

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет будівництва та транспорту
Кафедра будівельних конструкцій

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри
Будівельних конструкцій
_____ /Л.А.Циганенко/
підпис
«__» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за другим рівнем вищої освіти

На тему: «Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття
торгівельно-виставкового павільйону»

Виконав (ла)

(підпис)

Захарчук С.Ф.

(Прізвище, ініціали)

Група

БУД 2301-2м

Керівник

(підпис)

д.т.н., Роговий С.І.

(Прізвище, ініціали)

Суми – 2025 р.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій
Спеціальність: 192 "Будівництво та цивільна інженерія"
ОПП Будівництво та цивільна інженерія

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ

Захарчука Сергія Федоровича

1. Тема роботи Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону

Затверджено наказом по університету №1363/ос від "08" травня 2024 р.

Строк здачі студентом закінченої роботи: "01" березня 2025 р.

2. Вихідні дані до роботи:

Завдання на магістерську кваліфікаційну роботу. Архітектурно-будівельні креслення.

3. Зміст розрахунково - пояснювальної записки (перелік питань, що підлягають розробці)

Розділ 1. Загальна характеристика роботи

Розділ 2. Об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення будівлі

Розділ 3. Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону

Анотація

Захарчук Сергій Федорович. Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону –
Кваліфікаційна робота магістра на правах рукопису.

Кваліфікаційна робота магістра за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія» – Сумський національний аграрний університет, Суми, 2025.

Робота складається із змісту, загальної характеристики роботи та її кваліфікаційних ознак, огляд досліджень за обраною темою, розділів основної частини, висновки за результатами МКР.

В РОЗДІЛІ 1 сформульовано загальну характеристику роботи, що включає актуальність теми, мету, завдання, об'єкт і предмет дослідження, а також методи дослідження. Наведено практичне значення одержаних результатів, а також інформацію про апробацію та публікацію роботи..

В РОЗДІЛІ 2 представлено об'ємно-планувальні та архітектурно-конструктивні рішення будівлі. Описано місце розташування об'єкта, його габарити, функціональне зонування та конструктивну систему. Наведено характеристики фундаментів, стін, перегородок, перекриттів та покриття будівлі, а також зазначено матеріали та особливості виконання робіт. Детально описано інженерні комунікації, включаючи водопостачання, каналізацію, вентиляцію та електропостачання.

В РОЗДІЛІ 3 досліджено та обґрунтовано вибір раціонального варіанту покриття торговельно-виставкового павільйону. Проведено аналіз різних типів просторових конструкцій, їх переваг та недоліків. Наведено три варіанти конструктивних рішень покриття та виконано їх порівняльний аналіз за критеріями економічної доцільності, витрат матеріалів та технічних характеристик. Виконано математичне моделювання конструкцій у програмному комплексі ЛІРА-САПР та здійснено оцінку несучої здатності кожного варіанту.

За результатами досліджень визначено, що оптимальним варіантом для проекту є оболонка позитивної гаусової кривизни, яка забезпечує найкращі

показники міцності та економічної ефективності. Однак можливим альтернативним рішенням є використання ребристих плоских панелей, оскільки їх вартість лише незначно відрізняється від рекомендованого варіанту.

В результаті проведених досліджень було здійснено оцінку працездатності обраного варіанту покриття. Відхилення результатів теоретичних розрахунків та експериментальних досліджень не перевищує допустимих меж, що підтверджує достовірність отриманих висновків.

Ключові слова: покриття, оболонка Гаусової кривизни, циліндрична оболонка, економічний аналіз, витрати матеріалів, конструктивні рішення.

Список публікацій та/або виступів на конференціях студента:

Результати дослідження опубліковано в матеріалах VIII Міжнародної науково-практичної конференції “SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS”, 17-19.03.2025, Мюнхен, Німеччина.

В додатках наведено: розрахунок снігового та вітрового навантаження, матеріали конференції, кресленики.

Структура роботи. Робота складається з основного тексту на 62 сторінках, у тому числі 19 таблиць, 54 рисунків. Текст роботи містить загальну характеристику роботи, 3 розділи, висновки і рекомендації за результатами роботи, список з 12 використаних джерел, 4 додатків. Графічна частина складається з 6 креслень.

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ	7
Актуальність теми	7
Мета роботи	8
Завдання кваліфікаційної роботи.....	8
Об'єкт дослідження	8
Предмет дослідження.....	9
Методи дослідження	9
Практичне значення одержаних результатів.....	9
Апробація та публікація роботи	9
РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ.....	10
РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПОКРИТТЯ ТОРГІВЕЛЬНО-ВИСТАВКОВОГО ПАВІЛЬЙОНУ.....	20
ВИСНОВОК.....	62
Список використаної літератури	63
Додаток А. Розрахунок снігового навантаження	64
Додаток Б. Розрахунок вітрового навантаження	72
Додаток В Матеріали конференцій	78
Додаток Г. Кресленики	81

РОЗДІЛ 1. ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ

Актуальність теми

Будівництво торгівельно-виставкових павільйонів є важливим напрямом сучасної архітектури та інженерії, оскільки такі споруди активно використовуються для проведення різноманітних виставок, ярмарків, конференцій та інших заходів. Одним із ключових елементів при проектуванні таких об'єктів є вибір покриття, що має відповідати вимогам довговічності, енергоефективності, економічної доцільності та архітектурної привабливості.

Сучасні тенденції розвитку будівельної галузі вимагають застосування новітніх матеріалів та технологій, які дозволяють забезпечити оптимальні експлуатаційні характеристики споруд. Покриття торгівельно-виставкових павільйонів має відповідати ряду критеріїв, серед яких варто виділити: міцність і надійність конструкції, здатність витримувати змінні кліматичні умови, енергоефективність, легкість монтажу та демонтажу, а також відповідність естетичним і екологічним стандартам.

Зі зростанням вимог до екологічності будівельних матеріалів особливої уваги набувають питання енергоощадності та екологічної безпеки покриттів. Використання енергоефективних матеріалів сприяє зниженню експлуатаційних витрат на кондиціонування та опалення приміщень, що є важливим фактором для тимчасових і постійних виставкових споруд. Крім того, від правильного вибору покриття залежить довговічність конструкції, що впливає на зменшення витрат на ремонт та обслуговування павільйону.

З огляду на широкий вибір конструктивних рішень і матеріалів, постає завдання обґрунтування раціонального варіанту покриття, який буде найбільш ефективним з точки зору техніко-економічних характеристик. Недостатньо опрацьоване рішення може призвести до підвищених витрат на утримання споруди, порушення умов експлуатації або навіть до передчасного виходу покриття з ладу.

Таким чином, дослідження та вибір раціонального рішення для покриття торговельно-виставкового павільйону є актуальним науково-практичним завданням. Його розв'язання сприятиме підвищенню ефективності будівництва,

забезпеченню комфортних умов експлуатації та зниженню загальних витрат на утримання споруди. Дослідження в цьому напрямі дозволить сформуванати науково обґрунтовані рекомендації щодо вибору матеріалів і конструктивних рішень, що сприятиме удосконаленню сучасних методів проектування та будівництва виставкових павільйонів.

Мета роботи

Дослідження, аналіз та обґрунтування раціонального варіанту покриття для торгівельно-виставкового павільйону з урахуванням експлуатаційних, економічних та екологічних чинників.

Завдання кваліфікаційної роботи

Для досягнення мети потрібно вирішити наступні питання:

- проаналізувати існуючі варіанти покриттів, що застосовуються в будівництві торговельно-виставкових павільйонів;
- дослідити технічні характеристики варіантів покриттів, що передбачені проектом;
- провести порівняльний аналіз матеріалів за критеріями економічної доцільності;
- розробити рекомендації щодо вибору оптимального покриття для павільйонів з урахуванням особливостей конструктивного виконання, кліматичних умов та експлуатаційних вимог.

Об'єкт дослідження

Об'єктом дослідження є торговельно-виставковий павільйон з особливою увагою на доцільність застосування того чи іншого варіанту покриття.

Предмет дослідження

Предметом дослідження є різні варіанти покриттів торгівельно-виставкового павільйону, їхні технічні характеристики, переваги, недоліки та економічна доцільність використання в сучасному будівництві.

Методи дослідження

Аналіз конструктивних рішень, матеріалів, їхніх технічних характеристик та економічної доцільності застосування. Також застосовується теоретичний числовий метод дослідження з використанням сучасного програмного комплексу, що реалізує метод скінчених елементів.

Практичне значення одержаних результатів

Результати можуть бути використані для зниження матеріальних витрат за рахунок оптимізації конструктивних рішень, що дозволяє досягати високих показників економічності при будівництві торгівельно-виставкових павільйонів.

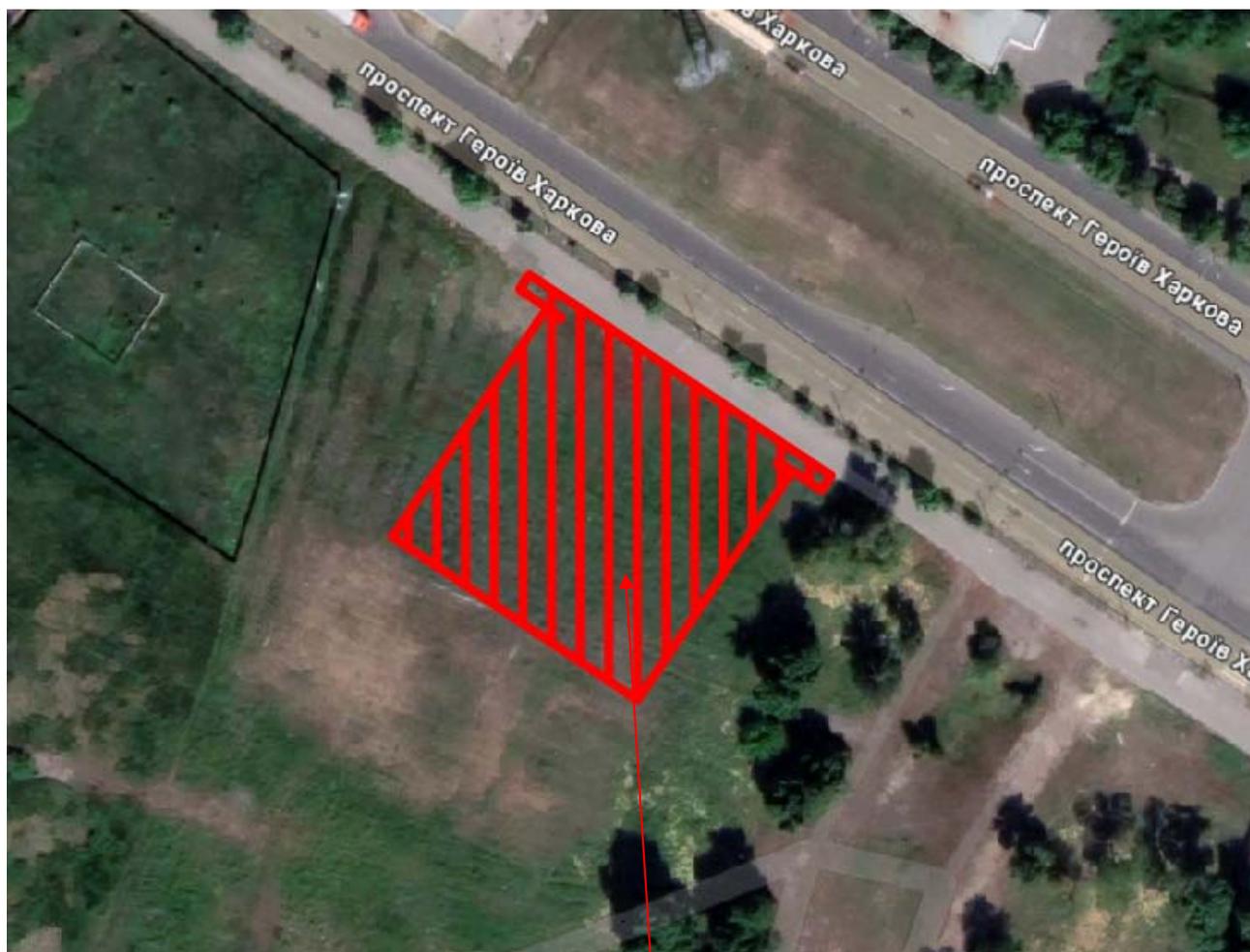
Апробація та публікація роботи

Результати дослідження опубліковано в матеріалах VIII Міжнародної науково-практичної конференції “SCIENTIFIC RESEARCH: MODERN CHALLENGES AND FUTURE PROSPECTS”, 17-19.03.2025, Мюнхен, Німеччина.

РОЗДІЛ 2. ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА АРХІТЕКТУРНО-КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ

Об'ємно-планувальне рішення

Районом будівництва торгово-виставкового павільйону є місто Харків (Фото 2.1).



Місце розташування об'єкту

Фото. 2.1. Схема розташування об'єкту

Будівля має зальну структуру, що передбачає підпорядкування допоміжних приміщень головній залі, яка визначає основне функціональне призначення споруди. Основне завдання автомобільного виставкового центру – демонстрація продукції для відвідувачів, а для персоналу – обслуговування та реалізація товарів.

Для зручності користування будівля поділена на:

- вхідні зони (тамбури);
- торгово-виставкову зону;
- зону відпочинку;
- санітарно-гігієнічні приміщення;
- допоміжні зони (коридори, пішохідну галерею, естакади).

Будівля має складну форму у плані, є двоповерховою, з габаритними розмірами 48×45,9 м. Загальна висота – 14,1 м, висота першого поверху – 4,2 м. Другий поверх утворюється внутрішнім об'ємом оболонкової конструкції, що перекриває всю будівлю.

Входи до будівлі розташовані з усіх боків, що сприяє розподілу людських потоків (відвідувачі, персонал) та руху автотранспорту. Такий підхід також зумовлений підвищеними вимогами до теплоізоляції, враховуючи розташування в I кліматичному районі..

Таблиця 2.1. - Характеристика території розміщення об'єкта.

№ з/п	Назва показника	Значення
1	Кліматичний район	I
2	Сніговий район	5 (1600 Па)
3	Вітровий район	2 (430 Па)

Пересування між поверхами забезпечують сходи та ескалатори. Для безпеки евакуаційні сходи розташовані у закритих сходових клітках, виконаних із вогнетривких матеріалів, та мають природне бічне освітлення. Адміністративні приміщення згруповані окремо від виставкової зони, мають власний санітарний вузол та сходову клітку.

Основні прольоти несучих конструкцій – 6 м.

Техніко-економічні показники об'ємно-планувального рішення наведені у табл .2.2.

Таблиця 2.2 – Техніко-економічні показники

№	Найменування	Одиниця виміру	Показник
1	2	3	4
1	Поверховість		2
2	Планувальний тип		зальний
3	Загальна площа поверхів	м ²	3528,0
4	Будівельний об'єм	м ³	16799,6
5	Площа виставкових залів	м ²	2256,0
6	Площа магазинів	м ²	288,0
7	Площа адміністративних приміщень	м ²	
8	Площа кафе	м ²	216,0
9	Площа комунікацій	м ²	
10	Площа пішохідних галерей та естакад	м ²	558,0
11	Площа забудови	м ²	2328,0
12	Загальна площа будівлі	м ²	2322,0
13	Периметр будівлі	м	168,0
14	Загальна площа поверху	м ²	1764,0

Конструктивне рішення будівлі

Конструктивна система будівлі – каркасна, із безригельною схемою. Просторова жорсткість і стійкість забезпечуються жорстким закріпленням колон у фундаментах стаканного типу, зварним з'єднанням плит перекриттів між собою та з колонами, подальшим замонолічуванням стиків колон, контурних брусів і плит, а також міцним з'єднанням плит покриття щонайменше з трьох сторін.

Фундаменти

Глибина закладення фундаментів визначена відповідно до глибини промерзання ґрунтів у I районі будівництва, яка становить 1,4 м.

У цьому проєкті вона прийнята на рівні -1,650 м. Для рядових колон передбачені окремо розташовані монолітні фундаменти з підшвами розміром 3×3 м, а для спарених колон по периметру будівлі – загальні фундаменти з підшвами 4,2×4,2 м. Висота фундаментів складає 1,5 м. Фундаментні балки під цегляні стіни виконані із залізобетону, їх довжина – 4,5 м. Інші типи балок див. табл. 2.3.

Таблиця 2.3 – Специфікація фундаментів

<i>Марка, поз.</i>	<i>Позначення</i>	<i>Найменування</i>	<i>Кільк.</i>	<i>Маса од., кг.</i>	<i>Примітка</i>
Ф-1	серія 1.4.12-1/77	Ф Б10-4	42		
Ф-2	серія 1.4.12-1/77	Ф Д14-6	20		
Ф-3	серія 1.4.12-1/77	Ф Д16-6	2		
БФ-1	серія 1.4.15-1 вип. 1	ФБ 6-31	28		
БФ-2	серія 1.4.15-1 вип. 1	ФБ 6-36	11		
БФ-3	серія 1.4.15-1 вип. 1	ФБ 6-38	5		

Між цегляною стіною та фундаментною балкою передбачена горизонтальна гідроізоляція із двох шарів руберойду. За зовнішнім периметром фундаментних балок влаштовується глиняний замок. Цокольна частина стіни від попадання вологи захищена вимощенням у вигляді похилої асфальтованої смуги.

Відмітка підшви фундаменту щодо чистої підлоги складає -2,100 м.

Колони

Колони запроєктовані з перетином 450×450 мм. Рядові колони мають висоту 5,4 м та закріплюються у фундаменті стаканного типу на позначці -0,800 м. Колони, розташовані по контуру будівлі, мають поверхову розрізку. Колони другого поверху, які слугують опорою для контурних брусів оболонки, відрізняються за висотою - 3,0 м, 3,6 м та 4,2 м.

Стіни та перегородки

Зовнішні стіни виконані з глиняної цегли марки М100. Ширина кладки становить 510 мм, використовується шестирядна система перев'язки швів. Для забезпечення міцності конструкції передбачена перев'язка швів як у площині стіни, так і в місцях примикання поперечних стін.

Зовнішні стіни утеплені шаром мінераловатних плит завтовшки 100 мм, що покращує їх теплоізоляційні властивості.

Внутрішні стіни зведені з цегли товщиною 380 мм. У стінах кухонь і санітарних приміщень передбачені вентиляційні канали перетином 140×140 мм.

Перегородки між приміщеннями виконані з гіпсобетону та мають товщину 100 мм, що забезпечує необхідну звукоізоляцію та легкість конструкції.

Перекрыття та підлоги

Для міжповерхового перекрыття використовується безбалкове збірне перекрыття, що забезпечує ефективне передавання навантажень і простоту монтажу.

Конструкція перекрыття складається з трьох основних елементів:

- Капітелі – забезпечують рівномірний розподіл навантаження на колони.
- Надколонні панелі – встановлюються над капітелями для жорсткого з'єднання конструкції.
- Прогонові панелі – укладаються між надколонними панелями, формуючи суцільну поверхню перекрыття.

Для забезпечення жорсткості конструкції панелі над колонами закріплюються зварюванням закладних деталей. Перекриття спирається по чотирьох сторонах на колони, які мають полиці для спирання панелей.

Тип панелей переkritтя – ребристі, що покращує їх несучу здатність та зменшує власну вагу конструкції.

Таблиця 2.4 – Специфікація переkritтя

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
П1	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	К 30-30	36		
П2	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	П 30-30	77		
П3	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	П 30-30	44		
П4	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	К 30-15	14		
П5	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	П 30-15	27		
П6	ДСТУ Б В.2.6-14.7:2010	К 15-15	11		

Підлога на першому поверсі будівлі виконана безпосередньо по ґрунту, що забезпечує достатню жорсткість та витривалість конструкції.

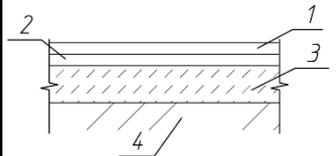
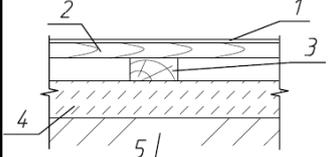
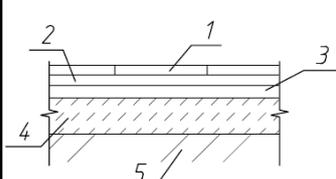
Підлога другого поверху настелена по переkritтю, відповідно до конструкції міжповерхового переkritтя.

Матеріали підлог залежно від призначення приміщень:

- Виставкові зали, магазини, кафе – мозаїчні підлоги, стійкі до механічного зносу та впливу великої кількості людей.
- Адміністративні приміщення – лінолеум, що забезпечує комфорт та довговічність.
- Санітарні вузли та технічні приміщення – керамічна плитка, яка є вологостійкою та легко миється.

Детальне розташування типів підлог зазначено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Експлікація підлог

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа тощо), мм	Площа, м ²
1, 2, 3, 4	I		1 – цементний розчин 1:2 з кам'яною крихтою $t=20$ мм; 2 – цем. розчин 1:3 $t=20$ мм; 3 – бетон $t=100$ мм; 4 – основа	14,76
5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	II		1 – ліноліум $t = 3$ мм; 2 – дощатий настил $t = 40$ мм; 3 – лага 50x70 мм; 4 – бетонний шар $t=100$ мм; 5 – основа	234
14, 15	III		1 – плитка $t=10$ мм; 2 – цементний розчин $t=10$ мм; 3 – 2 шари толі; 4 – бетонний шар $t=100$ мм; 5 – основа	54

Покриття та покрівля

Запроектований будинок перекривається пологою оболонкою позитивної гаусової кривизни, що забезпечує ефективний розподіл навантажень і естетичний зовнішній вигляд.

Контур оболонки виконаний у вигляді полігонального пояса зі збірних ригелів довжиною 6 м, що спираються на колони змінної висоти.

Оболонка складається з криволінійних плит, що мають напрямок кривизни вздовж більшої сторони. Основні плити мають розмір 3*6 м. Добірні плити виготовляються з урахуванням можливості виробництва в опалубних формах основних плит.

З'єднання плит у кутах плит передбачені закладні деталі зверху і знизу. Стики елементів виконуються за допомогою стикових накладок у вигляді стрижнів. Плити оболонки спираються згори на контурні елементи, які також мають закладні деталі для надійного з'єднання.

Таблиця 2.6 – Специфікація елементів покриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
Б1	ДСТУ Б В.2.6-2:2009	Б1	22		
П1	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	58		
П2	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	38		
П3	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	4		

У центрі оболонки передбачено встановлення панельного зенітного ліхтаря квадратної форми розмірами 6*6 м. Для забезпечення надійності конструкції, ліхтар буде утримуватися спеціальною рамою з розпірками, яка сприйматиме нормальні і дотичні зусилля, що виникають під час експлуатації. По периметру отвору передбачено потовщення з бетону класу С25/30, що забезпечить додаткову міцність та надійність конструкції. В отворах також буде передбачене додаткове армування, що збільшить міцність з'єднання рами з оболонкою.

У будівлі запроєктовано внутрішній водосток, що забезпечить відведення дощових та інших видів води з даху і забезпечить захист від можливого затоплення чи накопичення вологи в межах будівлі.

Склад покрівлі дивись в табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Склад покрівлі

Тип	Склад	Товщина шару, мм
I	- Покрівельний шар єврорубероїду SWEETONDALE PRIME В (СВ) ХКП	
	- Підстилаючий шар рубероїду SWEETONDALE PRIME Н (ПЭ) ЭПП	
	- Цементно-піщаний розчин	40
	- Мінераловатний утеплювач ТЕХНОРУФ В $\lambda=0,043$ Вт/мК, $P=180$ кг/м ³	100
	- Мінераловатний утеплювач ТЕХНОРУФ Н $\lambda=0,041$ Вт/мК, $P=110$ кг/м ³	100
	- Паробар'єр Sarnavap 3000M	

Сходи та ескалатори

У будівлі запроєктовані збірні залізобетонні сходи, які складаються з окремих проступів, що спираються на косоури, а також сходових майданчиків.

Сходові майданчики спираються всією гранню на металеві столики, приварені до закладних деталей на стінах сходових кліток. Ширина сходових маршів становить 1,35 м, а ширина сходового майданчика - 1,2 м. Ухил сходів складає 1:1,75, що забезпечує комфортне і безпечне пересування. Висота сходинок - 150 мм, ширина сходинок - 300 мм. Для безпеки руху на сходах передбачено встановлення вертикальних огорож.

