інвестицій у регіон, створенню нових робочих місць та розвитку місцевої економіки.

Новий склад буде спроектовано з урахуванням сучасних стандартів енергоефективності та екологічної безпеки, що забезпечить зниження витрат на енергоресурси та мінімізацію впливу на навколишнє середовище.

Таким чином, розробка Проєкту будівлі складу металу та металовиробів у м. Запоріжжя є актуальним завданням, яке відповідає потребам сучасної промисловості та сприяє економічному розвитку регіону..

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Вихідні дані для проектування.

Запроєктований об'єкт розташований у м. Запоріжжя.

Архітектурно-будівельні рішення цеху продиктовані виробничими процесами та розміщенням цеху на генеральному плані. Будівля цеху є одноповерховою з прибудовою, висота до нижнього рівня несучих конструкцій складає 8,55 м; розміри будівлі в плані — 121,2 x 36 м. Каркас будівлі виготовлений зі сталі.

Загальна стійкість будівлі забезпечується за рахунок спільної роботи вертикальних зв'язків та горизонтального диска покриття. Крок між крайніми та середніми колонами становить 6 м.

Кліматичні характеристики:

абсолютна мінімальна температура: -34°C

температура найхолоднішої доби: -25°C

температура найхолоднішої п'ятиденки: -22°C

зона вологості: 3 (суха).

Нормативний швидкісний напір вітру $W_0 = 0,38 \text{ кН/м}^2$ (ІІІ район будівництва). Нормативна вага стінового покриття $S_0 = 0,5 \text{ кН/м}^2$ (І район будівництва). Ґрунт має властивість просідання. Рельєф місцевості рівнинний, район несейсмічний.

Ступінь вогнестійкості — ІІІ.

1.2 Технологічний процес

Виробничий корпус підприємства призначений для зберігання металовиробів у закритому приміщенні.

Підйомно-транспортні операції виконуються за допомогою підвісного крана і ручних візків. У корпусі передбачені виробничі зони для ремонту агрегатів і вузлів, електрообладнання, приладів системи живлення, зарядки акумуляторів, а також для шпалерних і шиномонтажних робіт, зварювальних, слюсарних і кузовних операцій.

Постачання кисню та ацетилену для підприємства здійснюється у балонах. Запасні частини, інструменти, шини та масла зберігаються у спеціально відведених складах і коморах.

Режим роботи:

Кількість змін: 1

Спецмашини в експлуатації: 2

Загальна кількість працівників: 91, з яких 18 – робітники, 53 – водії.

У найбільш завантажену зміну працюють 18 робітників і 53 водії.

Кількість робочих постів – 3. Коефіцієнт технічної готовності – 0,85.

1.3 Генеральний план (опис)

Архітектурно-будівельні рішення для цеху враховують особливості технологічних процесів та розміщення корпусу на генеральному плані.

Генеральний план розроблено на основі варіантного аналізу розташування будівель і споруд. Відповідно до «Санітарних норм проектування промислових підприємств», це підприємство належить до 4-го класу за санітарною класифікацією машинобудівних виробництв, для якого передбачена санітарно-захисна зона шириною 100 м. У межах цієї зони житлова забудова відсутня, територія озеленена та благоустроєна.

Передбачено функціональне зонування території для основних та допоміжних виробництв, складських і енергетичних об'єктів. Основні та допоміжні виробничі зони об'єднані в блоки. Головна магістраль на майданчику має ширину 7 м, з проїзною частиною 6 м. У виробничій зоні

передбачено місце для стоянки особистого транспорту. Вхід працівників організовано через прохідну, розташовану в адміністративному корпусі.

Для забезпечення належних санітарно-гігієнічних умов праці та відпочинку працівників проєктом передбачено озеленення та благоустрій промислового майданчика і території підприємства. Ширина тротуарів на території автотранспортного підприємства становить 1,5 і 3 м, з покриттям з асфальтобетону товщиною 0,12 м.

Зелені насадження підібрані відповідно до кліматичної зони та з урахуванням вимог щодо відсутності пуху й пилку під час цвітіння; вони стійкі до виробничих забруднень і здатні затримувати пил. Серед таких рослин — горобина, береза, ялина.

Основні показники території:

Площа ділянки: 22,770 м²

Площа забудови: 4,476 м²

Коефіцієнт забудови K1: 0,2 (4,476 / 22,770)

Коефіцієнт озеленення K2: 0,3 (7,600 / 22,770)

Коефіцієнт використання території K3: 0,5 (12,076 / 22,770).

1.4 Об'ємно – планувальне рішення

У проєкті передбачені заходи щодо електробезпеки, вибухозахисту та пожежної безпеки: приміщення КТП відокремлені від інших протипожежними перегородками з межею вогнестійкості 0,75 години; двері та ворота КТП мають межу вогнестійкості 0,6 години.

Входи в приміщення облаштовані через тамбури-шлюзи з постійним повітряним підпором. Евакуація людей здійснюється через двері та ворота, що відчиняються безпосередньо назовні або через сходові клітки, які мають вихід на вулицю.

У будівлі підприємства запроектовано як природне, так і штучне освітлення. Природне освітлення розраховане за світлотехнічними нормами й здійснюється як збоку — через віконні отвори, так і зверху — через зенітні ліхтарі розміром 3 x 4 м.

Побутові та медичні послуги для працівників (роздягальні, душові, умивальники, кімнати для обеспилення, медпункт, їдальня) розташовані в адміністративному корпусі, який знаходиться на території автотранспортного підприємства.

1.5 Конструктивне рішення

Каркас будівлі виконаний зі сталі. Загальна стійкість забезпечується завдяки спільній роботі вертикальних зв'язків та горизонтального диска покриття.

Колони мають суцільний, незмінний по висоті перетин. Стіни виконані з панелей типу «сендвіч» із трьох шарів, де утеплювач з поліуретану спінюється між двома сталевими листами під час виготовлення. Панелі встановлюються вертикально та кріпляться до горизонтальних сталевих ригелів. Товщину утеплювача розраховано на основі теплотехнічних вимог.

Внутрішні стіни та перегородки зроблені з цегли товщиною 120 мм. Також застосовуються навісні залізобетонні перегородки товщиною 100 мм, які кріпляться до сталевих каркасів. Фундаменти — окремі стовпчасті під металеві колони, виконані з монолітного залізобетону.

У будівлі є вбудовані поверхи, перекриття яких здійснено збірними залізобетонними плитами шириною 1,5 м, що лежать на металевих балках. Покрівля утеплена рулонним матеріалом, товщина утеплювача визначена теплотехнічним розрахунком. Для захисту рулонного покриття від механічних ушкоджень, атмосферного впливу та пересихання передбачено шар світлого

гравію з зернами 5-15 мм, закріплений на мастиці, що також сприяє зниженню температури покрівлі.

Сходи та майданчики мають металеві огороження й розташовані зовні будівлі. Будівля має III ступінь вогнестійкості.

У цеху встановлені протипожежні перегородки з цегли з межею вогнестійкості 0,75 години, а також протипожежні перекриття для вбудованих приміщень з тією ж межею вогнестійкості.

Будівля обладнана системою опалення, яка підтримує внутрішню температуру на рівні $+18^{\circ}\text{C}$. Для захисту від агресивного впливу виробничого середовища та повітря, у проєкті передбачено оцинкування заставних та з'єднувальних елементів для кріплення огорожувальних конструкцій, а також гідроізоляцію надземних частин стін цементно-піщаним шаром завтовшки 30 мм.

1.6 Світлотехнічний розрахунки

Нормоване значення КЕО (16Н) при бічному світлі:

Початкове значення: $16\text{H}=0.5 \times 0.9 \times 0.75=0.33\%$

З урахуванням збільшення: $16\text{H}'=0.33 \times 1.11=0.3663\%$

Перерахунок нормованого значення КЕО (16Н) при верхньому світлі:

Початкове значення: $16\text{H}=2 \times 0.9 \times 0.85=1.53\%$

З урахуванням збільшення: $16\text{H}'=1.53 \times 1.11=1.6983\%$

Перерахунок коефіцієнта запасу (K_z):

Початкове значення: $K_z=1.3$ $K_z = 1.3$ $K_z=1.3$

З урахуванням збільшення: $K_z'=1.3 \times 1.11=1.443$

Перерахунок загального коефіцієнта світлопропускання (τ_0):

Початкове значення: $\tau_0=0.46$

З урахуванням збільшення: $\tau_0'=0.46 \times 1.11=0.5106$

Перерахунок коефіцієнта, що враховує затінення для бічного світла (r1):

Початкове значення: $r1 = 1.5r1 = 1.5r1 = 1.5$

З урахуванням збільшення: $r1' = 1.5 \times 1.11 = 1.665$
 $r1' = 1.5 \times 1.11 = 1.665$

Перерахунок коефіцієнта, що враховує затінення для верхнього світла (r2):

Початкове значення: $r2 = 1.31r2 = 1.31r2 = 1.31$

З урахуванням збільшення: $r2' = 1.31 \times 1.11 = 1.4541$

Світлова характеристика вікна (η_0) та ліхтаря (η_ϕ):

Початкове значення: $\eta_0 = 12$

З урахуванням збільшення: $\eta_0' = 12 \times 1.11 = 13.32$

Початкове значення: $\eta_\phi = 6.8$

З урахуванням збільшення: $\eta_\phi' = 6.8 \times 1.11 = 7.548$

Розрахунок відношення площі вікон до площі підлоги при бічному світлі (S_o / S_n):

Початкова формула: $100 \times S_o S_n = (16H \times K_z \times \eta_0) (\tau_0 \times r1) \times K_{зд} 100$

Підставляємо оновлені значення:

$100 \times S_o S_n = (0.3663 \times 1.443 \times 13.32) (0.5106 \times 1.665) = 9.889\%$

Розрахунок відношення площі світлових прорізів при верхньому світлі до площі приміщення (S_ϕ / S_n):

Початкова формула: $100 \times S_\phi S_n = (16H \times K_z \times \eta_\phi) (\tau_0 \times r2 \times K_\phi) 100$

Підставляємо оновлені значення:

$100 \times S_\phi S_n = (1.6983 \times 1.443 \times 7.548) (0.5106 \times 1.4541 \times 1.221) = 22.655\%$

Розрахунок необхідної площі віконного прорізу (S_o):

Початкова формула: $S_o = (9.889 \times 108) 100 = 10.679 \text{ м}^2$

Розрахунок необхідної площі світлових прорізів при верхньому світлі (S_ϕ):

Початкова формула: $S_\phi = (22.655 \times (18 \times 6)) 100 = 24.46 \text{ м}^2$

1.7 Теплотехнічний розрахунок

Розрахунки конструкцій, що обгороджують, будинку:

1. Стінова панель

Таблиця 1.1 - Кліматичні параметри для м. Запоріжжя.

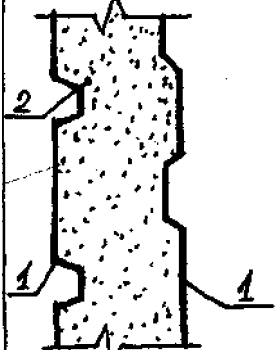
№ п/п	Розрахункова зимова температура	Значення
1.	Абсолютна мінімальна	-34°C
2.	Найбільш холодної доби	-25°C
3.	Найбільш холодної п'ятиденки	-22°C
4.	Зона вологості	суха

Таблиця 1.2 - Мікроклімат приміщення виробничого будинку

№ п/п	Найменування	Значення	Обґрунтування
1.	Розрахункова температур. внутрішнього повітря	$t_{в} = 18^{\circ}\text{C}$	ДЕРЖСТАНДАРТ 12.1.005
2.	Вологість повітря	до 60%	Задається в проекті
3.	Влажностний режим приміщення	норм.	Табл. 6 (2)
4.	Умови експлуатації	Б	Табл. 7 (2)

Таблиця 1.3 - Конструкція стіни й розрахункові коефіцієнти

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів				Розрахунковий коефіцієнт	
	№ шару	Матеріал	ρ кг/м ³	Тов. щ. м	λ Вт/(м ^{2*o} с)	S, Вт/(м ^{2*o} с)
	1	Сталевий профільований аркуш	7800	0,01	58	126,5

	2	Утеплювач пінополістріол	400	0,1	0,033	0,7
---	---	-----------------------------	-----	-----	-------	-----

Необхідний опір теплопередачі:

$$R^{TP}_0 = 2,5$$

Визначаємо термічні опори окремих шарів:

$$R_1 = \delta_1 / \lambda_1 = 0,01/58 = 0,0002 \text{ м}^2\text{°з} / \text{Вт}$$

$$R_2 = \delta_2 / \lambda_2 = 0,1/0,033 = 3,03 \text{ м}^2\text{°з} / \text{Вт}$$

Тоді загальний опір теплопередачі огороження:

$$R_0 = R_B + \sum r_i + R_H$$

R_B - опір теплосприйняття;

R_H - опір тепловіддачі;

λ - коефіцієнт теплопровідності матеріалу, $\text{Вт} / \text{м}^2 \text{°з}$;

δ - товщина огороження, м;

$$R_B = 1 / \alpha_B; \quad R_H = 1 / \alpha_H;$$

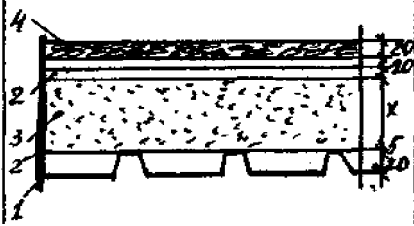
де: α_B - коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні

α_H - коефіцієнт тепловіддачі для зимових умов зовнішньої поверхні.

$$R_0 = (1/\alpha_B) + R_1 + R_2 + R_3 + (1/\alpha_H) = 1/8,7 + 2 \cdot 0,0002 + 3,03 + 1/23 = 3,18 \text{ Вт} / \text{м}^2 \text{°з}$$

З порівняння $R_0 = 1,76 > R^{TP}_0 = 1,5$ випливає, що необхідна умова дотримується, тобто прийнята конструкція стіни задовольняє теплотехнічним вимогам.

Таблиця 1.4 - Розрахунки товщини утеплювача покриття

Ескіз	Характеристика шарів				Коэф., λ Вт/м ² ° з
	№ шар у	Матеріал	Товщ. м	S, Вт/м ² ° з	
	1.	Сталевий профільований шар	0,01	58	126,5
	2.	Руберойд	0,025	0,17	3,53
	3.	Утеплювач – мінераловатні плити $\gamma = 200$ кг/м	x	0,08	1,11
	4.	Гравій	0,02	0,23	3,6

Необхідний опір теплопередачі покриття становить:

$$R^{TP}_0 = 2,1 \text{ м}^2\text{°з /Вт}$$

Термічний опір усієї конструкції, що обгороджує, при невідомій товщині шару, що утеплює, і $\alpha_n = 23 \text{ Вт/м}^2 \text{ з}$ і розрахункових коефіцієнтів визначаємо з вираження:

$$R_0 = (1 / \alpha_b) + (\delta_1 / \lambda_1) + (\delta_2 / \lambda_2) + (\delta_3 / \lambda_3) + (\delta_4 / \lambda_4) + (1 / \lambda_H) =$$

$$= (1/8,7) + (0,01/58) + (0,025 / 0,17) + (x / 0,08) + (0,02/0,23) + (1/23)$$

т.к. виходячи з вимог фактичний опір теплопередачі слід ухвалювати не менш необхідного опору теплопередачі R^{TP}_0 , тобто з вираження $R_0 = R^{TP}_0$ визначаємо товщину шару, що утеплює:

$$(1/8,7) + (0,01/58) + (0,025 / 0,17) + (x / 0,08) + (0,02/0,23) + (1/23) = 2,5$$

$$0,392 + (x / 0,08) = 2,5$$

$$x / 0,08 = 2,1$$

$$x = 0,08 \cdot 2,1 = 0,168 \text{ м}$$

$$x = 170 \text{ мм}$$

Отже покриття покрівельне з, що утеплює шаром з мінераловатних плит $\gamma = 200 \text{ кг/м}$ товщиною 0,17 м задовольняє теплотехнічним вимогам.

1.8 Оздоблювальні й спеціальні роботи

Оскільки каркас будівлі виконаний із металу, конструкції проходять ґрунтування безпосередньо на заводі-виробнику. Після цього на заґрунтовану поверхню наноситься антикорозійне покриття у вигляді емалі.

Сталеві віконні рами, сходи та майданчики пофарбовані емаллю ПФ-115 у два шари на ґрунт, колір — коричневий. Двері та ворота також покриті емаллю ПФ-115.

Для панелей фасаду використано двоколірне рішення: верхня частина фасаду забарвлена у бежевий колір, нижня — у темно-коричневий. Стінові панелі цоколя та рами воріт оброблені простою штукатуркою та пофарбовані емаллю КЧ-728 у темно-сірий колір.

Таблиця 1.5 - Відомість внутрішньої обробки приміщень

Найменування приміщення	Покриття підлоги	Поток	Стіни й перегородки
Відділення мех. доробки, підготовки термопл. м-лов, таблетирования, підготовки склопластиків, поліуретану, уч- до пластмас, склад пресоматеріалів	Мозаїчне (бетон + дрібний граніт)	Фарбування емаллю ПФ 1126	Фарбування по штукатурці емаллю ПФ 115
Венткамери, ППА, коридори: КТП	Цементно-бетонне	Вапняна побілка	-
Холодильна станція, операторна СТОСІВ	Мозаїчне	Фарбування емаллю 1126	-
Санвузол	Плитка керамічна	Фарбування емаллю	Облицювання плитами з мармуру

Керамічні плитки, застосовувані в санвузлі мають рифлену поверхню.

Виконується гідроізоляція стін надземної частини будинку із шару цементно-піщаного розчину товщиною 30 мм.

1.9 Санітарно-технічне встаткування

У проєктованому приміщенні передбачено гаряче і холодне водопостачання, яке підключається до існуючої міської водомережі.

Стічні води з території підприємства відводяться закритими підземними каналізаційними системами. Побутова каналізація відводить воду з санітарних приладів, а хімічно забруднені стоки вивозяться автоцистернами на діючу станцію нейтралізації підприємства. Для відведення дощової води з даху встановлено водоприймальні лійки для внутрішнього стоку.

Опалення забезпечується місцевими сталевими радіаторами. Система опалення — однотрубна вертикальна тупикова, з водяним теплоносієм температурою 130/70°C.

Вентиляція здійснюється місцевими витяжками від технологічного обладнання з очищенням повітря у фільтрах, а також загальнообмінною вентиляцією з верхньої зони. Приточна вентиляція і кондиціонування — механічні.

Освітлення забезпечується природним світлом через вікна та зенітні ліхтарі, а також штучним — за допомогою люмінесцентних ламп.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Навантаження на поперечну раму

1. Постійні навантаження

Гідроізоляційне покрівельне покриття: характеристичне значення —
 $0,5 \text{ кН/м}^2$,

коефіцієнт надійності — 1,3,

розрахункове навантаження — $0,715 \text{ кН/м}^2$.

Цементно-піщана підготовка (товщина 15 мм): характеристичне
значення — $0,35 \text{ кН/м}^2$,

коефіцієнт надійності — 1,3, р

оерахункове навантаження — $0,39 \text{ кН/м}^2$.

Утеплювач (пінополістирол, товщина 170 мм): характеристичне
значення — $0,6 \text{ кН/м}^2$,

коефіцієнт надійності — 1,3,

розрахункове навантаження — $0,78 \text{ кН/м}^2$.

Сталевий профільований лист: характеристичне значення — $0,13 \text{ кН/м}^2$,

коефіцієнт надійності — 1,05,

розрахункове навантаження — $0,14 \text{ кН/м}^2$.

Підсумок постійного навантаження:

$$\Sigma g = 2,01 \text{ кН/м}^2$$

2. Снігове навантаження

Снігове навантаження на покрівлю: $S_m = 1,154 \text{ кН/м}^2$

$$S_{ch} = 6,58 \text{ кН/м}$$

Розрахунок зусиль:

$$\text{Крайова зона: } F_{ch.kp} = 59,2 \text{ кН}$$

$$M_{sk} = 2,96 \text{ кН}$$

$$\text{Середня зона: } F_{ch.cp} = 118,4 \text{ кН}$$

3. Навантаження покриття

Загальне навантаження $q_p=12,1$ кН/м

Крайова зона: $F_{п.кр}=108,9$ кН

Середня зона: $F_{п.ср}=217,8$ кН

4. Власна вага елементів конструкції

Власна вага колони: 4,82 кН

Власна вага сталеві ферми покриття: 2,4 кН

Власна вага стінового огороження: 19,9 кН,
момент $M_{ст.п.}=5,48$ кН

5. Снігове навантаження для різних завантажень

Завантаження 1: $F_1=134,8$ кН, $F_2=225$ кН, $M_1=11$ кН

Завантаження 2: $F_{сн.кр}=5,92$ т, $F_{сн.ср}=11,84$ т, $M_{сн}=0,3$ т

6. Вітрове навантаження

Розрахунок вітрового навантаження: при $H_0/L_0=8,4/36$ та тип місцевості І.

