

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування інституту, назва факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проєкту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на тему ПРОЕКТ ПРОМИСЛОВОЇ БУДІВЛІ У
С. ВІТРІВКА, КИЇВСЬКОЇ ОБЛАСТІ.
INDUSTRIAL BUILDING PROJECT
IN VITRIVKA, KYIV REGION.

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи БАД-111м
Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

Таран О. Р.

(прізвище та ініціали)

Керівник Кулік М. В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент Скребцов А. А.

(прізвище та ініціали)

2022

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»
(повне найменування закладу вищої освіти)

Інститут, факультет НУ «Запорізька політехніка», ФБАД
Кафедра будівельного виробництва 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

В.о. завідувача кафедри БВУП, к.т.н, доцент

О.М. Назаренко

“ ” 20 року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

Таран Олег Романович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) _____
Проект промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області.

керівник проєкту (роботи) Кулік Михайло Валерійович; к. т. н.; доцент,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “13” жовтня 2022 року №324

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) _____ грудня 2022 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) _____ рекомендована література, технічне завдання, інженерно-геологічні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Економіка будівництва. 5. Охорона праці та цивільна безпека. 6. Науково-дослідний розділ.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) _____
Слайди презентації, графічний матеріал 9-12 аркушів А1 роздруковані на А3 з титульним аркушем та зброшуровані

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	Кулік М.В., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	Бобраков А.А., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	Кулік М.В., доцент		
Економіка будівництва	Назаренко О.М., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	Якімцов Ю.В.		
Науково-дослідний розділ	Кулік М.В., доцент		
Нормоконтролер	Бобраков А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання “ ____ ” _____ 2022 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
	Постановка завдань по роботі	1 тиждень	Завдання
	Виконання науково-дослідної частини	2–3 тижні	Розділ 6
	Розробка архітектурно-будівельних рішень.	4–5 тижні	Розділ 1
	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	6 тиждень	Розділ 2
	Прийняття організаційно-технологічних рішень	7–8 тижні	Розділ 3
	Розробка економічної частини роботи	9 тиждень	Розділ 4
	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	10 тиждень	Розділ 5
	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	11 тиждень	
	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	
	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

____ Таран О. Р.____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проєкту (роботи)

____ Кулік М. В.____
(підпис) (прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи. Робота являє собою наукове дослідження, а також включає в себе вирішення інженерних задач на прикладі будівництва промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області. Робота складається із вступу, шести розділів (п'ятий розділ – наукові дослідження, інші – вирішення інженерних задач), висновків, списку використаних джерел та додатків.

Методи дослідження. Базуються на цільовому науковому та наукометричному пошуку, інформаційно-аналітичному аналізі позитивного досвіду у вирішенні аналогічної проблематики у світовій спільноті, формуванні аналітико-практичних висновків та рекомендацій з розробки та впровадження найбільш доцільних і економічних рішень з інтеграції в проектний цикл промислової будівлі методів інформаційного моделювання.

Об'єкт дослідження. Проектний цикл промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області.

Предмет дослідження. Інтеграція в проектний цикл промислової будівлі методів інформаційного моделювання.

Актуальність теми. Враховуючи актуальну необхідність у швидкому повоєнному відновленні зруйнованого будівельного фонду держави, актуальним, доцільним та раціональним є дослідження та розробка відповідних рішень щодо залучення в процеси життєвих циклів будівель і споруд систем інформаційного моделювання, що значно підвищують ефективність, продуктивність та якість проектного процесу та подальших етапів життєвого циклу будівель і споруд.

Ключові слова: інформаційне моделювання, програмні комплекси, BIM-проекткування.

ABSTRACT

Structure and scope of work. The work is a scientific study, and also includes the solution of engineering problems on the example of the construction of an industrial building in the village. Vitrivka, Kyiv region. The work consists of an introduction, six chapters (the fifth chapter – scientific research, others – solving engineering problems), conclusions, a list of used sources and appendices.

Research methods. They are based on a targeted scientific and scientific-metric search, information-analytical analysis of positive experience in solving similar problems in the world community, formation of analytical-practical conclusions and recommendations for the development and implementation of the most expedient and economic solutions for the integration of information modeling methods into the design cycle of an industrial building.

Object of study. The design cycle of an industrial building in the village of Vitrivka, Kyiv region.

Subject of study. Integration of information modeling methods into the design cycle of an industrial building.

Actuality of theme. Taking into account the urgent need for the rapid post-war restoration of the destroyed building stock of the state, it is relevant, expedient and rational to research and develop appropriate solutions for the involvement of information modeling systems in the life cycle processes of buildings and structures, which significantly increase the efficiency, productivity and quality of the design process and subsequent stages of the life cycle cycle of buildings and structures.

Keywords: information modeling, software complexes, BIM-design.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	14
1.1 Характеристика містобудівельної ситуації в зоні будівництва; умови здійснення будівництва	14
1.2. Архітектурно-планувальне рішення території.....	19
1.3 Функціональна характеристика будівлі за призначенням.....	20
1.4 Об'ємно-планувальні рішення та конструктивна схема будівлі ..	21
1.5 Стислий опис прийнятих у проекті основних конструкцій	23
1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення	24
1.7 Інженерні мережі, що підведені до об'єкта будівництва	27
1.8 Теплотехнічний розрахунок.....	28
1.9 Техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень ...	31
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ	32
2.1 Обґрунтування вибору конструкцій	32
2.2 Аналіз навантажень на будівельні конструкції.....	39
2.3 Моделювання та розрахунок проектного металокаркасу.....	45
2.4 Розрахунок і конструювання окремих несучих конструкцій проектованої будівлі	63
3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ.....	69
3.1 Підрахунок обсягів робіт	69
3.2 Вибір заходів виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) та засобів механізації.....	72
3.3 Технологія та обрані методи проведення основних видів робіт. Технологічні карти на основні БМР	80
3.4 Календарний графік будівництва	102
3.5 Будівельний генеральний план об'єкту.....	107
3.6 Розрахунок площ тимчасових споруд	109

3.7 Розрахунок складів	111
3.8 Розрахунок потреби в енергопостачанні	113
3.9 Розрахунок потреби в водопостачанні	115
4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	116
4.1 Техніко-економічні показники проекту	117
4.2 Розрахунки до договірної ціни.....	117
4.3 Договірна ціна.....	118
4.4 Зведений кошторисний розрахунок.....	118
4.5 Об'єктний кошторис	118
4.6 Локальні кошториси	119
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА	120
5.1 Правові питання охорони праці на об'єкті будівництва	120
5.2 Аналіз умов праці і виявлення небезпечних і шкідливих факторів при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт (БМР)	121
5.3 Організація безпечних та нешкідливих умов праці на будмайданчику	123
5.4 Пожежна безпека об'єкту будівництва	125
6 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	128
6.1 Огляд сучасних засобів інформаційного моделювання будівель	128
6.2 Порівняння провідних програмних комплексів з моделювання будівель і споруд: Tekla Structural Designer та ЛІРА-САПР	146
6.3 Визначення оптимального програмно-модельного середовища для проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області ..	153
6.4 Порівняльна характеристика профільного ПЗ: <i>Tekla Structural Designer</i> та ЛІРА-САПР	154
6.5 Вплив профільного ПЗ на проектні процеси з улаштування будівель і споруд	159

6.6 Місце профільного ПЗ у структурі <i>ВІМ</i> -проектування будівель і споруд	163
ВИСНОВКИ	166
СПИСОК ПОСИЛАНЬ	168
ДОДАТОК А. Підсумкова відомість ресурсів	181
ДОДАТОК Б. Розрахунок до Договірної ціни	181
ДОДАТОК В. Пояснювальна записка до Договірної ціни	181
ДОДАТОК Г. Договірна ціна	181
ДОДАТОК Д. Зведений кошторисний розрахунок	181
ДОДАТОК І. Об'єктний кошторис підготовки будмайданчику	181
ДОДАТОК Е. Об'єктний кошторис загальнобудівельних робіт	181
ДОДАТОК Є. Об'єктний кошторис благоустрою	181
ДОДАТОК Ж. Локальний кошторис підготовки будмайданчику	181
ДОДАТОК З. Локальний кошторис загальнобудівельних робіт	181
ДОДАТОК И. Локальний кошторис благоустрою	181

ВСТУП

Тема МД: проект промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області. Науково-дослідний розділ за тематикою: «Оптимізація проектних процесів при використанні засобів інформаційного моделювання будівель на базі *Tekla Structural Designer* та ЛІРА-САПР».

Актуальність дослідження впливає з фактичної безпекової ситуації в Україні, що сформувалась під впливом неспровокованої збройної агресії Російської Федерації у вигляді широкомасштабного військового наступу у лютому 2022 року [1 – 5] (та у вигляді гібридної війни починаючи з 2014 року [6 – 8]). Українські міста зазнали значних руйнувань жилих масивів, муніципальної інфраструктури, систем інженерного супроводу життєдіяльності, культурних, спортивних та освітніх об'єктів (різних рівнів акредитації), об'єктів адміністративно-управлінського призначення, об'єктів торгівлі, розважальних об'єктів та об'єктів багатоцільового призначення, об'єктів історичної спадщини (включно з міжнародно визнаними) [9, 10], індустриальних об'єктів різних галузей, промислових об'єктів та індустриально-інженерної інфраструктури [11 – 13] – РФ майже вщент (а подекуди повністю) знищує українські населені пункти (болісний приклад – Маріуполь [14 – 16]). Незважаючи на триваючі бойові зіткнення та гідну відсіч російським загарбникам від Збройних сил України, вже зараз Уряд України має на меті вирішення низки містобудівних питань: створення тимчасового житлового фонду для внутрішньопереміщених осіб (біженців з тимчасового окупованих територій) та жителів, що внаслідок збройних дій війська РФ втратили житло, а також повоєнне відновлення зруйнованих міст і сіл [17 – 19].

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами і темами. З метою вирішення проблеми відновлення України після російського збройного вторгнення в рамках ініціативи Президента України [20] створена Національна рада з відновлення України від наслідків війни, що за сприяння

Уряду України сформувала План відновлення України [21], що формує масив комплексних заходів та цільових програм в горизонті десятирічного періоду. Наразі вказаний дорожній маршрут повоєнного відновлення України налічує 1700 цільових проєктів на загальну суму 1,5 трлн дол. [21]. Враховуючи актуальну необхідність у швидкому повоєнному відновленні зруйнованого будівельного фонду держави, актуальним, доцільним та раціональним є дослідження та розробка відповідних рішень щодо залучення в процеси життєвих циклів будівель і споруд систем інформаційного моделювання, що значно підвищують ефективність, продуктивність та якість проектного процесу та подальших етапів життєвого циклу будівель і споруд [22 – 24]. Відтак, визначений вектор дослідження є не лише актуальним, а й надзвичайно необхідним, оскільки передбачає можливість формування потенційних ефективних містобудівних рішень, що можуть бути використані у повоєнному відновленні України.

Мета дослідження – інтеграція в проектні процеси будівельного виробництва систем інформаційного моделювання будівель і споруд.

Задачі дослідження:

- визначення оптимальних засобів інформаційного моделювання будівель: огляд сучасних засобів інформаційного моделювання будівель; порівняння провідних програмних комплексів з моделювання будівель і споруд: *Tekla Structural Designer* та ЛПРА-САПР; визначення оптимального програмно-модельного середовища для проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області;
- архітектурно-будівельний розділ: характеристика містобудівельної ситуації в зоні будівництва; умови здійснення будівництва; архітектурно-планувальне рішення території; функціональна характеристика будівлі за призначенням; об'ємно-планувальні рішення та конструктивна схема будівлі; стислий

опис прийнятих у проекті основних конструкцій; зовнішнє та внутрішнє оздоблення; інженерні мережі, що підведені до об'єкта будівництва; техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень;

- розрахунково-конструктивний розділ: обґрунтування вибору конструкцій; аналіз інженерно-геологічної ситуації; вибір розрахункових схем; розрахунок і конструювання окремих несучих конструкцій проектованої будівлі;
- організаційно-технологічний розділ: підрахунок обсягів робіт; вибір заходів виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) та засобів механізації; технологія та обрані методи проведення основних видів робіт. Технологічні карти на основні БМР; календарний графік будівництва; будівельний генеральний план об'єкту; розрахунок площ тимчасових споруд; розрахунок складів; розрахунок потреби в енергопостачанні; розрахунок потреби в водопостачанні;
- охорона праці в будівництві: правові питання охорони праці на об'єкті будівництва; аналіз умов праці і виявлення небезпечних і шкідливих факторів при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт (БМР); організація безпечних та нешкідливих умов праці на будмайданчику; пожежна безпека об'єкту будівництва;
- оптимізація проектних процесів при використанні засобів інформаційного моделювання будівель на базі Tekla Structural Designer та ЛІРА-САПР: порівняльна характеристика профільного ПЗ: Tekla Structural Designer та ЛІРА-САПР; вплив профільного ПЗ на проектні процеси з улаштування будівель і споруд; місце профільного ПЗ у структурі BIM-проекткування будівель і споруд;

- економіка будівництва: техніко-економічні показники проекту; розрахунки до договірної ціни; договірна ціна; зведений кошторисний розрахунок; об'єктний кошторис; локальні кошториси.

Об'єкт дослідження – проектний цикл промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області.

Предмет дослідження – інтеграція в проектний цикл промислової будівлі методів інформаційного моделювання.

Методи дослідження, що застосовуються в цій роботі, базуються на цільовому науковому та наукометричному пошуку, інформаційно-аналітичному аналізі позитивного досвіду у вирішенні аналогічної проблематики у світовій спільноті, формуванні аналітико-практичних висновків та рекомендацій з розробки та впровадження найбільш доцільних і економічних рішень з інтеграції в проектний цикл промислової будівлі методів інформаційного моделювання.

Передбачувана наукова новизна формується на підставі систематизації та формування узагальненої концепції застосування засобів інформаційного моделювання будівель і споруд в актуальному горизонті наукового пошуку.

Передбачувана практична цінність цього дослідження полягає в отриманні рішень щодо підвищення ефективності, продуктивності та якості проектних циклів будівель і споруд, а саме інтеграції засобів інформаційного моделювання, що потенційно можуть бути впровадженні в рамках Плану повоєнного відновлення України, що повністю відповідає Національним інтересам.

Апробація результатів пропонується шляхом представлення результатів дослідження у профільних публікаціях та на відповідних майданчиках наукових дискусій і обговорень.

Публікації.

Структура та обсяг роботи: представлене дослідження має відповідне документальне упорядження у вигляді дисертаційної роботи, що складається з трьох розділів з відповідним структурованим наповненням.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Характеристика містобудівельної ситуації в зоні будівництва; умови здійснення будівництва

Село Вітрівка адміністративно належить до Пашківського старостинського округу Макарівської селищної ради Бучанського району Київської області – Рисунок 1.1.

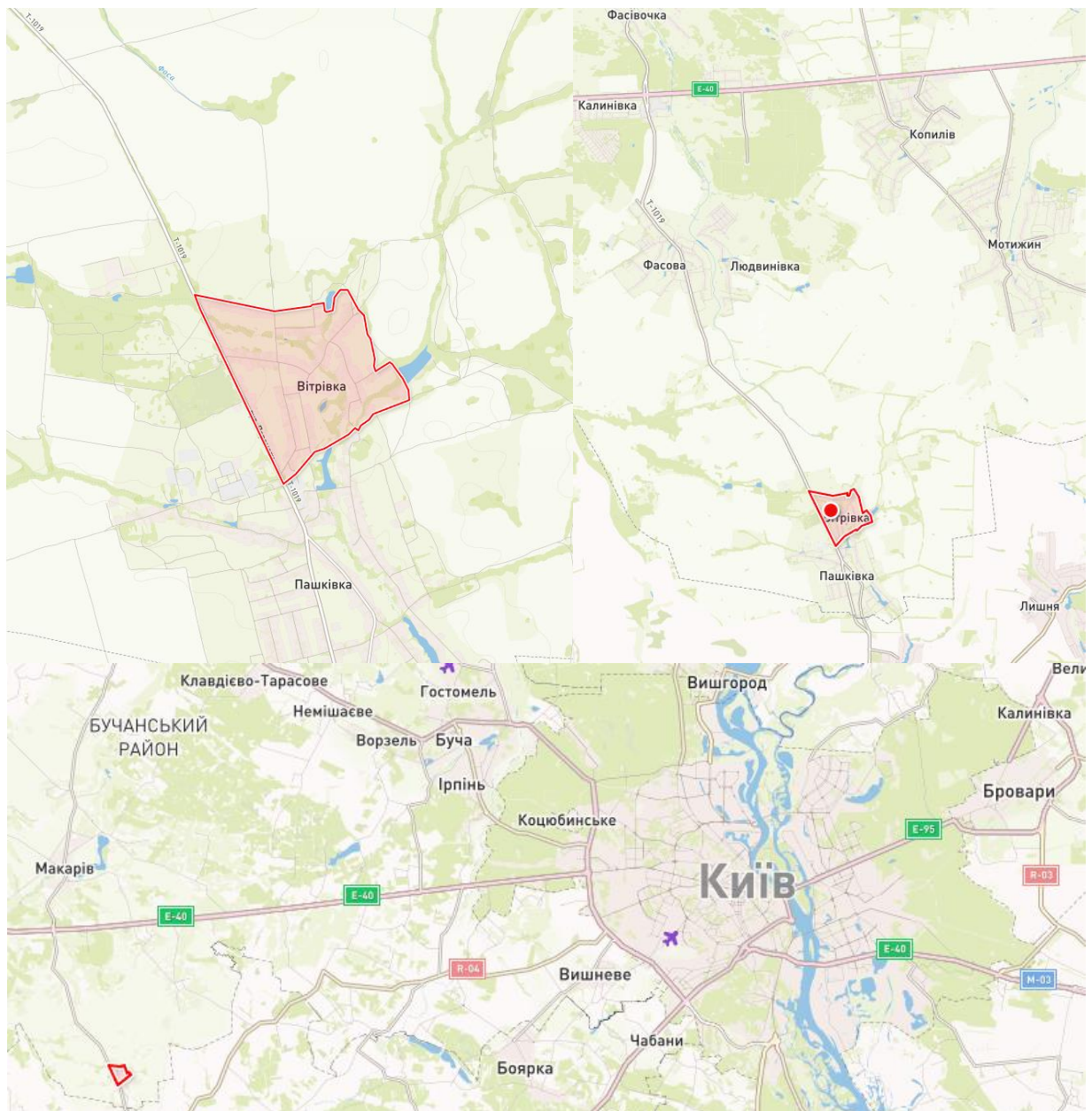


Рисунок 1.1 – Ситуативний план локації будівництва

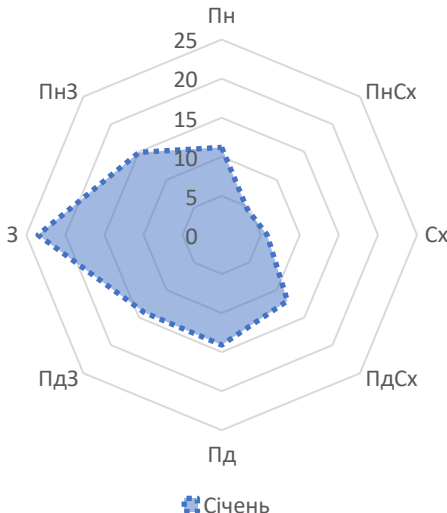
Вітрівка заснована в 1924 році, розташовується на площі 0,12 км² поруч з автошляхом Т 1019 (Феневичі – Бишів: територіального значення Київської області, довжиною 65,7 км). Населення с. Вітрівка складає 254 особи при густоті заселення – 2375 осіб/км². Середня висота над рівнем моря – 180 м. Відстань до Києва – 50 км, відстань до Бучі – 19 км.

Транспортне забезпечення будівництва – від автошляху Т 1019 (Рисунок 1.1). Відповідно до ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [41] локація провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва має кліматогеографічні показники, що наводяться в Таблиці 1.1.

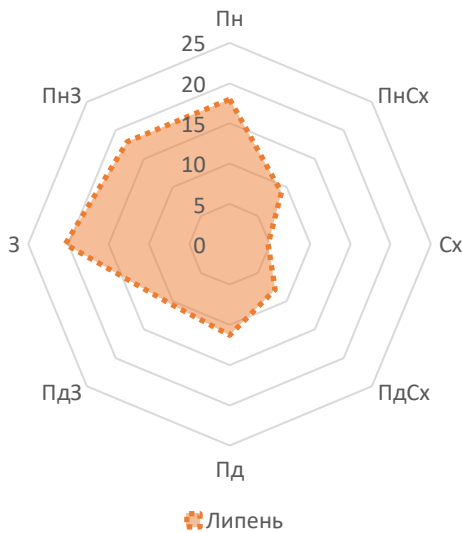
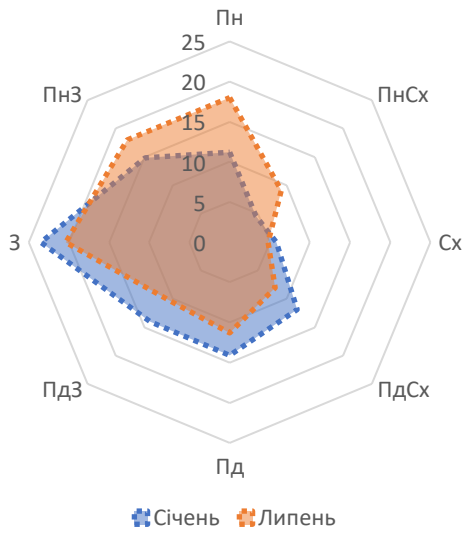
Таблиця 1.1 – Кліматогеографічна характеристика локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва відповідно до норм ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [41]

Параметр	Значення, од. вим.												Посилання на ДСТУ- Н Б В.1.1- 27:2010 [41]
1	2												3
Архітектурно-будівельне кліматичне районування													
Архітектурно- будівельний кліматичний район	І (Північно-західний)												Рисунок 1 Таблиця 1
Кліматичний район за кількістю градусо-діб опалювального періоду	3500 градусо-діб												Рисунок 2
Температура зовнішнього повітря													
Середньомісячна температура	°С												Таблиця 2
	-4,7	-3,6	1,0	9,0	15,2	18,3	19,8	19,0	13,9	8,1	1,9	-2,5	
Середньорічна температура	8,0 °С												Таблиця 2
Температура найхолоднішої доби забезпеченістю	0,98						-29,0 °С						Таблиця 2
	0,92						-26,0 °С						

Продовження Таблиці 1.1

1	2												3
Температура найхолоднішої п'ятиденки забезпеченістю	0,98						-25,0 °C						Таблиця 2
	0,92						-22,0 °C						
Температура найжаркішої доби забезпеченістю	0,95						28,0 °C						Таблиця 2
Температура найжаркішої п'ятиденки забезпеченістю	0,99						23,0 °C						Таблиця 2
Період з середньодобовою температурою повітря ≤ 8,0 °C	Тривалість						179 діб						Таблиця 2
	Середня температура						-0,1 °C						
Вітрова характеристика													
Напря́м і повторюваність вітру	3	ПдСх	ПдСх	Пн	Пн	Пн	3	Пн	3	3	3	3	Таблиця 4
	24	18	17	16	17	19	20	21	24	21	21	21	
Середня швидкість	м/с												Таблиця 4
	2,8	2,9	2,7	2,6	2,3	2,2	2,1	2,0	2,1	2,3	2,6	2,7	
Напря́м і повторюваність вітру у січні	Пн	ПнСх		Сх	ПдСх		Пд	ПдЗ		3	ПнЗ		Таблиця 5
	11,2	4,6		5,8	11,9		14,1	14,0		23,5	14,9		
Середня швидкість у січні	м/с												Таблиця 5
	3,2	2,0	1,7	2,0	2,7	3,0	3,0	2,9					
Роза вітрів у січні: вітровий район – IV (3,1 – 4,0 м/с), переважний напря́м – 3													Таблиця 5 Рисунок 3 Рисунок 4

Продовження Таблиці 1.1

1	2								3				
Напря́м і повторюваність ві́тру у липні	Пн	ПнСх	Сх	ПдСх	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ	Таблиця 6				
	18,0	9,1	4,8	8,0	11,3	10,4	20,4	18,0					
Середня швидкість у липні	м/с								Таблиця 6				
	2,7	2,1	1,6	1,8	2,1	2,3	2,1	2,4					
Роза ві́трів у липні: переважний напрям – З									Таблиця 6 Рисунок 5				
Сумарна роза ві́трів									Таблиця 5 Рисунок 3 Рисунок 4 Таблиця 6 Рисунок 5				
Вологі́сть зовні́шнього пові́тря													
Середньомісячна вологі́сть	%												Таблиця 24
	83	79	74	86	62	88	69	68	74	77	84	85	
Середньорі́чна вологі́сть	74 %												Таблиця 24
Атмосфе́рні опади													
Кі́лькість опа́дів	мм												Таблиця 29
	41	42	40	48	56	76	77	68	55	42	51	46	

Продовження Таблиці 1.1

1	2												3
Річна кількість опадів	642 мм												Таблиця 29
Наявність снігового покриву	дн.												Таблиця 29
	26	25	17	–	–	–	–	–	–	–	7	20	
Геофізичні параметри локації будівництва													
Район за складністю ІГУ	Незначна складність ІГУ												Рисунок 6
Район за поширеністю карсту	Покритий, карбонатний, локального прояву												Рисунок 7
Район за поширенням лесових ґрунтів	Непросідаючі лесові ґрунти												Рисунок 8
Глибина сезонного промерзання ґрунтів	0,9 м												ДБН В.2.1-10:2018 [42]

Параметри локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 [43] наводяться в Таблиці 1.2.

Таблиця 1.2 – Кліматогеографічна характеристика локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва відповідно до норм ДБН В.1.2-2:2006 [43]

Параметр	Значення, од. вим.	Посилання на ДБН В.1.2-2:2006 [43]
1	2	3
Сніговий район	5 – 1600 Па	Рисунок 8.1
Вітровий район	2 – 450 Па	Рисунок 9.1
Ожеледний район	2 – 16 мм	Рисунок 10.1
Вітрово-ожедний район	2 – 200 Па	Рисунок 10.2

1.2. Архітектурно-планувальне рішення території

Архітектурно-планувальне рішення території локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва провадиться відповідно до вимог ДБН Б.2.2-12:2019 [44] та ДБН Б.2.2-5:2011 [45]:

- розміщення об'єкту будівництва в периферійній зоні с. Вітрівка поруч з автошляхом Т 1019 в сторону траси Е-40 для забезпечення доцільних логістичних рішень з урахуванням функціонального призначення проектної будівлі (Рисунок 1.2);
- приоб'єктова територія вирішується з урахуванням функціональних зон для провадження вантажно-розвантажувальних операцій та зон відкритого зберігання продукції з урахуванням протипожежних та санітарних вимог.

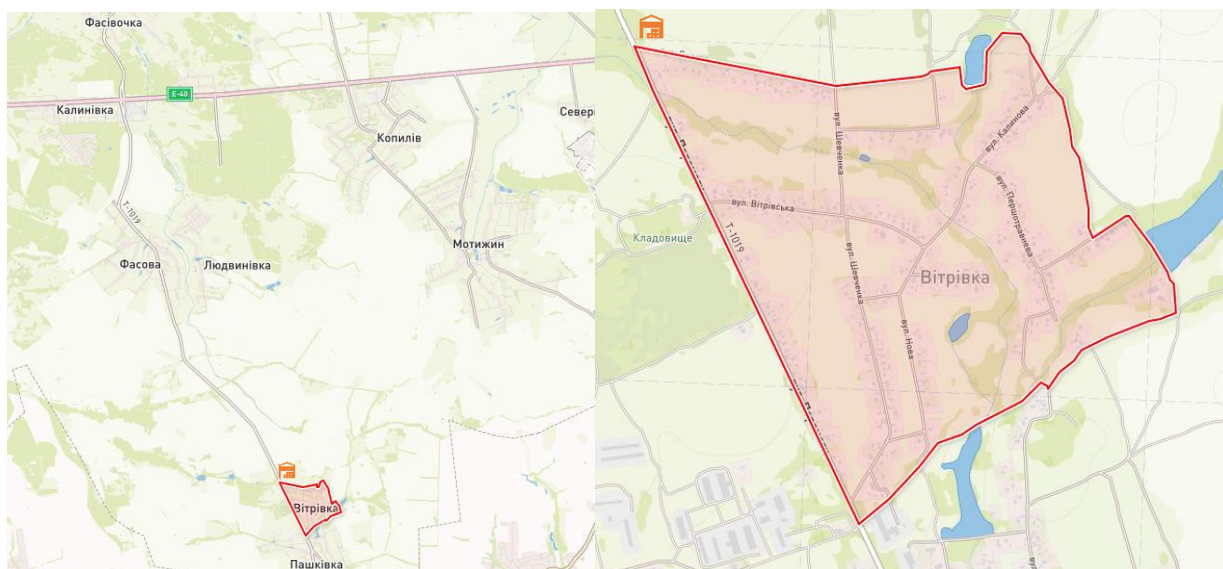


Рисунок 1.2 – Розташування об'єкту будівництва

На будмайданчику зафіксовано ухил природного рельєфу, що потребує відповідної підготовки під будівлю.

Остаточні архітектурно-планувальні рішення території локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва наводяться в графічній частині МД.

Техніко-економічні показники архітектурно-планувальних рішень території локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва визначаються відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 [44] та наводяться в Таблиці 1.3

Таблиця 1.3 – Техніко-економічні показники архітектурно-планувальних рішень території локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва (відповідно до ДБН Б.2.2-12:2019 [44])

Параметр	Знаходження	Значення, од. вим.
Площа забудови	9,0 × 70,6	635,4 м ²
Площа ділянки	Відповідно до АПР	0,1 га
Площа озеленення	$(0,1 - 0,06354) \times 40\%$	0,0146 га
Площа ділянок з твердим покриттям	$(0,1 - 0,06354) \times 60\%$	0,0219 га
Щільність забудови	$(0,06354 / 0,1) \times 100\%$	63,5%
Коефіцієнт озеленення	$(0,0146 / 0,1) \times 100\%$	14,6%
Коефіцієнт використання території	$[(0,06354 + 0,0219) / 0,1] \times 100\%$	85,44%

1.3 Функціональна характеристика будівлі за призначенням

Об'єкт будівництва – промислова будівля у с. Вітрівка, Київської області, що виконує функції складу продукції для логістичного вузла на автошляху Т 1019 в сторону траси Е-40.

Складська будівля виконується прямокутною у плані загальною площею забудівлі – 635,4 м², двоповерховою, з будівельним об'ємом – 4733,73 м³. Відповідно до функціонального призначення будівля складу

повинна задовольняти вимогам ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [49].

Зазначені основні нормативи встановлюють нормативну функціональну характеристику, що зазначається в Таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Функціональна характеристика промислової будівлі (складу) у с. Вітрівка, Київської області

Параметр	Значення, од. вим.	Посилання
Категорія складської будівлі	В	ДБН В.2.2-43:2021 [46]
Категорія за вибухопожежною та пожежною небезпекою	Д	ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [50]
Ступень вогнестійкості	V	ДБН В.2.2-43:2021 [46] ДБН В.1.1-7:2016 [51] ДБН В.1.2-7:2021 [52]
Клас наслідків (відповідальності)	СС1	ДБН В.1.2-14:2018 [53]
Клас складності	II	ДСТУ 8855:2019 [54]
Експлуатаційний період	60 років	ДБН В.1.2-14:2018 [53]

Відповідно до функціонального призначення та положень ДБН В.2.2-43:2021 [46], проектна складська будівля облаштовується засобами вантажно-розвантажувальних операцій та зберігання:

- рампи, платформи;
- стелажні системи.

1.4 Об'ємно-планувальні рішення та конструктивна схема будівлі

Об'ємно-планувальні рішення проектної промислової будівлі складу повинні відповідати вимогам ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [49].

Будівля однопрогонова, розмірами в осях $9,0 \times 70,6$ м (Рисунок 1.3). По осям А і Б розташовані колони коробчастого перерізу. Прогін перекривається стропильними фермами. Ферми опираються на колони.

Сполучення колон з фермами жорстке, закріплення колон в фундаментах – жорстке. Геометрична незмінність несного каркасу будівлі в

поперечному напрямку забезпечується жорсткістю рам, у поздовжньому – вертикальними зв'язками між колонами та горизонтальними зв'язками у площі покриття.

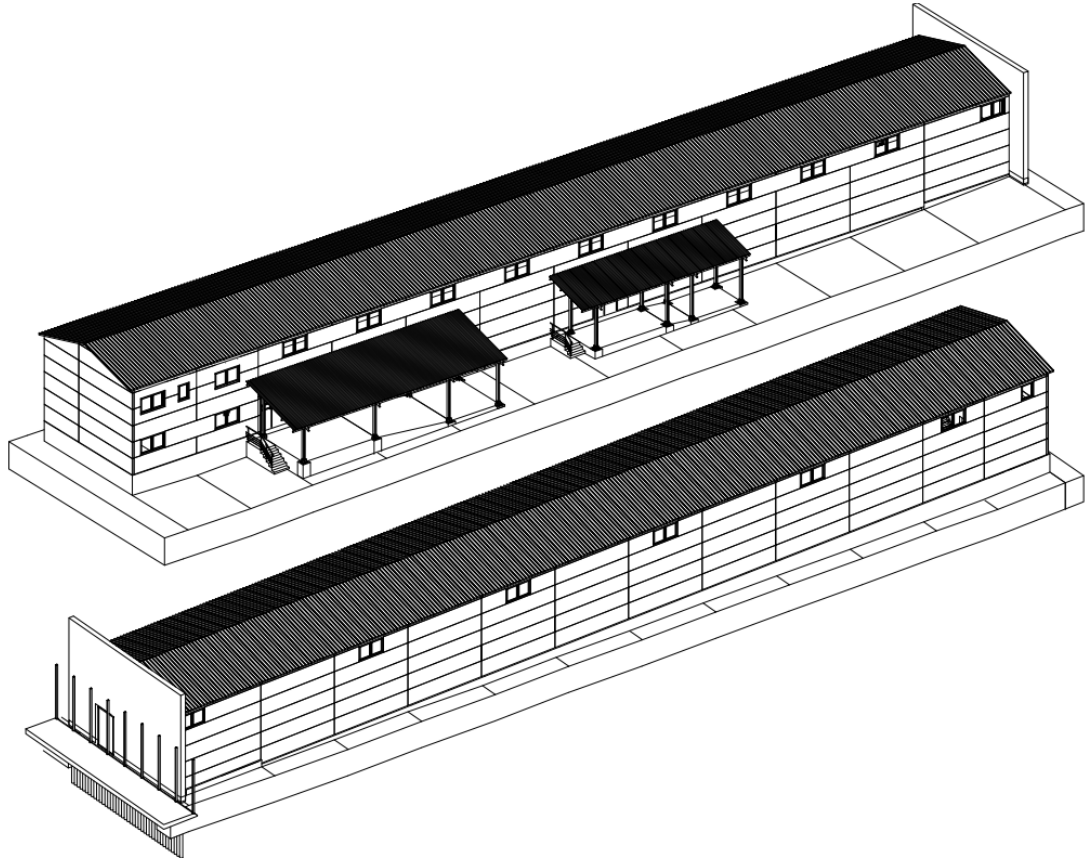


Рисунок 1.3 – Загальні об'ємно-планувальні рішення проектної промислової будівлі складу

На першому поверсі розташовуються складські приміщення, секціоновані на два відсіки (лівий відсік – $513,4 \text{ м}^2$, правий відсік – $126,0 \text{ м}^2$), майстерня ($17,9 \text{ м}^2$), два санітарні вузли ($1,7 \text{ м}^2 \times 2$).

Другий поверх розміщується в осях 12 – 14 та містить адміністративні і побутові приміщення: офіс ($19,8 \text{ м}^2$), кімната для приймання їжі ($10,2 \text{ м}^2$), роздягальня ($18,3 \text{ м}^2$) та душова ($0,8 \text{ м}^2$).

Зовні проектна складська будівля облаштовується двома окремими входами, до яких ведуть рампи з платформами під навісами (1 – $41,9 \text{ м}^2$, 2 – $82,1 \text{ м}^2$).

Відповідно до вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46], ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52] в об'єкт будівництва розділений на функціональні пожежні відсіки з допомогою протипожежної перегородки (стіни). Розміри дверних отворів та евакуаційних шляхів задовольняють вимогам ДБН В.1.1-7:2016 [51].

Площа світлових прорізів (вікон) визначена у відповідності до вимог ДБН В.2.5-28:2018 [55] з урахуванням необхідного димовидалення під час пожежі згідно з нормами ДБН В.2.5-56:2014 [56].

Облаштування воріт здійснюється відповідно до вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47].

Для адміністративних та побутових приміщень мають бути забезпечені вимоги ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [49] з урахуванням положень ДБН В.2.5-28:2018 [55] та ДСН 3.3.6.042-99 [57].

1.5 Стислий опис прийнятих у проекті основних конструкцій

Основні конструктивні рішення проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області позначено в Таблиці 1.5.

Таблиця 1.5 – Основні конструктивні рішення проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Будівельна система	Опис конструктивного рішення	Посилання
1	2	3
Фундамент	Залізобетонний стовбчастий з виконанням на місці котловану з попереднім шпунтовим огороженням та бетонною підготовкою. Клас бетону С20/25, W4 за ДСТУ Б В.2.7-43-96 [58], клас арматури А500С за ДСТУ 3760:2019 [59]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.1-10:2018 [42] ДБН В.2.6-98:2009 [60]
Рампи (елемент вхідної групи)	Залізобетонні з виготовленням на місці монтажу. Клас бетону С20/25, W4 за ДСТУ Б В.2.7-43-96 [58], клас арматури А500С за ДСТУ 3760:2019 [59]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.6-98:2009 [60]

Продовження Таблиці 1.5

1	2	3
Каркас	Колони сталеві двотаврового (за ДСТУ 8768:2018 [80]) та зіставного коробчастого (прямокутного та квадратного) (за ДСТУ 3436-96 [81]) профілів. Елементи жорсткості: ферми, ригелі, прогони та зв'язки виконуються за місцем монтажних робіт з швелерів (за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82]), кутиків (за ДСТУ 2251:2018 [83]) та листового прокату (за ДСТУ 8540:2015 [84]). Внутрішні міжповерхові сходи – металеві зі швелеру за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82]. Металоконструкції виготовляються з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.6-198:2014 [62]
Огороджувальні конструкції	Зовнішні огорожувальні конструкції – система самонесійних сендвіч-панелей ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63]. Внутрішня протипожежна перегородка – протипожежна сендвіч-панель за ДСТУ EN 14509:2017 [63].	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48]
Перекрыття	Міжповерхове перекрыття – стелезалізобетонне за ДБН В.2.6-160:2010 [64]: основа – металевий настил Н57-750-0,6 за ДСТУ 8802:2018 [65], заповнення – бетон класу С20/25 за ДСТУ Б В.2.7-43-96 [58] на арматурному каркасі з арматури класу А400С за ДСТУ 3760:2019 [59]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.6-160:2010 [64]
Покриття	Металопрофільні прогони за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61], що вкриваються системою покрівельних сендвіч-панелей ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.6-220:2017 [66]

1.6 Зовнішнє та внутрішнє оздоблення

Зовнішнє та внутрішнє оздоблення проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області позначено в Таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Зовнішнє та внутрішнє оздоблення проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

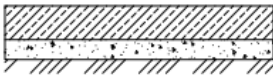
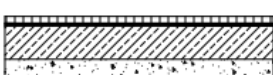
Будівельна система	Опис конструктивного рішення	Посилання
1	2	3
Зовнішні рішення фасаду	Система сендвіч-панелей ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63]	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48]

Продовження Таблиці 1.6

1	2	3
Стіна зовнішня розмежувальна	Розмежувальна зовнішня стіна – армокам'яна з цегляної (за ДСТУ Б В.2.7-61:2008 [67]) та блочної (за ДСТУ Б В.2.7-137:2008 [68]) кладки	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48] ДБН В.2.6-162:2010 [69]
Заповнення огорожувальних конструкцій	Віконні заповнення – металопластикові за ДСТУ EN 14351-1:2020 [70], внутрішні дверні заповнення – глухі металопластикові за ДСТУ EN 14351-1:2020 [70], заповнення воріт – відкатні утеплені за ДСТУ EN 13241:2019 [71].	ДБН В.2.2-43:2021 [46] СНиП 2.09.02-85* [47] ДБН В.2.2-28:2010 [48]

Експлікація рішень підлоги наводиться відповідно до вимог СНиП 2.03.13-88 [72] – Таблиця 1.7.

Таблиця 1.7 – Експлікація рішень підлоги проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги або тип підлоги по серії	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа та інше) мм	Площа, м ²
I, II	1		Конструкцію плити дивитись комплект КБ	124,0
1а, 1б, 2	2		1. Шліфувана Залізобетонна плита (конструкцію плити дивитись комплект КБ)	657,3
3,4	3		1. Плитка керамічна – 8 мм; 2. Клей Ceresit CM-11; 3. Гідроізоляція Ceresit CR 65 – 2 шару; 4. Конструкцію плити див. комплект КБ	3,4
5...7	4		1. Плитка ПВХ – 8 мм; 2. Клей Ceresit CM 11; 3. Гідроізоляція (ПЕ плівка) – 1 шар; 4. Цем.підсана стяжка М150 – 20 мм; 5. З/б плита по профнастилу – 120 мм; 6. Балки каркасу АБК	48,3
8	5		1. Плитка ПВХ – 8 мм; 2. Гідроізоляція Ceresit CR 65 – 2 шару; 3. Цем.підсана стяжка М150 – 20 мм; 4. З/б плита по профнастилу – 120 мм; 5. Балки каркасу АБК	0,8

Відомість внутрішнього оздоблення наводиться відповідно до вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46] – Таблиця 1.8.

Таблиця 1.8 – Відомість внутрішнього оздоблення проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Найменування або номер приміщення	Вид опорядження елементів інтер'єру				Примітка
	Стеля	Площа, м ²	Стіни або перегородки	Площа, м ²	
2, зовнішні поверхні стін приміщень	Облицювання ГК листами, Скловолокло, Шпаклівка Ceresit, Фарбування за два рази	17,9	1. Грунтовка Ceresit CT 17 – 2 шару; 2. Штукатурка цементно-піщаним розчином по скловолоконній сітці – 20 мм; 3 а. Шпаклівка Ceresit (старт+фініш) – всього 2 шару; 4 а. Фарбування – 2 шару; 3 б. Гідроізоляція – 1 шар; 4 б. Облицювання плиткою керамічною на клею Ceresit CM 11	43,2	Висота стін 3200,0 мм
				40,0	Висота стін 3200,0 мм
				5,5	Висота стін 3200,0 мм
3, 4, зовнішні поверхні стін приміщень	Облицювання ВГК листами, Скловолокло, Шпаклівка Ceresit, Фарбування за два рази	3,4	1. Грунтовка Ceresit CT 17 – 2 шару; 2. Штукатурка цементно-піщаним розчином по скловолоконній сітці – 20 мм; 3. Гідроізоляція – 1 шар; 4. Облицювання плиткою керамічною на клею Ceresit CM 11	45,0	Висота стін 3200,0 мм
5, 6, зовнішні поверхні стін приміщень	-		1. Грунтовка Ceresit CT 17 – 2 шару; 2. Штукатурка цементно-піщаним розчином по скловолоконній сітці – 20 мм; 3 а. Шпаклівка Ceresit (старт+фініш) – всього 2 шару; 4 а. Фарбування – 2 шару; 3 б. Гідроізоляція – 1 шар; 4 б. Облицювання плиткою керамічною на клею Ceresit CM 11	60,0	Висота стін 2500,0 мм
				58,0	Висота стін 2500,0 мм
				5,0	Висота стін 2500,0 мм
7, зовнішні поверхні стін приміщення	-		1. Грунтовка Ceresit CT 17 – 2 шару; 2. Штукатурка цементно-піщаним розчином по скловолоконній сітці – 20 мм; 3 а. Шпаклівка Ceresit (старт+фініш) – всього 2 шару; 4 а. Фарбування – 2 шару; 3 б. Гідроізоляція – 1 шар; 4 б. Облицювання плиткою керамічною на клею Ceresit CM 11	44,0	Висота стін 2500,0 мм
				33,0	Висота стін 2500,0 мм
				15,0	Висота стін 2500,0 мм
8	-		1. Грунтовка Ceresit CT 17 – 2 шару; 2. Штукатурка цементно-піщаним розчином по скловолоконній сітці – 20 мм; 3. Облицювання плиткою керамічною на клею Ceresit CM 11	4,5	Висота стін 2500,0 мм
				6,8	

По периметру проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області відповідно до вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДБН Б.2.2-12:2019 [44] та ДБН Б.2.2-5:2011 [45] виконується вимощення з застосуванням відповідних матеріалів, що проілюстровано на Рисунку 1.4.

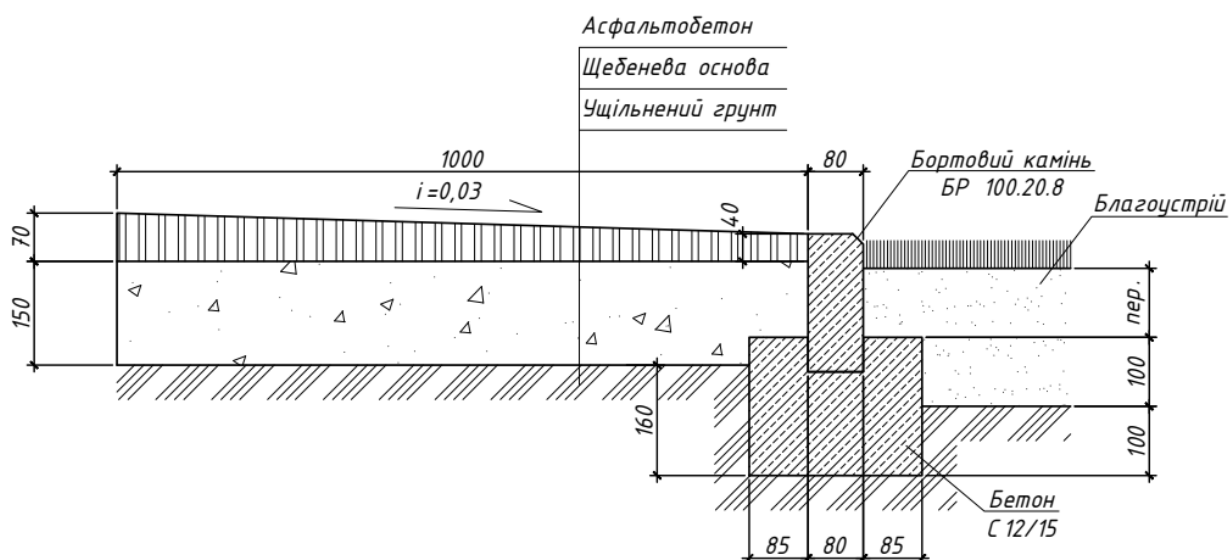


Рисунок 1.4 – Вузол улаштування вимощення по периметру проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

1.7 Інженерні мережі, що підведені до об'єкта будівництва

Промислова будівля у с. Вітрівка, Київської області, що виконує функції складу продукції для логістичного вузла на автошляху Т 1019 в сторону траси Е-40 обладнання відповідними інженерними комунікаціями, що забезпечують протипожежні (ДБН В.2.2-43:2021 [46], ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52]) та санітарні (ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСН 3.3.6.042-99 [57]) вимоги – Таблиця 1.9.

Таблиця 1.9 – Інженерні мережі, що підведені до промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області

Інженерна система	Рішення інженерної системи	Посилання
1	2	3
Система водопостачання та каналізації	Централізоване зовнішнє водопостачання та водовідведення з приєднанням до мереж с. Вітрівка, Київської області. Улаштування внутрішнього трасування систем водопостачання та каналізації з урахуванням санітарних потреб та протипожежної безпеки	ДБН В.2.5-74:2013 [73] ДБН В.2.5-64:2012 [74]

1	2	3
Система теплопостачання та вентиляції	Комбінована система опалення і вентиляції: для адміністративних та побутових приміщень – централізоване з приєднанням до мереж с. Вітрівка, Київської області, для промислових та складських приміщень – повітряно-калориферне. Опалення та вентиляція виконуються з дотриманням санітарних та протипожежних вимог	ДБН В.2.5-67:2013 [75]
Система електропостачання та освітлення	Система електропостачання – централізована від мереж с. Вітрівка, Київської області. Система освітлення – трирівнева: загальне освітлення, локальне освітлення та аварійне освітлення. Електромережі та електрообладнання проектується з дотриманням заходів електробезпеки	ДБН В.2.5-28:2018 [55] ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76] ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77] ПУЕ [78]

1.8 Теплотехнічний розрахунок

Теплотехнічний розрахунок проводиться для перевірки опору теплопередачі зовнішніх огорожувальних конструкцій у відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2021 [79] на підставі даних про кліматогеографічні характеристики локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва відповідно до норм ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [41] та санітарних норм для виробничих приміщень відповідно до ДСН 3.3.6.042-99 [57].

Досліджувана будівельна конструкція – стінова сендвіч-панель ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] товщиною – 100 мм (для складських та промислових приміщень) – Рисунок 1.5.

Декларований виробником опір теплопередачі сендвіч-панелі ТПК, товщиною 100 мм складає – $R = 2,342 \frac{m^2 \times K}{Bm}$.

Нормативне мінімальне значення опору теплопередачі за ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 4 – для промислових будівель з сухим і нормальним режимом, температурна зона І складає – $R_{q\min} = 2,2 \frac{m^2 \times K}{Bm}$.

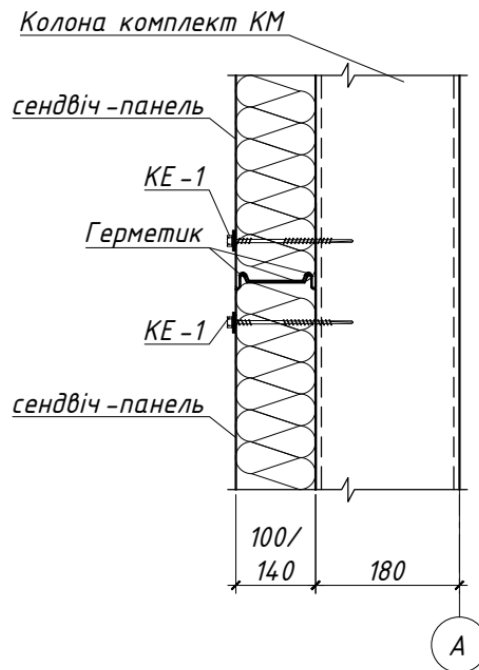


Рисунок 1.5 – Конструкція сендвіч-панелі ТПК

Фактичний опір теплопередачі досліджуваної зовнішньої будівельної огорожувальної конструкції визначається за ф. (1):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_6} + R + \frac{1}{\alpha_3}, \quad (1)$$

де $\alpha_6 = 8,7 \frac{Bm}{m^2 \times K}$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [79], Додаток Б;

$\alpha_3 = 23,0 \frac{Bm}{m^2 \times K}$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції, відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 [79], Додаток Б.