Для зручності переміщення між поверхами, крім сходів, в будівлі також передбачені ескалатори, які обладнані спеціальними опорами, приводними та натяжними секціями, що забезпечують їх надійну роботу.

Вікна, двері та ворота

Для забезпечення природного освітлення приміщень у будівлі передбачено стандартні вікна марок ВК 15-12, ВК 15-13.5, а також вітражі розмірами 2,1x3,5 м.

При проектуванні вікон враховувалися експлуатаційні вимоги щодо захисту від конденсату та зледеніння. Це досягається шляхом вентилявання скляних поверхонь зовнішнім повітрям через невеликі отвори в верхніх обв'язках зовнішньої палітурки.

Крім того, для додаткового захисту передбачено обдування внутрішнього скління струменем теплого повітря.

Двері служать для з'єднання приміщень один з одним, а також забезпечують зв'язок будівлі з вулицею та пішохідною галереєю.

Марки дверей: Д 21-12, Д 21-10, Д 21-8, Д 21-12.

Розміри в'їзних воріт - 3,5x3,5 м.

Двері на шляхах евакуації повинні відчинятися назовні відповідно до протипожежних вимог для забезпечення безпеки людей під час евакуації.

Пішохідна галерея та естакади

Галерея перекривається залізобетонними плитами розмірами 3х6 м.

Плити спираються на ряд консольних колон, розташованих з кроком 6 м.

Галерея огорожена екранами з залізобетону заввишки 1,2 м.

Естакади передбачені для забезпечення доставки машин, що виставляються, на другий поверх будівлі.

Естакади спираються на ряд цегляних стовпів.

Естакади також огорожені екранами із залізобетону заввишки 1,2 м для безпеки та захисту.

Санітарно-технічне та інженерне обладнання

У будівлі передбачена система опалення, яка забезпечує комфортну температуру в приміщеннях.

Прокладено трубопроводи холодної та гарячої води для забезпечення водопостачання в санітарних вузлах та інших приміщеннях.

Запроектовано каналізаційні пристрої для відведення стічних вод.

У будівлі також встановлені газові прилади, які забезпечують необхідні газові послуги.

Прокладено електричні мережі для забезпечення енергоспоживання.

Передбачено підключення телефонних мереж для комунікацій.

У приміщеннях залів, магазинів, кафе та адміністрації передбачена система штучної вентиляції для підтримання здорового повітряного середовища.

Для приміщень санітарних вузлів забезпечена природна вентиляція через спеціальні вентиляційні канали.

Всі інженерно-технічні системи передбачають підключення до найближчих міських мереж комунікацій для забезпечення безперебійного функціонування.

РОЗДІЛ 3. ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПОКРИТТЯ ТОРГІВЕЛЬНО-ВИСТАВКОВОГО ПАВІЛЬЙОНУ

Опис предмету дослідження

Тонкостінні просторові покриття відрізняються від площинних тим, що тонка плита оболонки головним чином сприймає зусилля стиску, тоді як розтяжні навантаження ефективно концентруються в контурних елементах, причому всі складові конструкції функціонують одночасно в різних площинах..

Завдяки цьому тонкостінні покриття, такі як оболонки, складки та намети, є більш економічними щодо витрат матеріалу порівняно з площинними конструкціями, де кожен елемент працює лише у власній вертикальній площині. Наприклад, за витратами бетону тонкостінні покриття є економічнішими приблизно на 30%, а за витратами металу – на 20%..

Оболонка являє собою просторову конструкцію, яка складається з так званих напрямних та твірних елементів.

За формою оболонки поділяються на одинарної та двоякої кривизни. До першої групи належать конструкції у вигляді циліндричної або конічної поверхні. Оболонки двоякої кривизни можуть бути як оболонками обертання, утвореними криволінійною твірною (наприклад, купол, гіперболічний параболоїд, еліпсоїд обертання, тороїдна поверхня тощо), так і оболонками переносу, що мають постійну кривизну у вертикальних площинах по всій серії послідовних перерізів.

За структурою оболонки поділяються на гладкі, хвилясті, ребристі та сітчасті. Гладкі оболонки зазвичай мають рівномірну товщину по всій поверхні, за винятком ділянок біля опор та вільних країв, де вони посилюються..

Хвилясті або гофровані оболонки двоякої кривизни, крім основної кривизни, мають додаткову, що багаторазово повторюється у вигляді хвиль. При цьому основна кривизна оболонки та хвильова кривизна розташовані у двох взаємно перпендикулярних площинах.

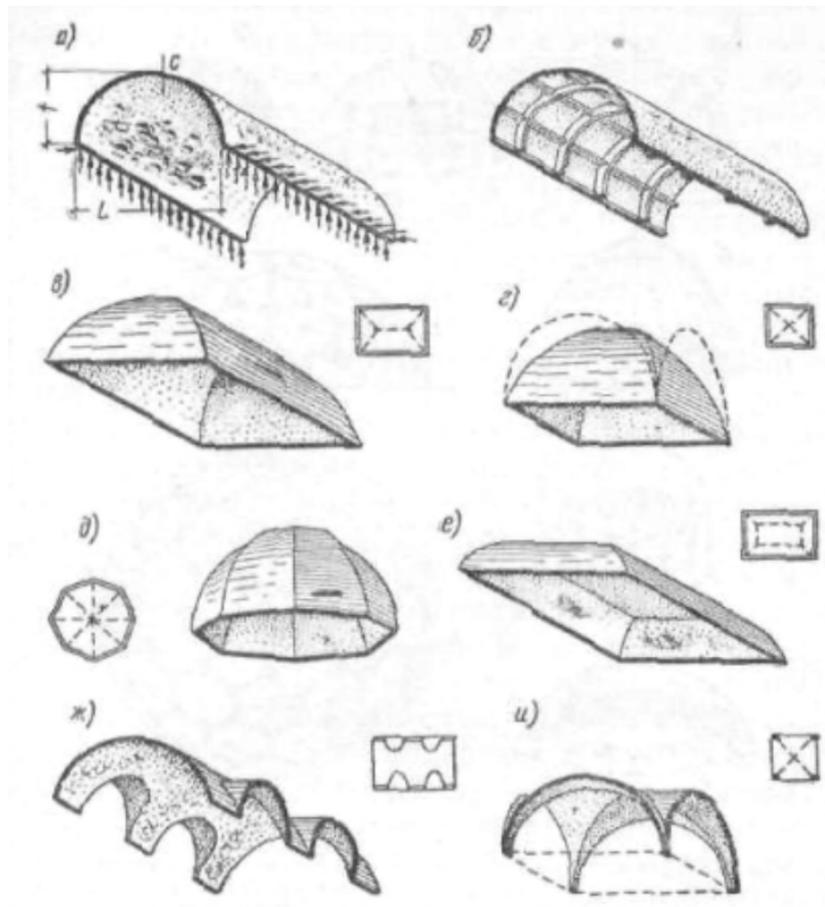


Рис. 3.1 Основні форми зводів: а - гладкий звод та його опорні реакції;
 б – ребристий; в, г, д – зімкнуті; е – дзеркальний;
 ж – циліндричний з розпалубками; і — хрестовий

Ребристими оболонками називають конструкції, у яких тонка криволінійна стінка підсилена системою ребер, розташованих у певному порядку. Сітчаста оболонка складається виключно з ребер або стрижнів, а проміжки між ними можуть бути заповнені ненесучим матеріалом, таким як склопластик чи плівка.

Гладкі залізобетонні оболонки завжди виконуються монолітними, тоді як у збірних конструкціях краї елементів обов'язково посилюються ребрами.

Хвилясті та ребристі оболонки можуть бути як монолітними, так і збірними. Для невеликих прольотів у збірних оболонках, окрім залізобетону, застосовують азбестоцемент, метал або пластик. Кожен збірний елемент має посилені ребрами краї, що забезпечує надійне з'єднання та замонолічування сусідніх частин. Сітчасті оболонки збирають із окремих стрижнів або секцій, виготовлених із залізобетону чи металу.

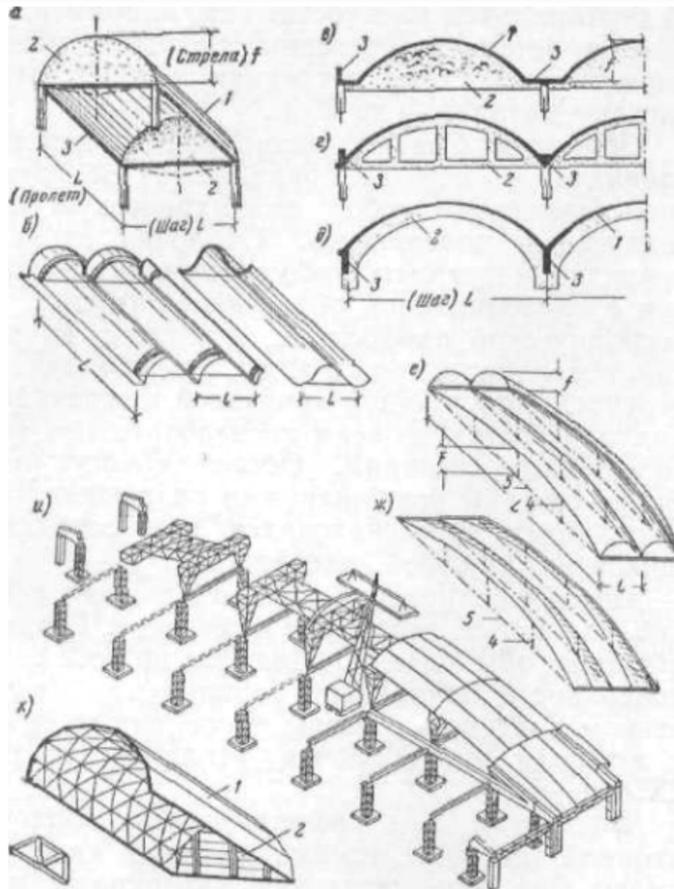


Рис. 3.2 Зводи-оболонки:

а — циліндрична; б - циліндрична багато-волнова та сіносоїдальна;
 в — суцільна діафрагма жорсткості; г — рамна діафрагма; д - аroachна діафрагма;
 е — бочарний звод-оболонка; ж - бочарний звод з прямим обпиранням;
 і — схема монтажу бочарного звода; к – збірна сітчасто-ребриста звод-
 оболонка; 1 – оболонка монолітна або збірна; 2 – діафрагма жорсткості;
 3 – ребра жорсткості; 4 – підвіска; 5 – затяжка

Найскладнішим етапом у виробництві монолітних оболонок є створення криволінійної опалубки та лісів, що вимагає великої кількості деревини та високої точності.

При бетонуванні складних конструкцій доцільно використовувати рухому опалубку, оснащену механізмом для її опускання та підйому. У збірних залізобетонних оболонках опалубка не потрібна - елементи монтують на кондукторах або фермах із прогонами, на які укладають збірні плити, що потім з'єднуються між собою.

Для зручності монтажу оболонку іноді збирають на землі, після чого піднімають на проєктну висоту за допомогою домкратів. Залізобетонні та металеві оболонки застосовують у перекриттях із прольотами до 100 м і більше.

Циліндричні оболонки спираються на торцеві та проміжні діафрагми, що забезпечують їхню жорсткість, зберігають форму й сприймають внутрішні зусилля. Діафрагмами можуть бути різні конструкції: суцільні стіни, рами, ферми тощо. Краї оболонок обов'язково підсилюються твердими бортовими елементами. Довжина хвилі циліндричної оболонки зазвичай не перевищує 12 м, а відношення її стріли підйому до довжини хвилі приймають не менше 1/7, а до прольоту – не менше 1/10.

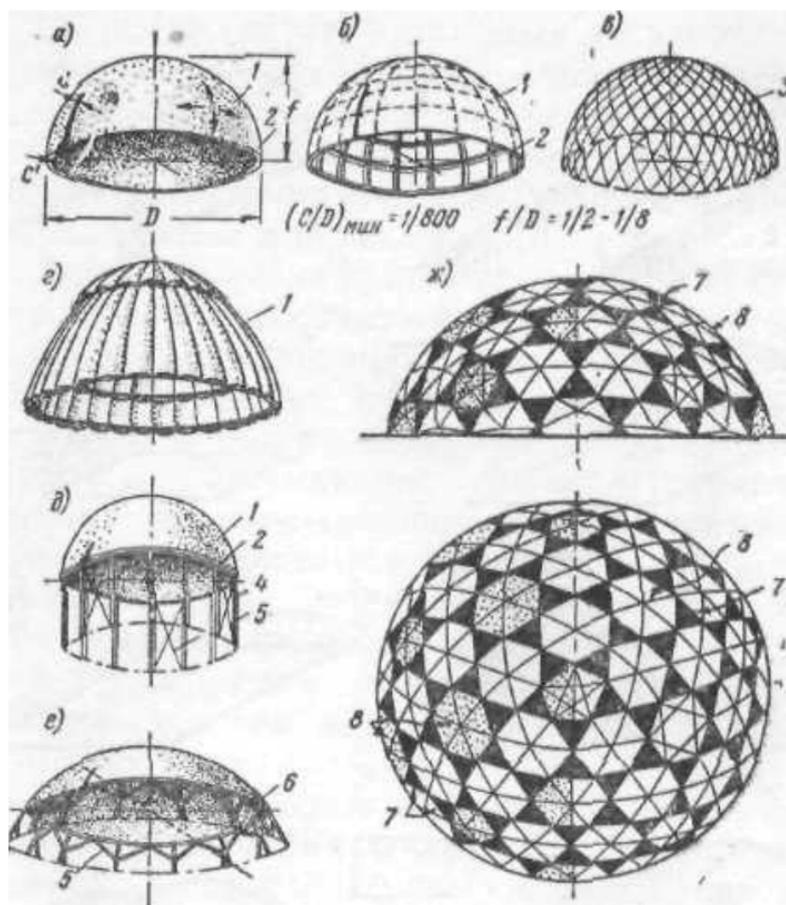


Рис. 3.3 Купола-оболонки: а – гладкий; б – ребристий; в – сітчастий; г – багатоволновий; д – купол на вертикаль-них стійках; е – купол на похилих опорах; ж — зоряний купол на трикутних плітах по системі М.С. Туполева; 1 – оболонка; 2 – опорне кільце; 3 – стрижні сітчастого купола; 4 – стійки; 5 – зв'язки жорсткості; 6 - опори; 7 – типові трикутні плити; 8 – затяжки в прорізах зоряного купола

Товщина залізобетонної циліндричної оболонки становить $1/250 - 1/350$ від довжини прольоту L , збільшуючись у 3-4 рази в місцях концентрації зусиль, що сколюють. У поздовжньому напрямку така оболонка працює як балка, що згинається, а в поперечному – як звід, розпір від якого передається на діафрагми, затяжки або суміжні оболонки.

Бочкові оболонки, на відміну від циліндричних, мають поздовжню вісь, вигнуту догори за дугою кола, утворюючи форму тора, у якому співвідношення діаметрів кілець не менше 5:1. Вони працюють у поздовжньому та поперечному напрямках аналогічно зводу, а в поздовжньому напрямку оснащені потужними затяжками, що сприймають розпір. У поперечному напрямку розпір поглинається діафрагмами жорсткості та бортовими елементами, а у великих конструкціях – взаємним балансуванням сусідніх оболонок.

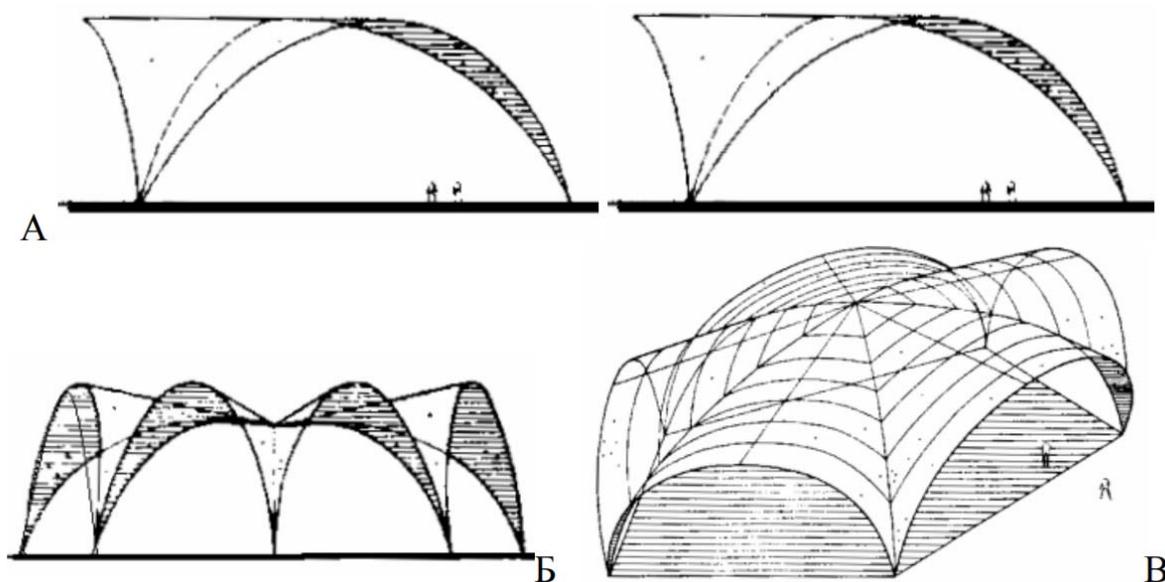


Рис. 3.4 Циліндричні оболонки:

А — оболонка хрестового типу; Б — теж з трьох куль, що перетинаються;
В — теж, восьмипелюсткова; Г — шестипелюсткова

Сферичні оболонки представляють собою частину поверхні кулі, зазвичай у формі купола, що спирається по всьому периметру або на окремі точки. Вони можуть виконувати функцію так званих вітрильних оболонок, що спираються на прямокутний контур із чотирма вертикальними сегментними діафрагмами. Купольні оболонки є найбільш економічними за витратою матеріалу.

Збірні куполи можуть складатися з елементів сферичних трапецій, розділених горизонтальними швами, або мати структуру багатогранника, утвореного трикутниками. У першому випадку кількість типорозмірів визначається числом горизонтальних поясів, у другому – купол збирається з трикутників, що формують на сфері п'ятикутні та шестикутні осередки. Такі куполи можуть мати ребристу, сітчасту або комбіновану структуру, де трикутні плити чергуються з більшими п'ятикутними та шестикутними прорізами, стягнутими затяжками.

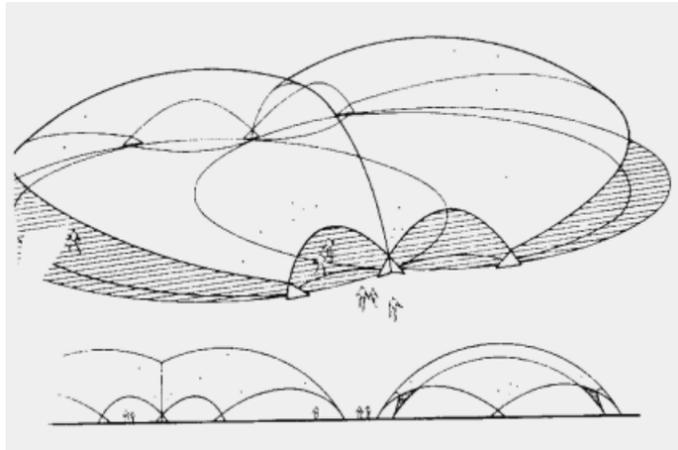


Рис. 3.5 Сферичні оболонки: несучі системи активні по поверхні

Оболонки переносу та тора зовні схожі на сферичні, але зручніші для покриття приміщень прямокутної форми, оскільки всі чотири діафрагми мають однакову або майже однакову висоту. Поверхня оболонки переносу утворюється внаслідок поступального руху однієї кривої вздовж іншої, які розташовані у взаємно перпендикулярних площинах. Поверхня тора формується при обертанні сегмента кола навколо осі, розташованої у його площині. У таких збірних оболонках поверхню розбивають на прямокутні елементи, що мають форму плит, посилені ребрами.

Гіперболоїдні оболонки (гіпарі) утворюються при обертанні гіперболи навколо осі симетрії. Такі конструкції мають високу жорсткість і легко розбиваються на плоскі квадратні або прямокутні сегменти. Комбінуючи гіперболоїдні поверхні, можна створювати різноманітні форми покриттів.

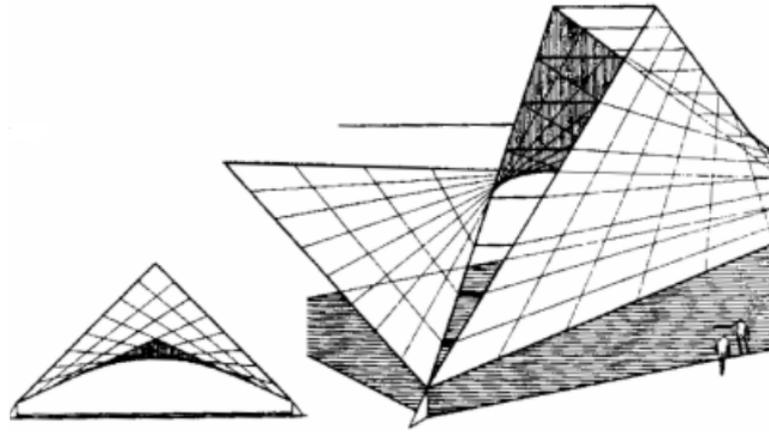


Рис. 3.6 Оболонкові несучі конструкції: сідловидні оболонки із 2 гіпарів

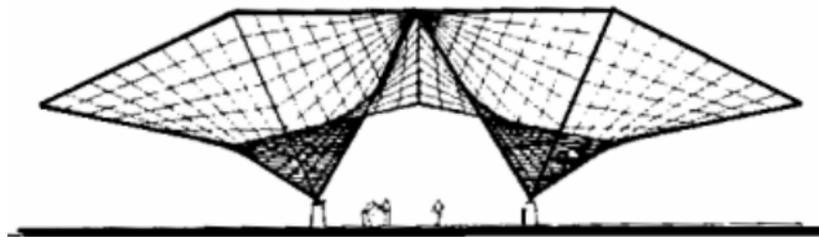


Рис. 3.7 Оболонкові несучі конструкції: сідловидні оболонки із 12 гіпарів

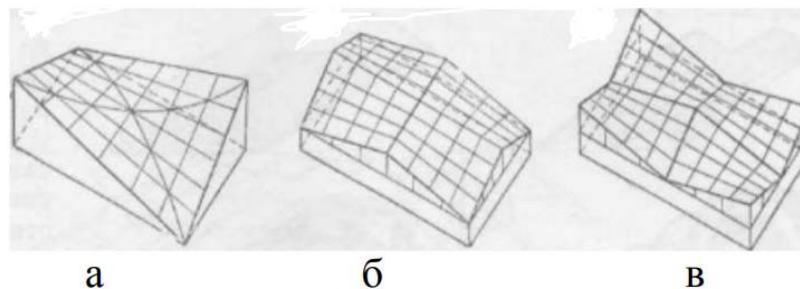


Рис. 3.8 Оболонки двоякої кривизни: а —гіперболичний параболоїд «гіпар»; б і в — покриття з чотирьох гіпарів

Секторіальні оболонки формуються шляхом з'єднання різних типів оболонок. Місця зчленування повинні бути посилені ребрами, оскільки саме тут концентруються навантаження. Такі з'єднання можуть бути плавними або різкими, залежно від необхідного конструктивного рішення.

Складчастими та шатровими називаються просторові покриття, утворені плоскими елементами, що перетинаються між собою. Складки зазвичай

складаються з ряду повторюваних елементів, розташованих поперек прольоту, які спираються по краях на діафрагми жорсткості, подібно до оболонки. Шатри перекривають прямокутний у плані простір, який замикається зверху всіма чотирма сторонами (площинами). Існують також інші різновиди складчастих покриттів: зводи, куполи, капітелі тощо. Товщина плоского елемента складки становить не менше $1/200$ прольоту, висота – не менше $1/10$, а ширина грані – не менше $1/5$ прольоту.

Складки простіші у виготовленні порівняно з оболонками, але при значних прольотах стають надто громіздкими та важкими, тому зазвичай не застосовуються для прольотів понад 40 м.