Значення по висоті:

На висоті 2 м: $\omega h_2=3,8$ кН/м

На висоті 5 м: $\omega h_5=4,9$ кН/м

На висоті 8,15 м: $\omega h_{8,15}=5,5$ кН/м

На висоті 9,04 м: $\omega h_{9,04}=5,77$ кН/м

Еквівалентне навантаження $\omega_{екв}=4,91$ кН/м

7. Завантаження 3 та 4 (вітрове навантаження з різних боків)

Вітрове навантаження:

Зліва направо: $W=0,63$ т, $W'=0,31$ т, $\omega_{екв}=0,49$ т/м .

Справа наліво: аналогічно.

8. Навантаження підвісного крана

Мінімальне навантаження: $F_{min}^{[f_0]}=2,6$ т

Максимальне навантаження: $F_{max}^{[f_0]}=8,8$ т

2.2 Розрахунок плоскої рами промислової будівлі у ЛІРА-САПР

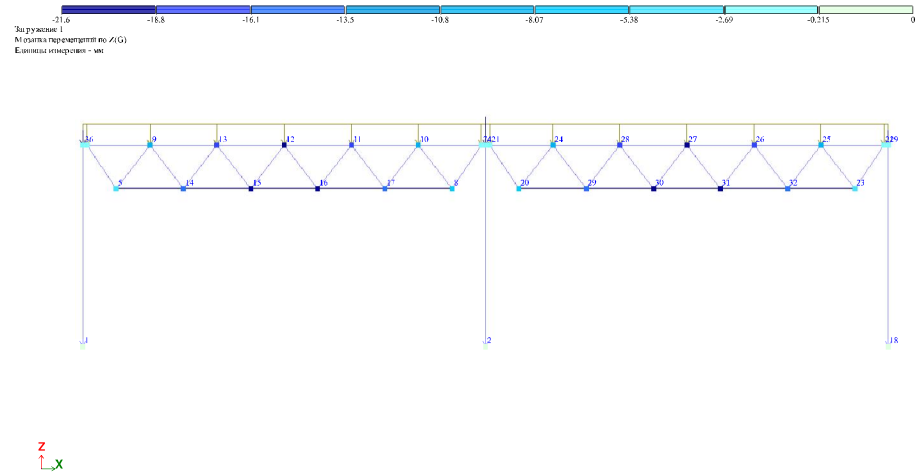


Рисунок 2.1 – Переміщення вздовж осі Z

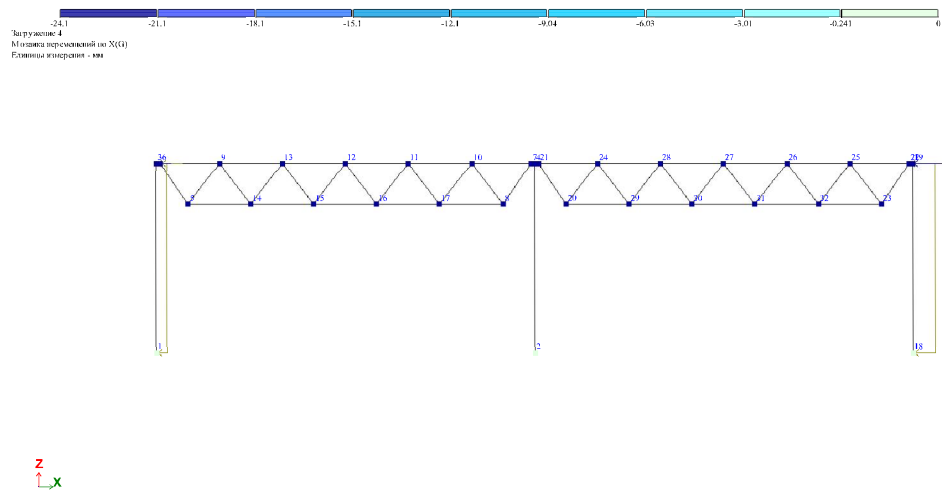


Рисунок 2.2 – Переміщення вздовж осі x

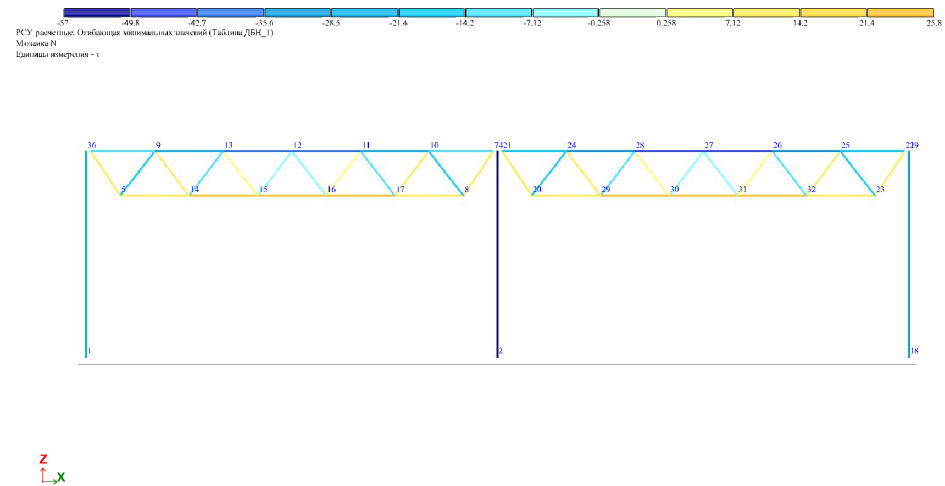


Рисунок 2.3 – Мозаика напряг N

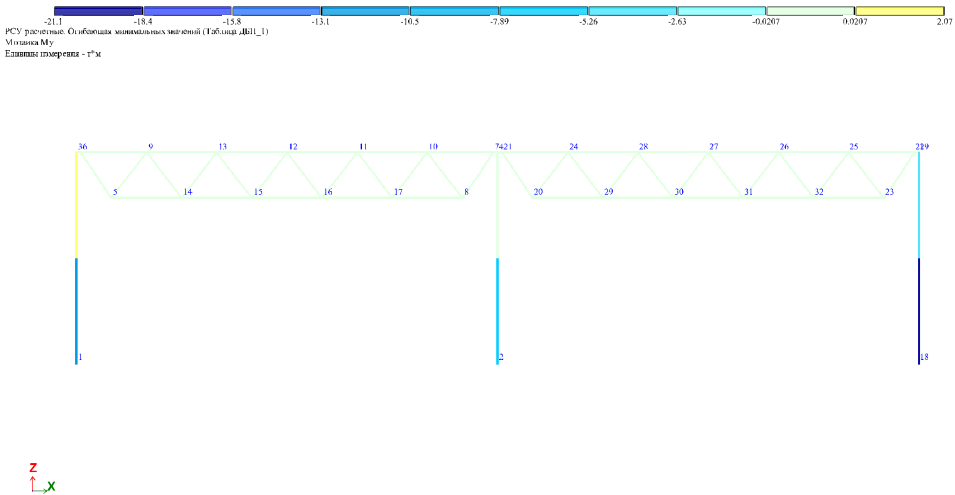


Рисунок 2.4 – Мозаика напряг Mu

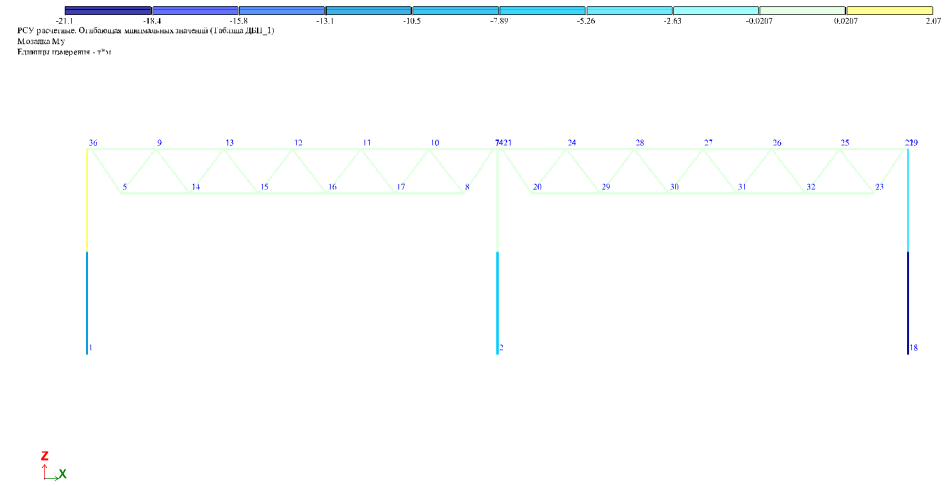


Рисунок 2.5 – Мозаика напряг Mu

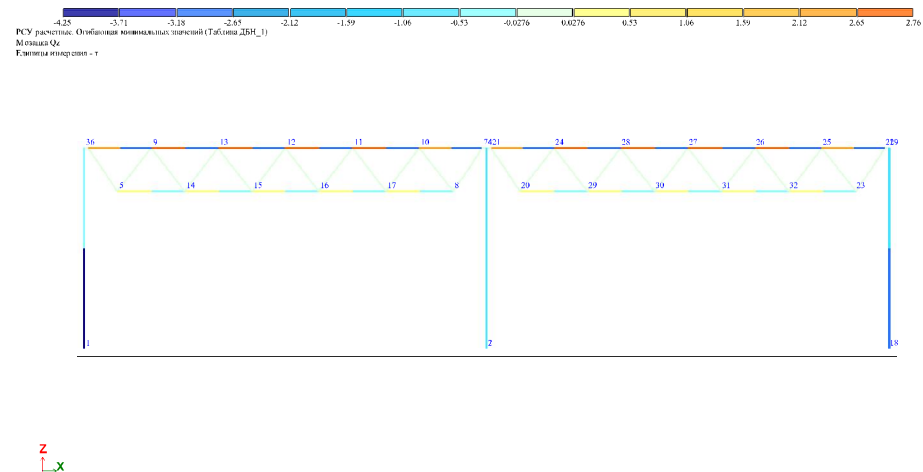


Рисунок 2.6 – Мозаїка напруг Qz

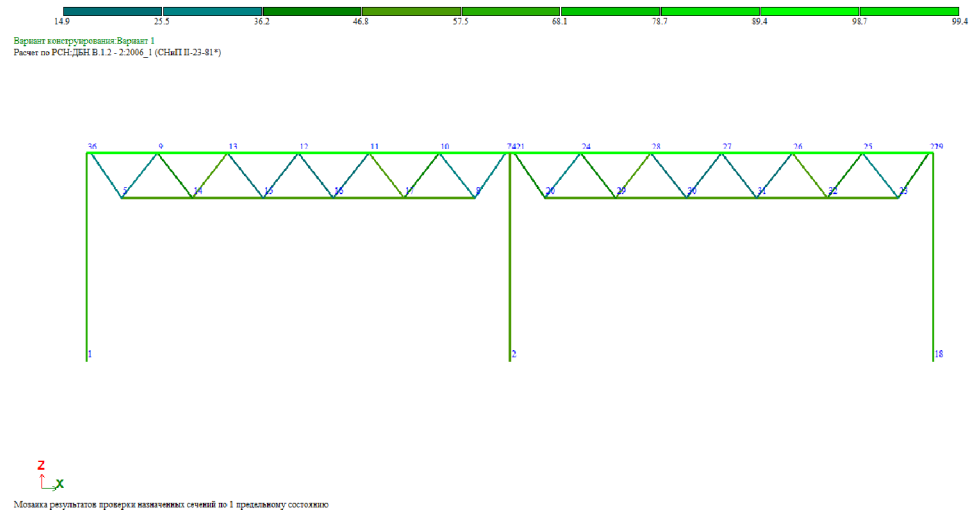


Рисунок 2.7 – Мозаїка перевірки по 1ПС у % несучої здатності

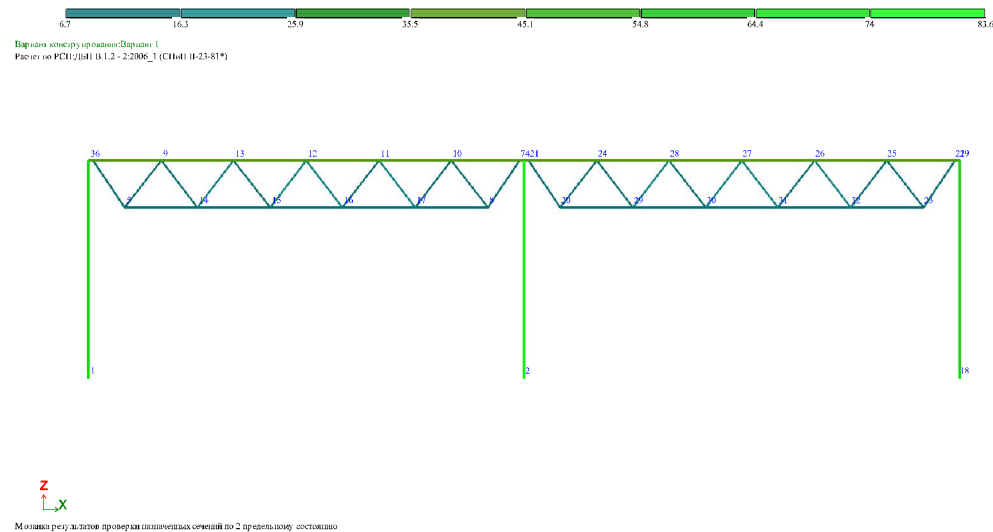


Рисунок 2.8 – Мозаїка перевірки по 2ПС у % несучої здатності

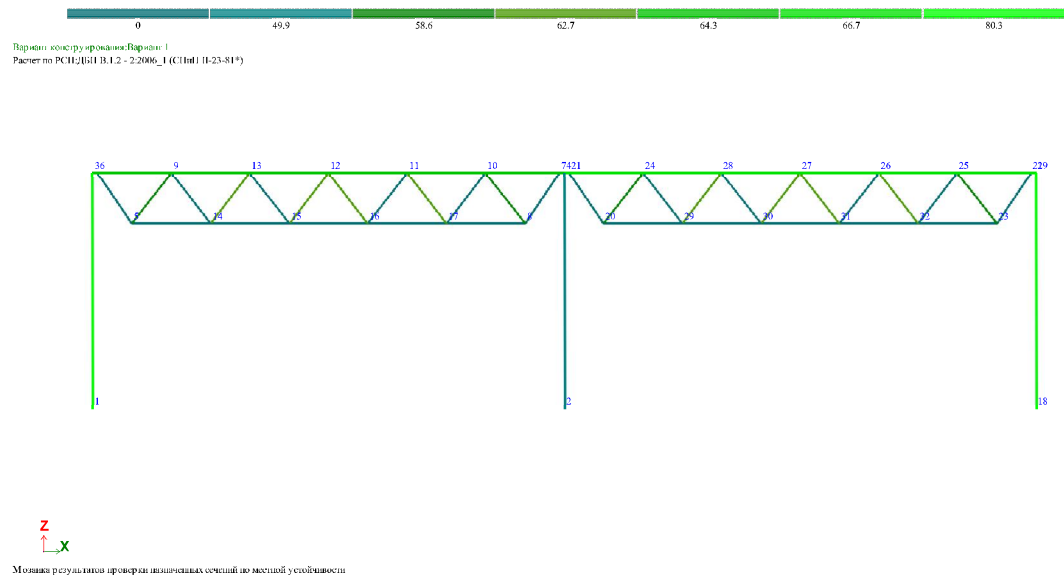


Рисунок 2.9 – Мозаика місцевої стійкості у % несучої здатності

Таблица
РСУ

№ элем	№ сечен	№ столбца	Кран/сейсм	Группа РСУ	Критерий	Усилия		№№ загруз
						N (т)	Qz (т)	
5	1	2	-	A1	2	- 9,381	2,592	1 2
5	1	1	-	A1	13	- 9,708	2,685	1 2
5	1	2	К	B1	2	- 10,376	2,592	1 2 3 4 6
5	2	2	-	A1	2	- 9,381	2,592	1 2
5	2	1	-	A1	14	- 9,708	2,685	1 2
5	2	2	К	B1	2	- 10,376	2,592	1 2 3 4 6
6	1	2	-	A1	2	- 9,381	2,592	1 2
6	1	1	-	A1	13	- 9,708	2,685	1 2
6	1	2	К	B1	2	- 10,376	2,592	1 2 3 4 6
6	2	2	-	A1	2	- 9,381	2,592	1 2
6	2	1	-	A1	14	- 9,708	2,685	1 2
6	2	2	К	B1	2	- 10,376	2,592	1 2 3 4 6
7	1	2	-	A1	2	- 26,694	2,758	1 2
7	1	1	-	A1	13	- 27,627	2,856	1 2
7	1	2	К	B1	2	- 27,688	2,758	1 2 3 4 6
7	2	2	-	A1	2	- 26,694	2,758	1 2
7	2	1	-	A1	14	- 27,627	2,856	1 2
7	2	2	К	B1	2	- 27,688	2,758	1 2 3 4 6
8	1	1	-	A1	2	- 36,647	2,856	1 2

8	1	2	K	B1	2	-	-	1 2
8	2	1	-	A1	2	36,403	2,758	3 4 6
8	2	2	K	B1	2	-	-	1 2
9	1	2	-	A1	2	36,647	2,856	1 2
9	1	1	-	A1	13	26,694	2,758	1 2
9	1	2	K	B1	2	-	-	1 2
9	2	2	-	A1	2	27,627	2,856	3 4 6
9	2	1	-	A1	14	27,688	2,758	1 2
9	2	2	K	B1	2	-	-	1 2
10	1	1	-	A1	2	26,694	2,758	3 4 6
10	1	2	K	B1	2	-	-	1 2
10	2	1	-	A1	2	36,647	2,856	1 2
10	2	2	K	B1	2	-	-	1 2
11	1	1	-	A1	1	36,403	2,758	3 4 6
11	1	1	-	A1	13	-	-	1 2
11	2	1	-	A1	1	36,647	2,856	1 2
11	2	1	-	A1	14	17,512	0,013	1 2
12	1	1	-	A1	2	11,615	0,013	1
12	1	1	-	A1	13	-	-	1 2
12	2	1	-	A1	2	17,473	0,013	1 2
12	2	1	-	A1	14	-	-	1
12	2	1	-	A1	14	11,576	0,013	1 2
13	1	1	-	A1	2	-	-	1
13	1	1	-	A1	13	18,191	0,015	1 2
13	2	1	-	A1	2	12,028	0,015	1
13	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
14	1	1	-	A1	1	18,152	0,015	1
14	1	1	-	A1	13	11,989	0,015	1 2
14	2	1	-	A1	1	-	-	1
14	2	1	-	A1	13	11,131	0,007	1 2
15	1	1	-	A1	13	7,388	0,007	1
15	2	1	-	A1	1	-	-	1 2
15	2	1	-	A1	14	11,114	0,007	1
16	1	1	-	A1	2	7,371	0,007	1 2
16	1	1	-	A1	13	-	-	1
16	2	1	-	A1	2	11,006	0,007	1 2
16	2	1	-	A1	14	-	-	1
16	2	1	-	A1	14	7,263	0,007	1 2
16	2	1	-	A1	14	10,989	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
16	2	1	-	A1	14	7,246	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	3,758	0,007	1 2
16	2	1	-	A1	14	2,510	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	3,741	0,007	1 2
16	2	1	-	A1	14	2,493	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
16	2	1	-	A1	14	3,616	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
16	2	1	-	A1	14	2,368	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
16	2	1	-	A1	14	3,632	0,007	1
16	2	1	-	A1	14	-	-	1 2
16	2	1	-	A1	14	2,385	0,007	1

17	1	1	-	A1	2	-	3,616	0,007	1 2
17	1	1	-	A1	13	-	2,368	0,007	1
17	2	1	-	A1	2	-	3,632	0,007	1 2
17	2	1	-	A1	14	-	2,385	0,007	1
18	1	1	-	A1	1	-	3,741	0,007	1 2
18	1	1	-	A1	13	-	2,493	0,007	1
18	2	1	-	A1	1	-	3,758	0,007	1 2
18	2	1	-	A1	14	-	2,510	0,007	1
19	1	1	-	A1	2	-	10,989	0,007	1 2
19	1	1	-	A1	13	-	7,246	0,007	1
19	2	1	-	A1	2	-	11,006	0,007	1 2
19	2	1	-	A1	14	-	7,263	0,007	1
20	1	1	-	A1	1	-	11,114	0,007	1 2
20	1	1	-	A1	13	-	7,371	0,007	1
20	2	1	-	A1	1	-	11,131	0,007	1 2
20	2	1	-	A1	14	-	7,388	0,007	1
21	1	1	-	A1	2	-	18,191	0,015	1 2
21	1	1	-	A1	13	-	12,028	0,015	1
21	2	1	-	A1	2	-	18,152	0,015	1 2
21	2	1	-	A1	14	-	11,989	0,015	1
22	1	1	-	A1	1	-	17,473	0,013	1 2
22	1	1	-	A1	13	-	11,576	0,013	1
22	2	1	-	A1	1	-	17,512	0,013	1 2
22	2	1	-	A1	14	-	11,615	0,013	1
23	1	1	-	A1	1	-	20,956	0,039	1 2
23	1	1	-	A1	13	-	13,868	0,039	1
23	2	1	-	A1	1	-	20,956	0,039	1 2
23	2	1	-	A1	14	-	13,868	0,039	1
24	1	1	-	A1	1	-	34,486	0,039	1 2
24	1	1	-	A1	13	-	22,820	0,039	1
24	2	1	-	A1	1	-	34,486	0,039	1 2
24	2	1	-	A1	14	-	22,820	0,039	1
25	1	1	-	A1	1	-	38,996	0,039	1 2
25	1	1	-	A1	13	-	25,803	0,039	1
25	2	1	-	A1	1	-	38,996	0,039	1 2
25	2	1	-	A1	14	-	25,803	0,039	1
26	1	1	-	A1	1	-	34,486	0,039	1 2