Відповідно до ф. (1):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 2,342 + \frac{1}{23} = 2,492 \frac{M^2 \times K}{Bm}.$$

Перевірка вимог ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 4:

$$R_{\Sigma np} = 2,492 \frac{M^2 \times K}{Bm} > R_{q \min} = 2,2 \frac{M^2 \times K}{Bm}.$$

Проектне рішення щодо застосування для складських та промислових приміщень у якості зовнішньої огорожувальної конструкції сендвіч-панель ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] товщиною – 100 мм задовольняє вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 4.

Аналогічний розрахунок виконаємо і для зовнішніх огорожувальних конструкцій офісних та побутових приміщень проектної будівля складу у с. Вітрівка, Київської області, для улаштування якої запроектовані сендвіч-панелі ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] товщиною – 140 мм (Рисунок 1.5) з декларованим опором теплопередачі – $R = 3,323 \frac{M^2 \times K}{Bm}$.

Відповідне значення нормативного мінімального опору теплопередачі для адміністративних та побутових приміщень за даними ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 3 складає – $R_{q \min} = 3,3 \frac{M^2 \times K}{Bm}$

Згідно з ф. (1):

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{8,7} + 3,323 + \frac{1}{23} = 3,473 \frac{M^2 \times K}{Bm}.$$

Перевірка вимог ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 3:

$$R_{\Sigma np} = 3,473 \frac{M^2 \times K}{Bm} > R_{q \min} = 3,3 \frac{M^2 \times K}{Bm}.$$

Проектне рішення щодо застосування для адміністративних та побутових приміщень у якості зовнішньої огорожувальної конструкції сендвіч-панель ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] товщиною – 140 мм задовольняє вимогам ДБН В.2.6-31:2021 [79], Таблиця 3.

1.9 Техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень

Техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень визначаються відповідно до ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [49] та наводяться в Таблиці 1.10.

Таблиця 1.10 – Техніко-економічні показники об'ємно-планувальних рішень проектної будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Параметр	Знаходження	Значення, од. вим.
Площа забудови	$9,0 \times 70,6$	$635,4 \text{ м}^2$
Загальна площа	$9,0 \times 70,6 + 9,0 \times 10,0$	$725,4 \text{ м}^2$
Робоча площа	$513,4 + 126,0$	$639,4 \text{ м}^2$
Будівельний об'єм	$9,0 \times 70,6 \times 7,45$	$4733,73 \text{ м}^3$
Коефіцієнт використання площі	$(639,4 / 725,4) \times 100\%$	88,14 %

Отриманий коефіцієнт використання площі проектної промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області задовольняє вимогам ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДСТУ Б В.2.2-29:2011 [49].

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Обґрунтування вибору конструкцій

Основа конструктивно-будівельних рішень проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області є сталевий металокаркас, що є основою формоутворення для досліджуваного будівельного об'єкту.

Відповідно до конструктивних рішень та вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДБН В.2.6-198:2014 [62] конструктивне рішення металокаркасу проектної промислової будівлі передбачає застосування колон сталевих двотаврового (за ДСТУ 8768:2018 [80]) та зіставного коробчастого (прямокутного та квадратного) (за ДСТУ 3436-96 [81]) профілів, елементів жорсткості: ферм, ригелів, прогонів та зв'язків, що виконуються за місцем монтажних робіт з швелерів (за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82]), кутиків (за ДСТУ 2251:2018 [83]) та листового прокату (за ДСТУ 8540:2015 [84]). Металоконструкції виготовляються з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61]. Основний формотворчий елемент металокаркасу – рама, що представлена на Рисунку 2.1.

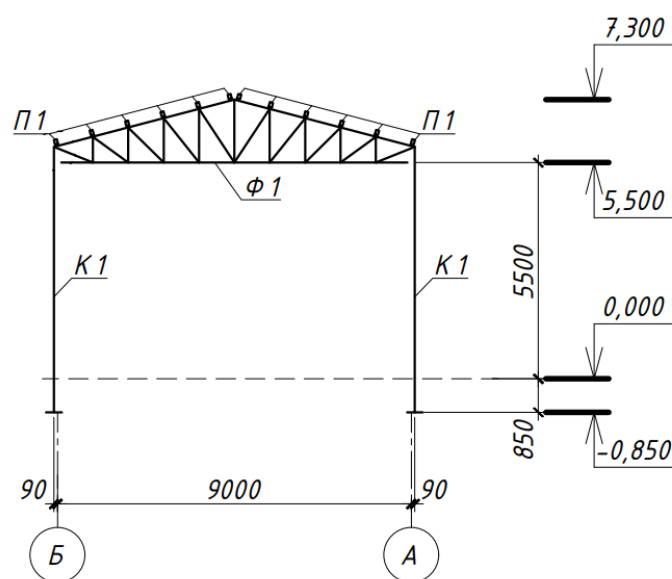


Рисунок 2.1 – Основна рама металокаркасу проектної промислової будівлі

Мета розрахунково-конструкторського розділу – перевірка відповідності проектним навантаженням визначеного матеріально-конструктивного рішення проектних будівельних конструкцій та систем. Відтак, виконаємо відповідну перевірку попередніх проектних рішень з застосуванням визначеного в розділі 1 поточного дослідження програмного комплексу – ЛІРА-САПР [35].

Проектні рішення для основних формотворчих несучих елементів металокаркасу досліджуваного будівельного об'єкту:

- колонна К1 – зіставний коробчастий профіль 2×18У за ДСТУ 3436-96 [81] з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61] – Рисунок 2.2, Таблиця 2.1;

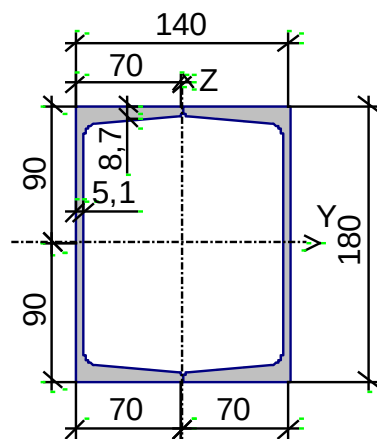


Рисунок 2.2 – Геометричні параметри проектного профілю колони К1

Таблиця 2.1 – Фізико-геометричні параметри проектного профілю колони К1

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	41,4	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	13,436	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	16,109	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	2180	см ⁴
I _z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	1231,989	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	7,738	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	2675605,139	см ⁶
i _y	Радіус інерції щодо осі Y1	7,257	см

Продовження Таблиці 2.1

1	2	3	4
i_z	Радіус інерції щодо осі Z1	5,455	см
Y_s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z_s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W_{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	242,222	см ³
W_{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	242,222	см ³
W_{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	175,998	см ³
W_{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	175,998	см ³
$W_{pl,u}$	Пластичний момент опору щодо осі U	312,457	см ³
$W_{pl,v}$	Пластичний момент опору щодо осі V	209,098	см ³
I_u	Максимальний момент інерції	2180	см ⁴
I_v	Мінімальний момент інерції	1231,989	см ⁴
i_u	Максимальний радіус інерції	7,257	см
i_v	Мінімальний радіус інерції	5,455	см
a_{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	4,251	см
a_{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	4,251	см
a_{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	5,851	см
a_{v-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	5,851	см
P	Периметр	123,16	см
P_i	Внутрішній периметр	73,16	см
P_e	Зовнішній периметр	50	см
M	Маса 1 м	32,499	кг

- ферма Ф1 виконується з профілів сталевих прямокутних за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61] за монтажною схемою, що наводиться на Рисунку 2.1.3. Відповідно до монтажної схеми (Рисунок 2.3), проектом передбачено для виконання верхнього та нижнього поясів ферми Ф1 з профілю $\square 80 \times 4$ за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] (Рисунок 2.4, Таблиця 2.2), стійок і підвісів – з профілю $\square 60 \times 3$ за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] (Рисунок 2.5, Таблиця 2.3);

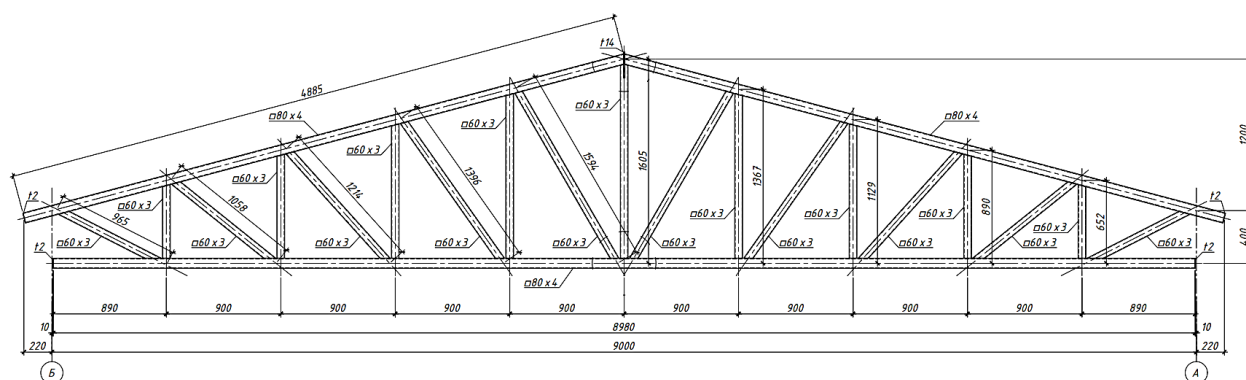


Рисунок 2.3 – Монтажна схема ферми Ф1

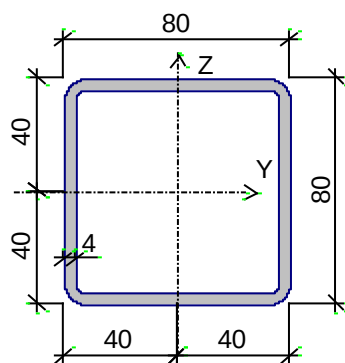


Рисунок 2.4 – Геометричні параметри проектного профілю верхнього та нижнього поясів ферми Ф1

Таблиця 2.2 – Фізико-геометричні параметри проектного профілю верхнього та нижнього поясів ферми Ф1

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	12,2	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	5,318	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	5,318	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	-90	град
I _y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	115,3	см ⁴
I _z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	115,3	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	175,59	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	0	см ⁶
i _y	Радіус інерції щодо осі Y1	3,074	см
i _z	Радіус інерції щодо осі Z1	3,074	см
Y _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W _{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	28,825	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	28,825	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	28,825	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	28,825	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору щодо осі U	34,688	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору щодо осі V	34,688	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	115,3	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	115,3	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	3,074	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	3,074	см
a _{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	2,363	см
a _{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	2,363	см
a _{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	2,363	см
a _{v-}	Ядрову відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	2,363	см
P	Периметр	60,34	см
P _i	Внутрішній периметр	29,713	см
P _e	Зовнішній периметр	30,627	см
M	Маса 1 м	9,577	кг

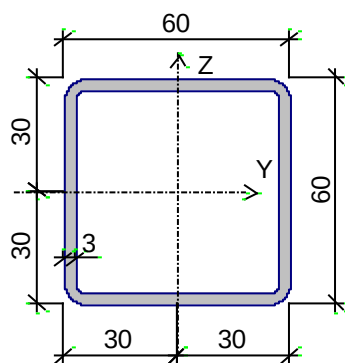


Рисунок 2.5 – Геометричні параметри проектного профілю стійок і підвісів ферми Ф1

Таблиця 2.3 – Фізико-геометричні параметри проектного профілю стійок і підвісів ферми Ф1

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	6,61	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	2,881	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	2,881	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	-90	град
I _y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	35,13	см ⁴
I _z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	35,13	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	55,558	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	0	см ⁶
i _y	Радіус інерції щодо осі Y1	2,305	см
i _z	Радіус інерції щодо осі Z1	2,305	см
Y _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W _{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	11,71	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	11,71	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	11,71	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	11,71	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору щодо осі U	14,634	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору щодо осі V	14,634	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	35,13	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	35,13	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	2,305	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	2,305	см
a _{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	1,772	см
a _{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	1,772	см
a _{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	1,772	см
a _{v-}	Ядрову відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	1,772	см
P	Периметр	45,255	см
P _i	Внутрішній периметр	22,285	см
P _e	Зовнішній периметр	22,97	см
M	Маса 1 м	5,189	кг

– забезпечення зв'язків між секціями формують рам (Рисунок 2.1) в проектній промисловій будівлі складу в с. Вітрівка, Київської області здійснюється за допомогою ригелів Р1 (проектний профіль $\square 80 \times 3$ за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] (Рисунок 2.6, Таблиця 2.4)), горизонтальних та вертикальних зв'язків (проектний профіль $\square 60 \times 3$ за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] (Рисунок 2.5, Таблиця 2.3));

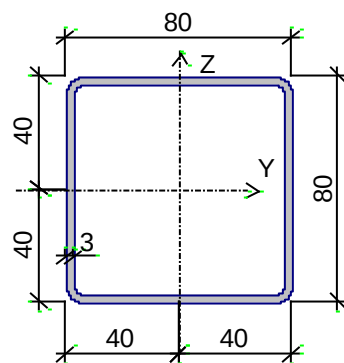


Рисунок 2.6 – Геометричні параметри проектного профілю ригелю Р1

Таблиця 2.4 – Фізико-геометричні параметри проектного профілю ригелю Р1

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	9,2	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	4,023	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	4,023	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	-90	град
I _y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	89,5	см ⁴
I _z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	89,5	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	136,96	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	0	см ⁶
i _y	Радіус інерції щодо осі Y1	3,119	см
i _z	Радіус інерції щодо осі Z1	3,119	см
Y _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W _{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	22,375	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	22,375	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	22,375	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	22,375	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору щодо осі U	26,694	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору щодо осі V	26,694	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	89,5	см ⁴

Продовження Таблиці 2.4

1	2	3	4
I_v	Мінімальний момент інерції	89,5	см ⁴
i_u	Максимальний радіус інерції	3,119	см
i_v	Мінімальний радіус інерції	3,119	см
a_{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	2,432	см
a_{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	2,432	см
a_{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	2,432	см
a_{v-}	Ядрову відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	2,432	см
P	Периметр	61,255	см
P_i	Внутрішній периметр	30,285	см
P_e	Зовнішній периметр	30,97	см
M	Маса 1 м	7,222	кг

- для накладання системи покрівельних сендвіч-панелей ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] на ферми Ф1, відповідно до вимог ДБН В.2.6-220:2017 [66], монтуються металопрофільні прогони П1 проектним профілем □ 120×80×5 за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61] (Рисунок 2.7, Таблиця 2.5).

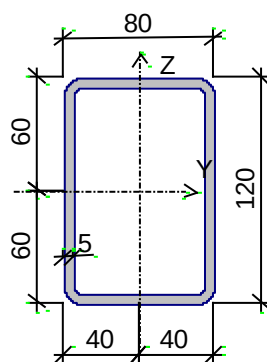


Рисунок 2.7 – Геометричні параметри проектного профілю прогону П1

Таблиця 2.5 – Фізико-геометричні параметри проектного профілю прогону П1

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	18,9	см ²
$A_{v,y}$	Умовна площа зрізу вздовж осі U	6,721	см ²
$A_{v,z}$	Умовна площа зрізу вздовж осі V	9,479	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I_y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	361,4	см ⁴
I_z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	192,4	см ⁴
I_t	Момент інерції при вільному крученні	391,53	см ⁴

Продовження Таблиці 2.5

1	2	3	4
I_w	Секторіальний момент інерції	130,51	см ⁶
i_y	Радіус інерції щодо осі Y1	4,373	см
i_z	Радіус інерції щодо осі Z1	3,191	см
Y_s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z_s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W_{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	60,233	см ³
W_{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	60,233	см ³
W_{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	48,1	см ³
W_{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	48,1	см ³
$W_{pl,u}$	Пластичний момент опору щодо осі U	76,25	см ³
$W_{pl,v}$	Пластичний момент опору щодо осі V	57,25	см ³
I_u	Максимальний момент інерції	361,4	см ⁴
I_v	Мінімальний момент інерції	192,4	см ⁴
i_u	Максимальний радіус інерції	4,373	см
i_v	Мінімальний радіус інерції	3,191	см
a_{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	2,545	см
a_{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	2,545	см
a_{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	3,187	см
a_{v-}	Ядрову відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	3,187	см
P	Периметр	75,425	см
P_i	Внутрішній периметр	37,142	см
P_e	Зовнішній периметр	38,283	см
M	Маса 1 м	14,836	кг

Таким чином, виконаємо повірочний розрахунок металокаркасу проектної промислової будівлі складу в с. Вітрівка, Київської області в програмно-модельному середовищі ПК ЛІРА-САПР [35].

2.2 Аналіз навантажень на будівельні конструкції

Аналіз та збір навантажень на будівельні конструкції модельованого металокаркасу проектної промислової будівлі будемо виконувати відповідно до положень ДБН В.1.2-2:2006 [43] з урахуванням прийнятих архітектурно-конструкторських рішень (Розділ 1) та кліматогеографічної характеристики локації провадження будівельно-монтажної діяльності зі зведення об'єкту будівництва відповідно до норм ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 [41]. Для автоматизації розрахунків використовуємо можливості цифрової програмного комплексу ПК ЛІРА-САПР [35].

Власна вага конструктивних елементів проектного металокаркасу визначається в процесі моделювання в програмноцифровому середовищі ПК ЛІРА-САПР [35].

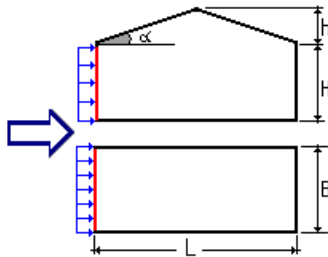
На металічний каркас промислової будівлі складу діє навантаження власної ваги конструкції покриття, конструктивне рішення якого відповідає вимогам ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДБН В.2.6-220:2017 [66]: металопрофільні прогони за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82] з сталі С255 за ДСТУ 8539:2015 [61], що вкриваються системою покрівельних сендвіч-панелей ТПК за ДСТУ EN 14509:2017 [63] – Таблиця 2.6.

Таблиця 2.6 –Завантаження від власної ваги покрівлі

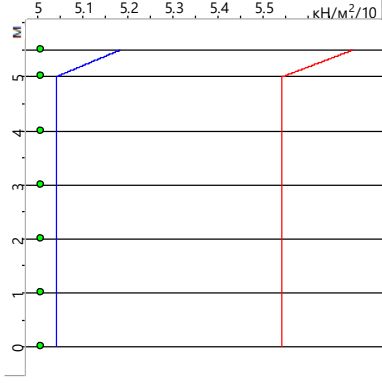
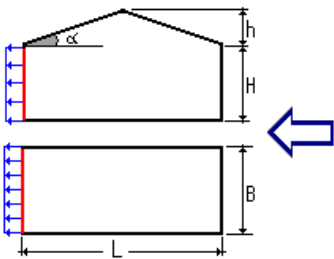
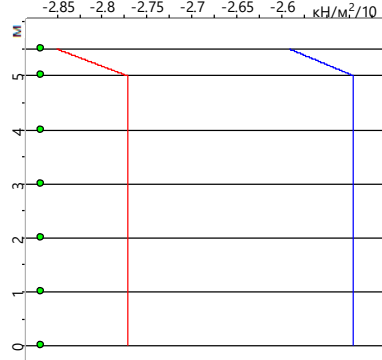
Матеріал	Розподілене навантаження (кН/м ²)	Об’ємна вага (кН/м ³)	Товщина (м)	γ_f
Металеве облицювання сендвіч-панелі	0,086	–	–	1,05
Заповнення сендвіч-панелі пінополістирол 150 мм	0,059	–	–	1,2
Поліетиленова плівка 0,2 мм	0,001	–	–	1,2
Металеве облицювання сендвіч-панелі	0,086	–	–	1,1
Прогони металеві	0,169	–	–	1,05
Експлуатаційні навантаження		0,393 кН/м ²		
Граничні навантаження		0,426 кН/м ²		

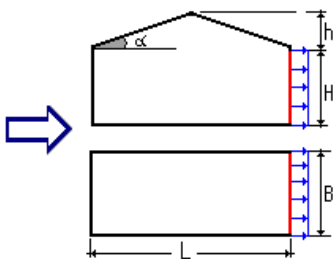
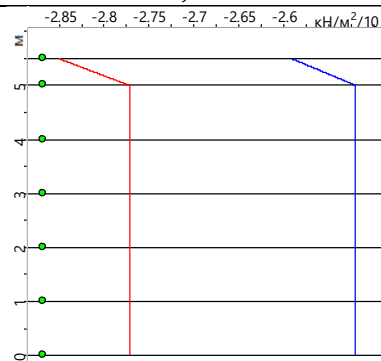
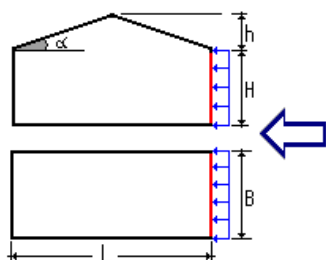
Розрахунок вітрового навантаження здійснюється відповідно до положень ДБН В.1.2-2:2006 [43] та наводиться в Таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 –Розрахунок вітрового навантаження

Параметр	Значення, од. вим.	
1	2	
Початкові дані		
Вітровий район	2	
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кН/м2	
Тип місцевості	I - відкриті поверхні морів, озер, що піддаються вітру на ділянці завдовжки не менше ніж 3 км і плоскі рівнини без перешкод	
Тип споруди	Однопрогонові будівлі без ліхтарів	
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,18 км	
Параметри		
Поверхня	Ліва стіна	
Крок сканування	1 м	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	1,1	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	1	
		
H	5,5	м
B	9	м
h	1,6	м
L	71	м
Висота (м)	Експлуатаційні навантаження (кН/м ²)	Граничні навантаження (кН/м ²)
0	0,504	0,554
1	0,504	0,554
2	0,504	0,554
3	0,504	0,554
4	0,504	0,554
5	0,504	0,554
5,5	0,518	0,57

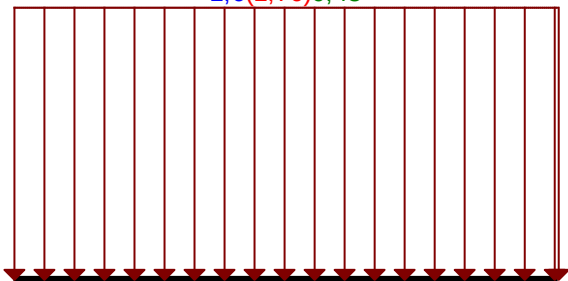
Продовження Таблиці 2.7

1		2	
			
Поверхня		Ліва стіна	
			
Висота (м)	Експлуатаційні навантаження (кН/м²)	Граничні навантаження (кН/м²)	
0	-0,252	-0,277	
1	-0,252	-0,277	
2	-0,252	-0,277	
3	-0,252	-0,277	
4	-0,252	-0,277	
5	-0,252	-0,277	
5,5	-0,259	-0,285	
			

1		2	
Поверхня		Права стіна	
			
1		2	
Висота (м)	Експлуатаційні навантаження (кН/м ²)	Граничні навантаження (кН/м ²)	
0	-0,252	-0,277	
1	-0,252	-0,277	
2	-0,252	-0,277	
3	-0,252	-0,277	
4	-0,252	-0,277	
5	-0,252	-0,277	
5,5	-0,259	-0,285	
			
Поверхня		Права стіна	
			
Висота (м)	Експлуатаційні навантаження (кН/м ²)	Граничні навантаження (кН/м ²)	
0	0,504	0,554	
1	0,504	0,554	
2	0,504	0,554	
3	0,504	0,554	
4	0,504	0,554	
5	0,504	0,554	
5,5	0,518	0,57	

Розрахунок снігового навантаження здійснюється відповідно до положень ДБН В.1.2-2:2006 [43] та наводиться в Таблиці 2.8.

Таблиця 2.8 – Розрахунок снігового навантаження

Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3
Місцевість		
Нормативне значення снігового навантаження	1,6	кН/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкту над рівнем моря	0,18	км
Будівля		
		
Висота будівлі Н	7,3	м
Ширина будівлі В	9	м
h	1,6	м
α	2,581	град
L	71	м
Неутеплена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ _{fm}	1,1	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ _{fe}	1	
Експлуатаційні навантаження		1,6 кН/м ²
Граничні навантаження		1,76 кН/м ²
Квазіпостійне навантаження		0,48 кН/м ²
1,6(1,76)0,48  Од. вим. : кН/м² Експлуатаційні навантаження Граничні навантаження Квазіпостійне навантаження		

Таким чином, визначені складові навантажень, що діють на модельований каркас проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області.

2.3 Моделювання та розрахунок проектного металокаркасу

Відповідно до визначеного проектно-конструкторського виконання каркасу проектної промислової будівлі сформуємо розрахункову схему у цифропрограмному середовищі ПК ЛІРА-САПР [35] – Рисунок 2.8.

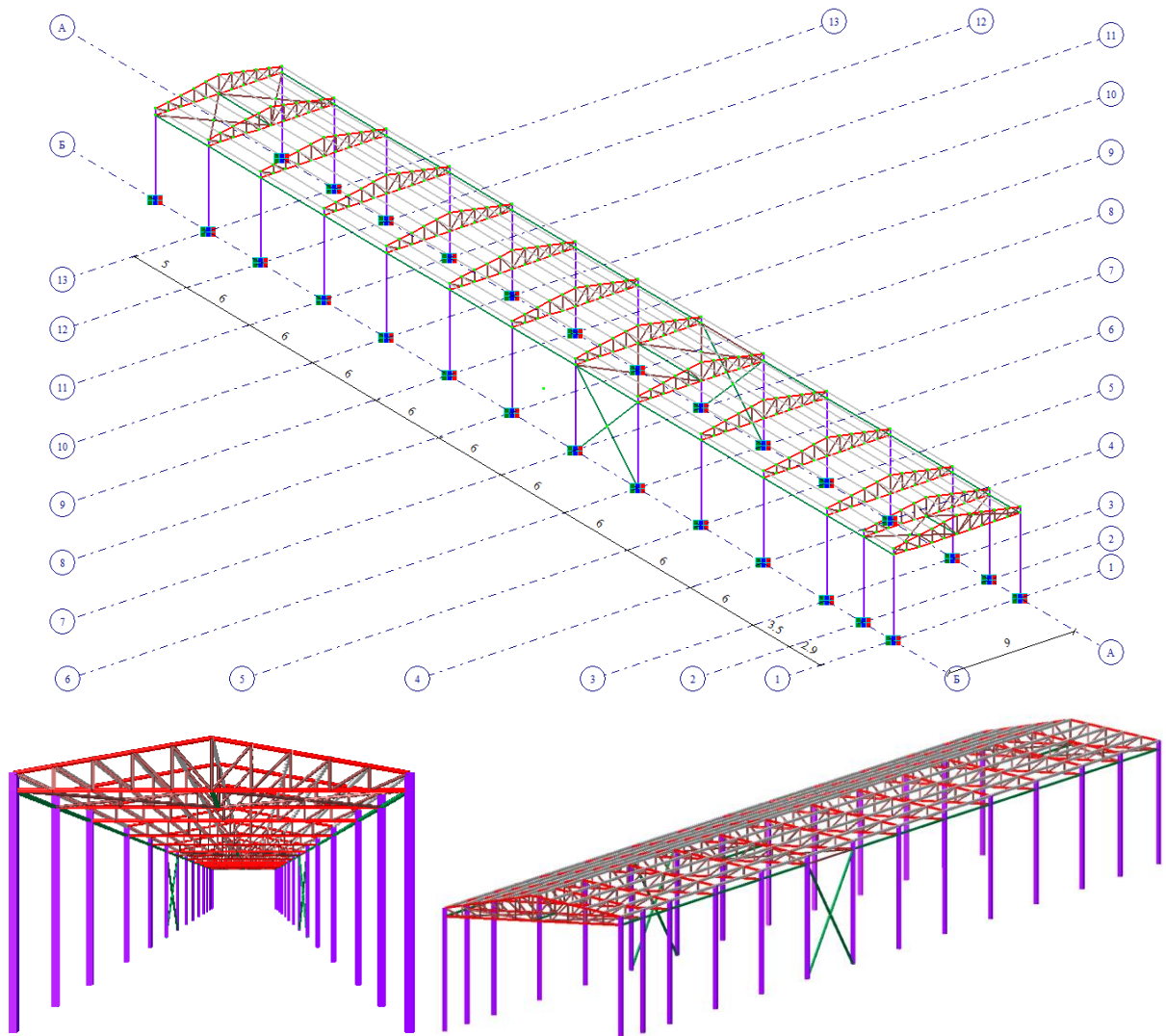
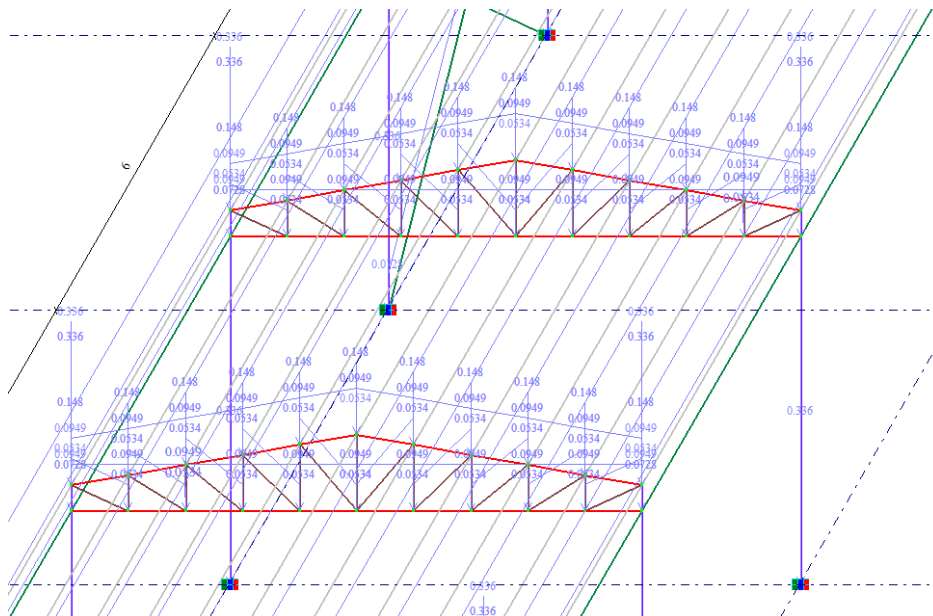


Рисунок 2.8 – Змодельований металокаркас промислової будівлі в цифропрограмному середовищі ПК ЛІРА-САПР [35]

2.13.



проектного металлокаркасу

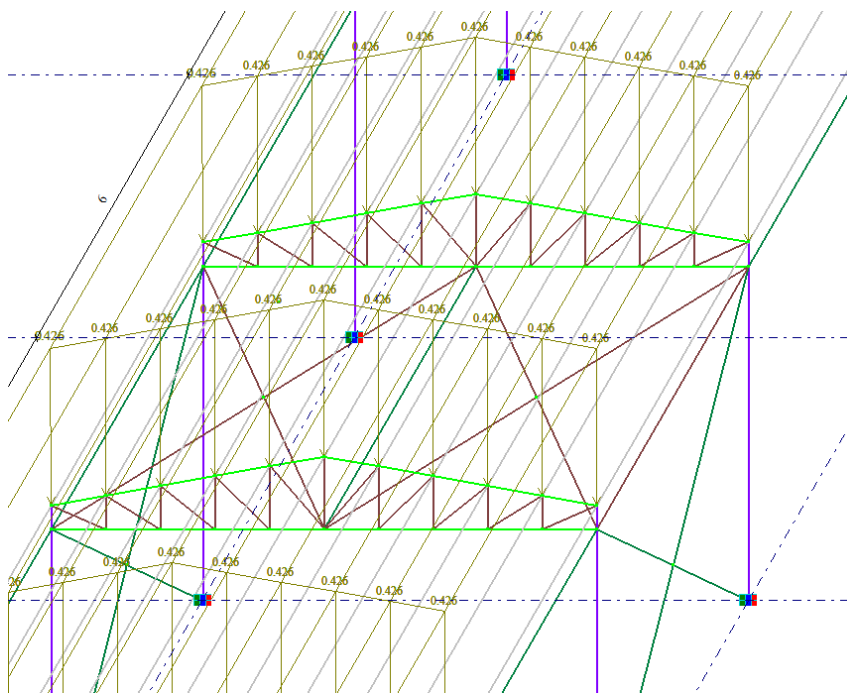


Рисунок 2.10 – Завантаження від ваги покрівлі

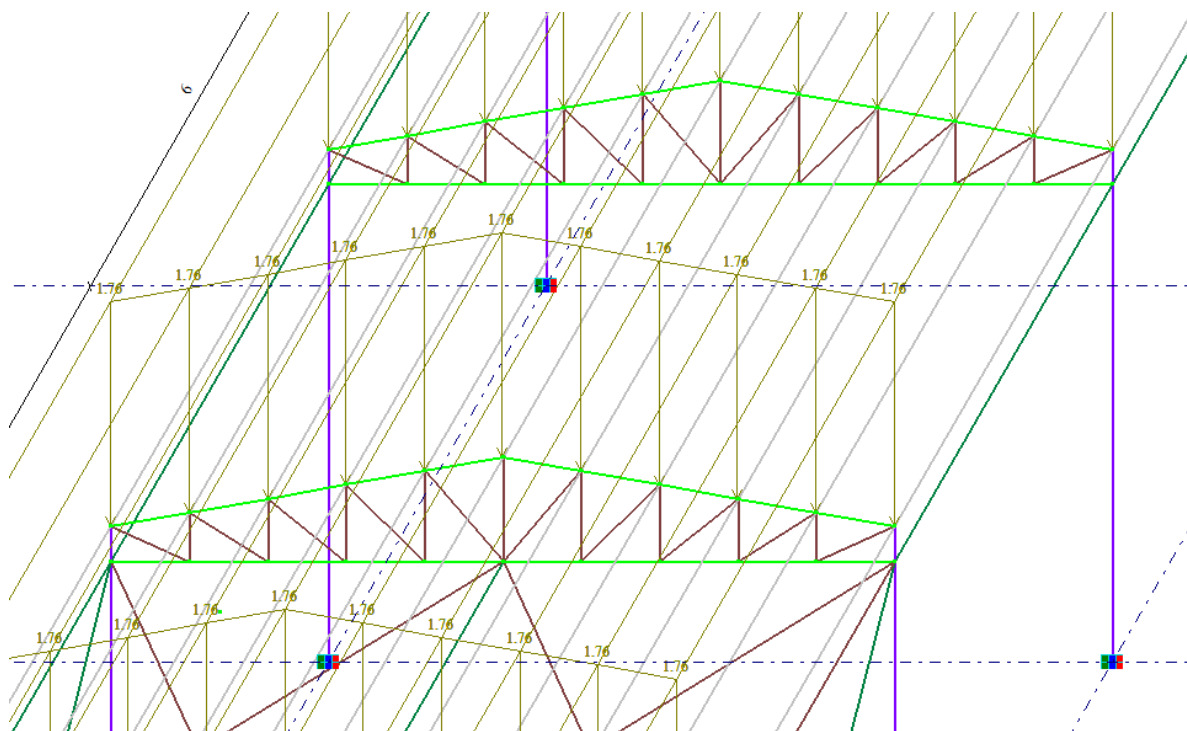


Рисунок 2.11 – Снігове завантаження

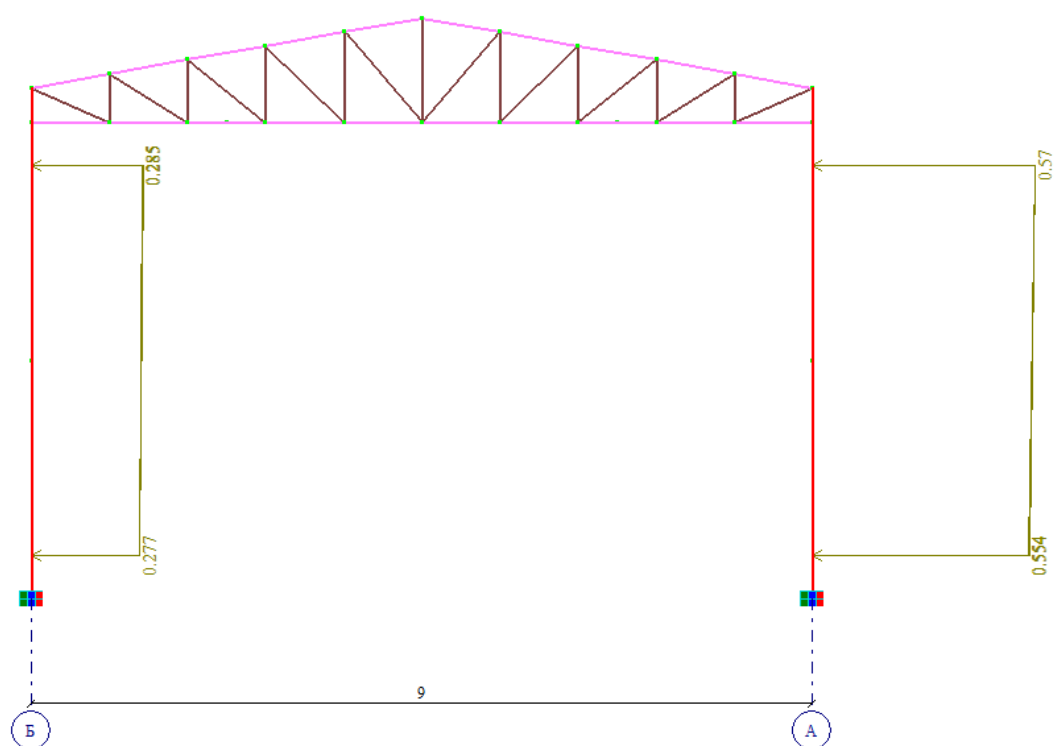


Рисунок 2.12 – Вітрове завантаження з правого боку

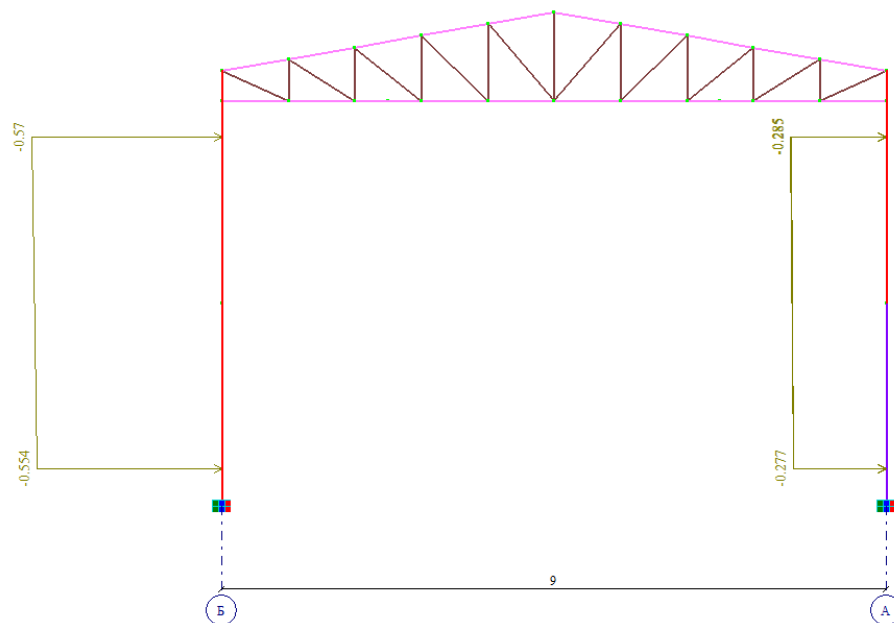


Рисунок 2.13 – Вітрове завантаження з лівого боку

Відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 [43] задаємо відповідні розрахункові сполучення зусиль – Рисунок 2.14.

Розрахункові Сполучення Зусиль

Номер таблиці РСЗ: 1

Ім'я таблиці РСЗ: ДБН_1

Будівельні норми: ДБН В.1.2-2:2006

Номер завантаження: 1 Власна вага

Вид завантаження: Постійне(0)

К надійності за відповідальністю:
 для I-го ГС: 1.00
 для II-го ГС: 1.00
 для аварійних сполучень: 1.00

Н групи об'єднаних тимчасових завантажень: 0

Враховувати знакозмісність: ☐

Н групи взаємовиключаючих завантажень: 0

NN супутніх завантажень: 0

Відношення коефіцієнтів γ_m / γ_e : 1.10

Відношення P_q / P_{ch} : 1.00

Не враховувати для II-го гран. стану: ☐

Обмеження для кранів та гальм:
 Кран: ☐ Гальмо: ☐

Коефіцієнти для РСЗ

#	1 основ.	2 основ.	Аварійн.	Авар.(6 С)	5 сполуч.	6 сполуч.	7 сполуч.
1	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
2	1.00	1.00	0.90	1.00	0.00	0.00	0.00
3	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
4	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00
5	1.00	0.90	0.50	0.80	0.00	0.00	0.00

Зведена таблиця для обчислення РСЗ:

№.	Ім'я завантаж...	Вид	Параметри РСЗ	Коефіцієнти РСЗ
1	Власна вага	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
2	Покрівля	Постійне(0)	0 0 0 0 0 0 1.10 1.00	1.00 1.00 0.90 1.00
3	Сніг	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
4	Вітер +Y	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80
5	Вітер -Y	Короткочасн...	2 0 0 0 0 0 1.00 0.35	1.00 0.90 0.50 0.80

Рисунок 2.14 – Задання РСЗ

Далі, відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006 [43] задаємо відповідні розрахункові сполучення навантажень – Рисунок 2.15.

Розрахункові сполучення навантажень

Номер таблиці РСН: 1

Ім'я таблиці РСН: ДБН В.1.2-2:2006_1

ДБН В.1.2-2:2006

Коеф. надійності за відповідальністю:

- для I-го ГС: 1
- для II-го ГС: 1
- для аварійних сполучень: 1

У розрахунковій схемі задані:

- ☒ розрахункові навантаження
- ☐ нормативні навантаження

☐ Не враховувати сейсміку для II-го ГС

☒ Не враховувати особливе навантаж. для II-го ГС

N завантаж.	Найменування	Вид	Знак/змін.	Взаємовикл.	Ym / Yfe	P q / P ch	1.PCH1	2.PCH2	3.PCH3	4.PCH4	5.PCH5
1	Власна вага	Постійне(П)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	1.
2	Покрівля	Постійне(П)	+		1.1	1.0	1.	1.	1.	1.	1.
3	Сніг	Короткочасне(К)	+		1.0	0.35	0.	1.	0.	0.	0.9
4	Вітер +Y	Короткочасне(К)	+		1.0	0.35	0.	0.	1.	0.	0.9
5	Вітер -Y	Короткочасне(К)	+		1.0	0.35	0.	0.	0.	1.	0.9

1. основне
2. особливе
Аварійне (С)
Аварійне (В/С)

ΣP+0.9ΣD+0.9ΣK+0.9Σ(Kp+T)+0.9ΣM

Додати Коефіцієнти

Рисунок 2.15 – Задання РСН

Далі встановлюємо матеріальне виконання конструктивних елементів проектного металокаркасу – сталь С255 за ДСТУ 8539:2015 [61] (з урахуванням нормативних параметрів ДБН В.2.6-198:2014 [62]) – Рисунок 2.16.

Параметри

Номер	1
Коментар	Матеріал
Набір параметрів	Точна відповідність
Переріз	
Таблиця сталей	Сталь, фасон (ДБН В.2.6-198:2014) <Dbn...
Сталь	C255
Скорочений сортамент	Ні

Рисунок 2.16 – Задання матеріального виконання конструктивних елементів проектного металокаркасу промислової будівлі

Після призначення матеріального та конструктивного виконання елементів проектного металокаркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області, скориставшись обчислювальними

можливостями ПК ЛПРА-САПР [35] виконаємо відповідний модельний розрахунок.

Результати розрахунку наводяться на Рисунках нижче.