Шатрові покриття зазвичай спираються на колони, розташовані по кутах, що робить їх раціональними для перекриття квадратних або прямокутних осередків зі сторонами від 6 до 15 м. Завдяки можливості поділу на однотипні плоскі елементи, складчасті та шатрові покриття широко використовуються у збірних конструкціях.

Існують також інші варіанти складчастих і шатрових покриттів, такі як зводи, куполи, капітелі тощо. Для плоского елемента складки товщина приймається близько $1/200$ прольоту, висота – не менше $1/10$, а ширина грані – не менше $1/5$ прольоту. Складки зазвичай застосовуються для прольотів до 50-60 м, а шатри – до 24 м.

У проектуванні оболонки використовуються такі види поверхонь обертання: сфера, тор, параболоїд і еліпсоїд обертання. До поверхонь переносу належать гіперболічний та еліптичний параболоїд, а також кругова поверхня переносу.

Залежно від способу формоутворення, оболонки поділяють на:

- трансляційні поверхні (поверхні переносу);
- поверхні обертання.

Трансляційною поверхнею або поверхнею переносу називають таку поверхню, що утворюється шляхом паралельного переміщення (переносу) кривої одного напрямку (твірної), яка певними точками спирається на іншу криву – направляючу.

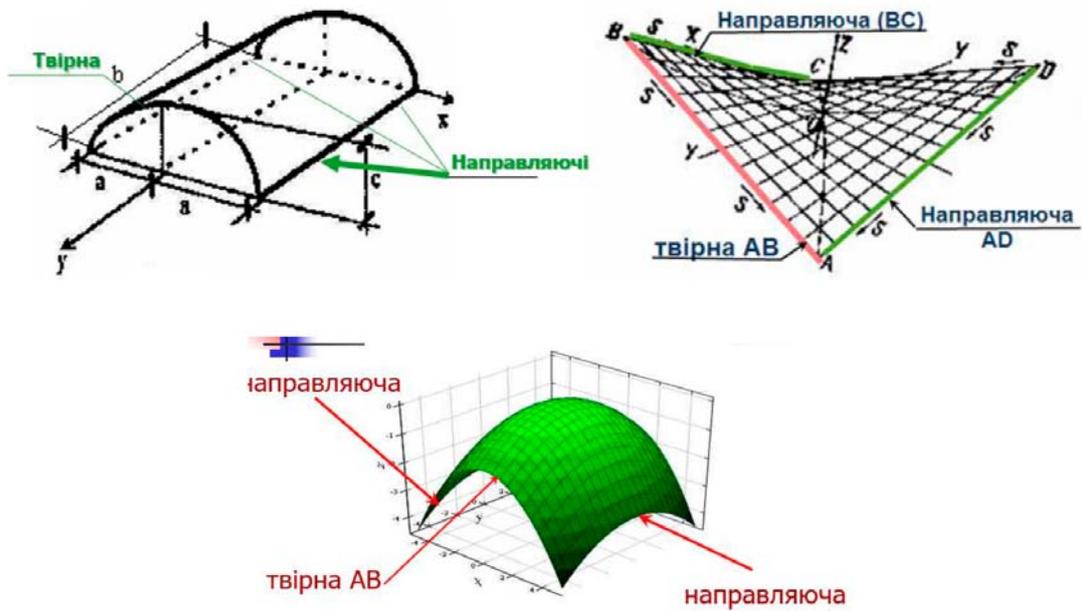


Рис. 3.9 Трасляційна оболонка покриття

Поверхні обертання - це поверхні, що формуються в результаті обертання твірної навколо певної осі

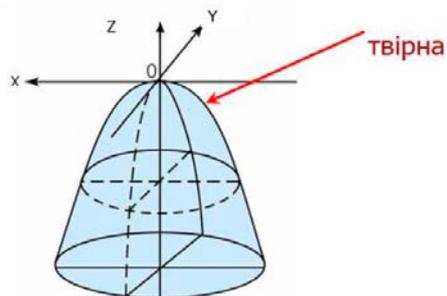


Рис. 3.10 Оболонка обертання

Внутрішня геометрія поверхні - це сукупність її геометричних властивостей, які визначаються виключно за допомогою вимірювань на самій поверхні, без урахування оточуючого простору. При цьому відстань між двома точками поверхні визначається як мінімальна довжина кривих, що лежать на ній і з'єднують ці точки.

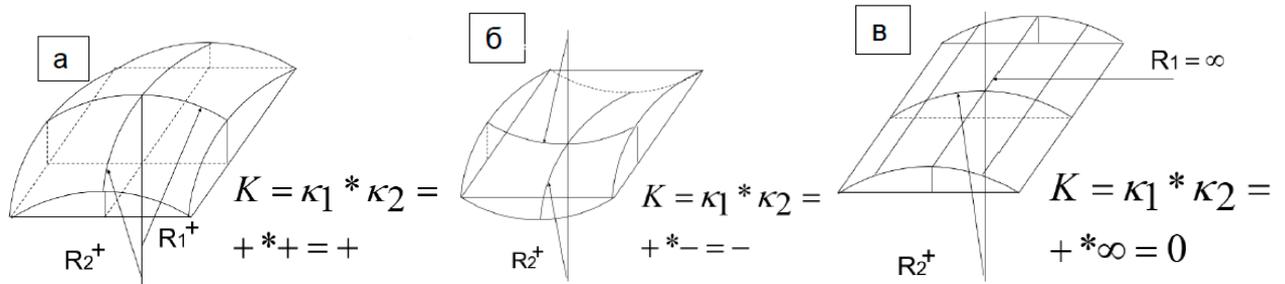


Рис. 3.11 Класифікація оболонок за Гаусовою кривиною

Порівняння трьох варіантів покриття

У розділі розглядаємо порівняння трьох варіантів покриття:

- 1) Збірна полого оболонка позитивної гаусової кривизни;
- 2) Ребристі плоскі панелі 3х6 м по сегментних фермам;
- 3) Циліндрична багатохвильова монолітна оболонка.

Порівняння проводиться по витратам бетону, сталі та коштів на влаштування кожного варіанту покриття. Необхідно перевірити несучу здатність кожного варіанту на можливість його застосування в нашому проекті. Для початку виконується збір навантаження від покрівлі, яке зазначено в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Збір навантажень від ваги покрівлі на 1 м²

Навантаження	Характеристичне	Експлуатаційне, кгс/м ²	γ_f	Граничне розрахункове кгс/м ²	Примітка
<i>Постійне</i>					
Покрівельний шар евроруберойду SWEETONDALE PRIME B (CB) ХКП	-	5,1	1,2	6,12	
Підстиляючий шар руберойду SWEETONDALE PRIME H (ПЭ) ЭПП	-	4,1	1,2	4,92	
Цементно-піщаний розчин	-	81,6	1,3	106,08	
Мінераловатний утеплювач ТЕХНОРУФ В $\lambda=0,043$ Вт/мК, $P=180$ кг/м ³	-	18,4	1,2	22,08	
Мінераловатний утеплювач ТЕХНОРУФ Н $\lambda=0,041$ Вт/мК, $P=110$ кг/м ³	-	11,2	1,2	13,44	
Паробар'єр Sarnavar 3000M	-	0,3	1,2	0,36	
Всього		120,7		153	
<i>Тимчасове</i>					
Корисне навантаження (табл.6.2. ДБН В.1.2-2:2006)		50	1,3	65	
Всього		170,7		218	

Надалі створюємо розрахункову схему та завантажуюмо конструкції з урахуванням снігових та вітрових навантажень, які розраховані в Додатках А та Б

Варіант №1

Покриття павільйону виконано з оболонки позитивної Гаусової кривизни. Оболонка квадратна в плані з розмірами сторін $l=42$ м. Збирається із ребристих плит номінальними розмірами у плані 3х6 м виконаних із бетону класу С25/30. Оболонка опирається на колони різної висоти: 5,4; 8,4; 9,0 та 9,6 м.

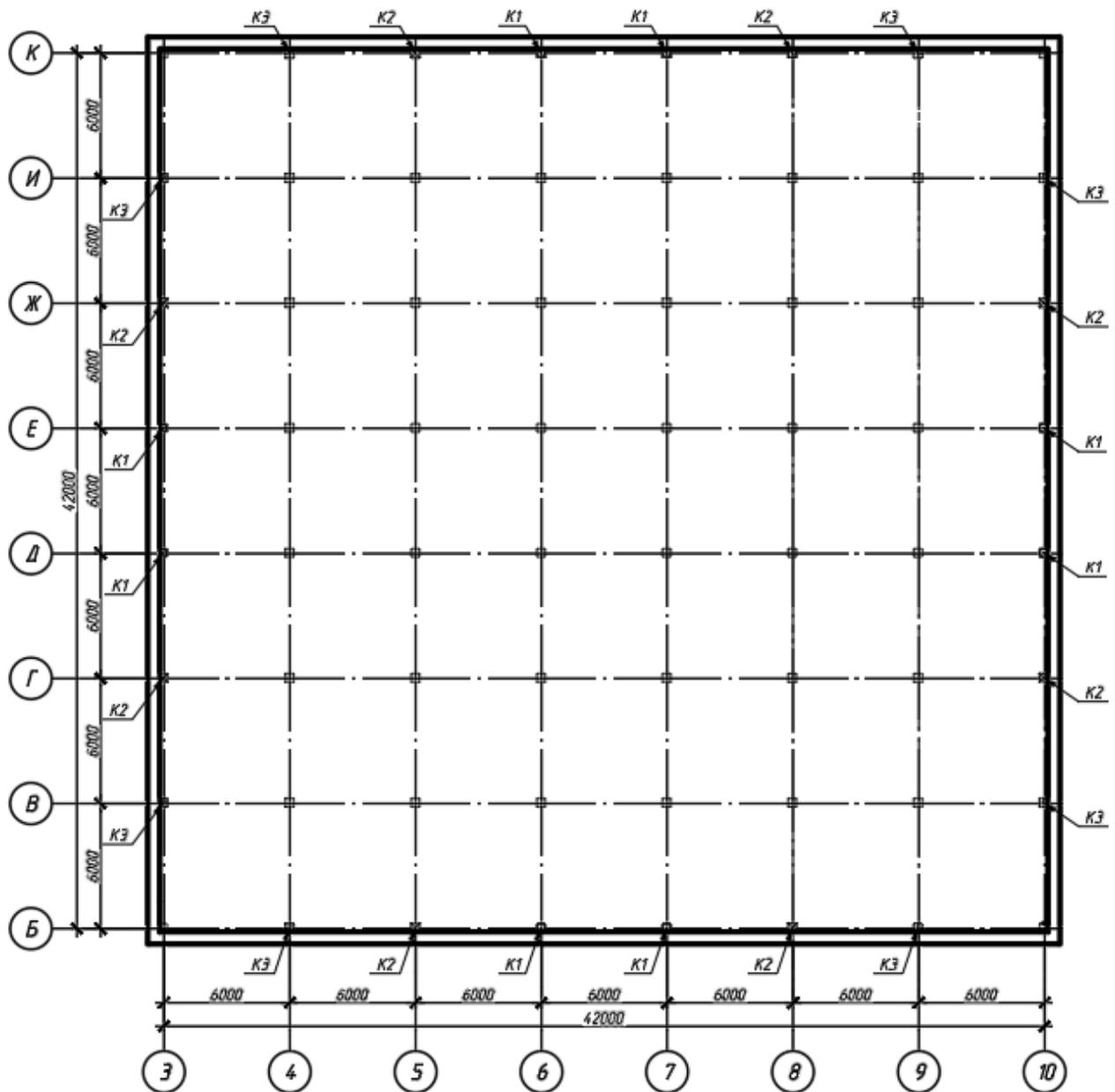


Рис. 3.12 Схема розташування колон (непозначені колони висотою 5,4 м)

Таблиця 3.2 – Специфікація колон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
K1	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450x450 мм, h = 9600 мм	8		
K2	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450x450 мм, h = 9000 мм	8		
K3	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450x450 мм, h = 8400 мм	8		
K4	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450x450 мм, h = 5400 мм	40		

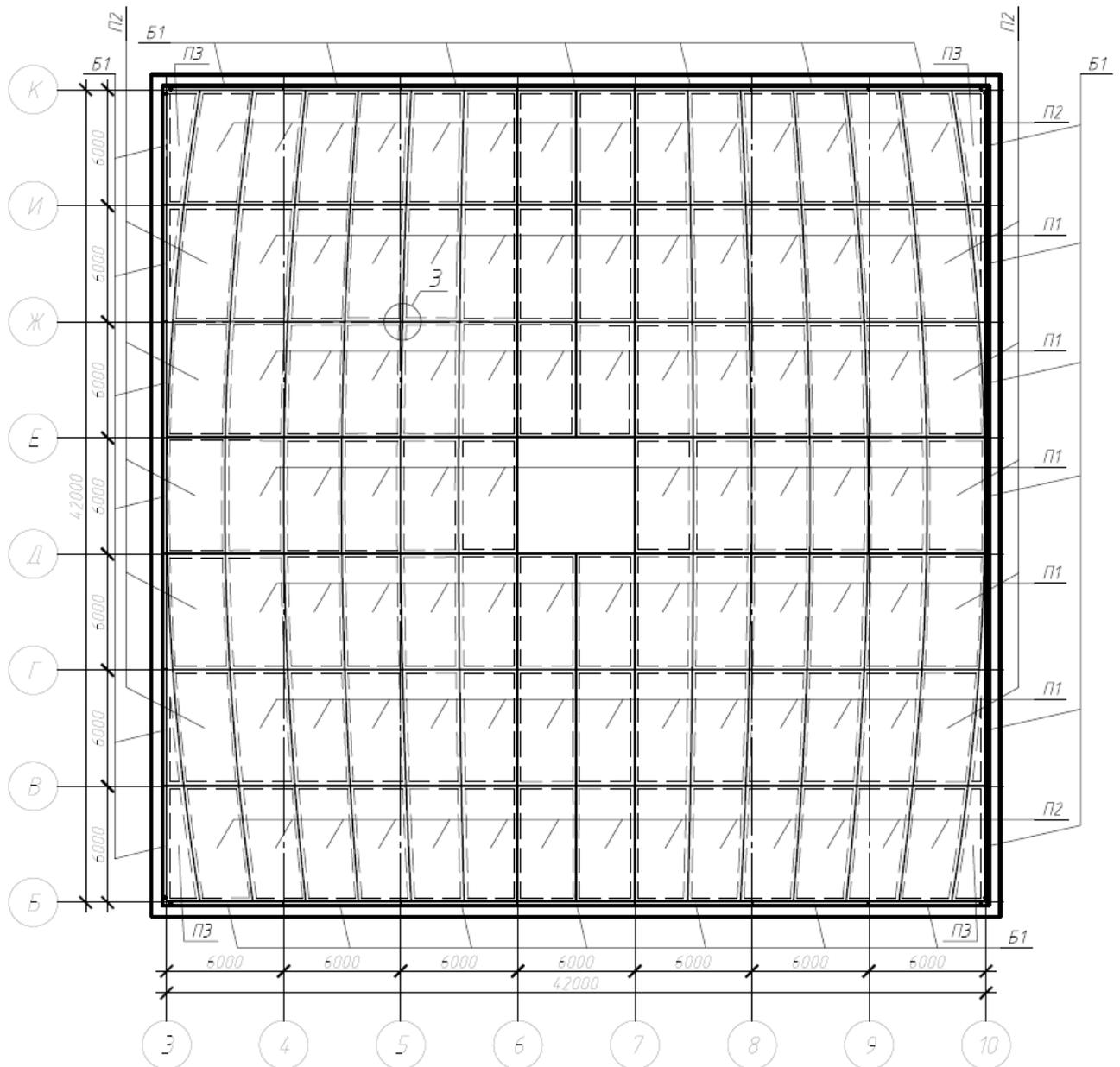


Рис. 3.13 План покриття збірної оболонки позитивної Гаусової кривизни

Таблиця 3.3 – Специфікація елементів покриття збірної оболонки

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
Б1	ДСТУ Б В.2.6-2:2009	Б1	22		
П1	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	58		
П2	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	38		
ПЗ	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	4		

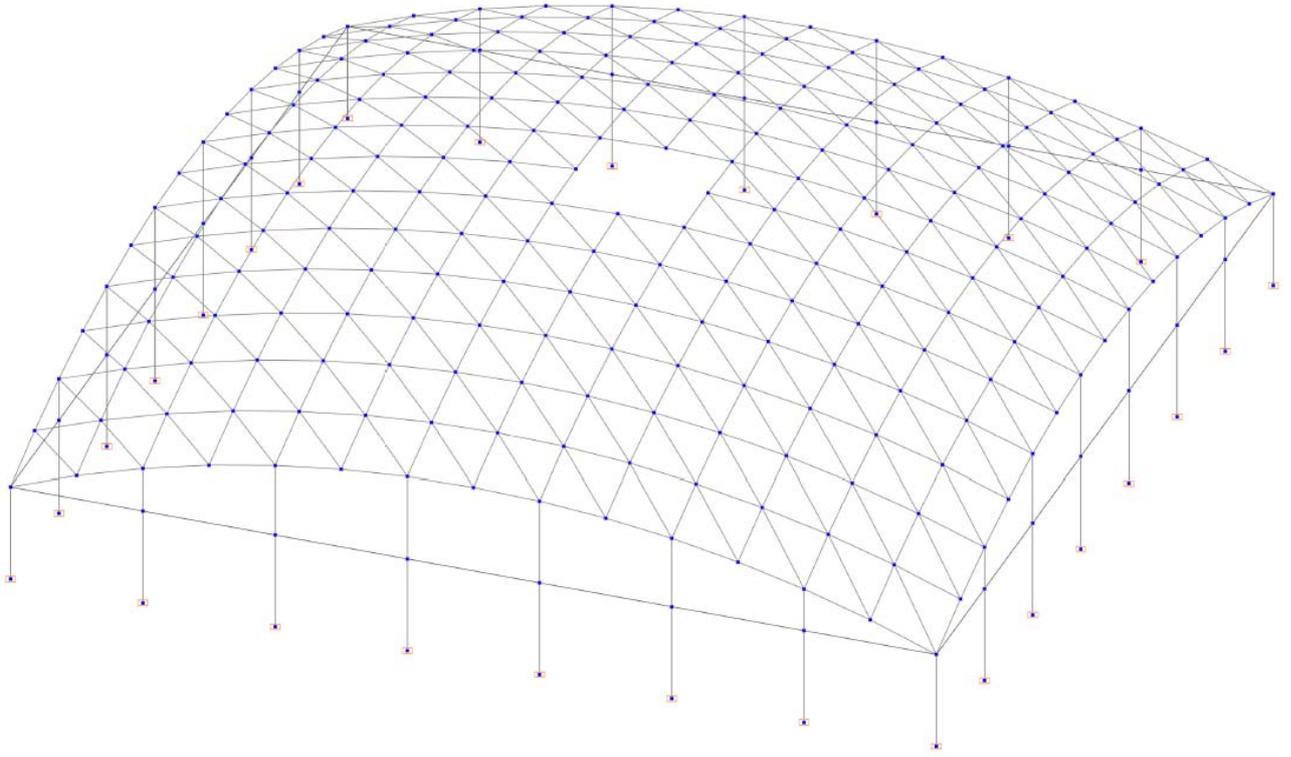


Рис. 3.14 Розрахункова схема оболонки позитивної Гаусової кривизни

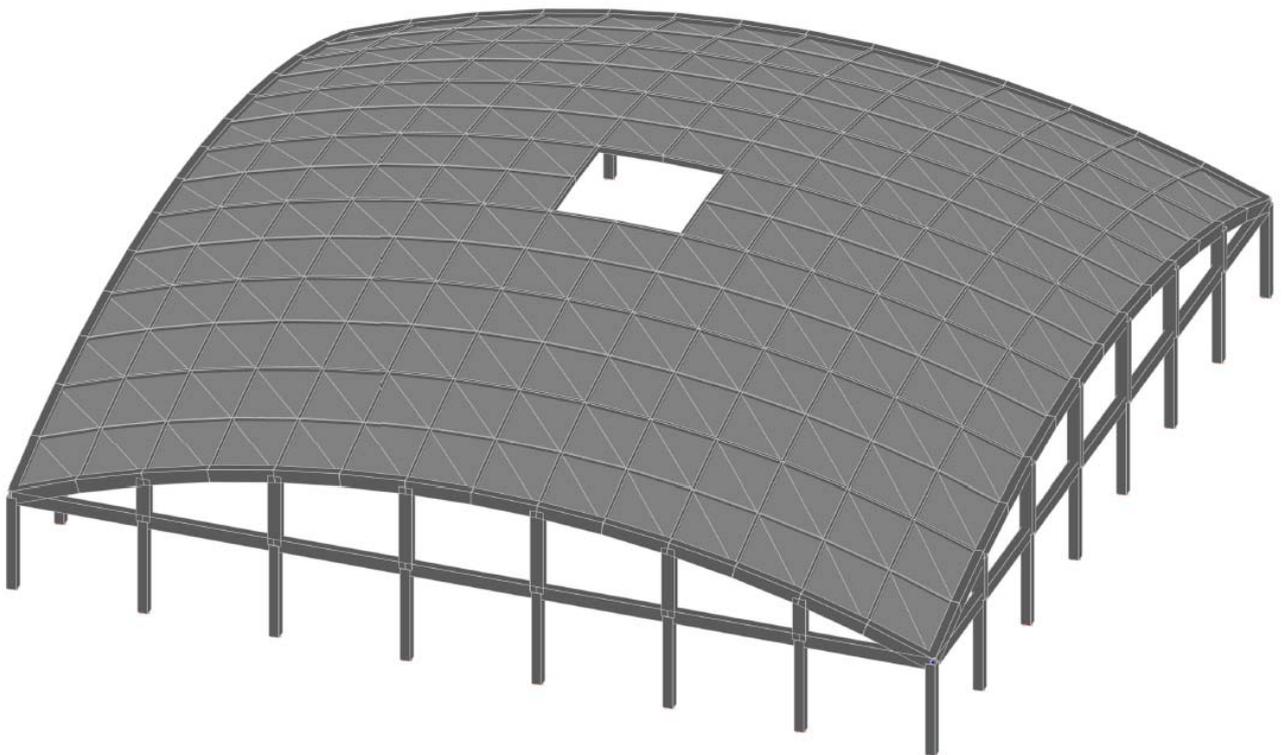


Рис. 3.15 Оболонка позитивної Гаусової кривизни 3D-вигляд

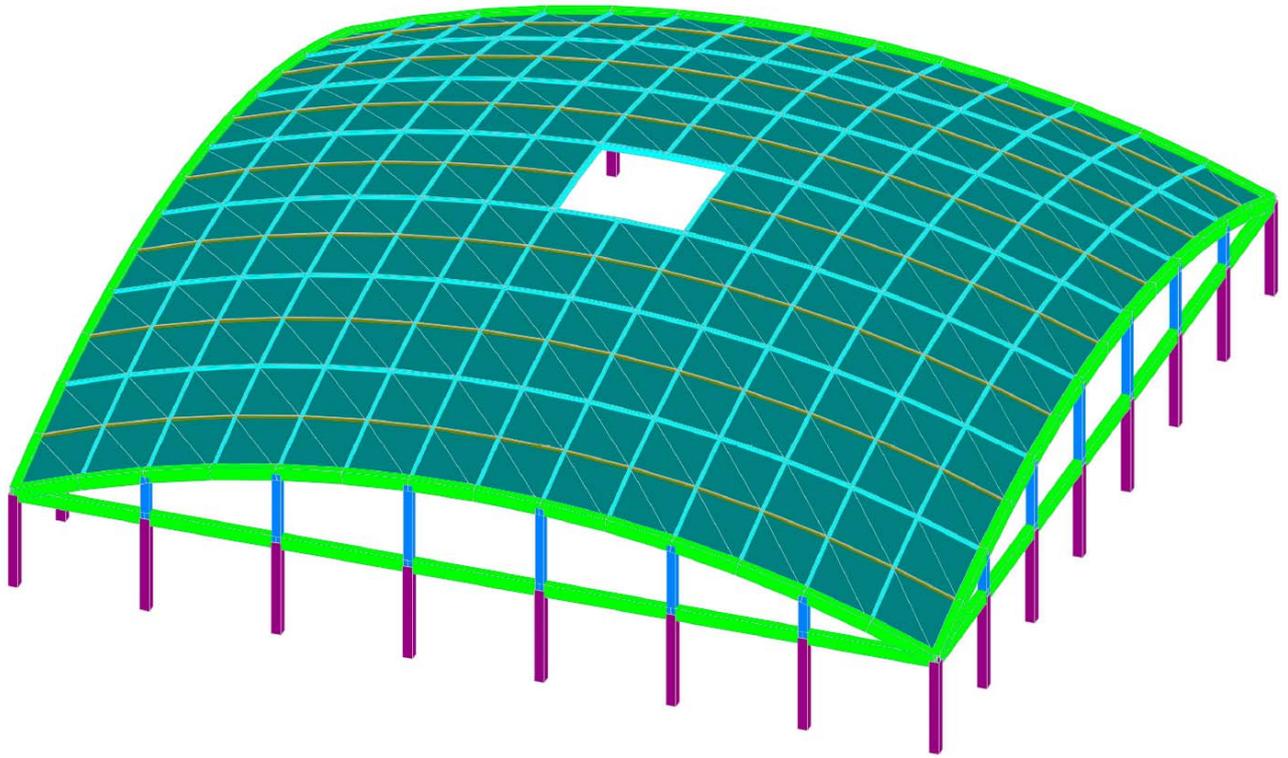


Рис. 3.16 Схема оболонки позитивної Гаусової кривизни із зазначенням типів жорсткості