26	1	1	-	A1	13	22,820	0,039	1
26	2	1	-	A1	1	34,486	0,039	1 2
26	2	1	-	A1	14	22,820	0,039	1
27	1	1	-	A1	1	20,956	0,039	1 2
27	1	1	-	A1	13	13,868	0,039	1
27	2	1	-	A1	1	20,956	0,039	1 2
27	2	1	-	A1	14	13,868	0,039	1
31	1	2	-	A1	2	9,381	2,592	1 2
31	1	1	-	A1	13	9,708	2,685	1 2
31	1	2	K	B1	2	17,371	2,592	1 2 4 5 6
31	2	2	-	A1	2	9,381	2,592	1 2
31	2	1	-	A1	14	9,708	2,685	1 2
31	2	2	K	B1	2	17,371	2,592	1 2 4 5 6
32	1	2	-	A1	2	9,381	2,592	1 2
32	1	1	-	A1	13	9,708	2,685	1 2
32	1	2	K	B1	2	17,371	2,592	1 2 4 5 6
32	2	2	-	A1	2	9,381	2,592	1 2
32	2	1	-	A1	14	9,708	2,685	1 2
32	2	2	K	B1	2	17,371	2,592	1 2 4 5 6
33	1	2	-	A1	2	26,694	2,758	1 2
33	1	1	-	A1	13	27,627	2,856	1 2
33	1	2	K	B1	2	34,684	2,758	1 2 4 5 6
33	2	2	-	A1	2	26,694	2,758	1 2
33	2	1	-	A1	14	27,627	2,856	1 2
33	2	2	K	B1	2	34,684	2,758	1 2 4 5 6
34	1	2	-	A1	2	35,409	2,758	1 2
34	1	1	-	A1	13	36,647	2,856	1 2
34	1	2	K	B1	2	43,399	2,758	1 2 4 5 6
34	2	2	-	A1	2	35,409	2,758	1 2
34	2	1	-	A1	14	36,647	2,856	1 2
34	2	2	K	B1	2	43,399	2,758	1 2 4 5 6
35	1	2	-	A1	2	26,694	2,758	1 2
35	1	1	-	A1	13	27,627	2,856	1 2
35	1	2	K	B1	2	34,684	2,758	1 2 4 5 6
35	2	2	-	A1	2	26,694	2,758	1 2
35	2	1	-	A1	14	27,627	2,856	1 2
35	2	2	K	B1	2	34,684	2,758	1 2 4 5 6

36	1	2	-	A1	2	-	35,409	2,758	1 2
36	1	1	-	A1	13	-	36,647	2,856	1 2
36	1	2	K	B1	2	-	43,399	2,758	1 2 4 5 6
36	2	2	-	A1	2	-	35,409	2,758	1 2
36	2	1	-	A1	14	-	36,647	2,856	1 2
36	2	2	K	B1	2	-	43,399	2,758	1 2 4 5 6
37	1	2	-	A1	1	-	16,923	0,013	1 2
37	1	1	-	A1	13	-	11,615	0,013	1
37	1	2	K	B1	1	-	29,332	0,013	1 2 5 6
37	2	2	-	A1	1	-	16,884	0,013	1 2
37	2	1	-	A1	14	-	11,576	0,013	1
37	2	2	K	B1	1	-	29,293	0,013	1 2 5 6
38	1	1	-	A1	2	-	18,191	0,015	1 2
38	1	1	-	A1	13	-	12,028	0,015	1
38	1	2	K	B1	2	-	18,102	0,015	1 2 6
38	2	1	-	A1	2	-	18,152	0,015	1 2
38	2	1	-	A1	14	-	11,989	0,015	1
38	2	2	K	B1	2	-	18,064	0,015	1 2 6
39	1	2	-	A1	1	-	10,757	0,007	1 2
39	1	1	-	A1	13	-	7,388	0,007	1
39	1	2	K	B1	1	-	11,285	0,007	1 2 6
39	2	2	-	A1	1	-	10,740	0,007	1 2
39	2	1	-	A1	14	-	7,371	0,007	1
39	2	2	K	B1	1	-	11,268	0,007	1 2 6
40	1	2	-	A1	2	-	10,632	0,007	1 2
40	1	1	-	A1	13	-	7,263	0,007	1
40	1	2	K	B1	2	-	11,159	0,007	1 2 6
40	2	2	-	A1	2	-	10,615	0,007	1 2
40	2	1	-	A1	14	-	7,246	0,007	1
40	2	2	K	B1	2	-	11,142	0,007	1 2 6
41	1	2	-	A1	1	-	3,633	0,007	1 2
41	1	1	-	A1	13	-	2,510	0,007	1
41	1	2	K	B1	1	-	4,161	0,007	1 2 6
41	2	2	-	A1	1	-	3,616	0,007	1 2
41	2	1	-	A1	14	-	2,493	0,007	1
41	2	2	K	B1	1	-	4,144	0,007	1 2 6
42	1	2	-	A1	2	-	3,491	0,007	1 2

42	1	1	-	A1	13	-	2,368	0,007	1
42	1	2	K	B1	2	-	4,019	0,007	1 2 6
42	2	2	-	A1	2	-	3,508	0,007	1 2
42	2	1	-	A1	14	-	2,385	0,007	1
42	2	2	K	B1	2	-	4,036	0,007	1 2 6
43	1	2	-	A1	2	-	3,491	0,007	1 2
43	1	1	-	A1	13	-	2,368	0,007	1
43	1	2	K	B1	2	-	4,019	0,007	1 2 5
43	2	2	-	A1	2	-	3,508	0,007	1 2
43	2	1	-	A1	14	-	2,385	0,007	1
43	2	2	K	B1	2	-	4,036	0,007	1 2 5
44	1	2	-	A1	1	-	3,616	0,007	1 2
44	1	1	-	A1	13	-	2,493	0,007	1
44	1	2	K	B1	1	-	4,144	0,007	1 2 5
44	2	2	-	A1	1	-	3,633	0,007	1 2
44	2	1	-	A1	14	-	2,510	0,007	1
44	2	2	K	B1	1	-	4,161	0,007	1 2 5
45	1	2	-	A1	2	-	10,615	0,007	1 2
45	1	1	-	A1	13	-	7,246	0,007	1
45	1	2	K	B1	2	-	11,142	0,007	1 2 5
45	2	2	-	A1	2	-	10,632	0,007	1 2
45	2	1	-	A1	14	-	7,263	0,007	1
45	2	2	K	B1	2	-	11,159	0,007	1 2 5
46	1	2	-	A1	1	-	10,740	0,007	1 2
46	1	1	-	A1	13	-	7,371	0,007	1
46	1	2	K	B1	1	-	11,268	0,007	1 2 5
46	2	2	-	A1	1	-	10,757	0,007	1 2
46	2	1	-	A1	14	-	7,388	0,007	1
46	2	2	K	B1	1	-	11,285	0,007	1 2 5
47	1	1	-	A1	2	-	18,191	0,015	1 2
47	1	1	-	A1	13	-	12,028	0,015	1
47	1	2	K	B1	2	-	18,102	0,015	1 2 5
47	2	1	-	A1	2	-	18,152	0,015	1 2
47	2	1	-	A1	14	-	11,989	0,015	1
47	2	2	K	B1	2	-	18,064	0,015	1 2 5
48	1	2	-	A1	1	-	16,884	0,013	1 2
48	1	1	-	A1	13	-	11,576	0,013	1

48	1	2	K	B1	1	29,293	0,013	1 2 5 6
48	2	2	-	A1	1	16,923	0,013	1 2
48	2	1	-	A1	14	11,615	0,013	1
48	2	2	K	B1	1	29,332	0,013	1 2 5 6
49	1	2	-	A1	1	20,247	0,039	1 2
49	1	1	-	A1	13	13,868	0,039	1
49	1	2	K	B1	1	27,228	0,039	1 2 5 6
49	2	2	-	A1	1	20,247	0,039	1 2
49	2	1	-	A1	14	13,868	0,039	1
49	2	2	K	B1	1	27,228	0,039	1 2 5 6
50	1	2	-	A1	1	33,319	0,039	1 2
50	1	1	-	A1	13	22,820	0,039	1
50	1	2	K	B1	1	40,300	0,039	1 2 5 6
50	2	2	-	A1	1	33,319	0,039	1 2
50	2	1	-	A1	14	22,820	0,039	1
50	2	2	K	B1	1	40,300	0,039	1 2 5 6
51	1	2	-	A1	1	37,677	0,039	1 2
51	1	1	-	A1	13	25,803	0,039	1
51	1	2	K	B1	1	44,658	0,039	1 2 5 6
51	2	2	-	A1	1	37,677	0,039	1 2
51	2	1	-	A1	14	25,803	0,039	1
51	2	2	K	B1	1	44,658	0,039	1 2 5 6
52	1	2	-	A1	1	33,319	0,039	1 2
52	1	1	-	A1	13	22,820	0,039	1
52	1	2	K	B1	1	40,300	0,039	1 2 5 6
52	2	2	-	A1	1	33,319	0,039	1 2
52	2	1	-	A1	14	22,820	0,039	1
52	2	2	K	B1	1	40,300	0,039	1 2 5 6
53	1	2	-	A1	1	20,247	0,039	1 2
53	1	1	-	A1	13	13,868	0,039	1
53	1	2	K	B1	1	27,228	0,039	1 2 5 6
53	2	2	-	A1	1	20,247	0,039	1 2
53	2	1	-	A1	14	13,868	0,039	1
53	2	2	K	B1	1	27,228	0,039	1 2 5 6
1	1	1	-	A1	1	13,621	0,088	1
1	1	1	-	A1	2	25,463	0,132	1 2
1	1	2	-	A1	6	24,279	0,128	1 2

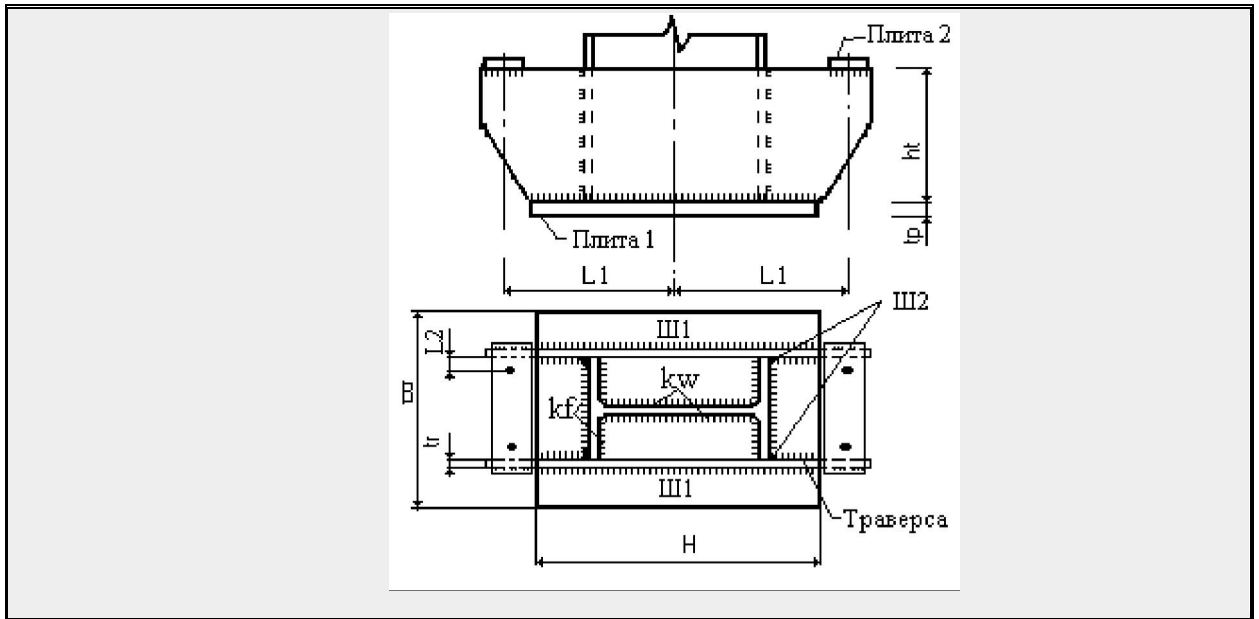
1	1	1	-	B1	1	-	-	1 3
1	1	1	-	B1	2	13,621	4,242	1 4
1	1	2	K	B1	6	-	-	1 2
1	2	1	-	A1	2	24,279	3,960	3 5
1	2	2	-	A1	13	24,514	0,132	1 2
1	2	2	-	A1	14	-	-	1
1	2	2	-	A1	14	12,672	0,088	1 2
1	2	2	K	B1	13	23,329	0,128	1 3
1	2	2	K	B1	14	-	-	4 6
2	1	1	-	A1	1	12,672	0,698	1 2
2	1	2	-	A1	2	23,329	0,221	5
2	1	1	-	B1	1	-	-	1
2	1	2	-	A1	2	26,133	0,000	1 2
2	1	1	-	B1	1	46,692	0,000	1 3
2	1	2	K	B1	2	26,133	0,670	1 2
2	1	1	-	B1	5	-	-	4 5 6
2	1	2	K	B1	6	56,952	0,905	1 4
2	1	2	K	B1	13	26,133	0,704	1 2
2	1	2	K	B1	18	-	-	3 5 6
2	1	2	K	B1	33	56,952	0,332	1 4
2	2	1	-	A1	2	36,393	0,905	1 2
2	2	2	-	A1	6	-	-	5 6
2	2	2	-	A1	13	56,952	0,271	1 5
2	2	2	K	B1	6	36,393	0,271	6
2	2	2	K	B1	13	-	-	1 2
2	2	1	-	B1	14	48,027	0,000	1 3
2	2	2	-	A1	6	25,183	0,000	1 5
2	2	2	-	A1	13	45,743	0,000	6
2	2	2	K	B1	6	-	-	1 2
2	2	2	K	B1	13	56,003	0,271	5 6
2	2	1	-	B1	14	-	-	1 4
2	2	2	K	B1	33	35,443	0,905	5 6
28	1	1	-	A1	1	-	-	1 3
28	1	2	-	A1	2	13,621	0,088	1 2
28	1	1	-	A1	13	24,279	0,128	1 2
28	1	1	-	B1	1	25,463	0,132	1 3
28	1	2	K	B1	2	-	-	1 2
28	1	1	-	B1	5	13,621	2,688	4 5 6
28	1	2	K	B1	6	-	-	1 4
28	1	2	K	B1	18	34,539	4,313	1 2
28	1	2	K	B1	34	34,539	2,567	3 5 6
28	2	2	-	A1	2	-	-	1 2
28	2	1	-	A1	13	34,539	0,069	5 6
28	2	2	-	A1	14	-	-	1 5
28	2	2	K	B1	2	23,881	0,109	6
28	2	2	-	A1	2	-	-	1 2
28	2	2	-	A1	13	23,329	0,128	1 2
28	2	2	-	A1	14	24,514	0,132	1
28	2	2	K	B1	2	-	-	1 2
						33,589	0,069	5 6

28	2	2	К	В1	14	-	-	1 3
						22,932	0,748	4 5 6
28	2	2	К	В1	34	-	-	1 5
						22,932	0,109	6

2.2.1 Розрахунок бази колони автоматизованим чином у ЛІРА-САПР

Вузол 18

Виконані перевірки	
Найменування	Відсоток використання, %
Плита 1	97.92
Плита 2	97.86
Траверса	99.09
Анкерний болт	87.85
Шов Ш1	42.29
Шов Ш2	57.36
Ескіз вузла	



Перевірка: Плита 1

N_x^* , кН	M_y^* , кНм	Q_z , кН	M_z^* , кНм	Q_y , кН
-309.3	-187.3	33.45	0	0

K_{Ip} - процент використання плити бази колони:

$$K_{Ip} = 6 \cdot M_{4e} / (R_y \cdot (\gamma_c / \gamma_n) \cdot (t_{pl} - 2)^2) \cdot 100$$

$$K_{Ip} = 6 \cdot 26230.4 / (205 \cdot (1/1) \cdot (30 - 2)^2) \cdot 100 = 97.9235 \% [11.2 *]$$

Тут:

$M_{4e} = 26230.4 \text{ Н*мм}$ - момент у пластинці опертою на чотири канти

$R_y = 205 \text{ МПа}$ - розрахунковий опір сталі за плинністю

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

$t_{pl} = 30 \text{ мм}$ - товщина пластини

M_{4e} - момент у платівці опертої на чотири канти:

Оскільки умова ($b / a \leq 2$) - не задовольняється, то

$$M_{4e} = |\sigma_{\max}| \cdot a^2 / 8$$

тобто умова ($514/145 \leq 2$) - не задовольняється, то

$$M_{4e} = |9.98067| \cdot 145^2 / 8 = 26230.4 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Тут:

$\sigma_{\max} = 9.98067 \text{ МПа}$ - максимальна напруга в межах пластинки

$a = 145 \text{ мм}$ - більш коротка сторона ділянки плити

$b = 514 \text{ мм}$ - довша сторона ділянки плити

Перевірка : Анкерний болт

N_x^* , кН	M_y^* , кНм	Q_z , кН	M_z^* , кНм	Q_y , кН
-267.9	-181.9	33.68	0	0

K_{Ib} - відсоток використання болтів:

$$K_{Ib} = |N_a| / (N_{bt} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100$$

$$K_{Ib} = |126.301| / (143.771 \cdot 1/1) \cdot 100 = 87.8487$$

Тут:

$N_a = 126.301 \text{ кН}$ – зусилля, що виникає у фундаментному болті

$N_{bt} = 143.771 \text{ кН}$ – розрахункове зусилля болта на розтягування

$\gamma_c = 1$ – коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ – коефіцієнт надійності за призначенням

Na - зусилля, що виникає у фундаментному болті:

$$Na = (((|Mz| \cdot 10^3 + Nx \cdot (B/2 - \xi_c))^2 + (|My| \cdot 10^3 + Nx \cdot (H/2 - \eta_c))^2) / ((B/2 - \xi_c)^2 + (\eta_b - \eta_c)^2))^{0.5} / ((n_c - n_\eta)/2)$$

$$Na = (((|0| \cdot 10^3 + -267.936 \cdot (350/2) - 175))^2 + (|-181.883| \cdot 10^3 + -267.936 \cdot (580/2 - 110.432))^2) / ((350/2 - 175)^2 + (640 - 110.432)^2))^{0.5} (4 - 0)/2 = 126.301 \text{ kN}$$

Тут:

$Mz = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$Nx = -267.936$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$B = 350$ мм - ширина плити

$\xi_c = 175$ мм - координата центру тяжкості по відповідній осі

$My = -181.88$ у відповідній системі координат

$H = 580$ мм – довжина плити

$\eta_c = 110.432$ мм – координата центру тяжіння по відповідній осі

$\eta_b = 640$ мм – центр тяжіння болтів по осі η

$n_c = 4$ – загальна кількість болтів

$n_\eta = 0$ – кількість болтів по осі η

Mz - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$Mz = Mz$$

$$Mz = 0 \text{ кНм}$$

Тут:

$Mz = 0$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі координат

Nx - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат :

$$Nx = Nx$$

$$Nx = -267.936 \text{ кН}$$

Тут:

$N_x = -267.936 \text{ кН}$ - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

ξ_c - координата центру тяжкості відповідної осі:

$$\xi_c = B \cdot (\sigma_{b1} \cdot (L_{c1} + L_{c2}) + \sigma_{b2} \cdot (L_{c1} + 3 \cdot L_{c2})) / (2 \cdot (\sigma_{b1} \cdot (2 \cdot L_{c1} + L_{c2}) + \sigma_{b2} \cdot (L_{c1} + 2 \cdot L_{c2})))$$

$$\xi_c = 350 \cdot (10.5886 \cdot (331.297 + 331.297) + 10.5886 \cdot (331.297 + 3 \cdot 331.297)) / (2 \cdot (10.5893 \cdot 2 + 10.5886 \cdot (331.297 + 2 \cdot 331.297))) = 175 \text{ мм}$$

Тут:

$B = 350 \text{ мм}$ - ширина плити

$b1 = 10.5886 \text{ МПа}$ - напруга в бетоні в характерній точці

$L_{c1} = 331.297 \text{ мм}$ - довжина стиснутої зони бетону по кромці плити

$L_{c2} = 331.297 \text{ мм}$ - довжина стисненої зони бетону

по кромці плит b - напруга в бетоні у характерній точці

$b1$ - напруга в бетоні в характерній точці :

$$b1 = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) + 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) + 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$\sigma_{b1} = -1 \cdot -267.936 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) + 6 \cdot |-181.883| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) + 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = 10.5886 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -267.936 \text{ кН}$ - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580 \text{ мм}$ - довжина плити

$B = 350 \text{ мм}$ - ширина плити

$M_y = -181.883 \text{ кНм}$ - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0 \text{ кНм}$ - внутрішній момент у відповідній системі координат

M_y - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_y = M_y$$

$$M_y = -181.883 \text{ кНм}$$

Тут :

$M_y = -181.883$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі координат

L_{c1} - довжина стиснутої зони бетону по кромці плити:

$$L_{c1} = b_1 / (b_1 - b_4) \cdot H \quad L_{c1} = 10.5886 / (10.5886 - (-7.94882)) \cdot 580 = 331.297 \text{ мм}$$

Тут:

$b_1 = 10.5886$ МПа - напруга в бетоні в характерній точці

$b_4 = -7.94882$ МПа - напруга в бетоні в характерній точці

$H = 580$ мм - довжина плити

b_4 - напруга в бетоні в характерній точці :

$$b_4 = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) - 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) + 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$\sigma_{b4} = -1 \cdot -267.936 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) - 6 \cdot |-181.883| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) + 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = -7.94882 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -267.936$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580$ мм - довжина плити

$B = 350$ мм - ширина плити

$M_y = -181.883$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

L_{c2} - довжина стиснутої зони бетону по кромці плити:

$$L_{c2} = b_2 / (b_2 - b_3) \cdot H \quad L_{c2} = 10.5886 / (10.5886 - (-7.94882)) \cdot 580 = 331.297 \text{ мм}$$

Тут:

$b_2 = 10.5886$ МПа - напруга в бетоні в характерній точці

$b_3 = -7.94882$ МПа - напруга в бетоні в характерній точці

$H = 580$ мм - довжина плити

b_2 - напруга в бетоні в характерній точці :

$$b_2 = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) + 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) - 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$b_2 = -1 \cdot -267.936 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) + 6 \cdot |-181.883| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) - 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = 10.5886 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -267.936$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580$ мм - довжина плити

$B = 350$ мм - ширина плити

$M_y = -181.883$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

b_3 - напруга в бетоні в характерній точці :

$$b_3 = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) - 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) - 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$\sigma_{b_3} = -1 \cdot -267.936 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) - 6 \cdot |-181.883| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) - 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = -7.94882 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -267.936$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580$ мм - довжина плити

$B = 350$ мм - ширина плити

$M_y = -181.883$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

η_c - координата центру тяжкості відповідної осі:

$$\eta_c = (\sigma_{b2} \cdot (L_{c1}^2 + 2 \cdot L_{c1} \cdot L_{c2} + 3 \cdot L_{c2}^2) + \sigma_{b1} \cdot (3 \cdot L_{c1}^2 + 2 \cdot L_{c1} \cdot L_{c2} + L_{c2}^2)) / (6 \cdot (\sigma_{b2} \cdot (L_{c1} + 2 \cdot L_{c2}) + \sigma_{b1} \cdot (2 \cdot L_{c1} + L_{c2})))$$

$$\eta_c = (10.5886 \cdot (331.297^2 + 2 \cdot 331.297 \cdot 331.297 + 3 \cdot 331.297^2) + 10.5886 \cdot (3 \cdot 331.297^2 + 2 \cdot 331.297 \cdot 331.297 + 331.297^2)) / (6 \cdot (10.5886 \cdot (331.297 + 2 \cdot 381.29) + 10.5886 \cdot (331.297))) = 110.432 \text{ мм}$$

Тут:

η_b - центр ваги болтів по осі η :

$$\eta_b = H/2 + L_1$$

$$\eta_b = 580/2 + 350 = 640 \text{ мм}$$

Тут:

$H = 580$ мм – довжина плити

$L_1 = 350$ мм – відстань від центру плити до центру тяжіння болтів

N_{bt} - розрахункове зусилля болта на розтягування:

$$N_{bt} = A_{bn} \cdot R_{ba} \cdot 10^{-1} / k_0$$

$$N_{bt} = 8.16 \cdot 185 \cdot 10^{-1} / 1.05 = 143.771 \text{ кН}$$

Тут:

$A_{bn} = 8.16 \text{ см}^2$ – площа перерізу болта нетто

$R_{ba} = 185 \text{ МПа}$ – розрахунковий опір розтягуванню фундаментних болтів

$k_0 = 1.05$ – коефіцієнт

Перевірка : Шов Ш2

N_x^* , кН	M_y^* , кНм	Q_z^* , кН	M_z^* , кНм	Q_y , кН
-309.3	-187.3	33.45	0	0

KI_w - процент використання шва:

Оскільки умова ($\beta_f \cdot k_f < \beta_z \cdot k_f$) - задовольняється , то

$$KI_w = \tau_f / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100$$

тобто умова ($0.7 \cdot 8 < 1 \cdot 8$) - задовольняється , то

$$KI_w = 103.239 / (180 \cdot 1 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 57.3552 \%$$

Тут:

$\tau_f = 103.239$ МПа - напруга в розрахунковому перерізі по металу шва

$R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$k_f = 8$ мм - катет зварного шва

$\beta_z = 1$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

τ_f - напруга у розрахунковому перерізі по металу шва:

$$\begin{aligned} \tau_f = & ((|(-1 \cdot N_x / 4 + | (M_y \cdot 10^3 / (2 \cdot H))| + | (M_z \cdot 10^3 / (2 \cdot B_g))|) | \cdot 10 / A_{wf})^2 \\ & + (| (Q_z \cdot (1 - A_{w_s} / (A_{w_s} + A_{w_{tr}}))) |)^2 \\ & ((-1 \cdot 309.297 / 4 + | (-187.265 \cdot 10^3 / (2 \cdot 514)) | + | (0 \cdot 10^3 / (2 \cdot 290)) |) \cdot 10 / 25.2)^2 + (| \\ & (33.4542 \cdot (1 - 135.1 / (135.1 + 170.24))) | / 4 \cdot 10 / 25.2 + 1.05451 / 189 \cdot 10^3)^2)^{0.5} \\ = & 103.239 \text{ МПа} \end{aligned}$$

Тут:

$N_x = -309.297$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$M_y = -187.265$ кНм - внутрішній

момент у відповідній системі координат

$H = 514$ мм - висота перерізу

$M_z = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$B_g = 290$ мм - $a_{wf} = 25.2$ см² - площа перерізу по металу кутового шва

$Q_z = 33.4542$ кН - поперечна сила у відповідній системі координат

$A_{w_s} = 135.1$ см² - площа швів, що прикріплюють перетин до плити

$A_{w_{tr}} = 170.24$ см² - площа швів, плиті

$M_k = 1.05451$ кНм - максимальний момент у траверсі(у консольній частині)

$W_f = 189$ см³ - момент опору розрахункового перерізу по металу шва

N_x - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат :

$$N_x = N_x$$

$$N_x = -309.297 \text{ кН}$$

Тут:

$N_x = -309.297$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

M_y - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_y = M_y$$

$$M_y = -187.265 \text{ кНм}$$

Тут :

$M_y = -187.265$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі координат

M_z - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_z = M_z$$

$$M_z = 0 \text{ кНм}$$

Тут:

$M_z = 0$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі координат

B_g - габарит перерізу:

$$B_g = b_f$$

$$B_g = 290 \text{ мм}$$

Тут:

$$b_f = 290 \text{ мм} - \text{ширина полиці}$$

A_{wf} - площа перерізу металом кутового шва:

$$A_{wf} = \beta_f \cdot k_f \cdot (B - 10) \cdot 10^{-2}$$

$$A_{wf} = 0.7 \cdot 8 \cdot (460 - 10) \cdot 10^{-2} = 25.2 \text{ см}^2$$

Тут:

$$\beta_f = 0.7 - \text{коефіцієнт, що враховує технологію зварювання}$$

$$k_f = 8 \text{ мм} - \text{катет зварного шва}$$

$$B = 460 \text{ мм} - \text{ширина плити}$$

Q_z - поперечна сила у відповідній системі координат :

$$Q_z = Q_z$$

$$Q_z = 33.4542 \text{ кН}$$

Тут:

$$Q_z = 33.4542 \text{ кН} - \text{поперечна сила у відповідній системі координат}$$

A_{w_s} - площа швів, що прикріплюють перетин до плити:

$$A_{w_s} = ((2 \cdot (B_g - 10) + 4 \cdot ((b_f - t_w - R)/2 - 10)) \cdot k_f + 2 \cdot (H - 2 \cdot (t_f + R)) \cdot k_w) \cdot 10^{-2}$$

$$A_{w_s} = ((2 \cdot (290 - 10) + 4 \cdot ((290 - 5 - 0)/2 - 10)) \cdot 7 + 2 \cdot (514 - 2 \cdot (12 + 0)) \cdot 6) \cdot 10^{-2} = 135.1 \text{ см}^2$$

Тут :

$B_g = 290$ мм – габарит перерізу

$b_f = 290$ мм – ширина полиці

$t_w = 5$ мм - товщина стінки

$R = 0$ мм – радіус заокруглення

$k_f = 7$ мм – катет шва полиці

$H = 514$ мм – висота перерізу

$t_f = 12$ мм - товщина полиці

$k_w = 6$ мм - катет шва стінки

A_{w_tr} - площа швів, що прикріплюють траверси до плити:

$$A_{w_tr} = (2 \cdot ((H - 10) \cdot k_f) + 4 \cdot (((H - H_g)/2 - 10) \cdot k_f)) \cdot 10^{-2}$$

$$A_{w_tr} = (2 \cdot ((880 - 10) \cdot 7) + 4 \cdot (((880 - 514) / 2 - 10) \cdot 7)) \cdot 10^{-2} = 170.24 \text{ см}^2$$

Тут:

$H = 880$ мм – довжина пластини

$k_f = 7$ мм – катет зварного шва

$H_g = 514$ мм – габарит перерізу

M_k - максимальний момент у траверсі(у консольній частині):

$$M_k = q_t \cdot ((H - H_g) / 2)^2 / 2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_k = 1936.65 \cdot ((580 - 514) / 2)^2 / 2 \cdot 10^{-6} = 1.05451 \text{ кНм}$$

Тут:

$q_t = 1936.65$ Н/мм – розподілене навантаження

$H = 580$ мм – довжина плити

$H_g = 514$ мм – габарит перерізу

q_t - розподілене навантаження:

$$q_t = \sigma_{\max} \cdot B / 2$$

$$q_t = 11.0666 \cdot 350 / 2 = 1936.65 \text{ Н/мм}$$

Тут:

$\sigma_{\max} = 11.0666$ МПа – максимальна напруга в межах платівки

$B = 350$ мм – ширина плити

$\sigma_{\max}$ - максимальна напруга в межах платівки:

$$\max = \sigma_{b1}$$

$$\max = 11.0666 \text{ МПа}$$

Тут:

$b1 = 11.0666$ МПа - напруга в бетоні в характерній точці

$b1$ - напруга в бетоні в характерній точці :

$$b1 = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) + 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) + 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$\sigma_{b1} = -1 \cdot 309.297 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) + 6 \cdot |-187.265| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) + 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = 11.0666 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -309.297$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580$ мм - довжина плити

$B = 350$ мм - ширина плити

$M_y = -187.265$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0$ кНм - внутрішній момент у відповідній системі координат

W_f - момент опору розрахункового перерізу металу шва:

$$W_f = \beta_f \cdot k_f \cdot (B - 10)^2 / 6 \cdot 10^{-3}$$

$$W_f = 0.7 \cdot 8 \cdot (460 - 10)^2 / 6 \cdot 10^{-3} = 189 \text{ см}^3$$

Тут:

$\beta_f = 0.7$ – коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$k_f = 8$ мм – катет зварного шва

$B = 460$ мм – ширина плити

Перевірка: Траверса

N_x^* , кН	M_y^* , кНм	Q_z^* , кН	M_z^* , кНм	Q_y , кН
-309.3	-187.3	33.45	0	0

KI_{tr} - відсоток використання траверси:

$$KI_{tr} = KI_{tr}$$

$$KI_{tr} = 99.0903 \%$$

Тут:

$KI_{tr} = 99.0903 \%$ - відсоток використання траверси

KI_{tr} - відсоток використання траверси:

$$KI_{tr} = \left| (M_p \cdot 10^3 / W_t) \right|$$

$$100 = 99.0903 \%$$

Тут:

$M_p = 62.9025$ кНм - максимальний момент у траверсі (у прогоновій частині)

$W_t = 282.133$ см³ - момент опору поперечного перерізу траверси

$R_y = 225$ МПа - розрахунковий опір сталі за плинністю

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - Коефіцієнт надійності за призначенням

M_p - максимальний момент у траверсі (у прогоновій частині):

$$M_p = q_t \cdot H_g^2 / 8 \cdot 10^{-6} - M_k$$

$$M_p = 1936.65 \cdot 514^2 / 8 \cdot 10^{-6} - 1.05451 = 62.9025 \text{ кНм}$$

Тут:

$q_t = 1936.65 \text{ Н/мм}$ - розподілене навантаження

$H_g = 514 \text{ мм}$ - габарит перерізу

$M_k = 1.05451 \text{ кНм}$ - максимальний момент у траверсі (у консольній частині)

q_t - розподілене навантаження:

$$q_t = \sigma_{\max} \cdot B / 2$$

$$q_t = 11.0666 \cdot 350 / 2 = 1936.65 \text{ Н/мм}$$

Тут:

$\sigma_{\max} = 11.0666 \text{ МПа}$ – максимальна напруга в межах платівки

$B = 350 \text{ мм}$ – ширина плити

$\sigma_{\max}$ - максимальна напруга в межах платівки:

$$\sigma_{\max} = \sigma_{b1}$$

$$\sigma_{\max} = 11.0666 \text{ МПа}$$

Тут:

$\sigma_{b1} = 11.0666 \text{ МПа}$ - напруга в бетоні в характерній точці

σ_{b1} - напруга в бетоні в характерній точці :

$$\sigma_{b1} = -1 \cdot N_x \cdot 10^3 / (H \cdot B) + 6 \cdot |M_y| \cdot 10^6 / (B \cdot H^2) + 6 \cdot |M_z| \cdot 10^6 / (H \cdot B^2)$$

$$\sigma_{b1} = -1 \cdot 309.297 \cdot 10^3 / (580 \cdot 350) + 6 \cdot |-187.265| \cdot 10^6 / (350 \cdot 580^2) + 6 \cdot |0| \cdot 10^6 / (580 \cdot 350^2) = 11.0666 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -309.297 \text{ кН}$ - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$H = 580 \text{ мм}$ - довжина плити

$B = 350 \text{ мм}$ - ширина плити

$M_y = -187.265 \text{ кНм}$ - внутрішній момент у відповідній системі координат

$M_z = 0 \text{ кНм}$ - внутрішній момент у відповідній системі координат

N_x - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат :

$$N_x = N_x$$

$$N_x = -309.297 \text{ кН}$$

Тут:

$N_x = -309.297 \text{ кН}$ - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

M_y - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_y = M_y$$

$$M_y = -187.265 \text{ кНм}$$

Тут :

$M_y = -187.265 \text{ кНм}$ – внутрішній момент у відповідній системі координат

M_z - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_z = M_z$$

$$M_z = 0 \text{ кНм}$$

Тут:

$M_z = 0 \text{ кНм}$ – внутрішній момент у відповідній системі координат

M_k - максимальний момент у траверсі(у консольній частині):

$$M_k = q_t \cdot ((H - H_g) / 2)^2 / 2 \cdot 10^{-6}$$

$$M_k = 1936.65 \cdot ((580 - 514) / 2)^2 / 2 \cdot 10^{-6} = 1.05451 \text{ кНм}$$

Тут:

$q_t = 1936.65 \text{ Н/мм}$ – розподілене навантаження

$H = 580 \text{ мм}$ – довжина плити

$H_g = 514 \text{ мм}$ – габарит перерізу

W_t - момент опору поперечного перерізу траверси:

$$W_t = B^2 \cdot t_{pl} / 6 \cdot 10^{-3}$$

$$W_t = 460^2 \cdot 8 / 6 \cdot 10^{-3} = 282.133 \text{ см}^3$$

Тут:

$B = 460 \text{ мм}$ – ширина плити

$t_{pl} = 8 \text{ мм}$ – товщина пластини

Перевірка : Шов Ш1

$N_x^*,$ кН	$M_y^*,$ кНм	$Q_z^*,$ кН	$M_z^*,$ кНм	$Q_y^*,$ кН
-309.3	-187.3	33.45	0	0

KI_w - процент використання шва:

Оскільки умова ($\beta_f \cdot k_f < \beta_z \cdot k_f$) - задовольняється , то

$$KI_w = \tau_f / (R_{wf} \cdot \gamma_{wf} \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100$$

тобто умова ($0.7 \cdot 7 < 1 \cdot 7$) - задовольняється , то

$$KI_w = 76.1183 / (180 \cdot 1.1 / 1) \cdot 100 = 42.2879 \%$$

Тут:

$\tau_f = 76.1183$ МПа - напруга в розрахунковому перерізі по металу шва
 $R_{wf} = 180$ МПа - розрахунковий опір кутових швів зрізу (умовному) по металу шва

$\gamma_{wf} = 1$ - коефіцієнт умов роботи шва

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$k_f = 7$ мм - катет зварного шва

$\beta_z = 1$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

k_f - катет зварного шва:

$$k_f = k_f$$

$$k_f = 7 \text{ мм}$$

Тут:

$k_f = 7$ мм – катет зварного шва

τ_f - напруга у розрахунковому перерізі по металу шва:

$$\tau_f = (\tau_{Qz}^2 + (|\sigma_{My}| + |\tau_N|)^2)^{0.5}$$

$$\tau_f = (1.5652^2 + (|-61.6313| + |-14.4709|)^2)^{0.5} = 76.1183 \text{ МПа}$$

Тут:

$\tau_{Qz} = 1.5652$ МПа - напруга від поперечної сили Q

$\sigma_{My} = -61.6313$ МПа - нормальна напруга

$\tau_N = -14.4709$ МПа - напруга у шві від поздовжньої сили N

τ_{Qz} - напруга від поперечної сили Q:

$$Qz = Q_z / A_w \cdot 10$$

$$Qz = 33.4542 / 213.738 \cdot 10 = 1.5652 \text{ МПа}$$

Тут:

$Q_z = 33.4542 \text{ kN}$ – поперечна сила у відповідній системі координат

$A_w = 213.738 \text{ см}^2$ – площа перерізу шва

Q_z - поперечна сила у відповідній системі координат :

$$Q_z = Q_z$$

$$Q_z = 33.4542 \text{ kN}$$

Тут:

$Q_z = 33.4542 \text{ kN}$ – поперечна сила у відповідній системі координат

A_w - площа перерізу шва:

$$A_w = \beta_f \cdot (A_{w_tr} + A_{w_s})$$

$$A_w = 0.7 \cdot (170.24 + 135.1) = 213.738 \text{ см}^2$$

Тут:

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт , що враховує технологію зварювання

$A_{w_tr} = 170.24 \text{ см}^2$ - площа швів ,

що прикріплюють траверси до плити

A_{w_tr} - площа швів, що прикріплюють траверси до плити:

$$A_{w_tr} = (2 \cdot ((H - 10) \cdot k_f) + 4 \cdot (((H - H_g)/2 - 10) \cdot k_f)) \cdot 10^{-2}$$

$$A_{w_tr} = (2 \cdot ((880 - 10) \cdot 7) + 4 \cdot (((880 - 514)/2 - 10) \cdot 7)) \cdot 10^{-2} = 170.24 \text{ см}^2$$

Тут:

$H = 880 \text{ мм}$ – довжина пластини

$k_f = 7 \text{ мм}$ – катет зварного шва

$H_g = 514 \text{ мм}$ – габарит перерізу

A_{w_s} - площа швів, що прикріплюють перетин до плити:

$$A_{w_s} = ((2 \cdot (B_g - 10) + 4 \cdot ((b_f - t_w - R)/2 - 10)) \cdot k_f + 2 \cdot (H - 2 \cdot (t_f + R)) \cdot k_w) \cdot 10^{-2}$$

$$A_{w_s} = ((2 \cdot (290 - 10) + 4 \cdot ((290 - 5 - 0) / 2 - 10)) \cdot 7 + 2 \cdot (514 - 2 \cdot (12 + 0)) \cdot 6) \cdot 10^{-2} = 135.1 \text{ см}^2$$

Тут :