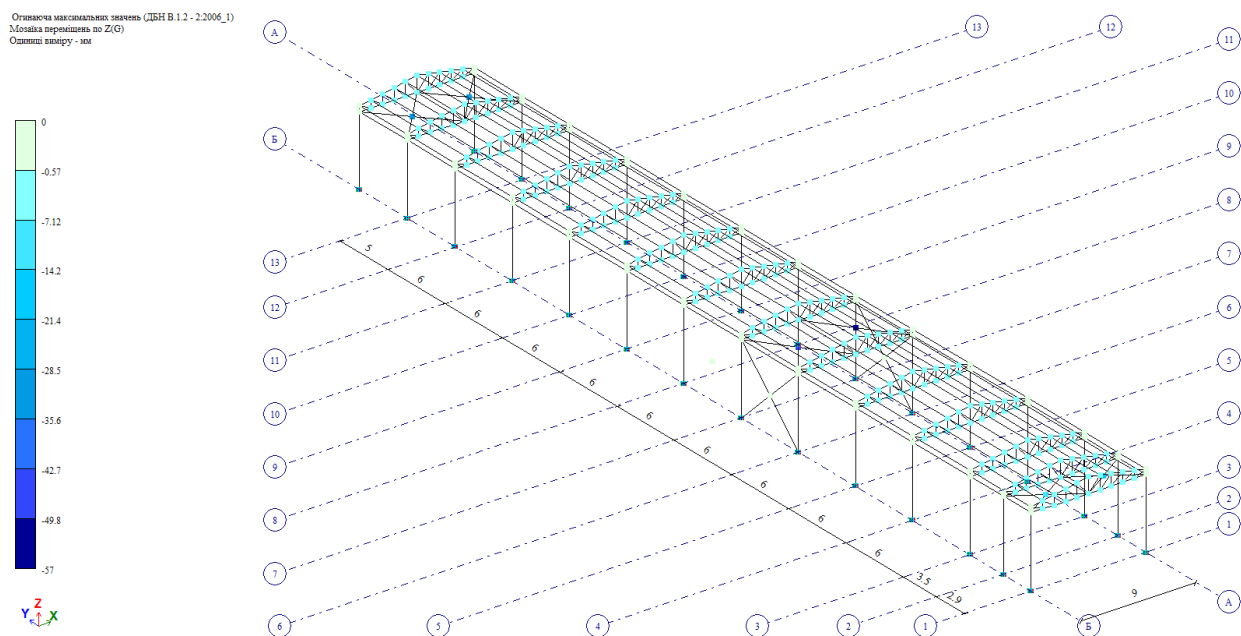


Рисунок 2.17 – Максимальные значения перемещения проектного металлокаркаса при действии максимального РСН склала – 57 мм

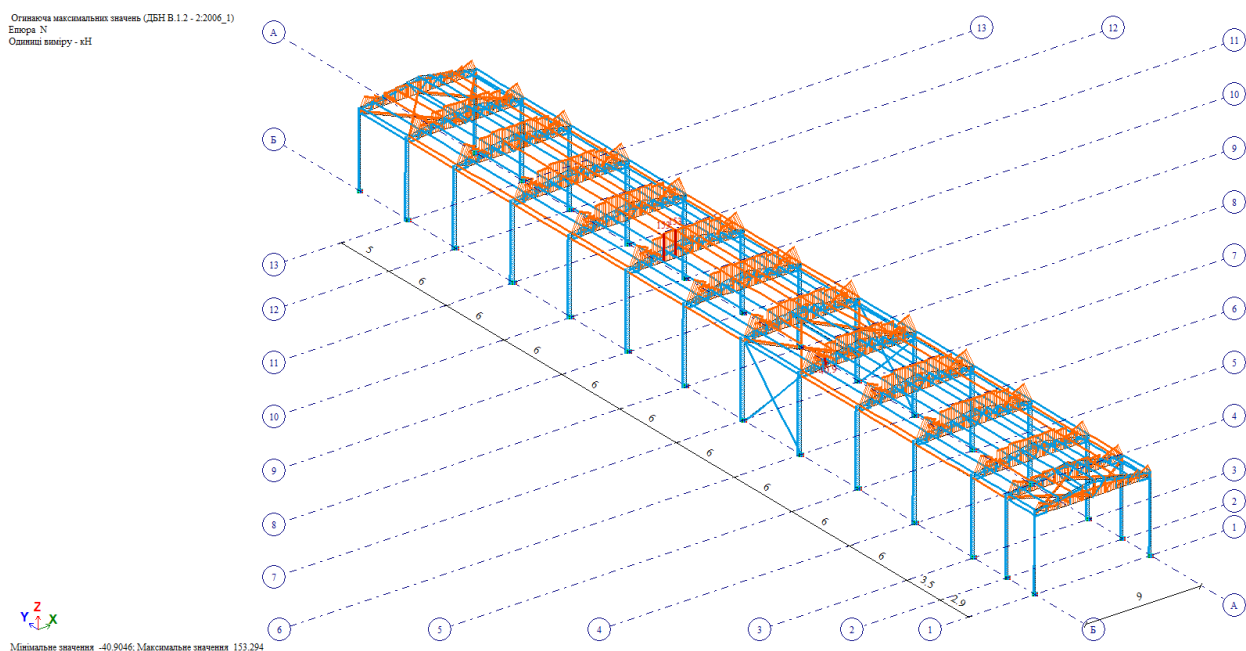


Рисунок 2.18 – Эпюра продольных сил от максимального РСН

Отримавши максимальні значення (ДБН В.1.2-2:2006_1)
Модальна N
Одиниці виміру - кН

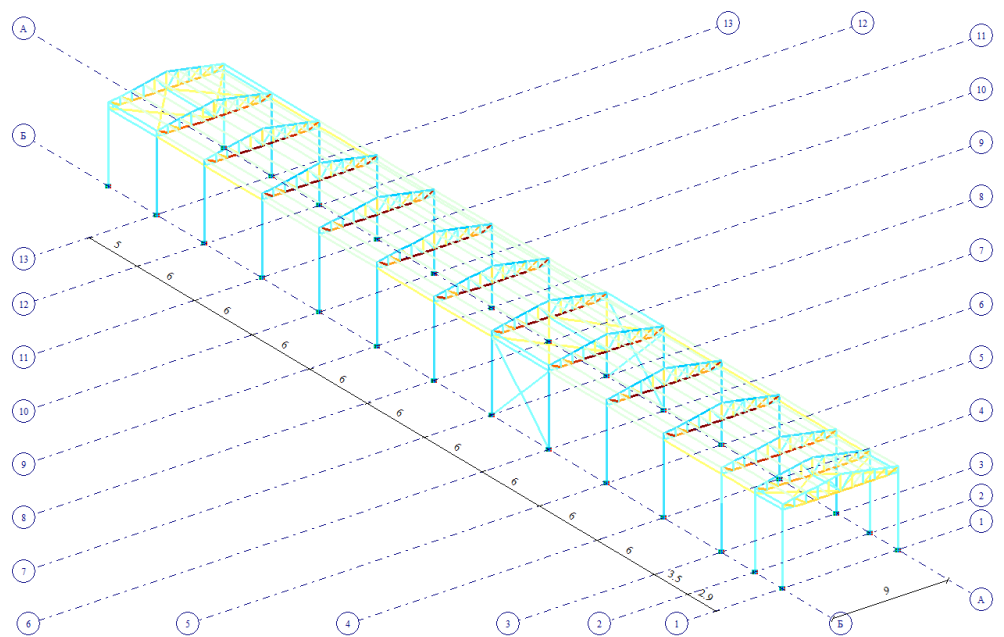
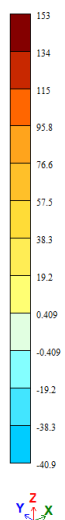


Рисунок 2.19 – Числові значення поздовжніх сил від максимального РСН

Отримавши максимальні значення (ДБН В.1.2-2:2006_1)
Епюра Qz
Одиниці виміру - кН



Мінімальне значення -2.17091; Максимальне значення 20.1127

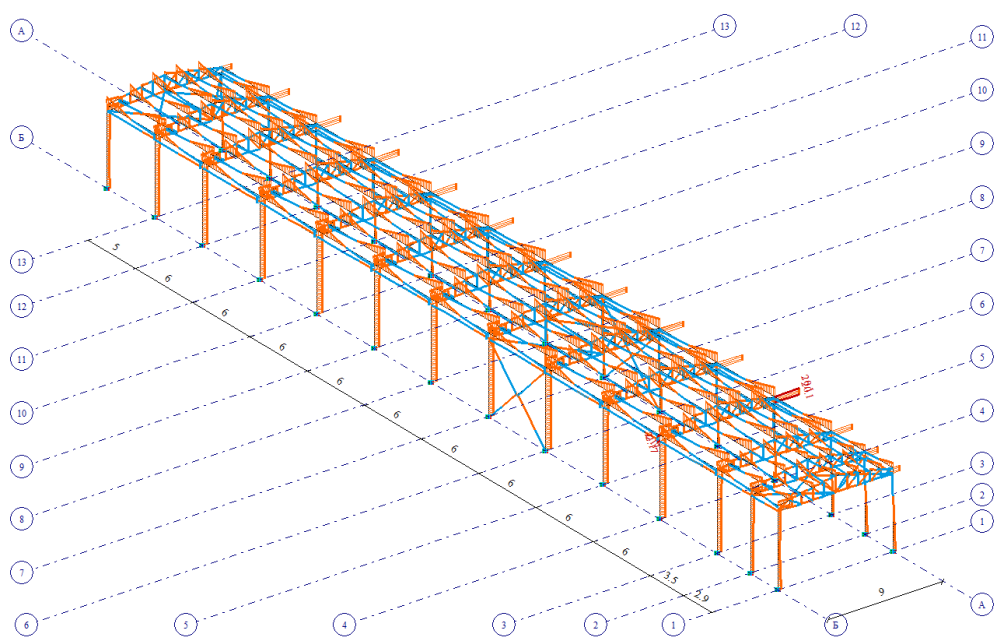


Рисунок 2.20 – Епюра поперечних сил від максимального РСН

Отображає максимальні значення (ДБН В.1.2.-2:2006_1)
Момент Qz
Одиниці виміру - кН

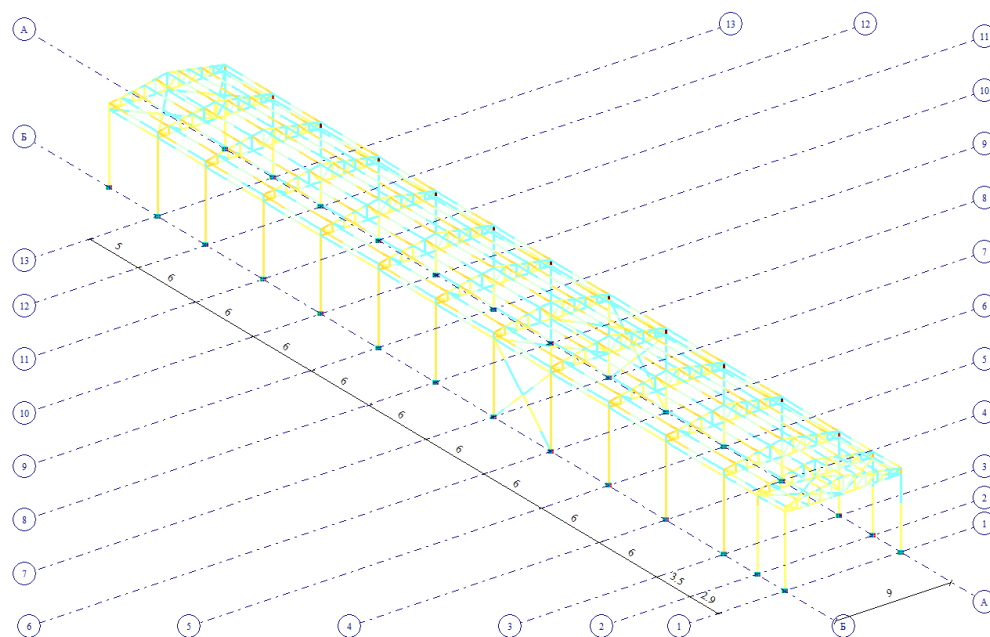
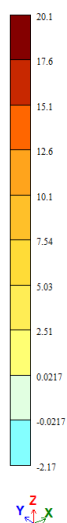
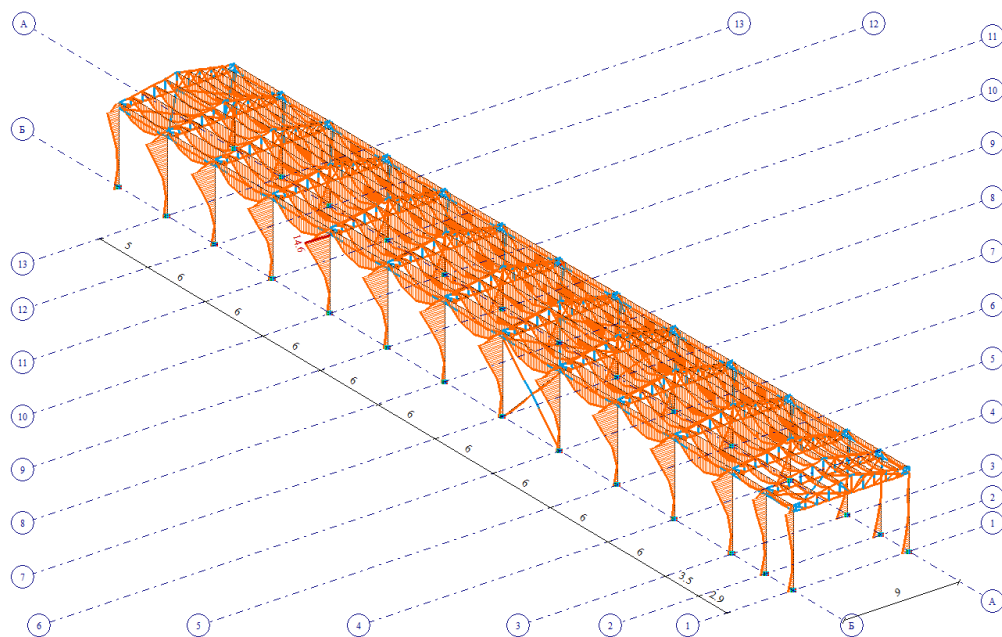


Рисунок 2.21 – Числові значення поперечних сил від максимального РСН

Отображає максимальні значення (ДБН В.1.2.-2:2006_1)
Епюра M_y
Одиниці виміру - кН*м



Мінімальне значення -2.43329; Максимальне значення 14.6458

Рисунок 2.22 – Епюра згинальних моментів від максимального РСН

Означення максимальних значень (ДБН В.1.2.-2:2006_1)
Мозаика My
Одиниці виміру - кН*м

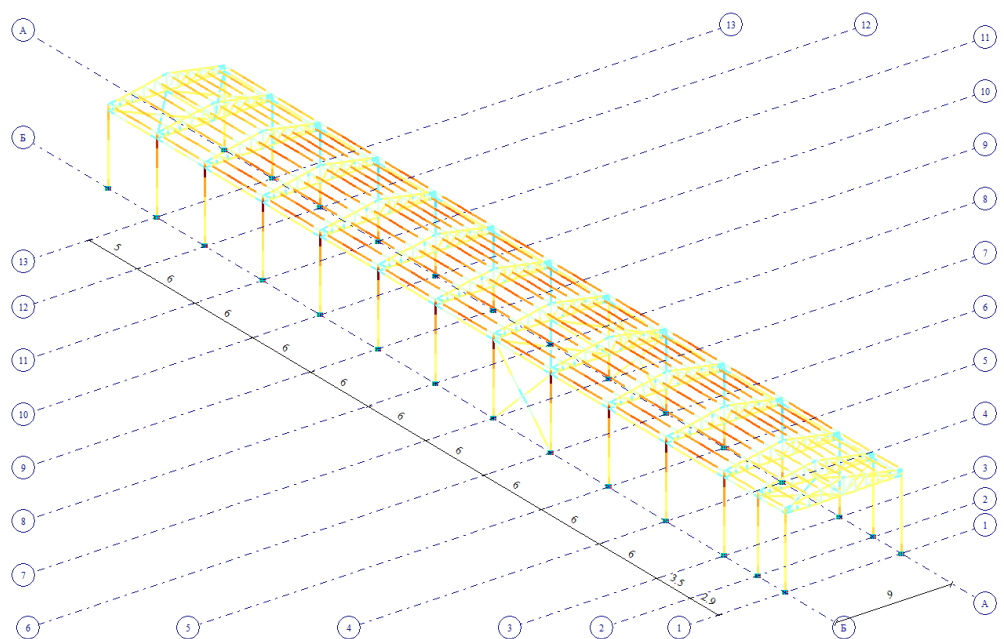
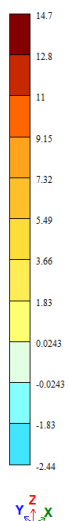


Рисунок 2.23 – Числові значення згинальних моментів від максимального РСН

РСЗ розривуковлі: Означення максимальних значень (Таблиця ДБН_1)
Епора N
Одиниці виміру - кН

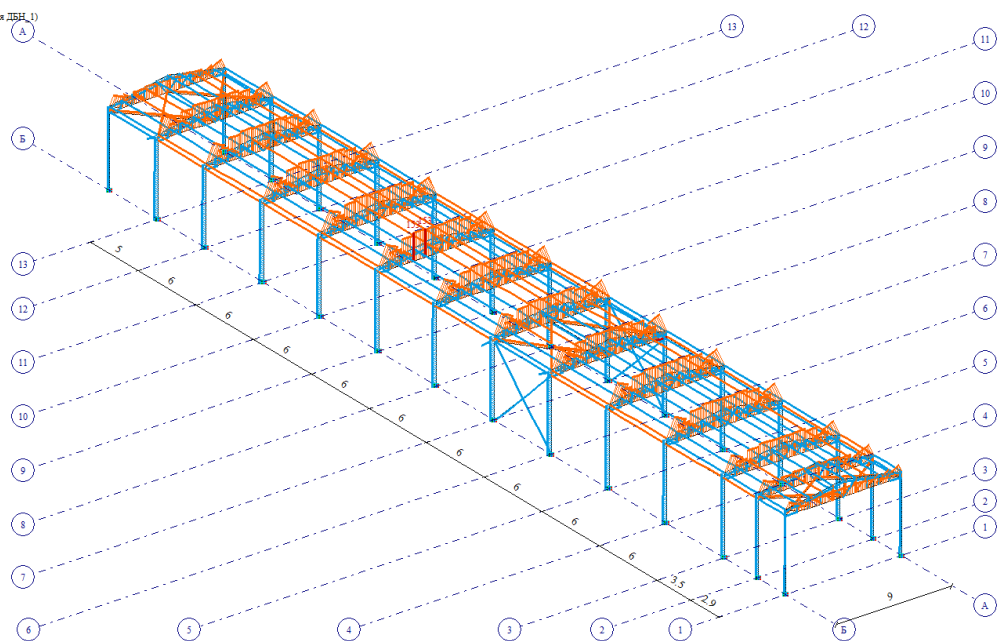


Рисунок 2.24 – Епюра поздовжніх сил від максимального РСЗ

PC3 розрахунок: Оцінювач максимальних значень (Таблиця ДБН_1)
Модальна N
Одиниці виміру - кН

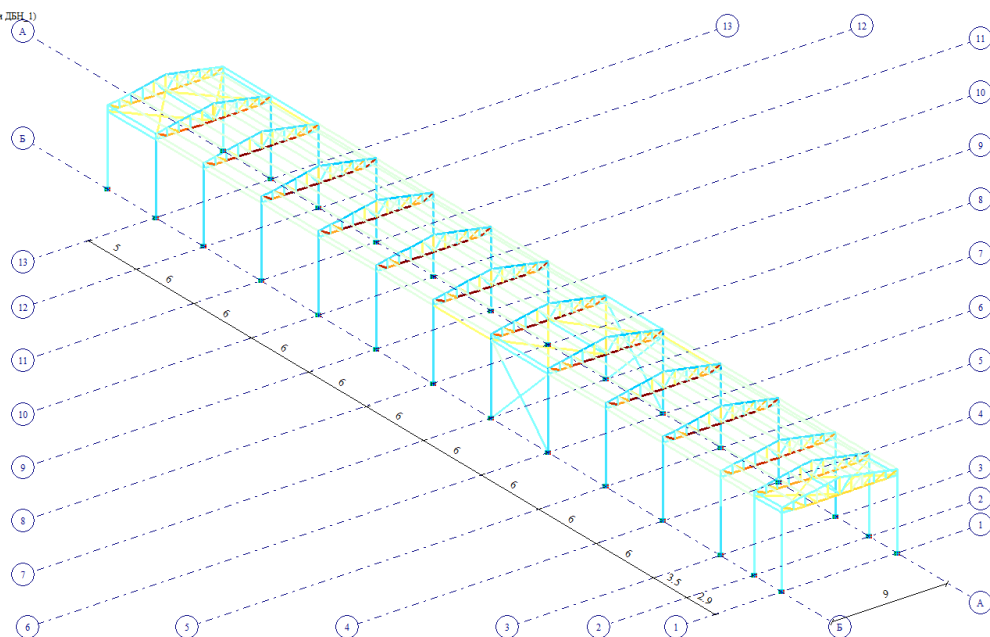
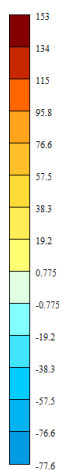


Рисунок 2.25 – Числові значення поздовжніх сил від максимального PC3

PC3 розрахунок: Оцінювач максимальних значень (Таблиця ДБН_1)
Епюра Qz
Одиниці виміру - кН



Мінімальне значення -18.5198; Максимальне значення 22.135

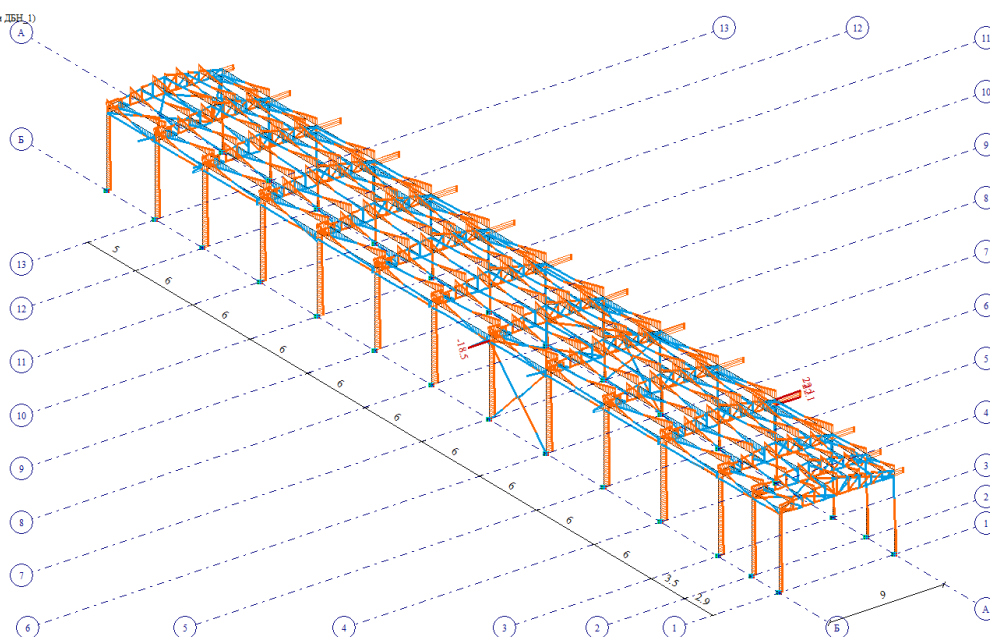


Рисунок 2.26 – Епюра поперечних сил від максимального PC3

PC3 розрахунок: Оцінювач максимальних значень (Таблиця ДБН_1)
Момент Qz
Одиниці виміру - кН

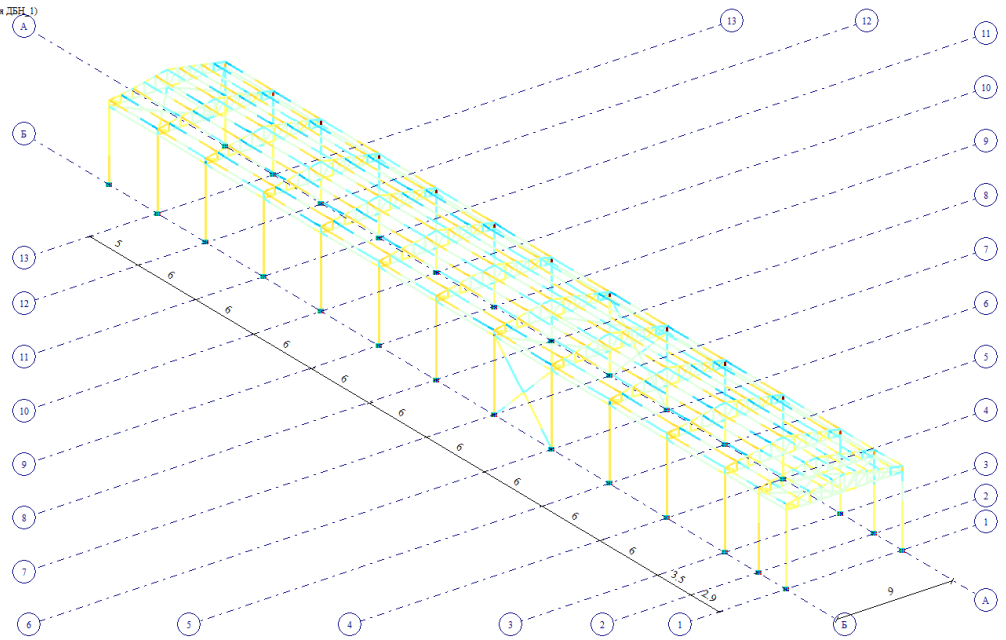
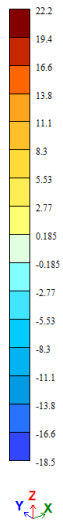


Рисунок 2.27 – Числові значення поперечних сил від максимального РСЗ

PC3 розрахунок: Оцінювач максимальних значень (Таблиця ДБН_1)
Епюра Mx
Одиниці виміру - кН*м



Мінімальне значення -10.9729; Максимальне значення 15.0943

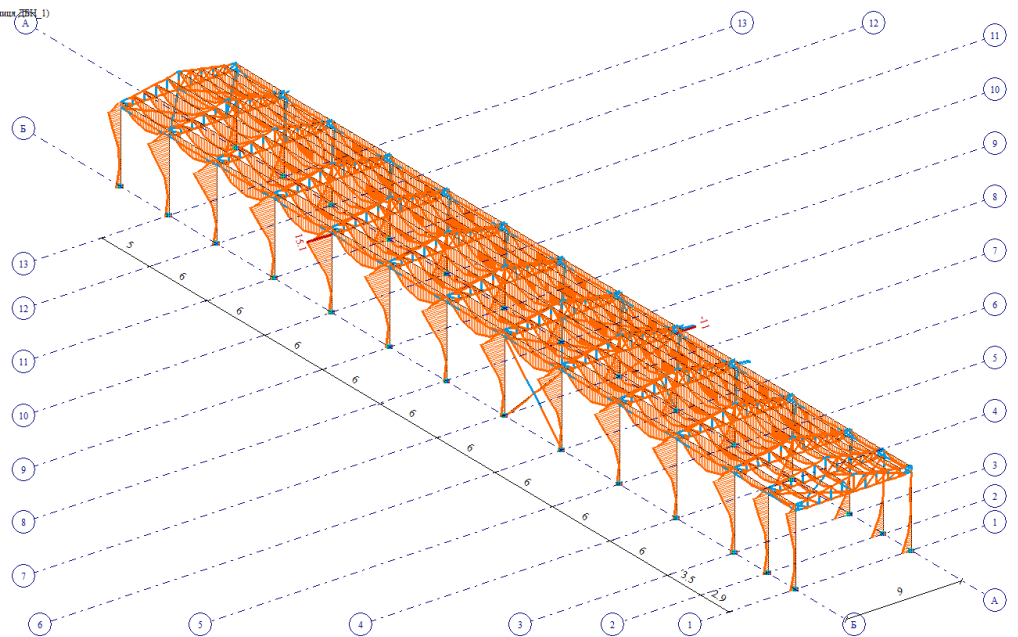


Рисунок 2.28 – Епюра згинальних моментів від максимального РСЗ

PC3 розрахунок: Оцінювач максимальних значень (Таблиця ДБН 1)
Мозаїка My
Одиниці виміру - кН*м

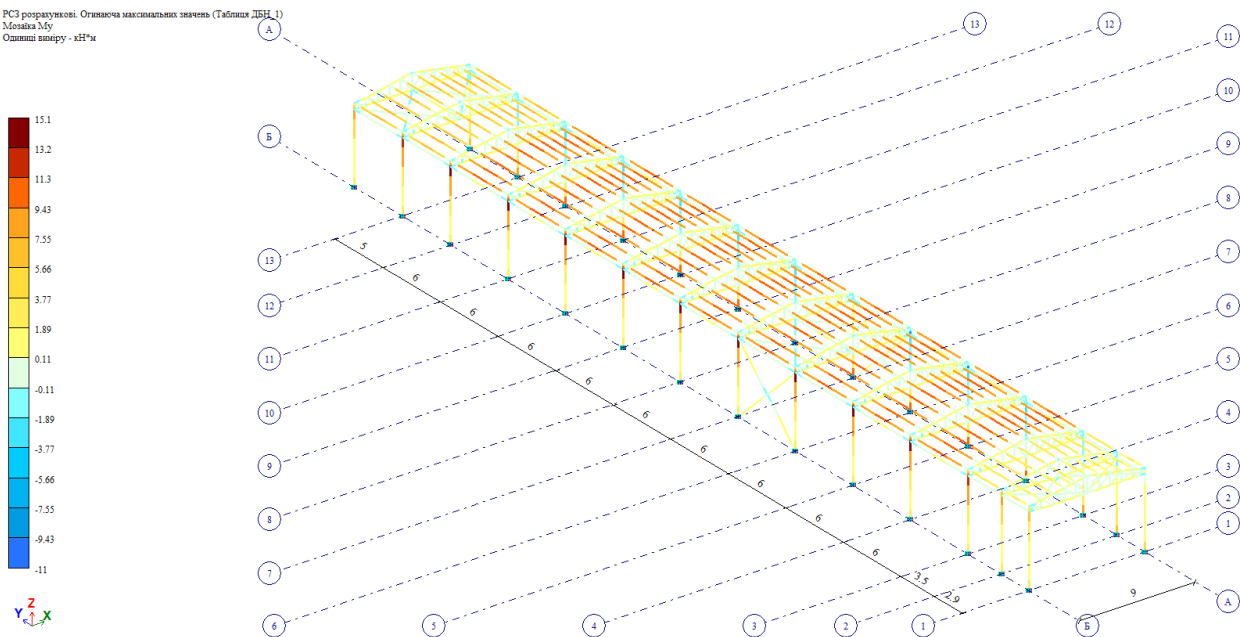


Рисунок 2.29 – Числові значення згинальних моментів від максимального PC3

Надалі проводиться перевірка матеріально-конструктивного рішення проектного металокаркасу промислової будівлі складу – Рисунки нижче.

Варіант конструкції Варіант 1
Розрахунок по РСЗ,ДБН_1 (ДБН В.2.6-198:2014)

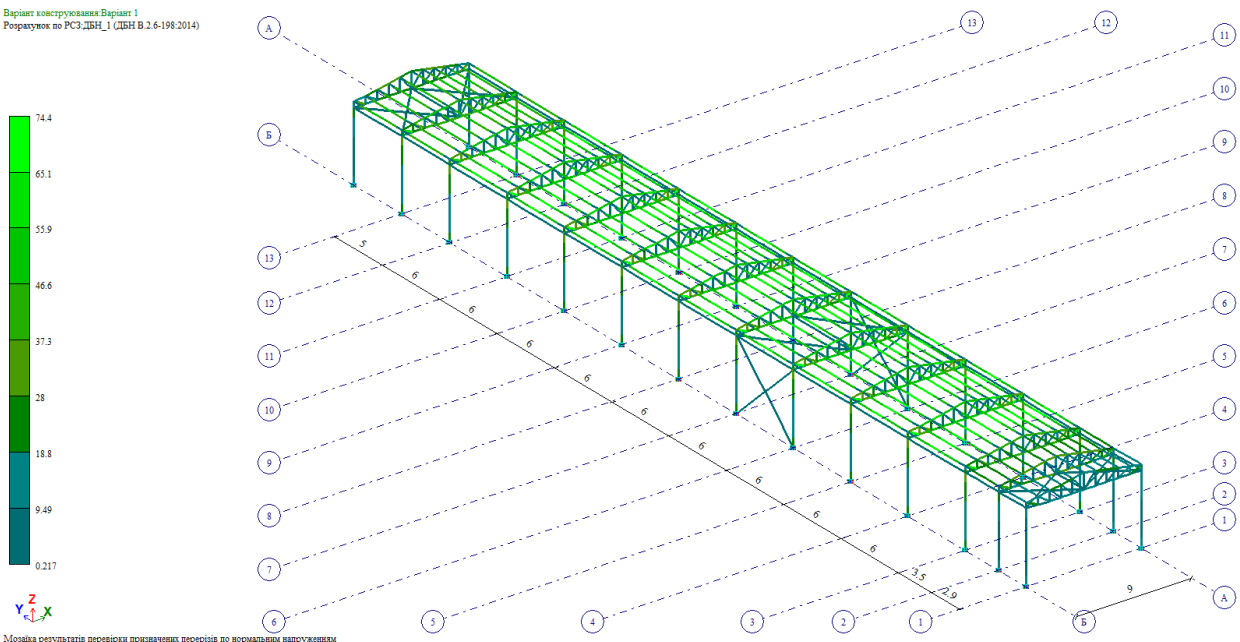
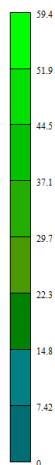


Рисунок 2.30 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за нормальними напруженнями

Варіант конструювання Варіант 1
Розрахунок по РСЗ_ДБН_1 (ДБН В.2.6-198:2014)



Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів по стійкості відносно Y1

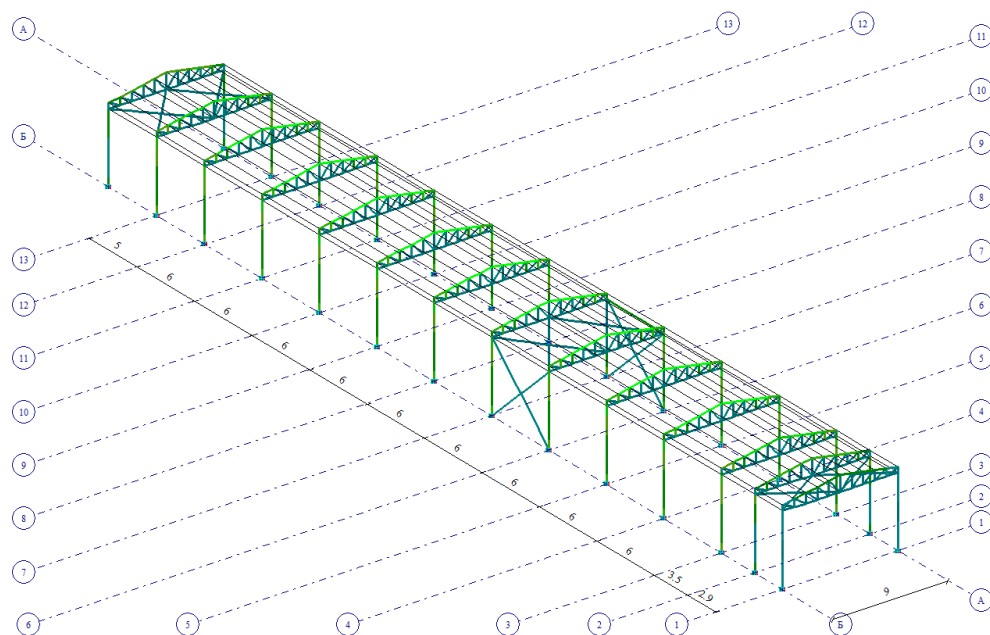
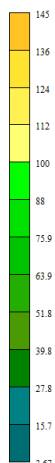


Рисунок 2.31 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за стійкістю

Варіант конструювання Варіант 1
Розрахунок по РСЗ_ДБН_1 (ДБН В.2.6-198:2014)



Мозаїка результатів перевірки призначених перерізів по гнучкості відносно Y1

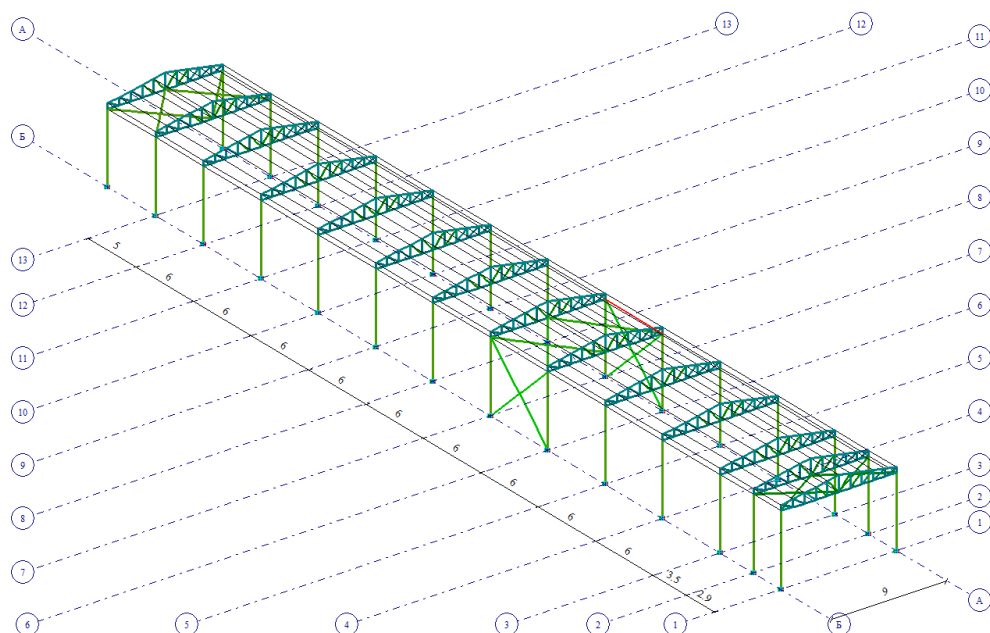


Рисунок 2.32 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі не задовольняють вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за гнучкістю (не проходить ригель у прольоті 7 – 8)

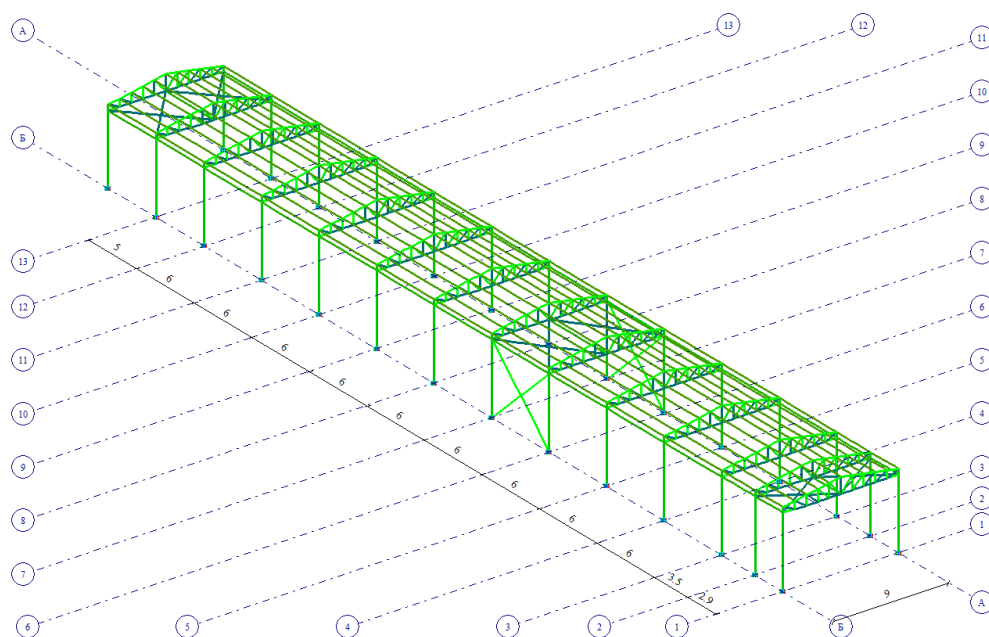


Рисунок 2.33 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за стійкістю стінки

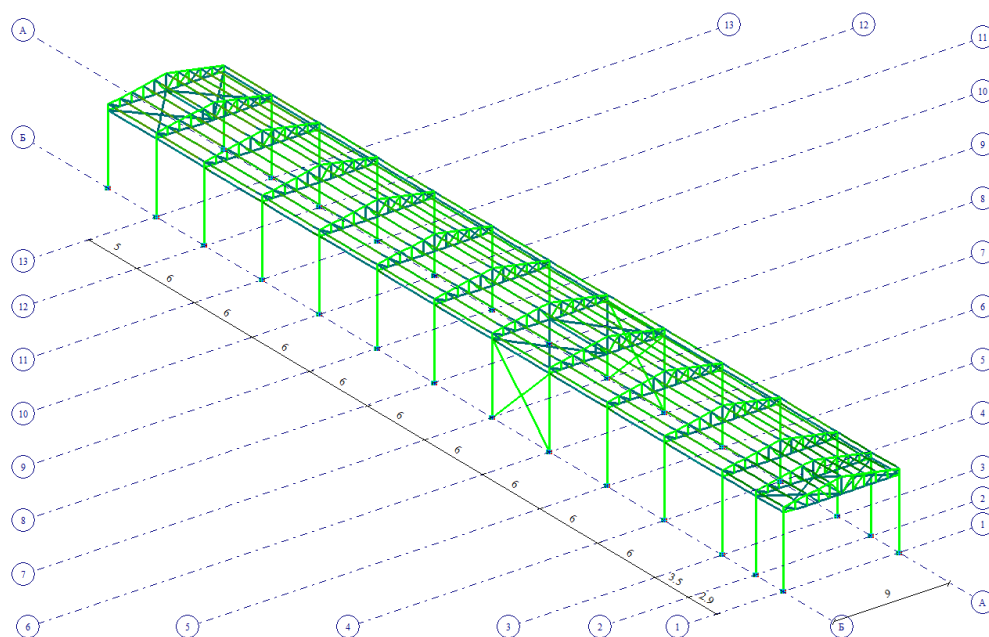
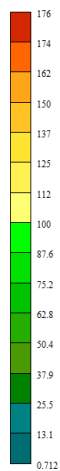


Рисунок 2.34 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за стійкістю полиці



Мовійка результатів перевірки призначених перерізів по відношенню прогину балки

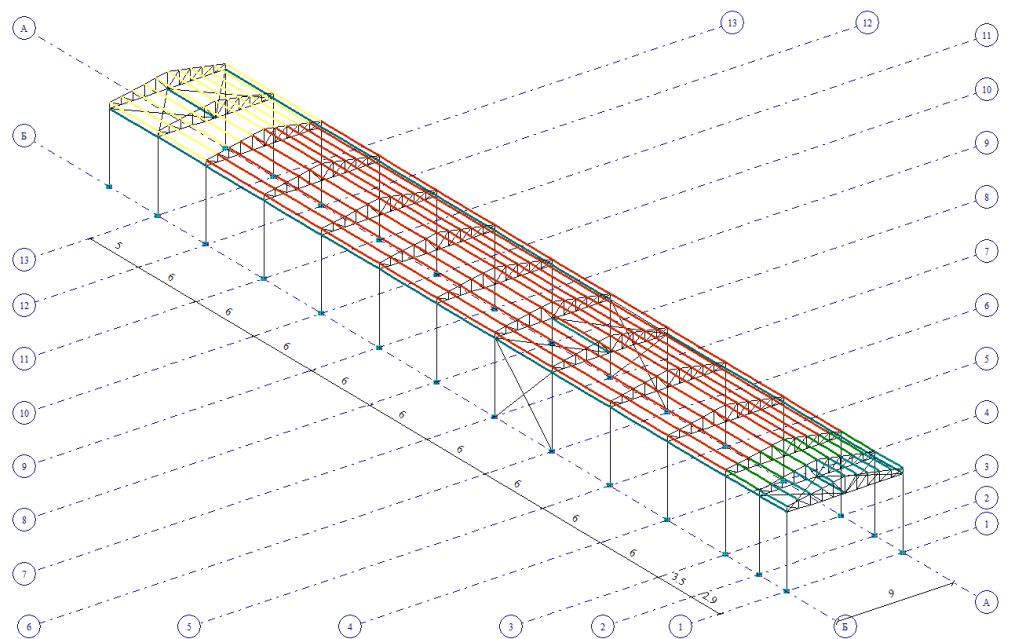


Рисунок 2.35 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі не задовольняють вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за прогином балки (не проходить частина прогонів)

Відповідно до отриманих результатів для проектного каркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області, за проектних матеріально-конструктивних рішень, зафіксовано ряд невідповідностей вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43], внаслідок чого ПК ЛПА-САПР [35] пропонує виконати заміну окремих конструктивних елементів – Рисунки 2.36, 2.37.

Підібрані перерізи (Сталь)

Схема: Основна схема

Поточні перерізи:

- 1. Коробка зі швелерів 18У (8)
- 2. Профіль "Молодечню" 80 х 80
- 3. Профіль "Молодечню" 60 х 60
- 4. Профіль "Молодечню" 80 х 80
- 5. Профіль "Молодечню" 120 х 120
- 6. Профіль "Молодечню" 60 х 60
- 7. Профіль "Молодечню" 80 х 80

Підібрані перерізи:

#	Профіль	Сталь	*
1	2[10У	C255	
2	2[14У	C255	
3	2[6.5У	C255	
4	2[8У	C255	
5	Гн. 160 х 2	C255	
6	Гн. 140 х 2	C255	
7	Гн. 1120 х 40 х 3	C255	
8	Гн. 1160 х 40 х 3,5	C255	
9	Гн. 1180 х 60 х 4	C255	
10	Гн. 190 х 50 х 3	C255	
11	Гн. 140 х 2,5	C255	
12	Гн. 140 х 2	C255	
13	Гн. 150 х 2	C255	
14	Гн. 140 х 2,5	C255	
15	Гн. 140 х 2	C255	
16	Гн. 140 х 3	C255	
17	Гн. 150 х 2	C255	

Рисунок 2.36 – Автоматизований підбір конструктивних елементів

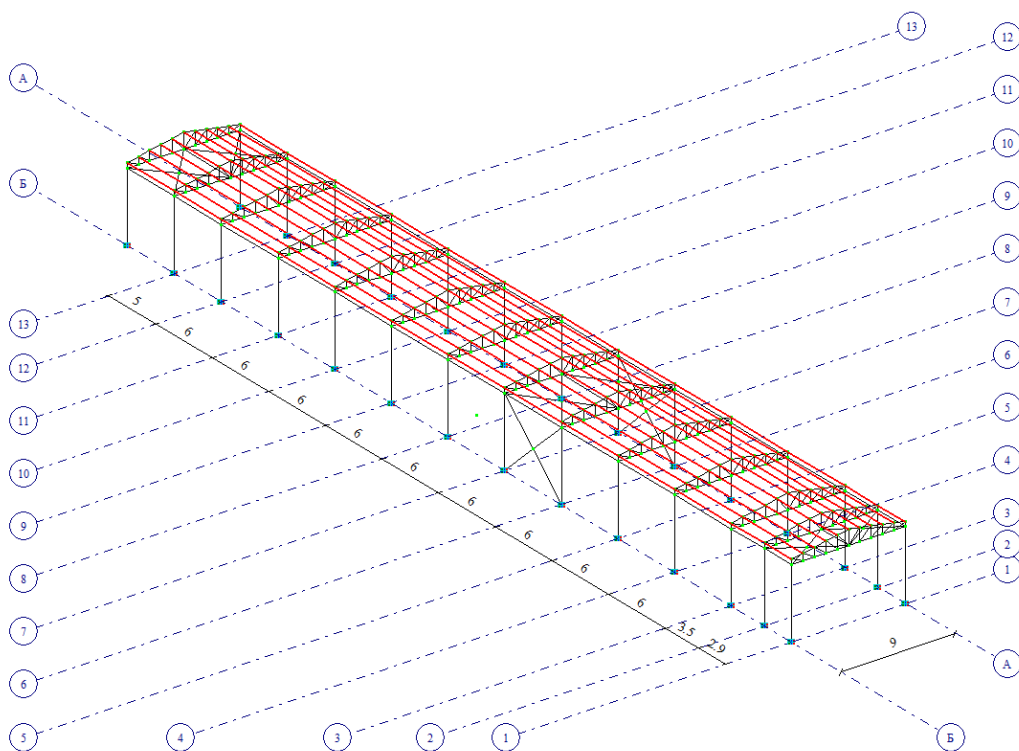


Рисунок 2.37 – Конструктивні елементи, запропоновані ПК ЛІРА-САПР [35]
до заміни на відповідні вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43]

Виконаємо заміну прогонів, відповідно до рекомендацій ПК ЛІРА-САПР [35] – Рисунок 2.38, 2.39, Таблиця 2.9 (за ДСТУ Б В.2.6-8-95 [82]).

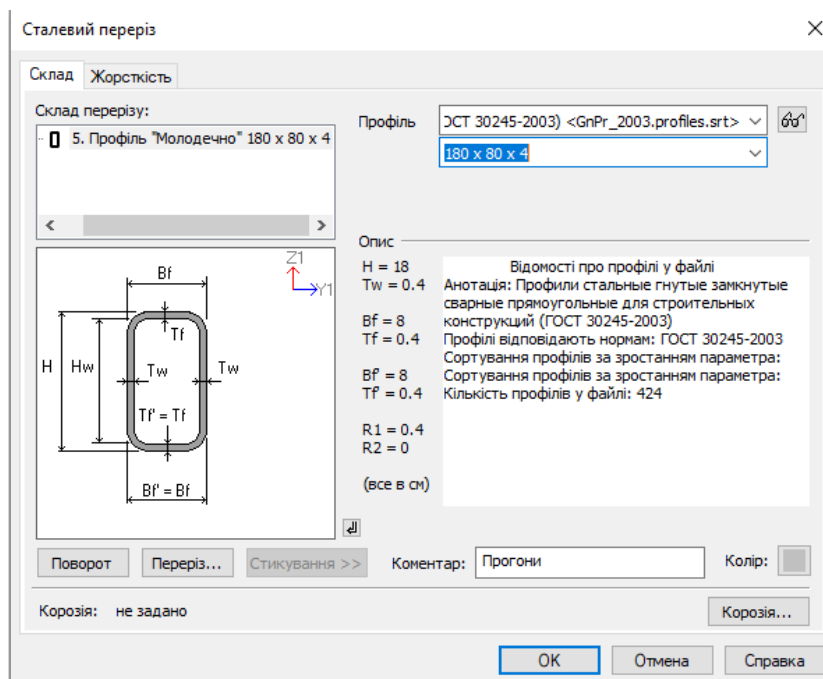


Рисунок 2.38 – Заміна профілю для прогонів

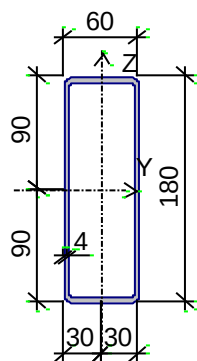


Рисунок 2.39 – Геометричні параметри підбраного профілю прогонів

Таблиця 2.9 – Фізико-геометричні параметри підбраного профілю прогонів

Позн.	Параметр	Значення	Од. вим.
1	2	3	4
A	Площа поперечного перерізу	18,15	см ²
A _{v,y}	Умовна площа зрізу вздовж осі U	4,157	см ²
A _{v,z}	Умовна площа зрізу вздовж осі V	10,699	см ²
α	Кут нахилу головних осей інерції	0	град
I _y	Момент інерції щодо центральної осі Y1 паралельної осі Y	678,1	см ⁴
I _z	Момент інерції щодо центральної осі Z1 паралельної осі Z	118,8	см ⁴
I _t	Момент інерції при вільному крученні	334,968	см ⁴
I _w	Секторіальний момент інерції	1004,904	см ⁶
i _y	Радіус інерції щодо осі Y1	6,112	см
i _z	Радіус інерції щодо осі Z1	2,558	см
Y _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Y	0	см
Z _s	Відстань між центром тяжіння та центром зсуву вздовж осі Z	0	см
W _{u+}	Максимальний момент опору щодо осі U	75,344	см ³
W _{u-}	Мінімальний момент опору щодо осі U	75,344	см ³
W _{v+}	Максимальний момент опору щодо осі V	39,6	см ³
W _{v-}	Мінімальний момент опору щодо осі V	39,6	см ³
W _{pl,u}	Пластичний момент опору щодо осі U	101,408	см ³
W _{pl,v}	Пластичний момент опору щодо осі V	45,728	см ³
I _u	Максимальний момент інерції	678,1	см ⁴
I _v	Мінімальний момент інерції	118,8	см ⁴
i _u	Максимальний радіус інерції	6,112	см
i _v	Мінімальний радіус інерції	2,558	см
a _{u+}	Ядрова відстань вздовж позитивного спрямування осі Y(U)	2,182	см
a _{u-}	Ядрова відстань уздовж негативного напрямку осі Y(U)	2,182	см
a _{v+}	Ядрова відстань вздовж позитивного напрямку осі Z(V)	4,151	см
a _{v-}	Ядрову відстань уздовж негативного напрямку осі Z(V)	4,151	см
P	Периметр	92,34	см
P _i	Внутрішній периметр	45,713	см
P _e	Зовнішній периметр	46,627	см
M	Маса 1 м	14,248	кг

Проводиться повторний розрахунок та повторна перевірка відповідності вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] у програмно-модельному середовищі ПК ЛІРА-САПР [35] – Рисунок 2.40.

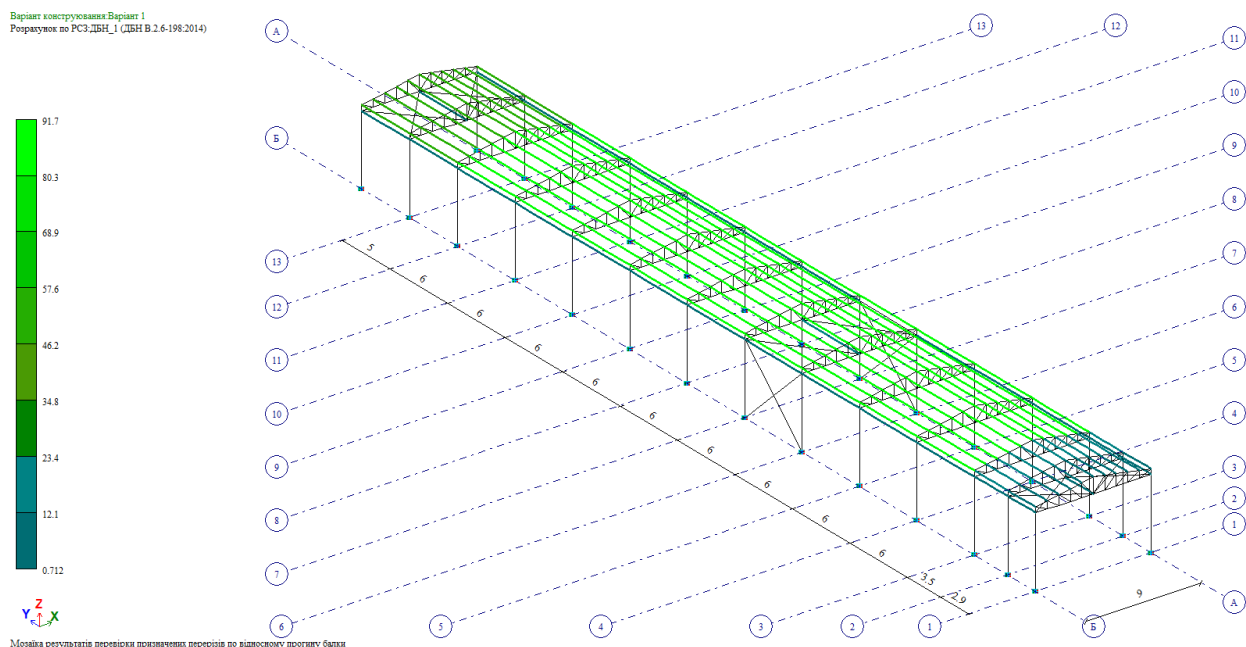


Рисунок 2.40 – Проектні матеріально-конструктивні рішення проектного металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за прогином балки (після заміни на автоматично підібраний профіль прогонів)

Інші перевірки стосовно дотримання вимог ДБН В.1.2-2:2006 [43] виконуються у повному обсязі.

Таким чином, застосування ПК ЛІРА-САПР [35] сприяло швидкому розрахунку та моделюванню досліджуваного будівельного об'єкту, дозволивши оперативно виконати повторний розрахунок з застосуванням профілю прогонів, що підібрані автоматично з застосуванням оптимального програмного забезпечення (за результатами визначення у Розділі 6 поточного дослідження).

