**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**ІНЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ**
**ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

**Кафедра промислового та цивільного будівництва**

# Кваліфікаційна робота/проект

другий магістерський рівень
(рівень вищої освіти)

на тему: **Аналіз архітектурно-конструктивних рішень при будівництві центру культури і відпочинку**

Виконав: студент 2 курсу, групи 8.1923-пцб-1
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і назва спеціальності)
освітньої програми промислове і цивільне будівництво
(код і назва освітньої програми)
Морозов К.А.
(призвище та ініціали)

Керівник доц., к.т.н., доц. Данкевич Н.О.
(посада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціали)

Рецензент проф., д.т.н. Радкевич А.В.
осада, вчене звання, науковий ступень, призвище та ініціал

Запоріжжя
2024

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**
**НЖЕНЕРНИЙ НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ІМ. Ю.М. ПОТЕБНІ**
**ЗАПОРІЗЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ**

Кафедра **Промислового та цивільного будівництва**
Рівень вищої освіти **другий магістрський рівень**
(другий (магістерський) рівень)
Спеціальність **192 "Будівництво та цивільна інженерія"**
(шифр і назва)
Освітньо-професійна програма **"Промислове і цивільне будівництво"**
(шифр і назва)

**ЗАТВЕРДЖУЮ**
Завідувач кафедри ПЦБ
проф. Арутюнян І.А.
"___" _____ 20___ року

# З А В Д А Н Н Я
## НА КВАЛІФІКЦІЙНУ РОБОТУ /ПРОЄКТ СТУДЕНТОВІ (СТУДЕНТЦІ)

Морозов Костянтин Анатолійович
(прізвище, ім`я по батькові)

1. Тема роботи (проекту) Аналіз архітектурно-конструктивних рішень при будівництві центру культури і відпочинку

керівник роботи Данкевич Н.О., доцент кафедри ПЦБ, к.т.н.
(прізвище, ім`я по батькові, науковий ступень, вчене звання)

затверджені наказом ЗНУ від "_30_" _09__2024 року №_1486 - с

2. Строк подання студентом роботи 01 грудня 2024 р.
3. Вихідні дані до роботи конструктивні системи сучасних будівель , архітектурно-планувальні рішення будівлі, кліматичні умови інженерно-геологічні умови, науково-технічна, нормативна література
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) вступ, конструктивні системи будівель, архітектурнє середовище громадських будівель, проєктувння архітектурних рішень проєкту , розрахунок і проєктування конструктивних рішень центру культури та відпочинку
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов`язкових креслень) вступ, основні питання дослідження, проєктування архітектурних рішень проєкту, проєктування конструктивних рішень проєкту,

6. Консультанти розділів роботи

| Розділ | Прізвище, ініціали та посада консультанта | Підпис, дат | |
|---|---|---|---|
| | | завдання видав | зав при |
| Розділ 1 | Данкевич Н.О., к.т.н., доц. | | |
| Розділ 2 | Данкевич Н.О., к.т.н., доц. | | |
| Розділ 3 | Данкевич Н.О., к.т.н., доц. | | |
| Розділ 4 | Данкевич Н.О., к.т.н., доц. | | |
| | | | |
| | | | |

7. Дата видачі завдання 02 травня 2023 р.

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

| № з/п | Назва етапів кваліфкаційної роботи | Строк виконання етапів роботи | При |
|---|---|---|---|
| 1. | Інноваційні архітектурно-планувальні та | 10.09.2024 | |
| | конструктивні рішення сучасних будівель | | |
| 2. | Техніко-економічне обгрунтування вибору | 25.09.2024 | |
| | варіантів проєктних рішень | | |
| 3. | Проєктування архітектурних рішень проєкту | | |
| | | 10.10.2024 | |
| 4. | Проєктування конструктивних рішень центру | 12.11.2024 | |
| | культури та відпочинку | | |
| 5. | Оформлення та підготовка до захисту | 30.11.2024 | |
| | | | |

Студент (підпис) Морозов К.А (прізвище та ініці

Керівник роботи/проєкту (підпис) Данкевич Н. (прізвище та ініц

**Нормоконтроль пройдено** (підпис) Данкевич Н. (прізвище та ініц

# АНОТАЦІЯ

Морозов К.А. Аналіз архітектурно-конструктивних рішень при будівництві центру культури і відпочинку

Кваліфікаційна випускна робота для здобуття ступеня вищої освіти магістра за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія, науковий керівник Н.О. Данкевич. Запорізький національний університет. Інженерний навчально-науковий інститут ім. Ю.М. Потебні, кафедра промислово та цивільного будівництва, 2024.

В роботі представлено детальний аналіз та розрахунок архітектурно-конструктивних рішень при проєктуванні центру культури та відпочинку в м. Запоріжжя з урахуванням ефективності, надійності, довговічності та енергоефективності, використаних. Наведено основні чинники, які випливають на вибір архітектурно-конструктивних рішень. Виконано техніко-економічне порівняння варіантів внутрішніх стін будівлі з урахуванням зниження вартості будівництва, економії матеріальних ресурсів та застосування високоефективних матеріалів і конструкцій. Обґрунтовано конструктивні рішення та виконано розрахунок на статичні і динамічні впливи.

Ключові слова: архітектурно-конструктивні рішення, громадська будівля, техніко-економічні показники, надійність, стійкість, ефективність.

# ABSTRAKT

Morozov K.A. Analysis of Architectural and Structural Solutions During Construction of a Culture and Recreation Center.

Qualifying final work for obtaining a higher education master's degree in specialty 192 Construction and civil engineering, scientific supervisor N.O. Dankevych. Zaporizhzhya National University, Y.M Potebnya Engineering Educational and Scientific Institute, Department of Industrial and Civil Engineering, 2024.

The paper presents a detailed analysis and calculation of architectural and structural solutions for the design of a culture and recreation center in Zaporizhzhia, taking into account the efficiency, reliability, durability, and energy efficiency used. The main factors that influence the choice of architectural and constructive solutions are presented. A technical and economic comparison of the options for the internal walls of the building is made, taking into account the reduction of construction costs, saving of material resources and the use of highly efficient materials and structures. Constructive solutions are substantiated and calculated for static and dynamic impacts..

Keywords: architectural and design solutions, public building, technical and economic indicators, reliability, sustainability, efficiency.

# ЗМІСТ

ВСТУП…… 7

1 ІННОВАЦІЙНІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ…….. 10

1.1 Нові архітектурні концепції будівель і споруд…… 10

1.2 Архітектурне середовище поліфункціональних громадських споруд…….. 14

1.3 Екологічна, енергоефективна та економічна архітектура…….. 18

1.4 Особливості техніко-економічної оцінки проєктів громадських споруд…… 20

2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ…….. 23

2.1 Розрахунку порівняльної економічної ефективності варіантів. 23

2.2 Аналіз проєктних рішень…….. 36

3 ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ПРОЄКТУ….. 37

3.1 Початкові дані для проєктування та характеристика генерального плану…… 37

3.2 Конструктивні та об’ємно планувальні рішення будівлі…… 38

3.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та перекриття центру культури та відпочинку……. 41

4 ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЦЕНТРУ КУЛЬТУРИ І ВІДПОЧИНКУ…….. 45

4.1 Конструктивна схема каркасу будівлі……. 45

4. 2 Визначення та розрахунок кінцевих елементів …… 47

4.3 Визначення перетину та жорсткості елементів каркасу …… 48

4.4 Збір навантаження на конструкцію каркасу…… 49

4.4.1 Постійне навантаження…….. 50
4.4.2 Розрахунок тимчасового навантаження……... 56
4.5 Розрахункові поєднання зусиль…… 61
4.6 Визначення переміщення від завантажень……. 62
4.7 Армування елементів каркасу……... 66
4.7.1 Колонна К1…….. 66
4.7.2 Колонна К2…….. 69
4.7.3 Ригель Р1……. 72
4.7.4 Плита перекриття…… 75
ВИСНОВКИ……... 79
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ…….. 80

# ВСТУП

**Актуальність теми дослідження**: Останнім часом в Україні та за кордоном застосовують різні методи і способи монтажу будівельних конструкцій будівель, від яких багато в чому залежить якість і ефективність будівництва. У будівельників постійно виникає необхідність у таких методах виконання робіт, коли б витрати праці та часу були б мінімальними. Однак, незважаючи на величезне значення цього питання, воно залишається недостатньо вивченим[1].

Для підвищення економічності проєктних рішень, технологічності та рівня індустріалізації будівництва важливе значення має вдосконалення об'ємно-планувальних і конструктивних рішень будівель. Ця проблема є предметом постійних досліджень провідних науково-дослідних і проєктних інститутів країни.

На протязі останніх десяти років зросла популярність методів зведення каркасів із монолітного бетону та монолітних залізобетонних конструкцій у цивільному будівництві. Це зумовлено підвищенням вартості міських територій і інженерних мереж, збільшенням поверховості та щільності забудови, а також зростанням вимог до комфорту, міцності та несучої здатності будівель. Серед переваг каркасно-монолітного будівництва – можливість використовувати сучасні рішення і гармонійно вписувати нові об'єкти в наявний ландшафт забудови. Монолітні плити забезпечують рівну стелю без швів, готову до фарбування або оздоблення.

Одним з важливих етапів проєктування є пошук архітектурних рішень. Після того як завдання проєктування визначено, тобто уяснено мета і зроблені висновки з оцінки вихідних матеріалів, необхідно сформувати ідею розв'язання задачі у вигляді принципової схеми або ескізу всієї споруди.

Оптимізація проєктних рішень громадських споруд – це вибір найкращого варіанта з безлічі можливих. Якщо критерій вибору відомий і

варіантів небагато, то рішення може бути знайдене шляхом перебору і порівняння всіх варіантів.

Техніко-економічна оцінка може здійснюватися за такими основними напрямками:

- порівняння різних об'ємно-планувальних рішень проєктів ;
- порівняння різних конструктивних рішень;
- порівняння проєктів з різними системами інженерного обладнання

Таким чином, актуальність роботи обумовлена необхідністю вирішення важливої науково-практичної задачі аналіз і обґрунтування архітектурно-конструктивних рішень громадської будівлі.

**Метою магістерської роботи*:*** є аналіз і техніко-економічна оцінка та обґрунтування архітектурно-конструктивних рішень центру культури і відпочинку в м. Запоріжжя.

Для досягнення поставленої в процесі дослідження мети вирішені **наступні завдання**:

1) Визначити основні світові тенденції і розглянути існуючі архітектурно-конструктивні рішення громадських будівель.

2) Обґрунтувати прийняті об'ємно-планувальні рішення з урахуванням сучасних вимог до індустріалізації будівництва;

3) Виконати техніко-економічне порівняння варіантів внутрішніх стін будівлі з урахуванням зниження вартості будівництва, економії матеріальних ресурсів та застосування високоефективних матеріалів і конструкцій.

4) Виконати обґрунтування конструктивних рішень та розрахунок на статичні (силові та деформаційні) і динамічні впливи, підібрати та перевірити перерізи залізобетонних конструкцій з використанням програмного комплексу ЛИРА 9.4 призначений для проєктування і розрахунку будівельних конструкцій.

**Об’єкт дослідження** – проєкт центр культури і відпочинку в м. Запоріжжя.

**Предмет дослідження** – комплексне вивчення архітектурно-

конструктивних рішення внутрішніх стін та каркасу будівлі на основі виконання порівняльного аналізу та розрахункової частини.

**Методами дослідження послужили**: бібліографічний пошук, системно-структурний аналіз, виробничі спостереження, порівняльний аналіз, визначення основних техніко-економічних показників.

**Наукова новизна**: інтегрований підхід до аналізу архітектурно-конструктивних рішень у контексті проєктування центру культури і відпочинку, яка отримала подальший розвиток для визначення методів виконання робіт зі розробці проєкту організації будівництва.

**Практична цінність**: визначення ефективних архітектурно-конструктивних рішень при проєктування центру культури і відпочинку в місті Запоріжжя з урахуванням кліматичних умов що сприяло підвищенню ефективності, стійкості, надійності, довговічності та енергоефективності.

**Структура і об'єм магістерської роботи.** Магістерська робота складається з вступу, чотирьох розділів, висновків, списку використаних джерел. Повний об'єм магістерської роботи складає 81 сторінок тексту, у тому числі 60 рисунки, 10 таблиць. Список використаних джерел містить 20 найменування.

# 1 ІННОВАЦІЙНІ АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ СУЧАСНИХ БУДІВЕЛЬ

## 1.1 Нові архітектурні концепції будівель і споруд

З того часу, як люди освоїли мистецтво будівництва житла, будинки почали відображати дух своєї епохи. Сучасна архітектура не є винятком, через неї можна відчути характер нашого часу. Вона виникла під впливом архітектурних стилів XX століття, які, у свою чергу, були сформовані попередніми історичними епохами.

Сьогодні зовнішній вигляд будинку визначає його приналежність до певної епохи та архітектурного стилю. Сучасна архітектура відрізняється своєю різноманітністю і неоднорідністю. Серед численних стилів і напрямків можна виділити найбільш самобутні. Нижче представлені приклади ключових архітектурних стилів, характерних для XX–XXI століть.

Функціоналізм – напрям в архітектурі XX століття, що вимагає строгої відповідності будинків і споруд виробничим і побутовим процесам, які їм притаманні (функціональні риси). Функціоналізм, як стильовий напрям, вперше виник у Німеччині (школа «Баухауз») та Нідерландах (Якобс Йоханнес Ауд). Використовуючи досягнення будівельної техніки, функціоналізм дав обґрунтовані прийоми і норми планування житлових комплексів (стандартні секції і квартири, «рядова» забудова кварталів торцями будинків до вулиці)[17,20].

П’ять основних ознак функціоналізму:

1) Використання лапідарних прямокутних форм.

2) Основний матеріал – монолітний і збірний залізобетон, скло, рідше – цегла, та використання великих нерозчленованих площин, виконаних із одного матеріалу. Переважна колірна гама – сірий (колір неоштукатуреного

бетону), жовтий (улюблений колір Ле Корбюз'є) і білий. Відсутність орнаментації.

3) «Плоскі, по можливості, експлуатовані покрівлі» – ідея Ле Корбюзье.

4) Для промислових і частково житлових і суспільних будинків характерне розташування вікон на фасаді у вигляді суцільних горизонтальних смуг – так зване «стрічкове скління», – ідея Ле Корбюз'є.

5) Широке використання образу «будинку на ніжках» – ідеї Ле Корбюз'є, сутність якої є у повному або частковому звільненні нижніх поверхів від стін і використанні простору під будинком під суспільні функції




Рисунок 1.1 – Функціоналізм в архітектурі

Хай-Тек (скорочення від англ. high technology – високі технології) – стиль в архітектурі та дизайні, що зародився в надрах пізнього модернізму у 1970-х та широко застосувався у 1980-х роках. головні теоретики і практики хай-тека (на відміну від архітекторів деконструктивізма та постмодернізму) в основному англійці – норман фостер, ричард роджерс, николас гримшоу. помітною рисою даної архітектури є ідеалізація та романтизація передової технології. однак на порозі нового тисячоріччя архітектура хай-тека вирішує досить прагматичні завдання, пов'язані із проблемами об'єднання енергії і ресурсів, екологічної ситуації та сучасними функціональними вимогами до архітектури[17].

Основні риси стилю хай-тек:

– використання високих технологій у проєктуванні, будівництві та інженерії будинків і споруджень;

– використання прямих ліній і форм;

– широке застосування скла, пластику, металу;

– використання функціональних елементів (ліфти, сходи, системи вентиляції тощо), винесених назовні будинку.

– циліндричне освітлення, що створює ефект просторового, добре освітленого приміщення;

– широке використання срібло-металевого кольору;

– високий прагматизм у плануванні простору;

– повертання до елементів конструктивізму й кубізму.



Рисунок 1.2 – Стиль Хай-Тек в архітектурі

Бруталізм (новий бруталізм, або необруталізм – англ. New Brutalism) - напрямок (стиль) в архітектурі періоду 1950-х – 1970-х років, спочатку в архітектурі Великобританії. Одна з галузей післявоєнного архітектурного модернізму.

Основні ознаки стилю:

– функціональність;

– урбаністичність вигляду будинків у стилі брутализм, підкреслена масивністю форм і конструкцій;

– сміливість, складність композиційних рішень, які відображують, по думці архитекторів-бруталистов, «всю складність життя»;

– поверхні будівельних матеріалів не декоруються, експоновані у природному вигляді;

– інтернаціональний характер;

– переважний будівельний матеріал – залізобетон; – комплексний, містобудівний підхід до архітектурного задуму.



Рисунок 1.3 – Архітектурний бруталізм

Деконструктивізм – напрямок в архітектурі 80-х років XX століття. Джерело стилю лежить у ідеях французького філософа Ж. Дерріда та у радянському конструктивізмі 1920-х рр. Дерріда вважав, що архітектура починає вступати в конфлікт із самої собою і, як наслідок, скасовується. Архітектори вирішують спробувати, що відбудеться, якщо відмовитися від загальноприйнятих законів архітектури. У результаті настільки зухвалого виклику мистецтву з’являється принципово новий стиль в історії архітектури – конструктивізм[17,20].

Характерні риси стилю – зламані лінії, насильницьке вторгнення у життя міста і зовнішнє привнесення ускладненості. Деконструктивізм віддає перевагу гострим кутам, перекошеним вікнам, скривленим опорам, що мають винятково декоративну функцію. Горизонталі і вертикалі будівель помітно зміщені, і обирають вгнуті форми, їхні конструкції втрачають симетрію, а споруди створюють ефект безладдя. Стиль був зручний і тим, що дозволяв істотно заощадити на будівництві.

Віртуальна архітектура – новітній вид інтерактивної медіа архітектури, що розкриває взаємодію реального й віртуального просторів і орієнтованої в майбутнє. Запроєктовані медіа форми повинні реагувати на постійні зміни інформації й адаптуватися до них. Так, архітектура віртуального музею змінює форми, структуру і колір залежно від змін експозиції, наприклад центр мистецтв залежить від системи інсталяції[17].

Світло є ключовим елементом у створенні форм в архітектурі. Скло, як провідник світла, відіграє важливу функціональну роль в архітектурних рішеннях. Хоча скло є штучно створеним матеріалом, за своїми екологічними властивостями воно перевершує багато природних матеріалів, включаючи деревину та натуральний камінь.

Сучасна скляна архітектура сьогодні може бути медіа оболонковою – здатною створювати багатогранний простір. Медіа фасад – це спосіб створення віртуальної архітектури у вечірній і нічний часи.



Рисунок 1.4 – Скло в архітектурному дизайні

## 1.2 Архітектурне середовище поліфункціональних громадських споруд

В умовах сучасної глобалізації і тенденції до постійного зростання міст актуальним є пошук сучасних підходів до архітектурного проєктування. Нові

типи поліфункціональних суспільних споруджень (далі – ПСС) стають важливою містобудівною ланкою. Закордонний і вітчизняний досвід свідчить, що розвиток інфраструктури, сфери послуг найкрупніших міст найбільше ефективно відбувається у вигляді поліфункціональних комплексів. Формування таких суспільних об’єктів дозволяє створити умови для найбільш повноцінного і комплексного задоволення потреб населення та гостей міста, підвищити рівень цінової та територіальної доступності товарів і послуг[17].

Поліфункціональна суспільна споруда є складним архітектурним комплексом у структурі мегаполісу, яка складається з ряду функціональних цільних блоків, об’єднаних єдиним комунікаційним кістяком, що включає в себе транспортні пристрої, відкриті простори, рекреаційні зони, у якому перетинаються, починаються та запиняються потоки руху людей з метою одержання концентрованого максимуму послуг, з огляду на всі сучасні потреби і можливості суспільства поняття «поліфункціональний», є найбільш сучасним синонімом поняття «багатофункціональний», тобто термін, який застосовується в архітектурі.

Поліфункціональними можуть бути споруди які містять у себе кілька основних функцій людського життя. у ролі таких структур можуть виступати як відносно невеликі будинки, що діють як ланка у міському просторі, так і величезні комплекси (міські квартали). але невід’ємною умовою успішного існування поліфункціональної споруди є не тільки ефективне об’єднання різних внутрішніх функцій, але й зв’язаність його структури із міським контекстом, створення єдиного архітектурного середовища.

Сучасні технології дозволяють створювати архітектурні об'єкти, які включають рухливі фасадні системи для автоматичного регулювання освітленості, температури, вологості та інших компонентів створення комфортного клімату внутрішнього простору. Технології, що стрімко розвиваються, дозволяють створювати будівлі не просто функціональними, а й саморегульованими, динамічне змінюваними і аналогами природного світу

(наприклад, як соняшник, що повертається за Сонцем). При їх створенні переважає функціонально-технологічний підхід.

Формування динамічної архітектури проявляється як при обертанні будинків. Особливо яскраво виражена кінетична спрямованість проявляється у багатьох проєктних пропозиціях як при обертанні будівель, так і при видозміні форми самих архітектурних об'єктів або їх фасадних конструкцій у процесі зміни режиму споживання сонячного світла. Крім того, поява останнім часом нових оригінальних рішень з використанням кінетичних прийомів, заснованих на ефектах, пов'язаних із сонячним освітленням, свідчить про переосмислення підходів до формування фасадів будівель. Цьому сприяє використання сучасних прогресивних технологій та інновацій майбутнього, зокрема складної інтегрованої екологічної системи автоматизованого контролю та самоврядування, що служить підвищенню комфорту, економії витрат та енергоресурсів, а також використанню цифрових технологій, пов'язаних з використанням можливостей сонячного світла[17].

Один із сучасних інноваційних напрямів в архітектурі є кінетична складова, можливості практичного застосування якої різко зросли у зв'язку з розвитком електроніки, механіки та новітніх досягнень інженерії. У разі актуальне використання поняття інтелектуальні кінетичні системи.

Кінетична архітектура – це такий напрямок архітектури, у якому будинки сконструйовані таким чином, що їхні частини можуть рухатися відносно один одного, не порушуючи загальну цілісність структури. По іншому кінетичну архітектуру називають динамічною, і відносять до напрямку архітектури майбутнього.

Можливість рухливості структури будинків може бути використана для посилення естетичних властивостей, відповіді на умови впливу навколишнього середовища та виконання функцій, що не є властивістю для будинку із статичною структурою.

Можливості практичного застосування кінетичної архітектури різко зросли на при кінці XX століття завдяки досягненням у галузях механіки, електроніки та робототехніки.



Рисунок 1.5 -Будинки-трансформери (кінетична архітектура)

Підсумовуючи це питання, можна стверджувати, що кінетичну архітектуру від звичної для нас відрізняють три особливості.

Перша пов’язана з формою будинку яка постійно змінюється, пристосовуючись до впливу сонця та вітру, що дозволяє, наприклад, просипатися під схід сонця у спальні, а ввечері – спостерігати захід[20].

Друга – з динамічним методом будівництва. Як правило, такі будинки зроблені із збірних елементів, які виробляються на заводах і надходять на будівельний майданчик як повноцінні вироби, притому, всі основні елементи, що створюють рух, вироблені із сучасних металевих матеріалів: сталі, алюмінію, карбону та інших. Основними властивостями подібних будинків та споруд є міцність та гнучкість.

Третя особливість криється в сполученні сучасних технологій з охороною навколишнього середовища. Кінетичні будинки здатні робити енергію для автономного живлення, завдяки енергії вітру

## 1.3 Екологічна, енергоефективна та економічна архітектура

Сьогодні світова тенденція, орієнтована на енергоефективність, починає впливати і на російську архітектурно-будівельну сферу. Одним з архітектурних прийомів підвищення енергоефективності будівлі є використання матеріалів, здатних зменшити тепловтрати будівлі та зробити внутрішній мікроклімат більш комфортним. Сьогодні така сфера діяльності, як розробка різних енергоефективних матеріалів активно розвивається. Властивості будівельних матеріалів поряд з естетичними та соціальними уподобаннями та правилами, звичаями та законами надають визначальний вплив на вибір архітектурно-конструктивних форм у будівництві. При розгляді факторів, що визначають вибір або призначення прольотів, щоразу доводилося посилатися на дві вирішальні обставини: вибір матеріалу та втілення його у конструктивну форму, конструкцію. Терміни «матеріал», «елемент», «конструкція» іноді важко розмежувати, вони взаємопов'язані[17].

Багато десятиліть в усьому світі зводять хмарочоси, торгові центри, житлові квартали та окремо взяті частини будинку, у яких практично не використаються традиційні комунальні блага цивілізації. Уперше про енергоефективність будівель та споруд наголосили у Європі після енергетичної кризи 70-х років минулого століття. Усвідомлення проблеми та ведення грамотної політики, спонукало реалізації європейськими країнами, запровадження енергоефективної забудови, що досить швидко надало вражаючі результати. Норми теплозахисту конструкцій збільшилися в 2–3,5 рази, виросли також вимоги до будматеріалів і інженерних конструкцій, що у свою чергу стало причиною розвитку галузі наукомістких технологій і їхнього інтенсивного розвитку. Основні правила енергоефективного проєктування:

– вибір ділянки, правильне розташування будинку;

– оптимальне співвідношення площі й обсягу;

– раціональний вибір матеріалів для будівництва;

– продумані системи вентиляції;

– розумне опалення;

– використання природного світла і тепла.

Най енергоефективними та надвисотним будинком вважається 309-метрова вежа Pearl River Tower, побудована в Гуанчжоу, Китай. Будинок має 71 поверх. Для вироблення електроенергії в будинку використаються сонячні батареї нового покоління, а для її збереження передбачені особливі колектори.

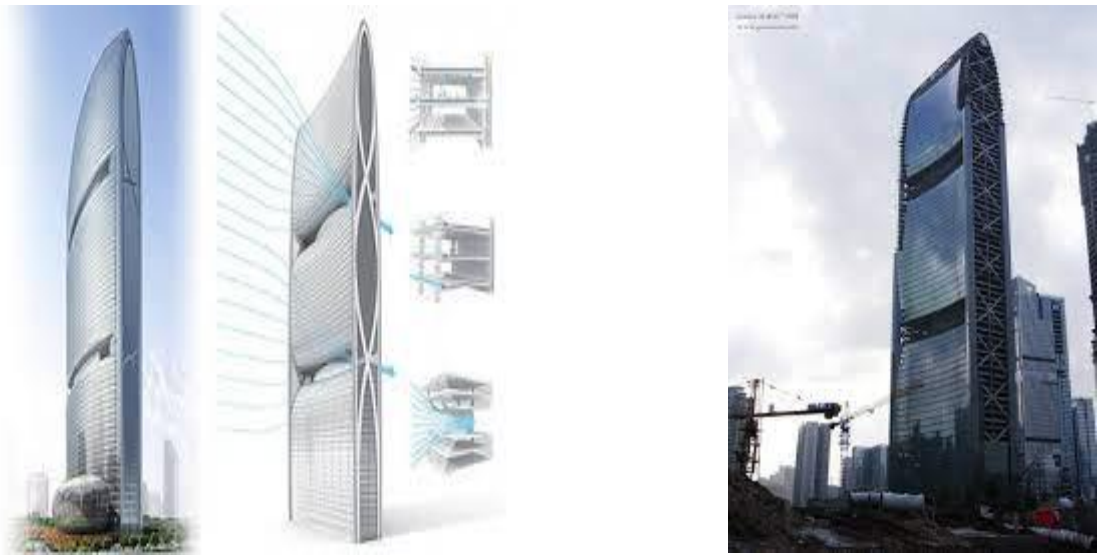


Рисунок 1.6 - Вежа Pearl River Tower

У конструкцію технічних поверхів інтегровані вітрогенератори – вони служать додатковим джерелом енергії. Незвичайна конструкція стін дозволяє максимально ефективно використати енергію повітряних мас. Усього вітрогенераторів чотири. Вони являють собою чотири вітроенергетичні турбіни, кожне з коліс яких має 6-метровий діаметр.

## 1.4 Особливості техніко-економічної оцінки проєктів громадських споруд

У зв'язку з великими масштабами будівництва громадських споруд важливе значення набуває розробка методів техніко-економічної оцінки проєктів. В основу вибору варіантів проєктних рішень громадських споруд покладено принцип оцінки варіантів капітальних вкладень за критерієм їх ефективності, яка визначається оптимальним поєднанням витрат і одержуваних на їх основі результатів. Результати капітальних вкладень, пов'язані із здійсненням різних проєктних варіантів, є формальним проявом ефективності цих вкладень. Таким чином особливістю оцінки проєктних рішень громадських споруд є складність вибору найкращого рішення: крім критеріїв економічних повинні бути застосовані критерії соціальні[1,18].