$B_g = 290$ мм – габарит перерізу

$b_f = 290$ мм – ширина полиці

$t_w = 5$ мм - товщина стінки

$R = 0$ мм – радіус заокруглення

$k_f = 7$ мм – катет шва полиці

$H = 514$ мм – висота перерізу

$t_f = 12$ мм - товщина полиці

$k_w = 6$ мм - катет шва стінки

σ_{My} - нормальні напруження:

$$\sigma_{My} = M_y / (I_{wy} / (H \cdot 10^{-1} / 2)) \cdot 10^3$$

$$\sigma_{My} = -187.265 / (133693 / (880 \cdot 10^{-1} / 2)) \cdot 10^3 = -61.6313 \text{ МПа}$$

Тут:

$M_y = -187.265$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі

координат

$I_{wy} = 133693$ см⁴ – моменти інерції розрахункового перерізу шва

$H = 880$ мм – довжина пластини

M_y - внутрішній момент у відповідній системі координат :

$$M_y = M_y$$

$$M_y = -187.265 \text{ кНм}$$

Тут :

$M_y = -187.265$ кНм – внутрішній момент у відповідній системі

координат

I_{wy} – моменти інерції розрахункового перерізу шва:

$$I_{wy} = \beta_f \cdot (I_{w_tr} + I_{w_s})$$

$$I_{wy} = 0.7 \cdot (136865 + 54124.3) = 133693 \text{ см}^4$$

Тут:

$\beta_f = 0.7$ - коефіцієнт, що враховує технологію зварювання

$I_{w_tr} = 136865 \text{ см}^4$ - момент інерції щодо осі уу швів, що з'єднують траверси та плиту

I_{w_tr} - момент інерції щодо осі уу швів, що з'єднують траверси та плиту:

$$I_{w_tr} = (2 \cdot (H - 10)^3 \cdot k_f / 12 + 4 \cdot (((H - H_g) / 2 - 10) \cdot k_f \cdot ((H + H_g) / 4)^2)) \cdot 10^{-4}$$

$$I_{w_tr} = (2 \cdot (880 - 10)^3 \cdot 7 / 12 + 4 \cdot (((880 - 514) / 2 - 10) \cdot 7 \cdot ((880 - 514) / 4)^2)) \cdot 10^{-4} = 136865 \text{ см}^4$$

Тут:

$H = 880 \text{ мм}$ – довжина пластини

$k_f = 7 \text{ мм}$ – катет зварного шва

$H_g = 514 \text{ мм}$ – габарит перерізу

I_{w_s} - момент інерції щодо осі уу швів, що з'єднують перетин і плиту:

$$I_{w_s} = (2 \cdot (b_f - t_w - R) / 2 - 10) / 12 + ((b_f - t_w - R) / 2 - 10) \cdot k_f \cdot (H_g / 2 - t_f - k_f / 2)^2 + (H - 2 \cdot (t_f + R))^3 \cdot k_w / 12 \cdot 10^{-4}$$

$$I_{w_s} = (2 \cdot (7^3 \cdot (290 - 10) / 12 + (290 - 10) \cdot 7 \cdot ((514 + 7) / 2)^2) + 4 \cdot (7^3 \cdot ((290 - 5 - 0) / 2 - 10) / 12 + ((290 - 5 - 0) / 2 - 10) \cdot 7 \cdot (514 / 2 - 12 - 7 / 2)^2) + (514 - 2 \cdot (12 + 0))^3 \cdot 6 / 12) \cdot 10^{-4} = 54124.3 \text{ см}^4$$

Тут:

$k_f = 7$ мм - катет шва полиці

$B_g = 290$ мм - габарит перерізу

$H_g = 514$ мм - габарит перерізу

$b_f = 290$ мм - ширина полиці

$t_w = 5$ мм - товщина стінки

$R = 0$ мм - радіус закруглення

$t_f = 12$ мм - товщина полиці

$H = 514$ мм – висота перерізу

$k_w = 6$ мм – катет шва стінки

τ_N - напруга у шві від поздовжньої сили N :

$$N = N_x / A_w \cdot 10$$

$$N = -309.297 / 213.738 \cdot 10 = -14.4709 \text{ МПа}$$

Тут:

$N_x = -309.297$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

$A_w = 213.738 \text{ см}^2$ - площа перерізу шва

N_x - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат :

$$N_x = N_x$$

$$N_x = -309.297 \text{ кН}$$

Тут:

$N_x = -309.297$ кН - поздовжнє зусилля у відповідній системі координат

Перевірка: Плита 2

N_x^* , кН	M_y^* , кНм	Q_z , кН	M_z^* , кНм	Q_y , кН
-309.3	-187.3	33.45	0	0

KI_{pl} - процент використання опорної плити:

$$KI_{pl} = KI_{pl}$$

$$KI_{pl} = 97.8592 \%$$

Тут:

$KI_{pl} = 97.8592 \%$ - процент використання опорної плити

KI_{pl} - процент використання опорної плити:

$$KI_{pl} = |\sigma| / (R_y \cdot \gamma_c / \gamma_n) \cdot 100$$

$$KI_{pl} = |200.611| / (205 \cdot 1 / 1) \cdot 100 = 97.8592 \%$$

Тут:

$\sigma = 200.611$ МПа - нормальна напруга

$R_y = 205$ МПа - розрахунковий опір сталі за плинністю

$\gamma_c = 1$ - коефіцієнт умов роботи

$\gamma_n = 1$ - коефіцієнт надійності за призначенням

σ - нормальні напруження:

$$\sigma = 6.46971 / (tpl^2 \cdot (B - do - 5) / 6) \cdot 10^6$$

$$\sigma = 6.46971 / (30^2 \cdot (280 - 60 - 5) / 6) \cdot 10^6 = 200.611 \text{ МПа}$$

Тут:

$tpl = 30$ мм – товщина пластини

$B = 280$ мм – ширина пластини

$do = 60$ мм – отвір під болт

2.3 Визначення характеристик ґрунтів

1. Навантаження на фундамент

Навантаження, прикладене до фундаменту:

Вертикальне навантаження $N_p=506,67$ кН

Згинальний момент $M_p=3,72$ кНм

Поперечна сила $Q_p=0,34$ кН

Ці навантаження має враховуватися для визначення несучої здатності фундаменту.

2. Інженерно-геологічні параметри ґрунтів

Аналіз шарів ґрунту, їх щільність, пористість, модулі деформації та інші фізико-механічні параметри визначаються на основі даних з інженерно-геологічного розрізу. Всі розрахункові значення мають бути перевірені з урахуванням:

Щільності та щільності частинок ґрунту.

Пластичності та ступеня водонасичення.

Розрахункових опорів для відповідних глибин.

Для кожного шару наведені розрахункові значення:

Шар 3 (суглинок лісоподібний) — питомий опір: $c_n=21$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi=21$, модуль деформації $E=13$ МПа.

Шар 4 (лес палево-жовтий) — питомий опір: $c_n=13$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi=24$, модуль деформації $E=9$ МПа.

Шар 5 (суглинок червоно-бурий) — питомий опір: $c_n=17$ кПа, кут внутрішнього тертя $\varphi=29$, модуль деформації $E=27$ МПа.

3. Визначення глибини закладення ростверку

Глибина закладення ростверку враховує:

Нормативну глибину промерзання ґрунту для Запоріжжя, що складає $d_{fn}=0,9$ м.

Коефіцієнт впливу теплового режиму споруди $k_h=0,6$, з урахуванням якого: $d_f=k_h \cdot d_{fn}=0,6 \cdot 0,9=0,54$ м

Фактичну глибину закладення фундаменту приймаємо на рівні 2,9 м з урахуванням глибини прокладання комунікацій.

4. Проектування пальових фундаментів-ростверків

Палі типу «висячі», які передають навантаження на ґрунт через бокову поверхню та нижній кінець:

$$F_d = \gamma_c (\gamma_c R \cdot R \cdot A + u \sum \gamma_{cf} \cdot f_i \cdot h_i)$$

де:

$$\gamma_c = 1$$

$R = 3150$ кПа (розрахунковий опір ґрунту)

$A = 0,16$ м² (площа опори палі)

Несучу здатність палі $F_d = 814,1$ кН з урахуванням граничних розрахункових умов.

5. Розрахунок осідання фундаменту-ростверку

Розрахунок осідання методом пошарового підсумовування враховує:

Середнє значення кута внутрішнього тертя ґрунту.

Ширину та довжину умовного фундаменту з урахуванням просадки ґрунтів.

Вертикальні напруги та напруга від власної ваги ґрунту на рівні підшви умовного фундаменту:

$$\sigma_{zp0} = 274,96 \text{ кН/м}^2$$

Середній тиск на рівні підшви умовного фундаменту:

$$\sigma_{cp} = 454,45 \text{ кН/м}^2$$

Проведення детального розрахунку параметрів осідання можливе через таблицю пошарового розподілу напруг.

6. Розрахунок напруги та додаткової вертикальної напруги

Для визначення додаткової вертикальної напруги на глибині Z під підшвою фундаменту:

$$\sigma_{zp} = \sigma_{cp} - \sigma_{zp0} = 454,45 - 274,96 = 179,04 \text{ кН/м}^2$$

Очікуване осідання фундаменту є меншим за допустиме осідання 12 см, що відповідає сучасним вимогам.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

3.1 Організація будівництва

Організація будівництва – це комплексна система підготовки, яка охоплює планування, забезпечення послідовності й строків виконання робіт, а також постачання необхідними ресурсами (матеріальними й людськими), управління і підтримку ефективності та якості будівельного процесу.

Основна мета організації будівництва – завершення проєкту у визначені терміни при високій якості виконання і мінімізації витрат трудових, матеріальних та фінансових ресурсів.

Проєкт виконання робіт (ПВР) розробляється на основі робочих креслень і визначає найбільш ефективні методи проведення будівельно-монтажних робіт, спрямовані на зниження собівартості, скорочення тривалості робіт та трудових затрат. Проведення будівельних робіт без затвердженого ПВР забороняється.

Розробку ПВР здійснює генеральний підрядник або інша організація за договором на другій стадії розробки робочої документації. Проєкт затверджується керівником будівельної організації (головним інженером), а деякі його розділи погоджуються із керівниками субпідрядних організацій.

ПВР повинен бути переданий на будівельний майданчик не менше ніж за 2 місяці до початку робіт.

Призначення ПВР – це основа для річного й оперативного планування організації будівельно-монтажних робіт за ключовими об'єктами та комплексами.

3.2 Вихідні дані для проектування

Вихідними даними для розділу «Організація будівництва» є попередні розділи дипломного проєкту. Цей розділ включає комплексне планування, підготовку й управління будівельним процесом, визначає порядок, черговість і строки виконання робіт, забезпечує необхідні ресурси (матеріальні, людські) і керування для досягнення високої якості будівництва при оптимальних витратах часу і ресурсів.

Мета організації будівництва полягає в тому, щоб забезпечити реалізацію проєкту в оптимальні терміни з максимальною ефективністю, мінімізуючи витрати трудових, матеріальних та фінансових ресурсів.

Проєкт виконання робіт (ПВР), створений на основі робочих креслень, визначає найбільш ефективні методи і технології виконання будівельно-монтажних робіт, спрямовані на скорочення тривалості будівництва, зниження собівартості та зменшення трудомісткості. Здійснення будівельних робіт без затвердженого ПВР не дозволяється.

Розробку ПВР виконує генеральний підрядник або, за договором, інша організація, на другій стадії розробки робочої документації. Затвердження ПВР здійснює керівник будівельної організації (головний інженер), а окремі розділи погоджуються із субпідрядними організаціями.

Передача затвердженого ПВР на будівельний майданчик повинна відбутися не менш ніж за 2 місяці до початку будівельних робіт.

ПВР служить основою для річного і поточного планування організації будівельно-монтажних робіт за основними об'єктами й комплексами проєкту.

3.3 Визначення обсягів робіт на весь період будівництва

Обсяги будівельно-монтажних робіт розраховуються на основі вихідних даних відповідно до встановлених правил, з урахуванням номенклатури і одиниць вимірювання. Для уточнення фізичного обсягу робіт використовуються робочі креслення з попередніх розділів проєкту. Це забезпечує максимальну точність у визначенні обсягів, необхідних для якісного виконання робіт та ефективного планування ресурсів.

Результати підрахунку обсягів будівельно-монтажних робіт зведені у таблиці 3.1, що містить інформацію про кожен вид робіт, одиниці вимірювання та необхідні обсяги. Таблиця слугує базою для подальшого планування, координації роботи підрядних і субпідрядних організацій та розподілу ресурсів.

Відомість обсягів робіт:

1. Виконання підготовчих робіт: 9240 м²
2. Видалення верхнього шару ґрунту: 1239,7 м³
3. Земляні роботи з розробкою ґрунту екскаватором в місцевий насип: 243,65 м³
4. Земляні роботи з перевезенням ґрунту екскаватором: 996,05 м³
5. Зворотне засипання ґрунту бульдозером: 995,5 м³
6. Ущільнення ґрунту за допомогою трамбування: 28,82 м³
7. Влаштування бетонної основи: 174,24 м³
8. Влаштування фундаментів: 2,112 т
9. Монтаж з'єднувальних елементів: 30,305 т
10. Монтаж колон до 1 тонни: 39,27 т
11. Монтаж колон до 3 тонн: 39,6 м
12. Монтаж монорейкових конструкцій: 1,54 т
13. Монтаж сходових маршів: 3,685 т
14. Встановлення віконних блоків: 3445,2 м²

- 15.Монтаж структурних блоків: 122,76 т
- 16.Монтаж профільованих металевих листів: 46,728 т
- 17.Монтаж зенітних ліхтарів: 15,84 т
- 18.Монтаж стінових ригелів: 33,792 т
- 19.Укладання фундаментних балок: 48,4 шт.
- 20.Встановлення цокольних панелей: 48,4 шт.
- 21.Укладання плит перекриття: 140,8 шт.
- 22.Встановлення перегородок площею до 10 м²: 58,3 шт.
- 23.Встановлення перегородок довжиною до 15 м: 116,6 шт.
- 24.Монтаж воріт: 7,92 т
- 25.Зведення внутрішніх цегляних стін: 26,4 м³
- 26.Кладка перегородок із цегли: 7282 м²
- 27.Кладка зовнішніх цегляних стін: 6,6 м³
- 28.Встановлення зовнішніх лісів: 698,5 м²
- 29.Укладання перемичок: 127,6 шт.
- 30.Влаштування пароізоляційного шару покриття: 4343,35 м²
- 31.Утеплення покриття мінераловатними плитами: 4343,35 м²
- 32.Влаштування чотиришарової рулонної покрівлі: 4343,35 м²
- 33.Ізоляція склянок для зенітних ліхтарів: 118,8 м
- 34.Герметизація вертикальних швів: 60,06 м
- 35.Шпаклівка цокольних панелей: 347,6 м²
- 36.Фарбування цокольних панелей: 347,6 м²
- 37.Скління: 330 м²
- 38.Штукатурка цегляних перегородок: 1376,1 м²
- 39.Вапняне фарбування бетонних поверхонь: 5244,8 м²
- 40.Встановлення внутрішніх лісів: 4458,3 м²
- 41.Одношарова штукатурка стель: 1267,2 м²
- 42.Одношарова штукатурка стін: 4197,6 м²
- 43.Облицювання стін керамічною плиткою: 158,4 м²

- 44.Штукатурка укосів: 19,8 м²
- 45.Масляне фарбування стін: 760,1 м²
- 46.Обклеювання стін шпалерами: 616 м²
- 47.Ущільнення ґрунту для основи під підлоги: 6199,6 м²
- 48.Влаштування бетонної підготовки: 362,89 м³
- 49.Укладання лінолеумного покриття: 495,66 м²
- 50.Укладання підлог з керамічної плитки: 746,35 м²
- 51.Влаштування бетонного покриття: 1663,2 м²
- 52.Укладання мозаїчного покриття: 343,2 м²
- 53.Утеплення підлоги: 495,66 м²
- 54.Влаштування цементної стяжки: 3295,16 м²
- 55.Влаштування гідроізоляційного шару підлоги: 746,35 м²
- 56.Влаштування асфальтобетонного покриття: 2455,42 м²
- 57.Підготовка бетонної основи під вимощення: 34,584 м³
- 58.Укладання вимощення: 345,84 м²
- 59.Встановлення бордюрних каменів: 281,6 м

3.4 Визначення трудомісткості робіт на весь період будівництва

Трудомісткість робіт і потребу в будівельних машинах у машино-змінах було розраховано за допомогою програми «Тендер контракт», а результати цих розрахунків подано в розділі 8 «Економіка будівництва».

На основі локальних кошторисів №1108-1109-1092 складено картку-визначник робіт (КОР), у якій послідовно згруповано роботи, що виконуються одним потоком з постійним складом бригади. Результати розрахунків картки-визначника робіт наведено в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 - Картка-Визначник робіт

№п.п.	Характеристика робіт	Виконавець	Трудомісткість, <u>чол.-зм.</u> Кіл-В	Т, дн.	змінність	Професія	Кіл-ть	Найменування механізмів	Кіл-ть	
	Найменування робіт і комплексів	Обсяг Од. вим.		маш.-зм						
1	Видалення верхнього шару ґрунту, черга I.	1000 м ²	9,24	<u>-</u> 2,3	1	2	Машиніст 5 р	1	Бульдозер	1
2	Розробка та вивезення ґрунту, черга I.	1000 м ³	0,495	<u>0,57</u> 3,53	2	2	Машиніст 5 р	1	Екскаватор	1
3	Влаштування фундаментів, черга I.	100 м ³	0,605	<u>48,74</u> 9,13	9	1	Бетонник Машиніст	5 1	МКГ-6.3	1
4	Розробка та вивезення ґрунту, черга II.	1000 м ³	0,45	<u>0,57</u> 3,53	2	2	Машиніст 5 р	1	Екскаватор	1
5	Зворотне засипання з ущільненням, черга I.	1000 м ³	0,3465	<u>7,09</u> 2,6	1	2	Подс. робітник Машиніст 5 р	1 2	Бульдозер Ковзанка	1 1
6	Монтаж колон, черга I.	т	23,76	<u>37,28</u> 15,12	8	2	Монтажник Машиніст 6 р	5 1	МКГ-6.3	1
7	Попереднє збирання та монтаж покрівельних блоків, черга I.	т	61,38	<u>405,18</u> 78,05	25	2	Монтажник Машиніст 6 р	8 2	СКГ-40БС КС-3561	1

8	Встановлення стінових огорожень, черга I.	100 м ²	15,026	<u>189,51</u> 63,87	32	2	Монтажник Машиніст 6 р	3 1	МКТ-6.3	1
9	Покрівельні роботи, черга I.	100 м ²	21,384	<u>316</u> 14,47	16	2	Покрівельник Машиніст 5 р	10 1	Машина для наклейки руберойду	1
10	Влаштування перегородок, черга I.	100 шт.	0,88	<u>477,5</u> 53,17	26	2	Муляр Монтажник Машиніст 6 р	6 3 1	КС-3561	1
11	Скління, черга I.	100 м ²	1,21	<u>22,57</u> 0,44	7	1	Скляр	3		
12	Підготовка основи під підлоги, черга I.	м ³	161,15	<u>134,67</u> 3,23	11	2	Бетонник	6	Трамбування Розчинонасос	1 1
13	Внутрішні оздоблювальні роботи, черга I.	100 м ²	20,988	<u>449,51</u> 4,51	22	2	Штукатури Малярі	5 5	Штукатурна станція Малярська станція	1 1
14	Зовнішні оздоблювальні роботи, черга I.	100 м ²	1,595	<u>15,33</u> -	4	1	Штукатури Малярі	2 2	Штукатурна станція Малярська станція	1 1
15	Влаштування чистових підлог, черга I.	100 м ²	21,384	<u>401,37</u> 16,75	20	2	Бетонник Ізольовальник Лицтовальник	4 4 2	Ковзанка Розчинонасос	1 1
16	Розробка та вивезення ґрунту, черга III.	1000 м ³	0,495	<u>0,57</u> 3,53	2	2	Машиніст 5 р	1	Експаватор	1

17	Влаштування фундаментів, черга II.	100 м ³	0,605	<u>48,74</u> 9,13	9	1	Бетонник Машиніст	5 1	МКГ-6.3	1
18	Зворотне засипання з ущільненням, черга II.	1000 м ³	0,3465	<u>7,09</u> 2,6	1	2	Подс. робітник Машиніст 5 р	1 2	Бульдозер Ковзанка	1 1
19	Монтаж колон, черга II.	т	23,76	<u>37,28</u> 15,12	8	2	Монтажники Машиніст 6 р	5 1	МКГ-6.3	1
20	Попереднє збирання та монтаж покрівельних блоків, черга II.	т	61,38	<u>405,18</u> 78,05	25	2	Монтажники Машиніст 6 р	8 2	СКГ-40БС КС-3561	1
21	Встановлення стінових огорожень, черга II.	100 м ²	15,026	<u>189,51</u> 63,87	32	2	Монтажники Машиніст 6 р	3 1	МКГ-6.3	1
22	Покрівельні роботи, черга II.	100 м ²	21,384	<u>316</u> 14,47	16	2	Покрівельники Машиніст 5 р	10 1	Машина для наклейки руберойду	1
23	Влаштування перегородок, черга II.	100 шт.	0,88	<u>477,5</u> 53,17	26	2	Муляри Монтажники Машиніст 6 р	6 3 1	КС-3561	1
24	Скління, черга II.	100 м ²	1,21	<u>22,58</u> 0,44	7	1	Скляр	3		