2.4 Розрахунок і конструювання окремих несучих конструкцій проектованої будівлі

Розрахунок проводиться для ферми Ф1 за результатами розрахунку металокаркасу в ПК ЛІРА-САПР [35] – Рисунки нижче.

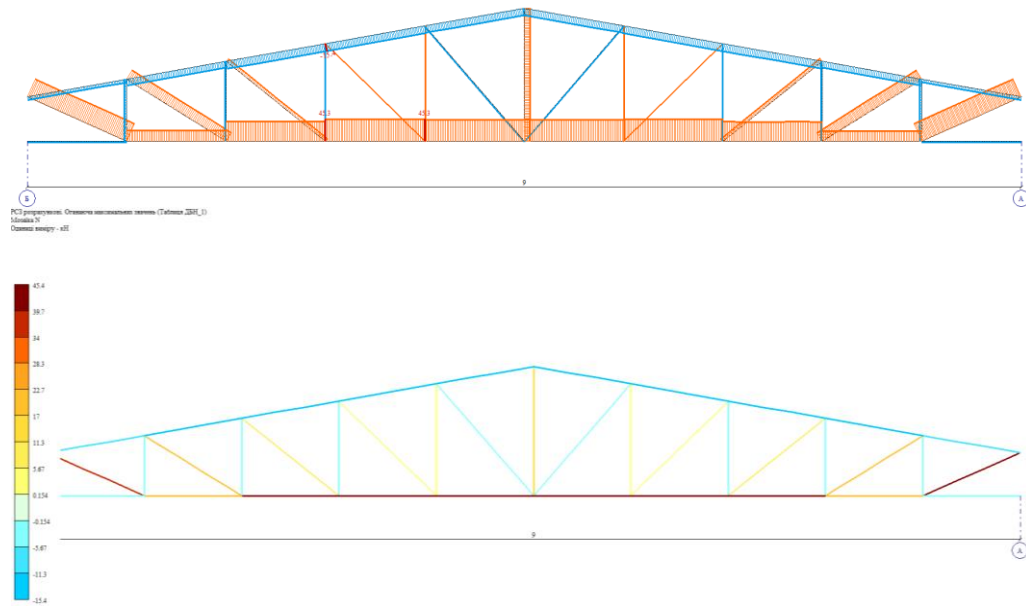


Рисунок 2.41 – Епюра і числове значення поздовжніх сил

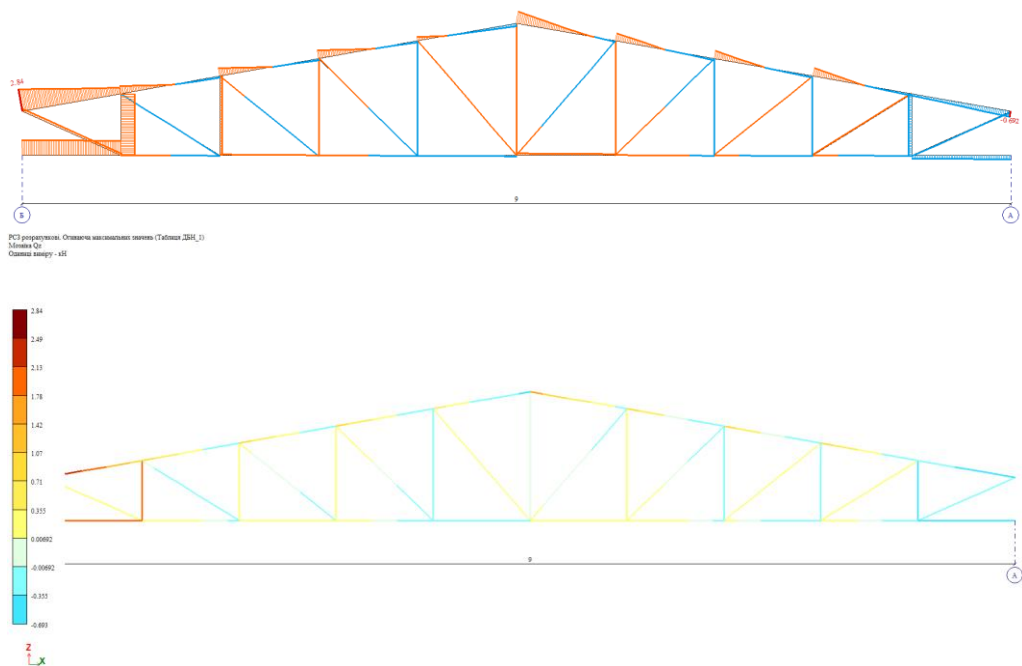


Рисунок 2.42 – Епюра і числове значення поперечних сил

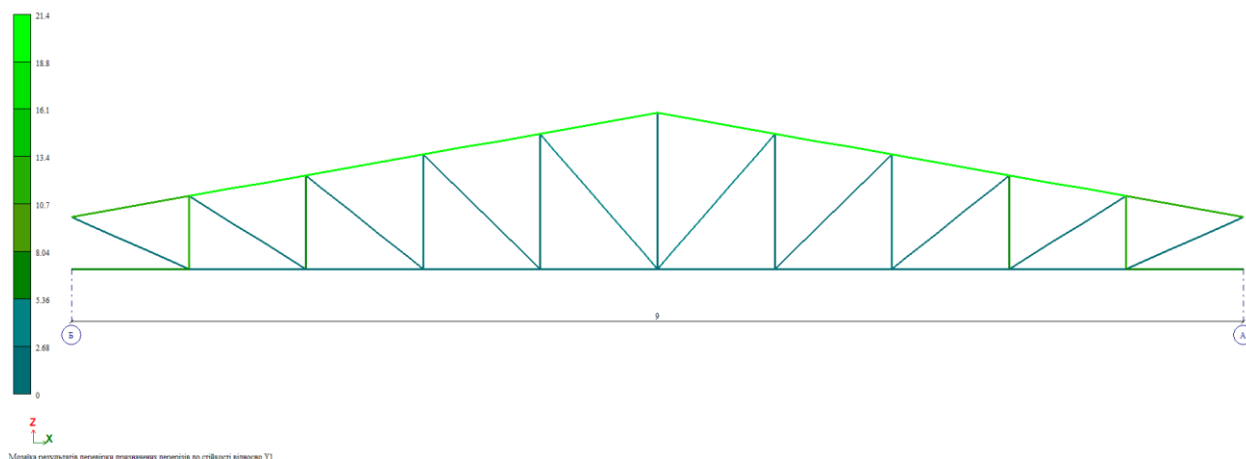


Рисунок 2.45 – Проектні матеріально-конструктивні рішення ферми Ф1
металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам
ДБН В.1.2-2:2006 [43] за стійкістю

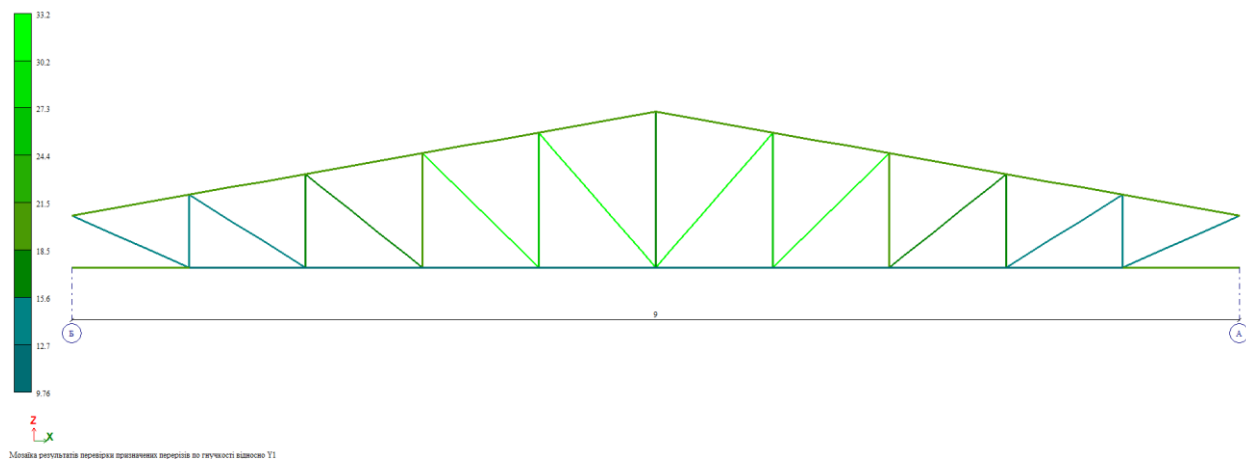


Рисунок 2.46 – Проектні матеріально-конструктивні рішення ферми Ф1
металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам
ДБН В.1.2-2:2006 [43] за гнучкістю

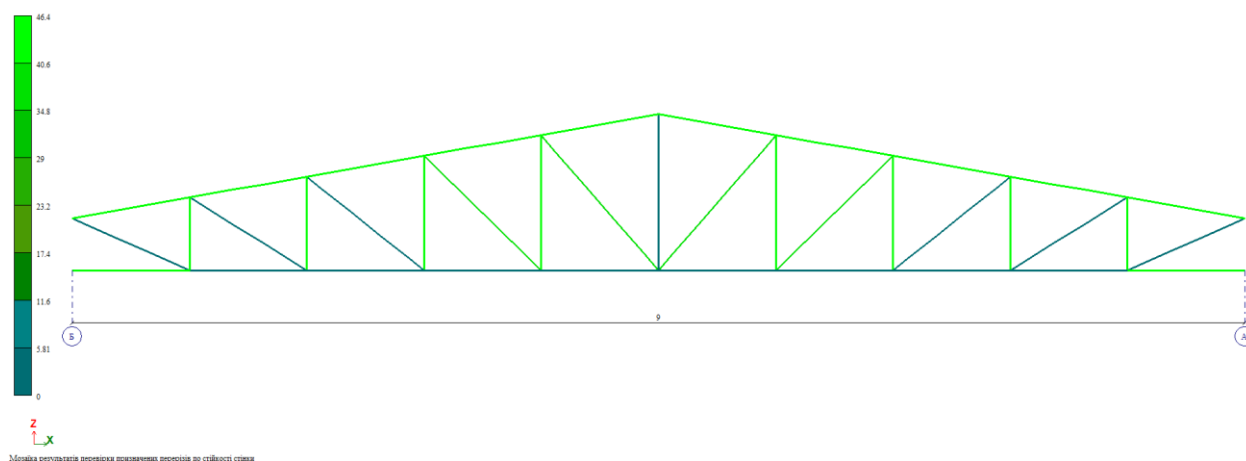


Рисунок 2.47 – Проектні матеріально-конструктивні рішення ферми Ф1 металокаркасу промислової будівлі задовольняє вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за стійкістю стінок і полиць

Використавши цифрово-програмне середовище ПК ЛІРА-САПР [35] виконаємо розрахунок окремих вузлів ферми Ф1 – Рисунок 2.48 та нижче.

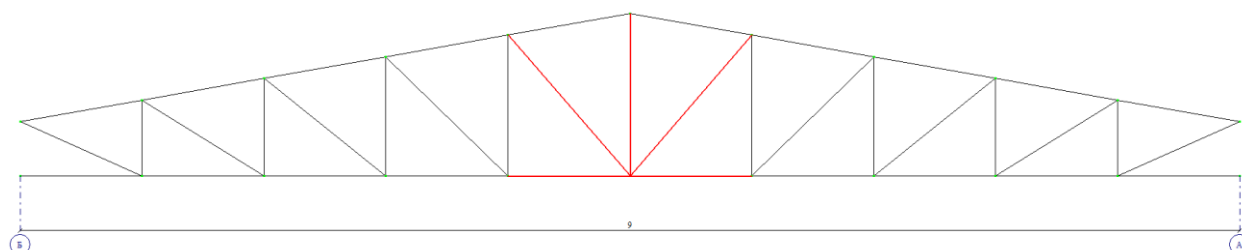


Рисунок 2.48 – Розрахунковий вузол

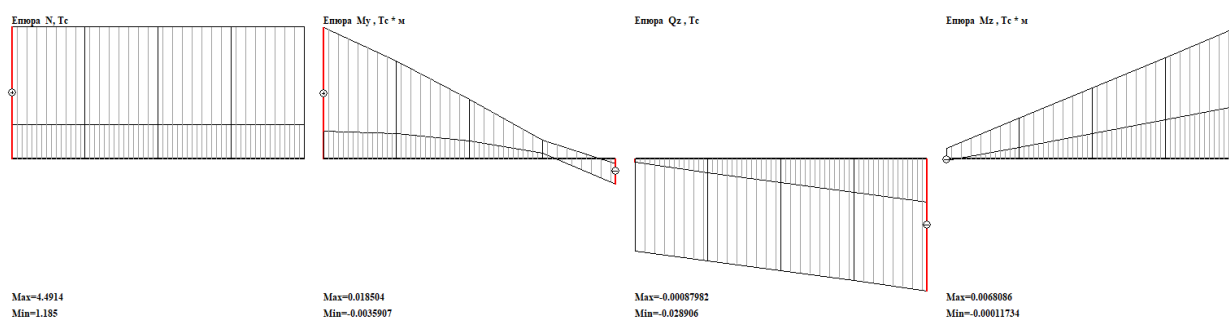


Рисунок 2.49 – Завантаження, що діють на нижній пояс ферми Ф1 у розрахунковому вузлі

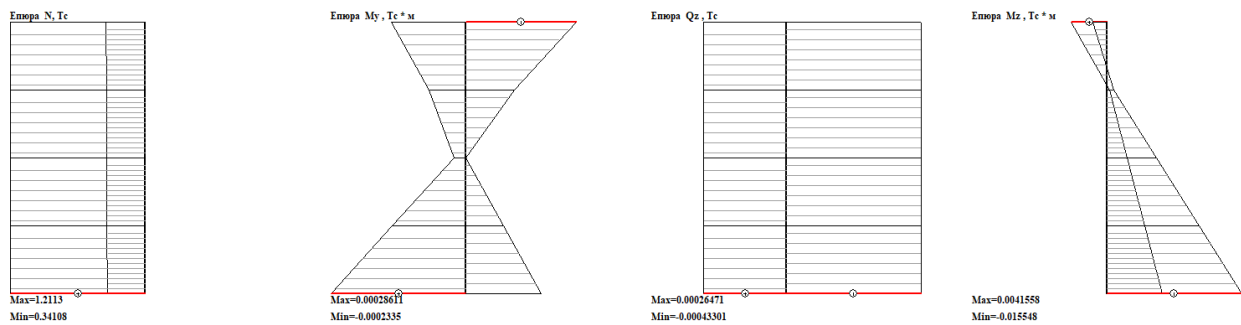


Рисунок 2.50 – Завантаження, що діють на стійку ферми Ф1 у розрахунковому вузлі

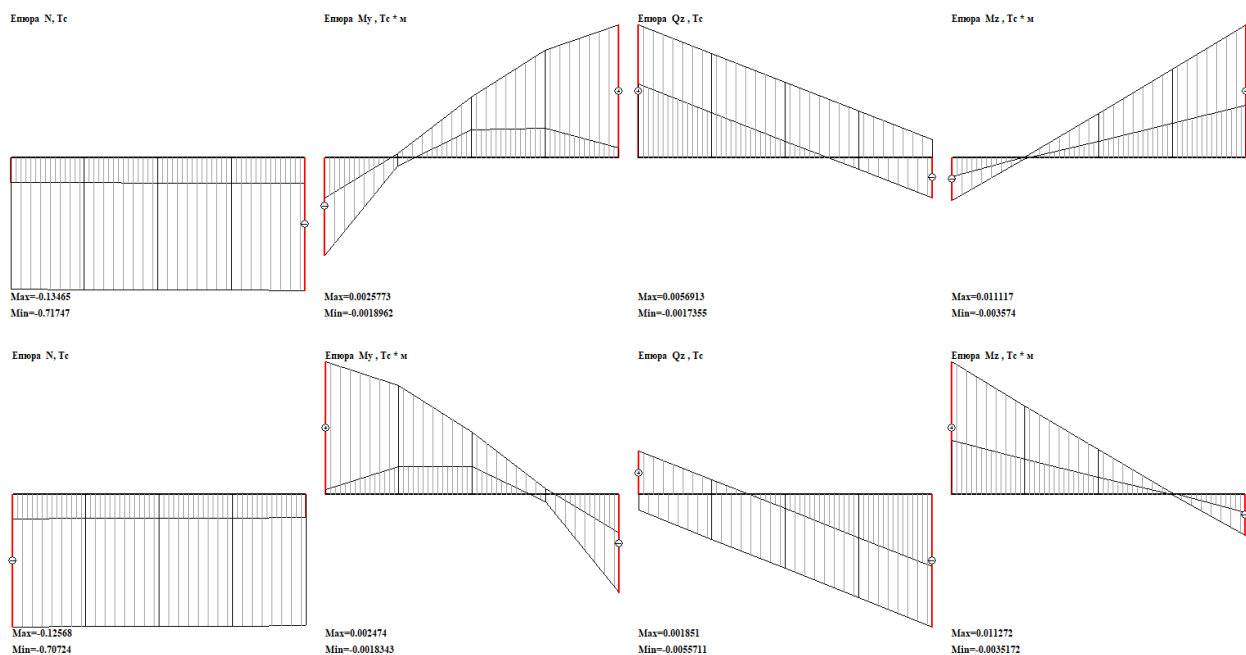


Рисунок 2.51 –Завантаження, що діють на підвіси ферми Ф1 у розрахунковому вузлі

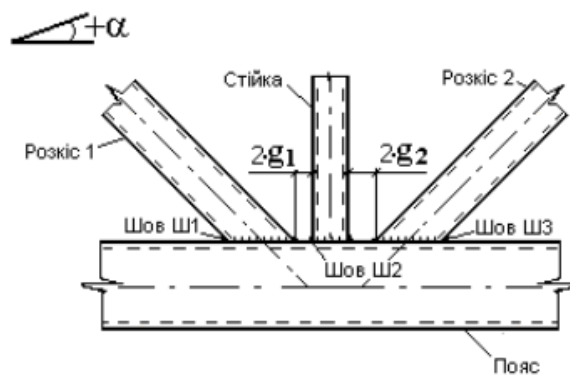


Рисунок 2.52 – Розрахункова схема вузла

Таблиця 2.10 – Результати розрахунку вузла

Вузол 6 : Вихідні дані				
Елемент вузла	Властивість	Значення	Одиниці виміру	
Повс	Профіль	Гн. 80 x 4 ГОСТ 30245-2003	--	
	Сталь	S255 ГОСТ 2772-2015	--	
Розкіс 1	Профіль	Гн. 60 x 3 ГОСТ 30245-2003	--	
	Сталь	S255 ГОСТ 2772-2015	--	
Стійка	Профіль	Гн. 60 x 3 ГОСТ 30245-2003	--	
	Сталь	S255 ГОСТ 2772-2015	--	
Розкіс 2	Профіль	Гн. 60 x 3 ГОСТ 30245-2003	--	
	Сталь	S255 ГОСТ 2772-2015	--	
Шов III1	Матеріал	Марка дроту Св-08Г 2С	--	
Шов III2	Матеріал	Марка дроту Св-08Г 2С	--	
Шов III3	Матеріал	Марка дроту Св-08Г 2С	--	

Вузол 6 : Результати перевірки								
Параметр	Властивість	Значення	Відсоток використання, %	Внутрішні зусилля				
				N, кН	My, кНм	Qz, кН	Mz, кНм	Qy, кН
Повс	Товщина t	0.4 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	90.0 см						
Розкіс 1	Товщина t	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	137.5 см						
Стійка	Товщина t	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	137.5 см						
Розкіс 2	Товщина t	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	137.5 см						
Шов III1	Катет	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	0.0 см						
Шов III2	Катет	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	0.0 см						
Шов III3	Катет	0.3 см	0.0	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
	Довжина	0.0 см						
Знаходити довжини швів (для труб)				--	--	--	--	--
Розмір g1				--	--	--	--	--
Розмір g2				--	--	--	--	--
Повс: кут нахилу, °				--	--	--	--	--
Розкіс1: кут нахилу, °				--	--	--	--	--
Стійка: кут нахилу, °				--	--	--	--	--
Розкіс2: кут нахилу, °				--	--	--	--	--

За результатами модельного розрахунку в цифропрограмному середовищі ПК ЛІРА-САПР [35], встановлено, що повне матеріально-конструктивне рішення ферми Ф1 та відповідні рішення окремих вузлів задовольняють вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43].

Відтак, емпірично встановлено, що обраний ПК ЛІРА-САПР [35] задовольняє очікуванням, відповідно до результатів аналітичних вишукувань, проведених в Розділі 6.

3 ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Підрахунок обсягів робіт

Підрахунок обсягів робіт зі зведення об'єкту капітального будівництва – промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконується відповідно до прийнятих проектних рішень (Розділ 1 поточного дослідження) у формі, передбаченій вимогами ДБН А.2.2-3:2014 [85] (Таблиця 3.1). Розрахунок проводиться у ПК АВК-5. Налаштування здійснюється у послідовності, зафіксованій на Рисунках 3.1, 3.2.

Рисунок 3.1 – Визначення розрахункових коефіцієнтів для формування будівельно-кошторисної документації

Ф153-1 АБК-5 (3.0.2) укр. Кошторисні документи

Створення будови
(на будівельні, ремонтні, прімічні роботи)

Загальні дані Показники витрат Показники адм. витрат і прибутку Додаткові дані

Будівельні роботи

Показник для кошторисного прибутку 2,96 Об'єкти будівництва II категорії складності - 2.96

Показник для адміністративних витрат 1,38 Об'єкти будівництва II категорії складності - 1.38

у тому числі пусконаладжувальні роботи

Показник для кошторисного прибутку 0,82 Пусконаладжувальні роботи - 0.82

Показник для адміністративних витрат 1,03 Пусконаладжувальні роботи - 1.03

Рисунок 3.2 – Визначення розрахункових коефіцієнтів для формування будівельно-кошторисної документації

Таблиця 3.1 – Відомість об'ємів робіт зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області (відповідно до вимог ДБН А.2.2-3:2014 [85])

№ п/п	Найменування робіт та витрат	Одиниця виміру	Кількість	Примітка
1	2	3	4	5
	<u>Локальний кошторис 1-1-1 на Підготовка будмайданчику</u>			
1	Розчищення площ від чагарника і дрібнолісся машинами глибинної підготовки полів на тракторі потужністю 103 кВт [140 к.с.]	га	0,1	
2	Планування площ бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] за 1 прохід	м2	1000	
	<u>Локальний кошторис 2-1-1 на Земляні роботи</u>			
3	Зрізування густого чагарника і дрібнолісся у ґрунтах природного залягання кушорізами на тракторі потужністю 79 кВт [108 к.с.]	га	0,1	
4	Розроблення ґрунту бульдозерами потужністю 96 кВт [130 к.с.] з переміщенням ґрунту до 10 м, група ґрунтів 2	м3	362,7	
5	Розроблення ґрунту у відвал екскаваторами "драглайн" або "зворотна лопата" з ковшем місткістю 2,5 [1,5-3] м3, група ґрунтів 2	м3	2176,2	
6	Засипка траншей і котлованів бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] з переміщенням ґрунту до 5 м, група ґрунтів 2	м3	1878,99	

Продовження Таблиці 3.1

1	2	3	4	5
	<u>Локальний кошторис 2-1-2 на Фундамент</u>			
7	Заглиблення дизель-молотом на тракторі залізобетонних паль довжиною до 6 м у ґрунти групи 2	м3	5,67	
8	Збирання і розбирання деревометалевої щитової опалубки для улаштування фундаментів, масивів і підколонників, об'єм, м3 до 10	м3	148,605	
9	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм понад 12 до 18	т	20,3784	
10	Укладання бетонної суміші в конструкції бетононасосами. Масиви, окремі фундаменти і плитні основи, об'єм конструкції, м3 до 10	м3	297,21	
11	Улаштування бетонної підготовки	м3	72,54	
	<u>Локальний кошторис 2-1-3 на Металоконструкції</u>			
12	Монтаж каркасів одноповерхових виробничих будівель одно- і багатопрогонових без ліхтарів прогоном до 24 м, висотою до 15 м без кранів	т	39,83	
13	Нанесення вручну в один шар покриття з антикорозійної полімерної композиції К-9 на горизонтальні і вертикальні поверхні металевих конструкцій	м2	1419,12	
14	Монтаж сходів прямолінійних і криволінійних, пожежних з огорожею	т	3	
	<u>Локальний кошторис 2-1-4 на Огороджуючі конструкції</u>			
15	Мурування зовнішніх простих стін з цегли керамічної при висоті поверху понад 4 м	м3	27,36	
16	Монтаж сендвіч-панелей	м2	1651	
17	Встановлення захисної горизонтальної огорожі з профнастилу під верхніми поясами ферм при заміні конструкцій покриття	м2	90	
18	Встановлення арматури окремими стрижнями із зварюванням вузлів з арматурою у вигляді плоских сіток в масиви, окремі фундаменти і плитні основи, діаметр арматури, мм до 6	т	0,419	
19	Укладання бетонної суміші в конструкції бетононасосами. Масиви, окремі фундаменти і плитні основи, об'єм конструкції, м3 до 10	м3	4,6	
20	Улаштування рампи	м2	124	
	<u>Локальний кошторис 2-1-5 на Оздоблення</u>			
21	Улаштування покриттів з керамічних плиток на розчині із сухої клеючої суміші, кількість плиток в 1 м2 до 7 шт	м2	833,8	

Продовження Таблиці 3.1

1	2	3	4	5
22	Високоякісне штукатурення стін по каменю гіпсовими сумішами МП-75 з механізованим нанесенням суміші штукатурними станціями потужністю 5,5 кВт, продуктивністю 5-85 л/хв, при товщині шару штукатурки 20 мм	м2	360	
23	Монтаж віконних блоків алюмінієвих із націлінниками з алюмінію	т	3,6	
24	Установлення дверей герметичних утеплених розміром 1250х500 мм	од.	6	
25	Улаштування воріт двостулкових з установленням металевих стовпів	од.	4	
	<u>Локальний кошторис 7-1-1 на Благоустрій</u>			
26	Улаштування асфальтового вимощення на щебеневій основі товщиною 20 см	м2	168	
27	Улаштування одношарових асфальтобетонних покриттів доріжок і тротуарів із литої дрібнозернистої асфальтобетонної суміші товщиною 3 см	м2	219	
28	Садіння дерев та кущів із грудкою землі розміром 0,2х0,15 м і 0,25х0,2 м	од.	20	

3.2 Вибір заходів виконання будівельно-монтажних робіт (БМР) та засобів механізації

Організація будівельно-монтажного процесу зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконується у повній відповідності до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86].

БМР виконуються з дотриманням наступних заходів:

- інженерна та геодезична розмітка та підготовка будівельного майданчику, розмітка та винесення на натуру осей проектної будівлі відповідно до вимог ДБН А.2.1-1-2008 [87], ДБН В.1.3-2:2010 [88] з урахуванням положень ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [89];

- розробка виконавчої та дозвільної документації щодо організації будівельно-монтажного виробництва відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86];
- розробка рішень щодо безпечного виконання БМР відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 [90];
- розробка рішень щодо забезпечення пожежної безпеки на будівельному майданчику відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52] з урахуванням положень НАПБ А.01.001-2014 [91];
- розробка рішень щодо електробезпеки під час улаштування будівельного майданчика та виконання БМР відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77];
- розробка рішень щодо безпечного використання вантажопідйомної спеціалізованих засобів і техніки відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.80-18 [92] з урахуванням положень ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93];
- розробка рішень щодо промислової санітарії та гігієнічності провадження будівельних і монтажних робіт, відповідно до вимог ДСанПіН [94] з урахуванням положень ДСН 3.3.6.042-99 [57];
- забезпечення техніко-технологічного контролю будівельно-монтажного виробництва зі зведення будівельного об'єкту у відповідності до ДБН В.1.2-14:2018 [53], ДБН В.1.2-5:2007 [95] з урахуванням положень ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.2.1-1-2008 [87], ДБН В.1.3-2:2010 [88], ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [89];
- контроль негативного впливу будівельно-монтажного виробництва на довкілля відповідно до вимог ДБН А.2.2-1:2021 [96];

- організація контролю прийняття закінченого об'єкту будівництва та введення його в експлуатацію відповідно до вимог Порядку [97];

БМР зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконуються у наступній алгоритмізованій послідовності:

I етап – підготовчий період передбачає виконання робіт з інженерної підготовки будівельного майданчика та створення геодезичної розбивної основи.

Перед проведенням вищевказаних робіт з підготовки будівельного майданчика необхідно виконати низку стартових організаційних заходів:

- розробка геодезичної розбивальної основи будівельного майданчику. Геодезичну розбивальну основу визначення положення об'єктів будівництва у плані створюють як: будівельної сітки; поздовжніх та поперечних осей, що визначають положення на території основних будівель та споруд та їх габаритів, червоних ліній (з винесенням на натуру). При виконанні робіт з розбивки геодезичної основи має бути забезпечене висотне обґрунтування будівельного майданчика не менше ніж від 2-х реперів державної геодезичної мережі. При організації будівельного виробництва повною мірою має бути забезпечена стійкість і безпека розбитої геодезичної основи (спецзнаків);
- вирішення питань щодо використання існуючих транспортних та інженерних комунікацій;
- організація поставок конструкцій, матеріалів, обладнання;
- розробка проекту виконання робіт (ПВР) та його узгодження;
- загальна організація будівельного майданчика з розбивкою у плані;

- встановлення інформаційних щитів з даними по об'єкту будівництва, схемами руху та заходами охорони праці та техніки безпеки;
- оформлення у робочому порядку дозвільної, проектної та виконавчої документації;
- організація спеціальних зон та майданчиків: монтажної, ремонтної зон, зон стоянки спецтехніки, майданчиків зберігання будівельних виробів та матеріалів, зон зберігання вантажозахоплювальних пристроїв та іншого будівельного інструменту, зони розташування побутового містечка з відповідним знако-сигнальним супроводом;
- організація тимчасових та об'їзних доріг, а також пункту миття коліс з урахуванням протипожежних норм;
- вхідний контроль якості будівельно-конструкторських виборів та матеріалів;
- організація електропостачання та електроосвітлення з урахуванням заходів з електробезпеки;
- організація підведення тимчасових інженерних комунікацій з урахуванням вимог протипожежної безпеки;
- встановлення тимчасових інвентарних будівель та споруд;
- розбивка та винесення осей в натуру за допомогою теодоліту;
- організація системи протипожежного захисту із встановленням пожежного щита, тимчасових пожежних гідрантів та знако-сигнальної системи;
- забезпечення безпеки проведення розвантажувально-навантажувальних та вантажо-висотних робіт із встановленням знако-сигнальної системи та інформаційного щита зі схемами строкування;

- забезпечення загальних організаційних заходів з охорони праці, техніки безпеки та захисту навколишнього середовища із встановленням нормативної системи знако-сигнального оповіщення та інформаційних щитів;
- підготовка будівельного персоналу: проведення інструктажів з безпечних методів ведення робіт;
- контроль забезпечення будівельного персоналу спецодягом та ЗІЗ;
- контроль забезпечення будівельного персоналу безпечним інструментом.

II етап – зведення підземної частини (нульовий цикл):

- виробництво земляних та планувальних робіт (а також зворотного засипання пазух);
- влаштування фундаментів;
- гідроізоляція будівельних конструкцій;

III етап – зведення надземної частини:

- влаштування конструкції вище планувальної позначки;
- влаштування зовнішніх та внутрішніх огорожувальних конструкцій;
- влаштування перекриттів;
- влаштування дверей та вікон;
- влаштування сходів;
- монтаж інженерних приладів та комунікацій.

IV етап – цикл опорядження:

- влаштування підлог;
- улаштування покриттів;
- внутрішнє та зовнішнє оздоблення та опорядження;
- влаштування вимощення по периметру будівлі;
- благоустрій закріплених приоб'єктових територій;

- оформлення акту закінченого будівництва та здавання об'єкта в експлуатацію.

Протягом організації будівельного виробництва в обов'язковому порядку проводиться оформлення робочої (виконавчої) документації, без наявності якої неможливо прийняти об'єкт закінченого. Склад виконавчої документації визначається регламентом ДБН А.3.1-5:2016 [86] з урахуванням положень ДБН А.2.2-3:2014 [85].

Під час виконання БМР зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області використовуються засоби спеціалізовані засоби механізації, перелік та витрати яких наводяться у Додатку А (Розділ II), сформованого у ПК АВК-5 у відповідності до норм ДБН А.2.2-3:2014 [85].

Основний елемент механізації БМР – автокран, визначення якого здійснюється в ПК Вершина у відповідності до спроможності здійснювати вантажопереміщувальні операції для найбільш важких конструктивних елементів на будівельному майданчику.

Для будмайданчику зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області найбільш габаритним та важким буде конструктивний елемент металокаркасу – ферма Ф1, загальна вага одиничного елемента якої становить – 0,4 т.

Відповідно до габаритів металокаркасу та вантажних характеристик металевих конструктивних елементів виконаємо автоматизований підбір автокрану за відповідними вантажопідйомними характеристиками, скориставшись відповідним цифропрограмним середовищем ПК Вершина – Рисунок 3.3.

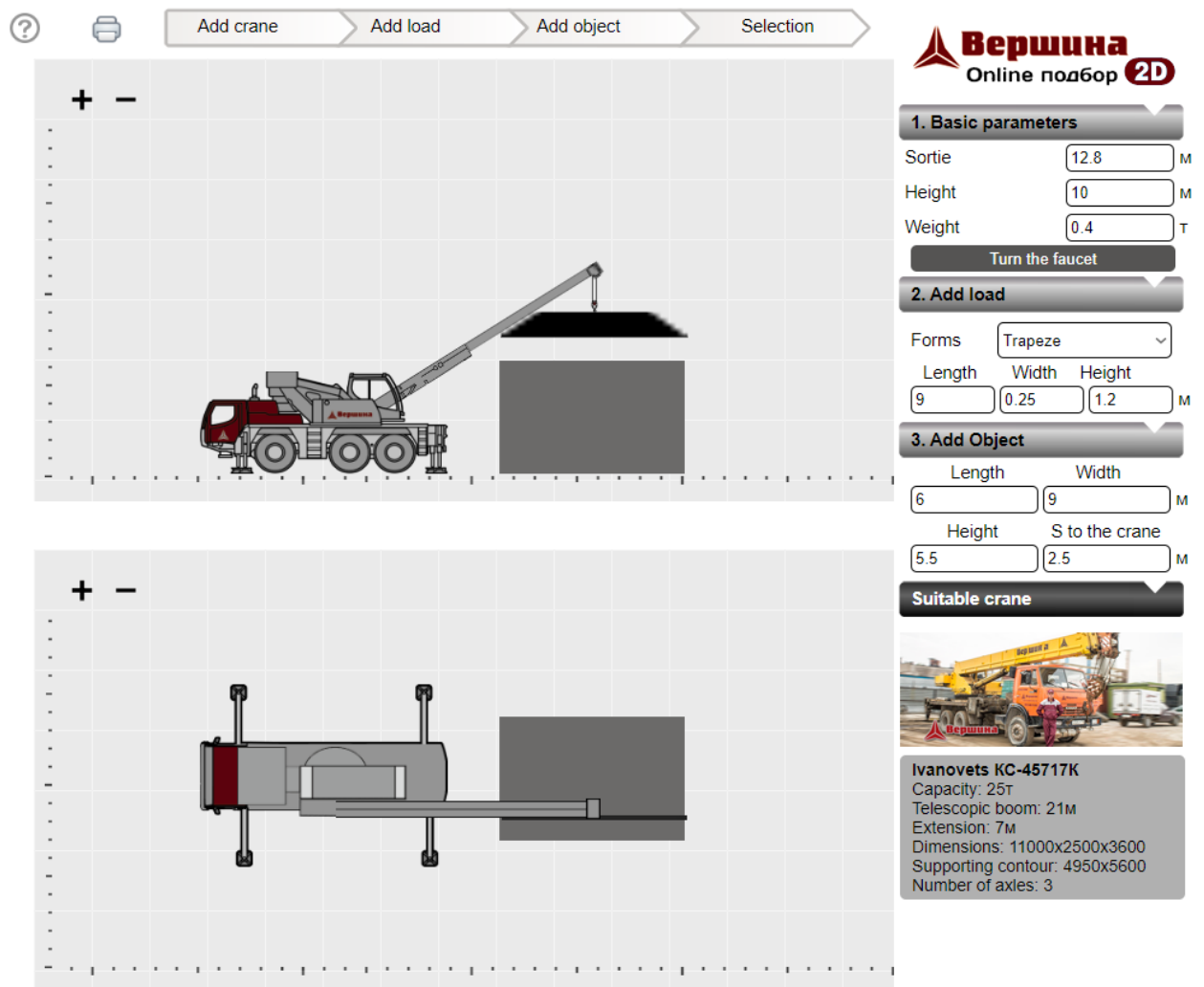


Рисунок 3.3 – Визначення типу основного вантажопідйомного механізму будівельно-монтажного виробництва в ПК Вершина

Відповідно до результатів автоматизованого підбору основного вантажопідйомного механізму будівельно-монтажного виробництва зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області (за умови здійснення вантажних операцій при монтажу найбільш габаритного конструктивного елемента металокаркасу – ферми Ф1), запропоновано автокран КС 45717, що має наступні вантажо-висотні характеристики – Рисунок 3.4.

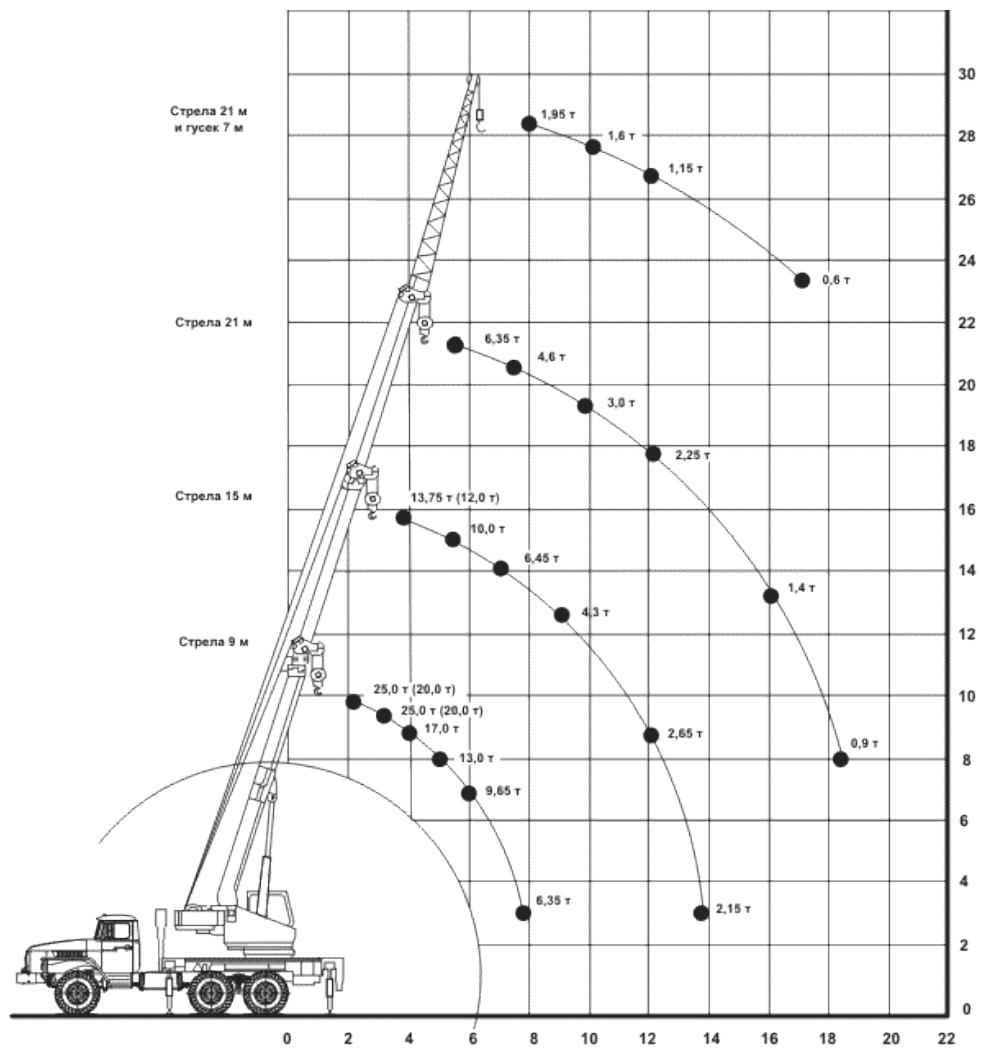
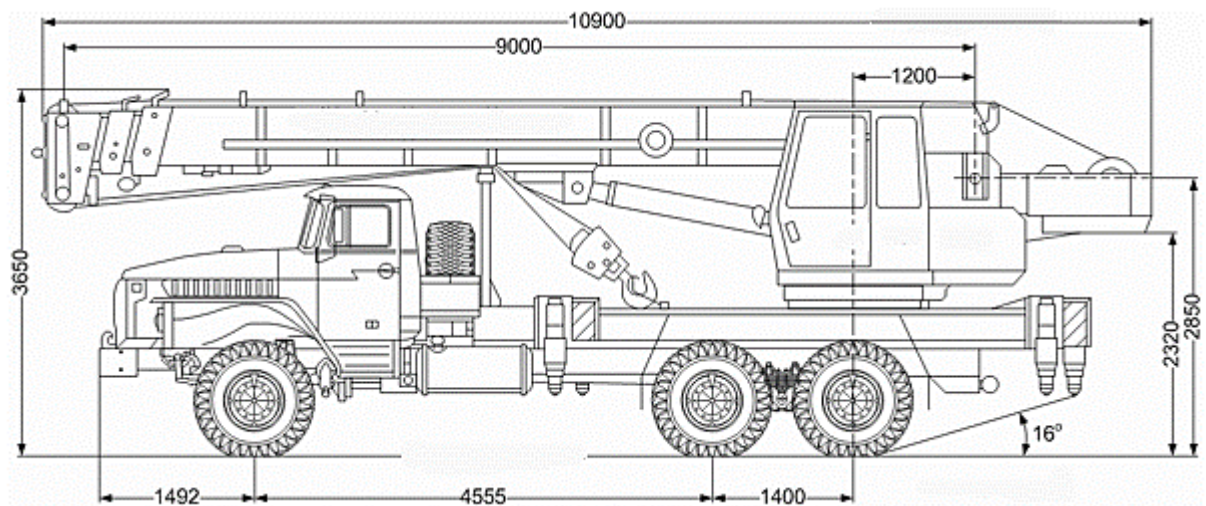


Рисунок 3.4 – Габаритні та вантажно-висотні характеристики автокрану КС 45717

Таким чином, прийнята основна алгоритмізована послідовність провадження будівельно-монтажного виробництва зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області з відповідним визначенням

комплекту будівельних машин і механізмів (повний перелік наводиться у Додатку А (Розділ II), сформованого у ПК АВК-5 у відповідності до норм ДБН А.2.2-3:2014 [85]).

3.3 Технологія та обрані методи проведення основних видів робіт. Технологічні карти на основні БМР

Рішення з проведення загальнобудівельних робіт при зведенні об'єкту капітального будівництва виконуються у відповідності до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86]:

1. Арматурні роботи:

- 1.1. Арматуру використовувати класів: термомеханічно зміцнену (або гарячекатану) А500С та А240С довільної марки сталі, по ДСТУ 3760:2019 [59].
- 1.2. Арматуру в місцях перетинів кріпити в'язальним дротом діаметром 0,8 – 1,2 мм в шаховому порядку.
- 1.3. Арматуру гнути в холодному стані з мінімальними діаметром оправки:
 - для стрижнів періодичного профілю діаметром $d \leq 16 \text{ мм} - 4d$;
 - для стрижнів періодичного профілю діаметром $d > 16 \text{ мм} - 7d$;
 - для гладких стрижнів діаметром $d \leq 16 \text{ мм} - 2,5d$;
 - для гладких стрижнів діаметром $d > 16 \text{ мм} - 4d$;
- 1.4. Роботи проводити згідно ДБН В.2.6-98:2009 [60] та ДБН А.3.2-2-2009 [90] з урахуванням положень ДСТУ 3760:2019 [59].
- 1.5. Зварні з'єднання виконувати згідно креслень відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.6-169:2011 [98], враховуючи положення ДСТУ 3760:2019 [59].

- 1.6. В одному перерізі розміщувати не більше 33% напусків арматури.
- 1.7. Хомути колон та балок розвертати на 90° (місце загину на 1 стержні) з кожним наступним хомутом.
- 1.8. Залежно від прийнятої технології будівництва технологічну арматуру що використовується для монтажу каркасів вертикальних елементів та підтримування верхнього шару арматури плитних елементів дозволяється змінювати(додавати, чи прибирати, змінювати діаметр та клас) в разі економічної вигоди при погодженні з замовником і (або) обґрунтуванні в ПВР. Забезпечивши при цьому проектне положення робочої арматури на всіх етапах будівництва. Поперечна арматура (хомути, або зварні плоскі і просторові каркаси балок і колон) не є технологічною арматурою.

2. Бетонні роботи:

- 2.1. Роботи проводити згідно ДБН В.2.6-98:2009 [60], ДБН В.2.1-10:2018 [42] та ДБН А.3.2-2-2009 [90].
- 2.2. Опалубку знімати по досягненню бетоном 70 % проектної міцності для горизонтальних елементів та 50 % міцності для вертикальних.
- 2.3. При веденні робіт в зимовий період, використовувати протиморозні добавки, та (або) додаткові заходи по догляду за бетоном згідно ПВР.
- 2.4. Всі вертикальні поверхні що контактують з ґрунтом повинні бути гідроізолювані бітумною мастикою за 2 рази по шару ґрунту (праймеру), якщо в кресленнях розділів АР чи КР не вказано іншого.

3. Зварювальні роботи:

- 3.1. Зварні з'єднання металоконструкцій виконувати згідно креслень по ДСТУ EN 1708-2:2019 [99] та ДСТУ Б В.2.6-169:2011 [98].
- 3.2. Використовувати електроди типу Е-42 або Е-42А, якщо не вказано іншого.
- 3.3. Металеві елементи обварити по периметру контакту катетом шва що дорівнює найменшій товщині зварювального елемента, якщо не вказано іншого.
- 3.4. Всі зварні з'єднання повинні бути зачищені від шлаку та покриті антикорозійним покриттям.
4. *Роботи по монтажу та виготовленню металоконструкцій:*
 - 4.1. Виготовлення металоконструкцій здійснювати у відповідності з ДБН В.2.6-198:2014 [62], кресленнями КМ і КМД. Монтаж і прийомку конструкцій вести у відповідності із ДБН В.2.6-198:2014 [62] і проектом виконання робіт (ПВР).
 - 4.2. Передбачений поелементний монтаж металоконструкцій будівлі.
 - 4.3. Зварні з'єднання з повним проваром систематично перевіряти фізичними методами контролю (ультразвук, гамма-дефектоскопія та інше).
5. *Антикорозійний захист:*
 - 5.1. Захист арматури залізобетонних конструкцій від корозії забезпечується шляхом дотримання захисного шару та обмеженням розкриття тріщин згідно з ДСТУ Б В.2.6-156:2010 [100].
 - 5.2. Захист дерев'яних конструкцій від враження шкідниками (біозахист) виконується шляхом просочення конструкцій антисептиками, згідно технічних умов виробника, відповідно. У випадку використання безбарвних засобів – обов'язково ввести пігмент для контролю виконаних робіт.

- 5.3. Заходи по антикорозійному захисту металевих конструкцій розроблені у відповідності з нормами ДСТУ Б В.2.6-193:2013 [101], ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 [102] з урахуванням легкоагресивного середовища. Перед нанесенням ґрунтового покриття сталеві конструкції ретельно очистити від окислів (іржі, окалини, жирових плям) у відповідності до положень ДСТУ ISO 12944-4:2019 [103]. При цьому забезпечивши другу ступінь очищення поверхонь.
- 5.4. Антикорозійний захист конструкцій виконати пентафталевими емалями ПФ-115 за 2 рази по ґрунту ГФ-021. Якщо на кресленнях виробу не вказано іншого.
- 5.5. Антикорозійний захист здійснювати у відповідності до вимог ДСТУ Б В.2.6-193:2013 [101], ДСТУ Б А.3.2-7:2009 [104].

Технологічна карта розроблюється на основний будівельно-монтажний процес – улаштування металокаркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області у відповідності до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86].

1. Призначення.

ТК розроблюється на основний будівельно-монтажний процес – монтаж металічного каркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області.

Опис проектно-конструктивних рішень об'єкту капітального будівництва наводиться в Розділі 2 поточного дослідження з урахування графічного матеріалу та безпосередніх рішень з улаштування металічного каркасу, що виконується відповідно до вимог ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДБН В.2.6-198:2014 [62].

Технологічна карта застосовується для проведення обсягів робіт, визначених в Таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Обсяги БМР для улаштування металокаркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Найменування профілю ДСТУ, ГОСТ, ТУ	Найменування або марка металу ДСТУ, ГОСТ, ТУ	Номер або розмір профілю, мм	№ п.п	Маса металу за видами елементів конструкцій, т								Загальна маса, т
				Колони	Ферми	В'язі, розпорки	Прогони	Каркас АБК	Сходи	Навіс 1	Навіс 2	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Профілі сталеві прямокутні і квадратні по ДСТУ Б.В.2.6-8-95	С 255 ДСТУ 8539:2015	□ 120 х 80 х 5	1				12,22					
		□ 100 х 4	2							0,32	0,62	
		□ 100 х 3	3				2,85					
		□ 80 х 4	4		2,42							
		□ 80 х 3	5			1,38		0,17				
		□ 60 х 3	6		1,51	1,15						
	Всього		7									
Двутаври сталеві гарячекатані по ДСТУ 8768:2018	С 255 ДСТУ 8539:2015	І №24	8					0,80				
		І №20	9					0,34				
		І №18	10					0,30				
		І №14	11					0,57				
	Всього		12									
Швелери сталеві гарячекатані по ДСТУ 8768:2018	С 255 ДСТУ 8539:2015	┐ 20 У	13						0,18			
		┐ 22 П	14							0,30	0,43	
		┐ 18 У	15	6,14						0,95	1,05	
		┐ 18 П	16							0,88	1,15	
	Всього		17									
Кутики сталеві нерівнополічні гарячекатані по ДСТУ 8769:2018	С 255 ДСТУ 8539:2015	└ 80 х 50 х 6	18		0,08							
	Всього		19									
Кутики сталеві рівнополічні гарячекатані по ДСТУ 2251:2018	С 255 ДСТУ 8539:2015	└ 75 х 6	20							0,05	0,07	
		└ 63 х 5	21			0,03		0,18				
		└ 50 х 5	22									
	Всього		23									
Прокат листовий гарячекатаний по ДСТУ 8540-2015	С 255 ДСТУ 8539:2015	— t16	24					0,06				
		— t10	25		0,02				0,01	0,10	0,10	
		— t8	26	0,56		0,28		0,21		0,20	0,20	
		— t6	27	0,06		0,38		0,05		0,05	0,05	
		— t2	28		0,01		0,02					
	Всього		29									
Листи сталеві з ромбічним та сочевичеподібним рифленням по ДСТУ 8783:2018	С 245 ДСТУ 8539:2015	t6 риф	30						0,16			
			31									
	Всього		32									
Профілі сталеві листові гнуті з трап. гофрами ДСТУ Б.В.2.9-2008	С 245 ДСТУ 8539:2015	НС44-1000-0,7	33							0,40	0,77	
			34									
	Всього		35									
Всього металу			36	6,76	4,04	3,19	15,12	2,50	0,53	3,25	4,44	39,83

Роботи не можуть виконуватись:

- при порушенні тепло-вологісного режиму, встановленого ДСанПіН [94] з урахуванням положень ДСН 3.3.6.042-99 [57];
- за недостатньої видимості робочого майданчика, відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-15:2011[105];
- при недотриманні норм роботи зі спеціальною вантажопідйомною технікою та/або її несправністю, згідно з НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93];
- у разі виникнення пожеж та/або пожежонебезпечних ситуацій на будівельному майданчику, згідно з ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91];
- за порушення умов безпечної експлуатації електрообладнання та систем електрокомунікацій за ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77];
- за складних клімато-метеорологічних умов та низької видимості (під час дощу, за густого туману, інше).