Техніко-економічна оцінка проєктів громадських споруд застосовується при розробці, експертизі та затвердження проєктів з метою забезпечити найбільшу економічну ефективність проєктних рішень будівель і споруд; застосування в будівництві прогресивних технічних рішень, що сприяють подальшому розвитку індустріальних методів будівельного виробництва, і високі експлуатаційні якості споруди.

Техніко-економічна оцінка може здійснюватися за такими основними напрямками:

- порівняння різних об'ємно-планувальних рішень проєктів;
- порівняння різних конструктивних рішень;
- порівняння проєктів з різними системами інженерного обладнання.

Розрахункові одиниці виміру. Техніко-економічна оцінка проєктів проводиться за допомогою системи техніко-економічних показників. При цьому розрахунок показників здійснюється, як правило, на споживчу одиницю (одиницю місткості або пропускної здатності) і на розрахункову одиницю (зазвичай 1 м загальної площі будівлі).

Система показників. Техніко-економічна характеристика проєктів Будівель та споруд повинна включати наступні показники:

А) Об'ємно-планувальні:

- робоча площа на одиницю місткості (пропускної спроможності);

- загальна площа на одиницю місткості (пропускної спроможності);

- будівельний об'єм на одиницю місткості (пропускної спроможності);

- ставлення робочої площі до загальної площі споруди;

- ставлення будівельного обсягу до загальної площі споруди;

- ставлення будівельного обсягу до робочої площі споруди; 28 - відношення площі зовнішніх огороджувальних конструкцій до загальної площі споруди; - відношення площі основних приміщень до робочої площі.

Б) Показники вартості будівництва (грн.):

- повна кошторисна вартість з урахуванням витрат на технологічне обладнання:

- витрати на технологічне і господарсько-побутове обладнання (на ті ж вимірювачі, що в п. Б.1);

- витрати на інженерне обладнання та благоустрій територій (розглядаються тільки при оцінці типових комплексів громадських будівель і розраховуються на ті ж вимірювачі, що й у п. Б.1).

В) Показники витрат праці на 1 м загальної площі (люд.-дні):

- витрати праці в будівельних умовах;

- витрати праці на виготовлення в заводських умовах виробів для несучих і огороджувальних конструкцій;

- загальні витрати праці.

Г) Показники потреби в основних матеріалах на 1 м загальної площі:

Д) Показники поточних витрат (на одиницю місткості, на 1 м загальної площі, на 1 чол., грн / рік):

- витрати на відновлення і ремонт будівлі;

- витрати на експлуатацію систем інженерного обладнання будинків (опалення, водопостачання, ліфтів, сміттєпроводів тощо);

- витрати на утримання будинків і територій (місць загального користування, прибудинкових територій, зовнішніх інженерних мереж; витрати, пов'язані з експлуатаційною діяльністю підприємств та установ, розташованих у громадських будівлях) та інші.

Критерії оцінки. Номенклатура наведених показників приймається залежно від цілей оцінки та якісної характеристики порівнюваних об'єктів. Вирішальними у виборі оптимальних варіантів проєктних рішень є вартісні показники. Натуральні ж показники (трудомісткість, витрата матеріалів, об'ємно-планувальні та інші) служать лише додатковим засобом економічного аналізу. В якості критерію оцінки застосовується показник приведених витрат, що характеризує витрати по реалізації проєкту на трьох рівнях: на стадії, що передує будівництву (капітальні вкладення в матеріально-технічну базу будівництва), на стадії будівництва (кошторисна вартість об'єкта) і в сфер експлуатації (річні експлуатаційні витрати ).

Оцінка економічності об'ємно-планувальних і конструктивних рішень громадських споруд є важливою умовою при оптимізації прийняття проєктних рішень. Будь-який проєкт слід розглядати як комплексне вирішення низки приватних завдань: конструктивних, об'ємно-планувальних, технологічних та ін, тому економічність проєкту в цілому припускає найбільш раціональне рішення кожного з його елементів. В основному економічність будівельної частини проєкту визначається його об'ємно-планувальними і конструктивними рішеннями. При варіантної опрацюванні проєктів не завжди доцільно проводити комплексну оцінку будівлі в цілому, яка є вельми трудомісткою і вимагає значної деталізації проєкту. Досить виявити лише найбільш вигідний варіант тільки об'ємно-планувальних або конструктивних рішень.

# 2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ПРОЄКТНИХ РІШЕНЬ

## 2.1 Розрахунку порівняльної економічної ефективності варіантів

Вихідні дані для техніко-економічного обґрунтування: триповерхова будівля центру культури та відпочинку в м. Запоріжжі проєктується розмірами в плані 40,1х40,3, позначка верху - 23,7м.

Конструкції внутрішніх перегородок можуть бути виконані у трьох варіантах:

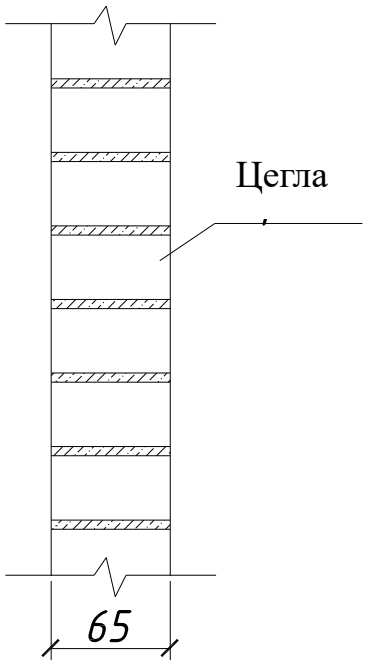



Рисунок 2.1 – І варіант: кладка перегородок неармованих товщиною в 1/2 цегли

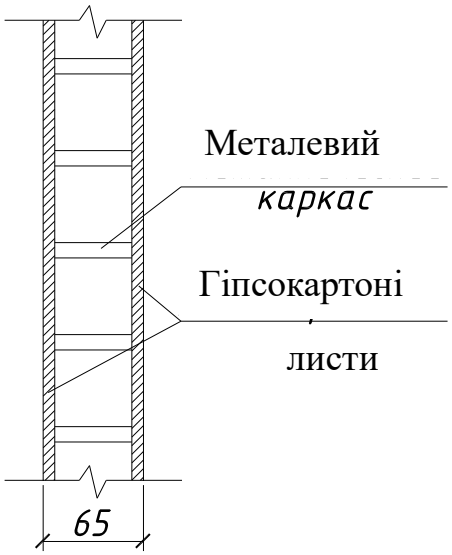



Рисунок 2.2 – II варіант: Влаштування однорядних перегородок на металевому каркасі з двосторонньою обшивкою гіпсокартонними листами в один шар з ізоляцією

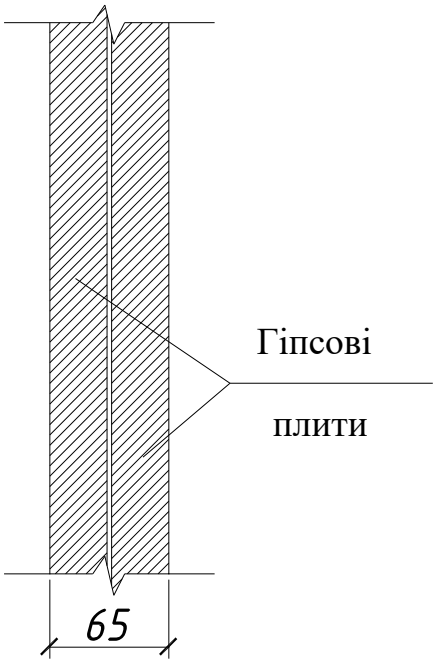



Рисунок 2.3 – III варіант: Установка перегородок з гіпсових плит завтовшки до 100 мм у 2 шари

Обсяги робіт визначено відповідно до конструктивних рішень. Витрати матеріалів прийнято за даними проєктних організацій.

Відомості про собівартість та трудомісткість монтажу конструкцій прийняті за цінниками кошторисних цін. Для розрахунку використовувався ПК АВК-5.

Кошторисна вартість варіантів конструктивних рішень:

$С_{I}$=90,232 тис. грн

$С_{II}$=107,816 тис. грн

$С_{III}$=70,281 тис. грн

Таблица2.1 – Витрати матеріалів за обраними варіантами

| № з/п | Будівельні матеріали | Одиниця виміру | I | II | III |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Цегла | 1000шт/м$^3$ | $\frac{29,88}{74,698}$ | | |
| 2 | Листи гіпсокартоні перфоровані | м$^2$/м$^3$ | | $\frac{114,91}{74,698}$ | |
| 3 | Профілі холодногнуті з оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,55 мм, сума розмірів, дорівнює ширині вихідної заготовки, 101-150 мм | т | | 0,0425 | |
| 4 | Профілі холодногнуті з оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,55 мм, сума розмірів, дорівнює ширині вихідної заготовки, 151-200 мм | т | | 0,1161 | |
| 5 | Плити гіпсові звукопоглиниючі | м$^2$/м$^3$ | | | $\frac{114,91}{74,698}$ |

Для монтажу приймаємо кран КБ-504.

# Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-1

**на Варіант 1**

**Центру культури і відпочинку**

Основа:
креслення (специфікації ) №

| | | |
|---|---|---|
| Кошторисна вартість | 90,232 | тис. грн. |
| Кошторисна трудомісткість | 0,205 | тис.люд.-год. |
| Кошторисна заробітна плата | 15,325 | тис. грн. |
| Середній розряд робіт | 3,7 | розряд |

Складений в поточних цінах станом на “17 вересня” 2024 р.

| № п/п | Обґрунтування (шифр норми) | Найменування робіт і витрат | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниці, грн. | | Загальна вартість, грн. | | | Витрати труда робітників, люд.-год. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Всього | експлуатації машин | Всього | заробітної плати | експлуатації машин | не зайнятих обслуговуваним машин | |
| | | | | | заробітної плати | в тому числі заробітної плати | | | в тому числі заробітної плати | тих, що обслуговують машини | |
| | | | | | | | | | | на одиницю | всього |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *1* | *Е8-7-6* | *Мурування перегородок неармованих з цегли керамічної товщиною в 1/2 цегли при висоті поверху понад 4 м* | *100м2* | *1,1491* | *70440,01*<br>*10826,79* | *1752,92*<br>*234,48* | *80943* | *12441* | *2014*<br>*269* | *146,15*<br>*13,3468* | *167,94*<br>*15,34* |
| | | Разом прямі витрати по кошторису | | | | | 80943 | 12441 | 2014<br>269 | | 167,94<br>15,34 |
| | | Разом будівельні роботи, грн. | | | | | 80943 | | | | |
| | | в тому числі: | | | | | | | | | |
| | | вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. | | | | | 66488 | | | | |
| | | всього заробітна плата, грн. | | | | | 12710 | | | | |
| | | Загальновиробничі витрати, грн. | | | | | 9289 | | | | |
| | | трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. | | | | | 21,99 | | | | |
| | | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. | | | | | 2615 | | | | |
| | | **Всього будівельні роботи, грн.** | | | | | **90232** | | | | |
| | | **Всього по кошторису** | | | | | **90232** | | | | |
| | | **Кошторисна трудомісткість, люд.год.** | | | | | **205** | | | | |
| | | **Кошторисна заробітна плата, грн.** | | | | | **15325** | | | | |

**Форма № 1а**

## Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-1

на Варіант 1

| № п/п | Шифр ресурсу | Найменування | Одиниця виміру | Кількість | Поточна ціна за одиницю, грн. | у тому числі: відпускна ціна, грн. | у тому числі: транспортна складова, грн. | у тому числі: Заготівельно-складські витрати, грн. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | **I. Витрати труда** | | | | | | |
| 1 | 1 | Витрати труда робітників-будівельників | люд.-год. | 167,94 | 74,08 | | | |
| 2 | | Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками | розряд | 3,7 | | | | |
| 3 | | Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | люд.-год. | 15,34 | 17,57 | | | |
| 4 | | Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | розряд | 4,3 | | | | |
| 5 | | Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі: | | | | | | |
| 5.1 | | загальновиробничих витрат | люд.-год. | 21,99 | 118,90 | | | |
| | Разом кошторисна трудомісткість | | люд.-год. | 205,27 | | | | |
| | Середній розряд робіт | | розряд | 3,7 | | | | |
| | | **II. Будівельні машини і механізми** | | | | | | |
| 6 | СН201-12 | Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т | маш-год | 6,57285 | 250,40 | | | |
| 7 | СН202-128 | Крани баштові, вантажопідйомність 5 т | маш-год | 4,8492 | 75,98 | | | |
| | | **IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції** | | | | | | |
| 8 | С111-782 | Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8 кг | т | 0,002643 | 9164,94 | 8915,96 | 69,28 | 179,70 |
| 9 | С142-10-2 | Вода | м3 | 0,34473 | 8,55 | 8,55 | - | - |
| 10 | +С1422-10934 | Цегла керамічна одинарна повнотіла, розміри 250х120х65 мм, марка М150 | 1000шт | 5,7455 | 11202,22 | 10770,77 | 211,80 | 219,65 |
| 11 | +С1425-11688 | Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50 | м3 | 2,64293 | 793,72 | 633,75 | 144,41 | 15,56 |

Символ '+' визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.

Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 17 вересня 2024 р.

**Форма № 1**

# Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-2

**на Варіант 2**

**Центру культури і відпочинку**

Основа:
креслення (специфікації ) №

| | | |
|---|---|---|
| Кошторисна вартість | 107,816 | тис. грн. |
| Кошторисна трудомісткість | 0,63 | тис.люд.-год. |
| Кошторисна заробітна плата | 49,417 | тис. грн. |
| Середній розряд робіт | 3,7 | розряд |

Складений в поточних цінах станом на “17 вересня” 2024 р.

| № п/п | Обґрунтування (шифр норми) | Найменування робіт і витрат | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниці, грн. | | Загальна вартість, грн. | | | Витрати труда робітників, люд.-год. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Всього | експлуатації машин | Всього | заробітної плати | експлуатації машин | не зайнятих обслуговуваним машин | |
| | | | | | заробітної плати | в тому числі заробітної плати | | | в тому числі заробітної плати | тих, що обслуговують машини | |
| | | | | | | | | | | на одиницю | всього |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *1* | *ЕН10-94-5* | *Улаштування перегородок на металевому дворядному каркасі з обшивкою гіпсокартонними листами або гіпсоволокнистими плитами у два шари з ізоляцією у житлових і громадських будівлях* | *100м2* | *1,1491* | *68185,47*<br>*35959,17* | *112,49*<br>*66,65* | *78352* | *41321* | *129*<br>*77* | *485,41*<br>*3,7631* | *557,78*<br>*4,32* |
| | | Разом прямі витрати по кошторису | | | | | 78352 | 41321 | 129<br>77 | | 557,78<br>4,32 |
| | | Разом будівельні роботи, грн. | | | | | 78352 | | | | |
| | | в тому числі: | | | | | | | | | |
| | | вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. | | | | | 36902 | | | | |
| | | всього заробітна плата, грн. | | | | | 41398 | | | | |
| | | Загальновиробничі витрати, грн. | | | | | 29464 | | | | |
| | | трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. | | | | | 67,45 | | | | |
| | | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. | | | | | 8019 | | | | |
| | | **Всього будівельні роботи, грн.** | | | | | **107816** | | | | |
| | | **Всього по кошторису** | | | | | **107816** | | | | |
| | | **Кошторисна трудомісткість, люд.год.** | | | | | **630** | | | | |
| | | **Кошторисна заробітна плата, грн.** | | | | | **49417** | | | | |

**Форма № 1а**

## Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-2

на Варіант 2

| № п/п | Шифр ресурсу | Найменування | Одиниця виміру | Кількість | Поточна ціна за одиницю, грн. | у тому числі: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | відпускна ціна, грн. | транспортна складова, грн. | Заготівельно-складські витрати, грн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | **I. Витрати труда** | | | | | | |
| 1 | 1 | Витрати труда робітників-будівельників | люд.-год. | 557,78 | 74,08 | | | |
| 2 | | Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками | розряд | 3,7 | | | | |
| 3 | | Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | люд.-год. | 4,32 | 17,71 | | | |
| 4 | | Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | розряд | 4,4 | | | | |
| 5 | | Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі: | | | | | | |
| 5.1 | | загальновиробничих витрат | люд.-год. | 67,45 | 118,89 | | | |
| | Разом кошторисна трудомісткість | | люд.-год. | 629,55 | | | | |
| | Середній розряд робіт | | розряд | 3,7 | | | | |
| | | **II. Будівельні машини і механізми** | | | | | | |
| 6 | СН203-1090 | Підіймачі вантажопасажирські, вантажопідйомність 0,8 т | маш-год | 3,5737 | 36,17 | | | |
| | | **III. Будівельні машини, враховані в складі загальновиробничих витрат** | | | | | | |
| 7 | СН270-119 | Шуруповерти | маш-год | 121,172595 | | | | |
| 8 | СН270-135 | Перфоратори електричні | маш-год | 42,275389 | | | | |
| | | **IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції** | | | | | | |
| 9 | С111-140 | Дюбелі з каліброваною головкою [в обоймах] 4х100 мм | т | 0,057455 | 15213,66 | 14846,07 | 69,28 | 298,31 |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 10 | С111-1689 | Листи гіпсові, обшивальні [суха штукатурка], товщина 10-12мм | м2 | 482,622 | 16,21 | 15,15 | 0,74 | 0,32 |
| 11 | С111-1697 | Мастика клеюча кумароно-каучукова, марка КН-3 | т | 0,059753 | 15939,44 | 15522,77 | 104,13 | 312,54 |
| 12 | С111-1849 | Гвинти самонарізні, марка СМ1-35 | т | 0,00358519 | 114025,93 | 111721,47 | 68,66 | 2235,80 |
| 13 | С111-1895 | Шпаклівка клейова | т | 0,139041 | 4794,74 | 4590,15 | 110,58 | 94,01 |
| 14 | С114-5-У | Плити теплоізоляційні із мінеральної вати на синтетичному зв'язувальному, марка М125 | м3 | 5,91787 | 482,97 | 459,57 | 13,93 | 9,47 |
| 15 | +С126-1300 | Профілі холодногнуті із алюмінієвих сплавів для огорожувальних будівельних конструкцій, А6-1000-0.8 | м | 190,7506 | 45,83 | 45,33 | 0,16 | 0,34 |
| 16 | +С126-1301 | Профілі холодногнуті із алюмінієвих сплавів для огорожувальних будівельних конструкцій, А6-1000-1.0 | м | 553,8662 | 26,22 | 25,82 | 0,20 | 0,20 |
| | | Енергоносії машин, врахованих в складі загальновиробничих витрат | | | | | | |
| 17 | С1999-9001 | Електроенергія | кВт-год | 56,5309 | 0,956 | 0,956 | | |

Символ '+' визначає, що параметри, які впливають на кошторисну ціну ресурсу, змінені користувачем.
Поточні ціни матеріальних ресурсів прийняті станом на 17 вересня 2024 р.

**Форма № 1**

# Локальний кошторис на будівельні роботи № 2-1-3

**на Варіант 3**

**Центру культури і відпочинку**

Основа:
креслення (специфікації ) №

| | | |
|---|---|---|
| Кошторисна вартість | 70,281 | тис. грн. |
| Кошторисна трудомісткість | 0,329 | тис.люд.-год. |
| Кошторисна заробітна плата | 25,426 | тис. грн. |
| Середній розряд робіт | 4,1 | розряд |

Складений в поточних цінах станом на “17 вересня” 2024 р.

| № п/п | Обґрунтування (шифр норми) | Найменування робіт і витрат | Одиниця виміру | Кількість | Вартість одиниці, грн. | | Загальна вартість, грн. | | | Витрати труда робітників, люд.-год. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | Всього | експлуатації машин | Всього | заробітної плати | експлуатації машин | не зайнятих обслуговуваням машин | |
| | | | | | заробітної плати | в тому числі заробітної плати | | | в тому числі заробітної плати | тих, що обслуговують машини | |
| | | | | | | | | | | на одиницю | всього |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| *1* | *Е8-24-4* | *Установлення перегородок із гіпсових плит товщиною 100 мм в 2 шари при висоті поверху понад 4 м* | *100м2* | *1,1491* | *47908,22*<br>*18083,76* | *3164,12*<br>*401,96* | *55051* | *20780* | *3636*<br>*462* | *232,26*<br>*23,0039* | *266,89*<br>*26,43* |
| | | Разом прямі витрати по кошторису | | | | | 55051 | 20780 | 3636<br>462 | | 266,89<br>26,43 |
| | | Разом будівельні роботи, грн. | | | | | 55051 | | | | |
| | | в тому числі: | | | | | | | | | |
| | | вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. | | | | | 30635 | | | | |
| | | всього заробітна плата, грн. | | | | | 21242 | | | | |
| | | Загальновиробничі витрати, грн. | | | | | 15230 | | | | |
| | | трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. | | | | | 35,2 | | | | |
| | | заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. | | | | | 4184 | | | | |
| | | **Всього будівельні роботи, грн.** | | | | | **70281** | | | | |
| | | **Всього по кошторису** | | | | | **70281** | | | | |
| | | **Кошторисна трудомісткість, люд.год.** | | | | | **329** | | | | |
| | | **Кошторисна заробітна плата, грн.** | | | | | **25426** | | | | |

**Форма № 1а**

## Відомість ресурсів до локального кошторису № 2-1-3

на Варіант 3

| № п/п | Шифр ресурсу | Найменування | Одиниця виміру | Кількість | Поточна ціна за одиницю, грн. | у тому числі: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | відпускна ціна, грн. | транспортна складова, грн. | Заготівельно-складські витрати, грн. |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | | **I. Витрати труда** | | | | | | |
| 1 | 1 | Витрати труда робітників-будівельників | люд.-год. | 266,89 | 77,86 | | | |
| 2 | | Середній розряд робіт, що виконуються робітниками-будівельниками | розряд | 4,1 | | | | |
| 3 | | Витрати труда робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | люд.-год. | 26,43 | 17,47 | | | |
| 4 | | Середній розряд ланки робітників, зайнятих керуванням та обслуговуванням машин | розряд | 4,3 | | | | |
| 5 | | Витрати труда робітників, заробітна плата яких враховується.в складі: | | | | | | |
| 5.1 | | загальновиробничих витрат | люд.-год. | 35,2 | 118,88 | | | |
| | Разом кошторисна трудомісткість | | люд.-год. | 328,52 | | | | |
| | Середній розряд робіт | | розряд | 4,1 | | | | |
| | | **II. Будівельні машини і механізми** | | | | | | |
| 6 | СН201-12 | Автомобілі бортові, вантажопідйомність 5 т | маш-год | 12,2609 | 250,40 | | | |
| 7 | СН202-128 | Крани баштові, вантажопідйомність 5 т | маш-год | 7,44617 | 75,98 | | | |
| | | **IV. Будівельні матеріали, вироби і конструкції** | | | | | | |
| 8 | С111-167 | Цвяхи дротяні круглі формувальні 1,6х100 мм | т | 0,0009193 | 8088,32 | 7860,45 | 69,28 | 158,59 |
| 9 | С111-219 | Гіпсові в'яжучі Г-3 | т | 2,33267 | 551,08 | 461,03 | 79,24 | 10,81 |
| 10 | С111-782 | Поковки з квадратних заготовок, маса 1,8 кг | т | 0,009193 | 9164,94 | 8915,96 | 69,28 | 179,70 |
| 11 | С111-1150 | Прокат для армування з/б конструкцій круглий та періодичного профілю, клас А-1, діаметр 10 мм | т | 0,0298766 | 5528,89 | 5433,29 | 54,44 | 41,16 |
| 12 | С111-1763 | Толь з грубозернистою засипкою, марка ТВК-350 | м2 | 13,7892 | 10,09 | 9,65 | 0,24 | 0,20 |
| 13 | С112-25 | Бруски обрізні з хвойних порід, довжина 4-6,5 м, ширина 75-150 мм, товщина 40-75 мм, III сорт | м3 | 0,22982 | 1647,42 | 1569,58 | 45,54 | 32,30 |
| 14 | С142-10-2 | Вода | м3 | 0,39069 | 8,55 | 8,55 | - | - |
| 15 | С1421-10634 | Пісок природний, рядовий | м3 | 2,41311 | 141,17 | 33,94 | 104,46 | 2,77 |
| 16 | С1428-11856 | Плити гіпсові звуковбирні литі, товщина 30 мм | м2 | 209,1362 | 134,99 | 130,60 | 1,74 | 2,65 |

Тривалість зведення конструкцій

$$t = \frac{m}{N \cdot n \cdot s} \quad (2.1)$$

де m – трудомісткість зведення конструкцій, люд-дн;

N – кількість бригад, які приймають участь в зведені конструкцій, N=2;

s – кількість змін роботи за добу;

n=4 – кількість людей в бригаді.

$m_I$=205:8,2=25 люд-дн

$m_{II}$=630:8,2=76,829 люд-дн

$m_{III}$=329:8,2=40,122 люд-дн

$$t_I = \frac{25}{2 \cdot 4 \cdot 1} = 3{,}125 \text{ дня} = 0{,}012 \text{ года}$$

$$t_{II} = \frac{76{,}829}{2 \cdot 4 \cdot 1} = 9{,}6 \text{ дня} = 0{,}043 \text{ года}$$

$$t_{III} = \frac{40{,}122}{2 \cdot 4 \cdot 1} = 5{,}015 \text{ дня} = 0{,}019 \text{ года}$$

Визначаємо величину основних виробничих фондів.

З основних виробничих фондів умовно враховуємо ті машини, які беруть участь у процесі зведення конструкцій. Спочатку підбираємо кран виходячи з маси найважчого елемента та габаритних розмірів будівлі, що проєктується. Приймаємо баштовий кран КБ-504, вартістю 747 370 грн.

Вартість основних фондів, що беруть участь у монтажі конструкцій

$$Ф_{пр} = \frac{K \cdot t}{T} \quad (2.2)$$

де K – вартість крану КБ-504=747370 грн;

t – час роботи крану на будівельному майданчику год;

T – строк служби крану, T=10 лет.

$$Ф_{прI} = \frac{747370 \cdot 0{,}012}{10} = 896{,}844 \text{ грн}$$

$$Ф_{прII} = \frac{747370 \cdot 0{,}043}{10} = 3213{,}691 \text{ грн}$$

$$Ф_{прIII} = \frac{747370 \cdot 0{,}019}{10} = 1420{,}003 \text{ грн}$$

Визначаємо величину оборотних коштів, які беруть участь у процесі зведення конструкцій з урахуванням показника оборотності.