Таблиця 3.4 – Габарити перерізів елементів оболонки позитивної Гаусової кривизни

№ перерізу	Колір на схемі	Н, мм	В, мм
1		400	600
2		140	300
3		70	300
4		350	-
5		450	450
6		400	400

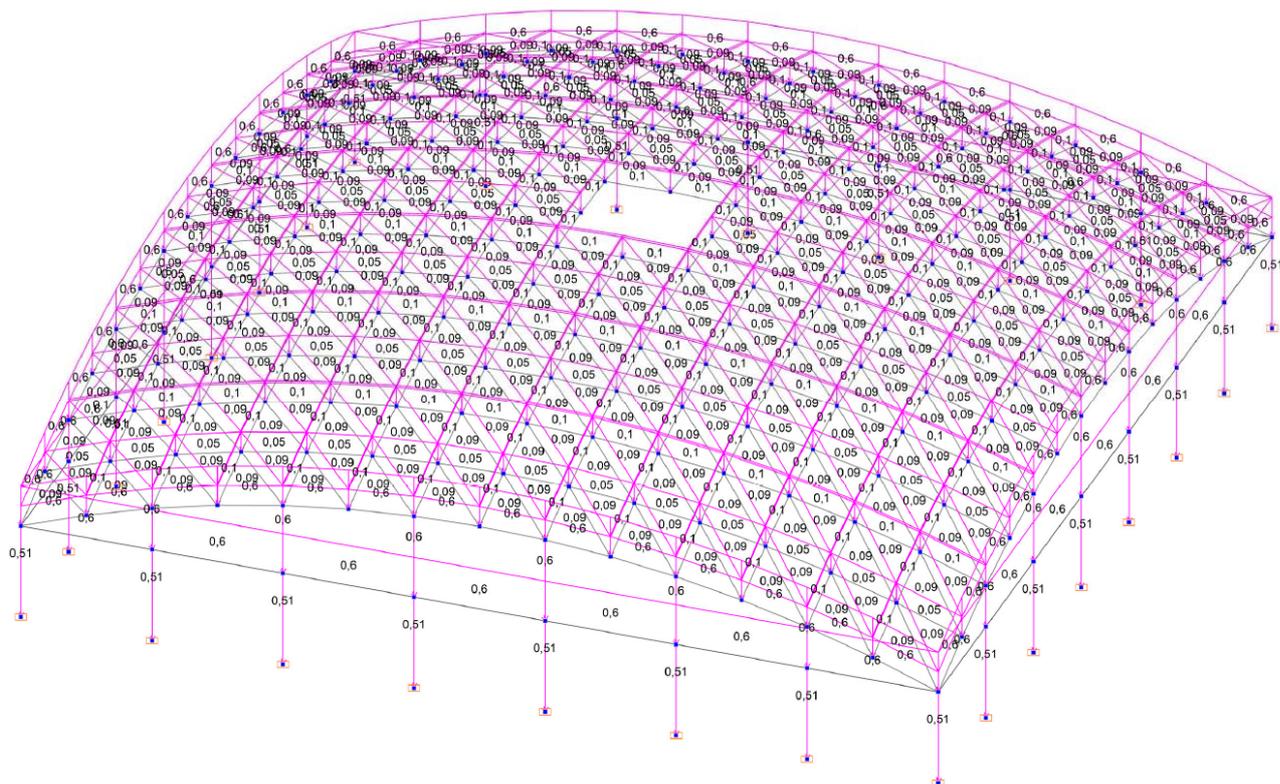


Рис. 3.17 Схема навантаження від власної ваги, тс

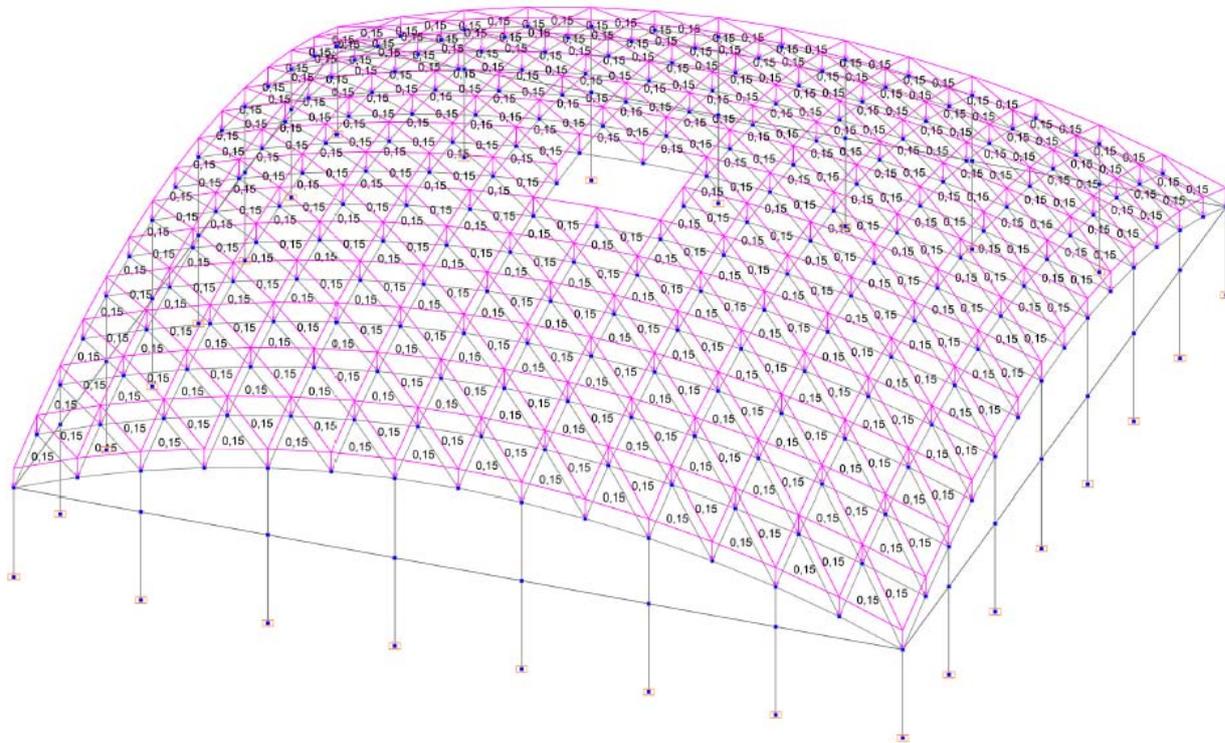


Рис. 3.18 Схема навантаження від покрівлі, тс

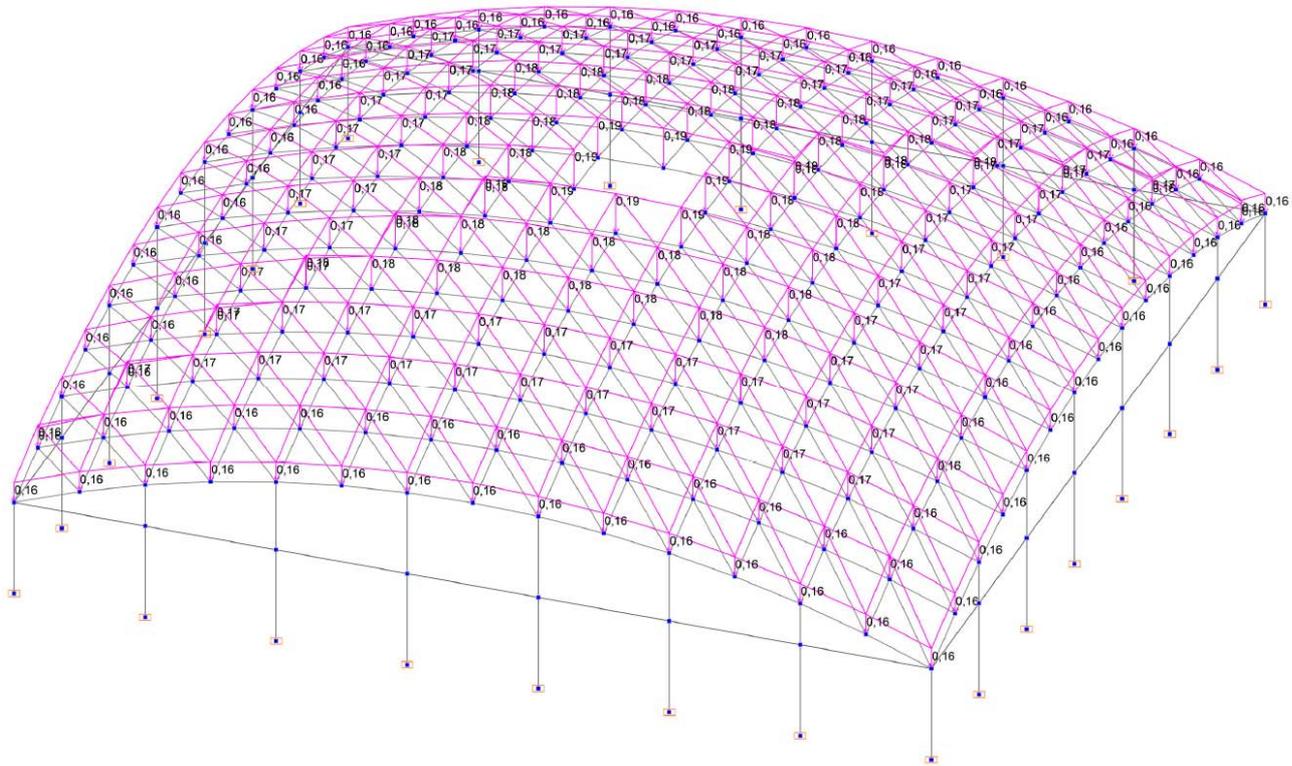


Рис. 3.19 Схема снігового навантаження при варіанті 1 згідно [3]

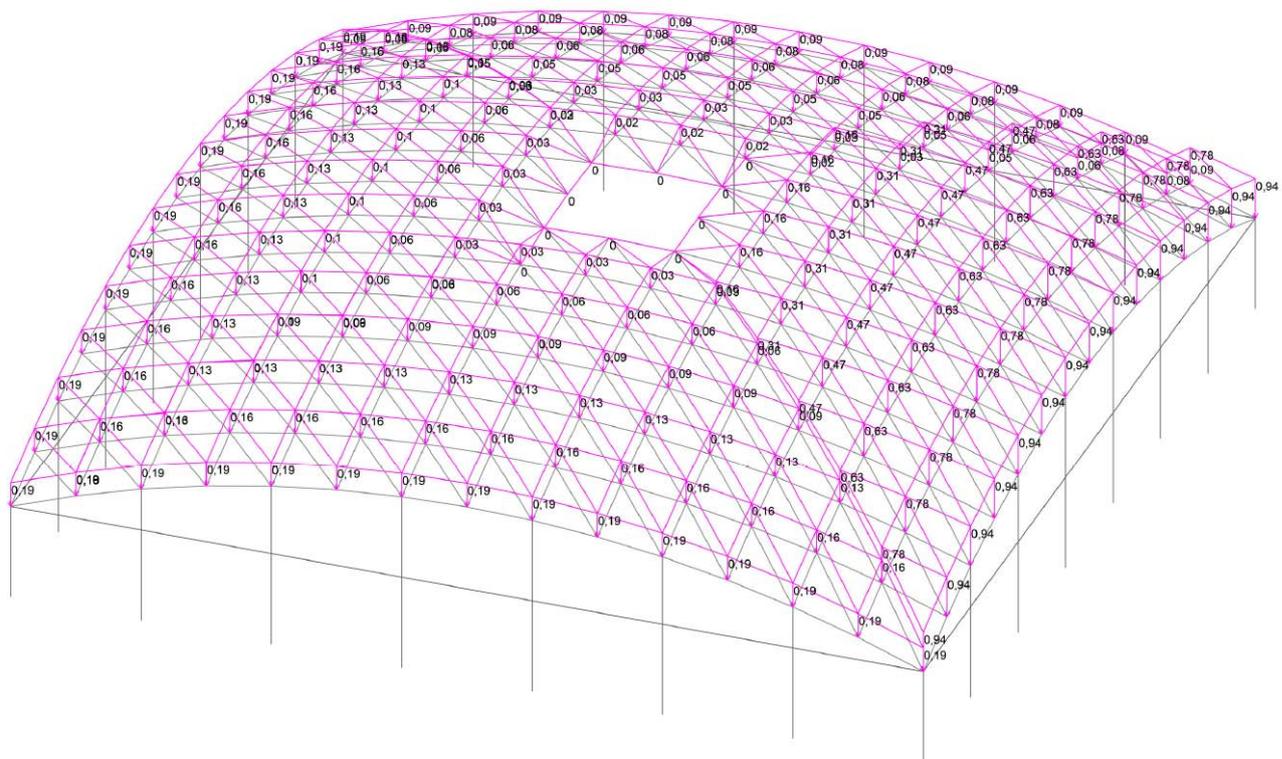


Рис. 3.20 Схема снігового навантаження при варіанті 2 згідно [3]

Результати розрахунку конструкцій (коефіцієнт використання перерізу)
для **Варіанту №1**

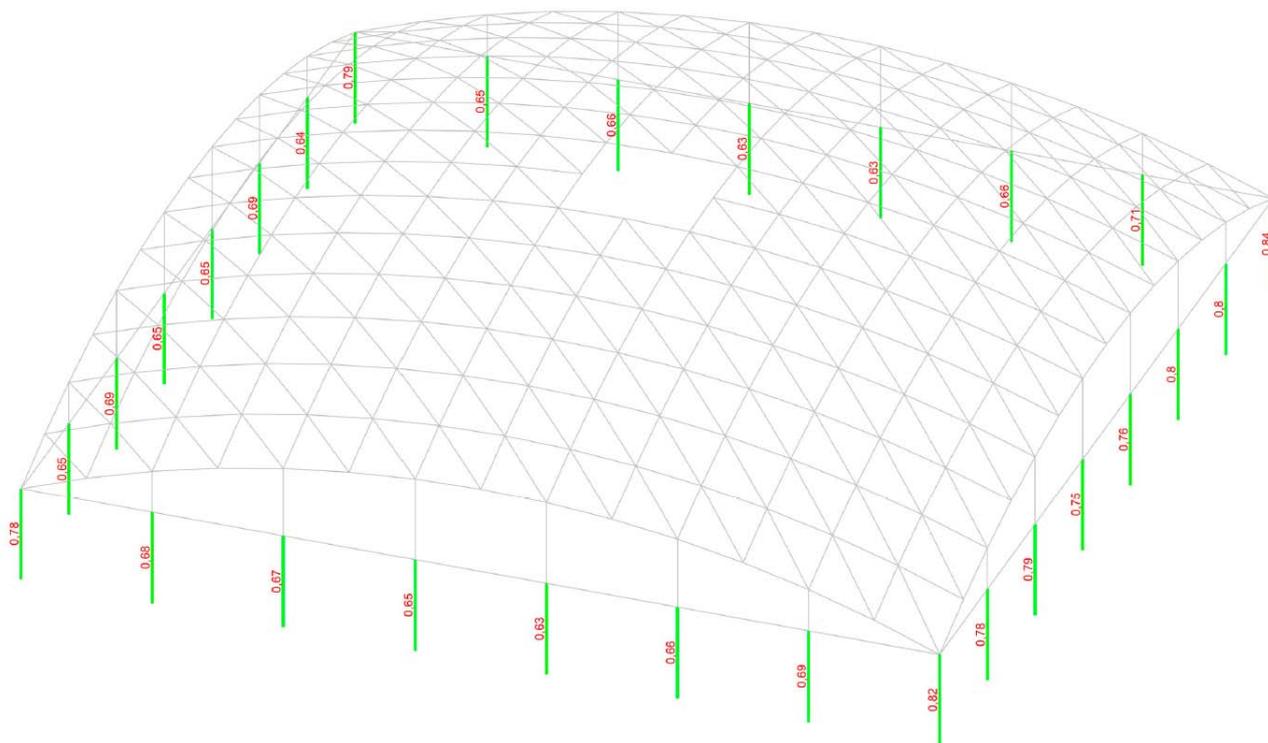


Рис. 3.21 Колони першого поверху

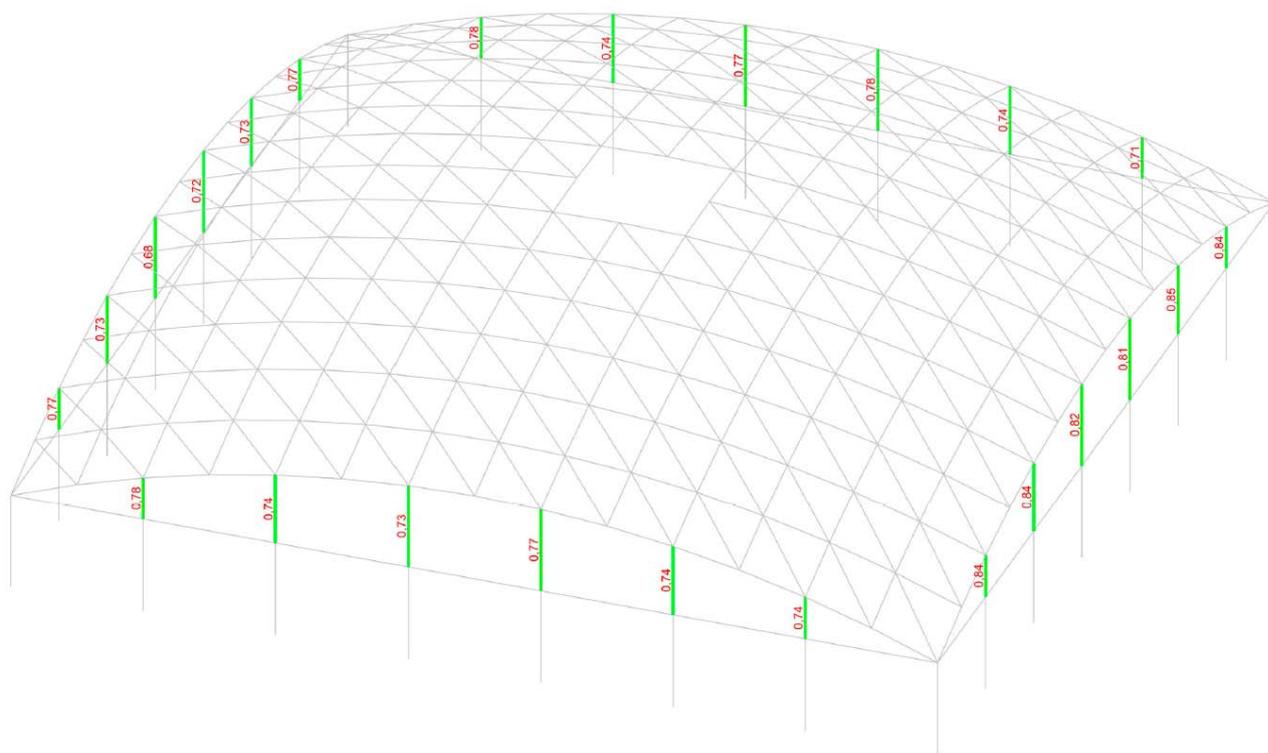


Рис. 3.22 Колони другого поверху

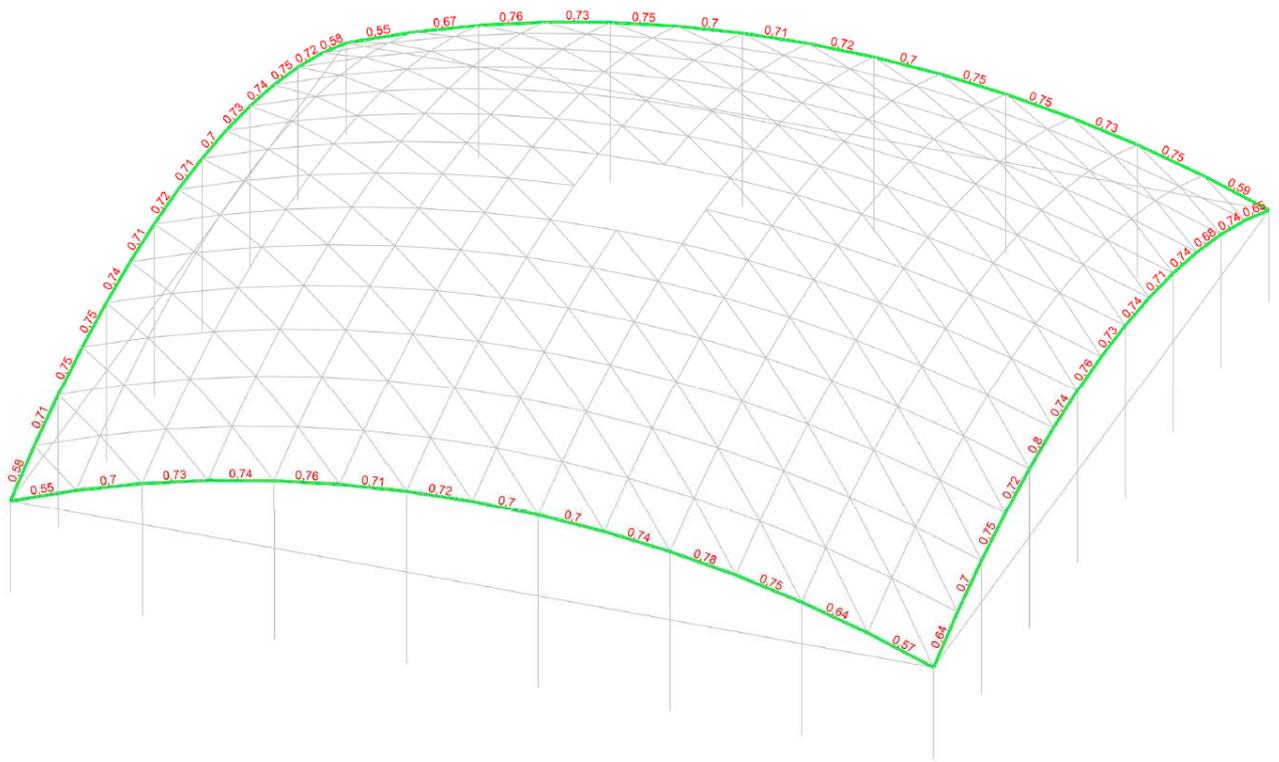


Рис. 3.23 Контурні балки

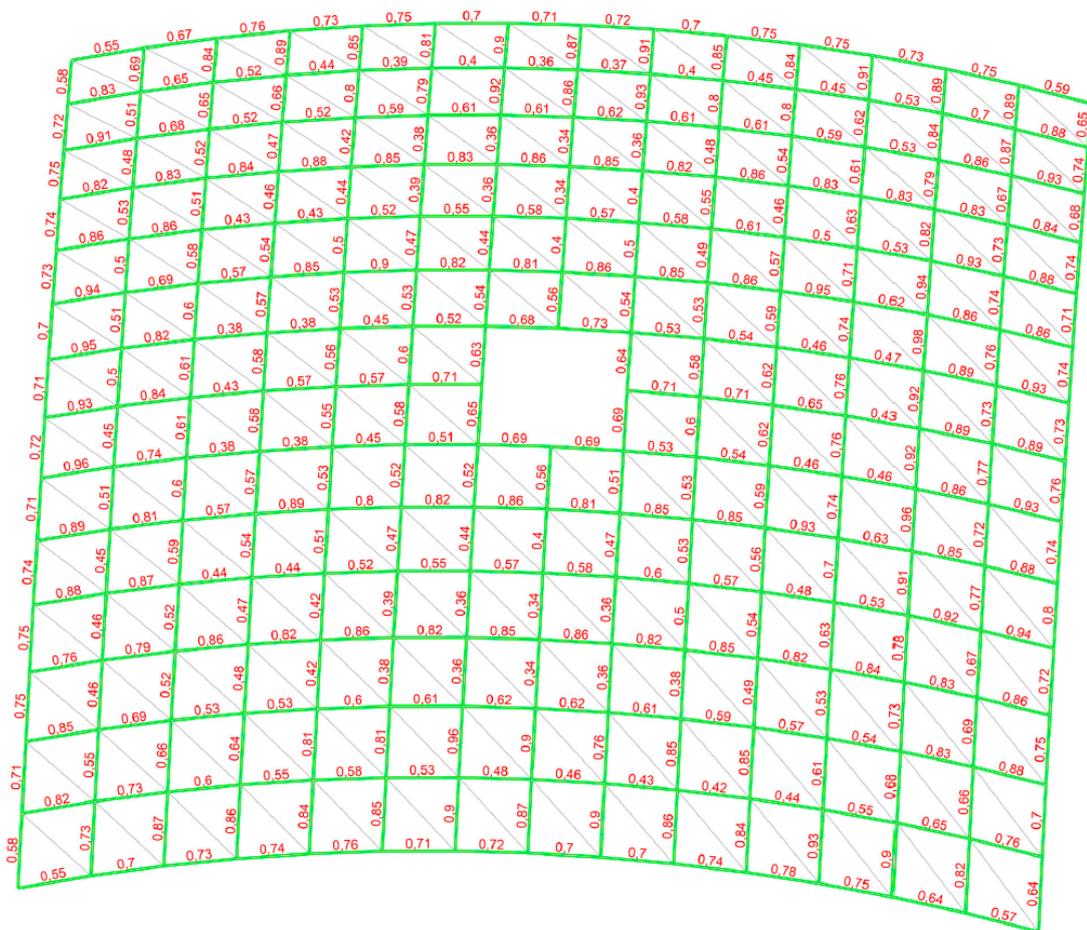


Рис. 3.24 Рибисті плити покриття оболонки позитивної Гаусової кривизни

Розрахунок показав, що всі елементи які задіяні в роботі оболонки задовільняють умови міцності та стійкості. Це означає, що ми можемо дане рішення застосовувати в нашому проєкті.