2. Організація та технологія виконання робіт.

Підготовчі роботи. До підготовчих робіт належать процеси, які необхідно виконати до початку монтажу конструкцій будівлі. До початку безпосереднього виконання БМР з улаштування металокаркасу об'єкта капітального будівництва необхідно пересвідчитись у виконанні у повному обсязі робіт підготовчого періоду, описаних п. 3.2 поточного дослідження (I етап).

До початку монтажу колон повинні бути виконані такі види робіт:

- влаштування фундаментів під колони;
- зворотне засипання в пазухи котловану;
- планування ґрунту з його ущільненням;
- влаштування тимчасових під'їзних доріг для автотранспорту та роботи крана;
- підготовка майданчика для складування та укрупнювального складання конструкцій;

- доставка збірних конструкцій на будівельний майданчик, а також перевантаження в межах будівельного майданчика від складів до місць їх встановлення;
- нанесення рисок настановних осей на верхній грані фундаментів та бічних гранях колон;
- доставка в зону монтажу конструкцій необхідних монтажних пристроїв, оснастки та інструментів;
- виконання облаштування майданчика згідно з будівельним генеральним планом.

Розбивку основних осей будівлі виконують з винесення в натуру двох крайніх точок, що визначають положення найдовшої поздовжньої осі будівлі. На розбивному кресленні вказують усі відстані між осями, прив'язку конструкцій. Осі будівлі переносять на обноску за допомогою теодоліту. У разі пошкодження обноси основні осі закріплюють поруч.

До початку монтажу конструкцій надземної частини на монтажний горизонт цоколя виносять базові осі та виконують детальні роботи.

Металоконструкції доставляються безпосередньо до об'єкта робіт у розібраному вигляді, далі сортуються та розкладаються у порядку зручному для монтажу будівлі.

При вантажно-розвантажувальних роботах, транспортуванні та зберіганні металеві конструкції необхідно оберігати від механічних пошкоджень, для чого їх слід укладати у стійкому положенні на дерев'яні підкладки та закріплювати (при перевезеннях) за допомогою інвентарних кріплень, таких як затискачі, хомути, турнікети, касети тощо. Деформовані конструкції слід виправити способом холодної або гарячої правки. Забороняється скидати конструкції з транспортних засобів або волочити їх по будь-якій поверхні. Під час завантаження слід застосовувати стропи з м'якого матеріалу.

Конструкції зберігаються на відкритих, спланованих майданчиках з покриттям із щебню або піску ($H=5\ldots 10$ см) у штабелях з прокладками у тому положенні, як вони перебували під час перевезення.

Зони складування поділяють наскрізними проходами шириною не менше 1,0 м через кожні два штабелі в поздовжньому напрямку та через 25,0 м у поперечному. Для проходу до торців виробів між штабелями влаштовують розриви, що дорівнюють 0,7 м. Між окремими штабелями залишають зазор шириною не менше 0,2 м, щоб уникнути пошкоджень елементів при вантажно-розвантажувальних операціях. Монтажні маркування мають бути звернені у бік проходу.

При зберіганні матеріалів повинні дотримуватися вимог пожежної безпеки за ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91].

При вантажно-розвантажувальних роботах, пов'язаних з транспортуванням матеріалів, повинні дотримуватися правил техніки безпеки відповідно НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93].

Технологія підготовки металоконструкцій до монтажу вироблятиметься на складських майданчиках у наступній послідовності:

- механічне очищення металоконструкцій від іржі та окалини, з використанням дротяних щіток;
- знезараження уайт-спіритом поверхонь металоконструкцій з попереднім нанесенням та подальшим видаленням ганчіркою (орієнтовна витрата до 5 кг). Питома витрата уайт-спіритом, згідно з ТУ виробника 0,04 кг/м²;
- ґрунтування металевих знежирених поверхонь за один раз ґрунтовий ГФ-021 за допомогою фарбопульту СО-61. Питома витрата ґрунтовки ГФ-021, згідно з ТУ виробника, становить 0,015 кг/м²;

- фарбування металевих обґрунтованих поверхонь емаллю ПФ-115 за допомогою фарбопульта СО-61. Питома витрата емалі ПФ-115, згідно з ТУ виробника, становить 0,02 кг/м²;
- для забезпечення необхідної вогнестійкості металевих колон, їх поверхні обробляють вогнезахисним складом RENITHERM. Питома витрата RENITHERM, згідно з ТУ виробника, становить 0,02 кг/м².

Основні роботи. *Монтаж колон* складається з наступних операцій: стропування, підйом, наведення колони на опори, вивірювання та закріплення. Стропують колону за верхню точку. Для запобігання прослизання при підйомі між стропами та колоною закладають дерев'яні підкладки або розпущені навпіл відрізки сталевих труб. Після перевірки надійності стропування колону встановлює ланка із чотирьох осіб. При підйомі базу колони розташовують біля опори. Ланковий подає сигнал про підйом. Колону встановлюють вертикальне положення методом повороту. На висоті 40-50 см над обрізом фундаменту монтажники центрують колону на фундаментні болти, а машиніст плавно опускає її. При цьому два монтажники притримують колону, а два інших забезпечують суміщення у плані осьових рисок на базі колони з ризиками на підлитій опорною опорою плиті. Після встановлення колони в проектне положення вона може бути закріплена анкерними болтами.

Перед встановленням колон необхідно прокрутити гайки з різьблення анкерних болтів. Різьблення болтів оберігають від пошкодження ковпачками з газових труб.

Першими монтують колони, між якими розташовані вертикальні зв'язки. Після кожної чергової колони встановлюють вертикальні зв'язки, розпірки чи балки покриття. Тимчасове закріплення конструкцій виконують зварними та болтовими з'єднаннями.

Правильність встановлення колон контролюють за допомогою двох теодолітів, у взаємно перпендикулярних площинах. На початку зорову трубу

приладу наводять на ризик у нижній частині колони, потім її переводять вгору, при цьому ризик верхнього перерізу колони, суміщена з хрестом сітки зорової труби, показує, що конструкція встановлена вертикально.

Після перевірки вертикальності ряду колон виконують контроль висотного положення верхніх торців, які є опорами для ригелів та балок покриття. Виконують це так: ще до установки колон від оголовка відміряють ціле число метрів і наносять фарбою маркувальну ризику (на відстані близько 1,5 м від бази колони). Нівелюючи маркувальні ризики, додають до відрахувань виміряні раніше розміри, підраховують висотні позначки торців колон.

Стійки фахверка спочатку тимчасово закріплюються анкерними болтами, потім після вивіряння вертикальності кріпляться до колон. Далі монтують інші конструкції фахверку.

Монтаж балок перекриттів та покриттів здійснюють лише після остаточного закріплення колон та зв'язків по них. Монтаж балок покриттів та перекриттів виконує ланку з 4-х монтажників. До роботи також залучають електрозварювальника. Монтаж балки виготовляють на опорні майданчики, підготовлені на колонах згідно з проектом. До колон приставляють інвентарні засоби підмашування з майданчиками. Стропують балки за 2 крапки.

За командою ланкового машиніст крана починає підйом балки. При необхідності положення балки у вазі контролюється двома монтажниками за допомогою відтяжок. На висоті 0,5 м над місцем спирання балку покриття приймають двоє інших монтажників (що знаходяться на монтажних майданчиках прикріплених до колон), наводять її, поєднуючи ризики геометричних осей балок з ризиками осей колон, і встановлюють проектне положення. Строп балки при цьому може бути приспущений на 5-10 см. При необхідності балку зміщують у поперечному напрямку бруктом, а в поздовжньому попередньо піднімають.

Виробляють зварювання конструкції або закріплення постійними болтами згідно з проектом, після чого здійснюють розстропування балки.

Монтаж кроквяних ферм виконується комплексним методом, окремим потоком. В одному потоці з монтажем ферм встановлюють усі передбачені проектом постійні зв'язки та розпірки.

Процес монтажу ферм включає подачу відправних марок до стенду для укрупнювального складання, складання ферми, підготовку до підйому, стропування, підйом, установку на опори, вивіряння та тимчасове закріплення, остаточне кріплення ферм до колон постійними болтами.

Для підйому ферм використовують стропи та траверси, обладнані захватами дистанційного керування. Стропування ферм виконують у 2-х точках верхнього пояса в обхват. До нижніх поясів кріплять відтяжки.

Монтаж ферм ведеться на кран, який послідовно відступає зі стоянки на стоянку.

У підйомі та встановленні блоку бере участь ланка з 6 осіб. Машиніст крана піднімає блок покриття, а два монтажники розгортають його в проектне положення на висоті 0,5-0,7 м над верхом колон за допомогою відтяжок. Два інших монтажники, що знаходяться на висоті, приймають ферму, вивіряють її положення, поєднуючи осьові ризики на торцях ферми з ризиками на опорному столику колон, здійснюють остаточне кріплення конструкції.

Стійкість першої ферми до звільнення від гака монтажного крана забезпечується парними розчалками, прикріпленими до фундаментів сусідніх колон, стійкість наступних ферм – інвентарними розпірками. Знімають розпірки лише після остаточного закріплення ферми та укладання прогонів покриття.

Вертикальність встановлених ферм перевіряють схилом, прогин з площини – дротом, що натягується, а відстань між верхніми поясами – сталевую стрічкою або шаблоном.

Для постійного розкріплення встановлюють: по нижньому поясу зв'язку та розпірки, по верхньому прогони.

Монтаж прогонів та зв'язків виконують одночасно з монтажем покриття для забезпечення їх необхідної стійкості у процесі встановлення.

Щоб краще використовувати вантажопідйомність крана, прогони піднімають пачками, складають в одне місце і розтягують вручну по скату ферм.

Монтаж сталевих профільованих настилів для перекриття другого поверху. Сталевий профільований настил – це панель з оцинкованого, а потім покритого антикорозійним шаром сталевих листів завдовжки 3...12 м, шириною 1,25 м. закриваються настилом.

Листи укрупнюють у карти на горизонтальних стендах, обладнаних вивіреними за розмірами карт упорами. Після розкладки листів ручним електродрилем просвердлюють отвори для заклепок у місцях з'єднання листів у хвилі нахльости. Отвори свердлять через 50...60 см. У просвердлені отвори встановлюють заклепки, з'єднуючи таким чином листи в єдину карту потрібного розміру. Стенд, на якому збираються карти покриття, переставляють за потребою краном на нові стоянки.

Елементи настилу кріплять у напрямку від одного торця будівлі до іншого та від краю прольоту до середини. До прогонів настил кріплять гвинтами, дуговим зварюванням.

Завершальні роботи. Після виконання основних робіт виконується демонтаж технологічного обладнання (кондуктори), прибирання та відновлення облаштування території, зняття попереджувальних знаків та щитів.

3. Вимоги до якості робіт.

Вимоги до якості монтажних робіт згідно з ДБН В.2.2-43:2021 [46], СНиП 2.09.02-85* [47], ДБН В.2.2-28:2010 [48], ДБН В.2.6-198:2014 [62], ДБН В.1.2-14:2018 [53], ДБН В.1.2-5:2007 [95], ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН

А.2.1-1-2008 [87], ДБН В.1.3-2:2010 [88], ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [89]. Виробничий контроль якості будівельно-монтажних робіт повинен включати вхідний контроль робочої документації, конструкцій, виробів, матеріалів та обладнання, операційний контроль окремих будівельних процесів або виробничих операцій та приймальний контроль будівельно-монтажних робіт.

При вхідному контролі робочої документації повинна проводитися перевірка її комплектності та достатності технічної інформації, що міститься в ній, для виконання робіт.

За результатами виробничого та інспекційного контролю якості будівельно-монтажних робіт розробляються заходи щодо усунення виявлених дефектів, при цьому враховуватимуться вимоги авторського нагляду та контролю, що діють на підставі спеціальних положень.

Контроль якості зварних швів та з'єднань проводять візуально та інструментально. Для візуального контролю використовують молоток для простукування швів та розкриття шлакових включень. Для більш точної оцінки несучої здатності шва виробляють вирізку зразків та подальше випробування в лабораторії. При невідповідності міцності шва роблять посилення вузла.

В умовах будівельного майданчика на монтажі конструкцій організовано виробничий контроль якості, який складається з вхідного, операційного та приймального контролю.

Приймальний контроль виконується для перевірки та оцінки якості, закінчених будівництвом будівель або з частин, а також прихованих робіт та окремих відповідальних конструкцій.

При вхідному контролі будівельних конструкцій, виробів, матеріалів та обладнання слід перевіряти зовнішнім оглядом відповідність їх вимогам стандартів або інших нормативних документів та робочої документації, а також наявність та утримання паспортів, сертифікатів та інших супровідних документів.

Операційний контроль здійснюється після завершення окремих монтажних операцій чи будівельних процесів. Він спрямований на своєчасне виявлення дефектів у процесі виконання робіт, встановлення причин виникнення та вжиття заходів щодо їх усунення. Операційний контроль виконується виробниками робіт та майстрами та здійснюється паралельно з самоконтролем. До операційного контролю залучаються будівельні лабораторії та геодезична служба.

Основними документами операційного контролю є схеми, розроблювані у складі проектів виконання робіт. Результати операційного контролю мають фіксуватися у журналі робіт.

Під час приймального контролю необхідно перевірити перевірку якості, виконаних будівельно-монтажних робіт, а також відповідальних конструкцій. Приховані роботи підлягають огляду зі складанням актів формою. Акт огляду прихованих робіт має складатися завершений процес, виконаний самостійним підрозділом виконавців. Огляд прихованих робіт та складання акта у випадках, коли наступні роботи повинні починатися після перерви, слід проводити безпосередньо перед виконанням наступних робіт. Забороняється виконання наступних робіт за відсутності актів огляду попередніх прихованих робіт у всіх випадках. Відповідальні конструкції у міру готовності підлягають прийманню в процесі будівництва (за участю представника проектної організації або авторського нагляду) зі складанням акту проміжного приймання цих конструкцій.

Точність установки окремих конструкцій та визначення геометричних характеристик споруди встановлюють за допомогою геодезичних інструментів та перевіркою дотримання монтажних допусків, передбачених у відповідних СП.

Однією з важливих умов збирання конструкцій є відповідність геометричних розмірів елементів, що монтуються. Тому при виконанні монтажних робіт слід здійснити розрахунок полів допусків, що забезпечують задану міцність монтажу конструкцій. Точність установки елементів впливає

на здатність, що несе, експлуатаційні властивості. Вертикальність колон вивіряють за допомогою двох теодолітів. Після перевірки вертикальності нівелюють верхні площини консолей та торців, які є опорними для балок. Залежно від їхньої позначки для кожної колони призначають товщину підкладки.

Основні дані та параметри, необхідні для контролю, наводяться у Таблиці 3.3, згідно з ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Таблиця 3.3 – Операційний контроль технологічного процесу БМР

Найменування технологічного процесу та його операцій	Контрольований параметр	Допустимі значення параметра, вимоги якості, мм	Спосіб контролю, засоби контролю
Підготовка місць встановлення колон	Позначка дна стакану фундаменту	5	Нівелір НТ, рейка нівелірна РНТ
Вивірка колон	Перевірка вертикальності установки колон	5	Теодоліт Т-15 – 2 шт.
Виконавча зйомка монтажу колон	Перевірка горизонтальності установки колон	13	Теодоліт Т-15 – 2 шт., висок рейковий РО-6
Вивіряння ригелів, балок, ферм	Перевірка установки ригелів і балок у плані та за висотою	5	Теодоліт Т-15, нівелір НТ, рейка нівелірна РНТ
Виконавча зйомка монтажу балок	Перевірка установки ригелів і балок у плані та за висотою	13	Теодоліт Т-15, нівелір НТ, рулетка

4. Потреба у матеріально-технічних ресурсах.

Під час виконання БМР зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області використовуються спеціалізовані засоби механізації, перелік та витрати яких наводяться у Додатку А (Розділ II), сформованого у ПК АВК-5 у відповідності до норм ДБН А.2.2-3:2014 [85].

Для виконання БМР при улаштуванні металокаркасу об'єкту капітального будівництва застосовується наступний комплект засобів механізації:

- автокран КС 45717 (для виконання БМР);
- захват з електромагнітним приводом МІС-6100 (для монтажу колон);
- автопідйомник АЗ8Е (забезпечення робочого місця на висоті);
- фарбопульти СО-61 (забарвлення та нанесення покриттів).

Перелік технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристроїв складається аналогічно до переліку машин і технологічного обладнання і наводиться в Таблиці 3.4.

Таблиця 3.4 – Технологічне оснащення, інструмент, інвентар та пристосування

Найменування технологічної операції	Найменування технологічного оснащення, інструменту, інвентарю та пристроїв, тип, марка	Основна технічна характеристика, параметр	Кількість
Монтаж ригелів, ферм	Строп двогілковий 2СТ-10/4000	Вантажопідйомність, т – 10	1
Монтаж балок, прогонів, ферм	Строп одногілковий ВК-4/3500 (-5/3500)	Вантажопідйомність, т – 4	4
Монтаж балок	Замок Смаля 33С-5,0-50-60	Вантажопідйомність, т – 5	2
Тимчасове кріплення ригелів та колон	Розчілка з карабіном та гвинтовою стяжкою	-	2
Інвентарна розпірка	Інвентарна розпірка	-	1
Контроль якості монтажних робіт	Теодоліт Т-15	-	2
	Нівелір НТ	-	1
	Рейка нівелірна РНТ	-	1
	Виска рейковий РО-6	-	1
	Рулетка	-	1

5. Техніка безпеки та охорона праці, заходи з охорони довкілля.

Техніка безпеки та охорона праці. При організації та проведенні робіт з монтажу каркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області повинні виконуватися вимоги ДБН А.3.2-2-2009 [90], ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77],

НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93], ДСанПіН [94], ДСН 3.3.6.042-99 [57].

Відповідальність за дотриманням правил техніки безпеки та правил виробничої санітарії під час монтажних робіт покладається на інженерно-технічних працівників будівельно-монтажних організацій.

До монтажних робіт допускаються робітники, які пройшли курс навчання правил безпеки під час монтажних робіт та перевірку знань спеціальними іспитами, які мають довідку про медичний огляд. Незалежно від характеру роботи всі робітники, які беруть участь у монтажних роботах, мають носити каски.

На ділянці (захопленні), де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт та перебування сторонніх осіб.

При зведенні будівель та споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані зі знаходженням людей в одній секції (захватці, ділянці), над якими здійснюється переміщення, встановлення та тимчасове закріплення елементів збірних конструкцій чи обладнання.

Способи стропування елементів конструкцій та обладнання повинні забезпечувати їх подачу до місця встановлення в положення, що забезпечує їх правильне стропування та монтаж.

Очищення елементів конструкцій, що підлягають монтажу, від бруду і криги слід проводити до їх підйому.

Стропування конструкцій та обладнання слід проводити вантажозахоплювальними засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у випадках, коли висота до замку вантажозахоплювального засобу перевищує 2 м. Стропи та траверси слід періодично оглядати, випробовувати та за необхідності вибраковувати. Перед початком монтажу такелажні пристрої зазнають подвійного навантаження.

Елементи конструкцій, що монтуються, або обладнання під час переміщення повинні утримуватися від розгойдування та обертання гнучкими відтяжками.

Не допускається перебування людей на елементах конструкцій та обладнання під час їхнього підйому або переміщення.

Під час перерв у роботі не допускається залишати підняті елементи конструкцій та обладнання на вазі.

Розчалки для тимчасового закріплення конструкцій, що монтуються, повинні бути прикріплені до надійних опор (фундаментів, якорів і т.п.). Кількість розчалок, їх матеріали та переріз, способи натягу та місця закріплення встановлюються проектом виконання робіт. Розчалки повинні бути розташовані за межами габаритів руху транспорту та будівельних машин. Розчалки не повинні торкатися гострих кутів інших конструкцій. Перегинають розчалок у місцях зіткнення їх з елементами інших конструкцій допускається лише після перевірки міцності та стійкості цих елементів під впливом зусиль від розчалок.

Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу слід застосовувати інвентарні сходи, перехідні містки та трапи, що мають огорожу.

Встановлені в проектне положення елементи конструкцій або обладнання повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їхня стійкість та геометрична незмінність.

Розстроповування елементів конструкцій та обладнання, встановлених у проектне положення, слід проводити після постійного та тимчасового надійного їх закріплення. Переміщати встановлені елементи конструкцій або обладнання після їх розстроповування, за винятком випадків, обґрунтованих ПВР, не допускається.

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше при ожеледиці, бруді або тумані,

що виключає видимість у межах фронту робіт. Не допускається знаходження людей під конструкцією, що монтується.

Монтажний кран на кожній стоянці встановлюється на ущільнений ґрунт. Щоб уникнути перевантаження, слід стежити за наявністю на збірних елементах маркування із зазначенням маси елемента.

До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними знаками між особою, керівним монтажем та машиністом. Усі сигнали подаються лише однією особою (бригадиром монтажно́ї бригади, ланковим, такелажником-стропальником), крім сигналу «стоп», який може бути поданий будь-яким працівником, який помітив явну небезпеку.

Зварювальне обладнання слід захистити від атмосферних опадів та механічних пошкоджень, а корпус заземлити. Працювати зварювальник повинен у брезентовому костюмі та брезентових рукавицях у шкіряних черевиках з діелектричною підошвою. Для захисту очей необхідно використовувати наголовні маски – шолом із захисними світлофільтрами.

Охорона об'єктів під час будівництва. До початку робіт будівельний майданчик огорожують відповідно до вимог нормативних документів. Знаходження на будівельному майданчику людей, які не зайняті на виробництві не допускається.

На період будівництва підрядними організаціями ведеться технічний контроль матеріалів, обладнання та конструкцій, що постачаються на будівельний майданчик, на їхню відповідність вимогам радіаційної, хімічної та біологічної безпеки, вибухобезпеки, антитерористичної захищеності.

Будівельні майданчики оснащуються пожежними щитами, укомплектованими первинними засобами пожежогасіння. Протипожежне обладнання повинне утримуватися у справному, працездатному стані. Проходи до протипожежного обладнання повинні бути завжди вільні та позначені відповідними знаками.

Територія будівництва повинна мати освітлення у темний час доби для швидкого знаходження пожежних гідрантів, зовнішніх пожежних сходів та

місць розміщення пожежного інвентарю, а також під'їздів до пожежних водойм, до входів у будівлі та споруди.

Місця розміщення (знаходження) засобів пожежної безпеки та спеціально обладнані місця для куріння мають бути позначені знаками пожежної безпеки, у тому числі знаком пожежної безпеки «Не захащувати».

Роботи з підключення нового обладнання до діючих мереж, з відключення устаткування, що монтується, з комплексного випробування та переведення обладнання в робочий режим, відповідно до регламентів та інструкцій підприємства, виробляються експлуатаційним персоналом у присутності відповідального представника монтажно-ї організації.

У процесі будівництва необхідно забезпечити:

- пріоритетне виконання протипожежних заходів, передбачених проектом, розробленим відповідно до чинних норм та затвердженого в установленому порядку;
- дотримання протипожежних правил, ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91];
- наявність та справний вміст засобів боротьби з пожежею;
- можливість безпечної евакуації та порятунку людей, а також захисту матеріальних цінностей при пожежі на будівельному об'єкті і на будівельному майданчику.

Охорона навколишнього середовища. При виробництві БМР повинні дотримуватися вимоги ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.2.2-1:2021 [96] та інших нормативно-технічних документів з охорони природи, затверджених у встановленому порядку.

З метою зменшення забруднення повітряного басейну забруднювальними речовинами, що викидаються двигунами внутрішнього згоряння будівельної та транспортної техніки, передбачаються такі заходи: комплектація парку техніки будівельними машинами з силовими установками, що забезпечують мінімальні питомі викиди шкідливих речовин

в атмосферу (оксид вуглецю та оксид вуглецю). д.); здійснення запуску та прогріву двигунів транспортних засобів будівельних машин за затвердженим графіком з обов'язковою діагностикою вихлопу забруднюючих речовин; заборона на залишення техніки, що не задіяна у технології будівництва з працюючими двигунами в нічний час; погодження з місцевими природоохоронними органами умов роботи техніки та часу роботи транспорту; транспортування щебню та розробленого ґрунту здійснювати спеціалізованими автомобілями, що виключають можливість попадання матеріалу до навколишнього середовища; зберігання цементу проводити в герметичних закритих ємностях типу бункерів або мішків; будівельні машини та механізми експлуатувати лише у справному стані, здійснювати своєчасне технічне обслуговування будівельної техніки; зниження шуму від техніки за рахунок: удосконалення конструкції глушників; використання захисних кожухів та капотів з багатошаровими покриттями з гуми, поролону тощо.

Необхідно виконати такі вимоги: максимальне використання корисних властивостей будівельних відходів; подрібнення будівельних відходів; запобігання складуванню будівельних відходів за територією будівельного майданчика; використання сучасних систем сміттєвидалення; створення системи роздільного збирання відходів; заборона спалювання відходів без попереднього сортування.

Для збору побутового та будівельного сміття на будівельному майданчику встановлюються спеціальні контейнери. У міру їхнього заповнення контейнери вивозяться для утилізації. Не допускається надходження у відходи металів інших відходів.

Усі контейнери розміщуються на спеціальних майданчиках із зручним під'їздом спецтранспорту. У процесі виконання робіт зі спорудження проектного об'єкта утворюються відходи від виконання різних технологічних операцій.

Для захисту навколишнього природного середовища від негативних впливів, що виникли в період виконання робіт, слід керуватися наступними заходами: будівельні матеріали повинні мати сертифікат відповідності санітарно-епідеміологічним правилам та нормативам; будівельно-монтажні роботи проводити лише в межах смуги відведення землі; вибір будівельних машин та механізмів повинен здійснюватися з урахуванням їх експлуатаційних та технічних характеристик, що забезпечують найбільшу ефективність та безпеку ведення будівельно-монтажних робіт; проїзд будівельної техніки здійснювати лише у межах смуги відведення землі; для того, щоб значення викидів забруднюючих речовин від автотранспорту, що надходять в атмосферу, не перевищували допустимих значень, необхідно в період будівництва об'єкта забезпечити контроль паливної системи двигунів механізмів; на будівельному майданчику слід розміщувати лише будівельну техніку, необхідну для виконання конкретних технологічних операцій; будівельні машини та механізми необхідно експлуатувати тільки у справному стані; будівельне сміття в міру накопичення слід вивозити на спеціальний майданчик; скидання та виток паливно-мастильних матеріалів, неочищених промстоків та інших забруднюючих речовин на рельєф та ґрунти при будівництві всіх об'єктів повинні бути виключені; після закінчення будівельно-монтажних робіт тимчасово займані площі для запобігання забруднення та деградації земель підлягають рекультивації; при транспортуванні будівельних матеріалів автотранспортом слід поверхні вантажу, що транспортується: зволожувати транспортований сипучий матеріал, накривати пологом; господарсько-побутові відходи підлягають збору в герметичну ємність з подальшим вивозом на очисні споруди.

6. Техніко-економічні показники.

Калькуляція витрат праці та машинного часу надається в кошторисній документації, що наводиться у Додатках.

Витрати праці та часу машини визначаються добутком обсягів робіт та відповідних норм часу представлені у Таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – ТЕП та тривалість технологічного процесу монтажу металокаркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Найменування технологічної операції	Витрати праці робітників, чол.-дн.	Витрати часу машин, маш.-зм.	Склад ланки (бригади), чол.	Тривалість технологічного процесу, зміни
Підготовка та укрупнювальна збирання конструкцій до монтажу (I захватка)	8	2	Монтажник 6р; 5р; 4р; 3р-3 Зварювальник Машиніст 6р	2
Те ж саме (II захватка)	8	2		2
Монтаж колон, зв'язків, стійок фахверку. Монтаж колон та балок перекриттів (I захватка)	24	6		6
Монтаж колон, зв'язків, стійок фахверку. Монтаж колон та балок перекриттів (II захватка)	28	7		7
Вузлова збірка ригелів, зв'язків, розпірок у просторові блоки покриття (I захватка)	12	3		3
Те ж саме (II захватка)	8	3		2

Відповідно до розробленої ТК, виконується алгоритмізована технологічна послідовність виконання БМР при улаштуванні металокаркасу промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області.

3.4 Календарний графік будівництва

Календарний графік будівництва виконується відповідно до положень ДБН А.3.1-5:2016 [86] на підставі регламенту ДСТУ Б А.3.1-22:2013 [106] з урахуванням довідкових даних СНиП 1.04.03-85* [Довідково/Недіючий] [107].

Показники заділів для будівництва наведені в Таблиці 3.6.

Черговість будівельно-монтажних робіт по кварталах відображено у календарному плані.

Таблиця 3.6 – Показники заділу для будівництва

Строк будівництва, місяців	Норми заділу для будівництва за кварталами, % кошторисної вартості				Примітки
	I	II	III	IV	
18	10	30	80	100	

Загальна організаційно-технологічна схема складається з підготовчого та основного періодів будівництва.

Перед початком основних робіт виконуються роботи підготовчого періоду, розрахункова тривалість якого становить 14 робочих днів.

Підготовчий період будівництва включає:

- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика відповідно до «Альбому проектних рішень варіантів нових засобів огорож». Блоки основи тимчасового огороження встановлювати на землі без розриту;
- для в'їзду та виїзду а/транспорт з будівельного майданчика встановити розпашні ворота шириною 5 м, а для проходу людей хвіртки шириною 1 метр;
- біля в'їзду на будівельний майданчик встановити інформаційний щит;
- для миття коліс автотранспорту при виїзді з будмайданчика передбачається система миття коліс автотранспорту з оборотним водопостачанням та система сухого очищення коліс стисненим повітрям у зимовий період;
- розміщення тимчасових адміністративно-побутових будівель;
- у присутності відповідальних представників організацій, що експлуатують діючі інженерні комунікації, які потрапляють на територію будівельного майданчика, винести біля траси вище зазначених комунікацій і здійснити огороження охоронних зон;

- виконати освітлення будівельного майданчика за ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [105];
- організувати пожежний пост із повним набором штатних засобів пожежогасіння відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52] з урахуванням положень НАПБ А.01.001-2014 [91];
- позначити межі небезпечних зон, вказати безпечні проходи та проїзди;
- побутові приміщення будівельників, тимчасові споруди та підсобні приміщення забезпечити первинними засобами пожежогасіння;
- захистити зони проведення робіт.

Основний період будівництва. Земляні роботи. До початку робіт з розробки ґрунту котловану виконується попереднє планування території бульдозером ДЗ-29.

Механізовану розробку ґрунту в опускних колодязях та котлованах із металевим кріпленням стінок виконувати екскаватором ЕО–4121. Твердий ґрунт розробляється з попереднім розпушуванням за допомогою пневматичного ручного інструменту або підвісного обладнання – долото). Доопрацювання дна котловану до проектної позначки виконувати з використанням ручної праці.

Зачищення котловану до проектних позначок проводити вручну з обов'язковим геодезичним контролем

З появою ґрунтових вод по периметру котловану влаштовують водовідвідну каналу шириною внизу 500 мм і середньою глибиною 0,3 – 0,5 м із зумпфами в кутах повороту або через 50 м по довжині котловану.

Усі будівлі та споруди, а також підземні комунікації, що потрапляють у зону призми обвалення, мають бути засвідчені спеціальною комісією, та їх стан зафіксовано спеціальним актом.

При виробництві земляних робіт у кошторисі враховано коефіцієнт стисненості 1,15, у зв'язку з наявністю на будмайданчику розгалуженої мережі підземних комунікацій, стиснених умов складування матеріалів або неможливості їх складування на будівельному майданчику.

Для кріплення навісних облицювальних сендвіч-панелей запроєктований фахверк, що складається із стійок фахверку та ригелів фахверку.

Доступ на поверхи будівлі здійснюється за внутрішніми металевими сходами, і залізобетонними сходовими клітками.

Роботи з монтажу будівлі вести за допомогою автомобільного крана КС 45717. Кран працює з поверхні землі зі стоянок, вказаних на плані.

На кожній стоянці кранів укласти дорожні плити на піщаній основі.

Монтаж конструкції, що не потрапляють в зону дії крана, вести вручну. Балки подати краном на тимчасовий робочий настил (настил покласти по системі з елементів хомутових лісів), звідки до місця встановлення доставити вручну і встановити проектне положення. Вантажі, що переносяться вручну, не повинні перевищувати 50 кг. Роботи на даній ділянці виконувати при непрацюючому крані. При подачі краном матеріалів для даної ділянки стропальники повинні знаходитись з протилежного боку від напрямку подачі.

Порядок монтажу конструкцій узгодити із конструктором.

Для бетонування конструкцій додатково рекомендується застосовувати автобетононасос типу 58146С.

Порядок виконання робіт:

- влаштування підземної частини будівлі (до відм. $\pm 0,000$);
- монтаж колон;
- монтаж зв'язків та балок, ферм;
- монтаж балок покрівлі (ригелів);
- бетонування міжповерхового з/б перекриття;
- монтаж покрівельних прогонів;

- монтаж стінових прогонів;
- влаштування огорожувальних конструкцій стін;
- влаштування покрівлі;
- завершальні загальномайданні роботи з влаштування мереж, благоустрою, після яких здійснюється здавання об'єкта в експлуатацію, відповідно до положень Порядку [97];

Для виконання робіт з бетонування перекриття зону бетонування розбити на ділянки, що рівні добової поставки бетону на об'єкт.

Для виконання робіт з бетонування перекриття зону бетонування розбити на ділянки, що рівні добової поставки бетону на об'єкт.

У разі перерви у бетонуванні в місцях утворення робочих швів встановити по плоских каркасах незнімну металеву сітку з розмірами осередків не більше 10×10 мм. Сітка прив'язується за допомогою в'язального дроту до плоских каркасів.

Бетонування здійснюється на всю товщину перекриття з одночасним ущільненням бетонної суміші глибинними вібраторами з подальшим вирівнюванням віброрейкою.

Бетонування проводити за допомогою автобетононасосу.

Проект прогрівання бетону у зимових умовах розробляється спецорганізацією за завданням замовника.

За відомостями обсягів будівельно-монтажних робіт складаємо відомість трудомісткості та потреби в машино-змінах, яка наводиться у Додатку А. Норми на одиницю виміру приймаються за відповідними ДБН, що враховані в оперативному репозиторії ПК АВК–5. Тривалість робочого дня при п'ятиденному робочому тижні приймається 8 годин.

Техніко-економічні показники календарного графіку наводяться у Таблиці 3.7.

Таблиця 3.7 – ТЕП календарного графіку будівництва

Параметр	Значення	Од. вим.
----------	----------	----------

Нормативна тривалість будівництва	360/18	роб. дн./ міс.
Розрахункова тривалість будівництва	335/16	роб. дн./ міс.
Максимальна кількість працівників на добу	40	чол.
Максимальна кількість працівників за зміну	40	чол.
Середня кількість працівників на добу	18	чол.
$K_{нвр} = N_{max} / N_{cp}$	2,22	

Відповідно, при календарному плануванні будівельно-монтажного виробництва зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області за рахунок організації паралельно-поточної технології БМР вдалось досягнути оптимізації нормативної тривалості будівництва на 7,1 %.

3.5 Будівельний генеральний план об'єкту

Будівельний генеральний план об'єкту капітального будівництва – промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконується у повній відповідності до вимог і рекомендацій ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Основні вимоги до організації будгенплану:

- виконати цикл підготовчих робіт, зазначений в п. 3.2 поточного дослідження, що зокрема передбачає комплекс робіт з улаштування будівельного майданчику з урахуванням вимог з організації безпечних методів проведення БМР, безпечного використання спеціалізованих механізмів (у т. ч. вантажопідіймальної техніки), інструментів і приладдя у повній відповідності вимогам електробезпеки з застосуванням протипожежних засобів та режимів нормативної промислової санітарії з відповідним знако-сигнальним інформаційним супроводом;
- влаштування тимчасового огороження будівельного майданчика відповідно до «Альбому проектних рішень варіантів нових

засобів огорож». Блоки основи тимчасового огороження встановлювати на землі без розриву;

- для в'їзду та виїзду а/транспорт з будівельного майданчика встановити розпашні ворота шириною 5м, а для проходу людей хвіртки шириною 1 метр;
- біля в'їзду на будівельний майданчик встановити інформаційний щит;
- для миття коліс автотранспорту при виїзді з будмайданчика передбачається система миття коліс автотранспорту з оборотним водопостачанням та система сухого очищення коліс стисненим повітрям у зимовий період;
- передбачити розміщення тимчасових адміністративно-побутових будівель та побутового містечка будівельно-монтажного персоналу з урахуванням положень ДСанПіН [94], ДСН 3.3.6.042-99 [57];
- у присутності відповідальних представників організацій, що експлуатують діючі інженерні комунікації, які потрапляють на територію будівельного майданчика, винести біля траси вище зазначених комунікацій і здійснити огороження охоронних зон;
- виконати освітлення будівельного майданчика за ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [105] з урахуванням норм електробезпеки за ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77];
- організувати пожежний пост із повним набором штатних засобів пожежогасіння відповідно до вимог ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52] з урахуванням положень НАПБ А.01.001-2014 [91];
- позначити межі небезпечних зон, вказати безпечні проходи та проїзди;

- побутові приміщення будівельників, тимчасові споруди та підсобні приміщення забезпечити первинними засобами пожежогасіння;
- захистити зони проведення робіт у відповідності з положеннями ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Техніко-економічні показники будівельного генерального плану наводяться в Таблиці 3.8.

Таблиця 3.8 – Техніко-економічні показники будівельного генерального плану

Показники	Од. вим.	Показник	Примітки
Площа будівельного майданчику	м ²	8193,0	F
Площа забудови проектної будівлі	м ²	635,4	F_n
Площа забудови тимчасовими будівлями і спорудами	м ²	395,0	F_m
Довжина тимчасових комунікацій			
доріг	м. п.	149,0	ширина 6 м
водогону	м. п.	54,0	Ø 20
каналізації	м. п.	54,0	
високовольтної лінії	м. п.	3,0	
лінії освітлення	м. п.	260,0	
огорожі	м. п.	315,0	профнастил
Коефіцієнт $K_{n,m}$	%	62,2	$K_{n,m} = F_m \times 100 / F_n$
Компактність будгенплану			
K_1	%	7,75	$K_1 = F_n \times 100 / F$
K_2	%	12,0	$K_2 = F_m \times 100 / F$

Таким чином, рішення з організації будівельного майданчику задовольняють вимогам ДБН А.3.1-5:2016 [86] та іншій профільній НТД.

3.6 Розрахунок площ тимчасових споруд

Розрахунок площ тимчасових споруд виконується відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Визначення необхідної кількості тимчасових приміщень залежить від максимальної кількості працюючих на будівельному майданчику. Загальна чисельність працюючих у найбільш завантажену зміну визначається за формулюванням – ф. (2):

$$N = N_{\text{роб}} + N_{\text{ІТП}} + N_{\text{служ}} + N_{\text{МОП}}, \quad (2)$$

де $N_{\text{роб}}$ – чисельність робітників, яка приймається за графіком зміни чисельності робітників, $N_{\text{роб}} = N \times 83,9 \%$;

$N_{\text{ІТП}}$ – чисельність інженерно-технічних працівників (11 % від N);

$N_{\text{служ}}$ – чисельність службовців неосновного виробництва (3,6 % від N);

$N_{\text{МОП}}$ – чисельність молодшого обслуговуючого персоналу (1,5 % від N);

k – коефіцієнт, що враховує відпустки, хвороби тощо.

За графіком зміни чисельності робітників $N_{\text{роб}} = 40$ чол., тоді загальна чисельність працюючих $N = \frac{40 \times 100}{83,9} = 48$ чол. відповідно, 1 % складає 0,48 чол., тоді за ф. (2):

$$N_{\text{ІТП}} = 0,48 \times 11 \approx 6 \text{ чол.};$$

$$N_{\text{служ}} = 0,48 \times 3,6 \approx 2 \text{ чол.};$$

$$N_{\text{МОП}} = 0,48 \times 1,5 \approx 1 \text{ чол.};$$

$$N = 40 + 6 + 2 + 1 = 57 \text{ чол.}$$

Розрахунок тимчасових будівель та споруд наводиться у Таблиці 3.9.

Таблиця 3.9 – Розрахунок тимчасових будівель та споруд

Позиція	Найменування	Кіл-ть, од.	Площа, м ²
1	Пост охорони	1	4,0
2	Прорабська	1	10,1
3	Приміщення для приймання їжі, обігріву та відпочинку	2	41,3
4	Туалет	1	1,0
5	Навіс	2	36,0
6	Відкритий склад	1	340,0
7	Щогла освітлення	1	–
8	Пост мийки коліс	1	6,0

Таким чином, розроблені рішення забезпечують нормативно необхідну кількість тимчасових допоміжних будівель і споруд.

3.7 Розрахунок складів

Організація тимчасових складських майданчиків. Вихідними даними для визначення площі та типів складів є потрібна кількість конструкцій, матеріалів та виробів у відповідності до вимог ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Загальна потреба відповідних будівельних матеріалів визначається за ф. (3):

$$Q_{\text{зап}} = \frac{Q_{\text{заг}}}{T} \times K_1 \times K_2 \times n, \quad (3)$$

де $Q_{\text{заг}}$ – загальна потреба матеріалу;

T – тривалість робіт, дні;

K_1 и K_2 – коефіцієнти нерівномірності надходження та споживання матеріалу відповідно;

n – кількість днів запасу.

Корисна площа складу – ф. (4):

$$F = \frac{Q_{\text{зап}}}{q}, \quad (4)$$

де q – норма зберігання на 1 м².

Загальна площа складу – ф. (5):

$$S = \frac{F}{K} \quad (5)$$

де K – коефіцієнт, що враховує додаткову площу на проходи та проїзди між штабелями, стелажми тощо.

Розрахунок площі складів виконано у Таблиці 3.10.

Таблиця 3.10 – Розрахунок площі складів

Конструкції, вироби, матеріали	Од. змін.	Загальна потреба, $Q_{\text{зап}}$	Тривалість робіт T дні	Число днів запасу, n	Коефіцієнт нерівномірності	Коефіцієнт нерівномірності споживання, K_2	Запас на складі, $Q_{\text{зап}}$	Норма зберігання на 1 м ² площі, q	Корисна площа складу, F , м ²	Коефіцієнт використання корисної площі складу, K	Повна площа складу S , м ²	Характеристика складу
Стальні конструкції	т	39,83	160	12	1,1	1,3	3,79	0,6	63,19	0,4	157,97	відкритий
Цегла	тис. шт.	165,56	113	3	1,1	1,3	6,29	0,7	8,98	0,4	22,45	відкритий
Стінові панелі	м ³	1962	113	12	1,1	1,3	297,95	0,7	425,64	0,4	1064,09	відкритий
Сталевий профнастил	т	28,7	122	12	1,1	1,3	4,04	4	1,01	0,5	2,02	навіс
Вата мінеральна	м ³	56,9	114	3	1,1	1,3	2,14	0,06	35,69	0,5	71,37	навіс
Теплоізоляційні плити	м ³	871	79	3	1,1	1,3	47,3	0,1	472,99	0,5	945,97	навіс
Рулонний матеріал	м ²	3591	300	12	1,1	1,3	205,41	17	12,08	0,5	24,17	навіс
Арматура	т	102,8	28	12	1,1	1,3	63,0	4	15,75	0,5	31,50	навіс
Щити із дощок пиломатеріали	м ³	13	45	3	1,1	1,3	1,24	1,5	0,83	0,5	1,65	навіс

Відповідно, отримані складські площі наносяться на будівельний генеральний план.

3.8 Розрахунок потреби в енергопостачанні

Загальна потреба у електроенергії визначається період її максимального витрати. Величина потужності трансформатора визначається відповідно до норм ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ПУЕ [78], ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [105] за формулюванням – ф. (6):

$$W_{\text{заг}} = W_{\text{вп}} + W_{\text{з.о}} + W_{\text{в.о}}, \quad (6)$$

де $W_{\text{вп}}$ – потужність установки для виробничих потреб, кВт;

$W_{\text{з.о}}$ – потужність мережі для освітлення території виробництва, кВт;

$W_{\text{в.о}}$ – потужність мережі для освітлення робочих місць, кВт.

Потужність установки для виробничих потреб – ф. (7):

$$W_{\text{вп}} = \sum P_{\text{вп}} \times \frac{K}{\cos \cos \varphi}, \quad (7)$$

де $P_{\text{вп}}$ – силова потужність електродвигунів будівельних машин та установок, кВт;

K – коефіцієнт попиту;

$\cos \cos \varphi$ – коефіцієнт потужності.

Електрична потужність будівельних машин і механізмів, що розраховуються: бетонозмішувачі (2 од.) – 0,6 кВт; зварювальні апарати (4 од.) – 25 кВт; вібратори поверхневі (2 од.) – 0,6 кВт; перфоратори (2 од.) – 0,8 кВт.

Відповідно до ф. (7):

$$W_{\text{пр}} = \frac{4 \times 25 \times 0,35}{0,4} + \frac{1,6 \times 2 \times 0,5}{0,65} + \frac{0,6 \times 2 \times 0,7}{0,8} + \frac{2 \times 0,8 \times 0,7}{0,8} = 92,4 \text{ кВт.}$$

Потужність мережі внутрішнього та зовнішнього освітлення – ф. (8):

$$W_{\text{в.о}} = K \sum P_{\text{в.о}};$$

$$W_{\text{з.о}} = K \sum P_{\text{з.о}}, \quad (8)$$

де $P_{\text{в.о}}$ и $P_{\text{з.о}}$ – потужність внутрішніх та зовнішніх встановлених приладів освітлення, кВт.

Підрахунок потужності мережі внутрішнього та зовнішнього освітлення наведено в Таблиці 3.11.

Таблиця 3.11 – Відомість потреби в електроенергії

Споживачі електроенергії	Од. змін.	Кількість	Коефіцієнт попиту	коефіцієнт потужності $\cos \varphi$	Потужність, кВт	Загальна потужність, кВт
Потужність мережі внутрішнього освітлення						
Прорабська	100 м ²	0,1	0,8	1	1,2	0,1
Пост охорони	100 м ²	0,1	0,8	1	1,2	0,1
Побутові приміщення	100 м ²	0,4	0,8	1	1,2	0,4
Навіс	100 м ²	0,4	0,8	1	1,0	0,4
Потужність електроенергії для освітлення території виконання робіт						
Відкритий склад	100 м ²	3,1	–	–	1	3,1
Внутрішньо-будівельні дороги	км	0,3	–	–	1,5	0,5
Прожектори	од.	4	–	–	1,5	6,0
Монтаж збірних конструкцій	1000 м ²	1,7	–	–	2,4	4,6
Разом						15,2

Загальна потреба в електроенергії, відповідно до ф. (6):

$$W_{\text{общ}} = 92,4 + 15,2 = 107,6 \text{ кВт.}$$

Відповідно до отриманих розрахункових даних приймаємо трансформатор ТМ 180/6.

3.9 Розрахунок потреби в водопостачанні

Розрахунок потреб будівельного майданчику у водопостачанні визначається відповідно до норм ДБН В.2.5-74:2013 [73], ДБН В.2.5-64:2012 [74] з урахуванням протипожежних вимог ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], згідно з алгоритмами ДБН А.3.1-5:2016 [86].

Загальна розрахункова витрата води, л, яким визначається діаметр тимчасового водопроводу, приймається рівним максимальному з двох значень – ф. (9):

$$\begin{aligned} Q_{\text{розр.}} &= Q_{\text{с.в}} + Q_{\text{г.п}}; \\ Q_{\text{розр.}} &= Q_{\text{пож}}, \end{aligned} \quad (9)$$

де $Q_{\text{с.в}}$, $Q_{\text{г.п}}$, $Q_{\text{пож}}$ – максимальна секундна витрата води відповідно на будівельні процеси, господарсько-питні потреби, на пожежогасіння, л. Норма витрати води на пожежогасіння приймається рівною 10 л/с.

Максимальна секундна витрата води на будівельні процеси визначається за формулюванням – ф. (10):

$$\begin{aligned} Q_{\text{с.в}} &= \frac{\sum_i V_i \times q_i \times K_1}{t}; \\ Q_{\text{г.п}} &= \frac{Ч_{\text{зм}} \times q \times K_2}{t}, \end{aligned} \quad (10)$$

де, V_i – обсяг виконання i -х видів будівельно-монтажних робіт за зміну;

$Ч_{зм}$ – чисельність працюючих на будівельному майданчику у найнапруженіший період;

q_i, q – норма витрати води на одиницю обсягу робіт, на одну особу;

K_1, K_2 – коефіцієнти нерівномірності споживання води під час виконання будівельних робіт та санітарно-гігієнічних процедур відповідно;

t – тривалість зміни, ч.

Максимальна витрата води на будівельні процеси (поливка бетону, штукатурка стін) та санітарно-гігієнічні потреби, відповідно до ф. (9), ф. (10):

$$Q_{с.в} = \frac{\left(\frac{165}{113} \times 250 + \frac{286,5}{30} \times 250 + \frac{1823,1}{40} \times 4 + \frac{45,1}{18} \times 250 + \frac{34,7}{40} \times 200 \right) \times 1,6}{8 \times 3600} = 0,19 \frac{\text{л}}{\text{с}};$$

$$Q_{г.п} = \frac{57 \times 15 \times 3}{8 \times 3600} = 0,09 \text{ л/с};$$

$$Q_{розр.} = 0,19 + 0,09 = 0,28 \text{ л/с.}$$

Діаметр тимчасового водопроводу – ф. (11):

$$d = \sqrt{\frac{4 \times Q_{розр.} \times 1000}{\pi \times v}} = \sqrt{\frac{4 \times 0,28 \times 1000}{3,14 \times 1,2}} = 17,2 \text{ мм}, \quad (11)$$

де v – швидкість руху води трубами, м/с.