Середньорічна величина оборотних коштів будівельної організації.

$$Ф_{об} = \frac{1,06 \cdot C}{t \cdot n} \quad (2.3)$$

де 1,06 – коефіцієнт переходу від кошторисної собівартості до кошторисної вартості;

n – коефіцієнт оборотності.

$$Ф_{обI} = \frac{1,06 \cdot 90232}{0,012 \cdot 3} = 2656831,11 \text{ грн}$$

$$Ф_{обII} = \frac{1,06 \cdot 107816}{0,043 \cdot 3} = 885929,92 \text{ грн}$$

$$Ф_{обIII} = \frac{1,06 \cdot 70281}{0,019 \cdot 3} = 1306980 \text{ грн}$$

Коефіцієнт, що враховує зміни терміну служби нового плану споруди порівняно з базовим:

$$\frac{P_1 + E_н}{P_2 + E_н} \quad (2.4)$$

де $P_1$ и $P_2$ – частки кошторисної вартості будівництва конструкцій у розрахунку на один рік їхньої служби за варіантами, що порівнюються:

$t_1$=10 φ=0,0452;

$t_2$=11 φ=0,0416;

$t_3$=12 φ=0,0387;

Приведені витрати за варіантами, що порівнюються, конструктивного рішення

$$П = \left[C + E_н \cdot \left(Ф_{пр} + Ф_{об}\right)\right] \cdot φ + 1,06 \cdot \frac{1}{E_{пр}} \cdot \left(P \cdot \frac{C}{100}\right) \quad (2.5)$$

де $E_н$=0,15 – нормативний коефіцієнт економічної ефективності в будівництві;

$E_{пр}$=0,08 – нормативний коефіцієнт приведення таких витрат;

P=0,7 – відрахування на ремонт і утримання конструкцій у відсотках від кошторисної вартості.

$$П_I = [90232 + 0{,}15 \cdot (896{,}844 + 2656831{,}11)] \cdot 0{,}0452 + 1{,}06 \cdot \frac{1}{0{,}08} \cdot$$

$$\cdot \left(0{,}7 \cdot \frac{90232}{100}\right) = 30466{,}9 \text{ грн}$$

$$П_{II} = [107816 + 0{,}15 \cdot (3213{,}291 + 885929{,}92)] \cdot 0{,}0416 + 1{,}06 \cdot \frac{1}{0{,}08} \cdot$$

$$\cdot \left(0{,}7 \cdot \frac{107816}{100}\right) = 20033{,}333 \text{ грн}$$

$$П_{III} = [70281 + 0{,}15 \cdot (1420{,}003 + 1306980)] \cdot 0{,}0387 + 1{,}06 \cdot \frac{1}{0{,}08} \cdot$$

$$\cdot \left(0{,}7 \cdot \frac{70281}{100}\right) = 16833{,}699 \text{ грн}$$

Для більш наглядного представлення результатів розрахунку та обґрунтування прийнятого рішення данні заносимо до таблиці 2.2

Таблиця 2.2 - Основні техніко-економічні показники

| № з/п | Найменування показника | Одиниця | Варіанти | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | I | II | III |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 1 | Кошторисна вартість зведення внутрішніх перегородок | грн. | 90232 | 107816 | 70281 |
| 2 | Трудомісткість зведення внутрішніх перегородок | люд.-змін | 25 | 76,83 | 40,12 |
| 3 | Тривалість зведення внутрішніх перегородок | діб | 3,125 | 9,6 | 5,015 |
| 4 | Витрати матеріалів: а) цегла | 1000шт | 5,74 | | |
| | б) Розчин готовий кладковий важкий цементно-вапняковий, марка М50 | $м^3$ | 2,64 | | |
| | в) Листи гіпсокартоні перфоровані | $м^2$ | | 482,622 | |
| | г) Плити теплоізоляційні із мінеральної вати на синтетичному | | | | |

продовження таблиці 2.2

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
|---|---|---|---|---|---|
| | д) Профілі холодногнуті з оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,55 мм, сума розмірів, дорівнює ширині вихідної заготовки, 101-150 мм | м | | 190,7605 | |
| | е) Профілі холодногнуті з оцинкованої сталі товщиною 0,5-0,55 мм, сума розмірів, дорівнює ширині вихідної заготовки, 151-200 мм | м | | 553,8662 | |
| | ж) плити гіпсові звукопоглинаючі | $м^2$ | | | 209,1262 |
| 5 | Річні приведені витрати | грн. | 30466,9 | 20033,33 | 16833,699 |

## 2.2 Аналіз проєктних рішень

Порівняння кошторисної вартості виконання внутрішніх перегородок із різних матеріалів вказує на те, що ІІІ варіант має меншу собівартість порівняно з І і ІІ варіантами на 13633,201 грн. та 3199,631 грн. відповідно. Трудомісткість ІІІ варіанта менша за ІІ варіант на 36,71 люд.-змін і більша за І варіант на 15,12 люд.-змін. Зменшилися річні приведені витрати за ІІІ варіантом. Економічні ефекти від застосування ІІІ варіанта:

$$Е_ф=30466,9-16833,699=13633,201 \text{ тис. грн.} \quad (2.6)$$

Приймаємо до проєктування ІІІ варіант конструктивних рішень - перегородок із гіпсових плит у два шари.

# 3 ПРОЄКТУВАННЯ АРХІТЕКТУРНИХ РІШЕНЬ ПРОЄКТУ

## 3.1 Початкові дані для проєктування та характеристика генерального плану

Будівля центру культури та відпочинку в м. Запоріжжя запроєктована з розмірами в плані 40,1мх40,3 м відмітка верха – 23,7м.

Ділянка будівництва розміщується в забудовуваній частині нового району. Кліматичний район – II. Нормативне снігове навантаження - 1,11 кН/м$^2$. Нормативне вітрове навантаження - 0,5 кН/м$^2$. Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря - 25°С. Глибина промерзання ґрунту - 1,34 м. Відмітка рівня ґрунтових вод від поверхні землі - 9,12 м. Рельєф майданчика – спокійний. Ґрунти підтвердженні просіданню. Міра вогнестійкості - 1 . Клас відповідальності – СС2. Коефіцієнт надійності – 1.




Рисунок 3.1 – Центр культури і відпочинку

Ділянка, відведена під будівництво, розташована поблизу дороги, що забезпечує хороший транспортний зв'язок об'єкту, що зводиться, з інфраструктурою міста. Для забезпечення безперешкодного проїзду пожежних машин навколо будівлі, що зводиться, виконані проїзди, шириною дорожнього полотна.

Зона відвідувачів складається з автомобільним паркуванням на 50 машино-місць. Одне машино-місце паркування є майданчиком розміром 6 х 3м. Зона центрального входу виконана у вигляді мощених покриттів. Інші пішохідні комунікації, як і автомобільні проїзди, виконані з асфальтобетону.

Ширина основних транспортних комунікацій - 6 м, ширина тротуарів - 3 м.

Основні техніко-економічні показники генерального плану :

- площа забудови - 1616,03 м$^2$
- площа автомобільних доріг - 2025 м$^2$
- площа тротуарів - 2829 м$^2$
- площа озеленення - 700 м$^2$

## 3.2 Конструктивні та об’ємно планувальні рішення будівлі

Конструктивне рішення центру культури і відпочинку представлено у вигляді чотириповерхового монолітного залізобетонного каркаса, який має п'ять прольотів в поперечному напрямі, і вісім прольотів в подовжньому напрямі.

Крок колон в подовжньому напрямі 12 м, в поперечному - 6 м.

Фундаменти під будівлю монолітні залізобетонні: стовпчастого типу - по цифрових осях 2-5 і буквеним осям Г-Ж; стрічкового типу - по цифрових осях 1-2 і 5-6 і буквеним осям А-Б, і цифровим осям 1-3 і 4-6 і буквеним осям З-И.

Фундаменти під колону мають розміри в плані - 3,8х3, 8 м, відмітка глибини залягання - 2,0 м. У фундаментів під колону, які розташовані по осях 2 і 5, подовжена нижня плита на 0,53 м для установки фундаментної балки під зовнішню стіну. Таким чином, вирішується питання з цоколем.

Стрічкові фундаменти представлені системою перехресних стрічок. Ширина в плані складає 1 м, відмітка глибини залягання - 2,0 м.

Бетонна суміш, для улаштування фундаментів, прийнята класу С20/25. Армування фундаментів виконується арматурними сітками А240С.

Колони в каркасі представлені в двох перерізах: К1 перерізом 500х800 мм, К2 перерізом 500х500. Бетонна суміш, вживана для облаштування колон, марки С20/25. Армуються колони арматурними каркасами, розрахунок яких виконаний відповідно до вимог нормативних документів.

Ригель має розміри в перерізі 300х900 мм. Бетон, для облаштування ригеля, прийнятий класу С20/25. Армування ригеля виконується арматурними каркасами.

Перекриття монолітне залізобетонне, завтовшки t=300мм. Для перекриття використовується бетонна суміш, класу С20/25. Армується перекриття сіткам. У вузлах «колона-плита» і «ригель-плита» виконується додаткове армування, необхідне за конструктивними вимогами.

Будівля триповерхова з горищем, має квадратну форму в плані. Основні габаритні розміри в осях - 40,1х40, 3 м. Максимальна відмітка будівлі +23,7 м.

Каркас будівлі монолітний залізобетонний.

Зовнішні стіни завтовшки 430 мм, осьова прив'язка: назовні 280 мм, всередину 150 мм. Зовнішні стіни виконані з газобетонних блоків і з вентильованим фасадом.

Внутрішні стіни завтовшки 120 мм, 200 мм, 400 мм. Внутрішні стіни виконані з газобетонних блоків, з подальшим оздобленням.

Перегородки виконані з гіпсових плит в два шари. Перегородки завтовшки 65 мм.

Скління фасадне, виконано суцільними стрічками в металевих каркасах.

Вхідні і тамбурні двері виконані з армованого скла, мають розмір 1,4 х 3, 8 м.

У будівлі є два додаткові евакуаційні виходи, які розташовані з протилежного боку від головного входу будівлі.

Також є два вантажопасажирські ліфти, марки 0410К3. Вантажопідйомність одного - 400 кг, швидкість підйому - 1 м/с. Також є четверо сходів.

На першому поверсі розташовані: адміністративні приміщення, кафе, каси, вбиральня, два санвузли, кімната для паління. Висота поверху від 3,9м до 5,7м. На другому поверсі розташовані: три кінозали по сто місць і три кінопроекційних. Висота кінозалів 11,7м, висота кінопроекційних і атріуму 5,7м. На третьому поверсі розташовані: Інтернет - кафе, бар, боулінг, більярдна, санвузол. Висота поверху 5,7м.

На горищі розташовані вузли комунікацій і ліфтове устаткування. Висота горища 2,1м.

Зовнішнє оздоблення будівлі є системою облаштування вентильованого фасаду, з фасадних касет МП 2000, розміром 1х2 м. Фасадні касети представлені в трьох кольорах. Скління виконане суцільними стрічками в металевих каркасах.

Внутрішнє оздоблення першого поверху. Адміністративні приміщення обклеюються шпалерами, підлога виконана з паркету або лінолеуму. Стелі в адміністративних приміщеннях підвісні. Зал кафе забарвлюється високоякісною водостійкою фарбою, підлога - бетонна. Каси і вбиральня обклеюються шпалерами, підлога - лінолеум. У санвузлах стіни і підлога оздоблена керамічною плиткою.

Внутрішнє оздоблення другого поверху. Стіни кінозалів оздоблені декоративною клейовою поверхнею під мармур. Підлога в кінозалах з мозаїчного паркету. Стелі обштукатурені високоякісною штукатуркою. Стіни кінопроекційних обклеєні шпалерами, підлога виконані з паркетних дошок. Стелі фанеровані панелями на основі НДП.

Внутрішнє оздоблення третього поверху. Стіни Інтернет - кафе обробляються декоративним клейовим обробленням по ескізах третьої категорії складності. Підлога мозаїчна. Зал боулінгу і більярдна також обробляються декоративним клейовим оздобленням по ескізах третьої категорії складності. У залі боулінгу підлога бетонна. У більярдні підлога мозаїчна. Стелі обштукатурюються. Приміщення відпочинку персоналу обклеюються шпалерами, на підлогу лягає паркет і лінолеум. Стелі підвісні.

Колони у будівлі облицьовувалися чотиригранними гранітними полірованими плитами, розміром 0,5х0, 5 м.

## 3.3 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни та перекриття центру культури та відпочинку

Визначаємо товщину зовнішньої стіни центру культури та відпочинку, що будується в м. Запоріжжя.

Таблиця 3.1 - Кліматичні параметри для м. Запоріжжя

| № п/п | Розрахункова зимова температура зовнішнього повітря і зона вологості | Значення ДСТУ-Н Б В.1.1-. 27:2010 додаток 2 |
|---|---|---|
| 1 | Абсолютна мінімальна | - 34 |
| 2 | Найбільш холодної доби, забезпеченістю 0,92 | - 25 |
| 3 | Найбільш холодної п'ятиденки, забезпеченістю 0,92 | - 22 |
| 4 | Зона вологості | третя (суха) |

Таблиця 3.2 - Макроклімат приміщення і умови експлуатації обгороджування[9]

| № з/п | Найменування | Значення | Обґрунтування |
|---|---|---|---|
| 1 | Розрахункова температура внутрішнього повітря | tв=20°С | ДБН В. 2.6-31-2021 |
| 2 | Вологість повітря | φ=56% | ДБН В. 2.6-31-2021 |
| 3 | Режим вологості | Нормальний | ДБН В. 2.6-31-2021 |
| 4 | Умови експлуатації обгороджування | Б | ДБН В. 2.6-31-2021 |

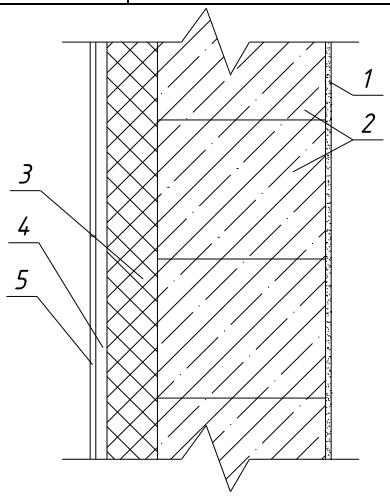



Рисунок 3.2 – Конструктивна схема стіни

Необхідний опір теплопередачі $R_0$тр=3,5 м$^{2\cdot0}$С/Вт, прийняте відповідно до вимог ДБН В. 2.6-31-2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність»[9].

Таблиця 3.3 - Конструкція стіни і розрахункові коефіцієнти

| Конструктивна схема стіни | Характеристика шарів | | | Розрахункові коефіцієнти | |
|---|---|---|---|---|---|
| | № шару | Матеріал | Товщина, м | λ Вт/(м$^2$·°С) | S Вт/(м$^2$·°С) |
| Рисунок 3.2 | 1 | Штукатурка цементно-піщана | 0,010 | 0,81 | 9,76 |
| | 2 | Газобетон (625х250х300) | 0,300 | 0,14 | 2,19 |
| | 3 | Мінераловатні плити, ρ=0,2 т/м$^3$ | 0,090 | 0,087 | 1,32 |
| | 4 | Повітряний прошарок | 0,020 | - | - |
| | 5 | Облицювання | 0,010 | - | - |

Визначаємо загальний опір теплопередачі обгороджування по формулі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + R_3 + \frac{1}{\alpha_н} = \frac{1}{8,7} + 0,0123 + 2,14 + 1,034 + \frac{1}{23} =$$

$$= 3,0 \ м^2 \cdot C^0/Вт$$

З порівняння $R_0$=3,0 > $R_0$тр=3,5 слідує, що необхідна умова дотримується, тобто прийнята конструкція стіни задовольняє теплотехнічним вимогам.

Визначуваний розрахунковим шляхом товщину утепляючого шару горищного перекриття центру культури та відпочинку, що будується в м. Запоріжжя.

Кліматичні параметри для м. Запоріжжя, мікроклімат приміщення і умови експлуатації обгороджування представлені в таблиці 3.1 і таблиці 3.2

Необхідний опір теплопередачі $R_0$тр=5,5 м$^{20}$С/Вт, прийняте відповідно до вимог ДБН В. 2.6-31-2021[9].

Визначаємо загальний опір теплопередачі обгороджування по формулі:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_в} + R_1 + R_2 + R_3 + R_4 + R_5 + R_6 + \frac{1}{\alpha_н} =$$

$$= \frac{1}{8,7} + 0,087 + 0,176 + 0,037 + 3,086 + 0,469 + 0,15 + \frac{1}{12} = 5,7 \ м^2 \cdot C^0/Вт$$

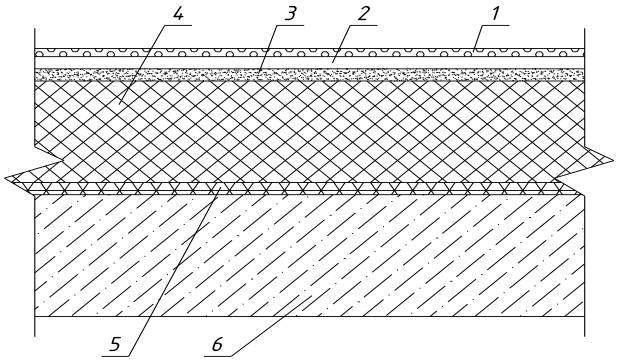



Рисунок 3.3 - Конструктивна схема перекриття

Таблиця 3.4 - Конструкція перекриття та розрахункові коефіцієнти

| Конструктивна схема перекриття | Характеристика шарів | | | Розрахункові коефіцієнти | |
|---|---|---|---|---|---|
| | № шару | Матеріал | Товщина, м | λ Вт/(м$^2$·°С) | S Вт/(м$^2$·°С) |
| Рисунок 3.3 | 1 | Верхній шар гравій керамзитовий | 0,020 | 0,23 | 3,6 |
| | 2 | Руберойд | 0,030 | 0,17 | 3,53 |
| | 3 | Цементне стягування | 0,030 | 0,81 | 9,76 |
| | 4 | Мінераловатні плити, ρ=0,2 т/м$^3$ | 0,250 | 0,081 | 1,11 |
| | 5 | Пароізоляція, ρ=0,3 т/м$^3$ | 0,030 | 0,064 | 0,73 |
| | 6 | Монолітна залізобетонна плита | 0,300 | 2,04 | 18,95 |

З порівняння $R_0 = 5,7 > R_0тр = 5,5$ слідує, що необхідна умова дотримується, тобто прийнята конструкція горищного перекриття задовольняє теплотехнічним вимогам.

# 4 ПРОЄКТУВАННЯ КОНСТРУКТИВНИХ РІШЕНЬ ЦЕНТРУ КУЛЬТУРИ ТА ВІДПОЧИНКУ

## 4.1 Конструктивна схема каркасу будівлі

Проєктуємо чотириповерховий монолітний залізобетонний каркас центру культури та відпочинку, що має п'ять прольотів у поперечному напрямку та вісім прольотів у поздовжньому напрямку. Розрахунок каркаса виконуємо в програмному комплексі LIRA 9.4.

В основу розрахунку покладено метод скінченних елементів у переміщеннях. Як основні невідомі приймаємо такі переміщення вузлів: X лінійне по осі X; Y лінійне по осі Y; Z лінійне по осі Z; UX кутове навколо осі X; UY кутове навколо осі Y; UZ кутове навколо осі Z.

У конструктивній системі каркаса виділено дві підсистеми несучих конструкцій: горизонтальні та вертикальні[2].

Горизонтальні конструкції забезпечують геометричну незмінність у плані, передають прикладені до них навантаження на вертикальні конструкції, беруть участь у просторовій роботі всієї конструкції як жорсткі диски, перешкоджають взаємному зсуву неоднаково навантажених вертикальних елементів. Як горизонтальні конструкції виступають монолітні ригелі та плити перекриття.

Вертикальні конструкції виконують головні несучі функції, сприймають усі прикладені до системи навантаження, передаючи їх на фундамент. Як вертикальні конструкції виступають колони.

Жорсткість і незмінність просторової системи забезпечуємо жорсткими вузлами «ригель-колона» і «плита-ригель». Кріплення колон до фундаментів також жорстке.

Крок колон у поздовжньому напрямку - 12 м, у поперечному – 6м.

Розрахунок виконується за п'ятою ознакою схеми - шість ступенів свободи у вузлу. Система розбита на сітку, розміром 1х1 м.

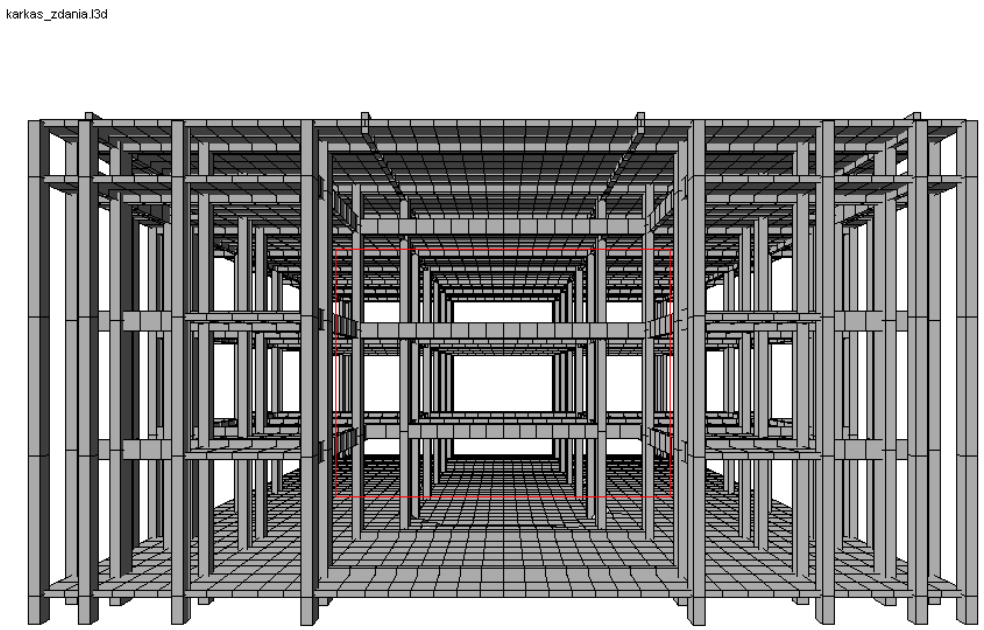



Рисунок 4.1 - Просторова модель

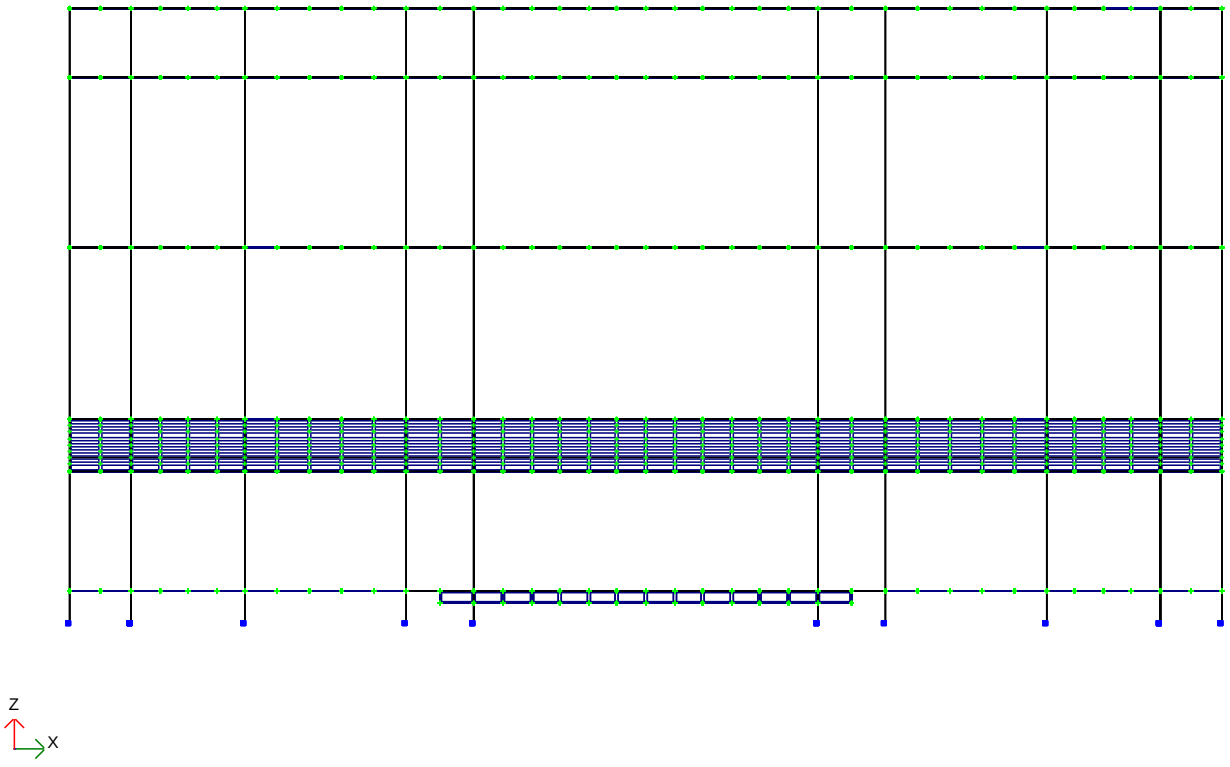



Рисунок 4.2 – Розрахункова схема в проекції на плоскості XOZ

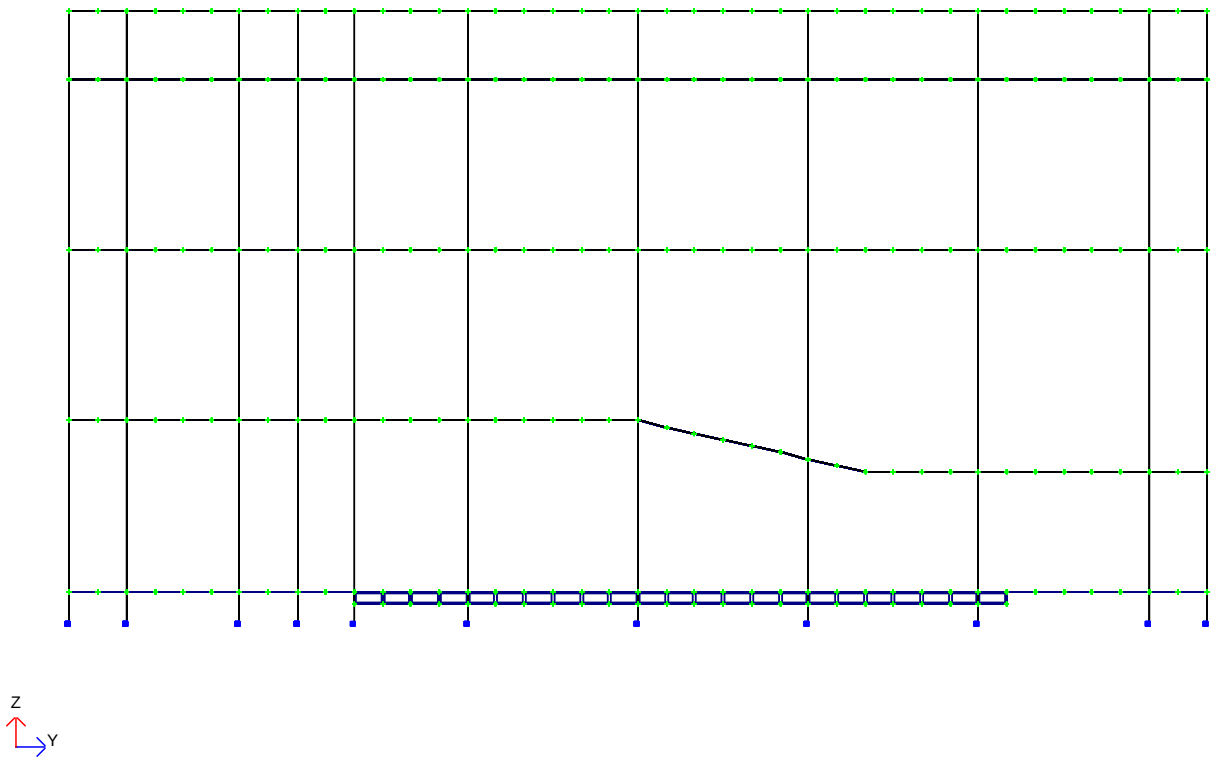



Рисунок 4.3 - Розрахункова схема в проекції на плоскості XOY

## 4. 2 Визначення та розрахунок кінцевих елементів

Метод кінцевих елементів є ефективним чисельним методом рішення інженерних і фізичних задач. Область його застосування тягнеться від аналізу напружень в конструкціях літаків або автомобілів до розрахунку таких складних систем, як атомна електростанція. З його допомогою розглядається рух рідини по трубах, через дамби, в пористих середовищах, досліджується перебіг газу, що стискається, вирішуються завдання електростатики і мастила, аналізуються коливання систем[2].

Розрахункова схема складається з таких типів скінченних елементів:

- тип 10 Універсальний просторовий стрижневий КЕ - до нього належать колони та ригелі; - тип 41 Універсальний прямокутний КЕ оболонки – до нього належать плити перекриття та покриття.