*Підрахунок витрат матеріалів на влаштування покриття **Варіанту №1***

До розрахунку витрат матеріалів не враховується монтаж фундаментів, колон, перекриття із плит, капітелей та влаштування покрівлі. Тоді, виходить що нам необхідно визначити витрати матеріалів на монтаж контурних балок та монолітних ребристих плит покриття оболонки, щоб дізнатися витрати на м² даного типу покриття.

Контурні балки виконувались із застосуванням бетону марки С25/30. На влаштування однієї балки витрачається 1,53 м³ бетону, а сталі – 289,56 кг.

$$V_{б.б} = 28 * 1,53 = 42,84 \text{ м}^3$$

$$m_b = 28 * 289,56 = 8107,68 \text{ кг} = 8,11 \text{ т}$$

Оболонка складається із ребристих плит покриття висотою 350 мм та габаритами в плані 3*6 м із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї ребристої плити покриття витрачається 1,14 м³ бетону та 81,76 кг сталі.

$$V_{б.пл} = 96 * 1,14 = 109,44 \text{ м}^3$$

$$m_{пл} = 96 * 81,76 = 7848,96 \text{ кг} = 7,85 \text{ т}$$

Площа покриття оболонки становить 1800 м².

$$V_1 = \frac{42,48 + 109,44}{1800} = 0,084 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

$$m_1 = \frac{8107,68 + 7848,96}{1800} = 8,86 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Варіант №2

Другий варіант виконаний із ребристих плит покриття розмірами у плані 3х6 м влаштовані на сегментні залізобетонні ферми. Ферми прольотом 24 та 18 м розташовані з кроком 6 м. Ферми сперті на колони висотою 9,6 м. Ферми приймаються згідно [6] та [7], а плити по [5]

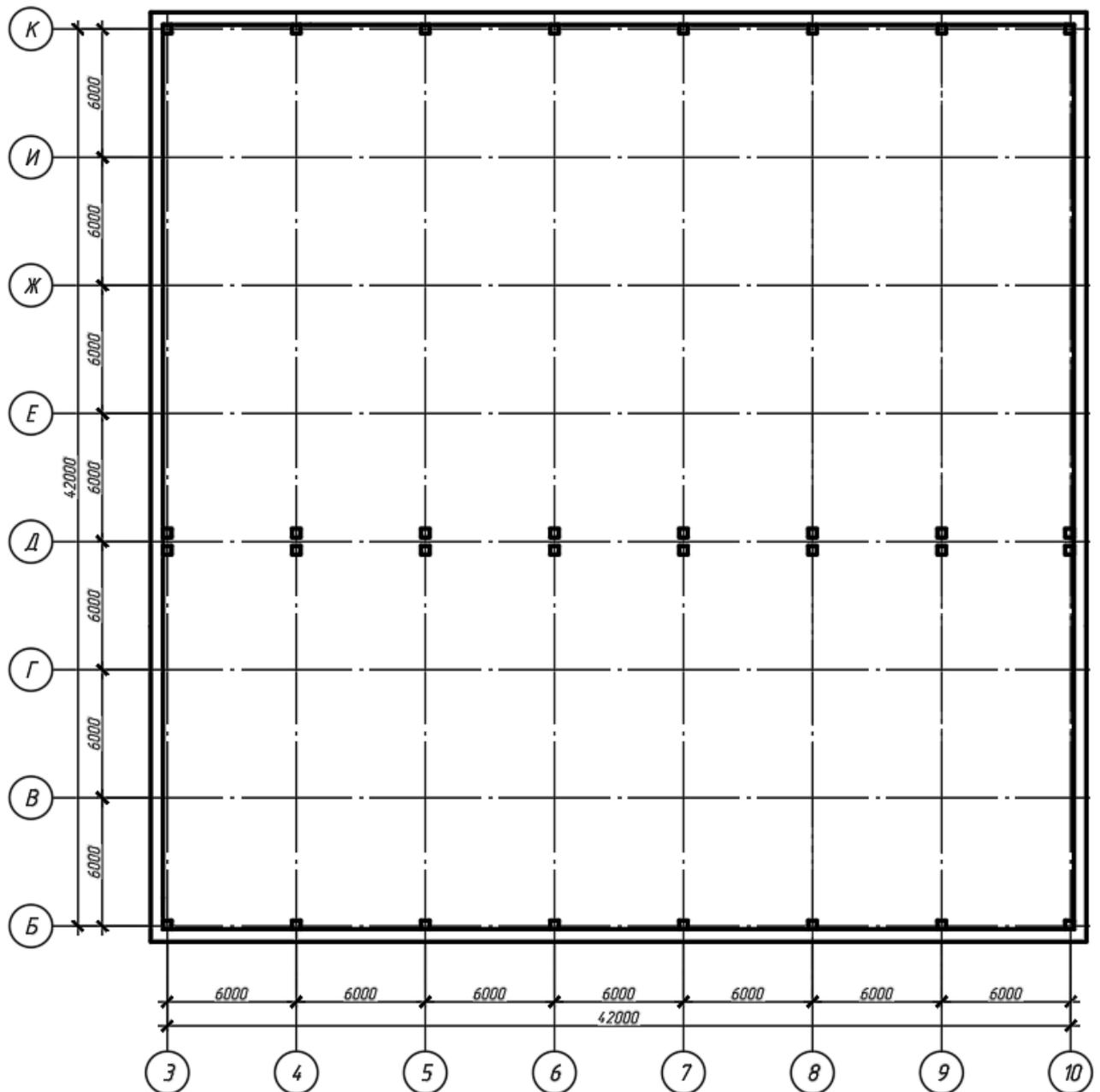


Рис. 3.25 Схема розташування колон

Таблиця 3.5 – Специфікація колон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
К1	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450х450 мм, h = 9600 мм	32		

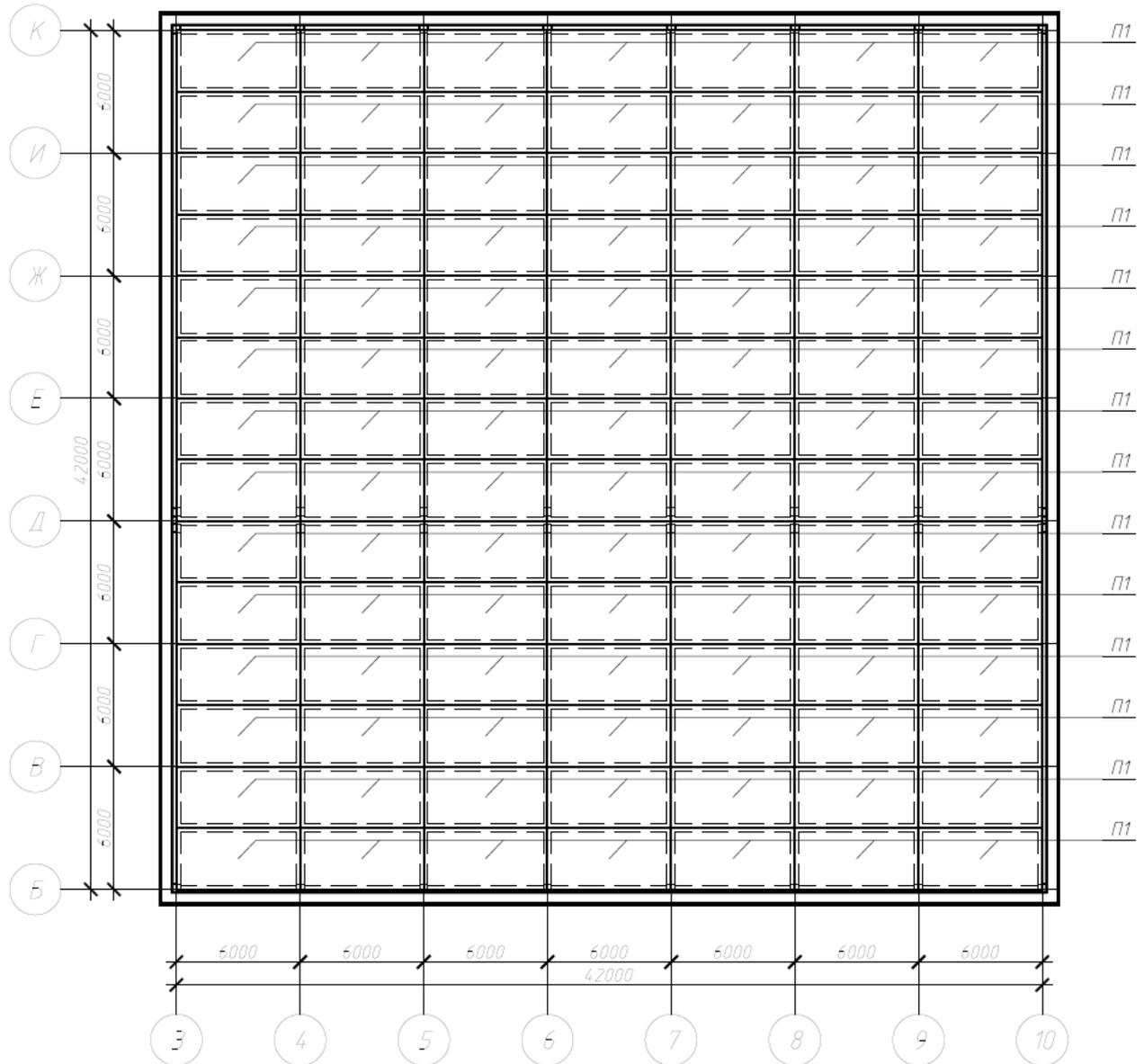


Рис. 3.26 План покриття двохпрольотного павільйону

Таблиця 3.6 – Специфікація елементів покриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
П1	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	98		

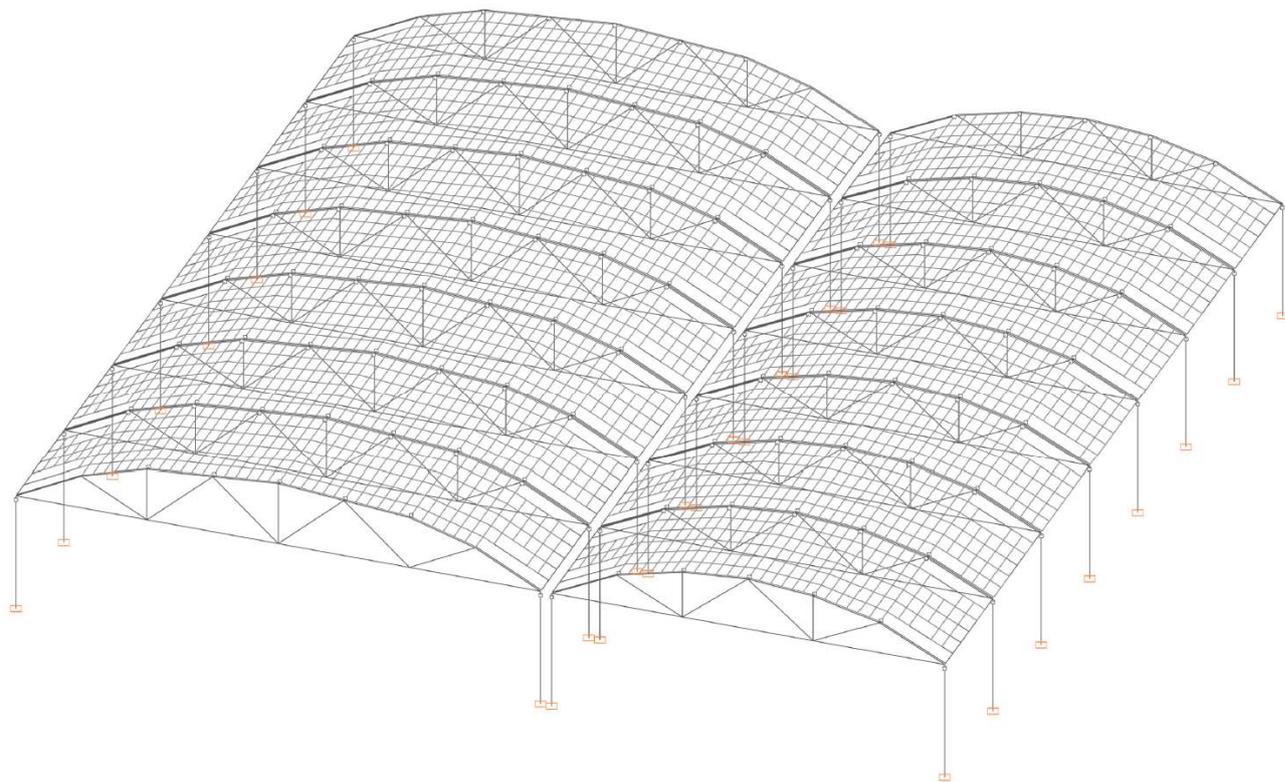


Рис. 3.27 Розрахункова схема двохпрольотного павільйону

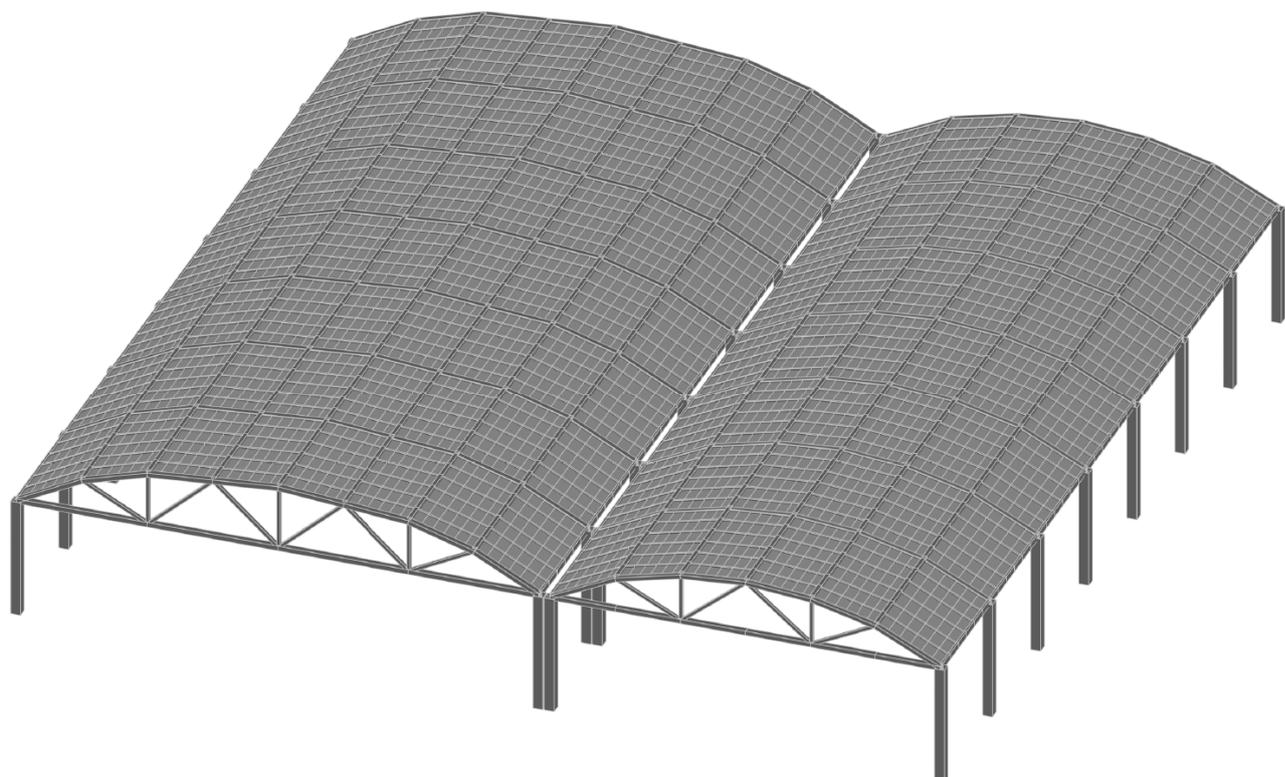


Рис. 3.28 Двохпрольотний павільйон 3D-вигляд

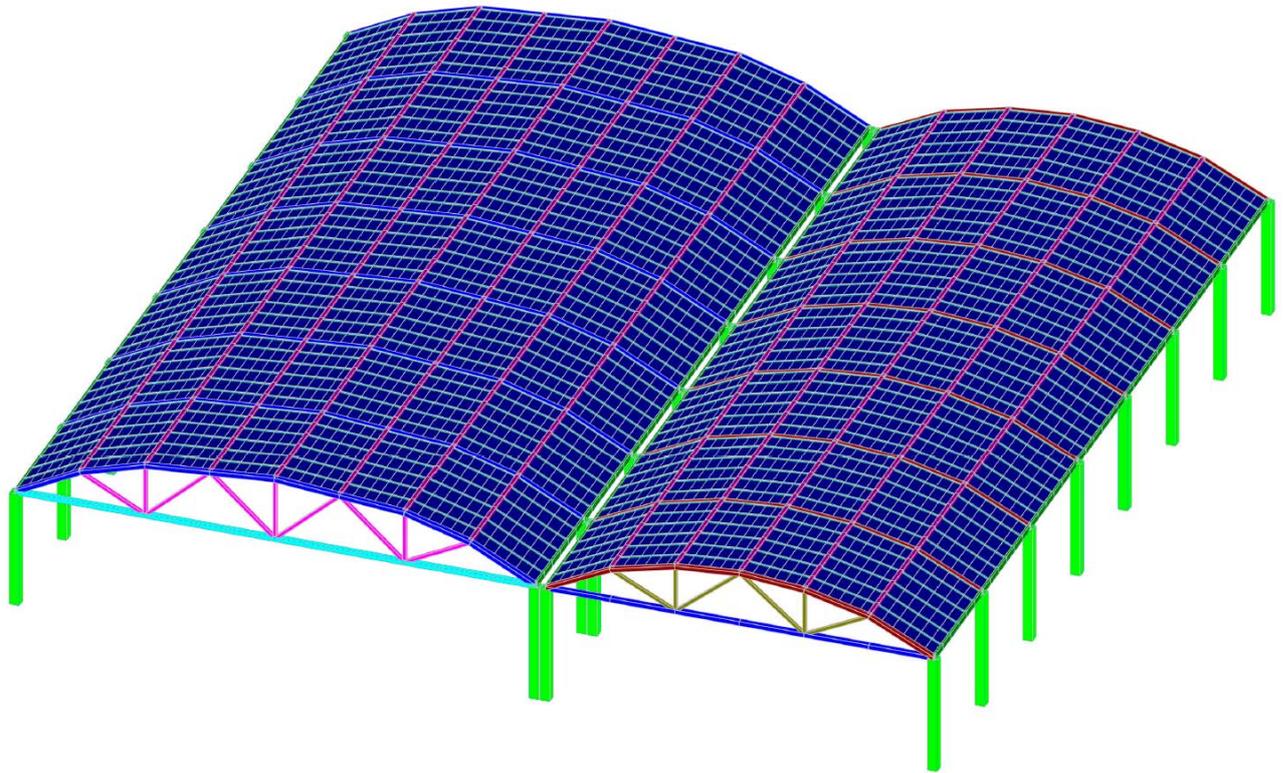


Рис. 3.29 Схема двохпрольотного павільйону із зазначенням типів жорсткості

Таблиця 3.7 – Габарити перерізів елементів двохпрольотного павільйону

№ перерізу	Колір на схемі	Н, мм	В, мм
1		450	450
2		250	220
3		250	200
4		150	150
5		250	180
6		120	150
7		90	300
8		75	150
9		300	-
10		180	300