Приймаємо діаметр трубопроводу 20 мм.

Пожежний гідрант проектуємо від постійної лінії водопроводу.

4 ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

4.1 Техніко-економічні показники проекту

Кошторисні розрахунки будівельно-монтажного виробництва зі зведення проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконуються у ПК АВК–5.

Відповідно до положень ДБН А.2.2-3:2014 [85] (Додаток Л) та ДБН А.3.1-5:2016 [86] для проектного об'єкту капітального будівництва промислового призначення наводяться наступні техніко-економічні показники – Таблиця 4.1.

Таблиця 4.1 – ТЕП будівництва промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області

Показник ТЕП	Значення, од. вим.
Найменування об'єкта будівництва, місце його розташування	Промислова будівля складу у с. Вітрівка Пашківського ст. ок., Макарівської с. р., Бучанського р-ну, Київської обл.
Вид будівництва	Нове будівництво
Тривалість експлуатації	60 років
Потужність об'єкта	635,4 м ² площі для складування
Кількість робочих місць	30 осіб.
Загальна кількість працюючих	30 осіб.
Загальна кошторисна вартість будівництва	1550,240 тис. грн.
в т. ч. будівельних робіт	563,956 тис. грн.
устаткування	83,371 тис. грн.
інших витрат	902,913 тис. грн.
Витрати на охорону навколишнього природного середовища	32,457 тис. грн.
Вартість основних фондів об'єкта будівництва	1258,014 тис. грн.
Тривалість будівництва	16 місяців
Трудовісткість будівництва	1767,966 люд.-днів
Ступінь вогнестійкості об'єкта будівництва	V

Таким чином, наведені показники ТЕП будівництва промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області відповідно до вимог Додаток Л ДБН А.2.2-3:2014 [85] з урахуванням положень ДБН А.3.1-5:2016 [86].

4.2 Розрахунки до договірної ціни

Розрахунок до Договірної ціни зі зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконується в ПК АВК–5 та наводиться у Додатку Б. Пояснювальна записка до розрахунку Договірної ціни наводиться у Додатку В.

4.3 Договірна ціна

Безпосередньо Договірна ціна на зведення промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області наводиться у Додатку Г.

4.4 Зведений кошторисний розрахунок

Зведений кошторисний розрахунок на будівництво промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області виконується в ПК АВК–5 та наводиться у Додатку Д.

4.5 Об'єктний кошторис

Об'єктні кошториси виконуються у ПК АВК–5 для кожного виокремленого етапу будівництва промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області:

- підготовка будмайданчику – Додаток Г;
- загальнобудівельні роботи – Додаток Е;
- благоустрій – Додаток Є.

4.6 Локальні кошториси

Локальні кошториси виконуються у ПК АВК–5 для кожного виокремленого етапу будівництва промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області:

- підготовка будмайданчику – Додаток Ж;
- загальнобудівельні роботи – Додаток З;
- благоустрій – Додаток И.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЦИВІЛЬНА БЕЗПЕКА

5.1 Правові питання охорони праці на об'єкті будівництва

Головними регламентами, що встановлюють норми охорони праці на будівельному майданчику є ДБН А.3.1-5:2016 [86] та ДБН А.3.2-2-2009 [90], окремі положення встановлюються наступними регламентами:

- загальні положення ОП відповідно до ЗУ від 14.10.1992 № 2694-ХІІ [108], включно з вимогами НПАОП 0.00-4.12-05 [122];
- положення протипожежної безпеки відповідно до ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91] з урахуванням положень Правил [109], ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117];
- положення електробезпеки відповідно до ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ПУЕ [78], включно з вимогами ДСТУ 7237:2011 [113], НПАОП 40.1-1.01-97 [123], НПАОП 40.1-1.07-01 [124], НПАОП 40.1-1.21-98 [125];
- положення щодо безпечних методів використання спеціалізованих будівельних вантажопідіймальних засобів механізації відповідно до НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93], включно з вимогами ДСТУ 3150-95 [112], НПАОП 0.00-1.15-07 [119], НПАОП 0.00-1.75-15 [127];
- положення щодо промислової санітарії та гігієни відповідно до ДСанПіН [94], ДСН 3.3.6.042-99 [57], включно з вимогами ДБН В.1.2-8:2021 [111], ДСТУ 7239:2011 [114], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСТУ ISO 45001:2019 [116], НПАОП 0.00-1.71-13 [120], НПАОП 0.00-7.17-18 [121], НПАОП 45.2-3.01-04 [126];

- положення щодо технічного контролю БМР відповідно до ДБН В.1.2-14:2018 [53], ДБН В.1.2-5:2007 [95] з урахуванням положень ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.2.1-1-2008 [87], ДБН В.1.3-2:2010 [88], ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [89];
- положення щодо контролю за техногенним впливом будівельно-монтажного виробництва на довкілля, відповідно до ДБН А.2.2-1:2021 [96], включно з вимогами ЗУ від 25.06.1991 № 1264-XII [110], ДБН В.1.2-8:2021[111], ДСТУ ISO 14001:2006 [118].

5.2 Аналіз умов праці і виявлення небезпечних і шкідливих факторів при виконанні основних видів будівельно-монтажних робіт (БМР)

Під час виконання БМР на робітників, залучених до будівельного виробництва мають вплив небезпечні і шкідливі фактори, що встановлені в Таблиці 5.1 та визначаються відповідно до положень ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСанПіН [94], ДБН А.3.1-5:2016 [86] та ДБН А.3.2-2-2009 [90].

Таблиця 5.1 – Небезпечні і шкідливі фактори, що можуть діяти на робітників, залучених до будівельного виробництва під час виконання БМР

Небезпечні і шкідливі фактори	Потенціалі впливи	Регламенти
1	2	3
Вибухо- та пожежна безпека	Займисті матеріали і речовини, вогневі та зварювальні роботи, ємності з підвищеним тиском, роботи у середовищі з високою температурою та запиленістю, порушення нормативних вимог, використання робочого приладдя, що порушує нормативні вимоги, несправність протипожежних засобів	ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], Правила [109], ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117]
Небезпека механічного ушкодження	Порушення безпечних методів використання засобів механізації, вантажопідіймальних засобів та режимів вантажно-розвантажувальних робіт, робіт на висоті та стропування вантажів.	НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93], ДСТУ 3150-95 [112],

Продовження Таблиці 5.1

1	2	3
	Використання несправного інструменту. Порушення схем складування та зберігання будівельного інструменту та матеріалів	НПАОП 0.00-1.15-07 [119], НПАОП 0.00-1.75-15 [127]
Якість повітря	Висока запиленість, аерозолі, дрібнодисперсний завес, туман (в т. ч. з домішками шкідливих та отруюючих речовин)	ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДСанПіН [94], ДБН В.1.2-8:2021[111], ДСТУ 7239:2011 [114], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСТУ ISO 45001:2019 [116], НПАОП 0.00-1.71-13 [120], НПАОП 0.00-7.17-18 [121], НПАОП 45.2-3.01-04 [126]
Мікроклімат	Тепло-вологісні параметри повітря робочого середовища, що виходять за верхню та нижню нормативну межі	ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДСанПіН [94], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115]
Освітленість	Недостатня освітленість, підвищення зорового навантаження, низька здатність до візуального сприйняття та розпізнання	ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [105], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115]
Шум	Промислово-виробничий шум технологічних процесів, шум засобів механізації, шум пневматичних засобів та комунікацій	ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДСанПіН [94], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСТУ ISO 45001:2019 [116], ДСН 3.3.6.037-99 [128]
Вібрації	Промислово-виробничі вібрації технологічних процесів, вібрації засобів механізації, вібрації пневматичних засобів та комунікацій	ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДСанПіН [94], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСТУ ISO 45001:2019 [116], ДСН 3.3.6.039-99 [129]
Небезпека ураження струмом, дія електромагнітного та іонізуючого полів	Порушення вимог електробезпеки, несправність ізолюючих та екранних засобів, використання несправного	ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76],

Продовження Таблиці 5.1

1	2	3
	електричного інструменту та приладдя, робота в умовах іонізуючого та електромагнітного випромінювання біля високовольтних засобів, порушення ізоляції засобів механізації та електрокомунікацій	ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ПУЕ [78], включно з вимогами ДСТУ 7237:2011 [113], НПАОП 40.1-1.01-97 [123], НПАОП 40.1-1.07-01 [124], НПАОП 40.1-1.21-98 [125], ДСанПіН 3.3.6.096-2002 [130]

На підставі аналізу небезпечних і шкідливих факторів, що можуть діяти на робітників, залучених до будівельного виробництва під час виконання БМР, встановлені характерні ситуації та обставини, за яких працівники можуть зазнати шкоди, однак розгалужена та унормована система регламентів, дозволяє забудовнику забезпечити впровадження комплексу заходів, що допоможуть виконувати зведення будівельного об'єкту безпечними методами без загрози залученому персоналу.

5.3 Організація безпечних та нешкідливих умов праці на будмайданчику

Застосування комплексу заходів для забезпечення безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику, виконується відповідно до ЗУ від 14.10.1992 № 2694-ХІІ [108] з урахуванням нормативних положень ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.3.2-2-2009 [90].

Зазначений комплекс заходів передбачає:

1. Проведення навчання та інструктажів з безпечних методів виконання БМР, відповідно до положень НПАОП 0.00-4.12-05 [122];

2. Забезпечення залучених до БМР працівників спецодягом та засобами індивідуального захисту, відповідно до положень НПАОП 45.2-3.01-04 [126], ДСТУ 7239:2011 [114], НПАОП 0.00-7.17-18 [121];
3. Забезпечення залучених до БМР працівників справними засобами механізації, інструментом і приладдям, відповідно до положень НПАОП 0.00-1.71-13 [120];
4. Забезпечення залучених до БМР працівників нормативними санітарно-гігієнічними умовами праці, відповідно до положень ДСанПіН [94], ДСН 3.3.6.042-99 [57], ДБН В.1.2-8:2021 [111], ДСТУ 7239:2011 [114], ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 [115], ДСТУ ISO 45001:2019 [116], НПАОП 0.00-1.71-13 [120], НПАОП 0.00-7.17-18 [121], НПАОП 45.2-3.01-04 [126];
5. Забезпечення будівельного майданчику нормативним освітленням, відповідно до положень ДСТУ Б А.3.2-15:2011 [105], ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ПУЕ [78];
6. Забезпечення будівельного майданчику протипожежними засобами (пожежними постами, пожежними щитами, пожежними гідрантами, тощо), відповідно до положень ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], Правил [109] з встановленням інформаційних щитів та знако-сигнальної системи, згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117];
7. Забезпечення дотримання електробезпеки на будівельному майданчику (контроль справності ізоляції та екранування електротехнічного обладнання і комунікацій), відповідно до положень ДБН В.2.5-28:2018 [55], ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 [76], ДСТУ Б В.2.5-82:2016 [77], ПУЕ [78], ДСТУ 7237:2011 [113], НПАОП 40.1-1.01-97 [123], НПАОП 40.1-1.07-01 [124], НПАОП 40.1-1.21-98 [125];

8. Забезпечення нормативних режимів використання спеціалізованих вантажопідйомних засобів та засобів кріплення і складання вантажів, відповідно до положень НПАОП 0.00-1.80-18 [92], ДСТУ Б В.2.8-10-98 [93], ДСТУ 3150-95 [112], НПАОП 0.00-1.15-07 [119], НПАОП 0.00-1.75-15 [127] з встановленням інформаційних щитів та знако-сигнальної системи, згідно з вимогами ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117];
9. Забезпечення поточного операційного контролю за будівельно-монтажним виробництвом з упередженням потенційних аварійних ситуацій, відповідно до положень ДБН В.1.2-14:2018 [53], ДБН В.1.2-5:2007 [95], ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.2.1-1-2008 [87], ДБН В.1.3-2:2010 [88], ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 [89];
10. Забезпечення контролю дотримання природоохоронного законодавства і вжиття заходів зі зменшення техногенного впливу на довкілля з нормативним поводженням з відходами будівництва та екологічним моніторингом навколишніх екосистем, відповідно до положень ДБН А.2.2-1:2021 [96], ЗУ від 25.06.1991 № 1264-XII [110], ДБН В.1.2-8:2021 [111], ДСТУ ISO 14001:2006 [118].

5.4 Пожежна безпека об'єкту будівництва

Вимоги до пожежної безпеки на будівельному майданчику та об'єкті капітального будівництва встановлюються загальними положеннями ДБН А.3.1-5:2016 [86], ДБН А.3.2-2-2009 [90] та спеціалізованими вимогами ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], Правил [109], ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117], що передбачають:

- влаштування на території будмайданчику протипожежного водогону з встановленням відповідних пожежних гідрантів у відповідності до положень ДБН В.2.5-74:2013 [73];

- забезпечення протипожежних розривів між об'єктами будівельного майданчику у відповідності до положень ДБН Б.2.2-12:2019 [44], ДБН Б.2.2-5:2011 [45];
- забезпечення під'їзду пожежних загонів та колового об'їзду об'єкту капітального будівництва, відповідно до положень ДБН Б.2.2-12:2019 [44], ДБН Б.2.2-5:2011 [45];
- забезпечення трас, якими рухатимуться пожежні загони інформаційними щитами та знако-сигнальним супроводом, відповідно до положень ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117];
- улаштування на будівельному майданчику пожежних постів та щитів з засобами пожежогасіння та засобами пожежної сигналізації і сповіщення з відповідними евакуаційним знако-сигнальним супроводом, відповідно до положень ДСТУ EN ISO 7010:2019 [117].

Після введення в експлуатацію промислова будівля складу у с. Вітрівка, Київської області має задовольняти наступним протипожежним вимогам:

- відповідати проектній категорії «Д» (за вибухопожежною та пожежною небезпекою) відповідно до положень ДСТУ Б В.1.1-36:2016 [50];
- пожежні конструкції повинні відповідати «V» ступеню вогнестійкості, відповідно до положень ДБН В.2.2-43:2021 [46], ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52];
- будівля має бути секціонована, містити протипожежні відсіки та відповідні протипожежні секціонуючі перешкоди, згідно з положеннями ДБН В.1.2-7:2021 [52];
- будівля має бути облаштованою автоматизованою системою протипожежної сигналізації та пожежогасіння відповідно до положень ДБН В.2.5-56:2014 [56];

- будівля має бути забезпечена евакуаційними виходами проектної пропускної здатності, що мають відповідний знако-сигнальний супровід та дороговкази, згідно з положеннями ДБН В.1.1-7:2016 [51];
- будівля має бути в повній мірі облаштована засобами пожежогасіння, що містяться на пожежних щитах, відповідно до положень ДБН В.1.1-7:2016 [51], ДБН В.1.2-7:2021 [52], НАПБ А.01.001-2014 [91], Правил [109].

6 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

6.1 Огляд сучасних засобів інформаційного моделювання будівель

Застосувавши метод наукового пошуку *Multilocal Literature Review (MLR)* (мультилокальний літературний огляд), виокремимо профільні наукові праці та дослідження стосовного сучасних засобів інформаційного моделювання будівель і споруд (*Building Information Model (BIM)*) в актуальному хронометричному горизонті:

- у дослідженні Y. Teng [22] узагальнюється концепція *BIM* в парадигмі життєвого циклу будівель і споруд: «інформаційне моделювання будівель (*BIM*) допомагає спростити збір даних і зменшити трудомісткі процеси під час оцінки життєвого циклу (*LCA*) будівель. Однак існує відсутність системного розуміння інтеграції *BIM* в *LCA*. Дослідження має на меті розробити структуру для систематичного перегляду сукупності знань про інтегрований у *BIM LCA* у вимірах концепції, методології та вартості. Дотримуючись рамок, у цій праці аналізуються тематичні дослідження, що включають 82 будівлі з вибраних публікацій за 2011–2021 роки, використовуючи наукометричні методи та методи детального аналізу контенту. Результати свідчать про те, що більшість з них були дослідженнями житлових, малоповерхових і бетонних будівель і використовували *Autodesk Revit* для створення *BIM*-моделей. Було визначено три типи методів для інтегрованого в *BIM LCA*: інтеграція даних у сторонню програму або інструмент (I), імпорт звіту з розрахунку обсягів, згенерованого з моделі *BIM*, у спеціальний інструмент *LCA* (II) та використання плагінів з даними *LCA* для програмного забезпечення *BIM* (III). Однак сумісність між *BIM* та *LCA* залишається серйозною проблемою через різну термінологію та структури даних. Тому було

запропоновано два способи покращити це: адаптувати дані *BIM* до структури даних *LCA* та розробити більш простий інструмент *BIM*. Дослідження містить теоретичну основу для кращого розуміння того, «що таке *LCA*, інтегрований у *BIM*», «як інтегрувати *BIM* з *LCA*, щоб спростити й автоматизувати введення даних», і «що таке застосування *LCA*, інтегрованого в *BIM*». Він також служить інформаційною базою для дослідників і розробників програмного забезпечення для визначення сучасних тенденцій досліджень і прогалин у знаннях у цій дисципліні»;

- у дослідженні Н. Хіа [23] зазначається про потенційну можливість застосування сучасних засобів інформаційного моделювання будівель і споруд при створенні планування міст у загальній парадигмі «smart city»: «дані геоінформаційної системи (ГІС) надають геопросторові дані про міста та функції просторового аналізу, які є важливими для міського проектування. Інформаційне моделювання будівель (*BIM*) включає цифрову сутність будівництва, пасивне представлення мікроцифрової інформації про реальні сутності та активне застосування моделей у реалізації всього життєвого циклу архітектури, інженерії та будівництва. Поєднання цих технологій може стати основною технологією для міського цифрового близнюка для підтримки сталого дизайну розумного міста. Завдяки глибокому огляду літератури в цьому документі підсумовуються різні дисциплінарні класифікації функціональної інтеграції ГІС та *BIM*, аналізується цінність даних і обговорюється підхід до інтеграції даних на основі онтології, який ГІС та *BIM* повинні використовувати в майбутньому для проведення досліджень інтеграційних додатків. в розумних містах. Щоб перевірити цю точку зору, за допомогою *CiteSpace* проводяться аналіз ключових слів, аналіз країн, а також аналіз

спільного цитування та сполучення. Інтеграція ГІС та *BIM* привернула велику увагу. Однак професійна роз'єднаність і фрагментована композиція створюють проблеми в області інтеграції ГІС і *BIM*. Майбутні дослідження мають бути зосереджені на плануванні розумного міста, оновленні та управлінні; платформа інтеграції даних GIS та *BIM* на основі онтології, експлуатації та спільного управління технікою міського залізничного транспорту»;

- у дослідженні J. Wang [24] вивчається можливість застосування концепту *BIM* для менеджменту вторинних ресурсів, що утворюються наприкінці останньої фази життєвого циклу будівлі – після демонтажу та зносу: «стале управління відходами після знесення будівель стало важливою практикою. Зазвичай слід розглядати три різні методи утилізації відходів від знесення: захоронення, повторне використання та переробка. Використання традиційних методів документування для оцінки впливу на навколишнє середовище різних методів утилізації на етапі завершення життєвого циклу (*EOL*) призводить до появи сотень детальних інструкцій, які необхідно зберігати. У цьому дослідженні запропоновано систему оцінки життєвого циклу (*LCA*) для оцінки та порівняння впливу на навколишнє середовище трьох згаданих вище стратегій утилізації з точки зору таких факторів, як видобуток ресурсів, втрата біорізноманіття та вплив на людину. за допомогою інформації, отриманої за допомогою типового інформаційного моделювання будівель (*BIM*). У структурі *LCA* чотири типи розподілу впливу на навколишнє середовище (а саме: відсутність, рівність, маса та економічний розподіл) використовуються для розрахунку кінцевого впливу продуктів, які будуть спільні для кількох систем продуктів. Результати показують, що конкретну стратегію

утилізації слід досліджувати, розглядаючи всю будівлю для оцінки ефективного потенціалу повторного використання/переробки. Крім того, розроблено плагін на основі *BIM (BIM-EF)* для автоматичної оцінки впливу будівель на навколишнє середовище на етапі *EOL* за допомогою *Revit Add-in Manager*. Створено дві бібліотеки даних (бібліотека даних інженерних величин і бібліотека факторів впливу на навколишнє середовище), а також створено систему кодування для зв'язку інформації, що зберігається в моделі *BIM*, і двох бібліотек даних. Нарешті, результати прикладу представлені для ілюстрації потенційних застосувань запропонованого методу»;

- у дослідженні R. Sacks [25] вивчається технологія хмарного інформаційного моделювання будівель зі штучним інтелектом для спільного міждисциплінарного проектування: «технологічні інструменти, які люди використовують для проектування будівель, перейшли від креслень до нарисної геометрії та від комп'ютерного проектування та проектування (*CAD*) до інформаційного моделювання будівель (*BIM*). Незважаючи на використання найсучаснішої технології *BIM*, міждисциплінарні команди, які проектують сучасні будівлі, все ще стикаються з численними проблемами. Моделям побудови не вистачає достатнього семантичного вмісту для належного вираження задуму проекту, одночасне проектування є складним через потребу операторів підтримувати послідовність і цілісність моделі вручну, керування варіаціями дизайну є громіздким через упаковування інформації у файли, а співпраця вимагає доробки з недосконалою сумісністю між прикладним програмним забезпеченням. У дослідженні запропоновано підхід «*Cloud BIM*» (*CBIM*) до побудови моделювання, який спрямований на автоматизацію підтримки узгодженості між об'єднаними

спеціальними моделями дисциплін шляхом збагачення моделей семантичною інформацією, яка інкапсулює задум проекту. Цей підхід вимагає нової онтології для представлення знань про зв'язки між об'єктами моделі побудови всередині та між дисциплінами. Спеціальні моделі побудови дисципліни зберігаються разом із їхньою схемою даних у графах знань і зв'язуються за допомогою об'єктів і зв'язків з онтології *SBIM*. Зв'язки встановлюються за допомогою методів семантичного збагачення зі штучним інтелектом, які розпізнають шаблони розташування, геометрії, топології тощо. Програмні методи, які працюють уздовж ланцюжків відносин *SBIM*, можуть виявляти невідповідності, які виникають у різних дисциплінах, і діяти, щоб інформувати користувачів, пропонувати суттєві виправлення та застосовувати їх у разі схвалення. Майбутні системи *SBIM* можуть надати розробникам функціональні можливості для спільного мультидисциплінарного проектування шляхом підтримки узгодженості моделі та керування версіями на рівні об'єктів»;

- у дослідженні Х. Луо [26] доводиться економічна ефективність застосування програмно-цифрових засобів у загальній концепції *BIM*–технології протягом життєвого циклу будівель у споруд: «використовуючи традиційні методи комунікації інформації та управління, дуже легко вивести управління витратами проекту з-під контролю. Інформаційна модель будівлі *BIM* (*Building Information Model*) може інтегрувати інформацію про всі етапи проекту, сприяти участі та співпраці головного органу проекту та здійснювати управління витратами до фактичного будівництва проекту, щоб реалізувати ефективне управління вартістю всього процесу від проектування до будівництва та експлуатації. Це дозволяє уникнути ситуації, коли бюджет буде перевищено після

завершення проекту. Метою дослідження є вивчення можливості застосування програмної технології *BIM* в інженерно-кошторисній спеціальності. У відповідь на проблеми в управлінні витратами в нашій країні багато вчених запропонували ввести інформаційні моделі будівель у будівельні проекти. В управлінні цінами розподілену модель *BIM* можна використовувати для вирішення проблем програмної технології *BIM*. Щоб створити модель витрат для конкретного проекту, дизайнер перетворює традиційне двовимірне інженерне креслення в тривимірну модель і детально керує вартістю проекту, щоб реалізувати справжнє управління витратами всього процесу. У цій статті використовується метод опитування, щоб пояснити дослідження застосування технології програмного забезпечення *BIM* у спеціальності інженерних витрат. Результати експерименту показують, що у 2012, 2015, 2017 та 2019 роках вартість проекту з використанням технології *BIM* знизилася на 4%, 6%, 10% та 17% відповідно, а розрахункова ефективність проекту зросла на 7%, 10 %, 12 %, 15 %. Результати дослідження показують, що програмна технологія *BIM* має практичний і надійний вплив на інженерні проекти в будівельній галузі, що може заощадити витрати на проект і підвищити ефективність розрахунків інженерних проектів».

За результатами *MLR* встановлено, що сучасні засоби інформаційного моделювання будівель і споруд у загальній парадигмі *BIM*–технології дозволяють забезпечити цифро-програмний супровід протягом всього життєвого циклу будівель і споруд, що проілюстровано на Рисунку 6.1.

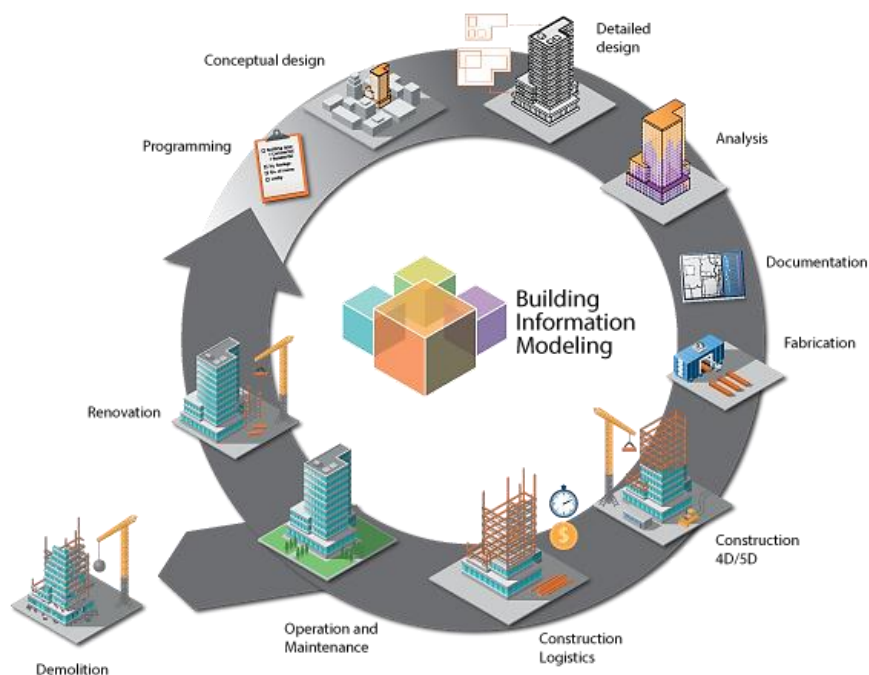


Рисунок 6.1 – Концепт-схема *BIM*–циклу будівель і споруд

Концептуальною відмінністю *BIM*-технології від встановленого порядку організації нормального проходження життєвого циклу будівельного об'єкта є забезпечення повного взаємозв'язку між учасниками процесу за допомогою інформаційно-цифрової моделі об'єкта будівництва – Рисунок 6.2.

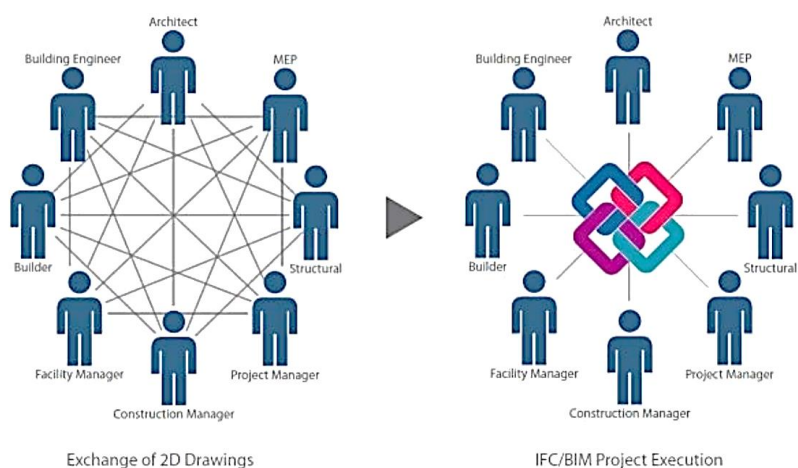


Рисунок 6.2 – Концепція *BIM*-технології: безпосередній обмін операційними даними між учасниками життєвого циклу будівельного об'єкта за допомогою інформаційно-цифрової моделі об'єкта будівництва

Також, у BIM-циклі будівельного об'єкта виділяють ряд логічних етапів, які подібні до життєвого циклу будівель і споруд, що проілюстровано на Рисунку 6.3.



Рисунок 6.3 – BIM-цикл будівельного об'єкта

Для кожного логічного етапу BIM-циклу будівельного об'єкта наведеного, на Рисунку 6.3, формується відповідні рівні деталізації базової інформаційно-цифрової моделі, що проілюстровано на Рисунку 6.4.

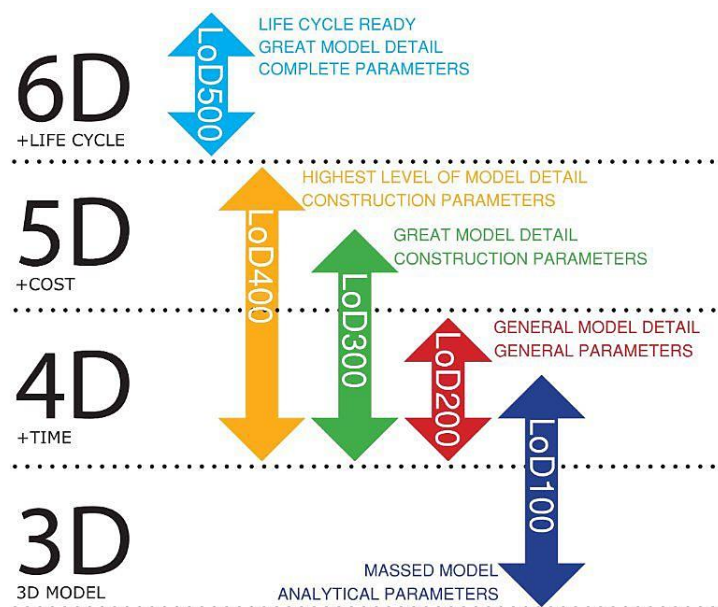


Рисунок 6.4 – Рівні деталізації базової інформаційно-цифрової моделі в залежності від логічного етапу BIM –циклу будівельного об'єкта

Наразі світовий рівень *BIM*-технологій знаходиться на початку реалізації 3 рівня керованості проектами – Рисунок 6.5.

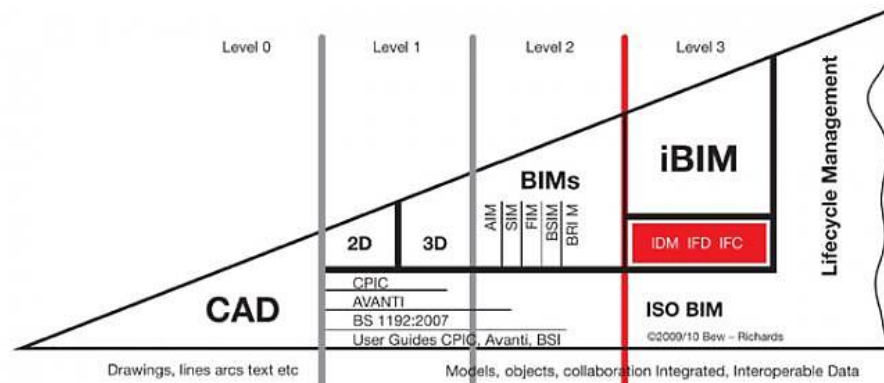


Рисунок 6.5 – Рівні менеджменту (керованості) *BIM*-проектів

Як зазначено у дослідженні Х. Луо [26] *BIM*-технологія має значні переваги перед традиційними методами менеджменту життєвого циклу будівель і споруд, що мають прямі економічні наслідки, що проілюстровано на Рисунку 6.6.

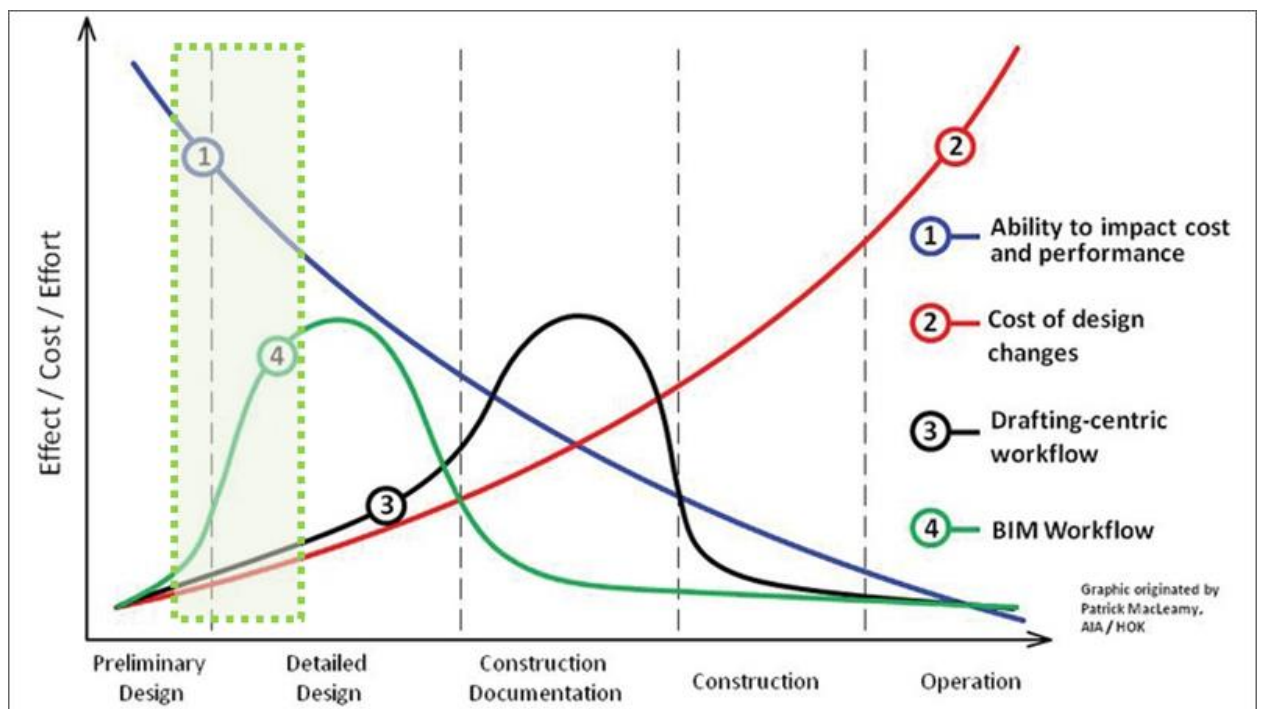


Рисунок 6.7 – Переваги використання *BIM*-технології у порівнянні з традиційними методами менеджменту життєвого циклу будівель і споруд

В фокусі дослідження клас програмного забезпечення «*Structural Design and Analysis Software*», що використовуються на етапі проектування BIM-циклу будівель і споруд (Рисунок 6.1). Скориставшись пошуком у відкритих джерелах, встановимо найбільш вживане програмні продукти для моделювання будівельних конструкцій під різними комбінаціями навантажень з розташуванням відносно рейтингів різних експертних груп – Таблиця 6.1.

Таблиця 6.1 – Рейтингова оцінка програмного забезпечення класу «*Structural Design and Analysis Software*»

Програмне забезпечення	Tribby3d [27]	Civil Engineering Web [28]	Rishabh Engineering [29]	Planning Tank [30]	Online Civil [31]	The Structural World [32]	Techviewer [33]	Rock Dell Digital [34]	LIRA-SAPR [35]	SCAD Office [36]
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Etabs	1	2	–	2	2	1	5	2	–	–
SAP 2000	2	5	–	1	1	4	3	3	2	4
Staad Pro	3	1	2	6	5	3	2	7	3	–
RAPT	4	–	–	3	–	–	–	4	–	–
Tribby3d	5	–	–	–	–	–	–	1	–	–
RAM Concept	6	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Microstran	7	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Strand 7	8	–	–	4	–	–	–	5	–	–
SPACE GASS	9	–	–	–	–	–	–	–	–	–
RAM Connection	10	–	–	5	–	–	–	6	–	–
SAFE	–	3	3	9	–	–	4	–	–	–
Tekla Structural Designer	–	4	–	–	–	5	–	–	5	2
Autodesk Robot Structural Analysis	–	–	1	7	–	2	1	–	9	–
RISA-3D	–	–	4	–	–	6	–	–	4	–
Navisworks	–	–	5	–	–	–	–	–	–	–
SkyCiv	–	–	–	8	–	–	–	–	–	–
RAM Structural System	–	–	–	–	3	8	–	–	–	–

Продовження Таблиці 6.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Midas GEN and Civil	–	–	–	–	4	7	7	–	–	–
Adapt Edge	–	–	–	–	–	9	–	–	–	–
ProtaStructure	–	–	–	–	–	10	–	–	–	–
LIRA-SAPR	–	–	–	–	–	–	–	–	1	5
RFEM	–	–	–	–	–	–	–	–	6	–
RSTAB	–	–	–	–	–	–	–	–	7	–
SCIA Engineer	–	–	–	–	–	–	–	–	8	–
SOFiSTiK	–	–	–	–	–	–	–	–	10	–
MicroFe	–	–	–	–	–	–	–	–	11	–
SCAD Office	–	–	–	–	–	–	–	–	12	1
AdvanceSteel	–	–	–	–	–	–	–	–	–	3

Крім того, експертні групи, що наводять рейтинги ПЗ класу «*Structural Design and Analysis Software*» надають переліки програмних засобів, що не увійшли в рейтинги:

- ABAQUS
- Advance Design
- Analysis 3D
- AxisVM
- BuildSoft
- CADS Analyse 3D Max
- CYPECAD & CYPE 3D
- Diamonds
- Dlubal
- Extreme Loading for Structures
- FEM-Design
- GEOSLOPE
- INDUCTA
- MasterSeries Building Design Suites
- Plaxis
- Prokon Structural Analysis
- S-FRAME ANALYSIS
- StruBIM Suite
- Struct4u
- Tower

Відповідно до експертних оцінок, наведених в Таблиці 6.1 сформуємо медіанний рейтинг ПЗ для розрахунку будівельних конструкцій під впливом навантажень (за кількістю разів обіймання першості фахових порівнянь) – Рисунок 6.7.

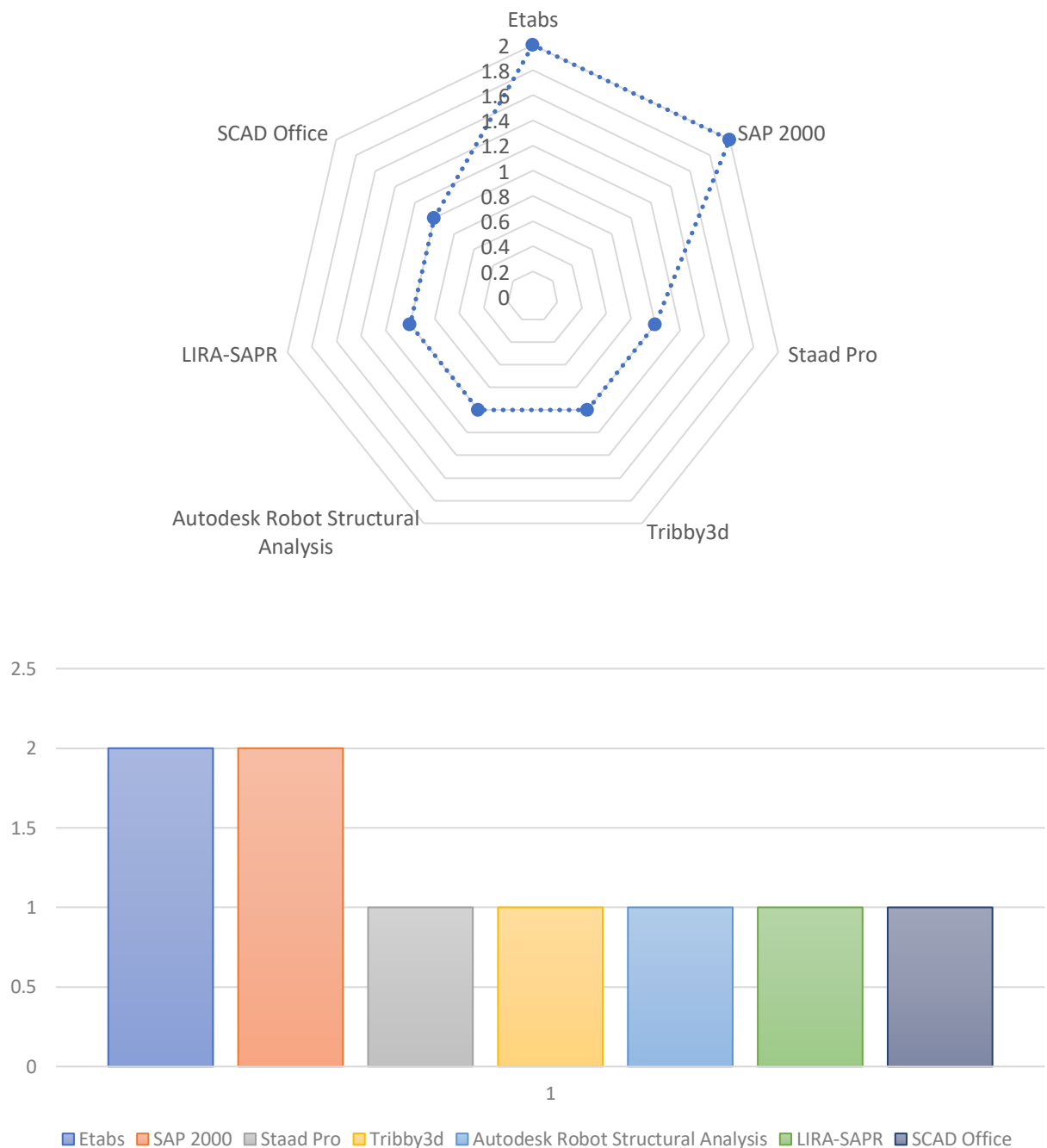


Рисунок 6.7 – Медіанний рейтинг ПЗ для розрахунку будівельних конструкцій під впливом навантажень на підставі кількості разів обіймання першості за експертною оцінкою, що наводиться в Таблиці 6.1.

Аналогічний рейтинг наводимо по кількості найбільш згадуваних програмних засобів – Рисунок 6.8.

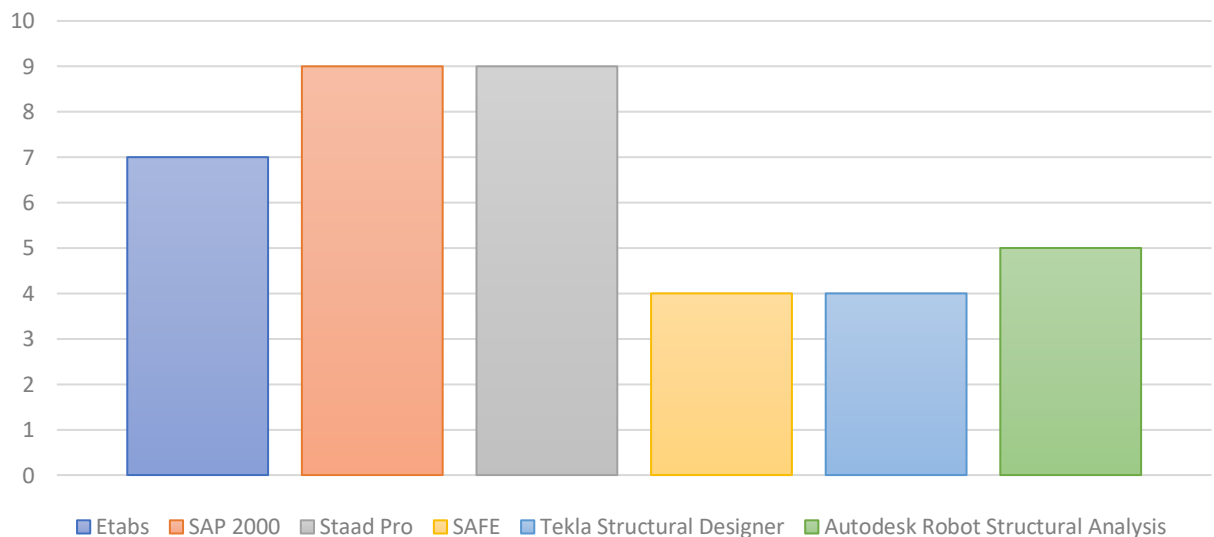
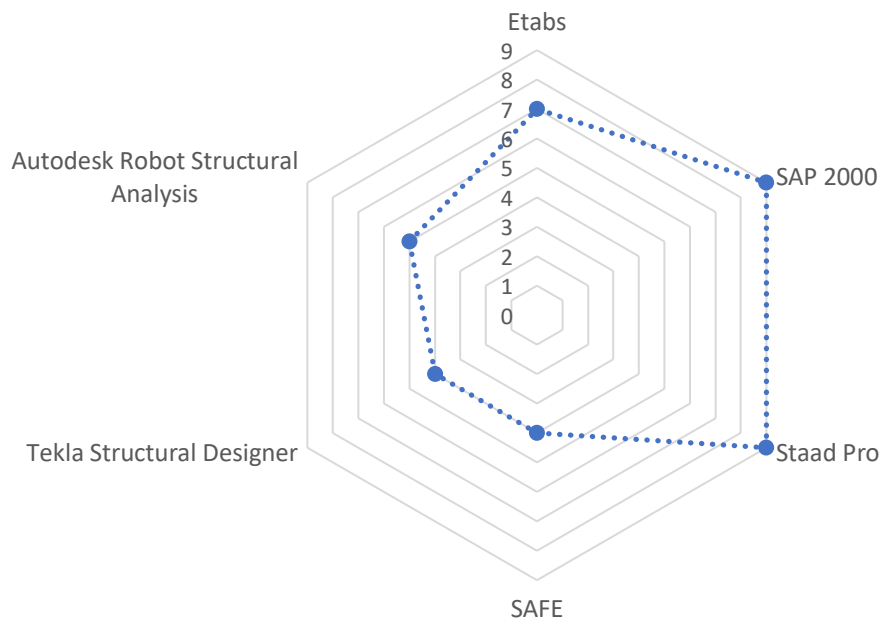


Рисунок 6.8 – Медіанний рейтинг ПЗ для розрахунку будівельних конструкцій під впливом навантажень на підставі кількості разів згадок в експертних оцінках, що наводиться в Таблиці 6.1.

На підставі медіанного рейтингу за відповідними експертними оцінками встановимо, рейтинг найбільш ревалентних програмних засобів класу «*Structural Design and Analysis Software*»:

- *Etabs*;
- *SAP 2000*;

- *Staad Pro*.

Найуживанішим спеціалізованим програмним забезпеченням є:

- *Tekla Structural Designer*;
- *Autodesk Robot Structural Analysis*;
- *SAFE*.

Отримані результати корелюються з ґрунтовним дослідженням R. Jarrah [37], що здійснити порівняння рейтингів десяти програмних програм для аналізу конструкцій за шістьма факторами: стандартизація, надійність, довговічність, зручність використання, ціна та функціональність. У дослідженні були опитані інженери-проектувальники з різних країн світу, зібрані їхні думки щодо відносної важливості шести факторів. Респондентів також попросили оцінити десять програм структурного аналізу за кожним із шести факторів. Вагові коефіцієнти були отримані за допомогою двох методів: аналітичного ієрархічного процесу (*Analytic Hierarchy Process (AHP)*) і гібридного методу, який поєднує *AHP* з ентропією Шеннона (*Shannon's entropy*). Потім було використано середнє зважене значення балів для визначення переваги програм. Результати показують, що найбільше занепокоєння користувачів викликають надійність і функціональність, а найменше – ціна. Значні відмінності в уподобаннях були також між певними групами залежно від місця розташування та багаторічного досвіду. Програми можна розділити на три групи: одна програма, яка має високу перевагу, набір програм, які є «вищими за середні», і набір програм, які є «середніми».

За результатами дослідження R. Jarrah [37] наводяться відповідні рейтинги – Таблиці 6.2, 6.3.

Ваги критеріїв для оцінки програм структурного аналізу показали, що респонденти найбільше цінують функціональність, а найменше цінують ціну. Помітні відмінності у відповідях між групами полягають у тому, що молодші професіонали, як правило, отримували *ETABS* на один бал вище, ніж більш

досвідчені інженери-конструктори, і що США отримали значно вищі оцінки *Robot Structural* порівняно з респондентами на Близькому Сході [37].

Таблиця 6.2 – Ранжування програми за балами з використанням набору даних аналізу [37]

Rank	By Mean		By Median		Excluding “Average”		AHP-Shannon’s Entropy Hybrid	
1	SAP2000	4.28	SAP2000	4.46	SAP2000	4.53	SAP2000	4.31
2	ETABS	4.04	ETABS	4.00	ADAPT	4.33	ETABS	4.13
3	SAFE	3.88	ADAPT	3.94	STAAD.PRO	4.31	SAFE	3.95
4	ADAPT	3.87	SAFE	3.94	SAFE	4.28	ADAPT	3.84
5	STAAD.PRO	3.83	STAAD.PRO	3.94	ETABS	4.25	STAAD.PRO	3.82
6	S-Concrete	3.53	S-Concrete	3.00	S-Concrete	4.05	S-Concrete	3.53
7	Robot St	3.23	Robot St	3.00	Robot St	3.48	Robot St	3.27
8	RISA	3.07	RISA	3.00	RISA	3.19	RISA	3.17
9	PROKON	2.96	PROKON	3.00	PROKON	2.89	PROKON	3.01
10	RAM St	2.95	RAM St	3.00	RAM St	2.85	RAM St	2.99

Таблиця 6.3 – Ранжування програми за балами з використанням набору даних перевірки [37]

Rank	By Mean		By Median		Excluding “Average”		AHP-Shannon’s Entropy Hybrid	
1	SAP2000	4.21	SAP2000	4.36	SAP2000	4.49	SAP2000	4.33
2	ETABS	4.06	ETABS	4.20	SAFE	4.45	ETABS	4.15
3	SAFE	3.96	SAFE	3.94	STAAD.PRO	4.43	SAFE	3.97
4	STAAD.PRO	3.70	STAAD.PRO	3.42	ETABS	4.35	ADAPT	3.86
5	ADAPT	3.66	ADAPT	3.26	ADAPT	4.30	STAAD.PRO	3.84
6	S-Concrete	3.53	S-Concrete	3.00	S-Concrete	4.10	S-Concrete	3.53
7	RISA	3.36	RISA	3.00	RISA	3.74	Robot St	3.27
8	Robot St	3.30	Robot St	3.00	Robot St	3.66	RISA	3.17
9	PROKON	3.09	PROKON	3.00	PROKON	3.25	PROKON	3.01
10	RAM St	3.08	RAM St	3.00	RAM St	3.24	RAM St	2.99

Ранжування за гібридними моделями *AHP* і *AHP*-Шеннона дало подібні результати, які збігалися з результатами набору даних перевірки. Десять програм можна класифікувати за трьома різними категоріями: значно вище середнього (*SAP2000*), вище середнього (*ETABS*, *SAFE*, *ADAPT*, *STAAD.Pro* та *S-Concrete*) і середнє (*Robot Structural*, *RISA*, *PROKON* та *RAM Structural*) [37].