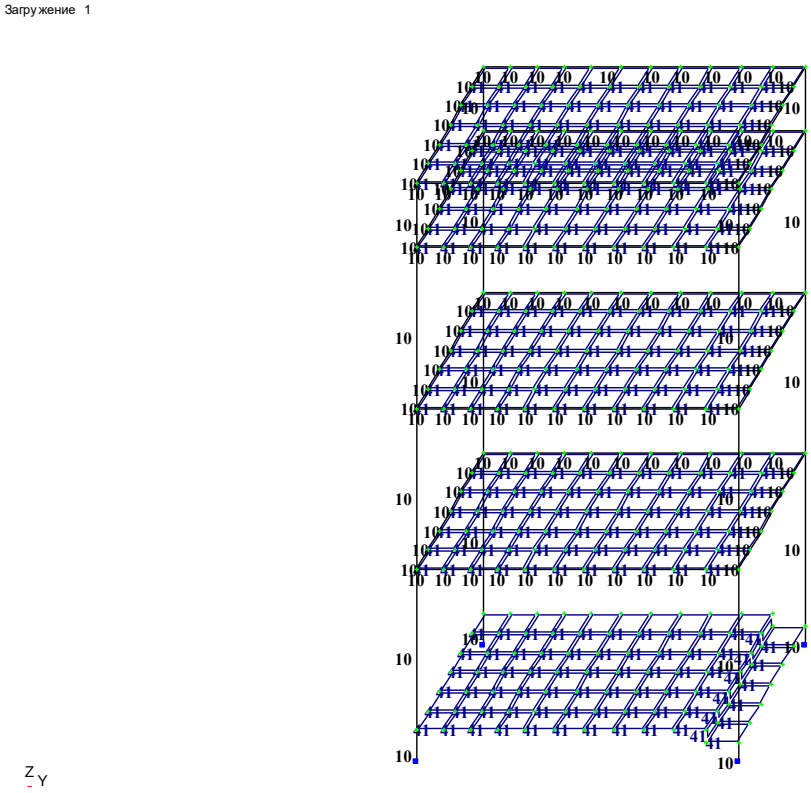



Рисунок 4.4 - Типи кінцевих елементів на ділянці каркасу

## 4.3 Визначення перетину та жорсткості елементів каркасу

У цій розрахунковій схемі присутні чотири види переріз:

- колона К1 800х500 мм;
- колона К2 500х500 мм;
- ригель Р1 300х900 мм;
- перекриття П1t=300 мм;

У розрахунковій схемі застосовано чотири типи жорсткості:

- 1-й тип жорсткості брус 80х50 – колона;
- 2-й тип жорсткості брус 50х50 – колона;
- 3-й тип жорсткості брус 30х90 – ригель;
- 4-й тип жорсткості пластина Н 30 – перекриття й покриття.

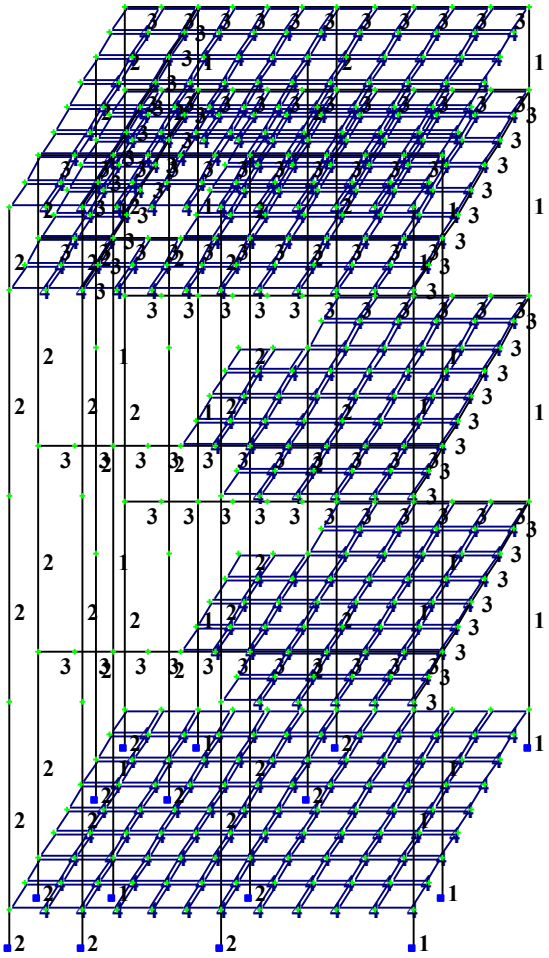


Рисунок 4.6 -Жорсткості елементів на ділянці каркасу

## 4.4 Збір навантаження на конструкцію каркасу

Збір навантажень на конструкцію виконуємо згідно з вимогами ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проектування».

На систему каркаса діють такі навантаження:

- постійне навантаження: власна вага, навантаження від покриття, навантаження від перекриття, навантаження від стінової огорожі, навантаження від сходів;

- тимчасове навантаження: снігове навантаження, вітрове навантаження;

- тимчасове тривале навантаження: навантаження від залів, навантаження від горища.

### 4.4.1 Постійне навантаження

Навантаження від власної ваги. Навантаження від власної ваги обчислюється автоматично програмним комплексом LIRA 9.4 за заданими величинами елементів: щільності та перерізів елементів.

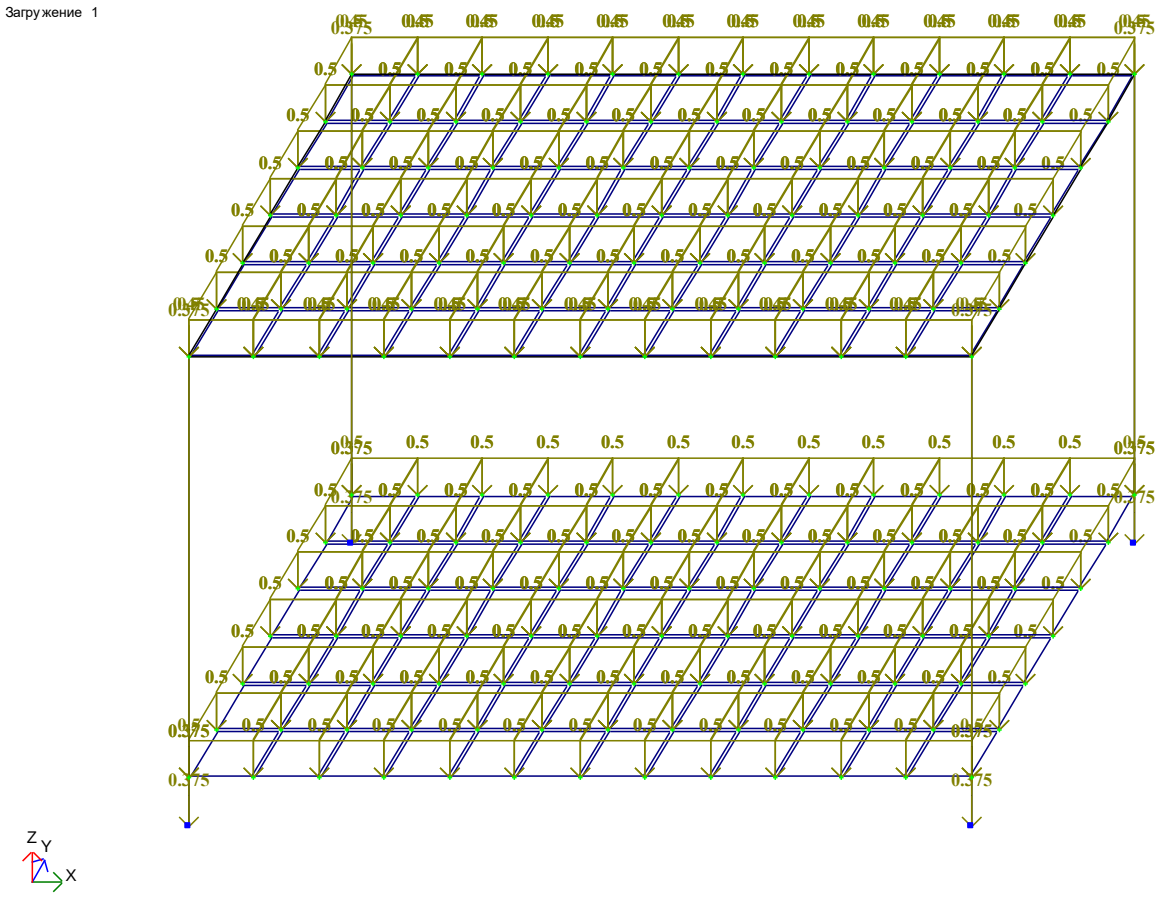



Рисунок 4.7 - Завантаження 1- частина схеми завантаження від власної ваги, т/м$^2$)

Таблиця 4.1 - Навантаження від покриття.

| № з/п | Вид навантаження | Нормативне навантаження кН/м$^2$ | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження кН/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Гравійний захист | 0,38 | 1,3 | 0,494 |
| 2 | Руберойд | 0,18 | 1,3 | 2,34 |
| 3 | Цементна стяжка | 0,54 | 1,3 | 0,702 |
| 4 | Мінераловатні плити | 0,50 | 1,3 | 0,650 |
| 5 | Пароізоляція | 0,09 | 1,3 | 0,117 |
| | **Всього по покриттю** | **1,69** | | **2,197** |

1 Гравійний захист: h=20мм, ρ=1,9т/м$^3$ $q^H$=0,02·1,9·1·10=0,38 кН/м$^2$;

2. Руберойд: h=30мм, ρ=0,6т/м$^3$ $q^H$=0,03·0,6·1·10=0,18 кН/м$^2$;

3. Цементна стяжка: h=30мм, ρ=1,8т/м$^3$ $q^H$=0,03·1,8·1·10=0,54 кН/м$^2$;

4. Мінераловатні плиті: h=250мм, ρ=0,2т/м$^3$ $q^H$=0,25·0,2·1·10=0,5 кН/м$^2$;

5. Пароізоляція: h=30мм, ρ=0,3т/м$^3$ $q^H$=0,03·0,3·1·10=0,09 кН/м$^2$;

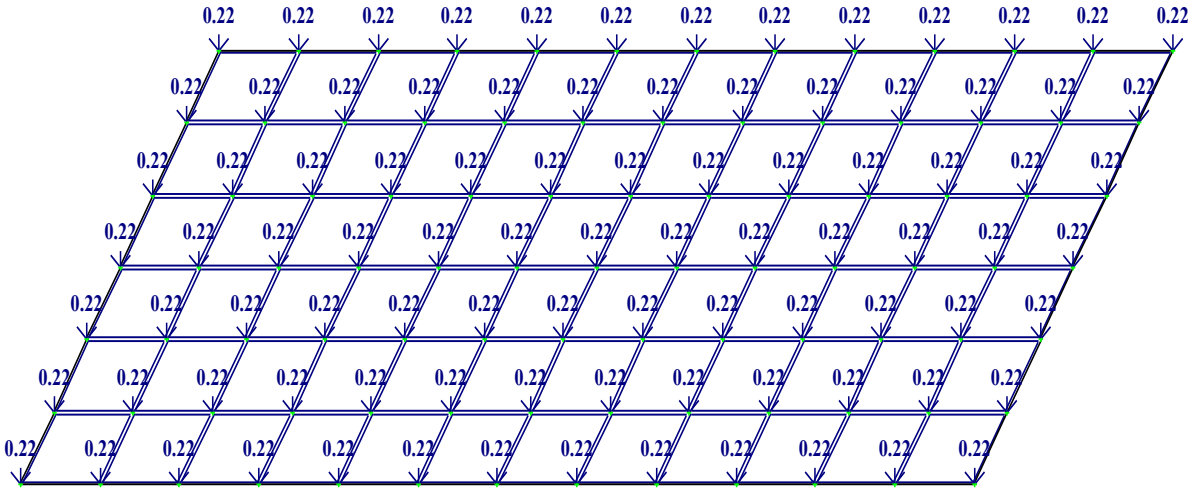



Рисунок 4.8 - Завантаження 2 -частина схеми завантаження від покриття, т/м$^2$

Таблиця 4.2 - Навантаження від перекриття

| № з/п | Вид навантаження | Нормативне навантаження кН/м$^2$ | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження кН/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Від перекриття 1-го поверху | | | | |
| 1 | Покриття мозаїчне | 0,44 | 1,3 | 0,572 |
| 2 | Цементна стяжка | 0,9 | 1,3 | 1,17 |
| | **Всього по 1-му поверху** | **1,34** | | **1,742** |
| Від перекриття 2-го поверху | | | | |
| 1 | Покриття від паркету мозаїчного | 0,07 | 1,3 | 0,091 |
| 2 | Цементна стяжка | 0,9 | 1,3 | 1,17 |
| | **Всього по 2-му поверху** | **0,97** | | **1,261** |
| Від перекриття 3-го поверху | | | | |
| 1 | Покриття мозаїчне | 0,44 | 1,3 | 0,572 |
| 2 | Цементна стяжка | 0,9 | 1,3 | 1,17 |
| | **Всього по 3-му поверху** | **1,34** | | **1,742** |
| Від перекриття горища | | | | |
| 1 | Покриття бетонне | 0,48 | 1,3 | 0,624 |
| 2 | Мінераловатні плити | 0,3 | 1,3 | 0,39 |
| | **Всього по горищу** | **0,78** | | **1,014** |
| | **Всього від перекриття** | **4,43** | | **5,759** |

По першому поверху:

1. Покриття мозаїчне: h=20мм, ρ=2,2т/м$^3$ $q^H$ =0,02·2,2·1·10=0,44 кН/м$^2$;

2. Цементна стяжка: h=50мм, ρ=1,8т/м$^3$ $q^H$ =0,05·1,8·1·10=0,9 кН/м$^2$;

По другому поверху:

1. Покриття з паркету мозаїчного: h=10мм, ρ=0,7т/м$^3$
$q^H$ =0,01·0,7·1·10=0,54 кН/м$^2$;

2. Цементна стяжка: h=50мм, ρ=1,8т/м$^3$ $q^H$ =0,05·1,8·1·10=0,9 кН/м$^2$;

По третьому поверху:

1. Покриття мозаїчне: h=20мм, ρ=2,2т/м$^3$ $q^H$ =0,02·2,2·1·10=0,44 кН/м$^2$;

2. Цементна стяжка: h=50мм, ρ=1,8т/м$^3$ $q^H$ =0,05·1,8·1·10=0,9 кН/м$^2$;

По горищу:

1. Покриття бетонне: h=20мм, ρ=2,4т/м$^3$ $q^H$ =0,02·2,4·1·10=0, 48 кН/м$^2$;

2. Мінераловатні плити: h=100мм, ρ=0,3т/м$^3$ $q^H$ =0,1·0,3·1·10=0,3 кН/м$^2$;

Таблиця 4.3 – Навантаження від стінового огородження

| № з/п | Вид навантаження | Нормативне навантаження кН/м$^2$ | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження кН/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Від зовнішніх стін | | | | |
| 1 | Висотою 7,7 м, δ=0,430 м | 20,124 | 1,1 | 22,1364 |
| 2 | Висотою 5,7 м, δ=0,430 м | 15,48 | 1,1 | 17,028 |
| 3 | Висотою 3,9 м, δ=0,430 м | 10,836 | 1,1 | 11,9196 |
| 4 | Висотою 2,1 м, δ=0,430 м | 6,192 | 1,1 | 6,8112 |
| | **Всього від зовнішніх стін** | **52,632** | | **57,8952** |
| Від внутрішніх стін | | | | |
| 1 | Висотою 7,7 м, δ=400 мм | 18,72 | 1,1 | 20,592 |
| 2 | Висотою 5,7 м, δ=400 мм | 13,92 | 1,1 | 15,312 |
| 3 | Висотою 5,7 м, δ=200 мм | 6,96 | 1,1 | 7,656 |
| 4 | Висотою 3,9 м, δ=200 мм | 4,56 | 1,1 | 5,016 |
| | **Всього від внутрішніх стін** | **44,16** | | **48,576** |

Від зовнішніх стін :

1. Газобетон: $\delta_{ст}$=430мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,43·0,6·10·7,7=20,124 кН/м$^2$;

2. Газобетон: $\delta_{ст}$=430мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,43·0,6·10·5,7=15,48 кН/м$^2$;

3. Газобетон: $\delta_{ст}$=430мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,43·0,6·10·3,9=10,836 кН/м$^2$;

4. Газобетон: $\delta_{ст}$=430мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,43·0,6·10·2,1=15,48 кН/м$^2$;

Від внутрішніх стін:

1. Газобетон $\delta_{ст}$=400мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,4·0,6·10·7,7=18,72 кН/м$^2$;

2. Газобетон $\delta_{ст}$=400мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,4·0,6·10·5,7=13,92 кН/м$^2$;

3. Газобетон $\delta_{ст}$=200мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,2·0,6·10·5,7=6,96 кН/м$^2$;

4. Газобетон $\delta_{ст}$=200мм, $\rho_{ст}$=0,6т/м$^3$ $q^H$ =0,2·0,6·10·3,9=4,56 кН/м$^2$;

Навантаження від сходів. Навантаження від сходових маршів приймаємо конструктивно - 4 т.

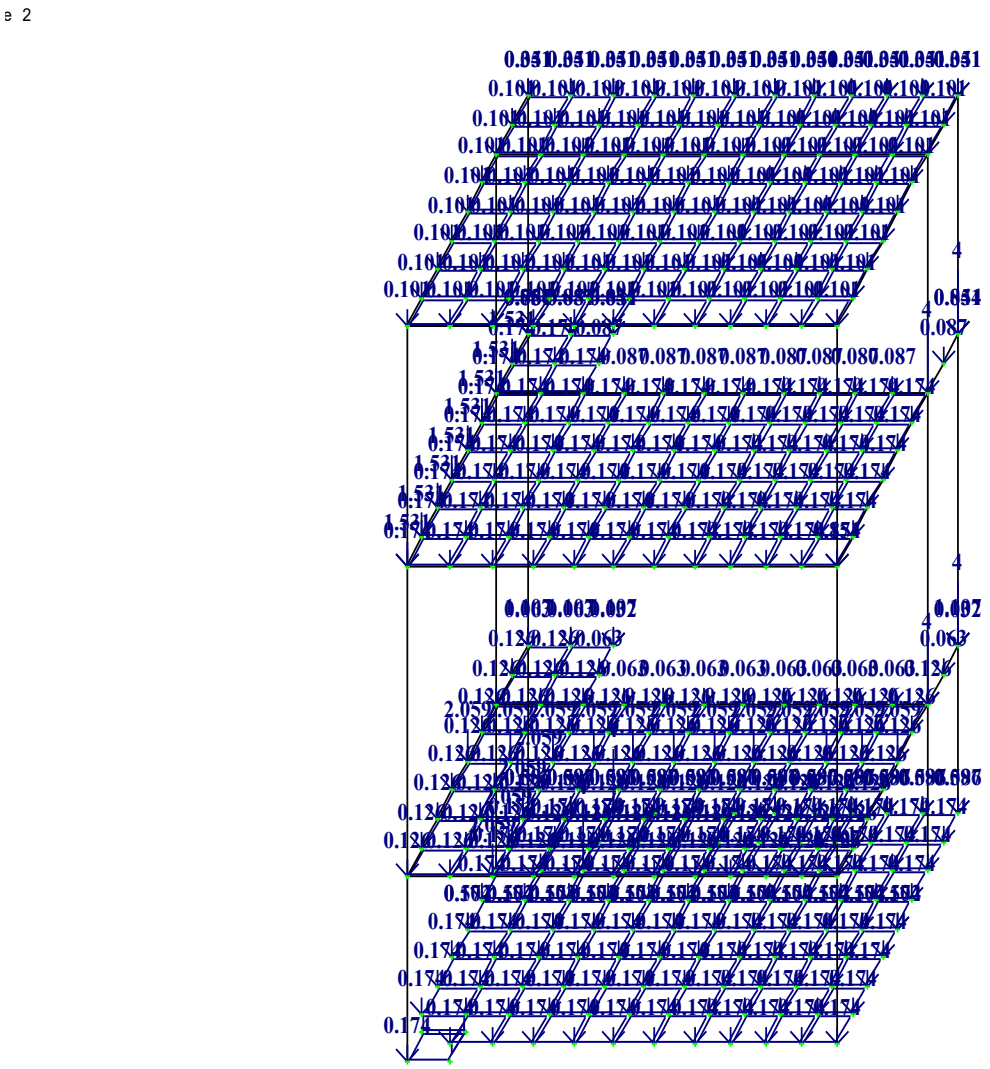


Рисунок 4.9- Завантаження 2 - Частина схеми завантаження від перекриття, стінової огорожі та сходів, т/м$^2$, т

Таблиця 4.4 – Тимчасове тривале навантаження

| № з/п | Вид навантаження | Нормативне навантаження кН/м$^2$ | $\gamma_f$ | Розрахункове навантаження кН/м$^2$ |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1 | Навантаження в залі кінотеатру | 4 | 1,2 | 4,8 |
| 2 | Навантаження на горищі | 0,7 | 1,3 | 0,91 |
| | **Всього від тривалого навантаження** | **4,7** | | **5,71** |

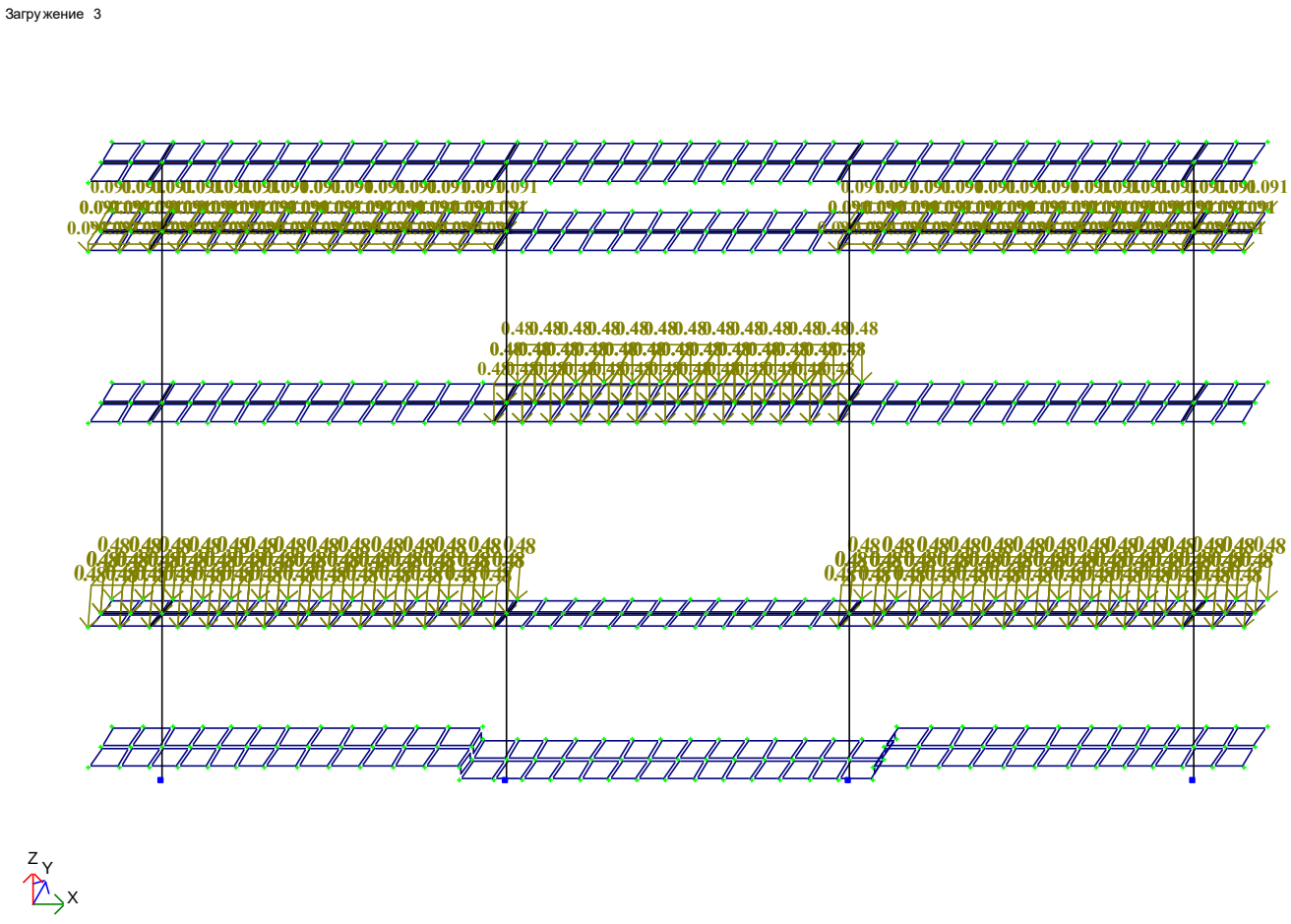



Рисунок 4.10 - Завантаження 3 - Частина схеми завантаження від тимчасового тривалого навантаження 1, т/м$^2$

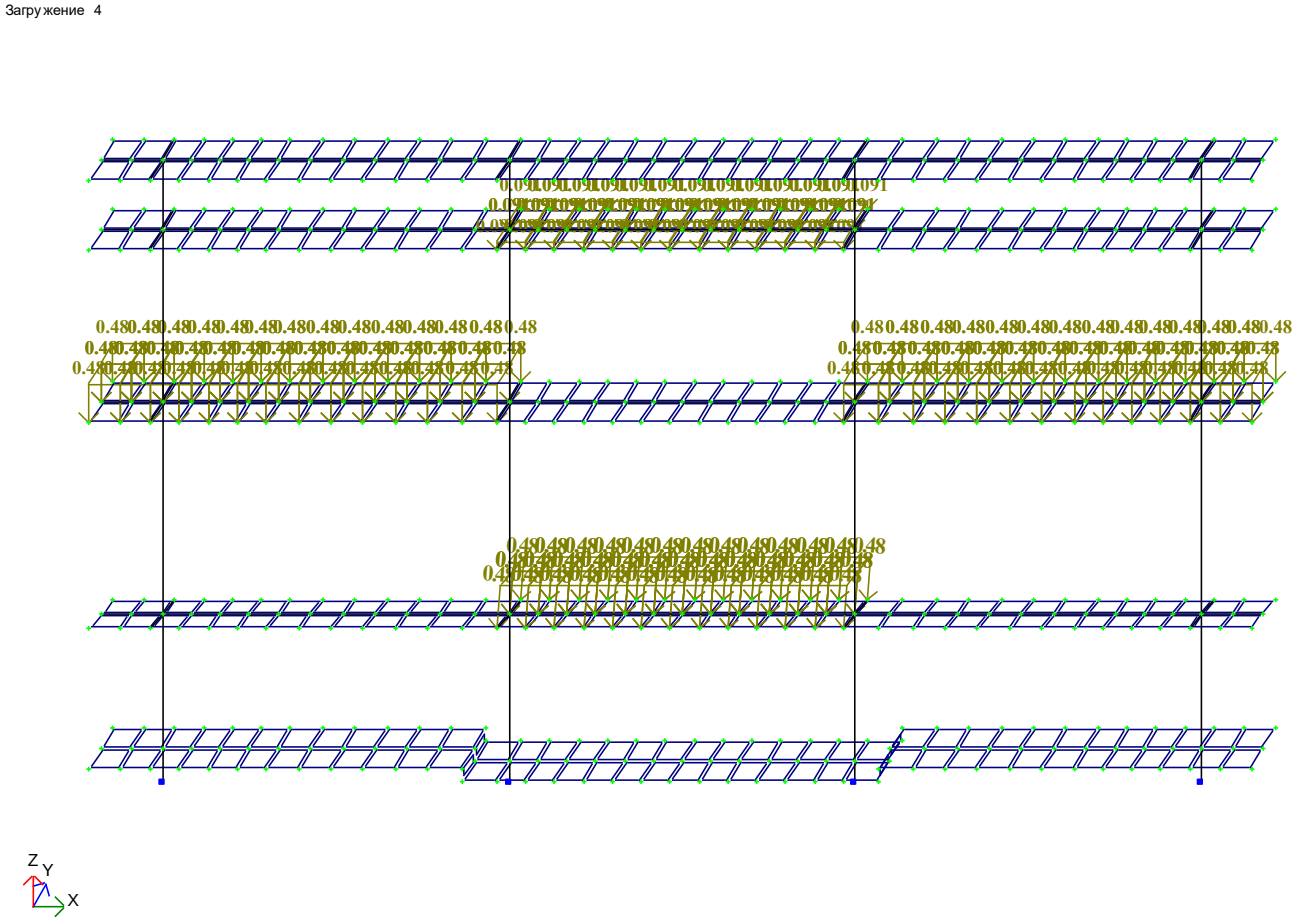



Рисунок 4.11 - Завантаження 4 - Частина схеми завантаження від тимчасового тривалого навантаження 2, т/м$^2$

### 4.4.2 Розрахунок тимчасового навантаження

Снігове навантаження. Снігове навантаження є змінним навантаженням, для нього знаходимо граничне розрахункове значення.