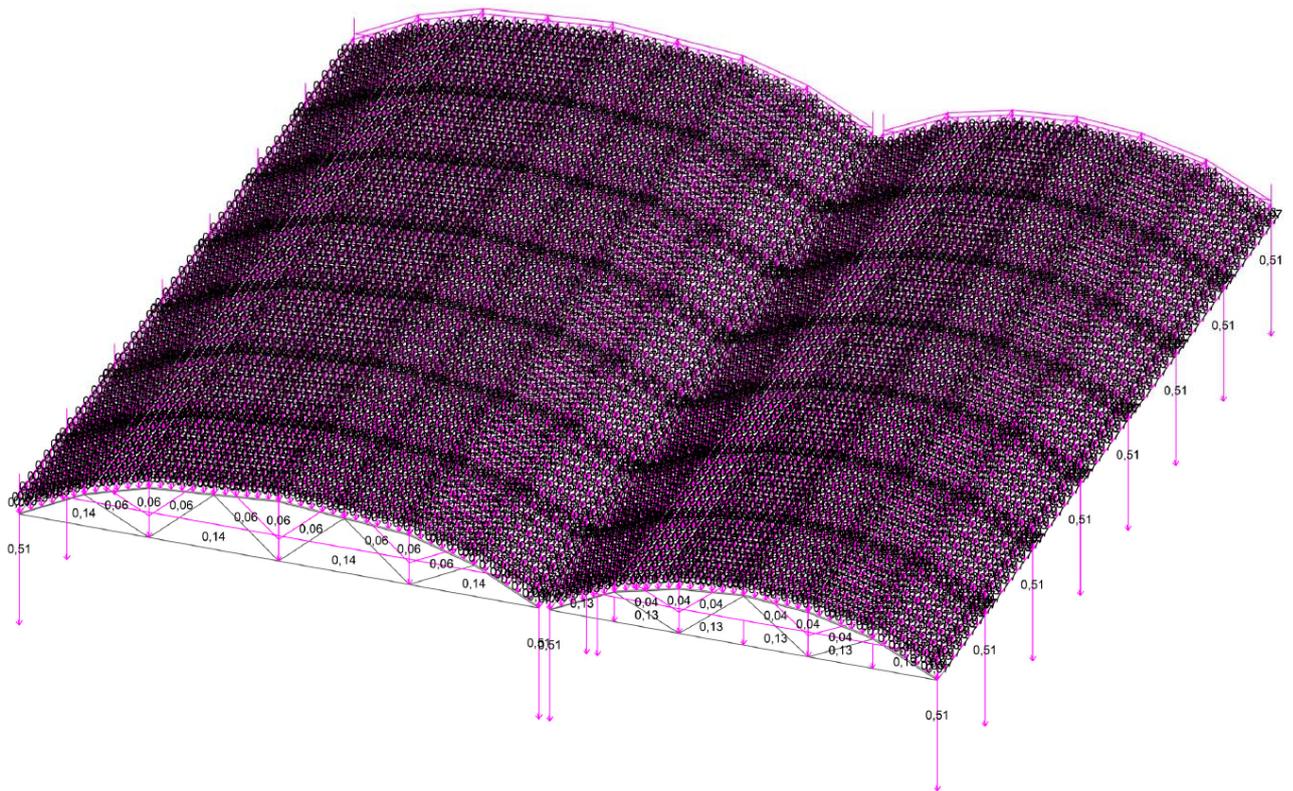


Рис. 3.30 Схема навантаження від власної ваги, тс

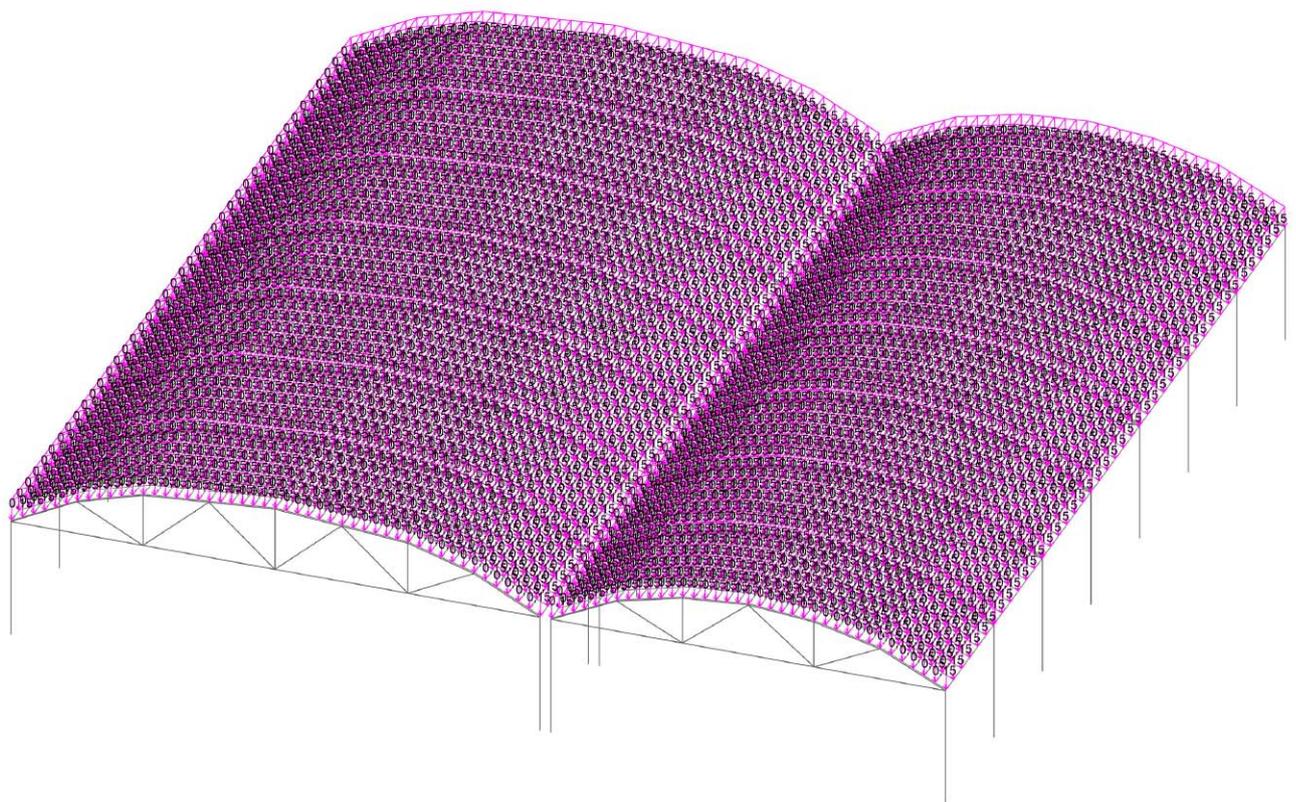


Рис. 3.31 Схема навантаження від покрівлі, тс

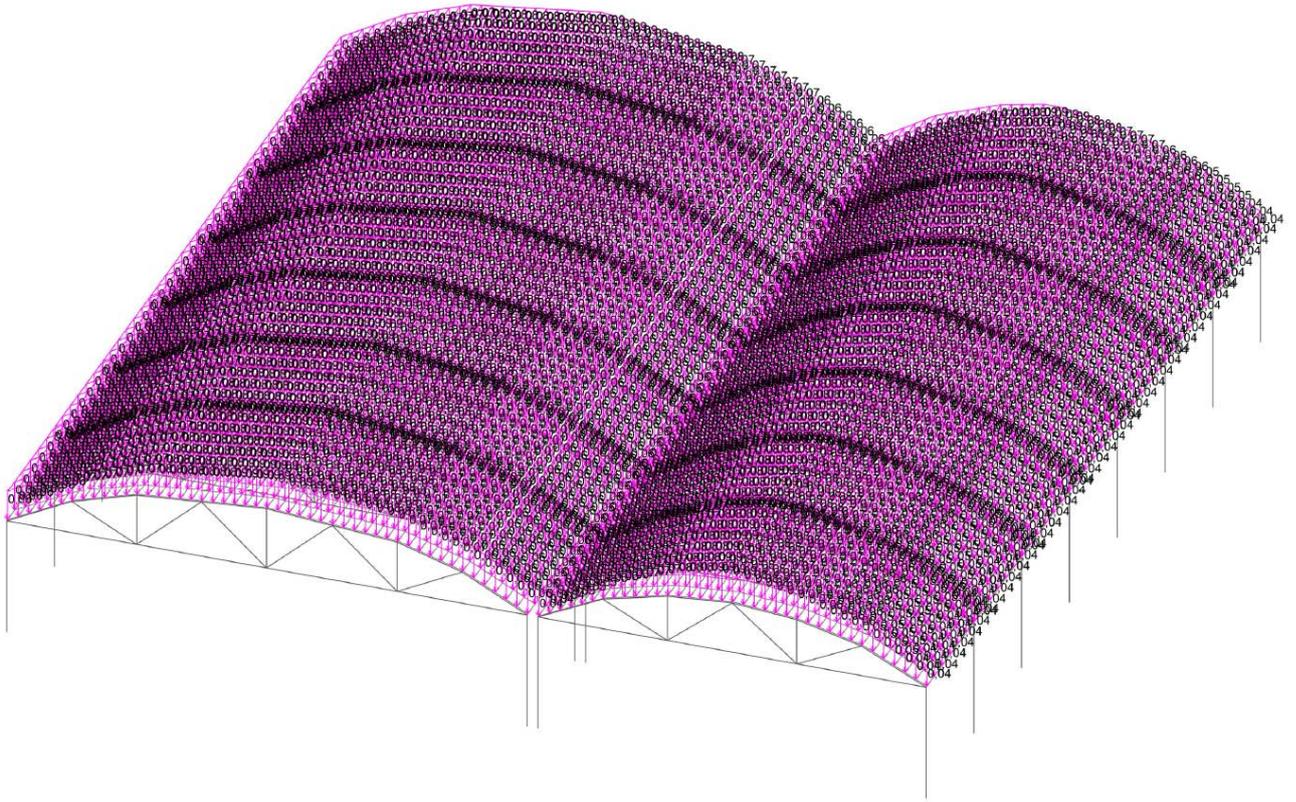


Рис. 3.32 Схема снігового навантаження при варіанті 1 згідно [3]

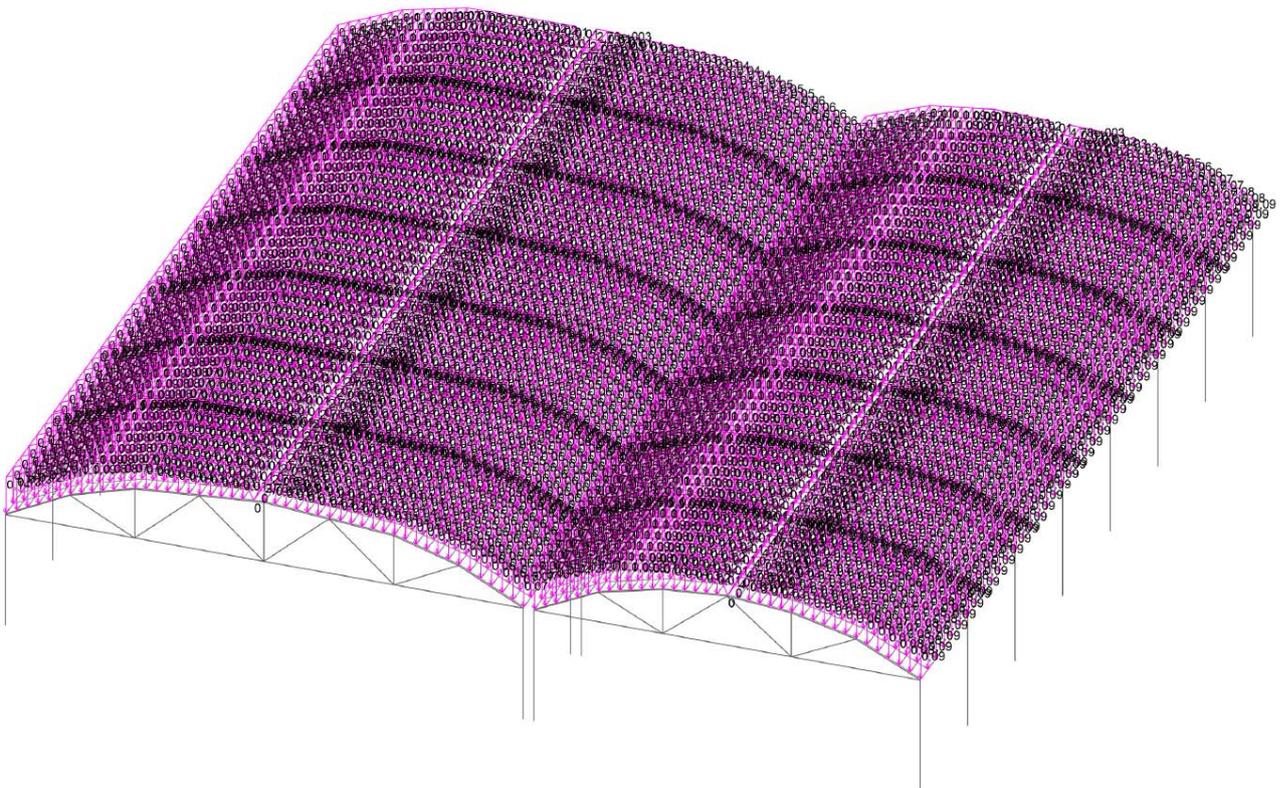


Рис. 3.33 Схема снігового навантаження при варіанті 2 згідно [3]

Результати розрахунку конструкцій (коефіцієнт використання перерізу)
для **Варіанту №2**