25	Підготовка основи під підлоги, черга II.	м ³	161,15	<u>134,67</u>	11	2	Бетонник	6	Трамбування	1
				3,23					Розчинонасос	1
26	Внутрішні оздоблювальні роботи, черга II.	100 м ²	20,988	<u>449,51</u>	22	2	Штукатури	5	Штукатурна станція	1
				4,51			Малярі	5	Малярська станція	1
27	Зовнішні оздоблювальні роботи, черга II.	100 м ²	1,595	<u>15,33</u>	4	1	Штукатури	2	Штукатурна станція	
				-			Малярі	2	Малярська станція	
28	Влаштування чистових підлог, черга II.	100 м ²	19,44	<u>401,37</u>	20	2	Бетонник	4	Ковзанка	1
				16,75			Ізоловальник	4	Розчинонасос	1
							Лицтовальник	2		
29	Влаштування фундаментів, черга III.	100 м ³	0,517	<u>41,77</u>	8	1	Бетонник	5	МКГ-6.3	1
				7,86			Машиніст	1		
30	Монтаж балок і плит перекриттів, черга III.	1000 м ³	0,297	<u>6,07</u>	1	2	Подс. робітник	1	Бульдозер	1
				2,22			Машиніст 5 р	2	Ковзанка	1
31	Монтаж балок і плит перекриттів, черга III.	т	20,988	<u>32,19</u>	6	2	Монтажники	5	МКГ-6.3	1
				12,85			Машиніст 6 р	1		
32	Встановлення стінових огорожень, черга III.	т	61,38	<u>245,2</u>	18	2	Монтажники	8	МКГ-6.3	1
				36,95			Машиніст 6 р	2		

33	Встановлення стінових огорожень, черга III.	100 м ²	15,026	<u>50,88</u> 16,86	8	2	Монтажники Машиніст 6 р	3 1	МКГ-6.3	1
34	Покрівельні роботи, черга III.	100 м ²	3,96	<u>58,52</u> 2,67	3	2	Покрівельники Машиніст 5 р	10 1		1
35	Скління, черга III.	100 м ²	0,88	<u>16,42</u> 0,32	5	1	Скляр	3		
36	Підготовка основи під підлогу, черга III.	м ³	37	<u>33,95</u> 1,25	3	2	Бетонник	6	Трамбування Розчинонасос	1 1
37	Цегляна кладка, черга III.	м ³	24	<u>1057,31</u> 60,4	44	2	Муляри Теслі Машиніст 6 р	10 2 1		
38	Внутрішні оздоблювальні роботи, черга III.	100 м ²	12,51	<u>449,51</u> 4,51	22	2	Штукатури Малярі	5 5	Штукатурна станція Малярська станція	1 1
39	Зовнішні оздоблювальні роботи, черга III.	100 м ²	0,26	<u>2,74</u> -	1	1	Штукатури Малярі	2 2	Штукатурна станція Малярська станція	1 1
40		100 м ²	19,44	<u>148,65</u> 6,17	7	2	Бетонник Ізоловальник	4 4	Ковзанка Розчинонасос	1 1

	Влаштування чистових підлог, черга III.						Лицтовальник	2		
41	Влаштування вимощення.	100 м ²	3,14	<u>69,02</u> 2,19	6	2	Бетонник	3	Ковзанка	1
							Ізоловальник	3	Розчинонасос	1
42	Здача об'єкта	шт.	1	-	5	1	Головний інженер, ІТП	5	-	-
Усього по об'єкту		<u>7163,4</u> 689,6								

3.5 Розрахунки сіткового графіка

У таблиці 3.3 наведений розрахунки підготовчого періоду будівництва розрахований за укрупненими показниками.

Таблиця 3.3 - Розрахунки сіткового графіка

№ п/п	Коди робіт, i-j	Тривалість t, дн.	Кіл-У людей N	Ранні строки		Пізні строки		Загальний резерв, R _{ij}	Приватний резерв, r _{ij}	T _{ск}	N _{ск}
				t _{ij} ^{РН}	t _{ij} ^{ПО}	t _{ij} ^{ПН}	t _{ij} ^{ПО}				
1	1-2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	1
2	2-3	2	1	1	3	1	3	0	0	1	1
3	3-4	4	5	3	7	3	7	0	0	3	6
4	3-14	1	1	3	4	29	30	26	0	4	6
5	4-5	1	3	7	8	7	8	0	0	6	5
6	4-15	0	0	7	7	30	30	23	0	7	8
7	5-6	8	5	8	16	8	16	0	0	8	10
8	5-17	0	0	8	8	39	39	31	8	16	16
9	6-7	25	8	16	41	16	41	0	0	17	18
10	6-19	0	0	16	16	40	40	24	1	24	16
11	7-8	32	3	41	73	41	73	0	0	25	13
12	7-21	0	0	41	41	48	48	7	0	27	8
13	8-9	16	10	73	89	89	105	16	0	41	11
14	8-23	0	0	73	73	73	73	0	0	66	11
15	9-11	7	3	89	96	144	151	55	30	73	21
16	9-10	26	9	89	115	114	140	25	0	84	13
17	9-25	0	0	89	89	105	105	16	16	89	15
18	10-11	11	6	115	126	140	151	25	0	96	12
19	10-29	0	0	115	115	147	147	32	32	105	22
20	11-12	22	10	126	148	155	177	29	0	113	19
21	11-28	0	0	126	126	151	151	25	0	115	16
22	12-13	4	4	148	152	193	197	45	0	121	25
23	12-33	20	10	148	168	177	197	29	12	124	15
24	13-33	0	0	152	152	197	197	45	28	126	22
25	14-15	0	0	4	4	30	30	26	3	133	19
26	14-35	2	1	4	6	116	118	112	10	147	16
27	15-16	9	5	7	16	30	39	23	0	148	20
28	16-17	0	0	16	16	39	39	23	0	152	16
29	16-35	0	0	16	16	118	118	102	0	158	29

30	17-18	1	3	16	17	39	40	23	0	161	33
31	18-19	0	0	17	17	40	40	23	0	63	30
32	18-36	0	0	17	17	126	126	109	7	168	20
33	19-20	8	5	17	25	40	48	23	0	180	24
34	20-21	0	0	25	25	48	48	23	16	184	20
35	20-37	0	0	25	25	127	127	102	0	195	20
36	21-22	25	8	41	66	48	73	7	0	200	10
37	22-23	0	0	66	66	73	73	7	7	217	14
38	22-38	0	0	66	66	129	129	63	0	218	10
39	23-24	32	3	73	105	73	105	0	0	224	6
40	24-25	0	0	105	105	105	105	0	0	130	5
41	24-39	0	0	105	105	147	147	42	0	235	0
42	25-26	16	10	105	121	105	121	0	0		
43	26-27	0	0	121	121	121	121	0	0		
44	26-40	0	0	121	121	155	155	34	0		
45	27-28	0	0	121	121	151	151	30	5		
46	27-29	26	9	121	147	121	147	0	0		
47	28-30	7	3	126	133	151	158	25	25		
48	29-30	11	6	147	158	147	158	0	0		
49	30-31	0	0	158	158	173	173	15	0		
50	30-41	0	0	158	158	158	158	0	0		
51	31-32	22	10	158	180	173	195	15	0		
52	32-33	0	0	180	180	197	197	17	0		
53	32-43	0	0	180	180	195	195	15	15		
54	33-34	4	4	180	184	213	217	33	0		
55	33-44	20	10	180	200	197	217	17	17		
56	34-44	0	0	184	184	217	217	33	33		
57	35-36	8	5	16	24	118	126	102	0		
58	36-37	1	3	24	25	126	127	102	0		
59	37-38	2	5	25	27	127	129	102	39		
60	38-39	18	8	66	84	129	147	63	21		
61	39-40	8	3	105	113	147	155	42	8		
62	40-41	3	10	121	124	155	158	34	34		
63	41-42	3	6	158	161	158	161	0	0		
64	41-43	5	3	158	163	190	195	32	32		
65	42-43	34	10	161	195	161	195	0	0		
66	43-44	22	10	195	217	195	217	0	0		
67	44-45	1	4	217	218	223	224	6	0		
68	44-46	7	10	217	224	217	224	0	0		
69	45-46	0	0	218	218	224	224	6	6		
70	46-47	6	6	224	230	224	230	0	0		
71	47-48	5	5	230	235	230	235	0	0		

3.6 Проектування будгенплану

Проектування будівельного генерального плану розпочинаємо з нанесення ситуаційного плану місцевості. У заданому масштабі викреслюємо на плані існуючі будівлі, комунікаційні лінії, автодороги, а також розташування проектованої будівлі. Зону будівництва обмежуємо захисним огородженням.

Монтаж необхідних конструкційних елементів здійснюємо за допомогою сучасних будівельних кранів МБГ-6.3 та СКГ-40БС. Для зручності в зоні дії кранів облаштовуємо відкритий склад для зберігання матеріалів.

Проектовані дороги мають ширину 3,5 м з розширеннями в місцях розвантаження для доставки матеріалів до прилеглих складів. Відстань від тимчасових доріг до будівлі, що зводиться, становить 8-10 м, а до складів — 1 м.

На плані відображаємо розташування комунікацій, які будуть задіяні під час проведення робіт. На будівельній ділянці розміщено чотири пожежні гідранти з відповідними пожежними щитами.

Тимчасові будівлі розташовані відповідно до нормативних вимог за межами небезпечної зони роботи кранів і підйомників; до них підведено необхідні комунікації (водопровід, каналізація, електроенергія, телефон).

Для освітлення території по всьому периметру огорожі передбачена низьковольтна електромережа з 10 освітлювальними вежами.

Від трансформаторної підстанції, призначеної для обслуговування будівлі, що зводиться, прокладено високовольтну лінію та встановлено розподільчі шафи в місцях споживання електроенергії.

Для підвищення ефективності робіт передбачено використання сучасних засобів механізації, зокрема будівельних роботизованих установок та мобільних вантажопідіймальних платформ. Це дозволяє оптимізувати процеси вантажно-розвантажувальних робіт і зменшити час простоїв техніки,

забезпечуючи безперервність будівельного процесу та підвищуючи його безпеку.

3.7 Розрахунки потреби в автотранспортних засобах

Кількість транспортних засобів МММ, необхідних для перевезення певного виду вантажу автотранспортом за заданим маршрутом, визначається за формулою:

$$M = Q_{\text{сут}} / q_{\text{сут}}$$

де:

$Q_{\text{доб}}$ — добовий вантажопотік певного виду вантажу, т;

$Q_{\text{сут}} = Q_{\text{р}} / T_{\text{р}}$ — кількість вантажу, який може перевезти транспортний засіб за добу, т;

$$Q_{\text{сут}} = (q_{\text{ф}} \cdot T_{\text{м}} \cdot K_{\text{т}}) / t_{\text{ц}}$$

де:

$q_{\text{ф}}$ — фактична маса вантажу, який перевозиться;

$T_{\text{м}}$ — тривалість розрахункового періоду роботи транспорту;

$K_{\text{т}}$ — коефіцієнт змінності;

$t_{\text{ц}}$ — тривалість транспортного циклу, год.

Тривалість транспортного циклу розраховується за формулою:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + L / V + t_{\text{м}}$$

де:

$t_{\text{н}}$ — час, необхідний для навантаження та розвантаження вантажу, год;

L — відстань перевезення вантажу, км;

V — середня швидкість перевезення вантажу, км/год;

$t_{\text{м}}$ — час, витрачений на маневрування під час навантаження та розвантаження.

Розрахунки проводимо для матеріалів, необхідних для виконання робіт, результати заносимо до таблиці.

Використання роботизованих установок та мобільних вантажопідіймальних платформ

Для підвищення ефективності та безпеки на будівельному майданчику застосовуються сучасні роботизовані установки і мобільні вантажопідіймальні платформи. Роботизовані установки автоматизують процеси транспортування і переміщення матеріалів на обмежених ділянках, зменшуючи залежність від традиційної важкої техніки та оптимізуючи будівельний процес.

Мобільні вантажопідіймальні платформи використовуються для швидкого підйому і розподілу вантажів на різні рівні будівлі. Їх мобільність дозволяє значно скоротити час на переміщення матеріалів та забезпечує підвищену маневреність, що особливо важливо в умовах обмеженого простору на будівельному майданчику. Використання цих засобів механізації знижує час простоїв техніки, сприяє раціональному розподілу трудових ресурсів та підвищує загальну продуктивність робіт.

Таблиця 3.4 - Потреба в транспортних засобах

Найменування вантажу	Кіл-ть вантажу, який необхідний для перевезення, т Q_p	Тривалість розрахункового періоду, дн. T_p	Добовий вантажопотік, $Q_{доб}$	Фактична маса перевезеного вантажу, $q_{фа}$	Тривалість шляху, t_d	Кіл-У вантажу, який перевозиться за добу, т $q_{доб}$	Кіл-В одиниць транспорту, шт. M	Кіл-У днів перевезення, дн. T	Найменування транспортного засобу	Вантажопідйомність, т.
Колони металеві	74,25	14	18,32	13,2	3,25	30,46	1	3	JAC N200	14
Стінова панель «сэндвич»	52,2	72	0,73	2,5	6,6	2,8	1	19	JAC N200	14
Плити покриття залізобетонні	217,6	18	12,1	8,5	2,67	23,9	1	10	JAC N200	12
Елементи структури	111,6	50	2,23	7,5	3,5	16,07	1	7	JAC N200	12
Профільований аркуш	42,48	50	0,85	4,5	3,8	8,88	1	5	JAC N120	8,5
Цегла силкатна	36 тис. шт.	34	1,1 тис. шт.	3	2,8	8 тис. шт.	1	5	JAC N120	16
Мінераловата «Rockwool»	102,2	35	2,9	2,5	6,3	2,9	1	35	JAC N120	11,5

3.8 Розрахунки тимчасових будинків і споруджень на будмайданчика

Гардеробні кімнати призначені для зберігання вуличного, робочого та домашнього одягу і взуття. Одяг може зберігатися різними способами: відкрито (на вішалках або у відкритих шафах), у закритих шафах або комбіновано. У побутових приміщеннях, розрахованих на бригади чисельністю 10-15 осіб, дозволяється зберігати всі види спецодягу в одному приміщенні, але в окремих шафах для кожного типу одягу.

Приміщення для сушіння спецодягу повинні мати площу з розрахунку 0,2 м² на кожного працівника, який користується сушаркою в найбільш чисельній зміні. Сушарки оснащуються системами обігріву для швидкого висушування одягу.

Туалети розміщуються не далі ніж за 100 м від найвіддаленішого робочого місця. Кількість унітазів у туалетах визначається залежно від кількості працівників у зміні.

Питні установки мають бути розташовані не далі ніж 75 м від робочих місць, при цьому вода подається через спеціальні фонтанчики.

Душові обладнуються у спеціальних вагончиках, розраховуючи одну душову сітку на 5 осіб, виходячи з того, що кожна зміна потребує 45 хвилин на прийом душу.

Розрахунок чисельності працівників виконується за формулою:

$$N_{\text{заг}} = (N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТР}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}}) \times 1,06$$

де:

$N_{\text{роб}}$ — кількість робітників,

$N_{\text{ІТР}}$ — кількість інженерно-технічного персоналу,

$N_{\text{служ}}$ — кількість службовців,

$N_{\text{МОП}}$ — кількість молодшого обслуговуючого персоналу.

Приклад розрахунку:

$$N_{\text{заг}} = (30 + 4 + 2 + 1) \times 1,06 = 39$$

З них 24 — чоловіки, а 15 — жінки.

Використання сучасних засобів автоматизації для підтримки побутових умов

Для покращення умов побутового обслуговування працівників впроваджуються сучасні автоматизовані системи, зокрема автоматичні сушарки для спецодягу з регульованою температурою, а також автоматичні питні станції з функцією контролю якості води. Це дозволяє зменшити час, необхідний на обслуговування працівників, та забезпечити комфортні умови для їх відпочинку і відновлення, підвищуючи загальну ефективність роботи.

Таблиця 3.5 - Відомість розрахунків тимчасових будинків і споруджень

№	Будинок	Розрахункове к-л-у робітників, чіл.	Норма на 1 працюючого, м ²	Розрахункова площа, м ²	Розміри спорудження, м.	Корисна площа, м ²	Шифр типового проекту	Тип будинку	Кількість будинків і споруджень
1	Контора майстра	3	4	12	6х2,7	14,5	420-04-38	К	1
2	Диспетчерська	2	7	14	6х2,7	14,5	420-04-38	К	1
3	Червоний куточок	39	0,24	936	6х2,7	14,5	420-04-44	К	1
4	Гардеробна з душовій (М)	20	0,8	16	9х2,7	22	420-01-6	П	1
5	Гардеробна з душовій (Ж)	15	0,8	12	6х2,7	14,5	420-01-4	К	1
8	Сушарка	32	0,2	6,4	6х2,7	14,5	420-04-9	К	1
9	Приміщення для обігріву	32	0,1	3,6					
10	Буфет	30	0,7	21	9х2,7	22	420-01-6	П	1
11	Медпункт	39	0,1	3,9	7,9х2,7	19,8	ВМ	К	1
12	Туалет (М)	24	0,07	1,7	6х2,7	14,5	420-04-23	К	1
13	Туалет (Ж)	15	0,09	1,35					
14	Прохідна	-	-	-	3х2,7	7,25	420-4-80	К	1
15	Матеріально-технічний склад	-	-	-	6х12	65,8	420-06-17	С	1
16	Навіс	-	-	-	12х24	280	420-06-28	С	1
17	Штукатурна станція	-	-	-	3,85х2,21	8,45	ПРШС-1М	П	1
18	Малярська станція	-	-	-	4,25х2,5	10,6	ПМС	П	1
19	Слюсарня	-	-	-	7,5х2,3	16,8	М-1	П	1

3.9 Розрахунки складського господарства на будмайданчика

Для розрахунків площ складів становимо перелік основних матеріалів, що вимагають складування на території будмайданчика.

Для кожного зі складованих матеріалів визначаємо тип складу, залежно від характеру матеріалу.

До всіх складів (відкритим і закритим) підводимо під'їзні дороги й проектуємо місця для розвантаження матеріалів на відстані 1 м від складу.

Таблиця 3.6 - Розрахунки площі складів

Найменування матеріалів і виробів	Тривалість потреби, дн	Потреба		Коеф-ти		Запас матеріалів		Розрахунковий запас матеріалів	Площа складу		Фактична площа складу, м ²	Тип складу
		Загальна	Добова	Вступу матеріалів	Вступу матеріалів	Норма, дн	Розрахунковий, дн		Норма, м ²	Розрахунковий, м ²		
	T	P _{общ}	P _{сут}	Д _{О1}	Д _{О2}	T _н	T _р	P _{скл}	q	S _р	S _ф	
Колони металеві, т	14	74,25	5,3	1,1	1,3	5	7,2	38,2	0,8	48	96	Отк
Елементи структури, т	50	111,6	2,4	1,1	1,3	5	7,2	16,1	0,5	32	64	Отк
Стінові панелі, м ²	72	3480	48,3	1,1	1,3	5	7,2	348	3	116	193	Отк
Плити перекриття, м ³	18	87	4,8	1,1	1,3	5	7,2	34,8	0,75	46,4	92,8	Отк
Цегла, тис. шт.	34	36	1,05	1,1	1,3	5	7,2	7,6	0,7	10,9	22	Отк
Руберойд, м ²	35	15798	451,4	1,1	1,3	5	7,2	3250	200	16	32	Навіс
Мінеральна вата, м ³	35	315,8	9,02	1,1	1,3	5	7,2	65	1,25	52	87	Навіс
Гравій, м ³	35	45,8	1,31	1,1	1,3	5	7,2	9,42	1,5	6,2	13	Отк

3.10 Розрахунки тимчасового водопостачання

Вода на будівельному майданчику потрібна для таких цілей:

- виробничі потреби (для кам'яних, штукатурних і плиткових робіт, а також для підготовки підлог),
- господарсько-побутові потреби (вода для пиття, душові установки, буфет),
- пожежогасіння,
- миття будівельної техніки (5 м³ води на годину).

Максимальне водоспоживання розраховуємо за формулою:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 \cdot (Q_{\text{вироб}} + Q_{\text{побут}}) + Q_{\text{пож}}$$

де:

$Q_{\text{вироб}}$ — витрати води на виробничі потреби, які в нашому випадку становлять 14,3 м³ (включаючи 5 м³ для миття техніки),

$Q_{\text{побут}}$ — витрати води на господарсько-побутові потреби, що становлять 1,8 м³,

$Q_{\text{пож}}$ — витрати води на гасіння пожежі, які становлять 36 м³.

Підставляючи значення, отримуємо:

$$Q_{\text{заг}} = 0,5 \cdot (14,3 + 1,8) + 36 = 44,05 \text{ м}^3$$

Отже, максимальне водоспоживання будмайданчика складає 44,05 м³/год.