Сніговий район для м. Запоріжжя - II, $S_0$=1,11 кН/м$^2$.

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на покриття (конструкції) обчислюємо за формулою:

$$S_m=\gamma_{fm}\cdot S_0\cdot C \qquad (4.1)$$

де $\gamma_{fm}$ – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, $\gamma_{fm}$=1,14; Т=100 лет;

$S_0$ – характеристичне значення снігового навантаження, $S_0$=1,11 кН/м$^2$;

C – коефіцієнт,

$$C=\mu \cdot C_e \cdot C_{alt} \quad (4.2)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні землі до снігового навантаження на покриття, μ=1, т.к. α≤25°;

$C_e$ – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі, $C_e$=1;

$C_{alt}$ – коефіцієнт географічної висоти, $C_{alt}$=1.

Тоді $C=\mu \cdot C_e \cdot C_{alt}=1 \cdot 1 \cdot 1=1$

$$S_m=1,14 \cdot 1,11 \cdot 1=1,2654$$

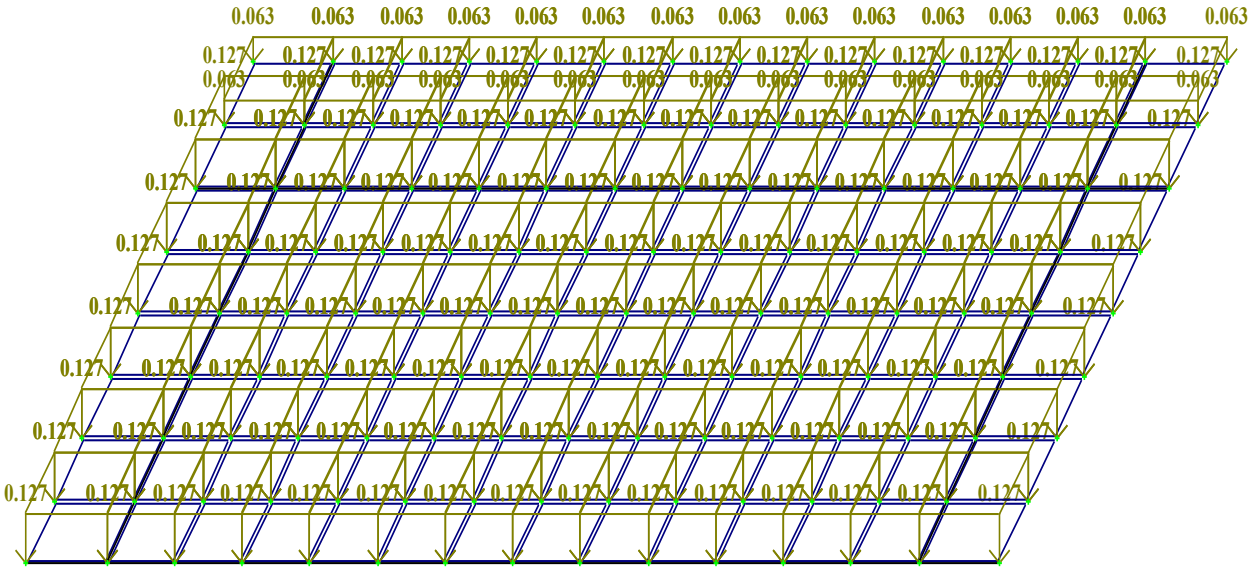



Рисунок 4.12 - Завантаження 5 - Частина схеми завантаження від снігового навантаження, т/м$^2$

Вітрове навантаження. Вітрове навантаження є змінним навантаженням, для нього знаходимо граничне розрахункове значення.

Вітровий район для м. Запоріжжя – III, $W_0$=0,46 кН/м$^2$;

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюємо за формулою:

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C \quad (4.3)$$

де $\gamma_{fm}$ – коефіцієнт надійності за граничним значенням вітрового навантаження, $\gamma_{fm}$=1,14; Т=100 лет;

$W_0$ – характеристичне значення вітрового навантаження, $W_0$=0,46 кН/м$^2$;

$$C = C_{aer} \cdot C_{h1} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} \quad (4.4)$$

де $C_{aer}$ – аеродинамічний коефіцієнт, $C_{aer}^{актив}=C_e=+0,8$; $C_{aer}^{пас}=C_{e3}=-0,41$;

$C_h$ – коефіцієнт висоти споруди;

$C_{alt}$ – коефіцієнт географічної висоти, $C_{alt}$=1;

$C_{rel}$ – коефіцієнт рельєфу, $C_{rel}$=1;

$C_{dir}$ – коефіцієнт напрямку, $C_{dir}$=1

Визначимо коефіцієнт висоти споруди Ch, який враховує збільшення вітрового навантаження залежно від висоти конструкції:

4,2 м – $C_{h1}$=1,2

4,726 м – $C_{h2}$=1,2

6 м – $C_{h3}$=1,44

7,3 м – $C_{h4}$=1,45

7,8 м – $C_{h5}$=1,48

12 м – $C_{h6}$=1,65

18 м – $C_{h7}$=1,75

20,4 м – $C_{h8}$=1,87

Визначаємо коефіцієнт С з навітряного боку:

$$C_1^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h1} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,96$$

$$C_2^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h2} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0,96$$

$$C_3^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h3} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,44 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,152$$

$$C_4^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h4} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,16$$

$$C_5^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h5} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,184$$

$$C_6^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h6} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,32$$

$$C_7^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h7} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,40$$

$$C_8^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h8} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0,8 \cdot 1,87 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1,496$$

Визначимо вітрове навантаження з навітряного боку на 1 м$^2$, т/м$^2$:

$$W_1^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}96 = 0{,}503$$

$$W_2^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}96 = 0{,}503$$

$$W_3^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 1{,}152 = 0{,}604$$

$$W_4^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 1{,}16 = 0{,}608$$

$$W_5^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 1{,}184 = 0{,}621$$

$$W_6^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 1{,}32 = 0{,}692$$

$$W_7^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}96 = 0{,}734$$

$$W_8^{акт} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}96 = 0{,}785$$

Визначимо вітрове навантаження з навітряного боку на елементи колон на 1 пм, т/м:

$$q_n^{акт} = W_n^{акт} \cdot h \quad (4.5)$$

$$q_{4,2}^{акт} = 0{,}503 \cdot 4{,}2 = 2{,}1126$$

$$q_6^{акт} = 0{,}604 \cdot 6 = 3{,}624$$

$$q_{12}^{акт} = 0{,}692 \cdot 6 = 4{,}152$$

$$q_{18}^{акт} = 0{,}734 \cdot 6 = 4{,}404$$

$$q_{20,4}^{акт} = 0{,}785 \cdot 2{,}4 = 4{,}71$$

Визначимо коефіцієнт С із завітреного боку:

$$C_1^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h1} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}492$$

$$C_2^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h2} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}2 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}492$$

$$C_3^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h3} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}44 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}5904$$

$$C_4^{акт} = C_{aer}^{акт} \cdot C_{h4} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}45 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}5945$$

$$C_5^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h5} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}48 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}607$$

$$C_6^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h6} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}65 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}677$$

$$C_7^{апас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h7} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}75 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}718$$

$$C_8^{пас} = C_{aer}^{пас} \cdot C_{h8} \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_{dir} = 0{,}41 \cdot 1{,}87 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 = 0{,}767$$

Визначимо вітрове навантаження із завітреного боку на 1 м$^2$, т/м$^2$:

$$W_1^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}492 = 0{,}258$$

$$W_2^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}492 = 0{,}258$$

$$W_3^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}5904 = 0{,}310$$

$$W_4^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}5945 = 0{,}312$$

$$W_5^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}607 = 0{,}323$$

$$W_6^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}677 = 0{,}355$$

$$W_7^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}718 = 0{,}377$$

$$W_8^{пас} = 1{,}14 \cdot 0{,}46 \cdot 0{,}767 = 0{,}402$$

Визначимо вітрове навантаження із завітреного боку на елементи колон на 1 пм, т/м:

$$q_n^{пас} = W_n^{пас} \cdot h \qquad (4.6)$$

$$q_{4,2}^{пас} = 0{,}258 \cdot 4{,}2 = 1{,}0836$$

$$q_6^{пас} = 0{,}31 \cdot 6 = 1{,}86$$

$$q_{7,8}^{пас} = 0{,}323 \cdot 6 = 1{,}936$$

$$q_{12}^{пас} = 0{,}355 \cdot 6 = 2{,}13$$

$$q_{18}^{пас} = 0{,}377 \cdot 6 = 2{,}262$$

$$q_{20,4}^{пас} = 0{,}402 \cdot 2{,}4 = 2{,}412$$

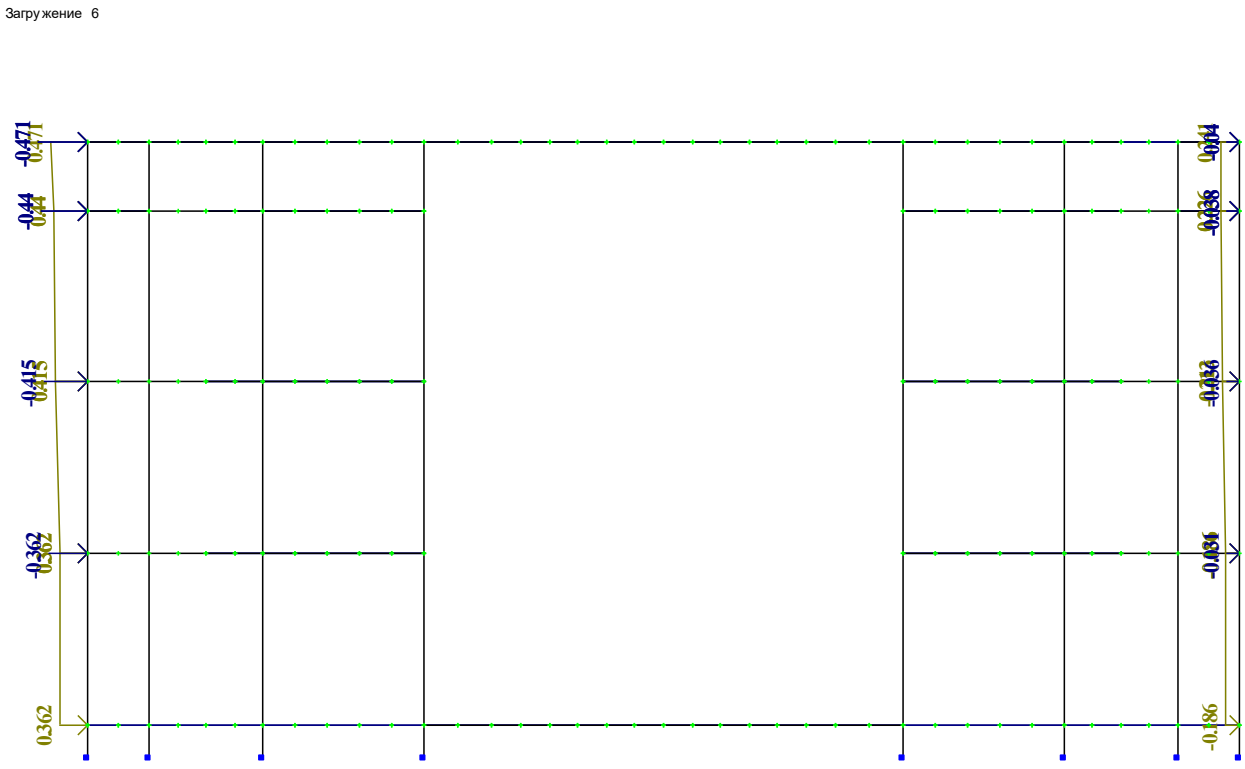



Рисунок 4.13 - Завантаження 6 - Схема завантаження вітровим навантаженням 1, т/м$^2$, т/м

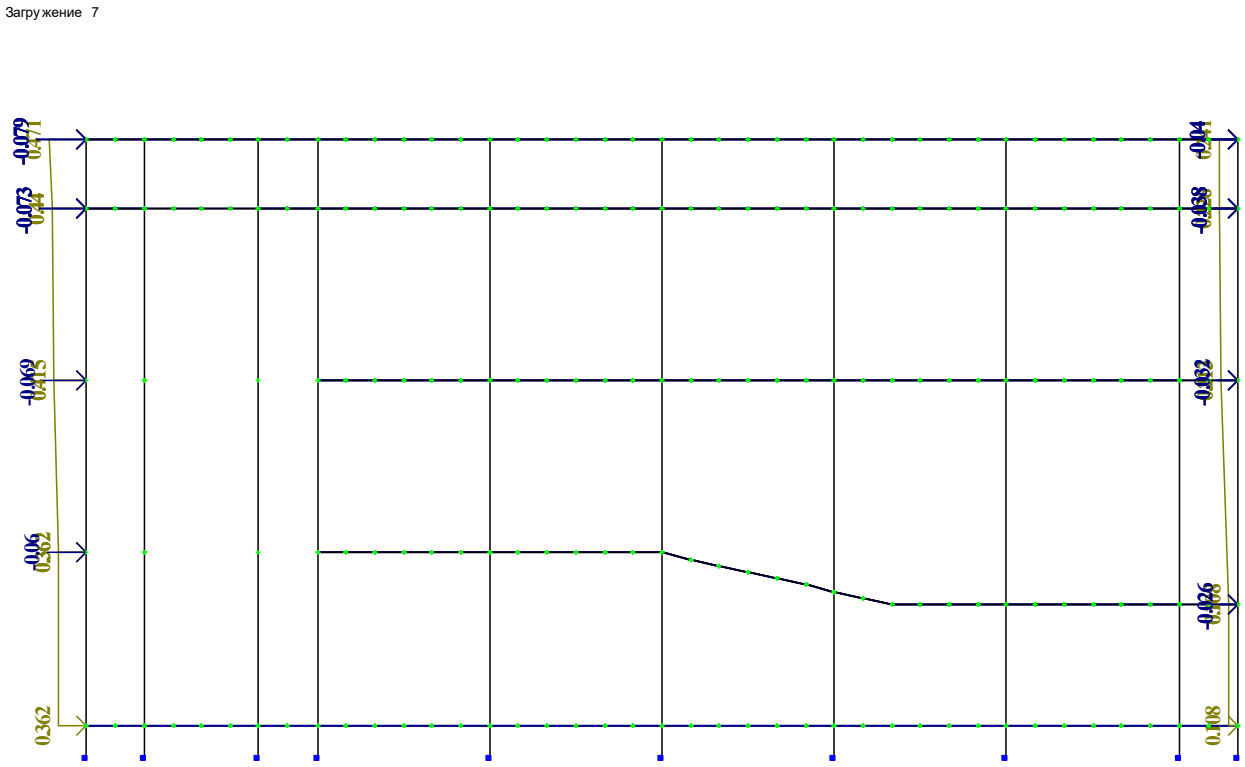



Рисунок 4.14 - Завантаження 7 - Схема завантаження вітровим навантаженням 2, т/м$^2$, т/м

## 4.5 Розрахункові поєднання зусиль

Навантаження на конструктивну схему діють не окремо, а в поєднанні одне з одним. Тому необхідно визначити ті поєднання окремих навантажень, які можуть бути вирішальними для кожного елемента, що перевіряється, або його перерізу.

Це завдання в LIRA 9.4 виконуємо за допомогою генерації таблиці РСУ:

- Завантаження 1, 2 - постійне;
- Завантаження 3, 4 - тимчасове тривале;
- Завантаження 5, 6, 7 - короткочасне;

Значення розрахункових сполучень зусиль від навантажень подано в таблиці 4.1.

## 4.6 Визначення переміщення від завантажень

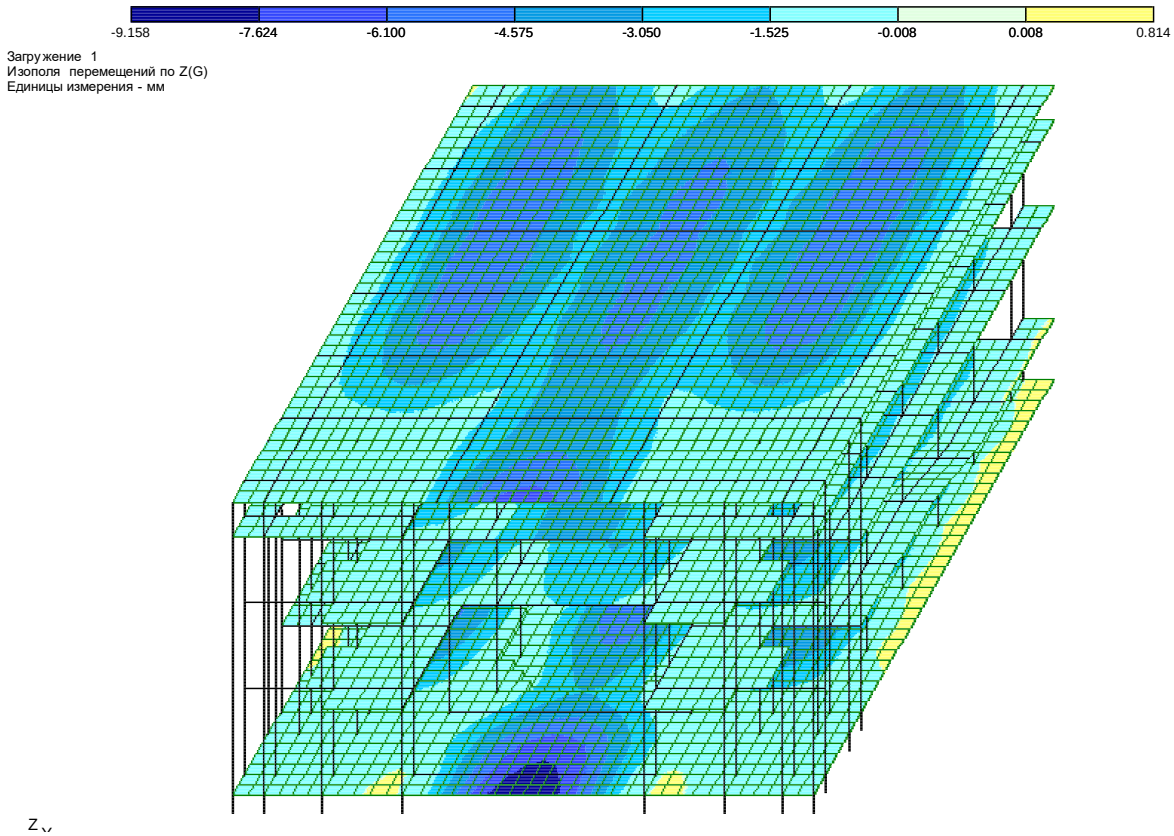



Рисунок 4.15 - Ізополя переміщень уздовж осі Z від дії власної ваги

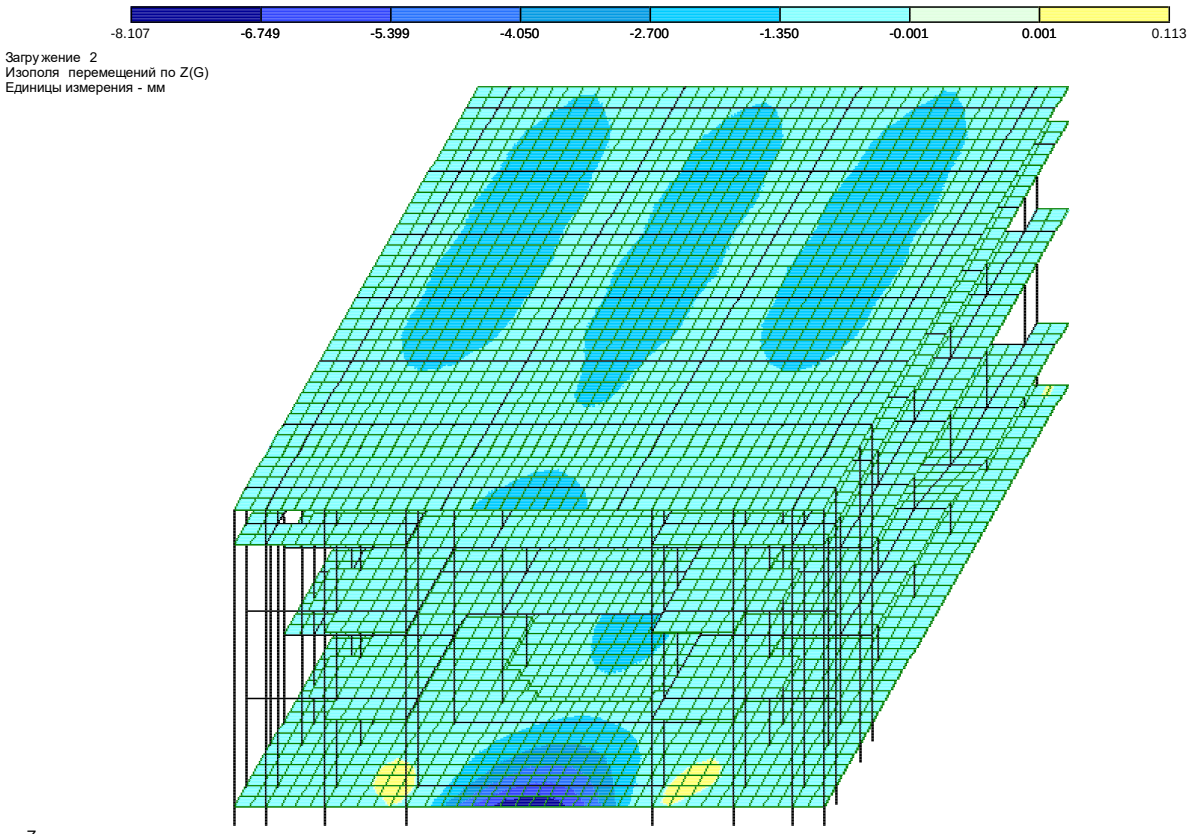



Рисунок 4.16 - Ізополя переміщень уздовж осі Z від дії постійного навантаження

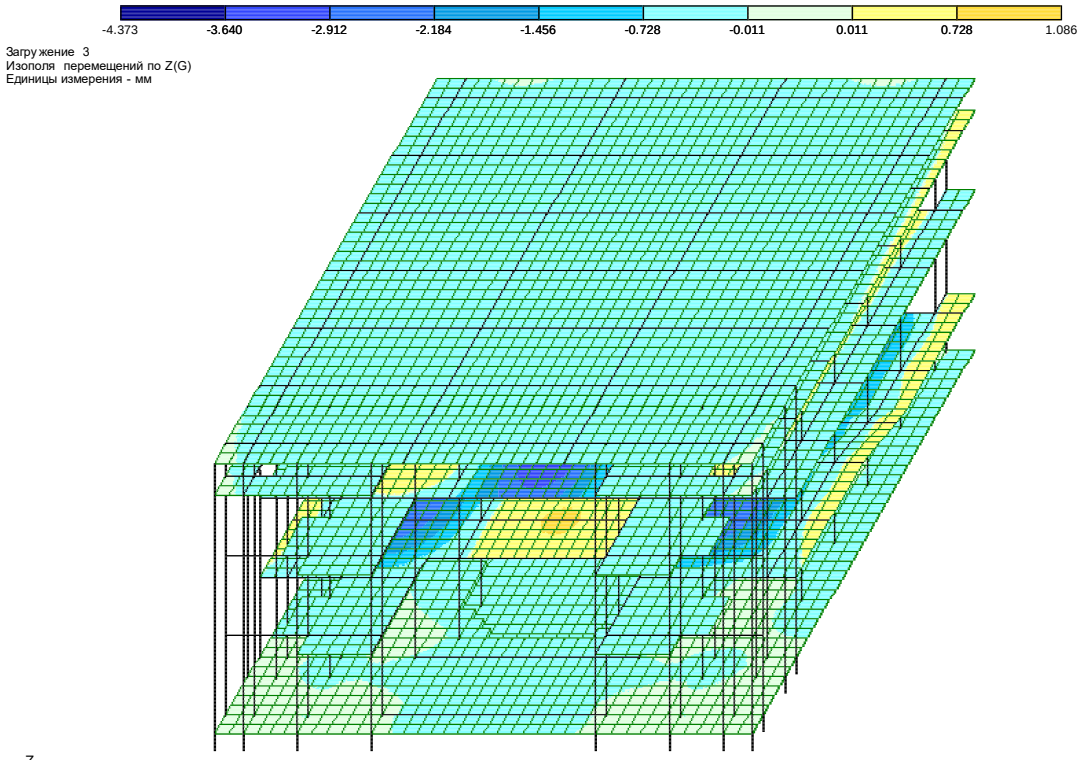



Рисунок 4.17 - Ізополя переміщень уздовж осі Z від дії тимчасового тривалого навантаження 1

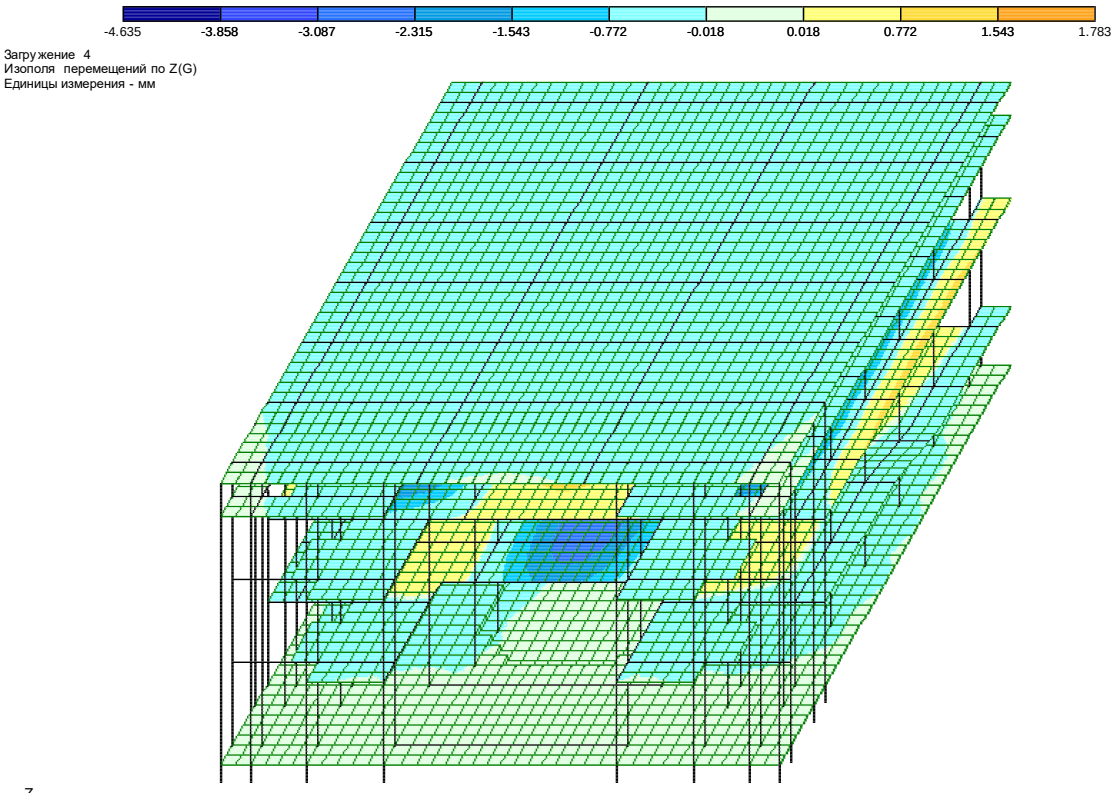



Рисунок 4.18 - Ізополя переміщень уздовж осі Z від дії тимчасового тривалого навантаження 2