Як визначив R. Jarrah [37] на вибір ПЗ класу «*Structural Design and Analysis Software*» також впливають особливості користувачів, серед яких:

- вік;
- досвід;
- локалізація.

Враховуючи отримані результати з допомогою засобу мережно-пошукової аналітики *Google Trends* [38] виконаємо оцінку поширення досліджуваних програмних засобів – Рисунок 6.9.

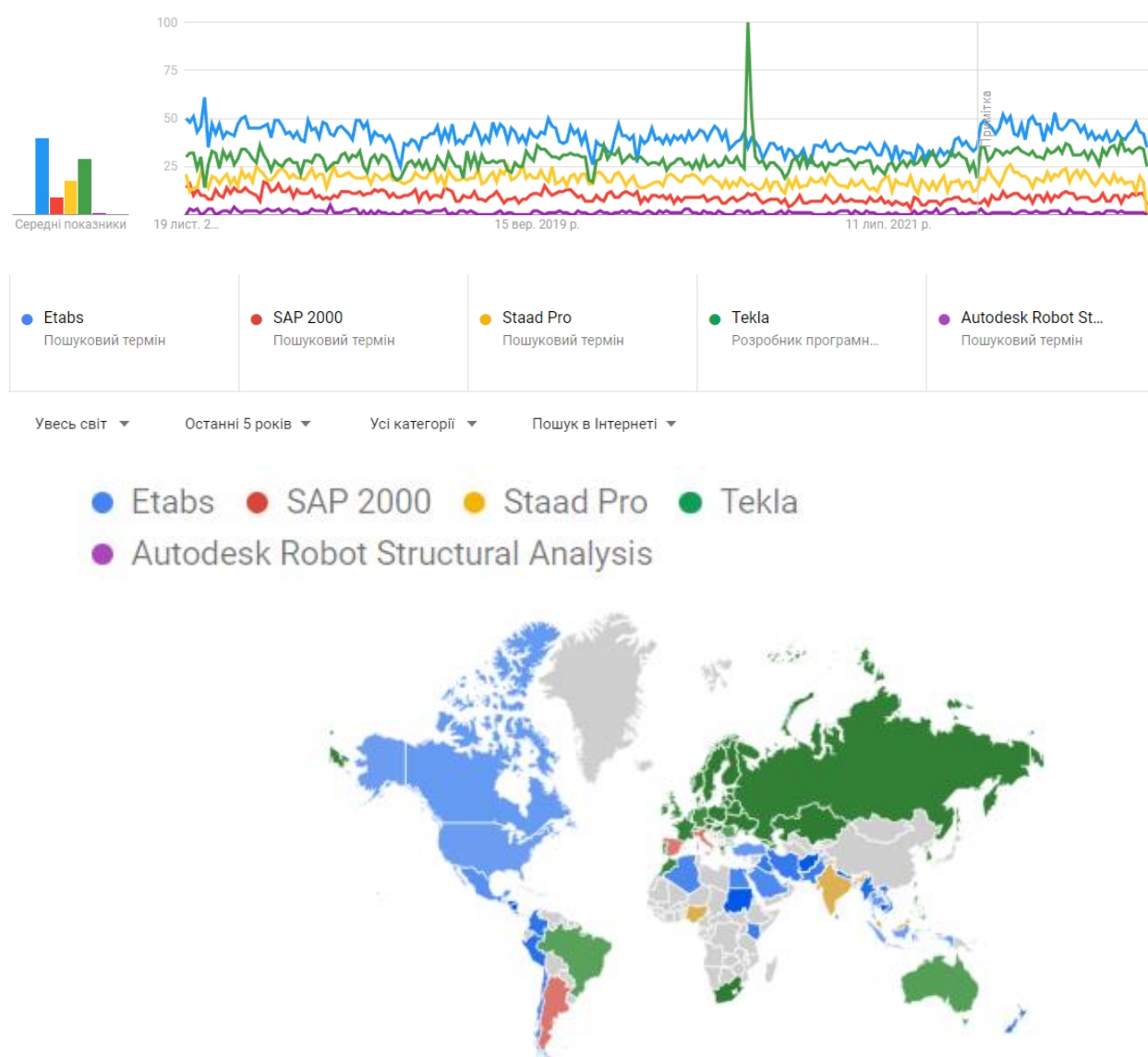


Рисунок 6.9 – Оцінка поширюваності спеціалізованого ПЗ [38]

Відповідно до даних, наведених на Рисунку 6.9, на території України найбільше поширення отримало програмне забезпечення *Tekla Structural Designer*. Однак, в Україні створені відповідні програмні засоби, що мають адекватні та ревалентні результати – ЛІРА-САПР та *SCAD Office*. Проведемо оцінку даних програмних продуктів з фокусом на поширення в Україні – Рисунок 6.10.

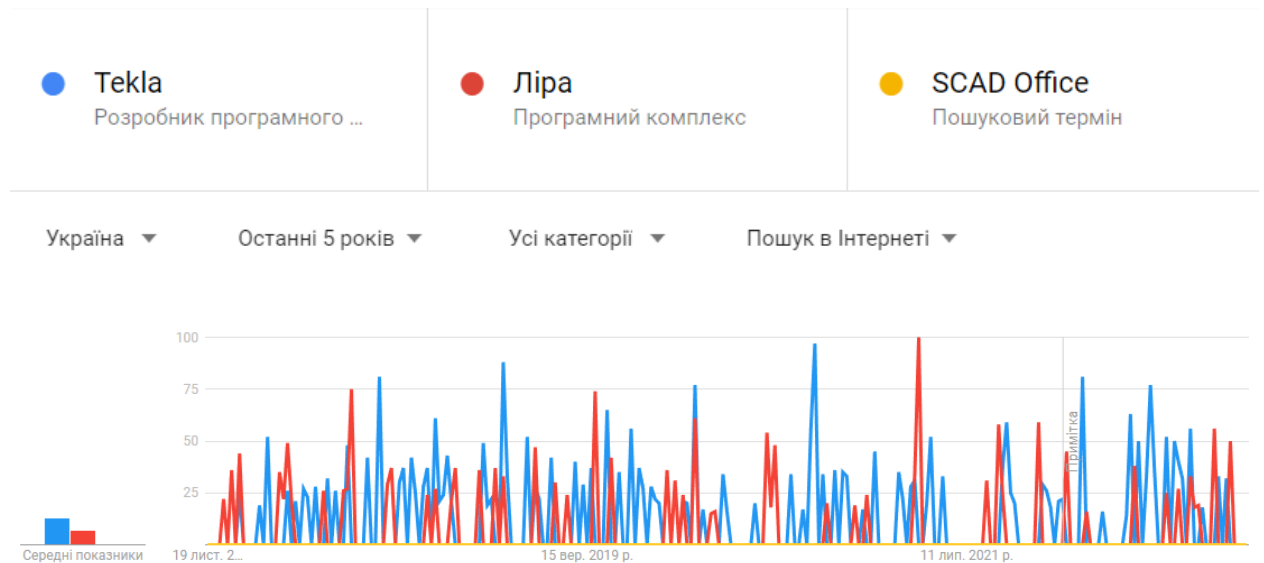


Рисунок 6.10 – Порівняння запитів щодо спеціалізованого ПЗ на території України [38]

Відповідно до результатів аналітичних оцінок в сервісі *Google Trends* [38] щодо поширюваності порівнюваних програмноцифрових засобів для моделювання будівельних конструкцій під впливом навантажень встановлено, що для українські профільні фахівці найчастіше обирають *Tekla Structural Designer* оскільки зазначене ПЗ є одним з найпоширеніших у своєму класі (Рисунок 6.11) та українське спеціалізоване ПЗ – ЛІРА-САПР, що в значній мірі поширювалось і на території країн СНГ (Рисунок 6.12). Інший український продукт *SCAD Office* не орієнтувався на внутрішній ринок, а більш профілювався на ринок РФ (Рисунок 6.13).

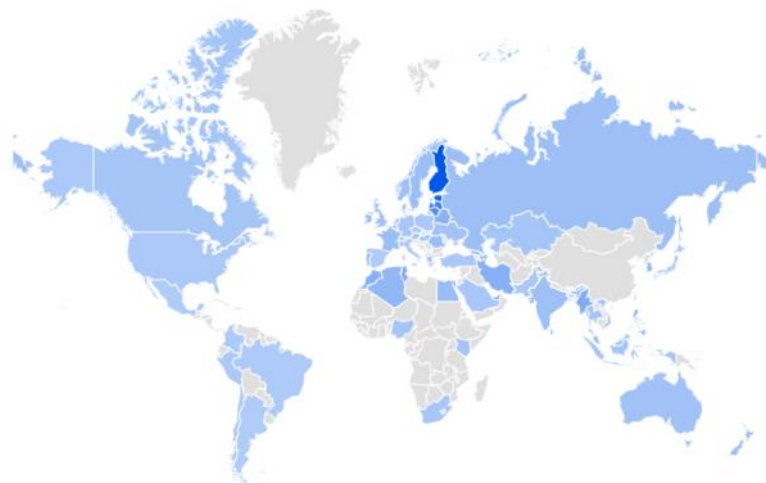


Рисунок 6.11 – Поширюваність *Tekla Structural Designer* [38]



Рисунок 6.12 – Поширюваність ЛІРА-САПР [38]



Рисунок 6.13 – Поширюваність *SCAD Office* [38]

На підставі проведених аналітичних досліджень, для подальшого вивчення в рамках поточної дисертації визначаємо наступні цифрово-програмні застосунки класу «*Structural Design and Analysis Software*»:

- *Tekla Structural Designer*;
- ЛІРА-САПР.

6.2 Порівняння провідних програмних комплексів з моделювання будівель і споруд: *Tekla Structural Designer* та ЛІРА-САПР

Програмні засоби *Tekla Structural Designer* [39] та ЛІРА-САПР [35] входять до класу «*Structural Design and Analysis Software*» (Рисунок 6.14) відповідно до чого мають спеціалізований функціональний набір, що порівнюється в Таблиці 6.4.

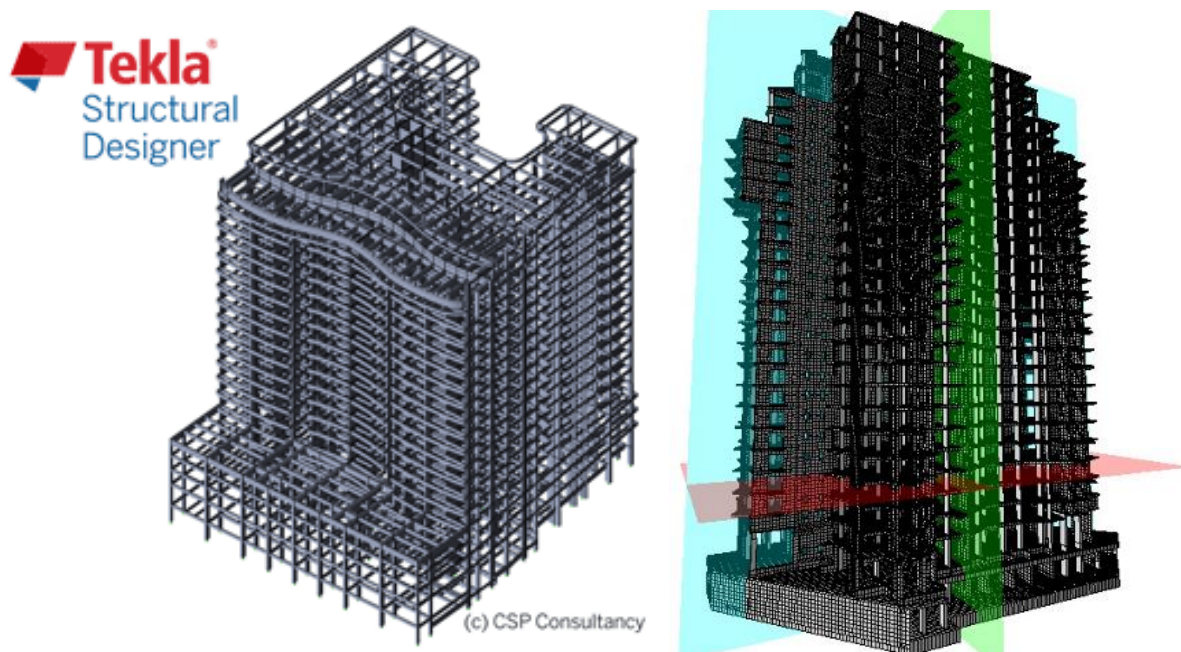


Рисунок 6.14 – Моделювання будівель і споруд в ПК *Tekla Structural Designer* та ЛІРА-САПР

Дані, що наводяться в Таблиці 6.4, декларуються розробниками досліджуваних спеціалізованих цифрово-програмних засобів.

Таблиця 6.4 – Порівняння обраних програмних комплексів для моделювання та аналізу будівель і споруд

Tekla Structural Designer [39]	ЛІРА-САПР [35]
1	2
Інтеграція в процеси BIM-циклу	
Trimble розробили Tekla Structural Designer спеціально для того, щоб допомогти інженеру-проектувальнику максимізувати співпрацю з усіма іншими сторонами проекту, включаючи архітекторів, виробників і підрядників. Інтеграція BIM пропонує плавний і ефективний спосіб підтримувати якість, скорочувати кількість переробок і стимулювати безперебійну співпрацю. Від проектування схеми до детального проектування, одна модель виконає усі вимоги до структурного аналізу та проектування, охоплюючи як гравітаційну, так і бічні системи. З Tekla Structural Designer не потрібно купувати додаткові модулі, тому відсутні витрати часу на перемикання між кількома програмними пакетами. Проектна модель може бути запущена в Tekla Structural Designer, Tekla Structures або навіть Autodesk Revit. Існує можливість синхронізувати моделі кілька разів протягом усього проекту, щоб миттєво оцінити вплив змін і створити високооптимізоване рішення.	ЛІРА-САПР реалізує технологію інформаційного моделювання будинків (BIM) і орієнтована на проектування і розрахунок будівельних конструкцій. Реалізація технології BIM забезпечується нативним зв'язком з іншими архітектурними, розрахунковими, графічними та документуючими системами (САПФІР-3D, Revit, Tekla, AutoCAD, ArchiCAD, Advance Steel, BoCAD, Allplan, STARK ES, Gmsh та ін.) на основі DXF, MDB, STP, SLI, MSH, STL, OBJ, IFC та ін. файлів. Синтез розрахункової схеми будівлі або споруди на основі керованої процедури перетворення 3D і 2D архітектурних моделей, створених в різних графічних програмах: САПФІР-3D, Allplan, Revit, AutoCAD та ін.
Аналіз будівельних конструкцій при моделюванні навантажень	
Повні вітрові навантаження на будівлю автоматично розраховуються та застосовуються до моделі, заощаджуючи час на цьому довгому та складному завданні. Враховуються всі інші бічні навантаження, які вимагаються проектом. Tekla Structural Designer автоматично генерує основну та дуже складну аналітичну модель із фізичної моделі. Незалежно від розміру або складності моделі, потужна аналітична система програмного забезпечення та багато унікальних функцій заощадять час процесу проектування. Кінцеві елементи: програмне забезпечення містить потужний механізм кінцевих елементів (Finite Element (FE)). Створення сітки FE виконується швидко і автоматизовано для будь-якої конфігурації модельованого елемента.	Розрахунок на різні види динамічних впливів сейсміка, вітер з урахуванням пульсації, вібраційні навантаження, імпульс, удар, відповідь-спектр, сейсміка на основі акселерограм. Для сейсмічних впливів реалізовані норми України, Росії, Казахстану, Азербайджану, Грузії, Франції, Алжиру та ін. Розвинена бібліотека кінцевих елементів (КЕ) дозволяє створювати комп'ютерні моделі практично будь-яких конструкцій: плоских і просторових рам, балок стінок, згинальних плит, оболонок, масивних тіл, а також комбінованих систем - плит і оболонок підпертих ребрами, плит на ґрунтовій основі, каркасних конструкцій будівель, системи "надземна будова - фундаментні конструкції - ґрунтова основа" та багато інших.

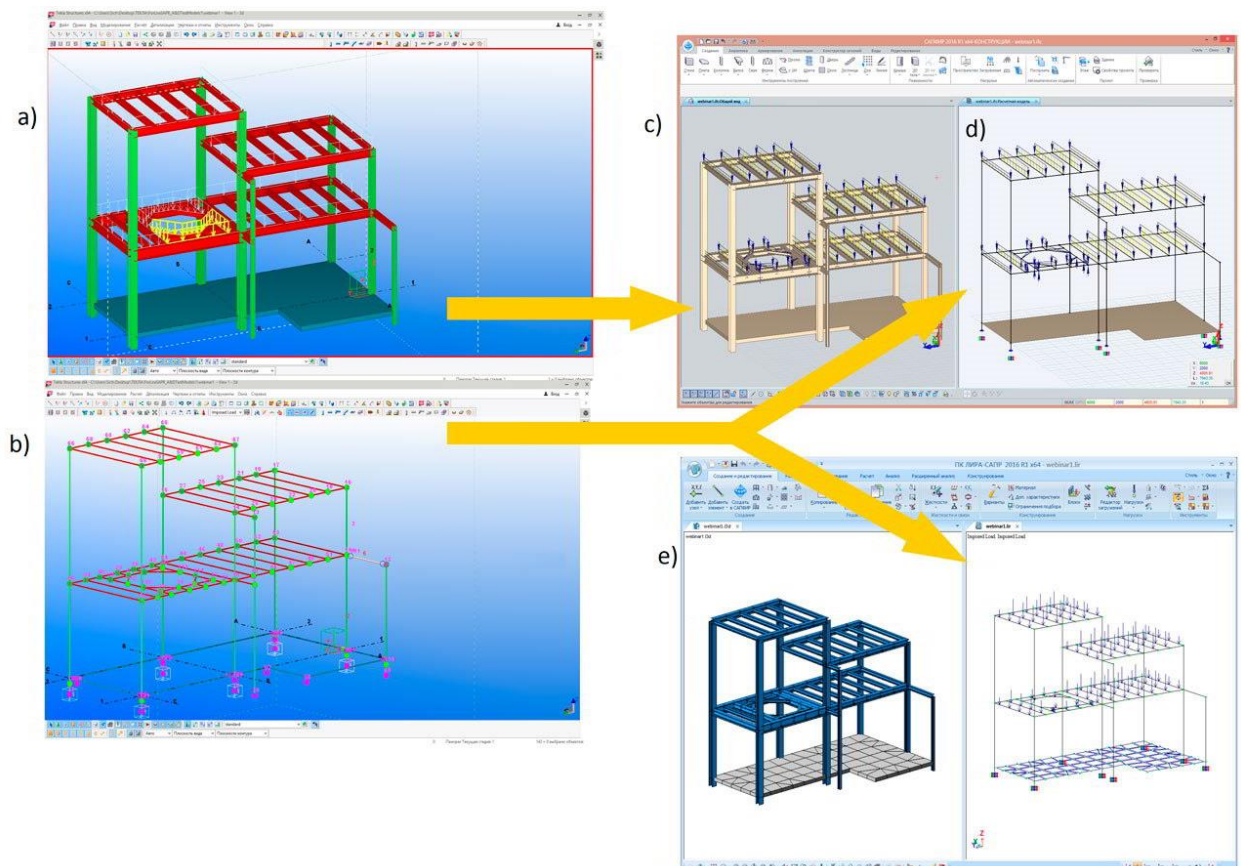
1	2
Повна прозорість: перегляд даних аналізу дуже важливий. Незважаючи на те, що Tekla Structural Designer повністю автоматизоване, дане ПЗ пропонує повністю прозорі результати аналізу, тож існує можливість досліджувати розрахункові сили, досліджувати прогини та переглядати всі розрахунки, що дає повну впевненість у результатах проектування.	Великий набір спеціальних скінченних елементів, що дозволяють складати адекватні комп'ютерні моделі для складних і неординарних споруд. Наприклад: скінченний елемент, що моделює податливість вузлів; скінченний елемент, що моделює роботу ґрунту за межами конструкції; скінченний елемент, що моделює натягувальний пристрій (форкопф) і який дозволяє забезпечувати задане первинне натягнення конструкції або знаходити необхідне натягнення, що забезпечує задану геометрію (наприклад, тенту або вантової мережі). Модулі врахування фізичної нелінійності на основі різних нелінійних залежностей σ-ϵ, забезпечують можливість комп'ютерного моделювання процесу навантаження як моно-, так і біматеріальних конструкцій, з дослідженням розвитку тріщин, проявом деформацій повзучості та текучості, аж до отримання картини руйнування конструкції. Перевірка міцності дозволяє по зусиллям в перерізі, знайденим в процесі рішення задачі визначити головні та еквівалентні напруження і здійснити перевірку за різними теоріями міцності: найбільші головні напруження, найбільші головні деформації, найбільші дотичні напруження, енергетична теорія Губера-Мізеса-Генки, теорії Мора, Друкера-Прагера, Писаренко-Лебедева, Кулона-Мора, Боткіна, Генієва. Суперелементне моделювання з візуалізацією на всіх етапах розрахунку, що дозволяє в ряді випадків прискорити рішення задачі та знизити вплив поганої обумовленості великорозмірної матриці.
Процес та можливості проектно-конструкторського моделювання	
Існує можливість швидко оптимізувати будівлі та споруди з різних матеріалів. Надається вся інформація, необхідна для створення повністю автоматизованого проекту відповідно до вибраних будівельних норм. Незалежно від складності, можливо спроектувати всі елементи та розглянути загальний 3D-дизайн будівлі в одному безперебійному процесі.	Розвинене інтуїтивне графічне середовище користувача з можливістю 3D-візуалізації розрахункової схеми на всіх етапах синтезу та аналізу. Потужна система діагностики. Численні види представлення результатів рішення задачі - в графічному (ізополя, епюри, деформовані схеми, анімація форм коливань) і табличному (переміщення, напруження, зусилля, РСЗ, РСН,

Продовження Таблиці 6.4

1	2
Програмне забезпечення миттєво створить оптимізовану конструкцію для всієї арматури всередині балок, колон, плит, плоских плит і стін. Після проектування детальні креслення арматури та точні кількості матеріалів автоматично генеруються для всієї будівлі, тобто існує можливість створювати варіанти вартості на початку процесу проектування. Tekla Structural Designer розробить усі сталеві конструкції автоматично відповідно до конкретних вимог інженера. Це включає детальне проектування та оптимізацію композитних балок, колон, балок США, ферм, розкосів і металевих секцій.	результати підбору арматури в залізобетонних елементах і перерізів сталевих елементів) дозволяє швидко провести необхідний аналіз. Режим варіантного проектування - в одній задачі користувач може варіювати перерізами елементів, матеріалами, нормативами. Перевірка і підбір перерізів залізобетонних і сталевих елементів відповідно до діючих в світі нормативів. Виконання робочих креслень стадії КМ і КЗ. Модулі врахування геометричної нелінійності, що дозволяють розраховувати, як конструкції від самого початку геометрично незмінні (гнучкі плити та балки, гнучкі ферми та ін.), так і конструкції спочатку геометрично змінні, для розрахунку яких необхідно спочатку визначити рівноважну форму під заданий вид навантаження (окремі канати, вантові ферми, вантові покриття, тенти, мембрани та ін.).
Процес формування проектної документації	
Tekla Structural Designer автоматично створює точну та детальну документацію, включаючи звіти про розрахунки, вибірку матеріалів і креслення. Креслення арматури для всієї будівлі або тоннаж сталі для оцінки – усе це доступно одним натисканням кнопки. Оскільки єдина модель містить всю інформацію про проект, існує можливість створювати документацію та приймати зважені рішення на будь-якій стадії проекту, починаючи з дуже раннього проектування схеми. Звіти про розрахунки пов'язані безпосередньо з моделлю, тому вони оновлюються автоматично.	Спеціалізований документатор який дозволяє формувати звіт, що складається з текстової, табличної та графічної інформації. Режим інтерактивних копій екрану дозволяє здійснювати фіксацію і повернення до фрагменту розрахункової схеми, а також виконувати автоматичне оновлення зображень після її зміни (перенумерація, перетріангуляція, зміна конфігурації зображуваного об'єкту).

На підставі отриманих даних Таблиці 6.4, доходимо висновку, що порівнювані спеціалізовані програмні комплекси класу «*Structural Design and Analysis Software*» є корелятивними та мають ознаки ідентичності. Наразі, навіть існує можливість кросплатформенного переносу проектної моделі з Tekla Structural Designer [39] до ЛІРА-САПР [35].

Впроваджено нову технологію «*Tekla Structural Designer*— ЛІРА-САПР — *Tekla Structural Designer*». Він дозволяє користувачеві створити модель у *Tekla Structural Designer*, потім імпортувати її в ЛІРА-САПР, виконати статичний і динамічний аналізи, вибрати перерізи елементів і арматури, експортувати результати аналізу в *Tekla Structural Designer* і надалі отримати детальні креслення і ЧПК – Рисунки 6.15, 6.16 [35].



Моделі в *Tekla Structural Designer*: а) фізична модель; б) модель аналізу
 Моделі в ЛІРА-САПР: в і г) 3D і сітчасті моделі в САПФІР; д) кінцево-елементна модель

Рисунок 6.15 – Експорт фізичних і аналітичних моделей з *Tekla Structural Designer* до ЛІРА-САПР [35]

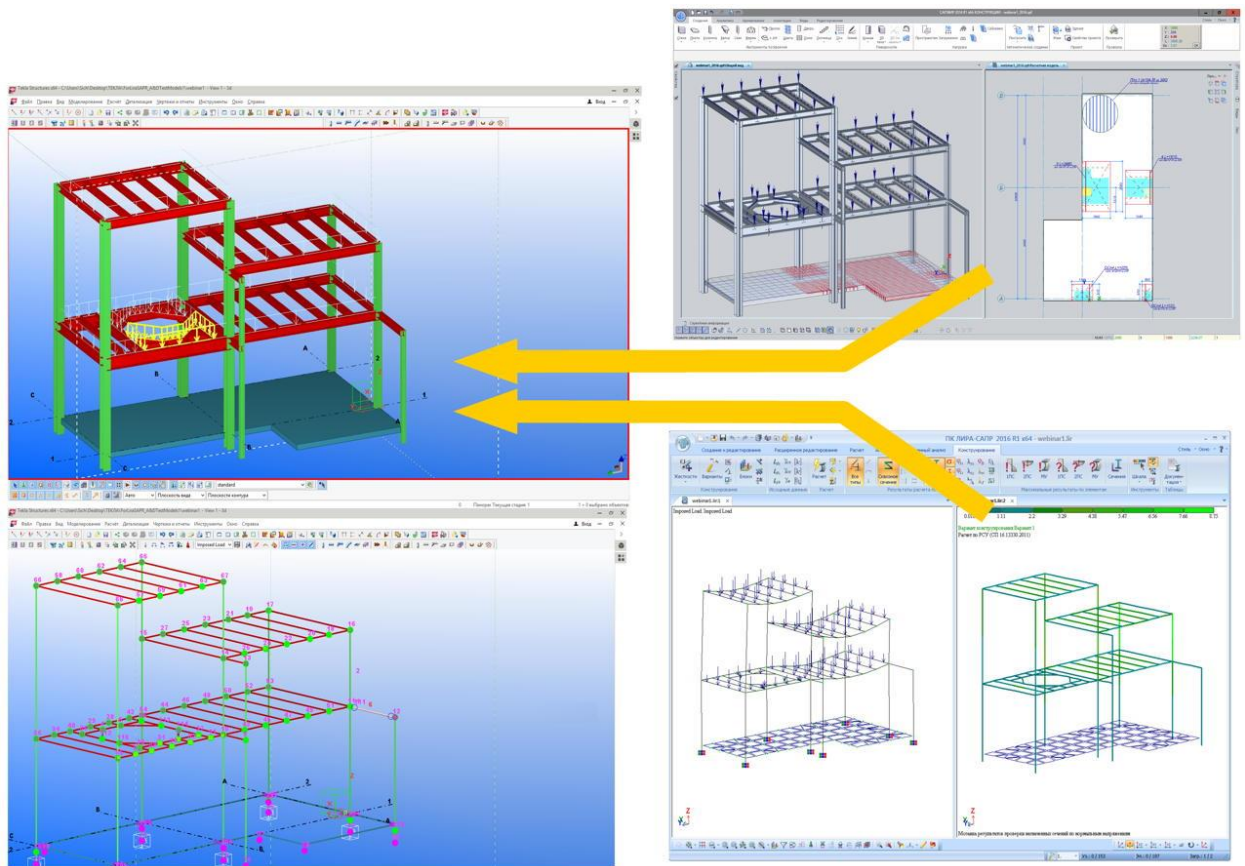


Рисунок 6.16 – Імпорт результатів аналізу з ЛІРА-САПР до *Tekla Structural Designer* [35]

У ПК *Tekla Structural Designer* [39] можна створити модель аналізу, яка включає стрижні, пластини, навантаження та граничні умови. Модель аналізу можна перенести безпосередньо з *Tekla Structural Designer* [39] у препроцесор кінцевих елементів у ЛІРА-САПР [35]. Передаються такі дані: стрижні, плити, обмеження, зосереджене навантаження, навантаження, розподілене по лінії, поверхневе навантаження. Таким чином сталеві каркаси можна передати на аналіз. У більш складних випадках, коли конструкція проектною моделі містить залізобетонні елементи, рекомендується передавати дані в препроцесор *SAPFIR* [35] для створення там кінцево-елементної моделі. Потім 3D-модель *SAPFIR* [35] генерується з фізичної моделі *Tekla Structural Designer* [39], а сіткова модель *SAPFIR* [35] генерується з моделі аналізу *Tekla Structural Designer* [39]. Такий підхід дозволяє перевірити якість сіток кінцевих елементів і використовувати фактичні розміри

залізобетонних елементів для подальшого укладання арматури в САПФІР-ЗБК [35].

Між програмами передаються наступні сталеві поперечні перерізи: прокатний двотавр, складовий двотавр, швелер, два швелери, розсунуті швелери, коробка зі швелерів, одиночний куточок, два куточки, хрестові куточки, труба, прямокутна труба, несиметричний складовий двотавр, повнотілий квадрат і -подібний переріз, тавр, лист, Z-подібний переріз та наступні стандартні поперечні перерізи: прямокутний, тавр, двотавр, швелер, коробка, кільце, коло, хрест, кут, несиметричний тавр. Інші поперечні перерізи в ПК ЛІРА-САПР [35] передається лише їх жорсткими характеристиками.

Таблиці сортamentів сталевих профілів, які використовуються у *Tekla Structural Designer* [39], можуть бути автоматично експортовані та використані в розрахунках ЛІРА-САПР [35]. Під час експорту сортamentів використовується таблиця відповідності профілів *Tekla Structural Designer* [39] та ЛІРА-САПР [35]. У таблиці зазначається, якому профілю ЛІРА-САПР відповідає кожен профіль *Tekla Structural Designer* [39]. Готова таблиця поставляється разом із ЛІРА-САПР [35]. Можливе ручне редагування цієї таблиці.

Під час розрахунку ПК ЛІРА-САПР [35] поперечні перерізи можуть змінюватися. Змінені у ПК ЛІРА-САПР [35] поперечні перерізи можуть бути імпортовані до *Tekla Structural Designer* [39].

Підібрана арматура залізобетонних елементів може бути передана *Tekla Structural Designer* [39] після того, як вона запроектована в системі САПФІР-ЗБК [35].

Таким чином, порівнювані програмні комплекси виявляються не лише подібними (мають ознаки ідентичності), але й взаємозамінними та кроплатформенними, що дозволяє організувати повноцінний двосторонній обмін аналітичними даними про проектну модель будівлі під впливом різних комбінацій навантажень.

6.3 Визначення оптимального програмно-модельного середовища для проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області

Український ПК ЛПА-САПР [35] є не тільки обґрунтованою альтернативою більш дорогим закордонним програмам для міцнісного аналізу, таким як *SAP 2000*, *STAAD Pro*, *RISA*, *RFEM*, *RSTAB*, *Robot Structural Analysis*, *SCIA Engineer*, *SOFiSTiK* та інш., але й кращим вибором для проектувальників, інженерів і конструкторів серед більш доступних *MicroFe*, *Ліра 10*, *SCAD Office*.

Особливостями ЛПА-САПР [35], що вирізняють це ПЗ з поміж аналогів є:

- використання принципів графічно-візуального програмування проектної моделі у єдиному *BIM*-середовищі та висока здатність до інтеграції моделі ЛПА-САПР в інші програмно-модельні середовища ПК класу «*Structural Design and Analysis Software*»;
- інтеграція засобів фізичної, геометричної та інженерної нелінійності;
- широкий набір граничних (кінцевих) елементів (КЕ);
- можливість врахування специфічних навантажень: наприклад, сейсмічний вплив;
- реалізація модулю проектування залізобетонних конструкцій, результати якого гармонізовані з чинними державними будівельними нормами та будівельними нормами провідних економічно розвинених країн;
- реалізація модулю проектування металоконструкцій, результати якого гармонізовані з чинними державними будівельними нормами та будівельними нормами провідних економічно розвинених країн;

- реалізація модулю проектування армокам'яних, результати якого гармонізовані з чинними державними будівельними нормами та будівельними нормами провідних економічно розвинених країн;
- формування автоматизованих аналітичних звітів, які можливо інтегрувати до проектної документації;
- підтверджена гармонізація та адаптація результатів цифропрограмного моделювання будівель і споруд з регулятивним законодавством України та провідних економічно розвинених країн, що підтверджується відповідними свідоцтвами державного зразка.

Враховуючи зазначені особливості ЛПА-САПР [35], вважаємо доцільним для проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області визначити саме це програмно-модельне середовище, що дозволить отримати проектні рішення, які відповідають вимогам державних регламентів та формують відповідний етап сучасного *BIM*-проектування.

6.4 Порівняльна характеристика профільного ПЗ: *Tekla Structural Designer* та ЛПА-САПР

Відповідно до рішень п. 6.3 поточного дослідження встановлено, що оптимальним програмно-цифровим середовищем для побудови інформаційної моделі проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області є програмний комплекс ЛПА-САПР [35].

Однак, існує можливість спільного використання інформаційного моделювання будівельних конструкцій і систем, використовуючи процесори двох визначених програмно-цифрових засобів – ЛПА-САПР [35] та *Tekla Structural Designer* [39].

Tekla Structural Designer [39] має програмно-технічну можливість генерації МКЕ-елементів будівельних об'єктів, що за посередництва

IFC–формату можуть здійснити кросплатформений перехід до цифропрограмних засобів екосистеми ЛІРА-САПР [35] – Рисунок 6.17.

Надалі отриману *МКЕ–BIM*–модель проектної будівлі можливо повністю прорахувати та підібрати необхідні перетини конструктивно-будівельних елементів, що будуть задовольняти вимогам відповідних будівельних регламентів та будуть економічно конкурентними – Рисунок 6.18.

Отримані оптимальні програмно визначені техніко-конструктивні рішення можуть бути імпортовані до цифрового середовища *Tekla Structural Designer* [39], що демонструє зворотний кросплатформений перехід – Рисунок 6.19.

Таким чином забезпечується повна кросплатформенна сумісність з одним з провідних засобів інформаційного моделювання проектних будівель і споруд – *Tekla Structural Designer* [39] – Рисунок 6.20.

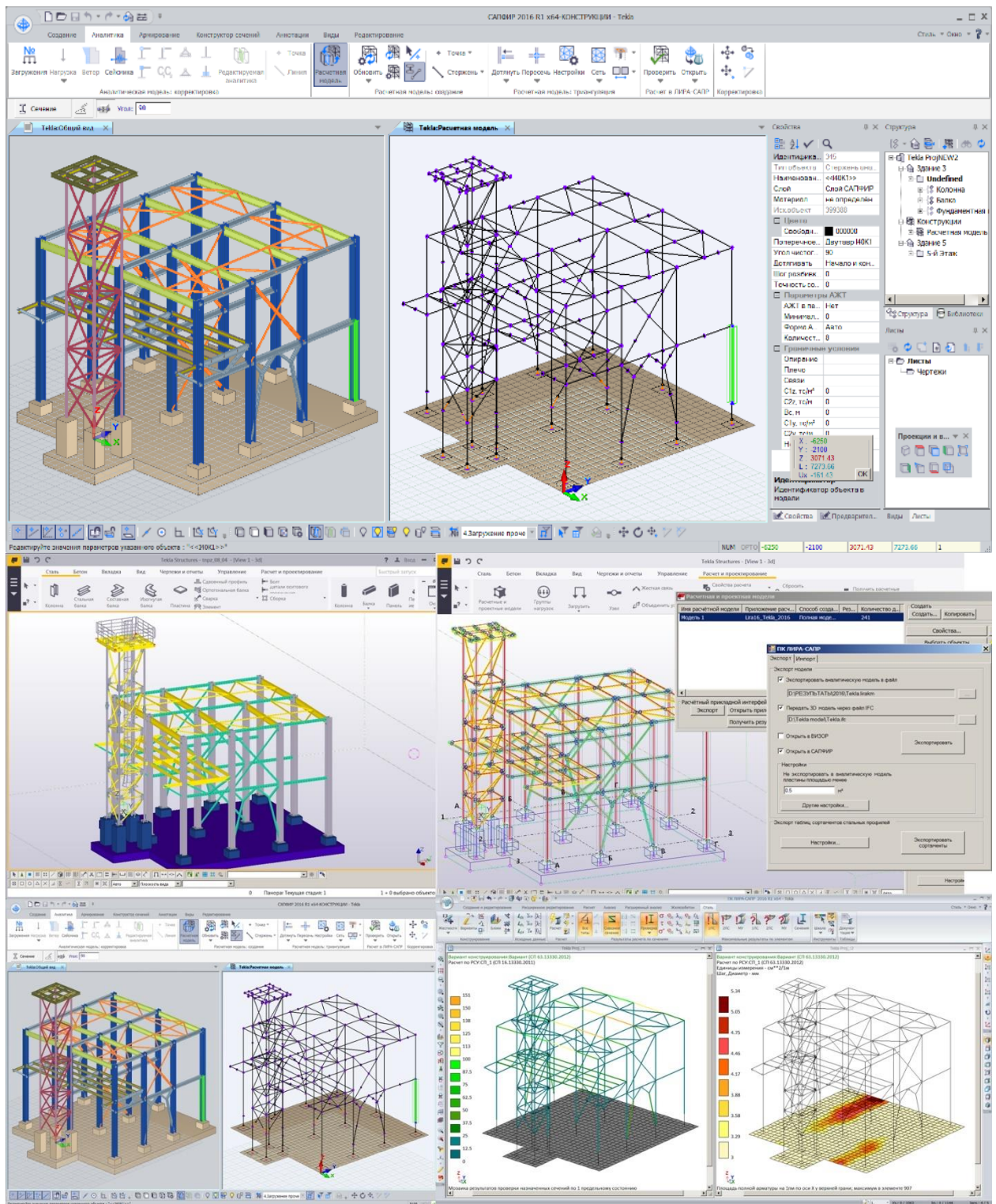


Рисунок 6.17 – Кроссплатформенный переход МКЕ–BIM–модели строительного объекта от *Tekla Structural Designer* [39] до цифровых программных средств экосистемы ЛІРА-САПР [35]

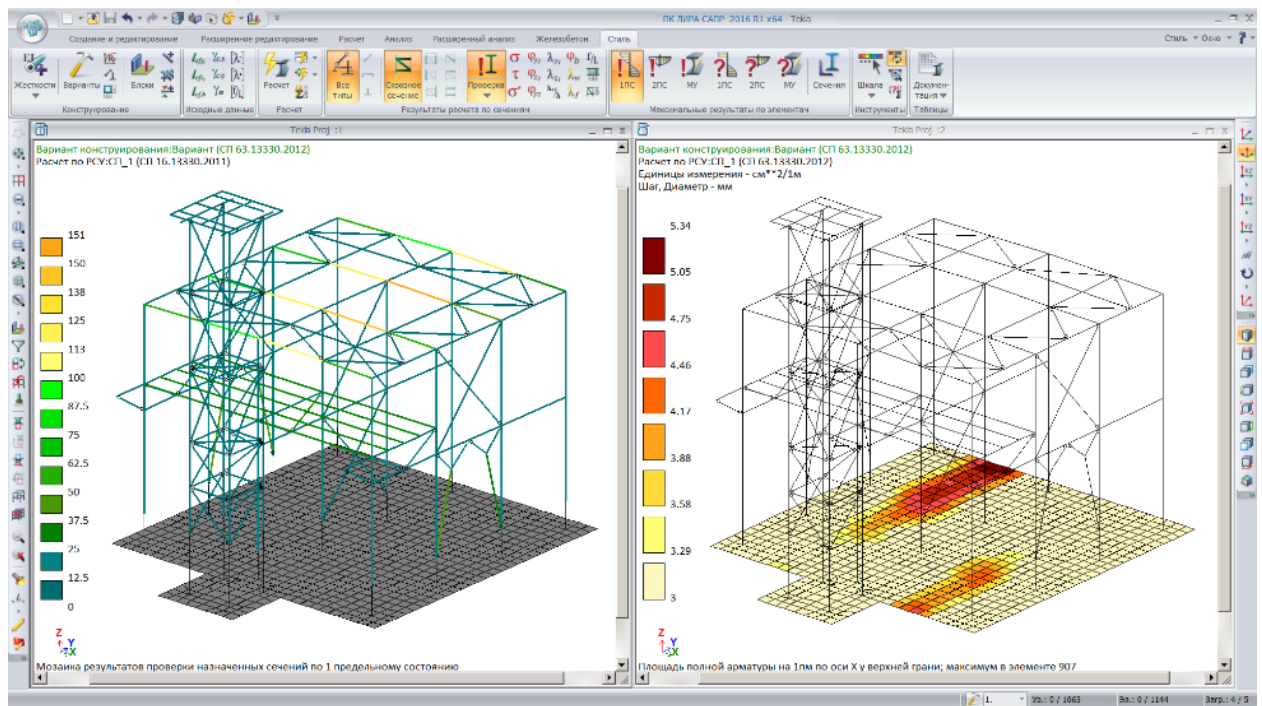


Рисунок 6.18 – Програмно-аналітичне моделювання проектного будівельного об'єкту в цифрової програмному середовищі ЛІРА-САПР [35]

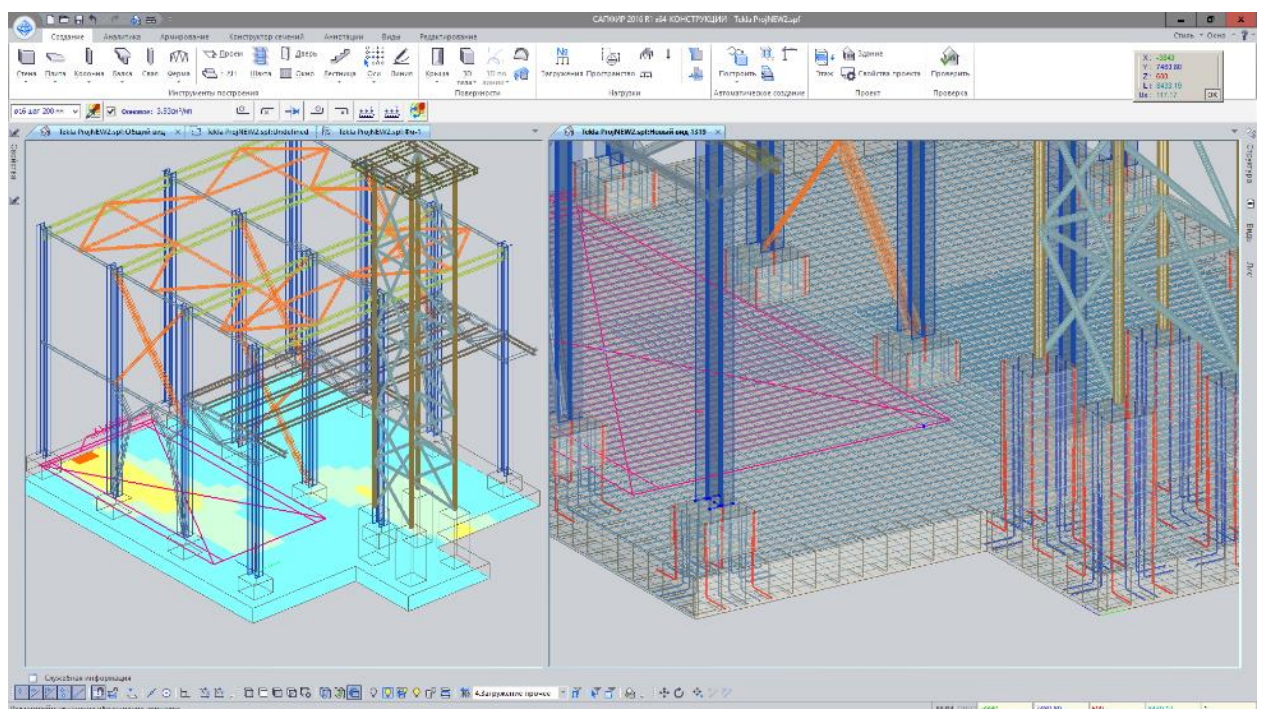


Рисунок 6.19 – Зворотний кросплатформений перехід МКЕ–BIM-моделі будівельного об'єкту від цифрових засобів екосистеми ЛІРА-САПР [35] до програмного середовища *Tekla Structural Designer* [39]

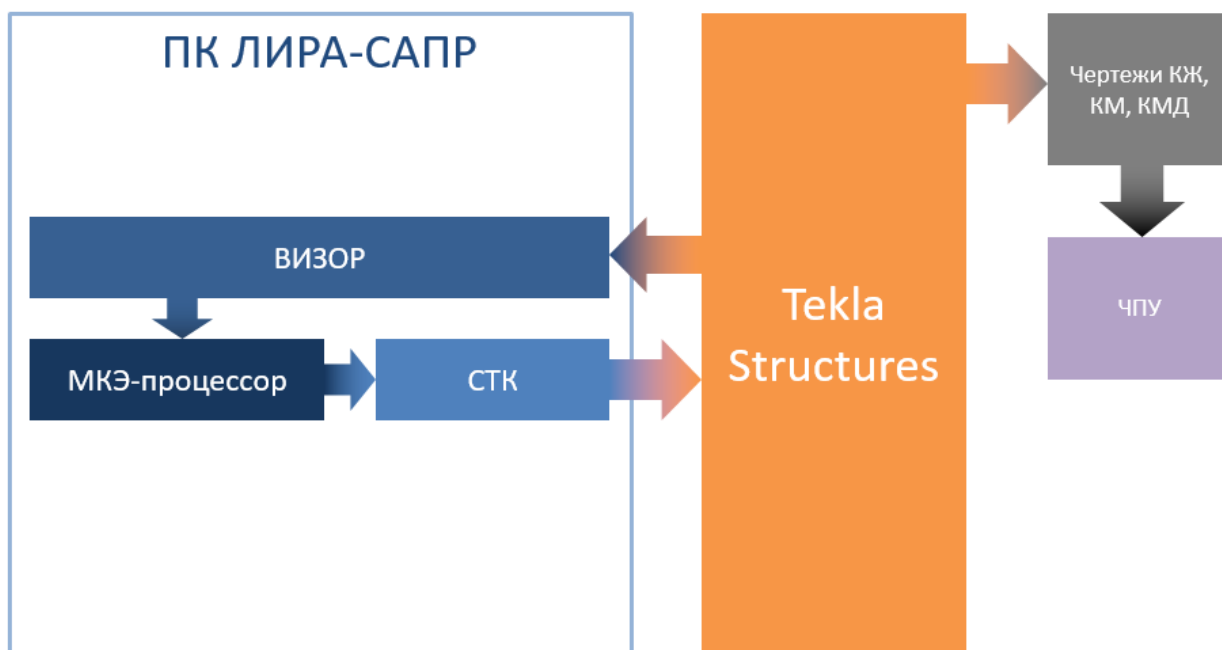


Рисунок 6.20 – Візуалізація взаємодії цифрових засобів екосистеми ЛІРА-САПР [35] з програмним середовищем *Tekla Structural Designer* [39]

Таким чином, встановлено, що спеціалізований програмний комплекс ЛІРА-САПР [35] має можливість інтеграції в провідні системи та засоби інформаційного моделювання будівель і споруд у загальній концепції «*Open-BIM*» – Рисунок 6.21.

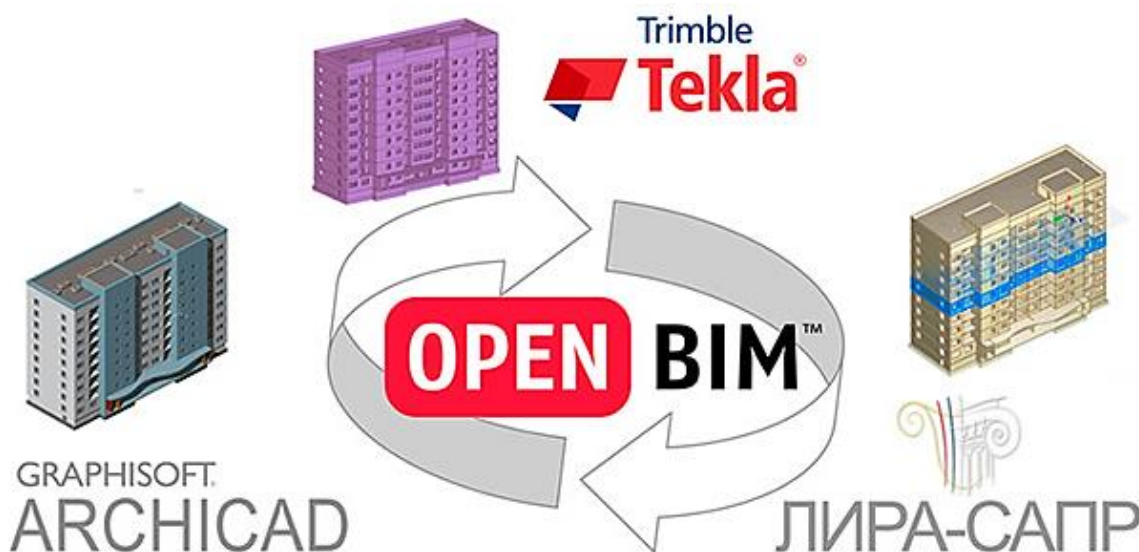


Рисунок 6.21 – Візуалізація концепції «*Open-BIM*»

Відтак, підтверджено доцільність використання ЛПРА-САПР [35] для інформаційного моделювання у проектному *ВІМ*-циклі проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області.