Для забезпечення цього рівня водоспоживання необхідно визначити діаметр труби, через яку подається вода. Розрахунок діаметра труби D проводимо за формулою:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{\text{заг}}}{\pi \cdot V \cdot 3600}}$$

де:

$Q_{\text{заг}}$ — загальне максимальне водоспоживання, яке дорівнює 44,05 м³/год,

V — середня швидкість руху води в трубі, яка прийнята на рівні 1,5 м/с,

π — константа, приблизно рівна 3,1416,

3600 — коефіцієнт для перерахунку витрати з м³/год у м³/с.

Підставляємо значення в формулу:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 44,05}{\pi \cdot 1,5 \cdot 3600}}$$

Розрахунок:

$$D \approx \sqrt{\frac{176,2}{16964,4}} \approx 0,102 \text{ м}$$

Отже, для забезпечення потреб будівельного майданчика у воді необхідний діаметр труби складає приблизно 102 мм.

3.11 Розрахунки необхідної потужності трансформатора

Для організації тимчасового електропостачання будівельного майданчика необхідно виконати наступні кроки:

- визначити основних споживачів електроенергії на ділянці;
- встановити необхідну потужність трансформатора;
- обрати джерело постачання електроенергії;
- спроектувати електромережу.

Потужність трансформатора розраховується за такою формулою:

$$P = 1,1 \cdot \left(\sum \frac{P_n \cdot k_1}{\cos \varphi} + \sum \frac{P_{\text{тех}} \cdot k_1}{\cos \varphi} + \sum P_{\text{осв.}} \cdot k_3 + \sum P_{\text{ох.н.}} \cdot k_4 \right)$$

де P - споживана потужність трансформатора, кВа;

1,1 – коефіцієнт, що враховує втрати потужності в мережі;

P_n - потрібна потужність на виробничі потреби, тобто силова потужність будівельних машин або установок, кВа;

$P_{\text{тех}}$ - потрібна потужність на технологічні потреби, кВа;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності;

Після розрахунку необхідної потужності трансформатора обираємо трансформаторну підстанцію КТП СКБ або сучасний Schneider Electric Trihal з потужністю 180 кВА.

Повітряні лінії електропередач прокладаються вздовж проїздів, що дозволяє використовувати опори для зовнішнього освітлення будівельного майданчика. На майданчику передбачено низьковольтну чотирипровідну мережу: три фазові проводи і один нульовий (380/220 В). Тимчасову електромережу встановлюємо на опорах, розміщених на відстані 20-25 м одна від одної.

Витрати електроенергії на будівельному майданчику контролюються за допомогою електролічильника, який знаходиться у трансформаторній підстанції.

Для підвищення ефективності електропостачання та зменшення витрат електроенергії на будмайданчику застосовуються сучасні системи автоматизованого контролю та управління енергоспоживанням. Ці системи дозволяють в реальному часі відстежувати споживання електроенергії, виявляти пікові навантаження та оптимізувати графіки роботи обладнання.

Крім того, встановлюються датчики для автоматичного включення і вимикання освітлення в залежності від рівня природного освітлення, що дозволяє економити електроенергію. Використання таких технологій сприяє зменшенню експлуатаційних витрат, забезпечуючи стабільне і безпечне електропостачання на будівельному майданчику.

РОЗДІЛ 4. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

4.1 Аналіз можливості викрестання штучного інтелекту

Будівельна галузь нині зазнає змін, переходячи від традиційно ієрархічних будівельних майданчиків до цифрових і більш автономних рішень. Темпи цифрових змін зростають настільки швидко, що галузь намагається пристосуватися до цього прогресу. Використання штучного інтелекту (ШІ) у будівництві залишається відносно мало дослідженим напрямом, хоча ШІ може автоматизувати чимало операцій і підвищити ефективність будівельних процесів. Це відповідає принципам ощадливого підходу, що спрямований на зменшення відходів і оптимізацію витрат. У цьому контексті стає важливим аналіз методів ШІ та їх інтеграція з технологіями BIM. Таким чином, об'єктом дослідження є застосування інформаційних технологій у будівництві, а його метою — продемонструвати, як галузь може скоротити розрив між потенційними та реальними перевагами від упровадження ШІ.

Для подолання цієї прогалини були сформульовані такі два дослідницькі питання:

Які можливі переваги впровадження штучного інтелекту в будівельній галузі?

Які реальні вигоди сьогодні приносить впровадження штучного інтелекту для будівельної галузі?

Це дослідження зосереджено на кейс-стаді будівельного проєкту в Осло, Норвегія, і охоплює аналіз трьох цифрових інструментів. Через брак доступних досліджень щодо впровадження ШІ були обрані методи аналізу документів та проведення інтерв'ю з експертами.

Досліджуваним об'єктом є будівельний проєкт Bispevika в Осло. Його реалізація триває приблизно 7 років, і проєкт активно впроваджує штучний інтелект, оцінюючи його вплив на поведінку працівників. Bispevika був обраний через його інноваційний підхід до робочих процесів та інструментів, а також завдяки масштабності проєкту, що забезпечує ідеальне середовище для навчання

і розвитку команди. Концепція Bispevika заснована на ощадливому підході. Щоб отримати глибше розуміння впровадження штучного інтелекту, було детально проаналізовано використання трьох цифрових інструментів у межах проекту (Таблиця 6.1).

Таблиця 6.1 - Опис обраних цифрових інструментів на Біспевіка

Інструмент	опис	Рівень оцифровки	Фаза впровадження
Сенсорний план	Інструмент для спільної роботи в Інтернеті, який можна розглядати як цифрову версію інструментів у LPS (Sensory Plan 2018)	Оцифровка	Несвоєчасне виконання
Синхрон	4D-цифрова будівельна платформа дає змогу працівникам візуалізувати, обговорювати та співпрацювати, щоб знайти всі обмеження перед виконанням (Synchro 2019)	Оцифровка	Проміжна реалізація
АЛІСА	Програмне забезпечення для планування за допомогою штучного інтелекту, яке використовує дані користувача для створення та оптимізації розкладів на основі створених методів (ALICE 2017)	Цифрове перетворення	Раннє тестування

Існує уявлення, що будівельна галузь недостатньо цифровізована і має низький рівень продуктивності в порівнянні з іншими секторами. Водночас дослідження свідчать, що правильний підхід до цифровізації може значно підвищити ефективність будівельних процесів. Сучасні технології, зокрема штучний інтелект, починають активно проникати в галузь.

Через майже повну відсутність досліджень, присвячених інтеграції ІІІ в будівництво, потрібно буде спиратися на існуючі дослідження процесів впровадження нових технологій, поєднуючи їх із технічними знаннями про ІІІ.

Збір даних було вирішено здійснювати за допомогою аналізу документів та інтерв'ю. (Таблиця 6.2).

Таблиця 6.2 - Опис зовнішніх інтерв'ю

Компанія	Опис компанії	Опис інтерв'ю
Норвезька відкрита лабораторія ШІ	Дослідницький центр, який об'єднує різноманітні дослідницькі зусилля в рамках ШІ	Професор інформатики та штучного інтелекту
Inmeta	Наразі ключовими напрямками досліджень є охорона здоров'я, енергетика, океанський космос, цифрова економіка та розумне довкілля (NTNU 2019)	Великий досвід розробки та впровадження систем штучного інтелекту в нафтогазовій промисловості, газовій промисловості та рибальстві
Творець космосу	Одна з провідних консалтингових компаній з машинного навчання в Норвегії (у 2019 р.)	Науковий спеціаліст із обробки даних зі спеціалізацією на машинному навчанні. Досвід розробки та впровадження систем штучного інтелекту в сфері охорони здоров'я

Оцифрування та цифрова трансформація часто плутають, проте вони представляють різні етапи цифрового переходу. Оцифрування – це створення цифрових копій аналогових даних, наприклад, перенесення паперових чек-листів на мобільний пристрій. На другому рівні — цифровізації — машини можуть виконувати процеси під керівництвом людини, наприклад, оновлювати інформаційну модель будівлі (BIM). Цифрова ж трансформація означає інтеграцію цифрових технологій, що докорінно змінює спосіб роботи організації. Штучний інтелект (ШІ) — це здатність машини імітувати інтелектуальні дії людини, що дозволяє йому вирішувати складні завдання за допомогою алгоритмів. Таким чином, інтеграцію ШІ можна вважати частиною цифрової трансформації. Основні вигоди ШІ для організацій включають покращення роботи з даними, автоматизацію завдань для зосередження на стратегічних питаннях, зменшення людських помилок і прискорення процесів, що відповідає принципам ощадливого виробництва, які спрямовані на максимізацію ефективності, скорочення відходів та оптимізацію процесів.

Водночас рівень впровадження ІІІ в будівельній сфері залишається низьким. Однак деякі стартапи вже пропонують рішення для автоматизації процесів планування та розпізнавання зображень, які дозволяють алгоритмам обробляти великий обсяг історичних даних для розробки оптимальних графіків і відстеження небезпечних умов для поліпшення навчання працівників. Оскільки ІІІ базується на алгоритмах навчання, а не на прямому програмуванні, для точних результатів йому потрібні значні обсяги даних, що для багатьох будівельних компаній є обмеженням. ІІІ може допомогти вирішити важливі проблеми галузі, зокрема питання витрат, планування та безпеки. Проте будівельна галузь тільки на початкових етапах цифрової трансформації, і в багатьох проектах ІІІ ще не використовують. Одне з ключових питань при впровадженні — досягнення ефективної співпраці між людиною та ІІІ.

Цифровий зсув створює нові підходи до роботи, де люди та технології повинні взаємодіяти. Якщо раніше людей і технології розглядали як окремі сутності, то сучасна автоматизація часто перевершує людей у конкретних завданнях. Хоча ІІІ вражає здатністю до швидкого аналізу даних, він не може замінити людську креативність, бачення, педагогічні навички та етичні підходи. Спільна робота людей і ІІІ потребує чіткого розподілу обов'язків, однак виклик полягає в тому, щоб люди довіряли рішенням, які пропонує ІІІ. Алгоритми ІІІ не можуть пояснити свої висновки так, як це зробила б людина, і тому там, де потрібне обґрунтування, адаптація ІІІ повільніша. Довіра до ІІІ включає складний набір факторів, таких як ставлення, переконання, емоції, контроль і ризик. Оскільки ІІІ не має емоцій чи переконань, людям складніше довіряти його результатам, особливо в умовах вразливості. Однак, якщо зрозуміти принципи роботи ІІІ, можна підвищити прозорість та довіру до нього.

При цьому важливо, щоб люди могли впливати на рішення ІІІ, а ІІІ — на дії людей, що забезпечить гнучку взаємодію. Мета полягає в тому, щоб побудувати спільну систему, де висновки ІІІ та людські переконання оновлюються в діалозі. Також важливо, щоб ІІІ міг відповісти на такі запитання, як «чому саме зараз варто змінити план?», що допоможе людям краще розуміти

і довіряти результатам роботи ШІ. Тривалий час надійної роботи системи також сприяє формуванню довіри, адже люди схильні довіряти ШІ так само, як і іншим людям, після перевірки надійності.

Наступні дії та висновки ґрунтуються на трьох зовнішніх інтерв'ю з експертами в галузі штучного інтелекту та дев'яти тематичних дослідженнях з порівняно низьким рівнем знань про ШІ. Інші вісім респондентів були виключені з дослідження через брак знань про ШІ. Учасникам було задано відкрите питання, що стосується майбутнього штучного інтелекту в будівельній індустрії, щоб зібрати їхні думки про цифрове майбутнє будівництва. Це питання дало змогу отримати приклади використання та можливі наслідки. Аналіз зібраних даних розділив застосування на три категорії ШІ: машинне навчання, розпізнавання образів та автоматизацію. Машинне навчання включає алгоритми, що здатні аналізувати дані та розробляти нові рішення на основі історичних даних. Розпізнавання шаблонів полягає в ідентифікації узорів за допомогою алгоритмів машинного навчання. Автоматизація ж дозволяє ШІ виконувати завдання, які спочатку виконувалися людьми, або завдання, які виходять за межі можливостей людини. У таблиці 3 представлена структура опитувань за цими трьома категоріями.

Всі категорії штучного інтелекту, згадані в таблиці, вплинуть на робочі процеси та завдання. На сьогодні галузь спирається на індивідуальний досвід, а не на емпіричні дані. Щоб продемонструвати потенційні переваги штучного інтелекту в будівництві, було проведено дослідження впровадження трьох цифрових інструментів: Touchplan, Synchro та ALICE.

Touchplan — це інструмент для планування будівництва, який піднімає технологічну співпрацю на новий рівень. Його основна мета — створити виняткові команди, що реалізують складні проекти, які виконуються безперебійно, завершуються вчасно або навіть раніше терміну, і задіюють колективний інтелект усієї команди для щоденного навчання та вирішення проблем.

Synchro — це 4D цифрова будівельна платформа, що надає працівникам можливість візуалізувати, обговорювати та співпрацювати для виявлення всіх обмежень перед завершенням проєктів. Як і у випадку з Touchplan, наразі немає спеціальних стратегій навчання для 4D-планування чи використання Synchro. Основною перевагою є можливість використовувати 4D модель для загального розуміння робочих завдань, що особливо корисно у контексті різноманітності мов на будівельному майданчику.

Touchplan і Synchro — це прозорі технології, в яких людина контролює, як вхідні дані перетворюються на вихідні. Результат цього керованого людьми процесу, який забезпечує прозорість, означає простий і надійний результат. Однак немає жодної гарантії, що цей результат є найбільш оптимізованим, наприклад, з огляду на прогрес, персонал і витрати, оскільки можливості людського мозку мають свої обмеження.

ALICE — це платформа для будівництва, яка базується на штучному інтелекті та використовує його для аналізу потоків робочої сили та обладнання на всьому будівельному майданчику. Ця технологія дозволяє користувачам вивчати різні плани будівництва в реальному часі та розуміти, як ключові рішення впливають на вартість і тривалість проєкту.

Використання Midjourney у проєктних організаціях може суттєво прискорити роботу дизайнерів архітектурних середовищ завдяки своїм можливостям у генерації зображень і візуалізацій.

Midjourney може створювати візуалізації на основі текстових описів, що дозволяє дизайнерам швидко отримувати концептуальні ідеї для проєктів. Це особливо корисно на ранніх стадіях проєктування, коли потрібно обрати стилі та елементи, не витрачаючи багато часу на малювання або створення 3D-моделей.

Дизайнери можуть швидко генерувати різноманітні варіанти дизайну, що дозволяє швидше обирати оптимальні рішення. Це зменшує час, необхідний для створення ескізів та прототипів, а також дає можливість експериментувати з формами, текстурами та кольоровими схемами.

Midjourney може допомогти дизайнерам створити візуалізації на основі побажань клієнтів, що робить процес комунікації простішим. Клієнти зможуть

побачити результати ще до початку реалізації проекту, що знижує ризик непорозумінь і покращує задоволеність клієнтів.

Завдяки можливості налаштування стилю зображень, Midjourney може бути використаний для створення візуалізацій в різних архітектурних стилях. Це особливо корисно для дизайнерів, які працюють у рамках різних культурних чи історичних контекстів.

Midjourney може бути інтегровано з іншими програмами для проектування та моделювання, такими як AutoCAD або Revit. Це дозволяє дизайнерам використовувати згенеровані зображення для подальшої роботи в середовищах, зручних для технічних креслень і моделей.

Автоматизація процесу візуалізації може зменшити навантаження на дизайнерів, дозволяючи їм зосередитись на більш складних завданнях, таких як концептуальне проектування, дослідження та взаємодія з клієнтами.

Дизайнери можуть використовувати Midjourney для проведення візуальних експериментів, перевіряючи різні ідеї та рішення візуально. Це може сприяти творчому підходу в проектуванні та призводити до інноваційних рішень.

Midjourney, подібно до інших генеративних моделей, використовує глибокі нейронні мережі, що складаються з кількох шарів, які навчаються на великих обсягах даних. Основні компоненти:

- вхідний шар: отримує текстові описи, які потрібно перетворити на зображення.
- сховані шари: використовують різні обчислювальні операції для виділення ознак з вхідних даних. Це можуть бути згорткові шари для обробки зображень і рекурентні шари для обробки тексту.
- вихідний шар: генерує зображення на основі обробленої інформації.

Midjourney навчається на великих наборах даних, що складаються з зображень та супутніх текстових описів. Це навчання дозволяє моделі розуміти, як текстові характеристики відповідають візуальним елементам. Процес навчання включає:

- збір даних: Використовуються численні зображення з відкритих джерел і баз даних.
- анотація даних: Кожному зображенню надається текстовий опис, що описує його зміст.
- навчання: Модель навчається асоціювати текстові описання з візуальними ознаками, використовуючи методи, такі як трансформери.

Коли модель отримує текстовий запит, вона перетворює текст з текстового опису виділяються ключові ознаки та елементи, які потім використовуються для створення зображення.

Модель використовує свої знання для генерації нового зображення, що відповідає наданому текстовому опису. Це може включати використання технік, таких як дифузія, для поступового створення зображення з шуму.

Midjourney — це складна неймережа, що використовує сучасні методи машинного навчання для генерації візуального контенту на основі текстових описів. Її технологія дозволяє дизайнерам і творчим особам швидко втілювати свої ідеї в життя, що робить її цінним інструментом у різних галузях, зокрема в архітектурному дизайні, графіці та мистецтві.

4.2 Теоретизовані засади розробки штучного інтелекту через створення плагінів для Revit на базі мови програмування Python

Створення плагіну для генерування проектів будівель на базі AutoCAD та Revit з використанням мови програмування Python може значно спростити і автоматизувати процес проектування. Впровадження технологій штучного інтелекту (ШІ) у цей процес відкриває нові можливості для архітекторів і інженерів.

Розглянемо основні аспекти та етапи реалізації такого проекту.

AutoCAD API: AutoCAD надає можливість взаємодії через API, зокрема, через COM (Component Object Model) або .NET API. Для Python існують бібліотеки, такі як pyautocad, які дозволяють взаємодіяти з AutoCAD.

Revit API: Revit також має потужний API, заснований на .NET. Існує

бібліотека RevitPythonShell, яка дозволяє виконувати Python-скрипти безпосередньо в середовищі Revit.

Генеративне проектування полягає у створенні безлічі варіантів дизайну на основі заданих параметрів. Це можна реалізувати через алгоритми, які використовують вхідні дані, такі як вимоги до простору, матеріали, бюджет і екологічні умови.

Використання машинного навчання для аналізу попередніх проектів і генерації нових рішень. Наприклад, нейронні мережі можуть бути навчені на великих масивах даних, щоб розуміти, які дизайни є ефективними.

Можна використовувати еволюційні алгоритми для створення та оцінки різних проектних рішень. Вони можуть автоматично оптимізувати форму і функцію будівлі на основі критеріїв, таких як енергоефективність і простота.

Застосування параметричного підходу в Revit через Dynamo або подібні інструменти для створення адаптивних моделей, які можуть автоматично змінюватися відповідно до вхідних параметрів.

4.2.1 Теоретизовані аспекти створення плагінів для Revit на базі мови програмування Python

Створення графічного інтерфейсу користувача (GUI) для взаємодії з користувачем. Це може бути реалізовано за допомогою бібліотек, таких як Tkinter або PyQt, що дозволяє архітекторам вводити параметри і бачити результати генерування в режимі реального часу.

Процес розробки можна розділити на декілька наступних етапів:

- налаштування середовища, встановлення необхідних бібліотек Python для роботи з AutoCAD і Revit.
- визначення алгоритмів, розробка алгоритмів для генерування проектів, включаючи логіку для вибору та оптимізації.
- інтеграція III, використання бібліотек, таких як TensorFlow або PyTorch, для реалізації нейронних мереж, які навчаються на основі попередніх проектів.

- тестування та вдосконалення: Постійне тестування плагіна, щоб гарантувати його стабільність та ефективність.

Використання великих баз даних проектів для навчання алгоритмів ШІ один із багатьох позитивних пунктів використання ШІ. Це можуть бути дані про конструктивні рішення, енергоефективність, матеріали та витрати.

Аналіз отриманих проектів для оцінки їх ефективності та виявлення найкращих практик може пришвидшити покращення розробки проектів у майбутньому.