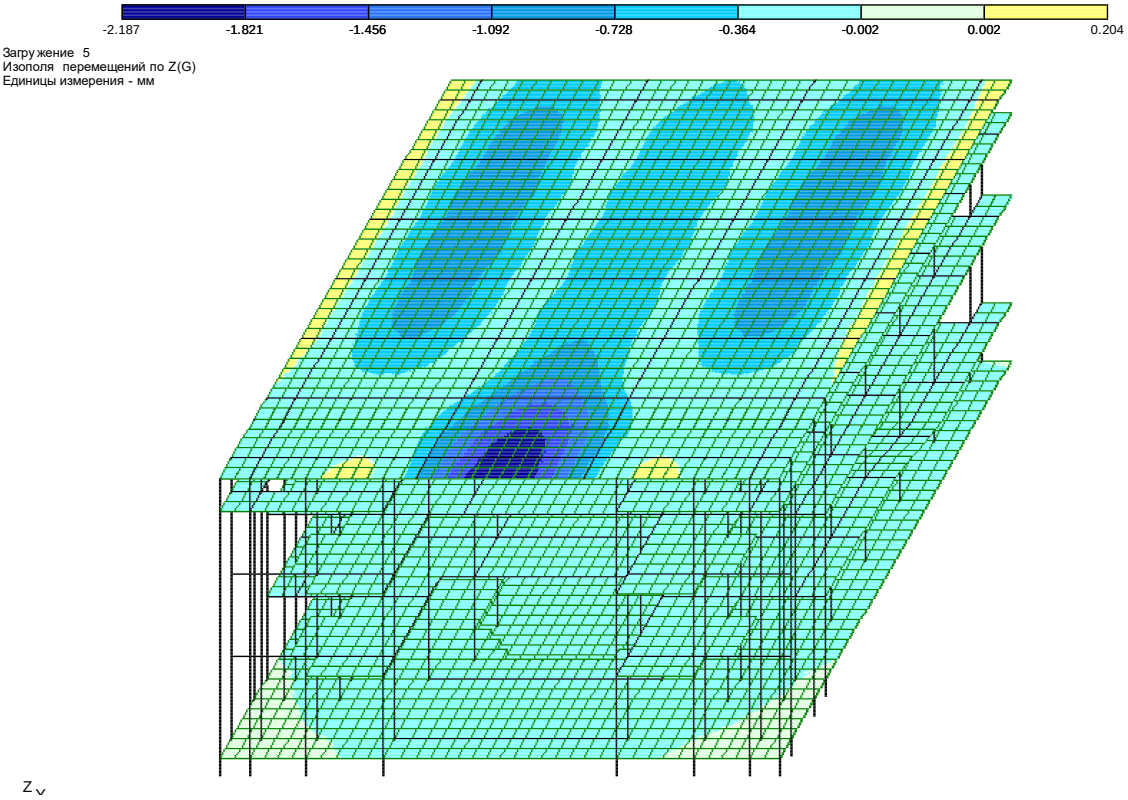



Рисунок 4.19 - Ізополя переміщень уздовж осі Z від дії снігового навантаження

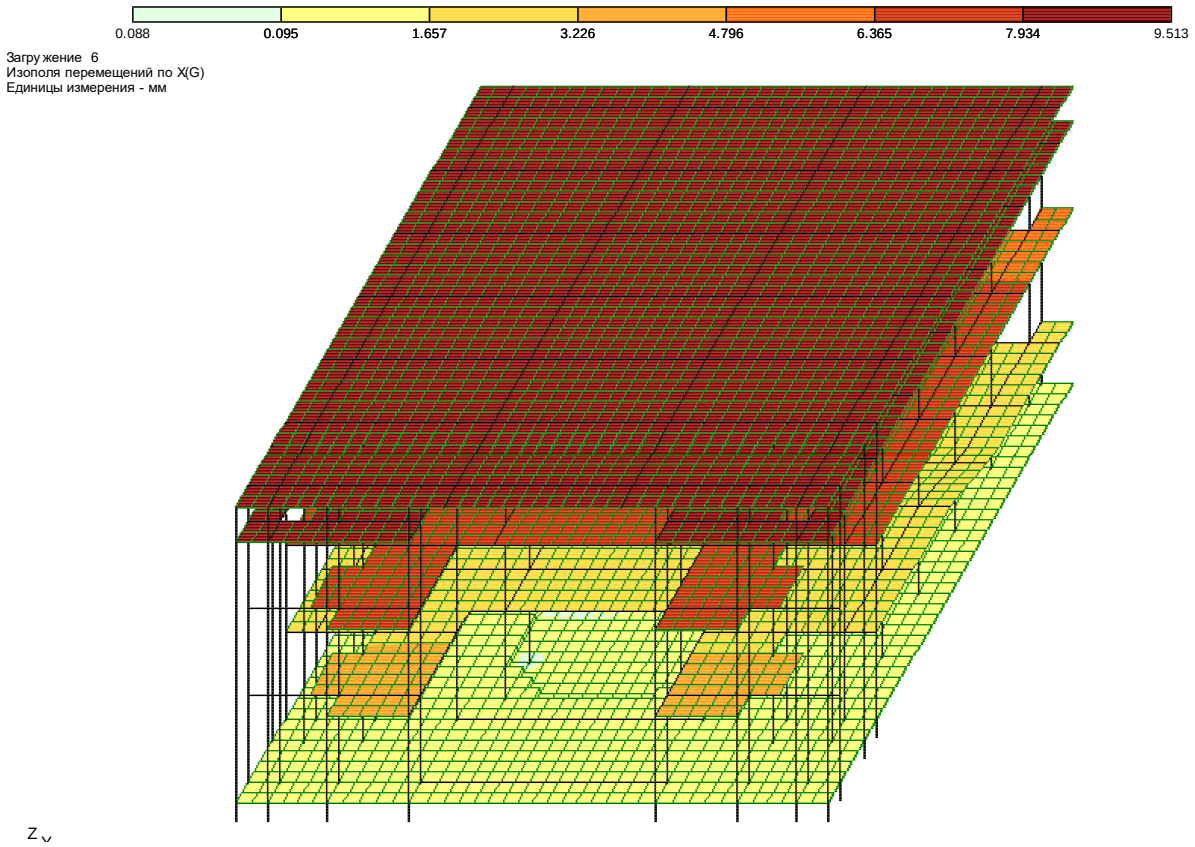



Рисунок 4.20 - Ізополя переміщень уздовж осі X від дії вітрового навантаження 1

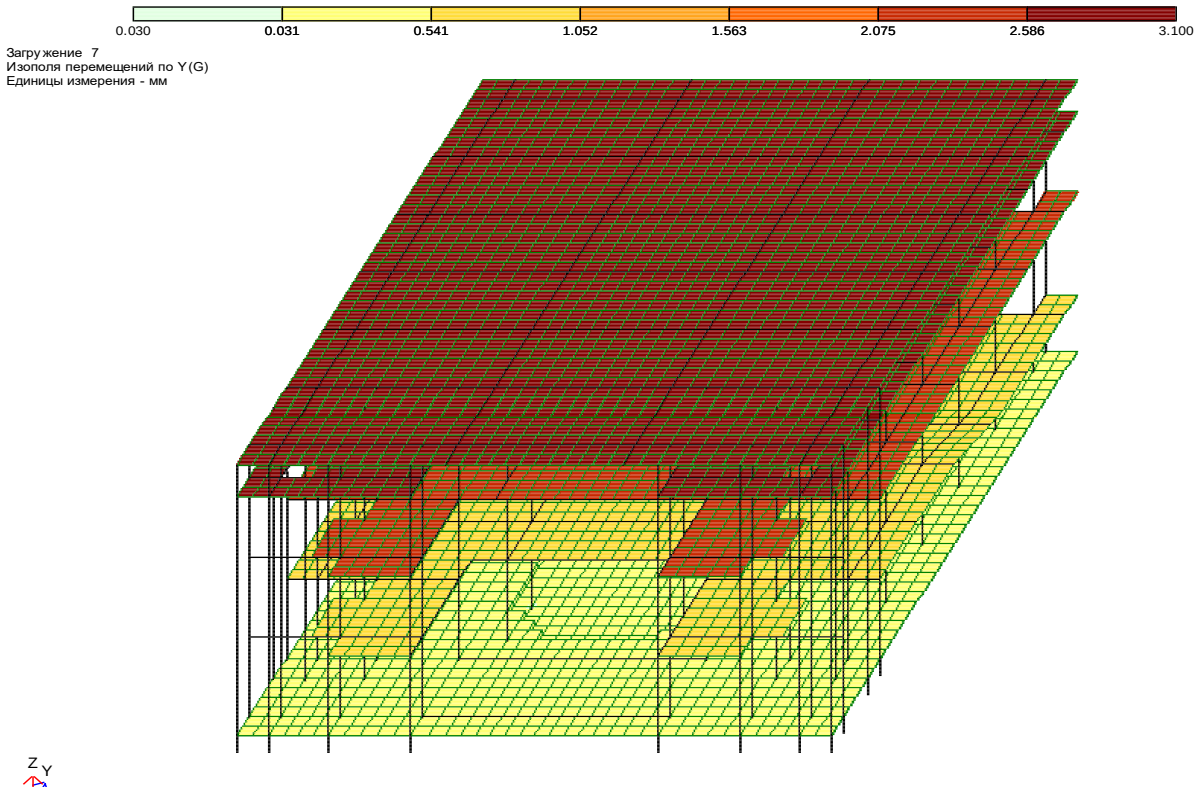



Рисунок 4.21 - Ізополя переміщень уздовж осі Y від дії вітрового навантаження 2

## 4.7 Армування елементів каркаса

Підбір арматури і перевірку заданого армування в стрижнях і пластинчастих елементах виконуємо за допомогою конструювальної системи ЛІР-АРМ. Розрахунок проводимо відповідно до нормативних вимог ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення».

Площі арматури за першою і другою групою граничних станів обчислюють за зусиллями від окремих завантажень, за розрахунковими поєднаннями навантажень і розрахунковими поєднаннями зусиль, отриманими в результаті розрахунку конструкції.

Визначення армування здійснюється на базі нормативних даних, яка містить відомості про розрахункові характеристики арматури і бетону, діаметри і площі арматурних стрижнів.

Для підбору армування в системі ЛІР-АРМ задаємо додаткові дані: нормативні та розрахункові характеристики бетону й арматури, призначаємо конструктивні елементи, задаємо уніфікацію елементів.

### 4.7.1 Колона К1

Для колон К1 перерізом 500х800 мм приймаємо бетон марки С20/25. Поздовжню арматуру вибираємо класу А400, поперечну класу – А240.

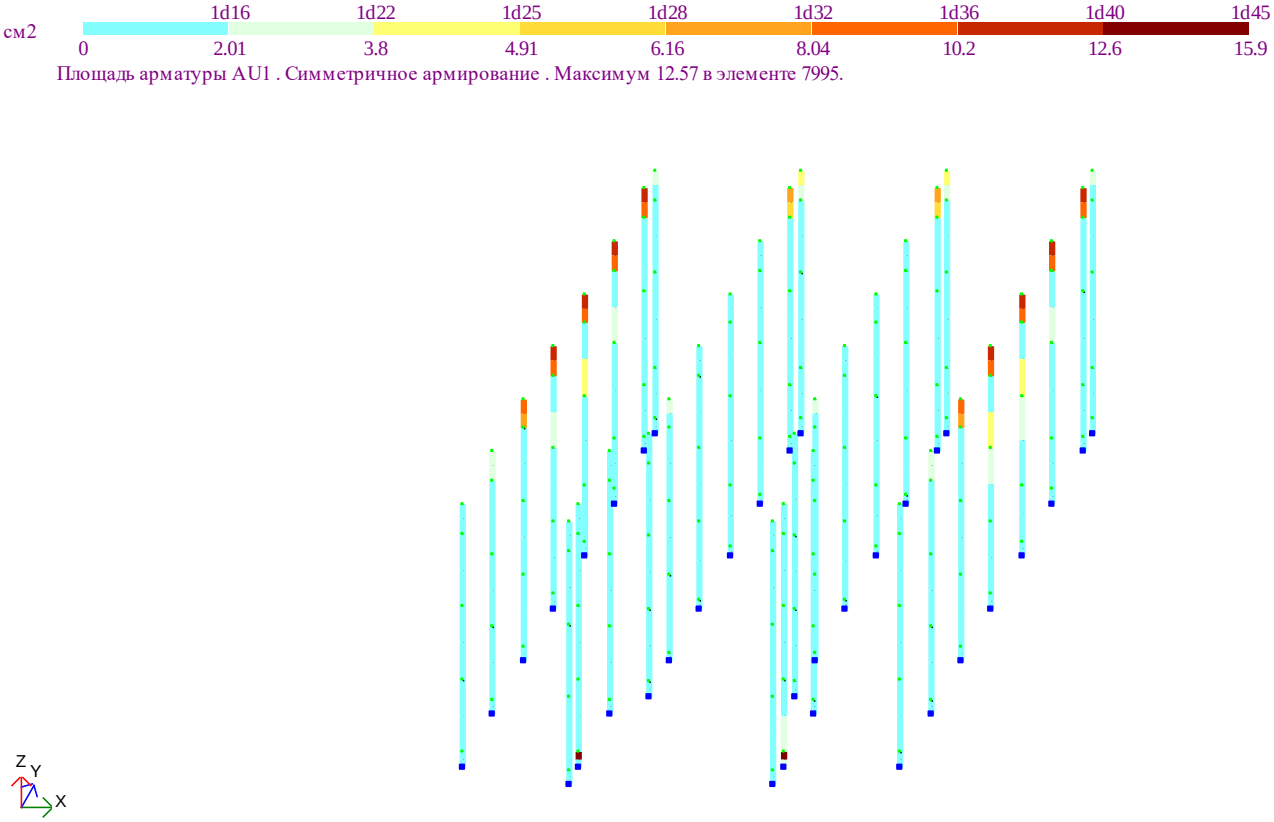



Рисунок 4.22 - Площа поздовжньої арматури в кутах перерізу з урахуванням тріщиностійкості AU1

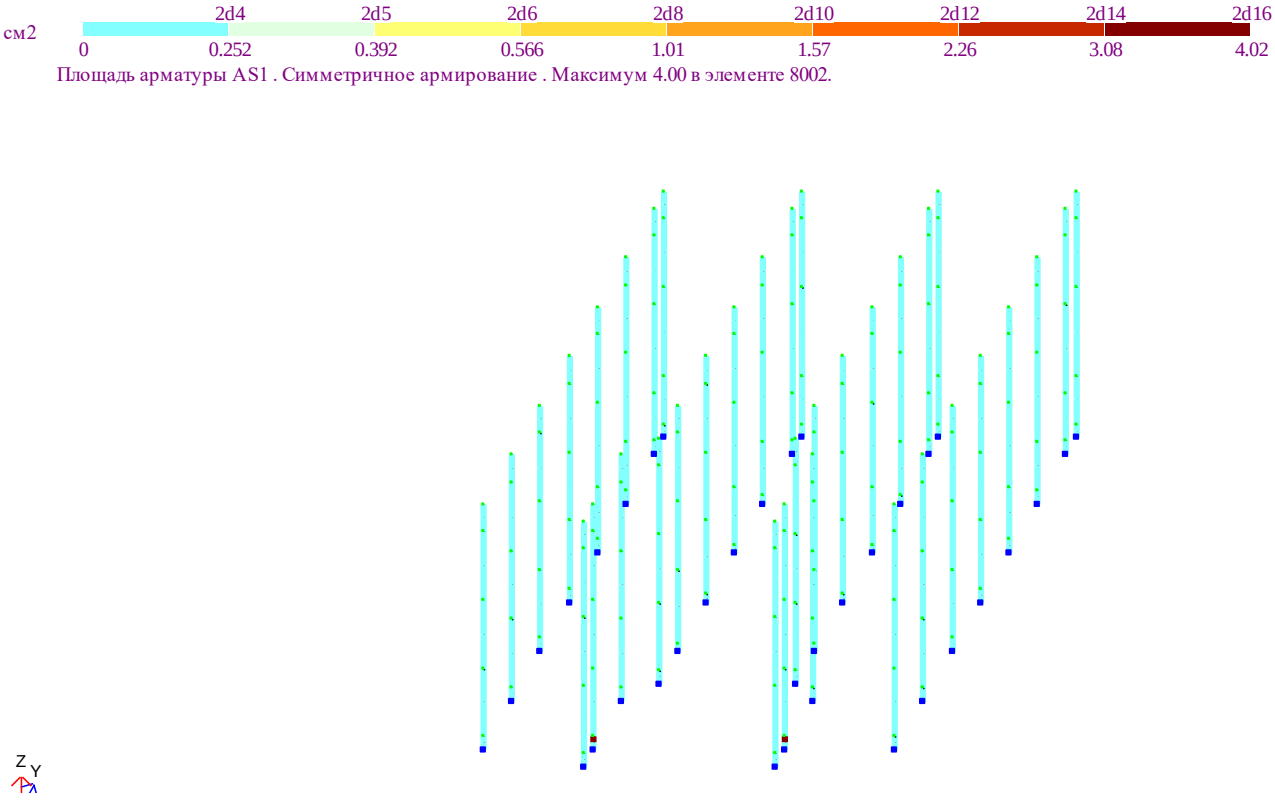



Рисунок 4.23 - Площа поздовжньої арматури біля нижньої грані перерізу з урахуванням тріщиностійкості AS1

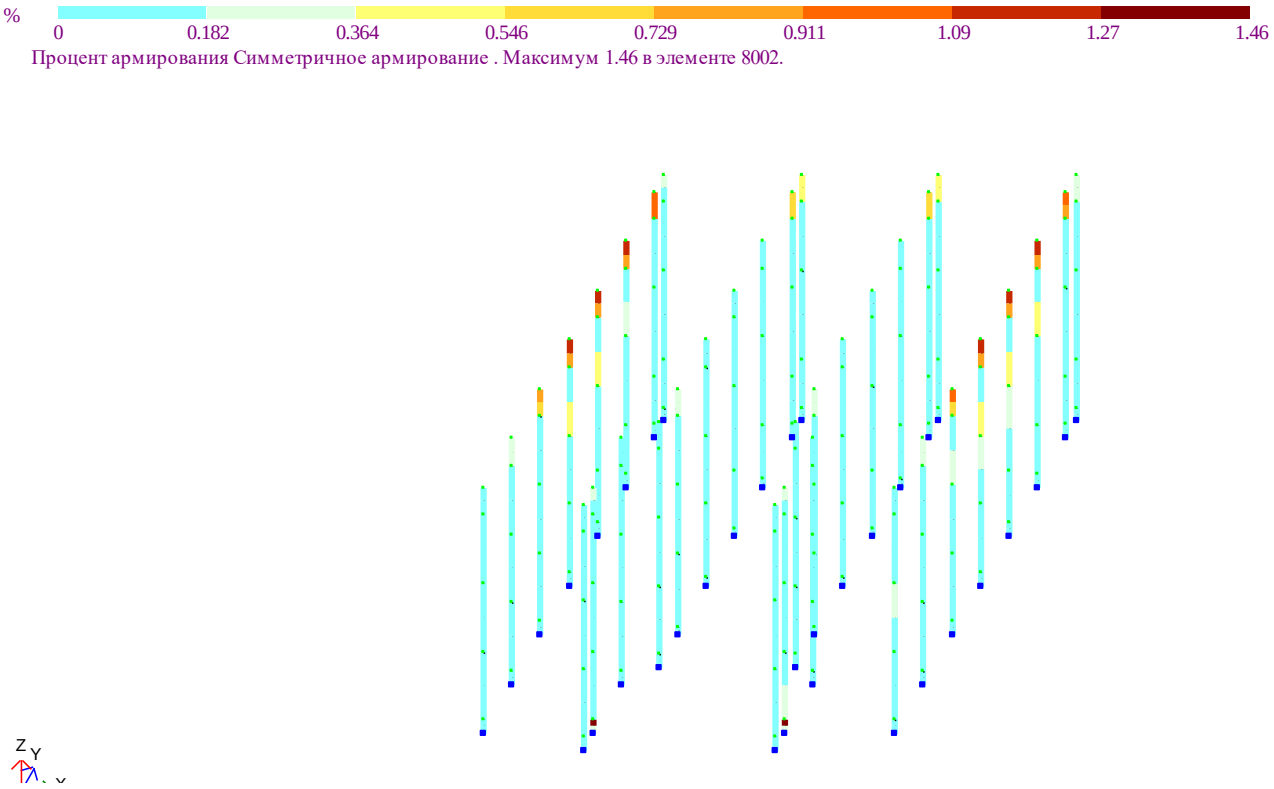



Рисунок 4.24 - Відсоток армування з урахуванням тріщиностійкості

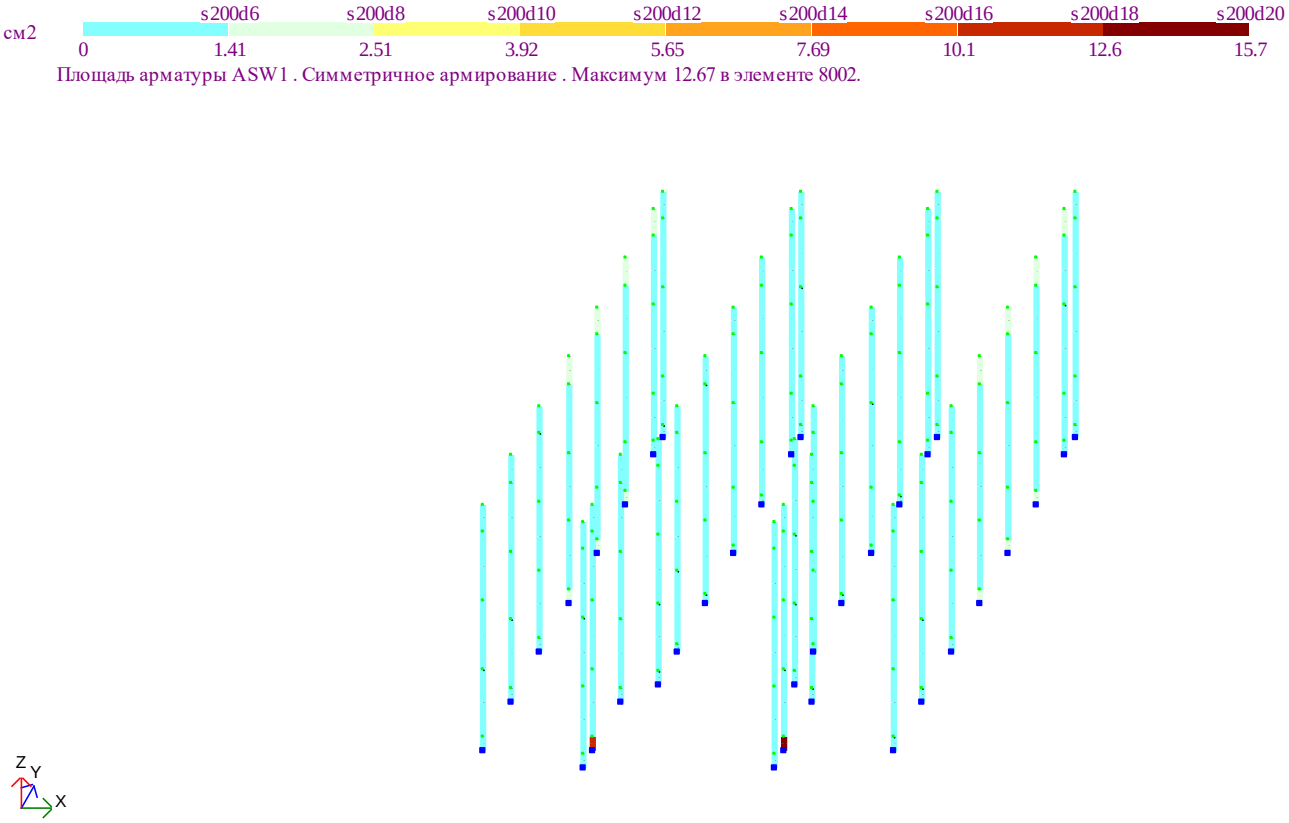



Рисунок 4.25 - Поперечна вертикальна арматура ASW1

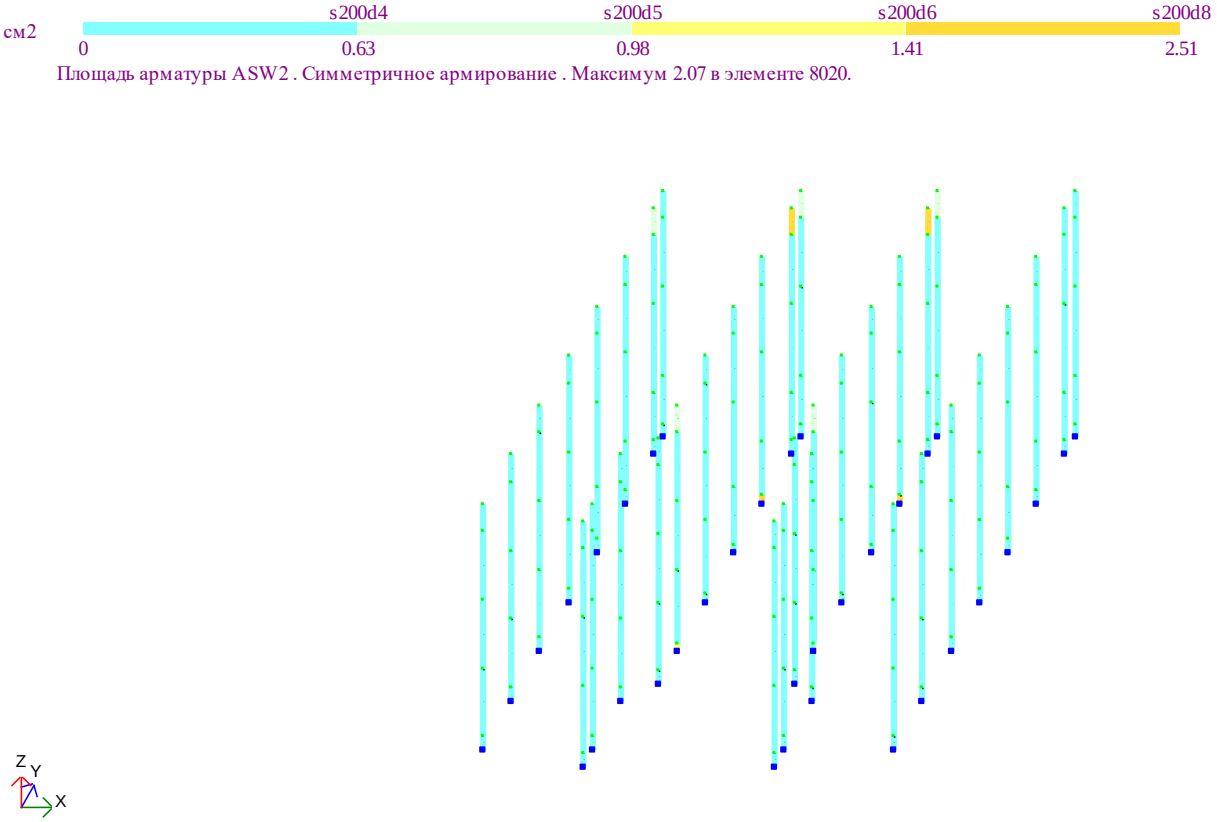



Рисунок 4.26 - Поперечна горизонтальна арматура ASW2

### 4.7.2 Колонна К2

Для колон К2 перетином 500х500 мм приймаємо бетон марки С20/25. Поздовжню арматуру вибираємо класу А400, поперечну класу – А240.