6.5 Вплив профільного ПЗ на проектні процеси з улаштування будівель і споруд

У програмному середовищі ЛПРА-САПР [35] було побудовано інформаційну модель об'єкту капітального будівництва – Рисунки 6.22, 6.23.

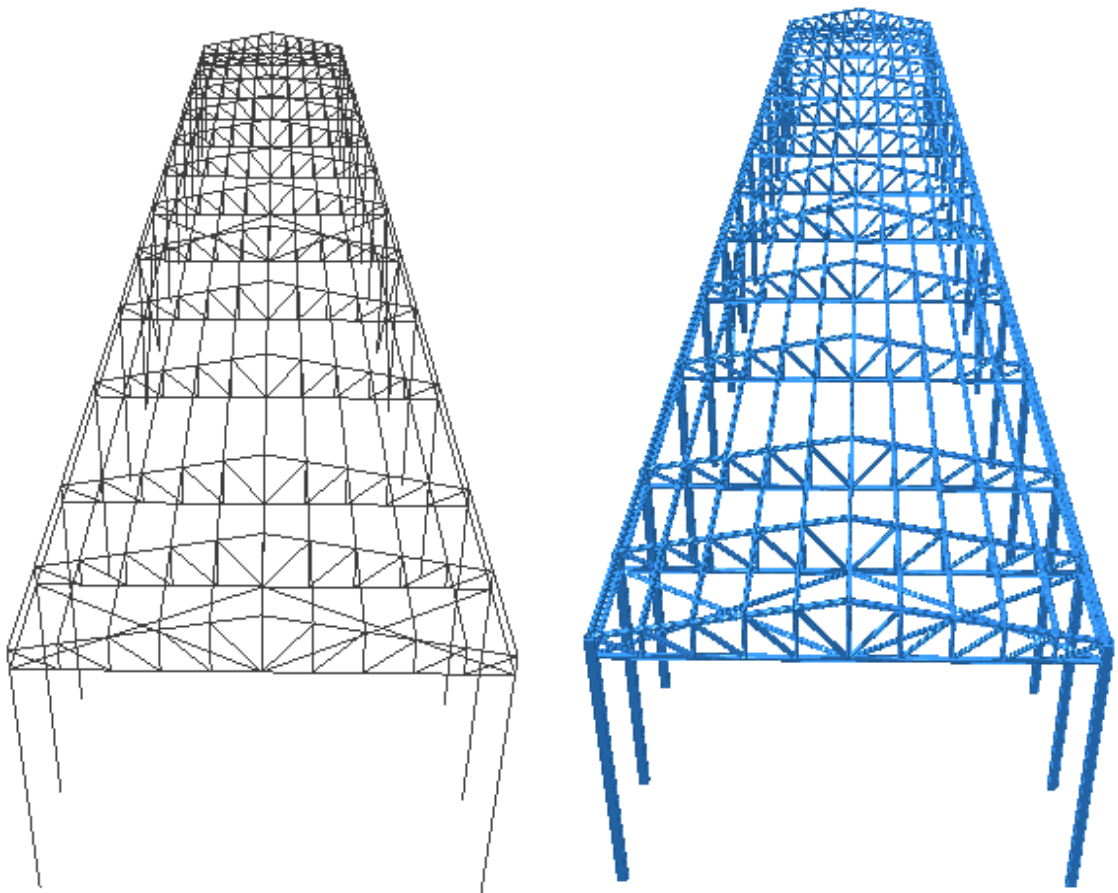


Рисунок 6.22 – Візуалізація моделі будівлі складу в ЛПРА-САПР [35]

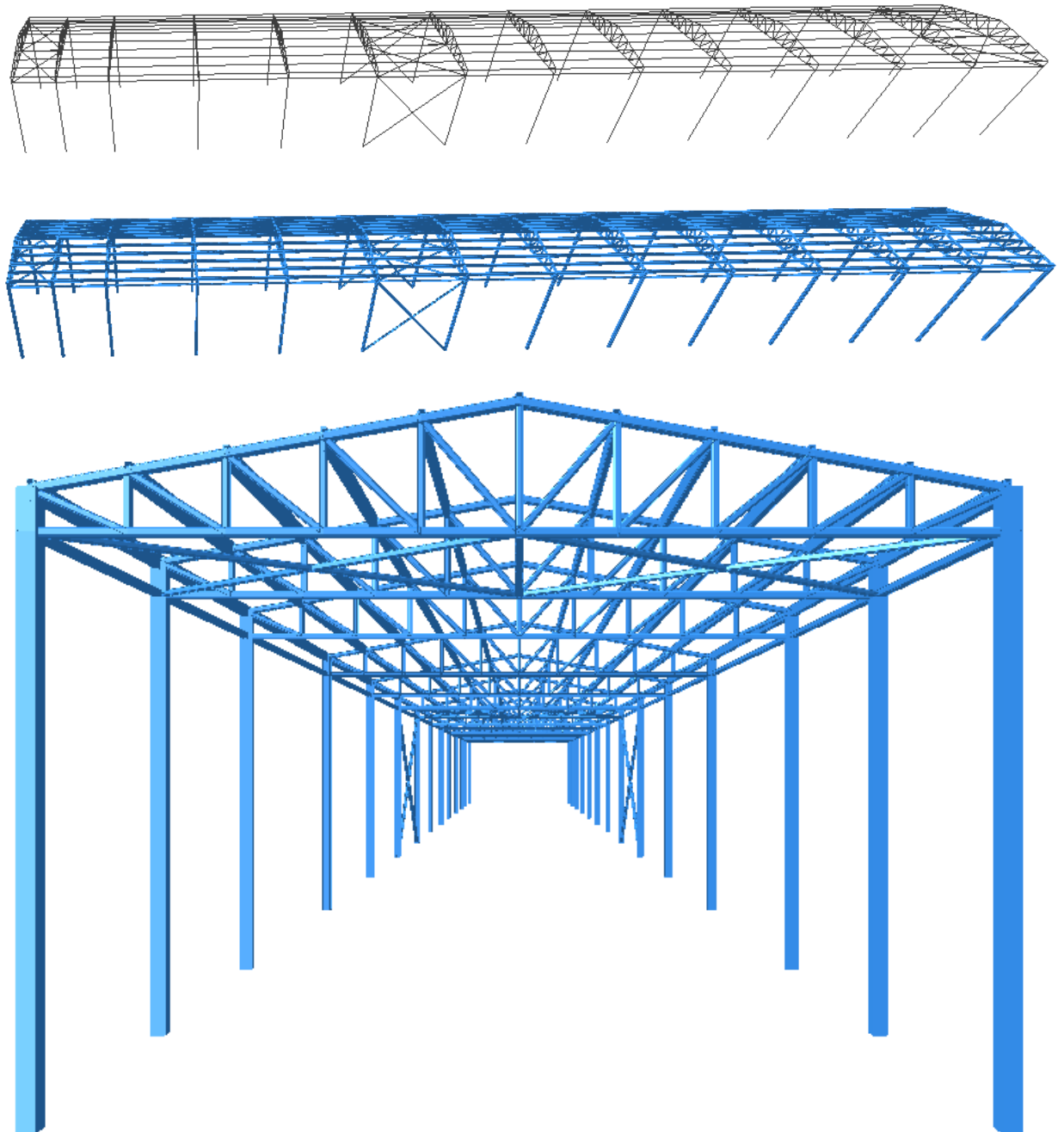


Рисунок 6.23 – Інформаційна модель проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області, виконана в програмно-цифровому середовищі ПК ЛІРА-САПР [35]

Створення інформаційно-розрахункової моделі (Рисунок 6.24), дозволило швидко перевірити проектні перерізи металокаркасу на відповідність вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43].

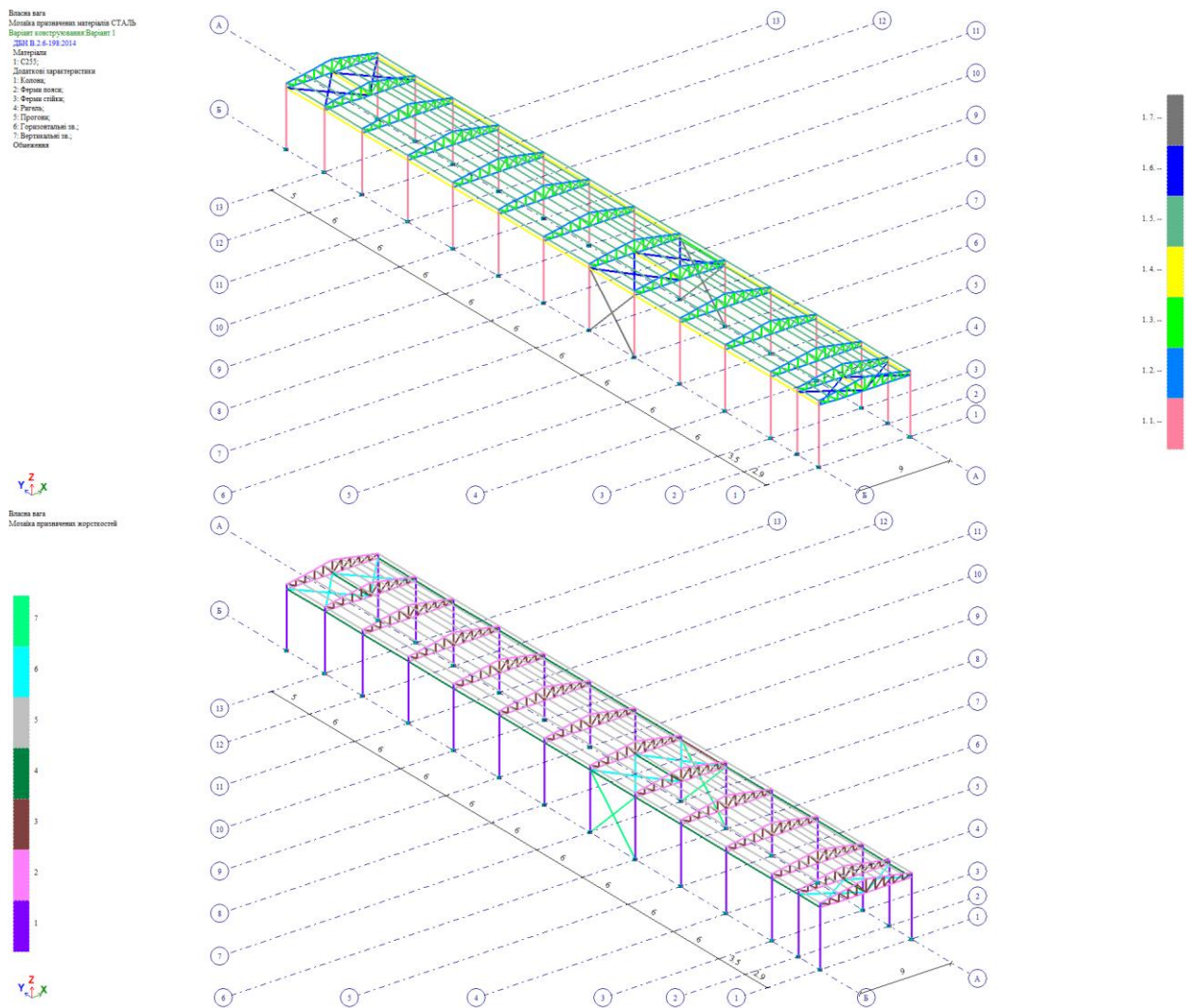


Рисунок 6.24 – Інформаційно-розрахункова модель проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області, виконана в програмно-цифровому середовищі ПК ЛІРА-САПР [35]

Відповідно до цифро-модельних розрахунків, виконаних в п. 2.3 поточного дослідження, встановлено, що попередньо визначені проектом перерізи прогонів не задовольняють вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за умовою нормативного значення прогину. Відтак, програмні модулі ПК ЛІРА-САПР [35], виконали автоматизований підбір необхідного сортаменту для конструктивного виконання прогонів – Рисунок 6.25. Повторним модельним розрахунком встановлена відповідність нормативним вимогам – Рисунок 6.26.

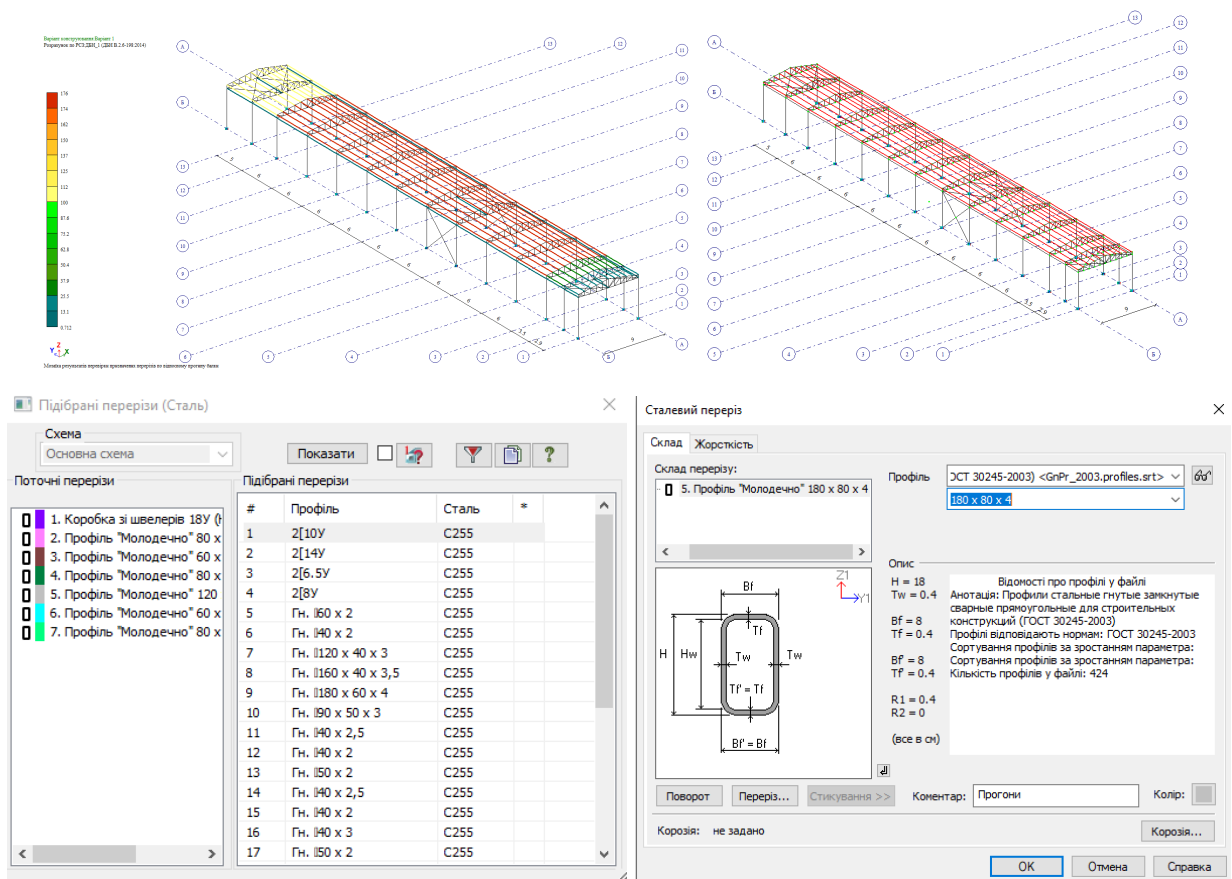


Рисунок 6.25 – Візуалізація процесу автоматизованого підбору конструктивного виконання прогонів, що задовольняють вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] за нормативним показником прогину

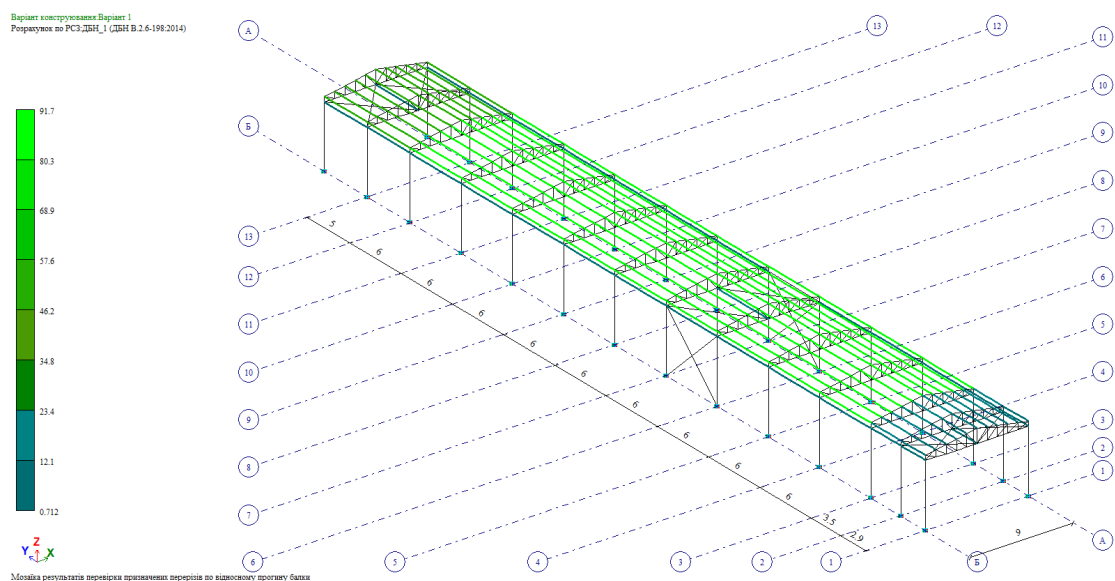


Рисунок 6.26 – Встановлення відповідності вимогам ДБН В.1.2-2:2006 [43] конструктивних елементів *BIM*-моделі

Таким чином, встановлено, що використання ПК ЛІРА-САПР [35] дозволяє виконувати оперативні та швидкі розрахунки з варіативним конструктивним виконання кожного елементу *BIM*-моделі проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області та отримати оптимальні рішення, що задовольняють нормативним вимогам та є економічно конкурентними.

6.6 Місце профільного ПЗ у структурі *BIM*-проекткування будівель і споруд

Відповідно до отриманої МКЕ–*BIM*–моделі в середовищі програмних застосунків екосистеми ЛІРА-САПР [35] існує можливість виконання повного проектного етапу *BIM*–циклу, представленого на Рисунку 6.1 (п. 6.1 поточного дослідження).

Відповідно, отримана в програмно-аналітичному середовищі ЛІРА-САПР [35] МКЕ–модель проектного об'єкту капітального будівництва транспонується до *BIM*–моделі САПФІР–3D [35] – Рисунок 6.27.

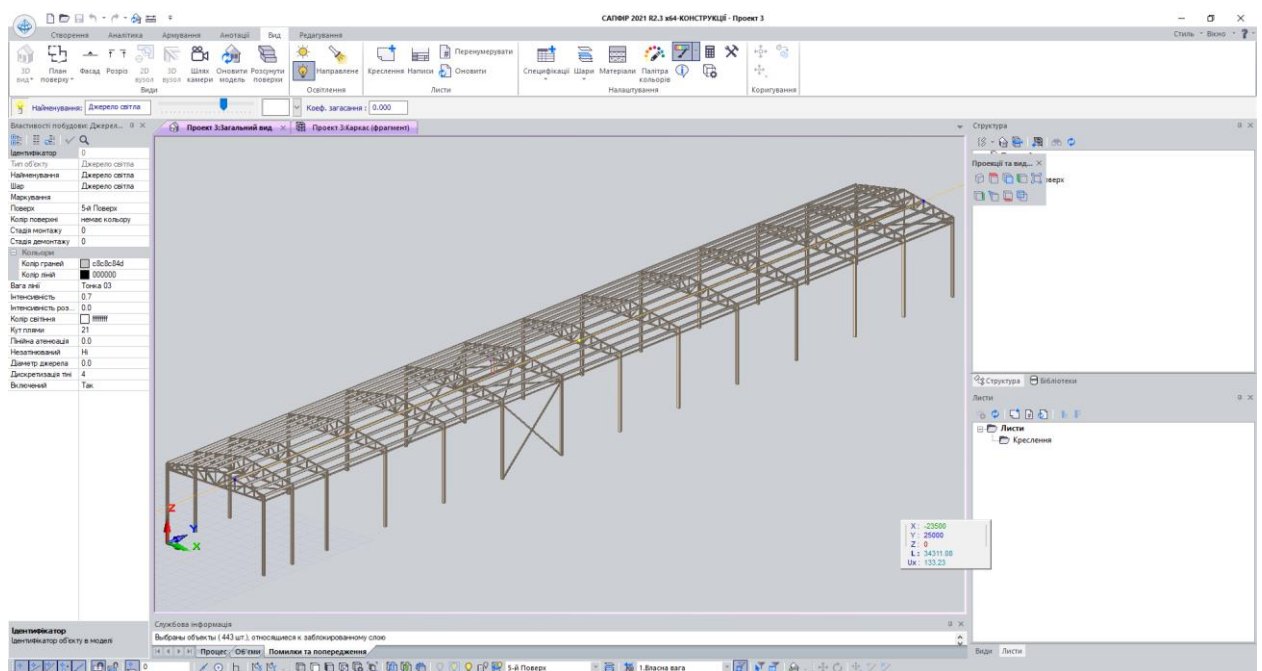


Рисунок 6.27 – Транспонування МКЕ–моделі в *BIM*–модель

Отримана МКЕ-*BIM*-модель піддається аналітичному аналізу –
Рисунок 6.28.

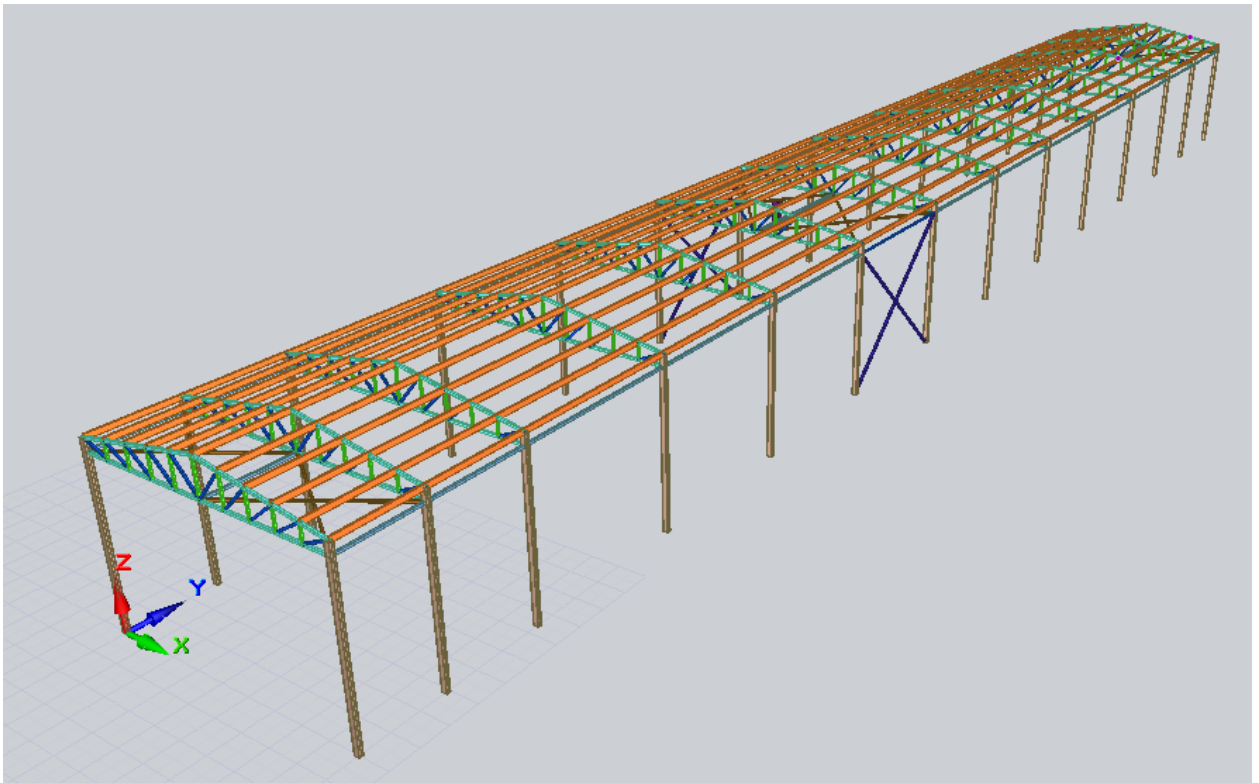


Рисунок 6.28 – Аналітичний аналіз МКЕ-*BIM*-моделі в ПК САПФІР-3D [35]

За результатами *BIM*-моделювання для проектного об'єкту капітального будівництва в екосистемі цифрових застосунків ЛПРА-САПР [35] існує можливість завершити проектний етап інформаційного моделювання, створивши відповідну проектну документацію – Рисунок 6.29.

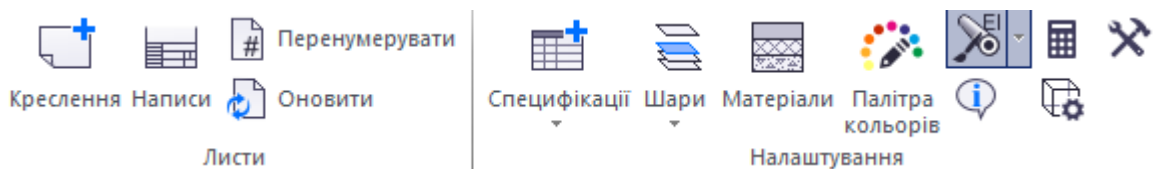


Рисунок 6.29 – Засоби розробки проектної документації на підставі МКЕ-*BIM*-моделі в екосистемі цифропрограмних засобів ЛПРА-САПР [35]

Зокрема, засоби ЛІРА-САПР [35] мають можливість створення повного набору креслень та специфікації конструктивних елементів, використовуючи інформаційну модель проектної будівлі – Рисунок 6.30.

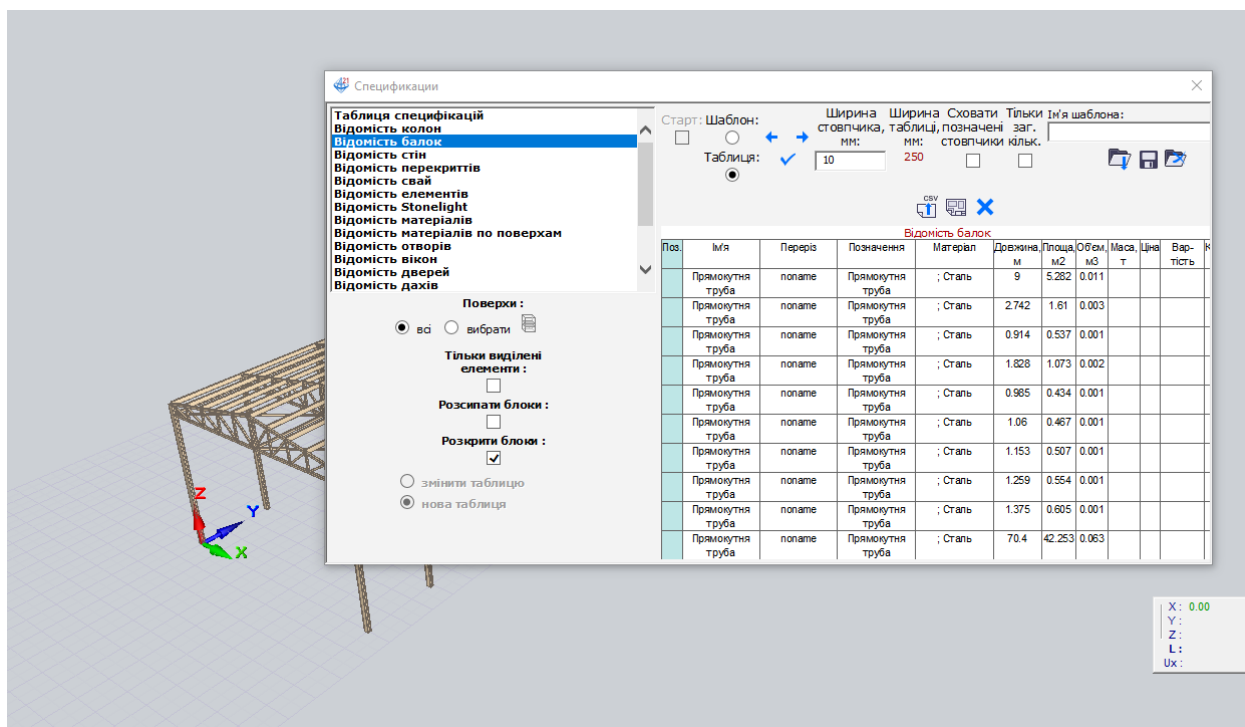


Рисунок 6.30 – Візуалізація процесу створення проектної документації для промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області в програмно-цифровому середовищі екосистеми ЛІРА-САПР [35]

Таким чином, відповідно до концепції *BIM*–циклу (Рисунок 6.1, п. 6.1 МД), цифрово-програмні засоби екосистеми ЛІРА-САПР [35] дозволяють виконати повний проектний етап інформаційного моделювання будівель і споруд, починаючи від концептуалізації проекту, через моделювання і конструювання, аналіз та автоматизоване визначення техніко-конструкційного виконання окремих будівельно-конструктивних елементів і систем до завершальної стадії – розробки повного пакету проектної документації, що включає відповідні креслення та специфікації, що необхідні для натурної реалізації будівельно-монтажного виробництва зі зведення проектного об'єкту капітального будівництва.

ВИСНОВКИ

Відповідно до поставлених мети та задач у поточному дослідженні отримані наступні результатами:

- на підставі проведених аналітичних досліджень у поточній дисертації вивчаються цифропрограмні застосунки класу «*Structural Design and Analysis Software*»: *Tekla Structural Designer* та ЛІРА-САПР;
- порівнювані програмні комплекси (*Tekla Structural Designer* та ЛІРА-САПР) виявляються не лише подібними (мають ознаки ідентичності), але й взаємозамінними та кроплатформенними, що дозволяє організувати повноцінний двосторонній обмін аналітичними даними про проектну модель будівлі під впливом різних комбінацій навантажень;
- враховуючи особливості ЛІРА-САПР [35], вважаємо доцільним для проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області визначити саме це програмно-модельне середовище, що дозволить отримати проектні рішення, які відповідають вимогам державних регламентів та формують відповідний етап сучасного *BIM*-проектування;
- виконано повний цикл проектування промислової будівлі у с. Вітрівка, Київської області, що передбачає розробку архітектурно-будівельних рішень, розрахунково-конструкторських рішень з використання цифропрограмних застосунків екосистеми ЛІРА-САПР [35], організаційно-технологічні рішення з провадження будівельно-монтажного виробництва зі зведення проектного об'єкту капітального будівництва, рішення з безпечних методів виконання БМР, розробку відповідної кошторисної документації;

- підтверджено доцільність використання ЛІРА-САПР [35] для інформаційного моделювання у проектному *BIM*–циклі проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області;
- встановлено, що використання ПК ЛІРА-САПР [35] дозволяє виконувати оперативні та швидкі розрахунки з варіативним конструктивним виконання кожного елементу *BIM*-моделі проектної промислової будівлі складу у с. Вітрівка, Київської області та отримати оптимальні рішення, що задовольняють нормативним вимогам та є економічно конкурентними;
- відповідно до концепції *BIM*–циклу (Рисунок 6.1, п. 6.1 МД), цифропрограмні засоби екосистеми ЛІРА-САПР [35] дозволяють виконати повний проектний етап інформаційного моделювання будівель і споруд, починаючи від концептуалізації проекту, через моделювання і конструювання, аналіз та автоматизоване визначення техніко-конструкційного виконання окремих будівельно-конструктивних елементів і систем до завершальної стадії – розробки повного пакету проектної документації, що включає відповідні креслення та специфікації, що необхідні для натурної реалізації будівельно-монтажного виробництва зі зведення проектного об’єкту капітального будівництва.

СПИСОК ПОСИЛАНЬ

- [1] Götz, E., Staun, J. (2022). Why Russia attacked Ukraine: Strategic culture and radicalized narratives. *Contemporary Security Policy*. doi.org/10.1080/13523260.2022.2082633.
- [2] Gomza, I. (2022). The War in Ukraine: Putin's Inevitable Invasion. *Journal of Democracy*, 33(3), 23-30. doi.org/10.1353/jod.2022.0036.
- [3] Eun, S. T. (2022). Information/Psychological Warfare in the Russia-Ukraine War: Overview and Implications. *IFANS FOCUS (열린)*, 2022(9), 1-4. cutt.ly/KXelWjY.
- [4] Roman, V. (2022). War correspondent-a distant analyst in the war in Ukraine. *International Journal of Communication Research*, 12(2). 103-106. cutt.ly/qXelLAI.
- [5] Liedtke, P. M. (2022). The World Will Never be the Same: The Russia-Ukraine Conflict as. *CADMUS*, 121. cutt.ly/JXel8jM.
- [6] Morkva, V. (2022). Not a crisis nor civil war, but a foreign aggression: Why did Russia attack Ukraine in 2014?. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 71-88. doi.org/10.17494/ogusbd.984437.
- [7] Al-Naseralla, F. (2022). *The European Union as a global actor: The Russia-Ukraine conflict starting in 2014-2022*. cutt.ly/2XeW6V4.
- [8] Lib, K. (2022). *The Holodomor as a ticking time bomb of the Ukrainian crisis from 2014 to 2022: A case study examines the 1932-1933 famine and its role in the Russian-Ukrainian conflict 2014-2022*. cutt.ly/yXeEnPx.
- [9] Clack, T., Dunkley, M. (Eds.). (2022). *Cultural Heritage in Modern Conflict: Past, Propaganda, Parade*. Taylor & Francis. cutt.ly/NXexHxY.
- [10] Kurkov, A. (2022). Culture in the cross hairs. *Index on Censorship*, 51(2), 64-66. doi.org/10.1177/03064220221110771.
- [11] Ciuriak, D. (2022). At What Cost? The Economic and Human Costs of Russia's Invasion of Ukraine. *Institut C.D.* cutt.ly/TXeRhIU.

[12] Kolisnichenko, V. (2022). Russia's war against Ukraine destroyed over 200 enterprises. *GMK-center*. cutt.ly/ZXeRMfm.

[13] Russian occupiers destroyed 154 Ukrainian factories and 1508 educational institutions only in 2 months. (2022). *Hromadske.radio*. cutt.ly/lXeTMmw.

[14] Levy, B. S., Leaning, J. (2022). Russia's War in Ukraine—The Devastation of Health and Human Rights. *New England Journal of Medicine*, 387(2), 102-105. doi.org/10.1056/NEJMp2207415.

[15] Żochowski, P. (2022). OSW Commentary-Terror, pacification, occupation Russia's actions in the occupied territories of Ukraine. cutt.ly/5Xec7pk.

[16] Luchterhandt, O. (2022). Genocide in Mariupol'. *Zeitschrift Osteuropa*, 72(1-3), 65-85. doi.org/10.35998/oe-2022-0098.

[17] Lemishko, O., Davydenko, N., Shevchenko, A. (2022). Strategic directions of the economic recovery of post-war Ukraine. *Journal of Innovations and Sustainability*, 6(2), 09-09. doi.org/10.51599/is.2022.06.02.09.

[18] Tiutiunnyk, H. (2022). Conceptual Principles of Post-War Reconstruction of Coastal Cities of Ukraine. *Innovations for achieving the sustainable development goals: Science, Education And Economics*, 205. cutt.ly/ZXebhq0.

[19] Brenner, J. (2022). Some ideas for a post-war recovery of Ukrainian cities. *Urban Research & Practice*. doi.org/10.1080/17535069.2022.2097646.

[20] United24. (2022). *The initiative of the President of Ukraine*. u24.gov.ua.

[21] План відновлення України. (2022). *Національна рада з відновлення України від наслідків війни*. recovery.gov.ua.

[22] Teng, Y. [et al.] (2022). A systematic review of the integration of building information modeling into life cycle assessment. *Building and Environment*, 109260. doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109260.

[23] Xia, H. [et al.] (2022). Study on city digital twin technologies for sustainable smart city design: A review and bibliometric analysis of geographic

information system and building information modeling integration. *Sustainable Cities and Society*, 104009. doi.org/10.1016/j.scs.2022.104009.

[24] Wang, J. [et al.] (2022). Life cycle assessment of building demolition waste based on building information modeling. *Resources, Conservation and Recycling*, 178, 106095. doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.106095.

[25] Sacks, R. [et al.] (2022). Toward artificially intelligent cloud-based building information modelling for collaborative multidisciplinary design. *Advanced Engineering Informatics*, 53, 101711. doi.org/10.1016/j.aei.2022.101711.

[26] Luo, X., Jain, A. (2022). Application of Computer BIM Software Technology in Building Information Model. In *The International Conference on Cyber Security Intelligence and Analytics*, Springer, Cham, 295-302. doi.org/10.1007/978-3-030-96908-0_37.

[27] Emil (2022). Structural Engineering Software to Learn in 2022: Top 10 Best (2022). *Tribby3d*. tribby3d.com/blog/ structural-engineering-software.

[28] Singh, S. (2022). 5 Best Structural Design and Analysis Software. *Civil Engineering Web*. civilengineeringweb.com/2022/07/best-structural-design-analysis-software.html.

[29] *The 5 Best Civil Engineering Structural Analysis And Design Software Tools* (2022). Rishabh Engineering. rishabheng.com/blog/top-5-software-for-civil-engineering-structural-design.

[30] *12 Best Structural Engineering Software* (2022). Planning Tank. planningtank.com/software-tools/12-best-structural-engineering-software.

[31] Britto, T. (2022). Top 5 Structural Design Softwares. Online Civil. onlinecivilforum.com/site/top-5-structural-design-softwares.

[32] Top 10 3D-Structural Analysis and Design Software for Building Design (2022). The Structural World. thestructuralworld.com/2019/09/06/top-10-3d-structural-analysis-and-design-software-for-building-design.

[33] John (2022). Best Engineering Software in 2022. Techviewer. techviewer.com/best-engineering-software-in-2020.

[34] 7 Most Popular Structural Engineering software for 2022 (2022). Rock Dell Digital. rockdelldigital.com/7-most-popular-structural-engineering-software-for-2022.

[35] *Порівняння ЛІРА-САПР з іншими розрахунковими програмами* (2022). ЛІРА-САПР. liraland.ua/lira/product-comparison.php.

[36] Зміни (2022). SCAD Office. scadsoft.com/ua/changes.

[37] Jarrah, R., Chen, C. R., Kassem, M. (2022). Ranking structural analysis software applications using AHP and Shannon's entropy. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 21(3), 900-907. doi.org/10.1080/13467581.2021.1900858.

[38] *Google Trends* (2022). trends.google.com.ua/trends.

[39] *Tekla Structural Designer* (2022). Trimble. tekla.com/products/tekla-structures.

[40] Макарівська селищна рада. Офіційний веб-сайт. new.makariv-rada.gov.ua.

[41] ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 *Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=26655.

[42] ДБН В.2.1-10:2018 *Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78687.

[43] ДБН В.1.2-2:2006 *Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6617.

[44] ДБН Б.2.2-12:2019 *Планування та забудова територій*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83211.

[45] ДБН Б.2.2-5:2011 *Планування та забудова міст, селищ і функціональних територій. Благоустрій територій*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27978.

[46] ДБН В.2.2-43:2021 *Будівлі та споруди. Складські будівлі. Основні положення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98057.

[47] СНиП 2.09.02-85* *Виробничі будівлі*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48098.

[48] ДБН В.2.2-28:2010 *Будинки і споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=27263.

[49] ДСТУ Б В.2.2-29:2011 *Будинки і споруди. Будівлі підприємств. Параметри* (ГОСТ 23838-89, MOD). ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27995.

[50] ДСТУ Б В.1.1-36:2016 *Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65419.

[51] ДБН В.1.1-7:2016 *Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=68456.

[52] ДБН В.1.2-7:2021 *Основні вимоги до будівель і споруд. Пожежна безпека*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98030.

[53] ДБН В.1.2-14:2018 *Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=78683.

[54] ДСТУ 8855:2019 *Будівлі та споруди. Визначення класу наслідків (відповідальності)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=83254.

[55] ДБН В.2.5-28:2018 *Природне і штучне освітлення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=79885.

[56] ДБН В.2.5-56:2014 *Системи протипожежного захисту*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=59526.

[57] ДСН 3.3.6.042-99 *Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=14283.

[58] ДСТУ Б В.2.7-43-96 *Бетони важкі. Технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=4044.

[59] ДСТУ 3760:2019 *Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=82146.

[60] ДБН В.2.6-98:2009 *Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26677.

[61] ДСТУ 8539:2015 *Прокат для будівельних сталевих конструкцій. Загальні технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64876.

[62] ДБН В.2.6-198:2014 *Сталеві конструкції. Норми проектування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=58106.

[63] ДСТУ EN 14509:2017 *Панелі теплоізоляційні самонесійні з двобічним металевим облицюванням. Вироби заводського виготовлення. Технічні умови (EN 14509:2013, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=75633.

[64] ДБН В.2.6-160:2010 *Конструкції будинків і споруд. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26933.

[65] ДСТУ 8802:2018 *Вироби з тонколистової сталі із захисно-декоративним покриттям для будівництва. Загальні технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78624.

[66] ДБН В.2.6-220:2017 *Покриття будівель і споруд*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=72201.

[67] ДСТУ Б В.2.7-61:2008 *Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25434.

[68] ДСТУ Б В.2.7-137:2008 *Будівельні матеріали. Блоки з ніздрюватого бетону стінові дрібні. Технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=40024.

[69] ДБН В.2.6-162:2010 *Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=26738.

[70] ДСТУ EN 14351-1:2020 *Вікна та двері. Вимоги. Частина 1. Вікна та зовнішні двері (EN 14351-1:2006 + A2:2016, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=90350.

[71] ДСТУ EN 13241:2019 *Двері та ворота промислових, торговельних і гаражних приміщень. Стандарт на продукцію, експлуатаційні характеристики (EN 13241:2003 + A2:2016, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=85714.

[72] СНиП 2.03.13-88 *Підлоги*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4122.

[73] ДБН В.2.5-74:2013 *Водопостачання. Зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=54058.

[74] ДБН В.2.5-64:2012 *Внутрішній водопровід та каналізація. Частина I. Проектування. Частина II. Будівництво*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=29848.

[75] ДБН В.2.5-67:2013 *Опалення, вентиляція та кондиціонування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=50154.

[76] ДСТУ-Н Б В.2.5-80:2015 *Настанова з проектування систем електропостачання промислових підприємств*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=63305.

[77] ДСТУ Б В.2.5-82:2016 *Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=65395.

[78] ПУЕ *Правила улаштування електроустановок (перше переглянуте, перероблене, доповнене та адаптоване до умов України видання)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=72758.

[79] ДБН В.2.6-31:2021 *Теплова ізоляція та енергоефективність будівель*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98037.

[80] ДСТУ 8768:2018 *Двотаври сталеві гарячекатані. Сортамент*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=77843.

[81] ДСТУ 3436-96 *Швелери сталеві гарячекатані. Сортамент (ГОСТ 8240-97)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=6500.

[82] ДСТУ Б В.2.6-8-95 (ГОСТ 30245-94) *Будівельні конструкції. Профілі сталеві гнуті замкнуті зварні квадратні і прямокутні для будівельних конструкцій. Технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4051.

[83] ДСТУ 2251:2018 *Кутики сталеві гарячекатані рівнополічні. Сортамент*. «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=78191.

[84] ДСТУ 8540:2015 *Прокат листовий гарячекатаний. Сортамент*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=64878.

[85] ДБН А.2.2-3:2014 *Склад та зміст проектної документації на будівництво*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58105.

[86] ДБН А.3.1-5:2016 *Організація будівельного виробництва*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=64312.

[87] ДБН А.2.1-1-2008 *Інженерні вишукування для будівництва*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=40217.

[88] ДБН В.1.3-2:2010 *Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Геодезичні роботи у будівництві*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25911.

[89] ДСТУ-Н Б В.1.3-1:2009 *Система забезпечення точності геометричних параметрів у будівництві. Виконання вимірювань, розрахунок та контроль точності геометричних параметрів. Настанова*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25920.

[90] ДБН А.3.2-2-2009 *Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=25399.

[91] НАПБ А.01.001-2014 *Правила пожежної безпеки в Україні*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60541.

[92] НПАОП 0.00-1.80-18 *Правила охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=77156.

[93] ДСТУ Б В.2.8-10-98 *Стропи вантажні. Технічні умови*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=4931.

[94] ДСанПіН *Державні санітарні норми та правила. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073.

[95] ДБН В.1.2-5:2007 *Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Науково-технічний супровід будівельних об'єктів*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21673.

[96] ДБН А.2.2-1:2021 *Склад і зміст матеріалів оцінки впливів на навколишнє середовище (ОВНС)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98038.

[97] *Порядок прийняття в експлуатацію закінчених будівництвом об'єктів*. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 13 квітня 2011 р. № 461 (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 8 вересня 2015 р. № 750). Верховна Рада України (2022). zakon.rada.gov.ua/laws/show/461-2011-%D0%BF#Text.

[98] ДСТУ Б В.2.6-169:2011 *З'єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=28049.

[99] ДСТУ EN 1708-2:2019 *Зварювання. Зварні з'єднання сталевих елементів. Частина 2. Зварні з'єднання конструкційних елементів, на які не діє внутрішній тиск (EN 1708-2:2018, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=85674.

[100] ДСТУ Б В.2.6-156:2010 *Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=26932.

[101] ДСТУ Б В.2.6-193:2013 *Захист металевих конструкцій від корозії. Вимоги до проектування*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=55879.

[102] ДСТУ-Н Б В.2.6-186:2013 *Настанова щодо захисту будівельних конструкцій будівель та споруд від корозії*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=54097.

[103] ДСТУ ISO 12944-4:2019 *Фарби та лаки. Захист від корозії сталевих конструкцій захисними лакофарбовими системами. Частина 4. Типи поверхні та її готування (ISO 12944-4:2017, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=82747.

[104] ДСТУ Б А.3.2-7:2009 *Система стандартів безпеки праці. Роботи фарбувальні. Вимоги безпеки*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25355.

[105] ДСТУ Б А.3.2-15:2011 *Система стандартів безпеки праці. Норми освітлення будівельних майданчиків (ГОСТ 12.1.046-85, MOD)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=27975.

[106] ДСТУ Б А.3.1-22:2013 *Визначення тривалості будівництва об'єктів*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=53935.

[107] СНиП 1.04.03-85* *Частина I (закінчення). Норми тривалості будівництва і заділу в будівництві підприємств, будівель і споруд* [Довідково/Недіючий]. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=5437.

[108] *Про охорону праці*. Закон України від 14.10.1992 № 2694-XII (в редакції від 19.08.2022). Верховна Рада України (2022). zakon.rada.gov.ua/laws/show/2694-12#Text.

[109] *Правила пожежної безпеки в Україні*. Наказ МВС України від 30.12.2014 № 1417 (в редакції від 08.04.2022). Верховна Рада України (2022). zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0252-15#Text.

[110] *Про охорону навколишнього природного середовища. Закон України від 25.06.1991 № 1264-XII (в редакції від 10.07.2022). Верховна Рада України (2022).* zakon.rada.gov.ua/laws/show/1264-12#Text.

[111] ДБН В.1.2-8:2021 *Основні вимоги до будівель і споруд. Гігієна, здоров'я та захист довкілля.* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=98032.

[112] ДСТУ 3150-95 *Крани вантажопідіймальні. Настанова з експлуатації крана. Частина 1. Загальні положення.* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=94416.

[113] ДСТУ 7237:2011 *Система стандартів безпеки праці. Електробезпека. Загальні вимоги та номенклатура видів захисту.* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=30045.

[114] ДСТУ 7239:2011 *Система стандартів безпеки праці. Засоби індивідуального захисту. Загальні вимоги та класифікація.* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=51051.

[115] ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 *Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва.* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=40230.

[116] ДСТУ ISO 45001:2019 *Системи управління охороною здоров'я та безпекою праці. Вимоги та настанови щодо застосування (ISO 45001:2018, IDT).* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=88004.

[117] ДСТУ EN ISO 7010:2019 *Графічні символи. Кольори та знаки безпеки. Зареєстровані знаки безпеки (EN ISO 7010:2012; A1:2014; A2:2014; A3:2014; A4:2014; A5:2015; A6:2016; A7:2017, IDT; ISO 7010:2011; Amd 1:2012; Amd 2:2012; Amd 3:2012; Amd 4:2013; Amd 5:2014; Amd 6:2014; Amd 7:2016, IDT).* ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=83263.

[118] ДСТУ ISO 14001:2006 *Системи екологічного керування. Вимоги та настанови щодо застосовування (ISO 14001:2004, IDT)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=25601.

[119] НПАОП 0.00-1.15-07 *Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=18046.

[120] НПАОП 0.00-1.71-13 *Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=58767.

[121] НПАОП 0.00-7.17-18 *Мінімальні вимоги безпеки і охорони здоров'я при використанні працівниками засобів індивідуального захисту на робочому місці*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=81120.

[122] НПАОП 0.00-4.12-05 *Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=24622.

[123] НПАОП 40.1-1.01-97 *Правила безпечної експлуатації електроустановок (ДНАОП 1.1.10-1.01-97)*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21826.

[124] НПАОП 40.1-1.07-01 (ДНАОП 1.1.10-1.07-01) *Правила експлуатації електрозахисних засобів*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=21830.

[125] НПАОП 40.1-1.21-98 (ДНАОП 0.00-1.21-98) *Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48644.

[126] НПАОП 45.2-3.01-04 *Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=2197.

[127] НПАОП 0.00-1.75-15 *Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=60765.

[128] ДСН 3.3.6.037-99 *Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48147.

[129] ДСН 3.3.6.039-99 *Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=6372.

[130] ДСанПіН 3.3.6.096-2002 *Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів*. ДП «УкрНДНЦ» (2022). online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page?id_doc=48146.

ДОДАТОК А. Підсумкова відомість ресурсів

ДОДАТОК Б. Розрахунок до Договірної ціни

ДОДАТОК В. Пояснювальна записка до Договірної ціни

ДОДАТОК Г. Договірна ціна

ДОДАТОК Д. Зведений кошторисний розрахунок

ДОДАТОК І. Об'єктний кошторис підготовки будмайданчику

ДОДАТОК Е. Об'єктний кошторис загальнобудівельних робіт

ДОДАТОК Є. Об'єктний кошторис благоустрою

ДОДАТОК Ж. Локальний кошторис підготовки будмайданчику

ДОДАТОК З. Локальний кошторис загальнобудівельних робіт

ДОДАТОК И. Локальний кошторис благоустрою