Розробимо плагін для Autodesk Revit на Python, який має функціонал для створення панелі в інтерфейсі Revit. Панель повинна дозволяти користувачеві вводити такі параметри:

- довжина та ширина будівлі;
- кількість вікон на стіні, а також їх розміри;
- кількість дверей та їхні розміри;
- площа та кількість спалень, кухонь і санвузлів;
- вибір матеріалів для внутрішніх та зовнішніх стін;
- товщина стін і висота поверхів;
- тип фундаментів: плитний або стрічковий, з можливістю вибору товщини та ширини;
- матеріали для фундаментів;
- тип покрівлі: скатна або плоска, з можливістю вибору матеріалу плоскої покрівлі та товщини матеріалів, що входять до неї;
- додати логіку для створення стін, фундаментів і покрівлі на основі зазначених параметрів;
- запровадити можливості генеративного створення проектів за допомогою штучного інтелекту;
- реалізувати алгоритм оптимізації для визначення найкращих параметрів проекту;
- впровадити елементи машинного навчання для прогнозування та оптимізації проектних рішень;
- забезпечити інтеграцію API для взаємодії з зовнішніми

моделями AI, які надаватимуть рекомендації щодо проектування на основі введених даних.

```
import Autodesk
from Autodesk.Revit.UI import *
from Autodesk.Revit.DB import *
from System.Collections.Generic import *
from System.Windows import *
import clr
import requests
import json
import numpy as np
from sklearn.linear_model import LinearRegression
from sklearn.model_selection import train_test_split
import joblib

# Підключення бібліотек
clr.AddReference("RevitAPI")
clr.AddReference("RevitServices")
from RevitServices.Persistence import DocumentManager
from RevitServices.Transactions import TransactionManager

# Графічний інтерфейс
class BuildingGeneratorUI:
    def __init__(self):
        self.main_window = Window()
        self.main_window.Title = "Building Generator"
        self.main_window.Width = 400
        self.main_window.Height = 600

# Елементи управління
```

```

self.wall_material_input = TextBox()
self.wall_thickness_input = TextBox()
self.floor_height_input = TextBox()
self.foundation_type_input = ComboBox()
self.foundation_width_input = TextBox()
self.foundation_length_input = TextBox()
self.roof_type_input = ComboBox()
self.roof_material_input = TextBox()
self.roof_material_thickness_input = TextBox()

self.create_button = Button(Content="Create Building")
self.optimize_button = Button(Content="Optimize Project")

# Заповнення ComboBox
self.foundation_type_input.Items.Add("Slab")
self.foundation_type_input.Items.Add("Strip")
self.roof_type_input.Items.Add("Flat")
self.roof_type_input.Items.Add("Sloped")
# Додавання елементів до вікна
layout = StackPanel()
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Wall Material:"))
layout.Children.Add(self.wall_material_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Wall Thickness:"))
layout.Children.Add(self.wall_thickness_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Floor Height:"))
layout.Children.Add(self.floor_height_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Foundation Type:"))
layout.Children.Add(self.foundation_type_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Foundation Width:"))
layout.Children.Add(self.foundation_width_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Foundation Length:"))

```

```

layout.Children.Add(self.foundation_length_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Roof Type:"))
layout.Children.Add(self.roof_type_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Roof Material:"))
layout.Children.Add(self.roof_material_input)
layout.Children.Add(TextBlock(Text="Roof Material Thickness:"))
layout.Children.Add(self.roof_material_thickness_input)
layout.Children.Add(self.create_button)
layout.Children.Add(self.optimize_button)

```

```

self.main_window.Content = layout

```

```

# Обробка подій кнопок

```

```

self.create_button.Click += self.create_building

```

```

self.optimize_button.Click += self.optimize_project

```

```

def show(self):

```

```

    self.main_window.ShowDialog()

```

```

def create_building(self, sender, e):

```

```

    # Збір параметрів

```

```

    params = {

```

```

        'wall_material': self.wall_material_input.Text,

```

```

        'wall_thickness': float(self.wall_thickness_input.Text),

```

```

        'floor_height': float(self.floor_height_input.Text),

```

```

        'foundation_type': self.foundation_type_input.SelectedItem,

```

```

        'foundation_width': float(self.foundation_width_input.Text),

```

```

        'foundation_length': float(self.foundation_length_input.Text),

```

```

        'roof_type': self.roof_type_input.SelectedItem,

```

```

        'roof_material': self.roof_material_input.Text,

```

```

        'roof_material_thickness':

```

```
float(self.roof_material_thickness_input.Text)
    }
```

```
generator = BuildingGenerator()
generator.run(params)
```

```
def optimize_project(self, sender, e):
    # Виклик оптимізації проекту
    optimizer = ProjectOptimizer()
    optimized_params = optimizer.optimize_project()
    MessageBox.Show(f'Optimized Parameters:\n{optimized_params}')
```

Клас генерації будівлі

```
class BuildingGenerator:
```

```
    def __init__(self):
        self.doc = DocumentManager.Instance.CurrentDBDocument
```

```
    def create_wall(self, height, material, thickness):
```

```
        # Логіка для створення стін
```

```
        wall_type
```

=

```
FilteredElementCollector(self.doc).OfClass(WallType).FirstElement()
```

```
        line = Line.CreateBound(XYZ(0, 0, 0), XYZ(10, 0, 0)) # Приклад
```

```
        wall = Wall.Create(self.doc, line, wall_type.Id, False)
```

```
        wall.get_Parameter(BuiltInParameter.WALL_HEIGHT_TYPE).Set(height)
```

```
        # Додати матеріал
```

```
        wall.get_Parameter(BuiltInParameter.MATERIAL_ID).Set(material)
```

```
        return wall
```

```
    def create_foundation(self, width, length, foundation_type, material):
```

```
        # Логіка для створення фундаментів
```

```

        foundation_type =
FilteredElementCollector(self.doc).OfClass(FamilySymbol).FirstElement()
        foundation_location = XYZ(0, 0, -1) # Можливо, коригувати в
залежності від висоти
        foundation = FamilyInstance.Create(self.doc, foundation_type.Id,
foundation_location, StructuralType.Foundation)
        return foundation

def create_roof(self, roof_type, material, thickness):
    # Логіка для створення покрівлі
    roof_type =
FilteredElementCollector(self.doc).OfClass(RoofType).FirstElement()
    level = FilteredElementCollector(self.doc).OfClass(Level).FirstElement()
    footprint = CurveLoop.Create([Line.CreateBound(XYZ(0, 0, 0), XYZ(10,
0, 0)),
                                Line.CreateBound(XYZ(10, 0, 0), XYZ(10, 10, 0)),
                                Line.CreateBound(XYZ(10, 10, 0), XYZ(0, 10, 0)),
                                Line.CreateBound(XYZ(0, 10, 0), XYZ(0, 0, 0))])
    roof = Roof.Create(self.doc, roof_type.Id, footprint, level.Id)
    return roof

def run(self, building_params):
    # Головна функція для запуску генерації
    self.create_wall(building_params['floor_height'],
building_params['wall_material'], building_params['wall_thickness'])
    self.create_foundation(building_params['foundation_width'],
building_params['foundation_length'], building_params['foundation_type'],
building_params['wall_material'])
    self.create_roof(building_params['roof_type'],
building_params['roof_material'], building_params['roof_material_thickness'])

```

```

# Клас для оптимізації проекту
class ProjectOptimizer:
    def __init__(self):
        self.model = None
        self.load_model()

    def load_model(self):
        # Завантаження моделі машинного навчання
        self.model = joblib.load('path_to_your_model.pkl') # Зазначте шлях до
вашої моделі

    def optimize_project(self):
        # Оптимізація параметрів проекту
        data = np.array([[1, 2, 3, 4, 5]]) # Приклад вхідних даних
        predicted = self.model.predict(data)
        optimized_params = {
            'wall_thickness': predicted[0],
            'foundation_width': predicted[1],
            'roof_material_thickness': predicted[2]
        }
        return optimized_params

# Виклик панелі
def main():
    ui = BuildingGeneratorUI()
    ui.show()

# Реєстрація плагіна
if __name__ == "__main__":
    main()

```

4.3 Теоретичні позитивні особливості від впровадження

Плагіни можуть автоматизувати рутинні завдання, такі як створення стін, покрівлі, вікон і дверей, що скорочує час, необхідний для розробки проектів. Використання алгоритмів AI для генеративного проектування дозволяє швидко створювати численні варіанти проектів, які відповідають заданим критеріям. Автоматизовані рішення можуть зменшити людський фактор, що призводить до зниження кількості помилок у проектуванні. Інструменти, які автоматично генерують будівельні елементи, можуть забезпечити більш точні та детальні моделі. Алгоритми оптимізації можуть допомогти зменшити витрати на матеріали, визначаючи найкращі параметри для проекту, що зменшує витрати та вплив на довкілля. Інструменти можуть допомогти в прогнозуванні витрат і термінів, що дозволяє краще планувати ресурси. Плагіни можуть інтегрувати дані з різних джерел, що дозволяє командам з легкістю ділитися інформацією та працювати над спільними проектами. Візуалізація проектів у реальному часі покращує комунікацію між архітекторами, інженерами і замовниками. Швидке внесення змін до проекту відповідно до нових вимог чи побажань замовника. Плагіни можуть легко інтегрувати нові технології та підходи до проектування, зокрема, методи сталого будівництва. Використання новітніх технологій підвищує конкурентоспроможність організації на ринку. Якість проектування завдяки використанню AI та оптимізації може залучити більше клієнтів. Плагіни можуть використовувати алгоритми машинного навчання для аналізу попередніх проектів, що допомагає в прогнозуванні та ухваленні рішень. З часом алгоритми можуть покращуватися на основі нових даних, що робить їх більш ефективними. Завдяки автоматизації та оптимізації терміни виконання проектів можуть зменшитися. Підвищення якості проектів і більш чітке дотримання вимог замовників.

Таблиця 4.3 – Теоретичні норми часу при використанні відповідних плагінів

Етап проектування	Час без плагінів (години)	Час з плагінами (години)	Різниця (години)
Аналіз вимог	10	5	-5
Розробка концепту	20	10	-10
Створення моделі	30	15	-15
Візуалізація	15	7	-8
Перевірка якості	5	2	-3
Загалом	80	39	-41

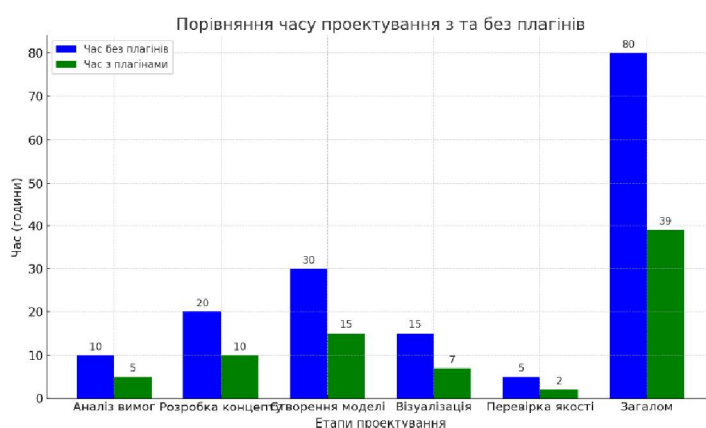


Рисунок 4.1 - Графік, що порівнює час, витрачений на різні етапи проектування будівель з використанням плагінів і без них.

Як видно, використання плагінів значно зменшує час, необхідний для завершення кожного етапу проектування, що може підвищити ефективність та продуктивність будівельних організацій.

ВИСНОВОК

Проаналізовані сучасні тенденції із впровадження штучного інтелекту у будівельні організації.

Розроблено теоретизований код для плагіну для Autodesk Revit на Python, який має функціонал для створення панелі в інтерфейсі Revit.

Створено клас BuildingGeneratorUI, який відповідає за відображення елементів інтерфейсу, де користувач може вводити різні параметри для створення будівлі.

Клас BuildingGenerator реалізує логіку для створення стін, фундаментів і покрівлі. Створення об'єктів відбувається на основі параметрів, введених у графічному інтерфейсі.

Клас ProjectOptimizer імплементує завантаження моделі машинного навчання та метод для оптимізації проекту, що передбачає вхідні дані для моделі. Ви повинні замінити шлях до моделі та налаштувати модель на основі ваших даних.

Для інтеграції з зовнішніми AI-сервісами можна реалізувати методи, що використовують бібліотеку requests для взаємодії з API.

Проаналізовано теоретизоване впровадження таких плагінів на базі штучного інтелекту у будівельних організаціях, що може посприяти зменшенню трудомісткості створення проектної документації через якийсь час майже на 50%.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Мандриков А.П. Примеры расчета ж/б конструкций. – Стройиздат, Москва 1989г.
2. Хамзин С. К., Карасев А. К. Технология строительного производства. – М.: Высшая школа, 1989.
3. Ищенко И.И., Кутухкин Е.Г. «Лёгкие металлические конструкции одноэтажных производственных зданий» – Стройиздат, Москва 1979г.
4. В.В. Кузнецов «Стальные конструкции зданий и сооружений. (Справочник проектировщика Т. 2)». - М.: АСВ 1998г.
5. Кирнев А.Д. Организация строительного производства «Феникс», 2006г..
6. Снежко А.П., Батура Г.М. «Технология строительного производства». Киев 1991г.
7. Дикман Л.Г. «Организация и планирование строительного производства». 1998г.
8. Сугробов Н. П. Охрана труда на производстве монтажных работ. – М.: Стройиздат, 1990г.
9. Притула С.Ф. Технологія будівельних процесів: навчальний посібник / С.Ф. Притула– К. : ІЗМН, 1996. – 140 с.
10. Веселов В.А. Проектирование оснований и фундаментов: учебник / В.А. Веселов. – М.: Стройиздат, 1990. – 240 с.
11. Далматов Б. И. Механика грунтов, основания и фундаменты: учебник / Б. И. Далматов. Л. : Стройиздат, 1988. – 345 с.
12. Бартоломей А. А. Основы расчёта свайных ленточных фундаментов по предельно допустимым осадкам: учебник / А. А. Бартоломей. – М. : 1982. – 180 с.
13. Бойко М. Д. Техническое обслуживание и ремонт зданий и сооружений: учебник / М. Д. Бойко. – М. : Стройиздат, 1993-208 с.

14. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві: Основні положення : ДБН А.3.2-2-2009. – [Чинний від 2012-04-01]. – К. : Держстандарт України, 2012. -94 с. – (Національні стандарти України).

15. Загальні технічні умови. Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій: Основні положення : ДСТУ 3760:2006. – [Чинний від 2007-10-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2007. -28 с. – (ISO 6935-2:1991, NEO).

16. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012. – [Чинний від 2012-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2012. – 29 с. (Національні стандарти України).

17. Система проектної документації для будівництва. : Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 75 с. – (Національний стандарт України).

18. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових креслень.: ДСТУ Б А.2.4-10:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 8 с. – (Національні стандарти України).

19. Буфатина И. Порядок учета доходов и расходов // Все о бухгалтерском учете – 2001. - № 56..

20. Буфатина И. Учет в производстве // Все о бухгалтерском учете – 2001. - № 57.

21. Бухгалтерский словарь: настольная книга / Сост. Азизян К.С, ред. Нетесин Н.И.. – М.,: Баян,1994. – 208 с.

22. Бухгалтерский учет в промышленности и капитальном строительстве: Учебное пособие / П.П. Новиченко, Ф.П. Васин, М.М. Рендуков и др.; Под ред. П.П. Новиченко. – М.: Финансы и статистика, 1983. – 360 с.

23. Бухгалтерский учет в строительной организации: Справочник / В.М. Смехов, А.Е. Скопенко, В.Н. Осипчук, В.Н. Дмитрук. – К.: Будивельник, 1989 – 400 с.: ил.
24. Бухгалтерский учет в строительстве: Учебник / М.Ф. Дьячков, А.А. Баширов, Я.И. Гуральник и др.; Под ред. М.Ф. Дьячкова. – М.: Финансы и статистика, 1984. – 383 с.
25. Бухгалтерский учет: учебник / А.С. Бакаев, Л.С. Безруких, Н.Д. Врублевский и др.; Под ред. П.С. Безруких. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Бухгалтерский учет, 2002. – 719 с.
26. Бухгалтерский учет: Учебник / П.С. Безруких, В.Б. Ивашкевич, А.Н. Кашаев и др.; Под ред. П.С. Безруких. – М.: Финансы и статистика, 1982. – 456 с.
27. Бухгалтерський облік в Україні. Навч. посібник. За ред. Р.Л. Хом'яка. – 2-ге вид., доп. і перероб. – Львів: Національний університет "Львівська політехніка", 2003. – 820 с.
28. Бухгалтерський фінансовий облік. Підручник / За ред. проф. Ф.Ф. Бутинця. – Житомир: ЖІТІ, 2000. – 608 с.
29. Валебникова Н.В., Василевич И.П. Современные тенденции управленческого учета // Бухгалтерский учет – 2000. - № 18.
30. Валентинова Т. Формирование себестоимости в строительстве // Все о бухгалтерском учете – 2005. - №103 (1136).
31. Введение в философию: Учебник для вузов. В 2 частях. Ч. 2 / Фролов И.Т., Араб-Оглы Э.А., Арефьева Г.С. и др. – М.: Политиздат, 1990. – 639 с.
32. Вечканов Г.С., Вечканова Г.Р. Современная экономическая энциклопедия. – Спб., Издательство «Лань», 2002. – 880 с.
33. Войтенко Т. О распределении общепроизводственных расходов // Налоги и бухгалтерский учет – 2000. - № 39.
34. Волков Н.Г. Бухгалтерский учета в строительстве. – М.: Финансы и статистика, 1990. 240 с.

35. Все положения по бухгалтерскому учету. – М.: Юрайт-Издат, 2004. – 174 с.
36. Гавриленко А.Г., Кирнос А.И. Управление качеством: Учебное пособие. – Макеевка: ДонГАСА, 2001. – 302 с.
37. Гаєвський Б.А. Основи науки управління: Навч. посібник. – К.: Мауп. – 1997. – 112 с.
38. Гнилицкая Л. Проблемы внедрения управленческого учета на предприятиях Украины // Бухгалтерский учет и аудит – 2001. - № 9.
39. Голов С.Ф. Управленческий учет: Учебник. – К.: Либра, 2004. – 576 с.
40. Горностаєва В.М. Система внутрішньої звітності центрів відповідальності на торговельних підприємствах // Матеріали Міжнародної науково-практичної конференції “Обліково-аналітичні системи: глобальний і національний аспекти”, 16 – 17 травня 2006 року. – Полтава: РВЦ ПУСКУ, 2006. – Ч. 1. – 296с.
41. Грабова Н.М. Теорія бухгалтерського обліку: 2001: Навч. посібник / Під ред. М.В. Кужельного. - 6-те вид. – К.: А.С.К., 2001. – 272 с.
42. Гуральник Я.И. Журнально-ордерная система в строительстве. – М.: Финансы и статистика, 1986. – 254 с.
43. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2012. – [Чинний від 2012-07-01]. – К. : Держстандарт України, 2012. – 29 с. (Національні стандарти України).
44. Система проектної документації для будівництва. : Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень.: ДСТУ Б А.2.4-7:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 75 с. – (Національний стандарт України).
45. Система проектної документації для будівництва. Правила виконання ескізних креслень загальних видів нетипових креслень.: ДСТУ Б

А.2.4-10:2009. – [Чинний від 2009-01-24]. – К. : Держстандарт України, 2009. – 8 с. – (Національні стандарти України).

46. Система проектної документації для будівництва. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів: ДСТУ Б В.1.2-3:2006. – [Чинний від 1 січня 2007]. – К. : Держстандарт України, 2007. – 14 с. – (Національні стандарти України).

47. N. Balasubramanian, Y. Ye, and M. Xu, “Substituting Human Decision-Making with Machine Learning: Implications for Organizational Learning,” *Academy of Management Review*, 47/3 (July 2022): 448-465, doi:10.5465/amr.2019.0470;

48. Y. R. Shrestha, S. M. Ben-Menahem, and G. von Krogh, “Organizational Decision-Making Structures in the Age of Artificial Intelligence,” *California Management Review*, 61/4 (Summer 2019): 66-83, doi:10.1177/0008125619862257.

49. T. Fountaine, B. McCarthy, and T. Saleh, “Building the AI-Powered Organization,” *Harvard Business Review*, 97/4 (July/August 2019): 62-73; J. K. U. Brock and F. von Wangenheim, “Demystifying AI: What Digital Transformation Leaders Can Teach You About Realistic Artificial Intelligence,” *California Management Review*, 61/4 (Summer 2019): 110-134.

50. Fountaine et al. (2019), op. cit.; T. H. Davenport and D. D. D'Ignazio, “Artificial Intelligence for the Real World,” *Harvard Business Review*, 96/1 (January/February 2018): 108-111, <https://hbr.org/2018/01/artificial-intelligence-for-the-real-world>.

51. Worldwide spendings on AI systems are skyrocketing and expected to reach nearly \$154B in 2023 (According to New IDC Spending Guide, <https://www.idc.com/getdoc.jsp?containerId=prUS50454123>).

52. Casebeer, W. D.; Masakowski, Y. R. (Ed.) (2020). *Building an Artificial Conscience: Prospects for Morally Autonomous Artificial Intelligence. Artificial Intelligence and Global Security*. Bingley: Emerald Publishing Limited, 81–94. doi: <http://doi.org/10.1108/978-1-78973-811-720201005>

53. R. Fayek Aziz, S. M. Hafez and Y. R. Abuel-Magd, Smart optimization for mega construction projects using artificial intelligence, Alexandria Engineering Journal (2014).

54. Hunn, L. K., Fyhn, H.; Pasquire, C., Hamzeh, F. R. (Ed.) (2019). Building and Sustaining a Culture with a Mindset for Disruptive Performance: A Case Study from Bispevika Norway. Proc. 27-th Annual Conference of the International. Dublin: Group for Lean Construction (IGLC), 369–378. doi: <http://doi.org/10.24928/2019/0172>