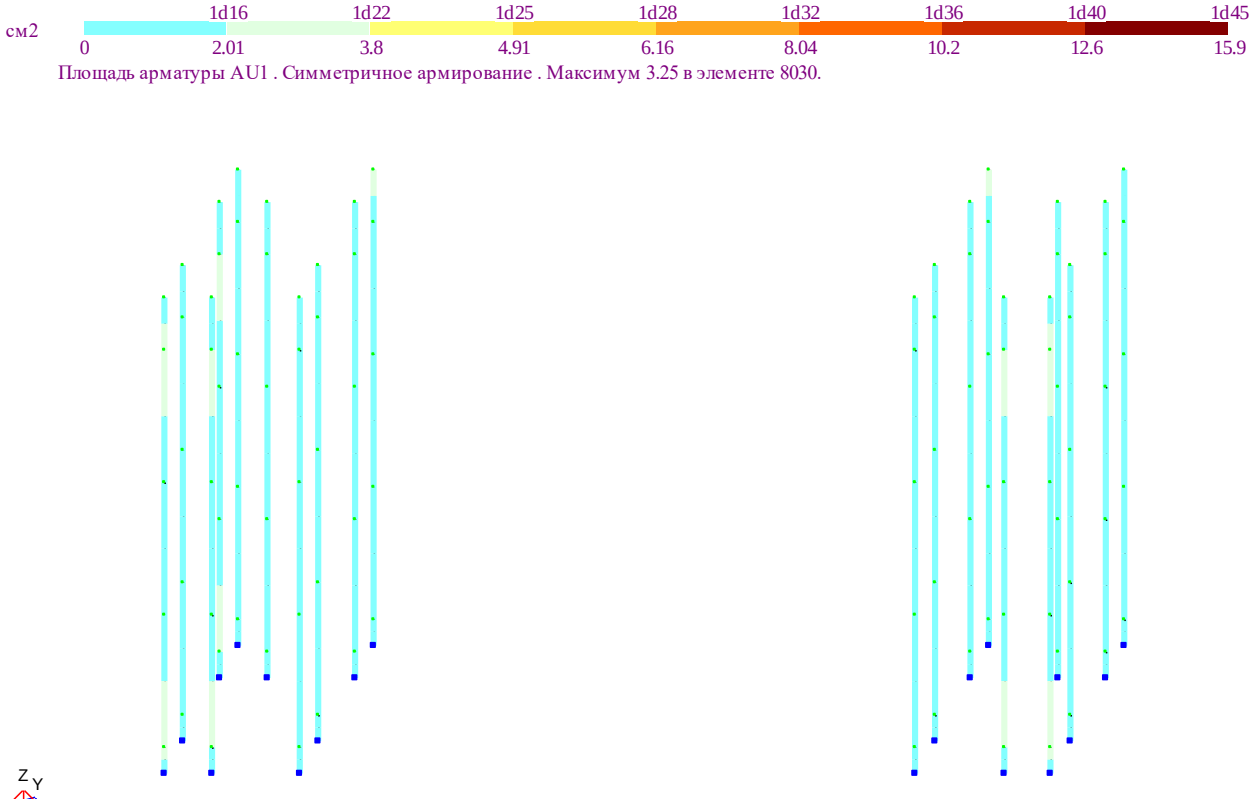



Рисунок 4.29 - Площа поздовжньої арматури в куті перерізу з урахуванням тріщиностійкості AU1

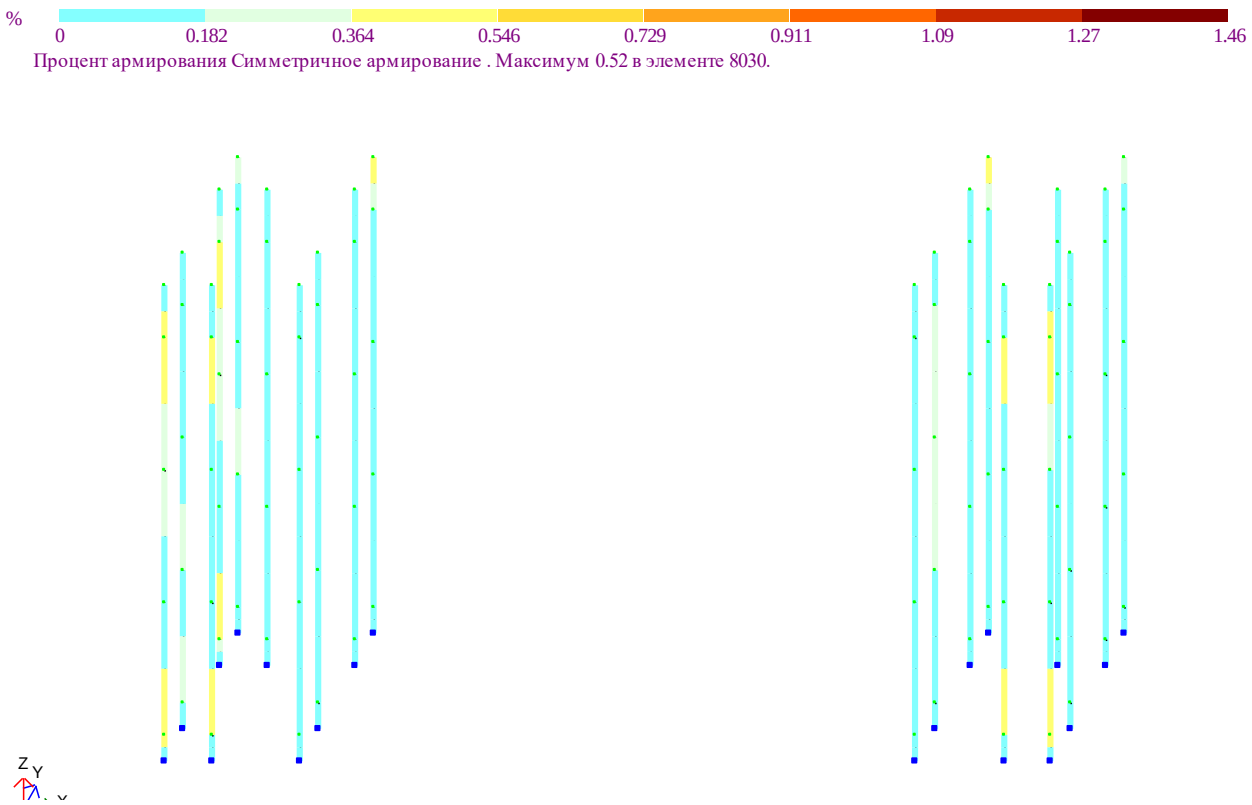



Рисунок 4.30 - Відсоток армування з урахуванням тріщиностійкості

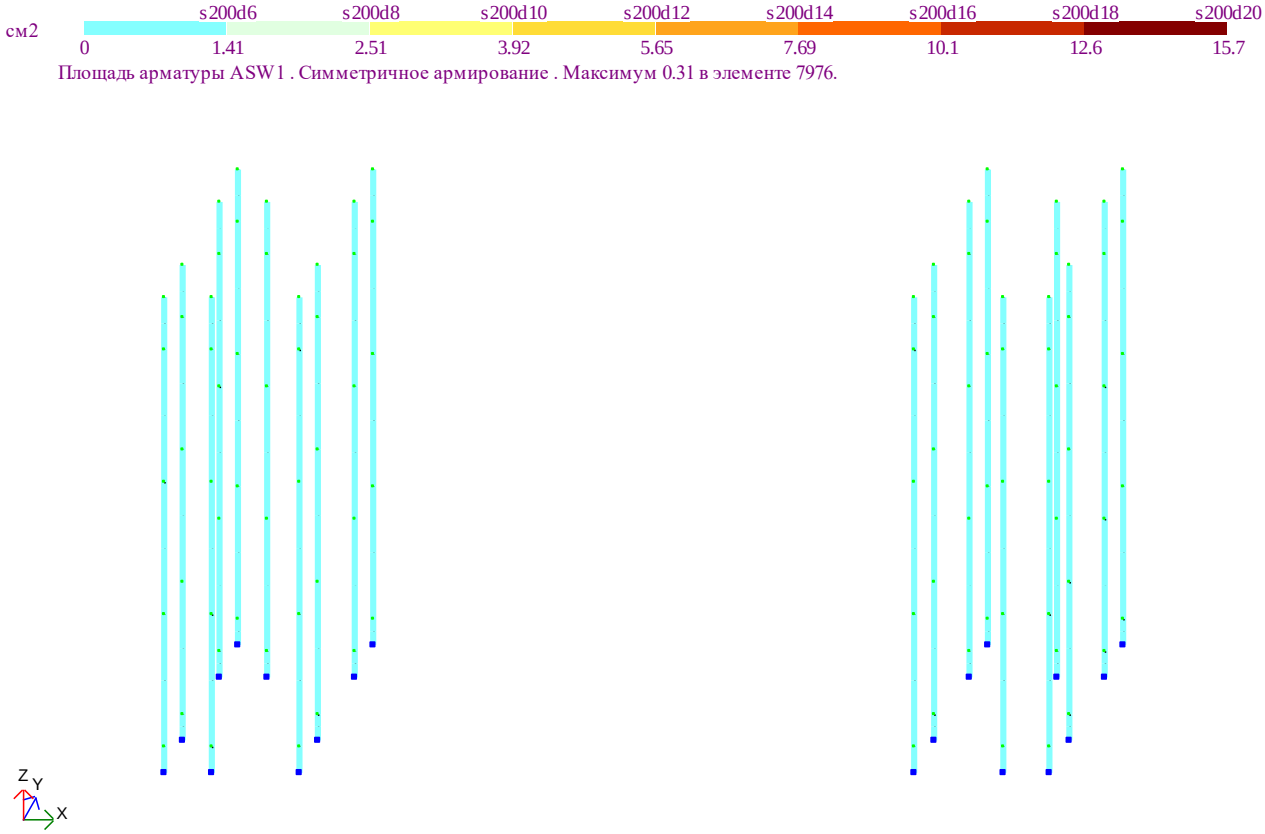



Рисунок 4.31 - Поперечна вертикальна арматура ASW1

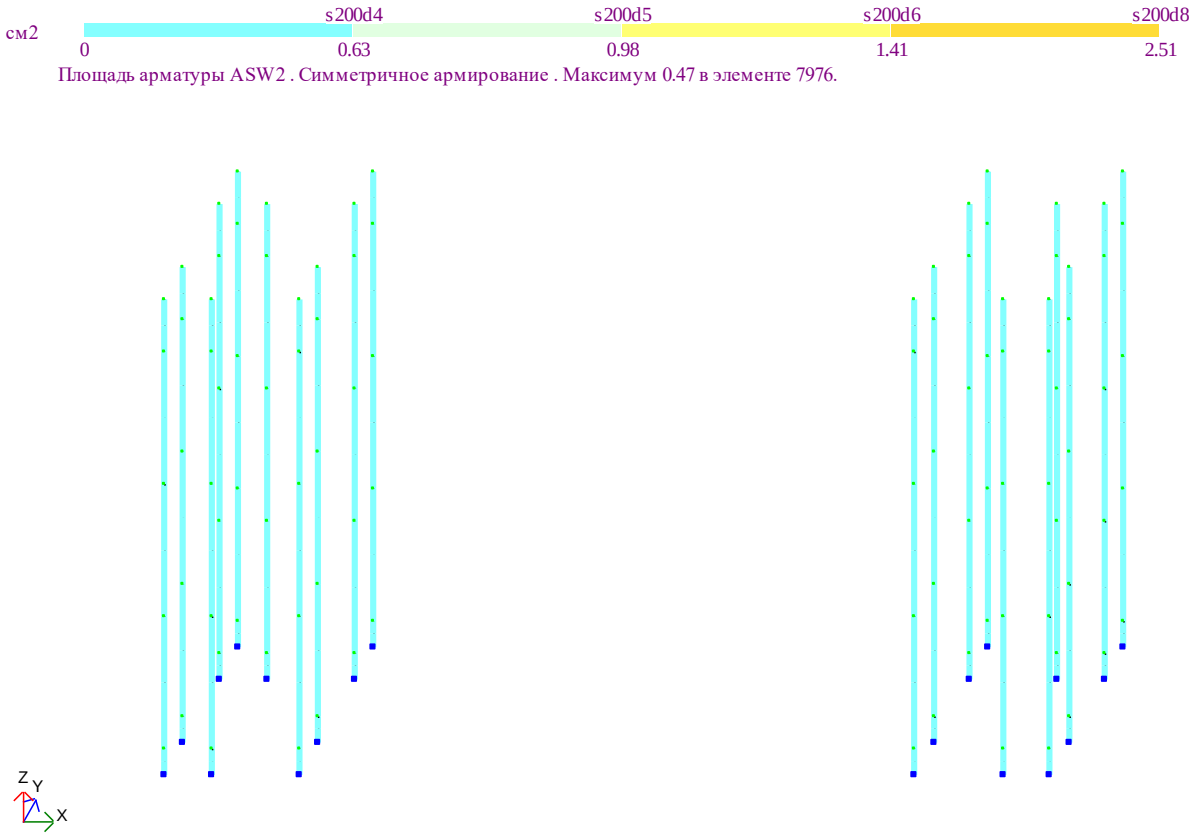



Рисунок 4.32 - Поперечна горизонтальна арматура ASW2

### 4.7.3 Ригель Р1

Для ригеля Р1 перерізом 300х900 мм приймаємо марку бетону С20/25. Поздовжню арматуру вибираємо класу А400, поперечну класу – А240.

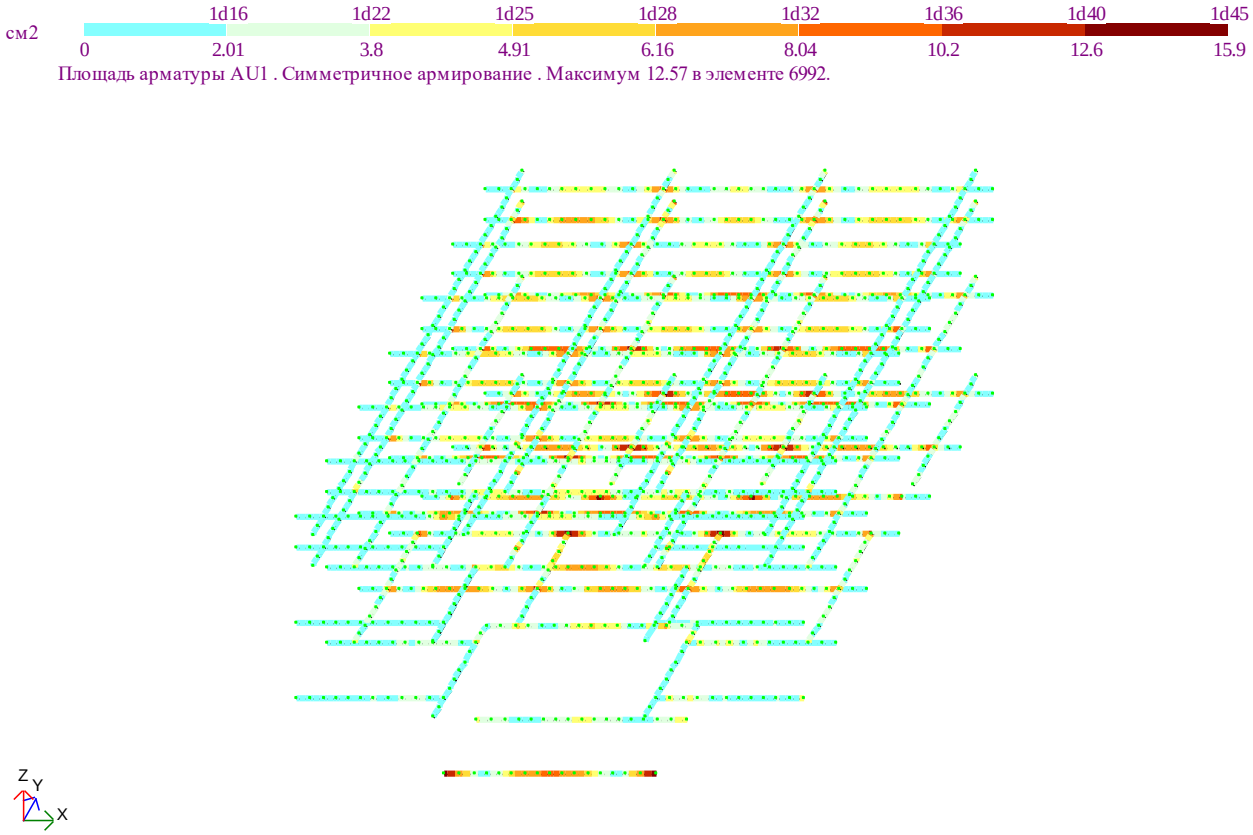



Рисунок 4.35 - Площа поздовжньої арматури в куті перерізу з урахуванням тріщиностійкості AU1

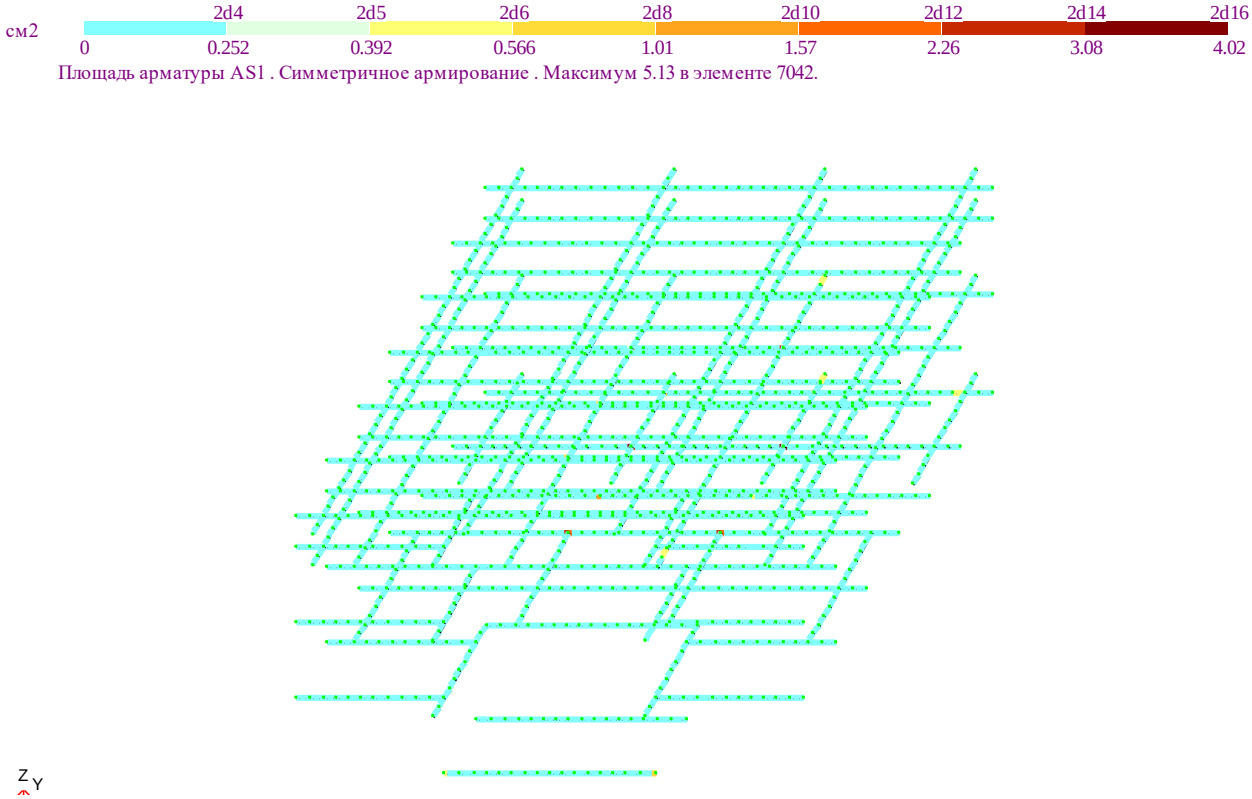



Рисунок 4.36 - Площа поздовжньої арматури біля нижньої грані перерізу з урахуванням тріщиностійкості AS1

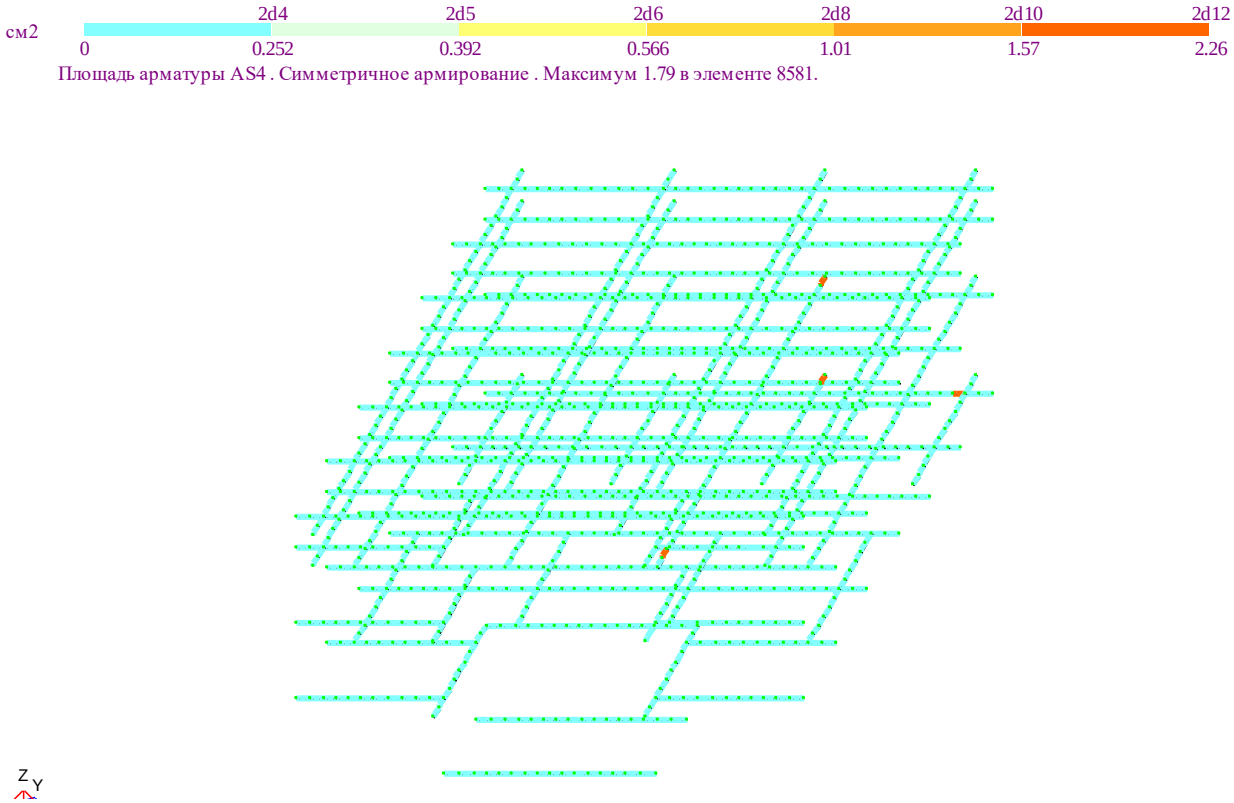



Рисунок 4.37 - Площа поздовжньої арматури біля бічної грані перерізу з урахуванням тріщиностійкості AS4

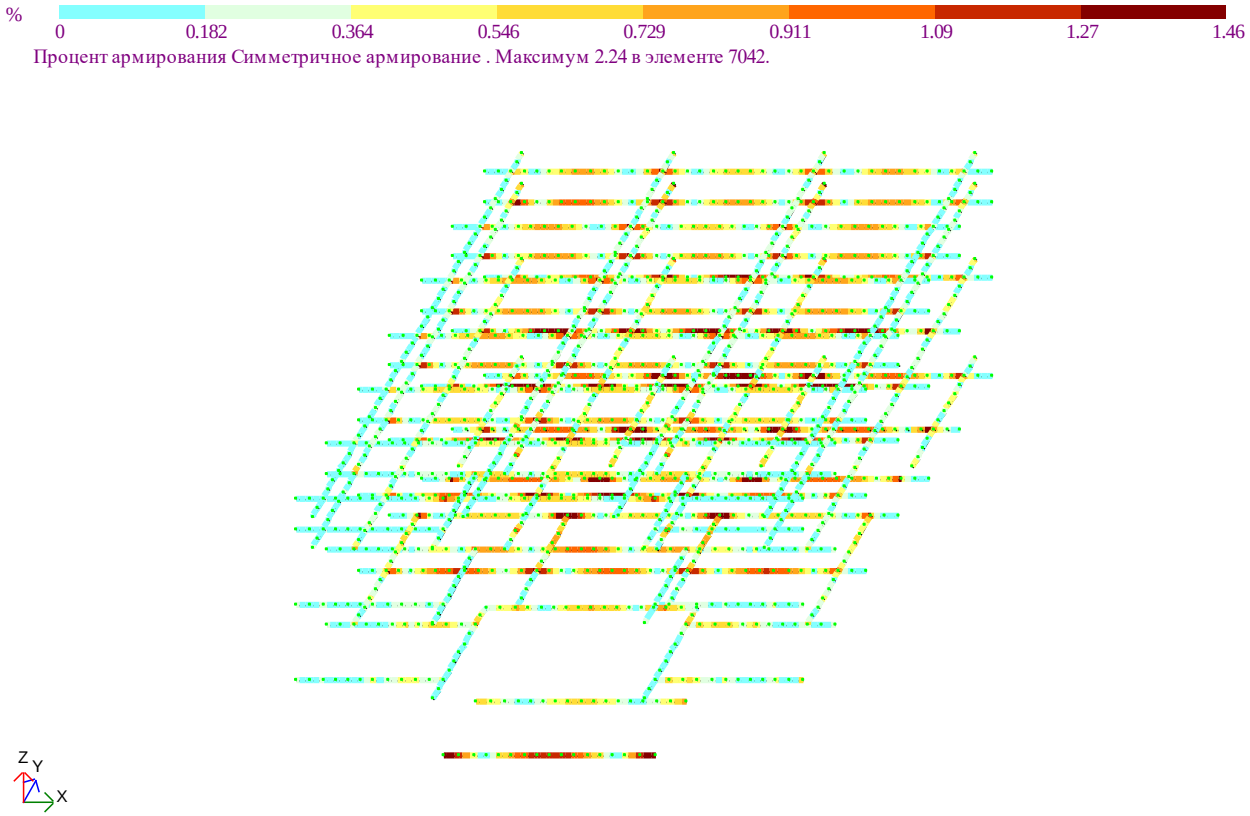



Рисунок 4.38 - Відсоток армування з урахуванням тріщиностійкості

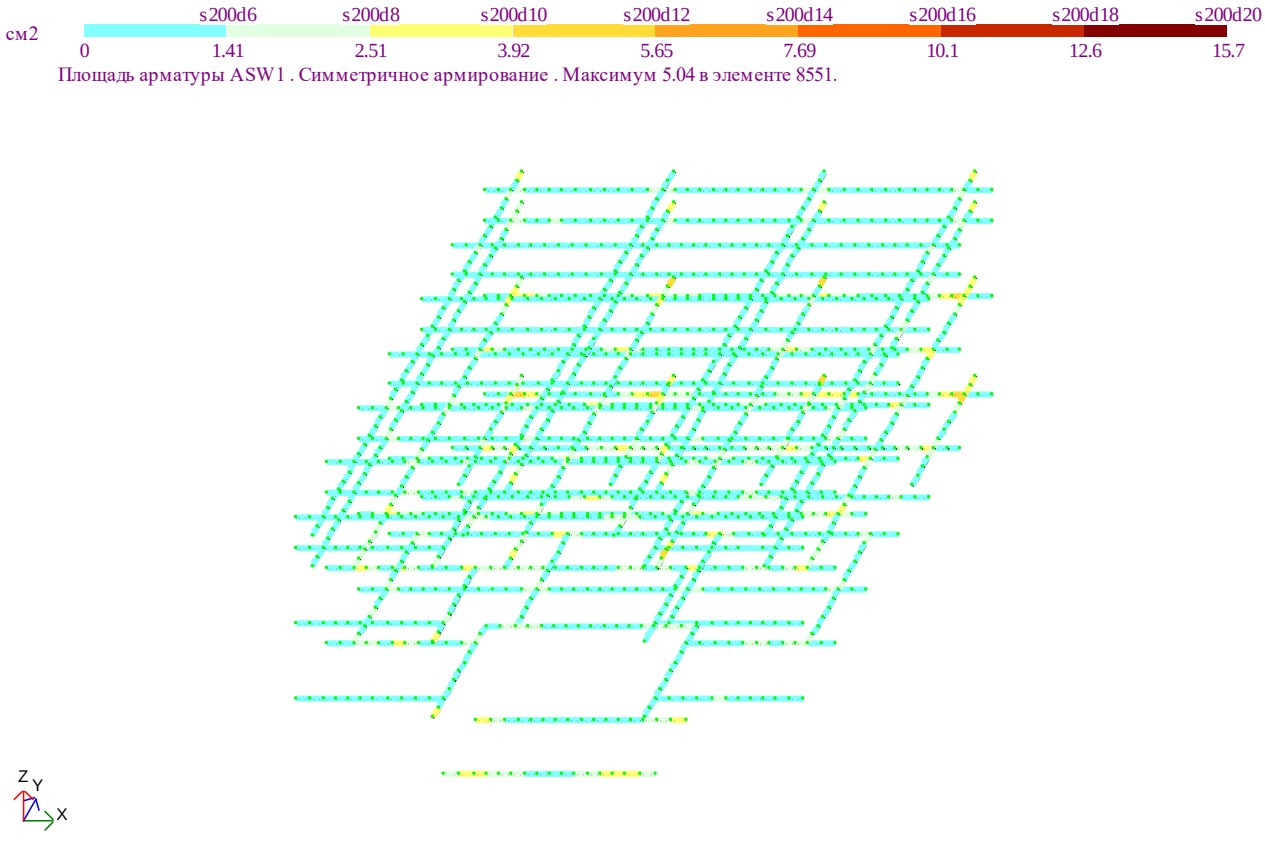
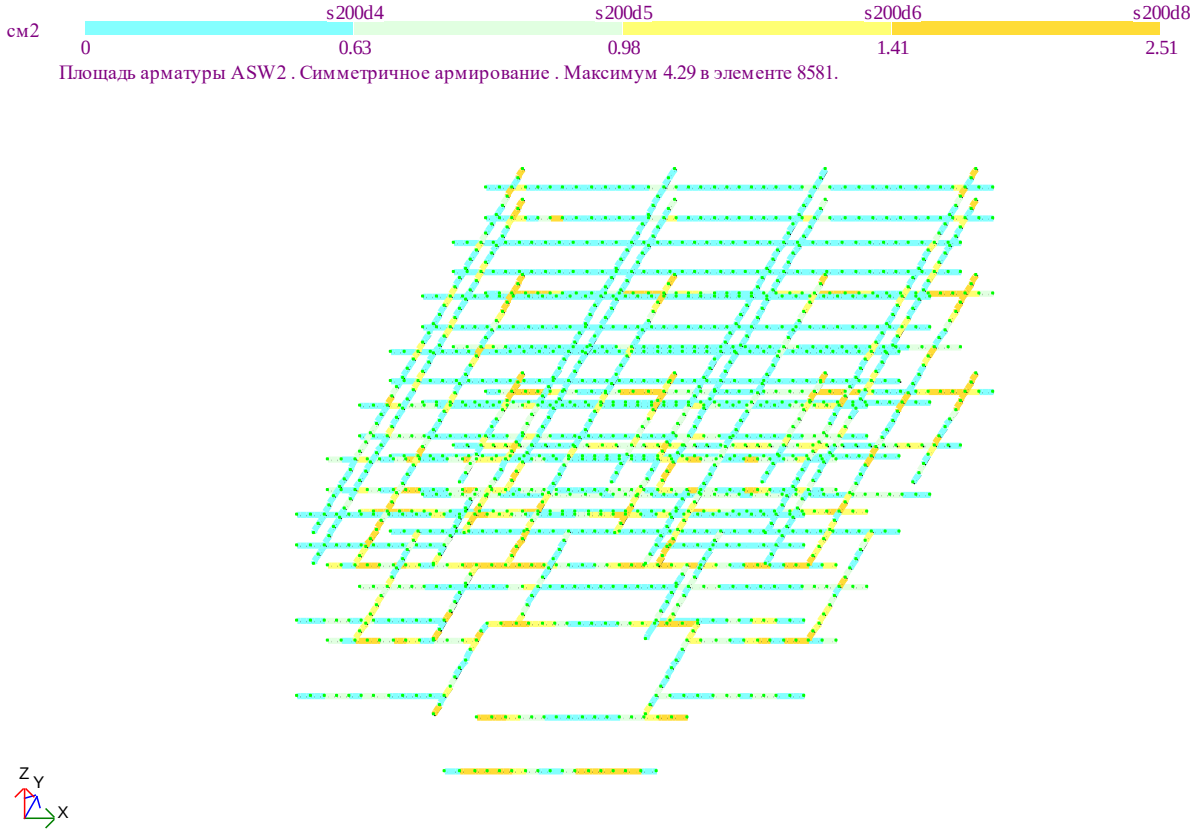



Рисунок 4.39 - Поперечна вертикальна арматура ASW1




-

Рисунок 4.40 - Поперечна горизонтальна арматура ASW2

### 4.7.4 Плита перекриття

Для плит перекриття і покриття П товщиною 300 мм приймаємо марку бетону С20/25. Поздовжню арматуру вибираємо класу А400, поперечну класу – А240.

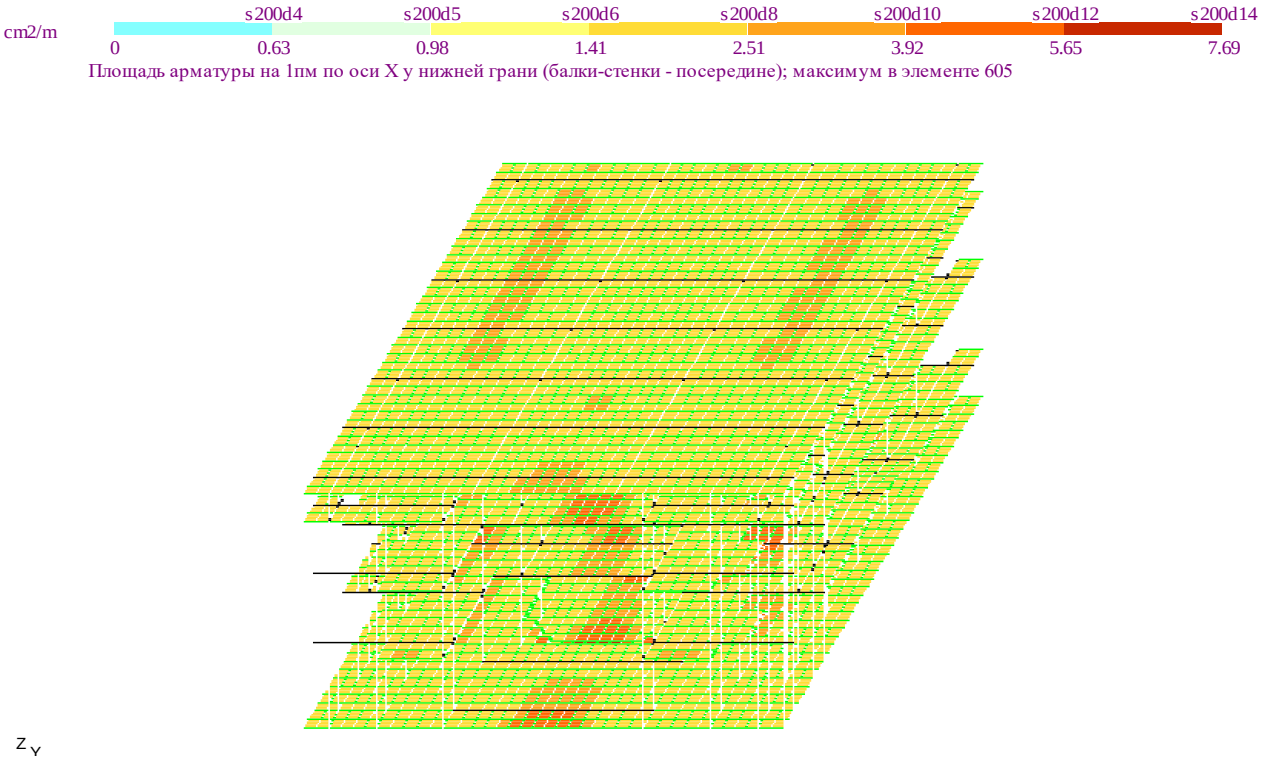



Рисунок 4.43 - Площа нижньої арматури на 1 пм з урахуванням тріщиностійкості у напрямку осі X1

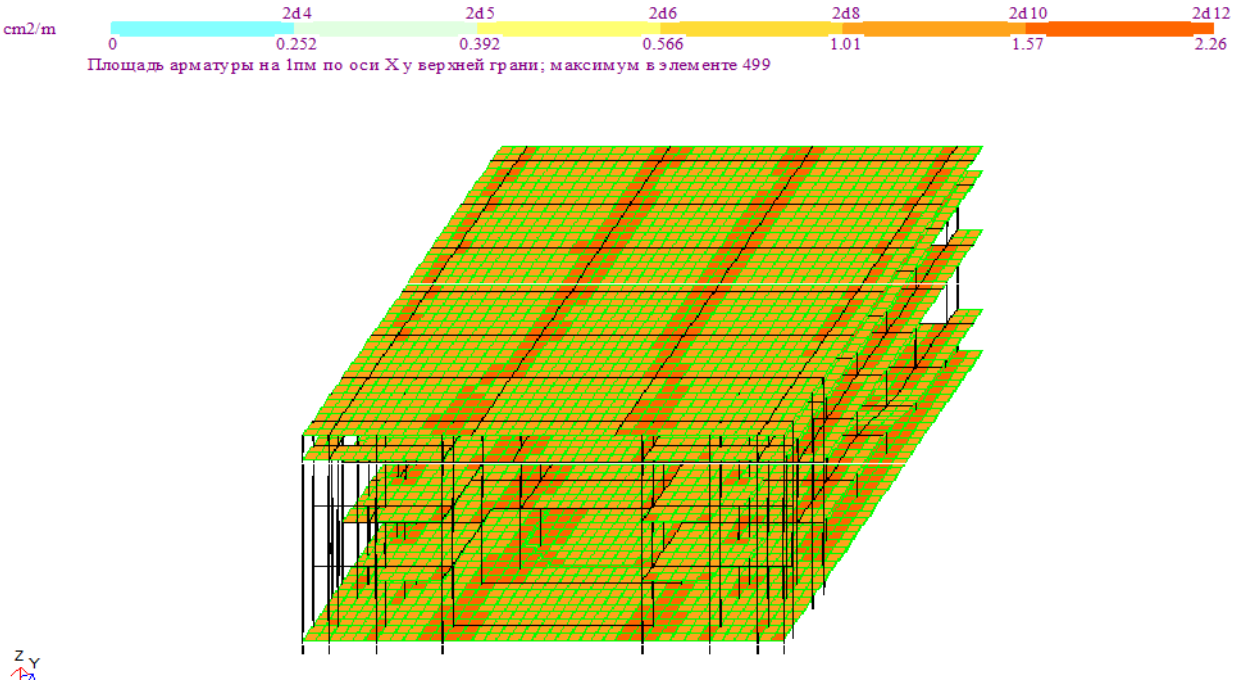



Рисунок 4.44 - Площа верхньої арматури на 1 пм з урахуванням тріщиностійкості у напрямку осі X1

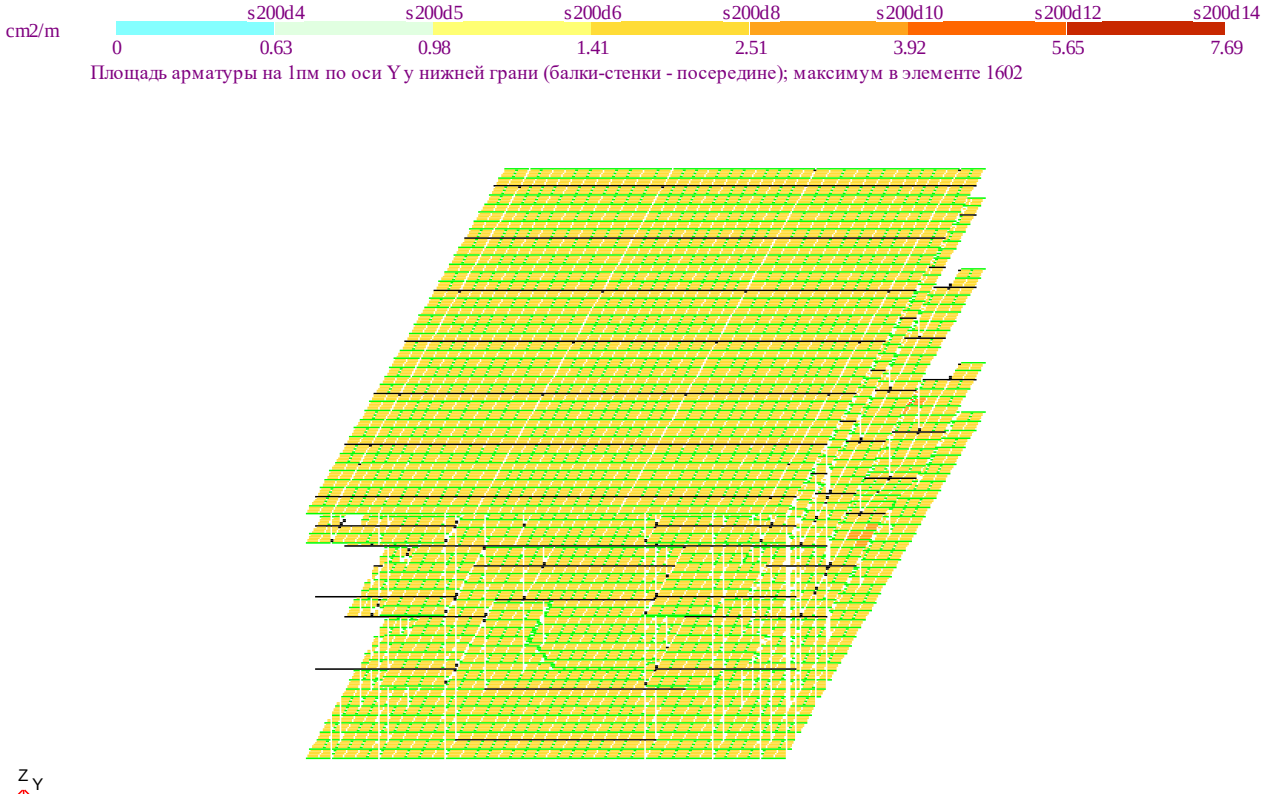



Рисунок 4.45 - Площа нижньої арматури на 1 пм з урахуванням тріщиностійкості за напрямком осі Y1

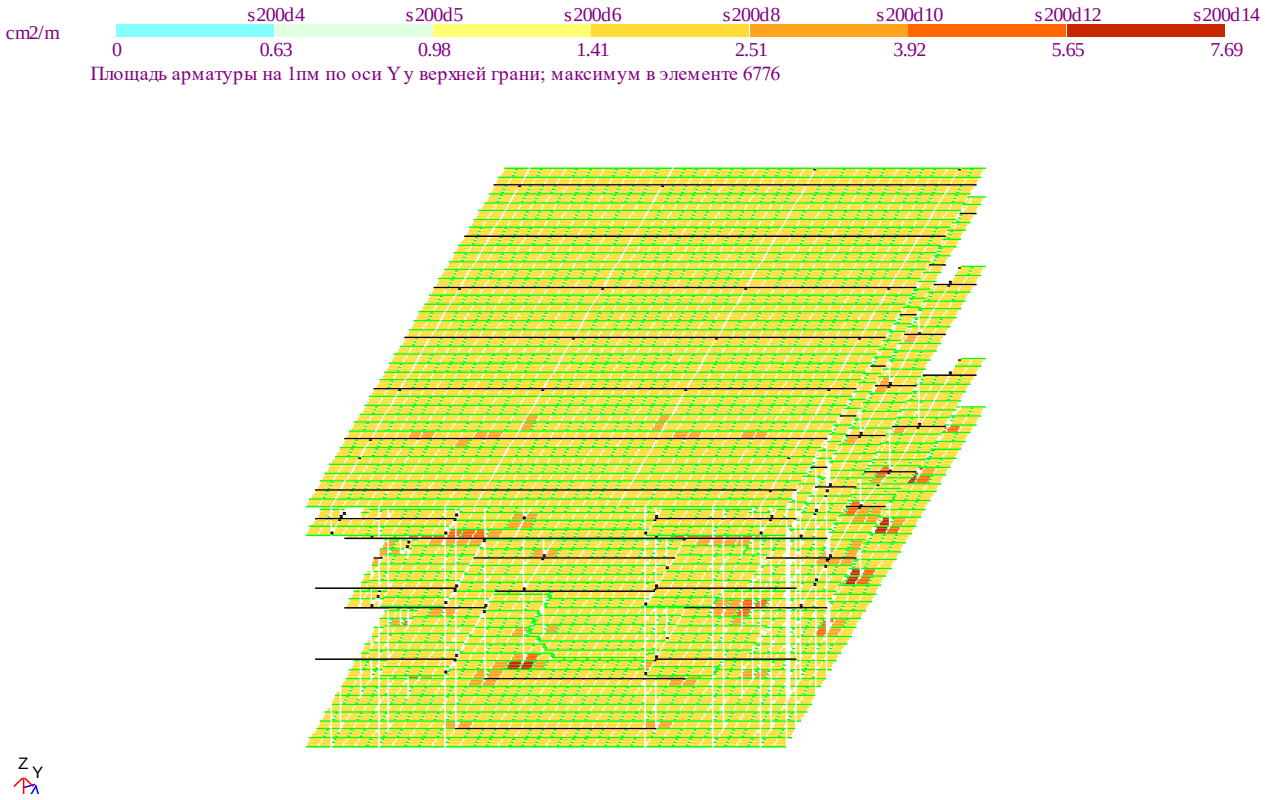



Рисунок 4.46 - Площа верхньої арматури на 1 пм з урахуванням тріщиностійкості у напрямку осі Y1

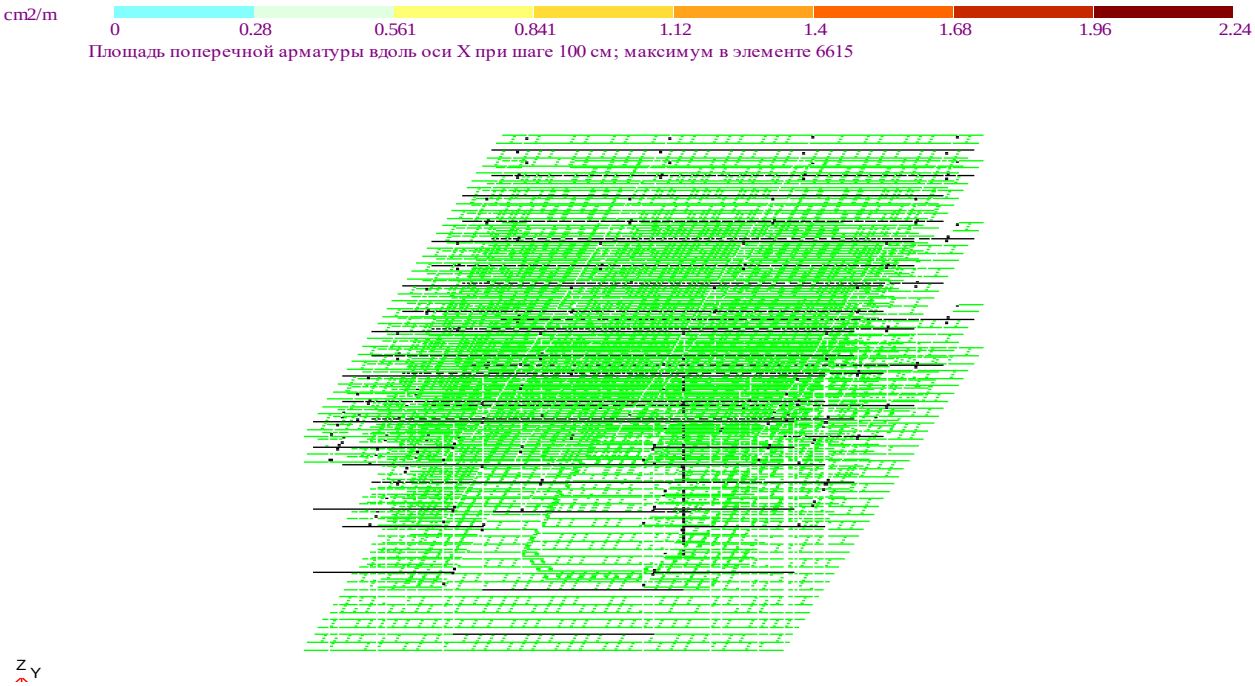



Рисунок 4.47 - Площа поперечної арматури вздовж X1

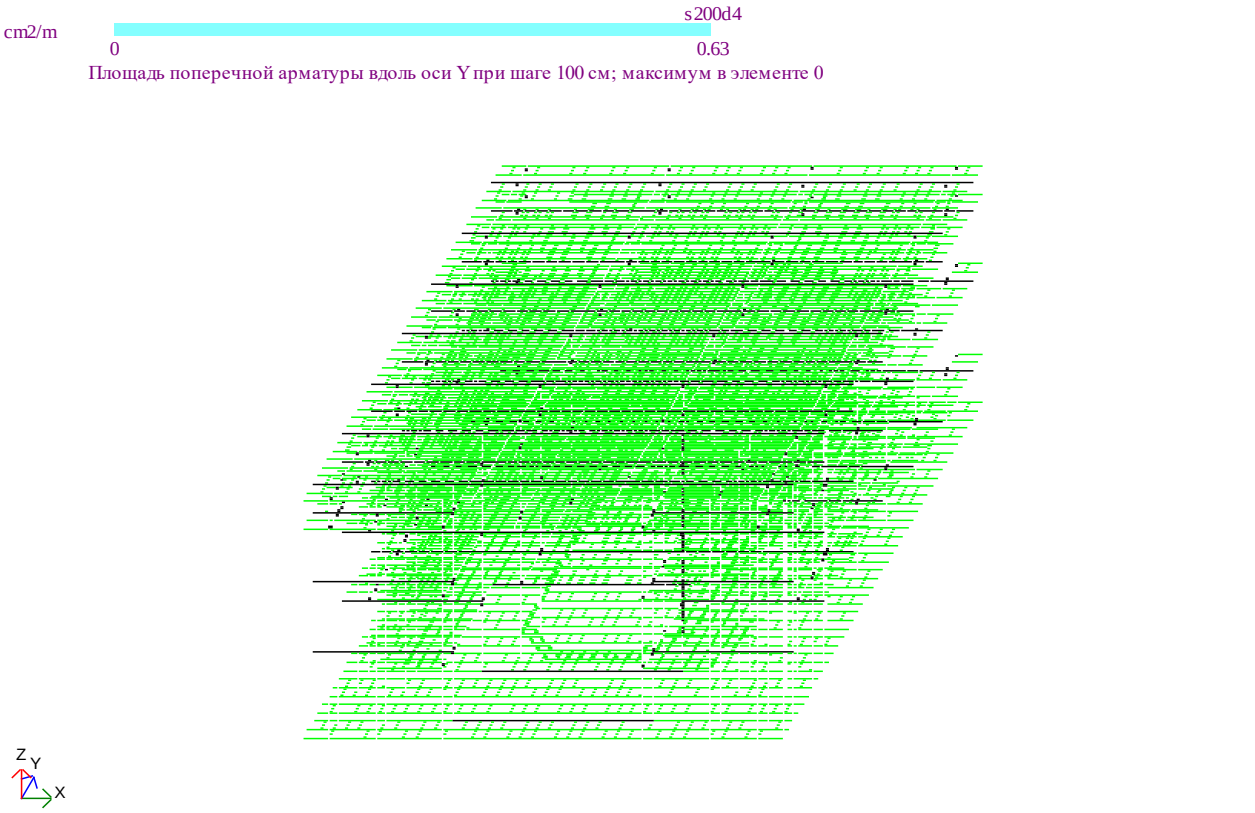



Рисунок 4.48 - Площа поперечної арматури вздовж Y1

Дані армування елементів каркаса подано в таблиці 4.2. Прийняті перерізи задовольняють вимогам міцності та жорсткості, підібране армування достатнє для сприйняття розрахункових навантажень.

# ВИСНОВКИ

Вибір оптимальних варіантів проєктних рішень можливий на основі детальних техніко-економічних обґрунтувань. Техніко-економічна оцінка є засобом досягнення оптимальних рішень, яка полягає у визначенні значень техніко-економічних показників (ТЕП), що характеризують ті чи інші технічні сторони проєктного рішення, в порівнянні цих значень з нормативними значеннями ТЕП.

У зв'язку з великим обсягом будівництва громадських споруд особливої важливості набуває розробка методів техніко-економічної оцінки проєктів. Вибір варіантів проєктних рішень для таких споруд базується на принципі оцінки капітальних вкладень за критерієм їх ефективності, яка визначається оптимальним співвідношенням між витратами та результатами, отриманими на їх основі.

В магістерський роботі було здійснено комплексний аналіз архітектурно-конструктивних рішень при розробці проєкту «Нове будівництво. Центр культури і відпочинку в м. Запоріжжя». У ході аналізу ефективних архітектурно-конструктивних рішень було виявлено, що впровадження сучасних технологій і матеріалів, а також інноваційних підходів до планування та організації простору підвищує ефективність, безпеку та естетичну привабливість центру культури та відпочинку. Встановлено, що економічне обґрунтування вибору конструкцій внутрішнього стінового огородження сприяє зниженню витрат на будівництва а експлуатацію будівлі.

Розрахунок конструктивних рішень будівлі виконано відповідно до вимог нормативних документів. Прийняті перерізи задовольняють вимогам міцності та жорсткості, підібране армування достатнє для сприйняття розрахункових навантажень.

# СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арутюнян І.А., Данкевич Н.О. Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень в будівництві : навч.-метод. посіб. Запоріжжя : ЗДІА, 2018. 131 с.

2. Будівельні конструкції : навч. посіб. / за заг. ред. Є.В. Клименка. Київ : Центр учбової літератури, 2012. 426 с

3. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення .[Чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2011. 71с.

4. ДСТУ 3760:2019 (ISO 6935-2:1991,NEQ). Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. [Чинний від 2019-08-01]. Вид. офіц. Київ, 2019. 21с.

5. ДБН В.1.2-2:2006. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. [Чинний від 2007–01–01]. Вид. офіц. Київ, 2006. 75с.

6. ДБН В.1.2-14:2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 36с.

7. ДСТУ-Н Б В.2.6-156:2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. [Чинний від 2013-05-14]. Вид. офіц. Київ, 2011. 123с.

8. ДБН В.2.2-9:2018. Громадський будинки та споруди. Основні положення.[Чинний від 2019–06-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2019. 49 с.

9. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022–09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України , 2022. 27 с.

10. ДСТУ Б.В.2.6-189:2013 Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014–01-01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 71 с.

11. ДСТУ-Н Б В.1.1-34:2013. Настанова з розрахунку та проектування звукоізоляції огороджувальних конструкцій житлового і громадських будинків. [Чинний від 2014–01–01]. Вид. офіц. Київ, Мінрегіонбуд України, 2014. 88с.

12. ДБН А.2.2-3:2014. Склад та зміст проектної документації на будівництво. Із зміною №1 та зміною №2. [Чинні від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ : Державне підприємство «Укрархбудінформ», 2022. 37 с.

13. Кошторисні норми України. Настанова з визначення вартості будівництва. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri.

14. Кошторисні норми України на експлуатацію будівельних машин та механізмів. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri.

15. Кошторисні норми України. Настанова щодо розроблення елементних ресурсних кошторисних норм на будівельні роботи. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri.

16. Кошторисні норми України на будівельні роботи. URL: https://e-construction.gov.ua/reestri.

17. Лінда С.М. Архітектурне проектування громадських будівель і споруд : навч. посіб. Львів : Видавництво Національного університету «Львівська політехніка», 2010. 608 с

18. Пушкар Т. Техніко-економічне обґрунтування проєктних рішень. *Економіка та суспільство*. 2021. № 28. https://doi.org/10.32782/2524-0072/2021-28-33

19. Хоменко ОГ. Залізобетонні конструкції : підручник. Глухів. 2017. 208с. URL: http://tpgnpu.ho.ua/images/my_images/doc_pdf/zalizobeton.pdf.

20. Шишкін Е. А., Гайко Ю. І. Інноваційні планувальні та конструктивні рішення сучасних будівель і споруд : конспект лекцій. Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2022. 40 с.