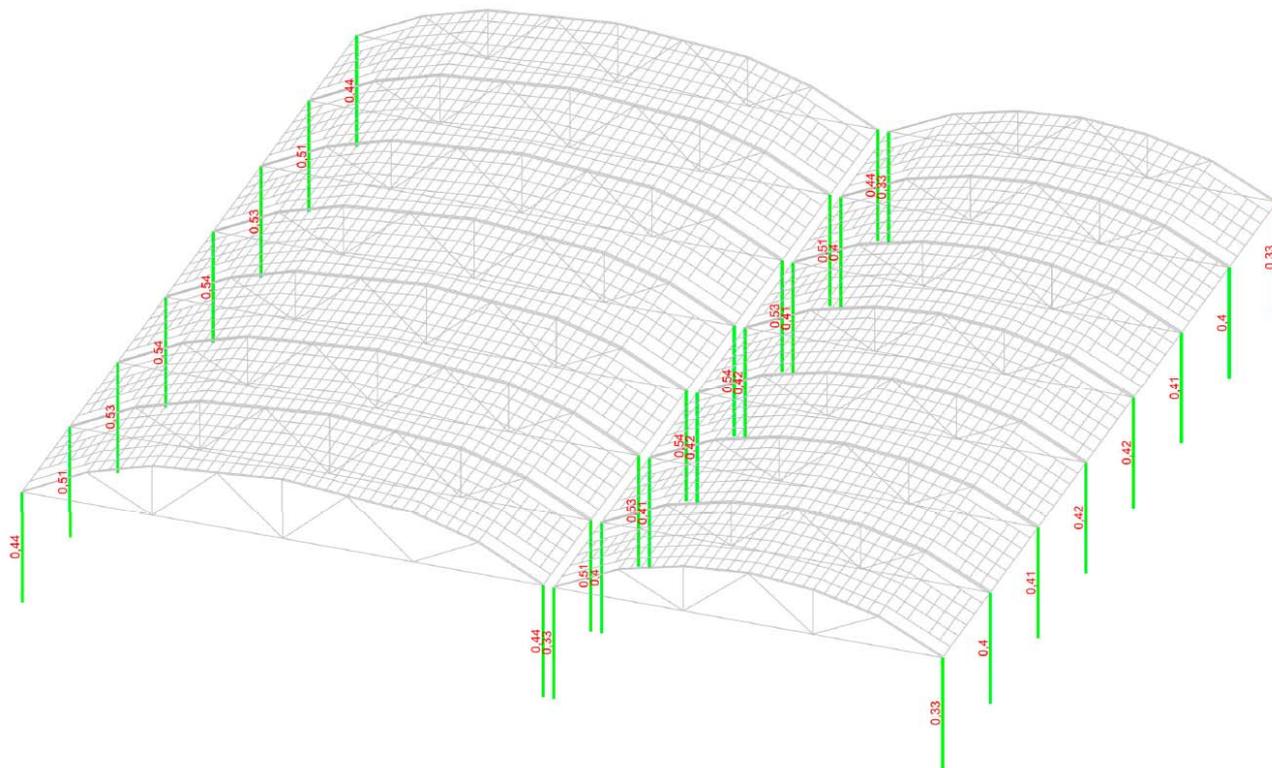


Рис. 3.34 Колони висотою 9,6 м

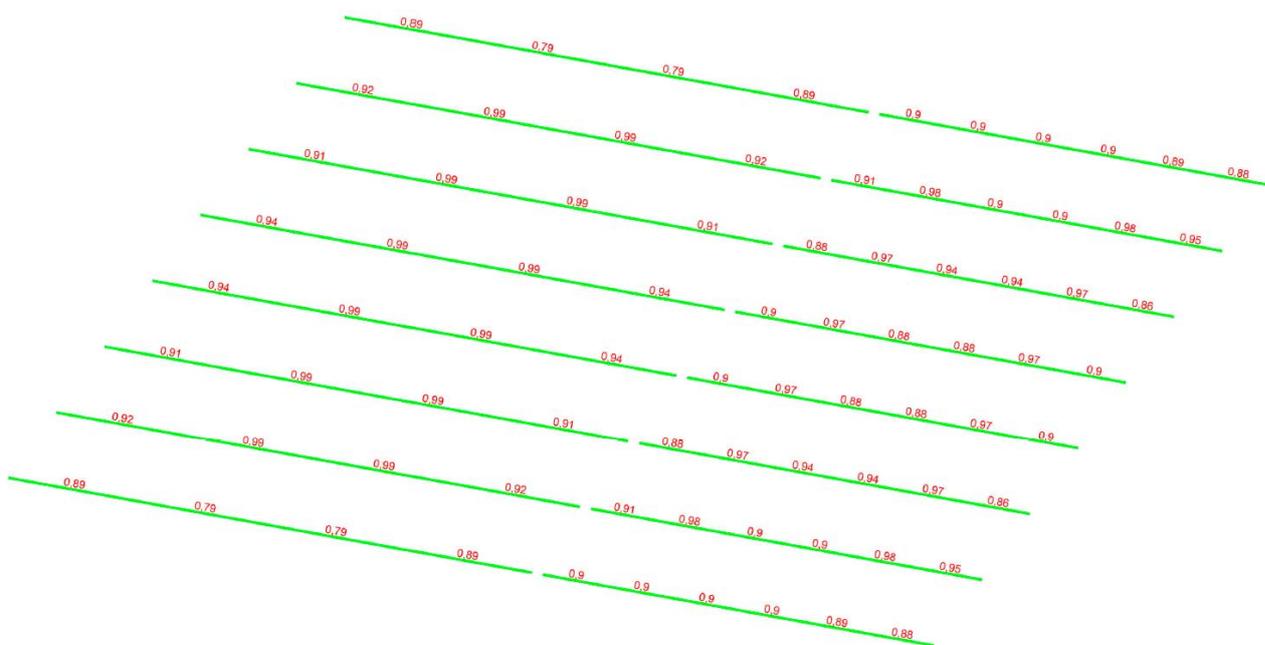


Рис. 3.35 Нижні пояси ферм прольотом 18 та 24 м

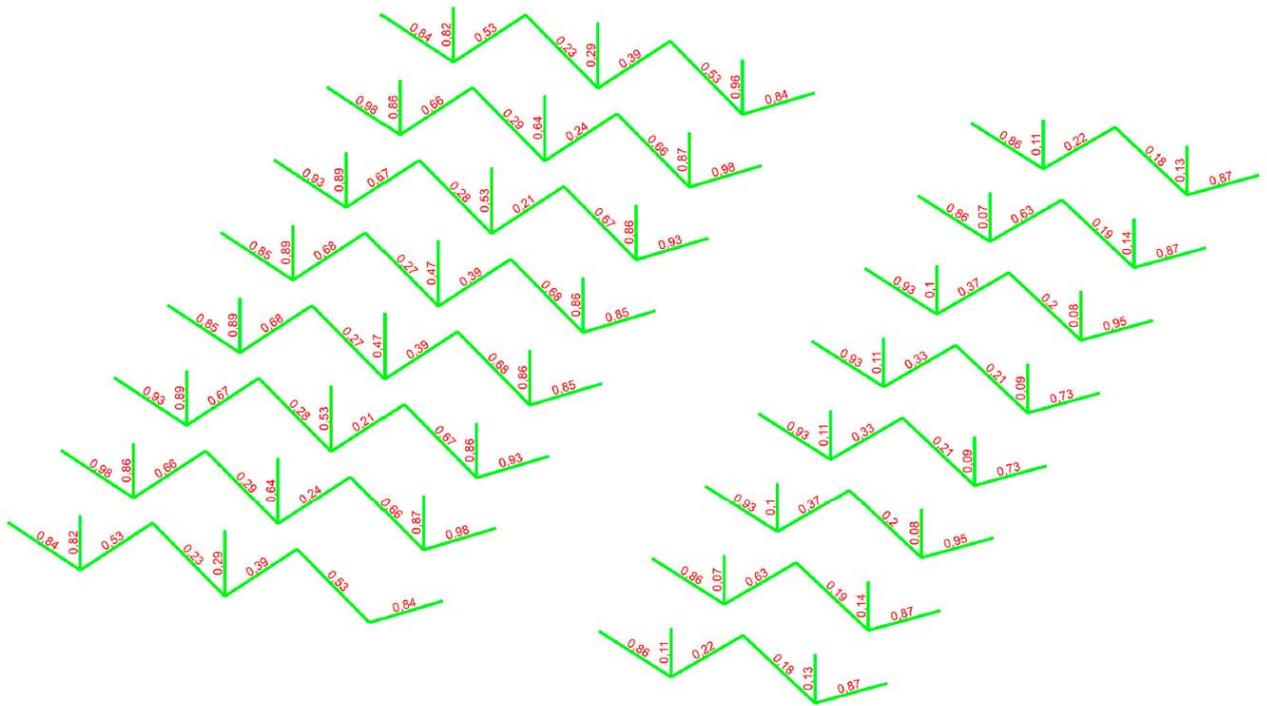


Рис. 3.36 Розкоси ферм прольотом 18 та 24 м

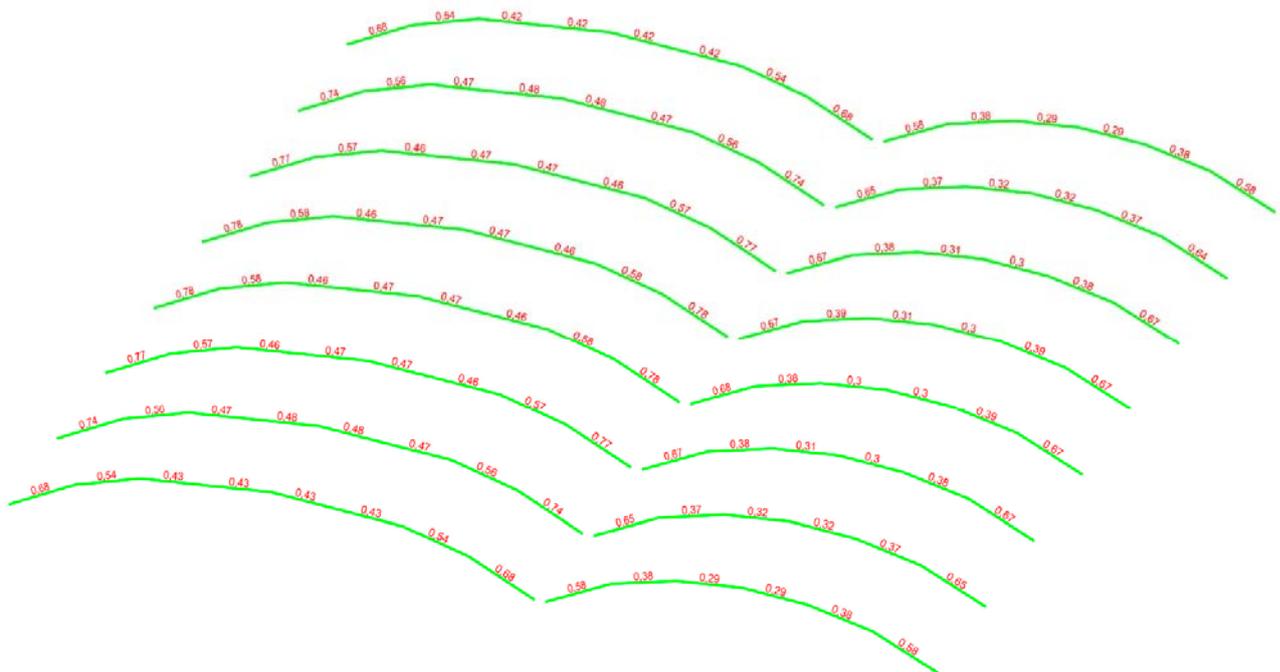


Рис. 3.37 Верхні пояси ферм прольотом 18 та 24 м

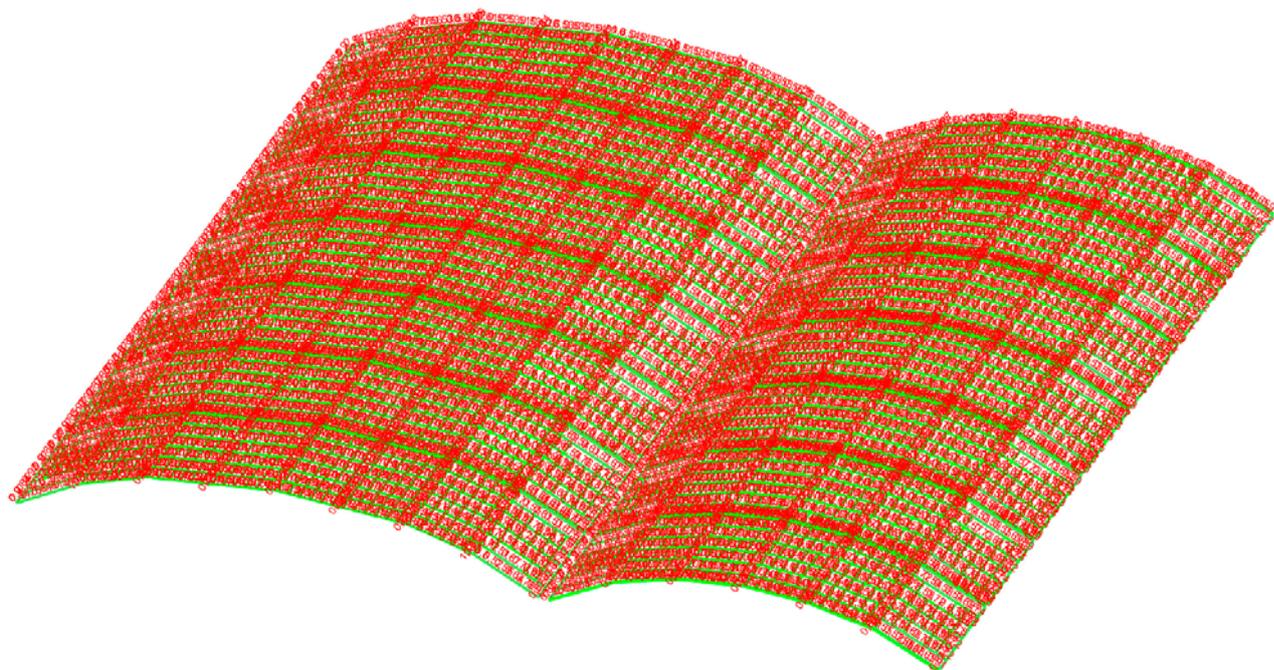


Рис. 3.38 Ребра плит покриття

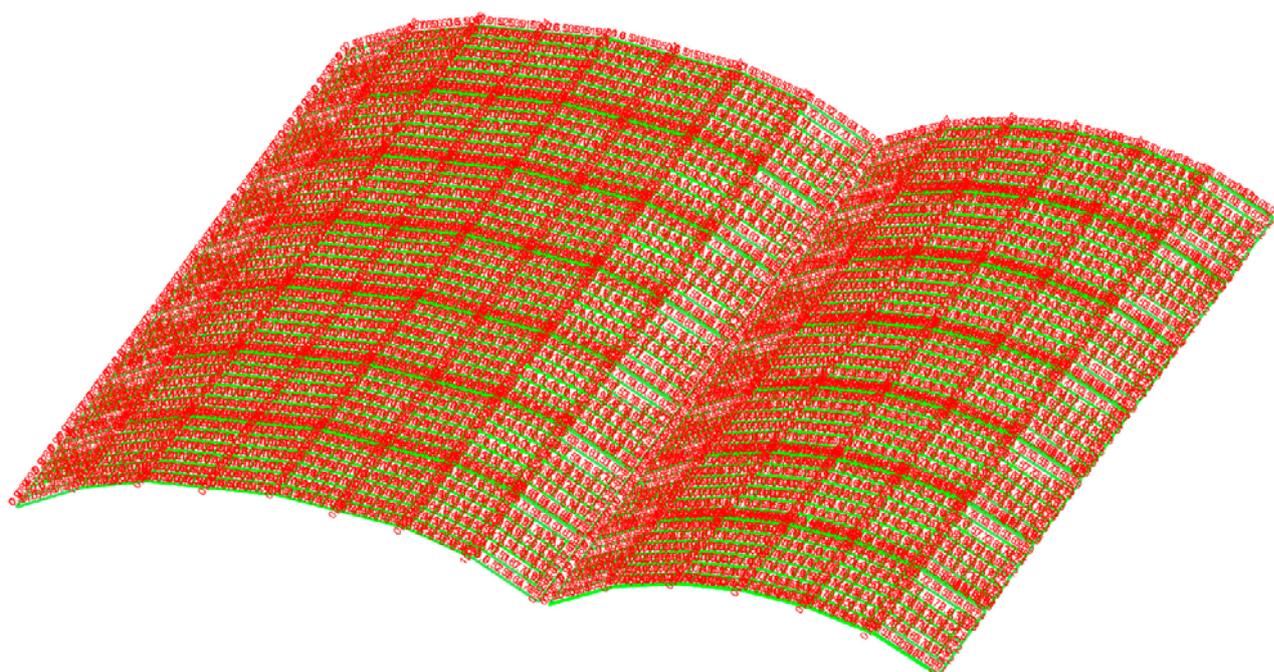


Рис. 3.39 Покриття павільйону

Розрахунок показав, що всі елементи задовільняють умови міцності та стійкості. Дане рішення можна застосовувати в нашому проєкті.

*Підрахунок витрат матеріалів на влаштування покриття **Варіанту №2***

При даному варіанті покриття нам необхідно визначити витрати матеріалів на монтаж сегментних ферм прольотом 18 та 24 м та ребристих плит покриття для подальшого порівняння.

Сегментні ферми довжиною 18 м виконувались із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї такої ферми витрачається 2,42 м³ бетону і 340,16 кг сталі.

$$V_{б.ф18} = 7 * 2,42 = 16,94 \text{ м}^3$$

$$m_{ф18} = 7 * 340,16 = 2381,12 \text{ кг} = 2,38 \text{ т}$$

Сегментні ферми довжиною 24 м виконувались із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї такої ферми витрачається 3,68 м³ бетону і 775,36 кг сталі.

$$V_{б.ф24} = 7 * 3,68 = 25,76 \text{ м}^3$$

$$m_{ф24} = 7 * 775,36 = 5427,52 \text{ кг} = 5,43 \text{ т}$$

Покриття виконується із збірних ребристих плит покриття висотою 300 мм та габаритами в плані 3*6 м із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї ребристої плити покриття витрачається 1,15 м³ бетону та 103,1 кг сталі.

$$V_{б.пл} = 98 * 1,15 = 112,7 \text{ м}^3$$

$$m_{пл} = 98 * 103,1 = 10103,8 \text{ кг} = 10,1 \text{ т}$$

Площа покриття двохпрольотного павільйону становить 1876 м².

$$V_2 = \frac{16,94 + 25,76 + 112,7}{1876} = 0,083 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

$$m_2 = \frac{2381,12 + 5427,52 + 10103,8}{1876} = 9,55 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Варіант №3

Покриття даного варіанту виконане із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки. Циліндричні оболонки квадратні в плані з розмірами сторін 6х6 м. Кожна плита опираються на колони висотою 9,6 м по чотирьох кінцях плити.

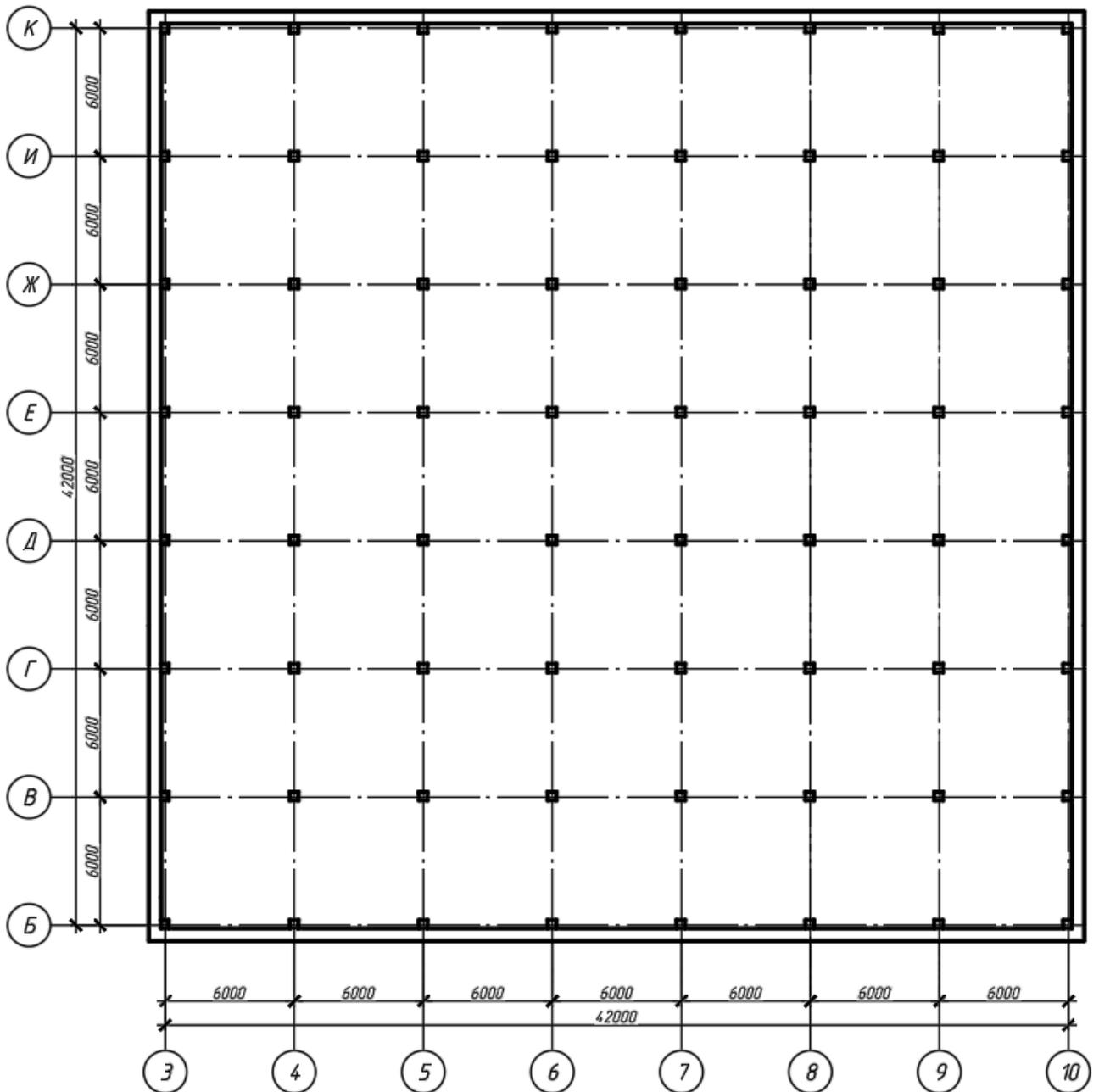


Рис. 3.40 Схема розташування колон

Таблиця 3.8 – Специфікація колон

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
К1	ДСТУ Б В.2.6-60:2008	К 450х450 мм, h = 9600 мм	64		

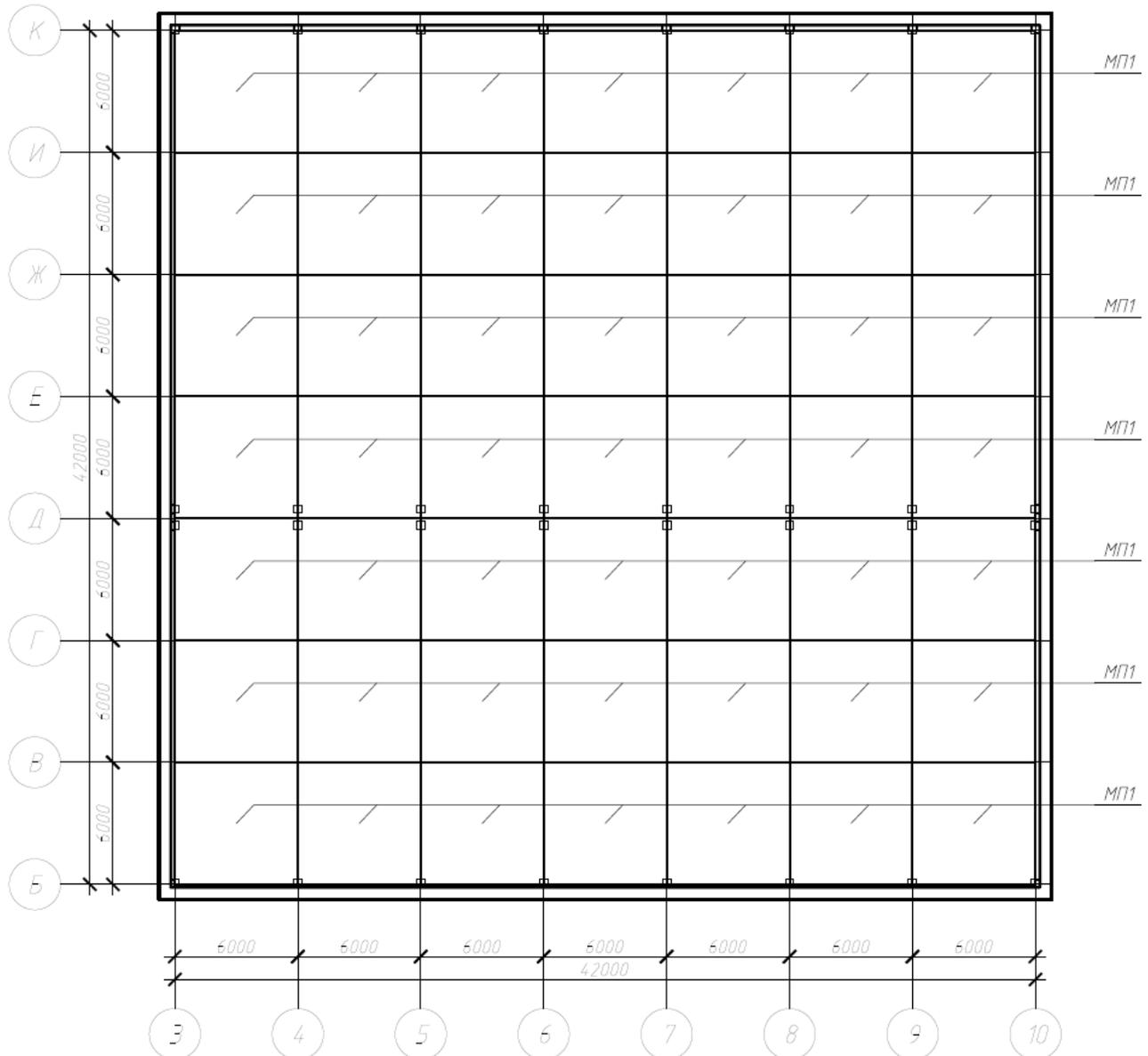


Рис. 3.41 План покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки

Таблиця 3.9 – Специфікація елементів покриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
МП1	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-60	49		

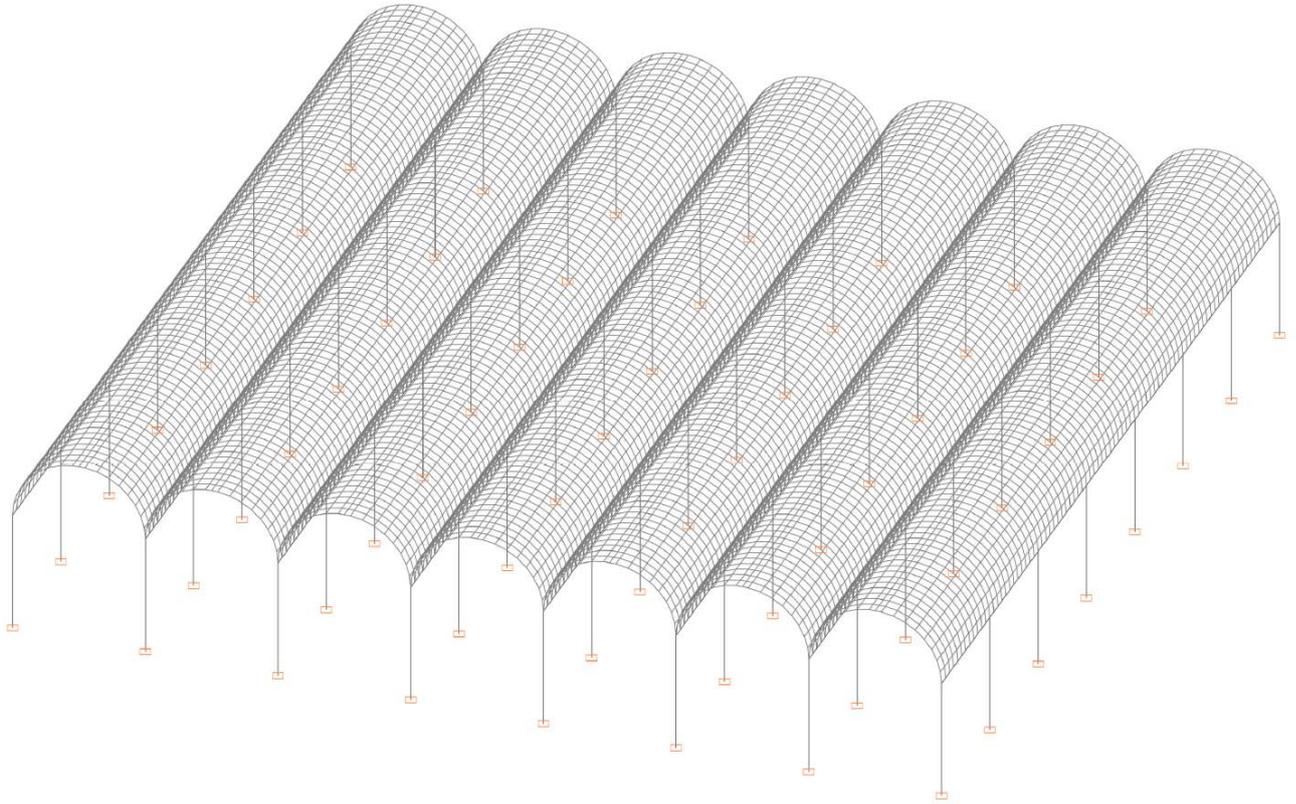


Рис. 3.42 Розрахункова схема покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки

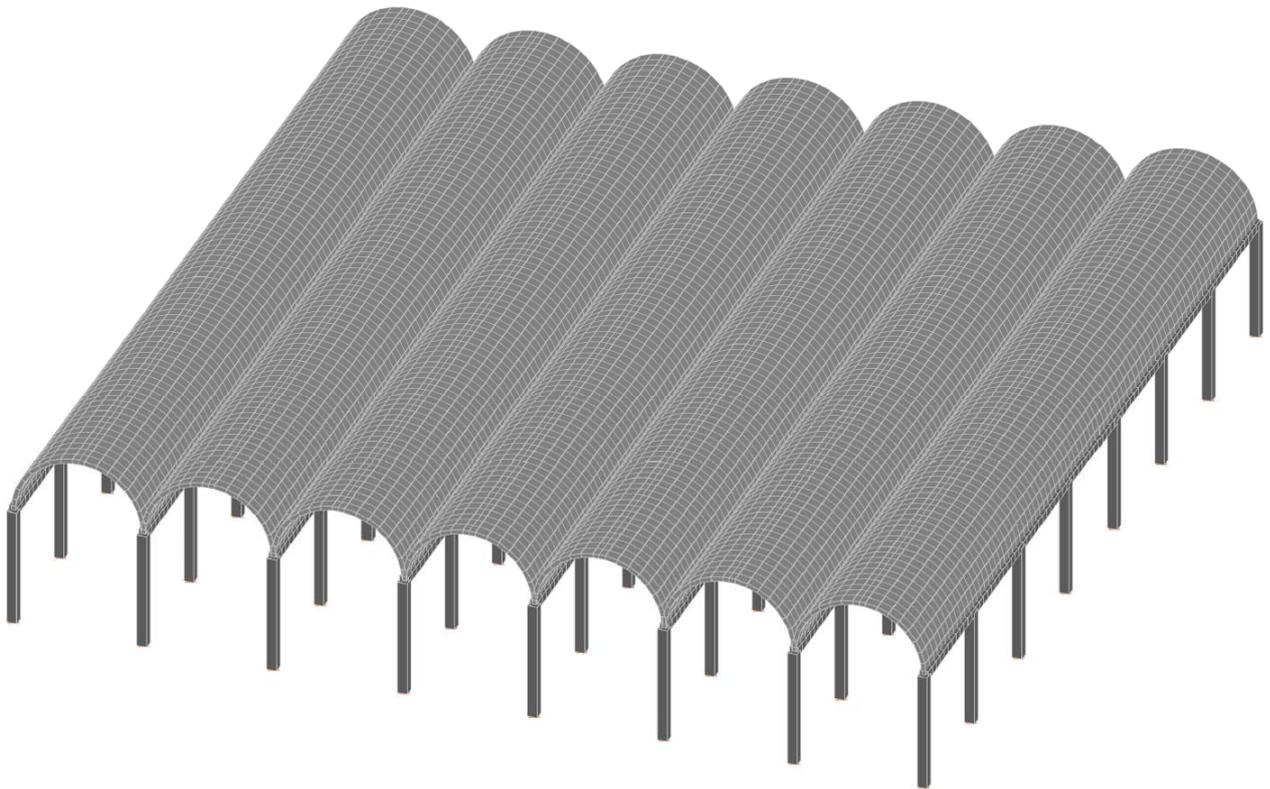


Рис. 3.43 Покриття павільйону із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки 3D-вигляд

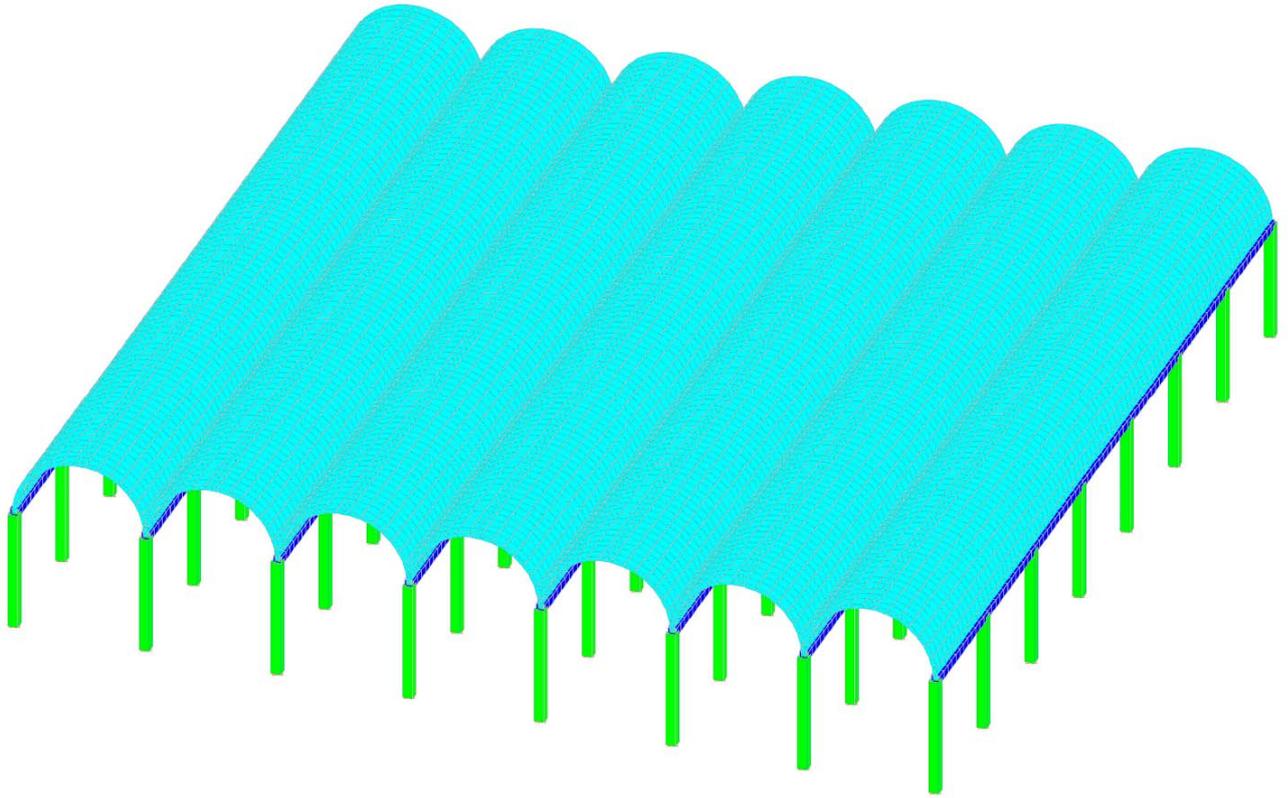


Рис. 3.44 Схема покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки із зазначенням типів жорсткості

Таблиця 3.10 – Габарити перерізів елементів покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки

№ перерізу	Колір на схемі	Н, мм	В, мм
1		450	450
2		200	-
3		400	400

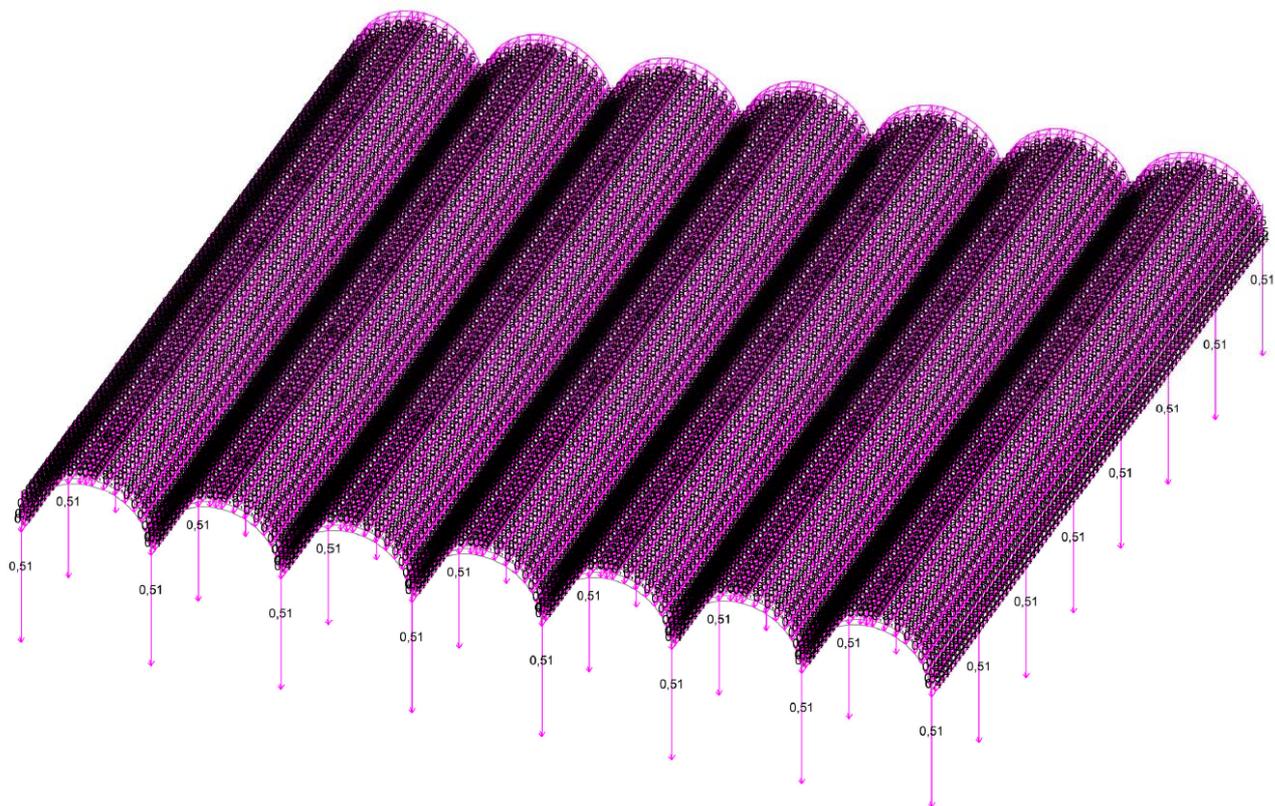


Рис. 3.45 Схема навантаження від власної ваги, тс

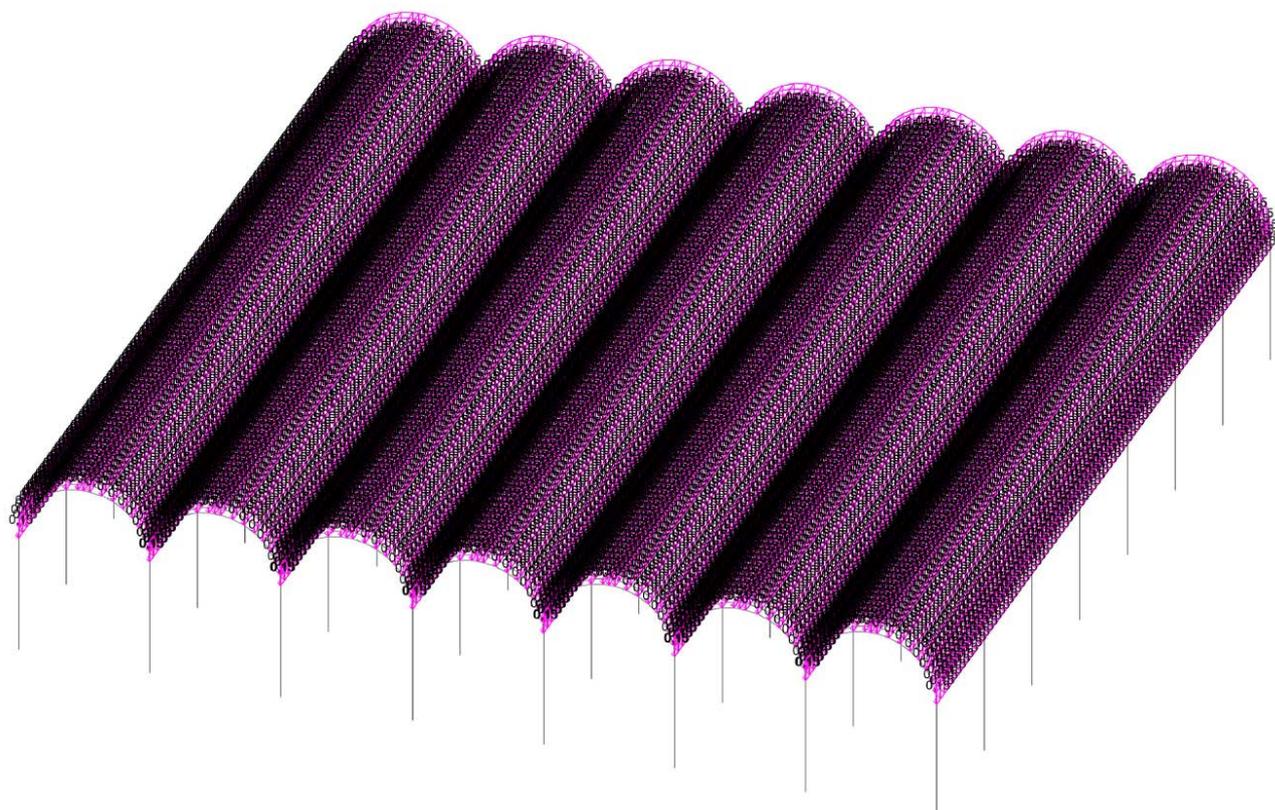


Рис. 3.46 Схема навантаження від покрівлі, тс

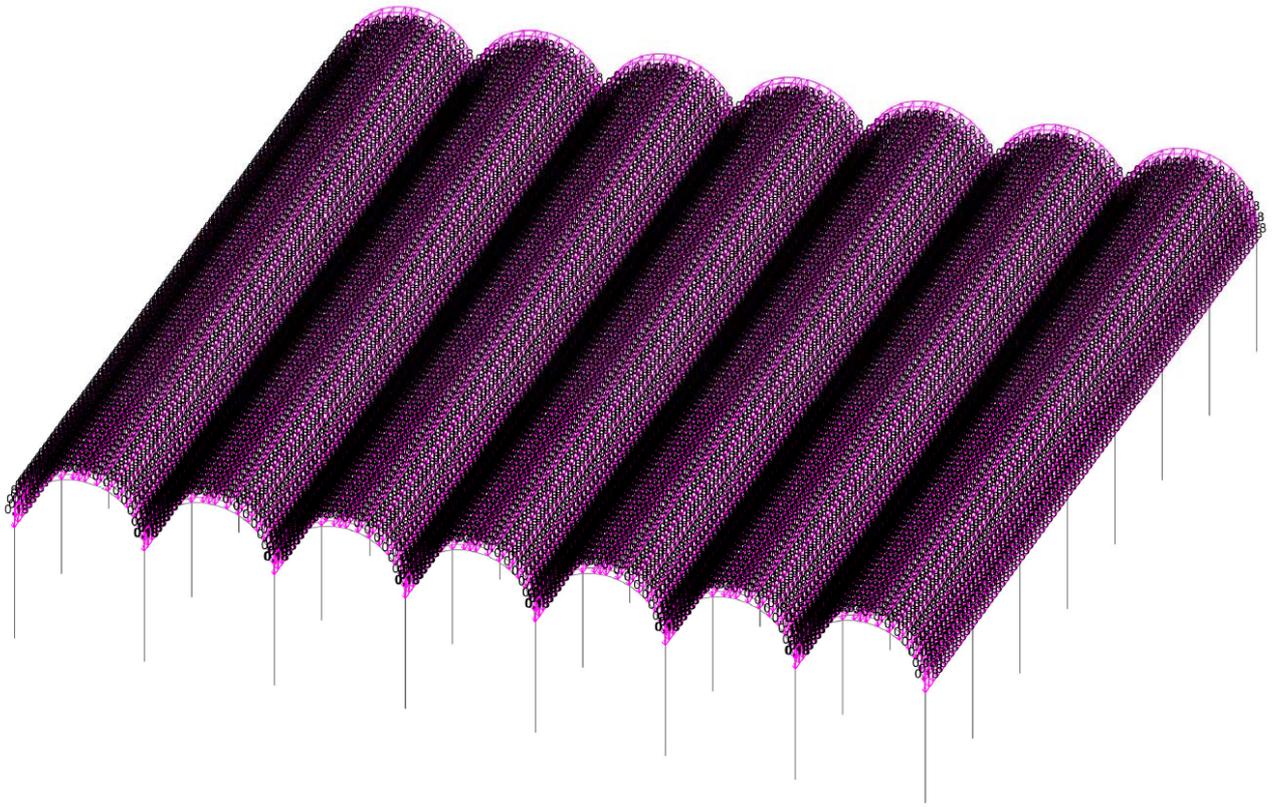


Рис. 3.47 Схема снігового навантаження при варіанті 1 згідно [3]

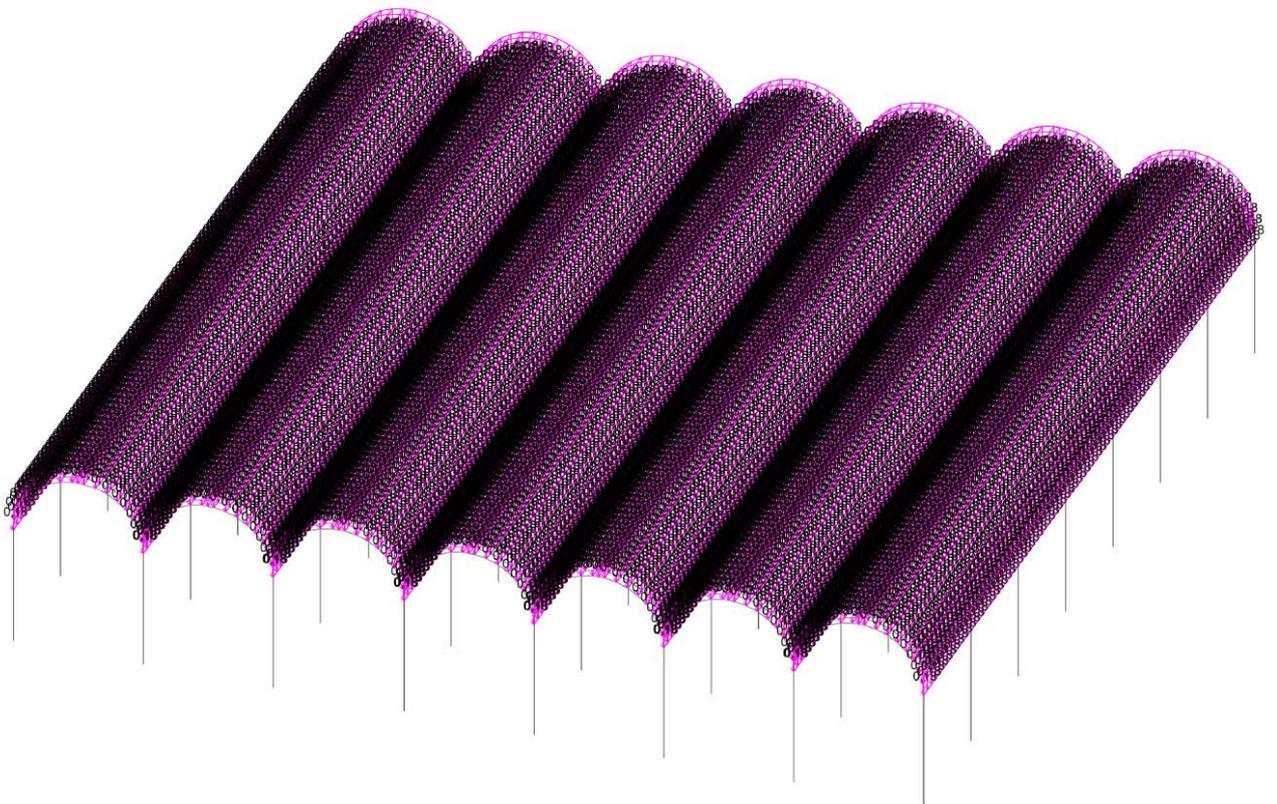


Рис. 3.48 Схема снігового навантаження при варіанті 2 згідно [3]

Результати розрахунку конструкцій (коефіцієнт використання перерізу)
для **Варіанту №3**

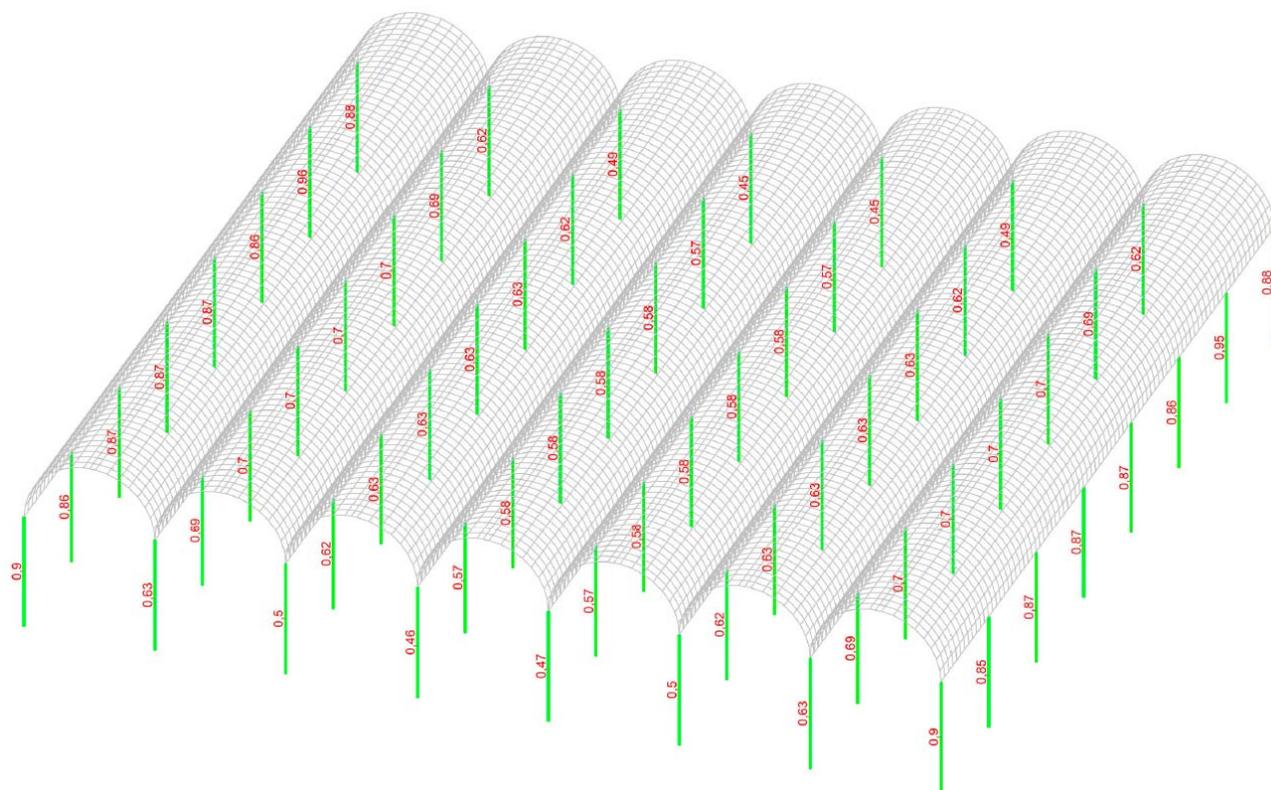


Рис. 3.49 Колони висотою 9,6 м

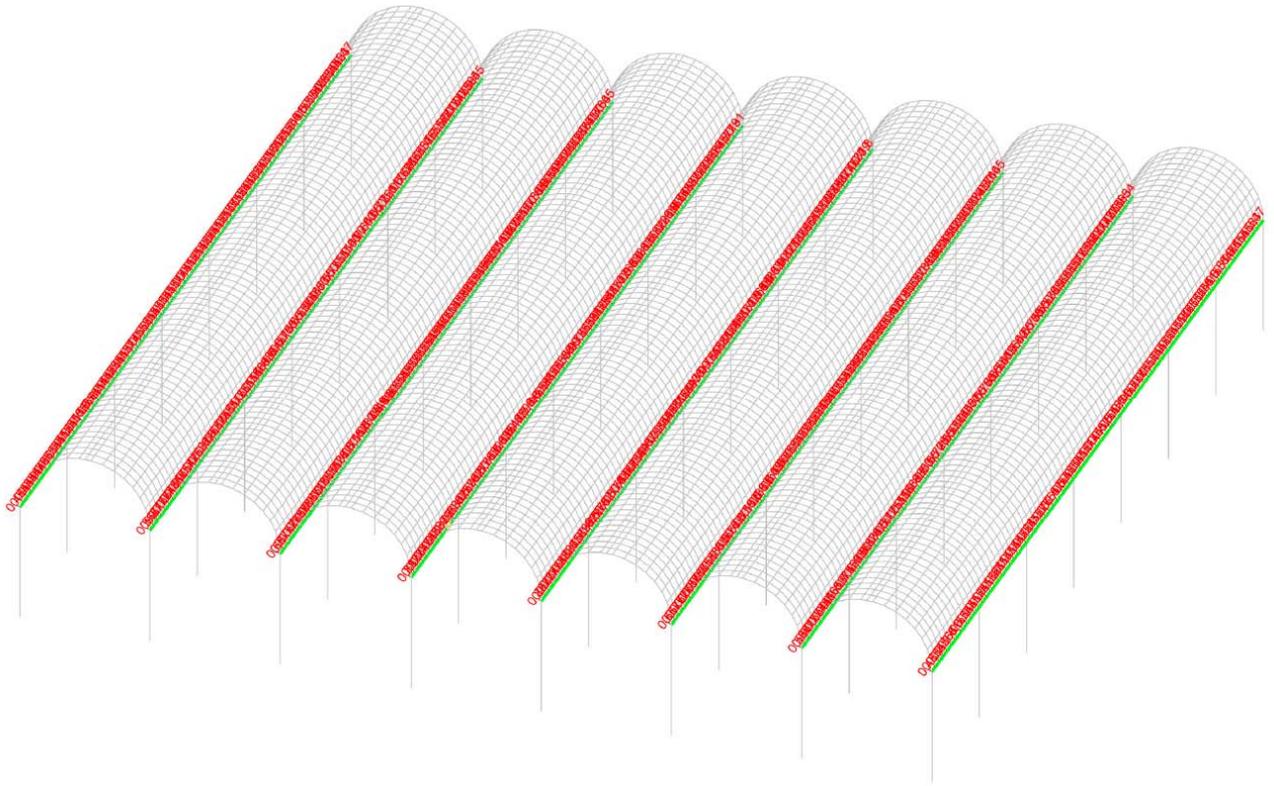


Рис. 3.50 Контурні балки

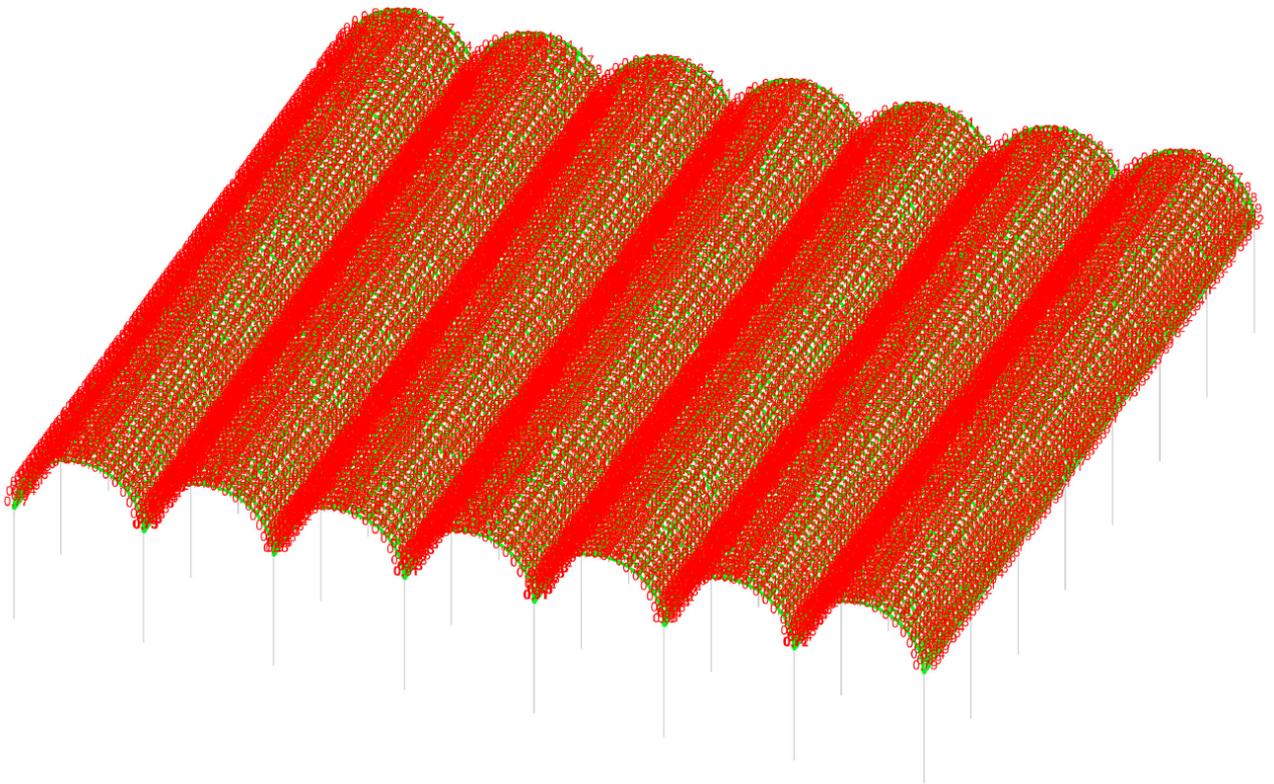


Рис. 3.51 Монолітне покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки

Розрахунок показав, що всі елементи які задіяні в роботі циліндричної багатохвильової монолітної оболонки задовільняють умови міцності та стійкості. Дане рішення можна розглядати в нашому проєкті.

*Підрахунок витрат матеріалів на влаштування покриття **Варіанту №3***

Необхідно визначити витрати матеріалів на монтаж контурних балок та циліндричної багатохвильової монолітної оболонки.

Контурні балки виконувались із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї балки витрачається 0,96 м³ бетону, а сталі – 84 кг.

$$V_{б.б} = 56 * 0,96 = 53,76 \text{ м}^3$$

$$m_{б} = 56 * 84 = 4707,75 \text{ кг} = 4,71 \text{ т}$$

Циліндричні багатохвильові монолітні оболонки виконується із монолітного залізобетону висотою 200 мм та габаритами в плані 6*6 м із застосуванням бетону класу С25/30. На влаштування однієї такої плити покриття витрачається 11,3 м³ бетону та 538 кг сталі.

$$V_{б.пл} = 49 * 11,3 = 553,7 \text{ м}^3$$

$$m_{пл} = 49 * 538 = 26365,18 \text{ кг} = 26,37 \text{ т}$$

Площа покриття із циліндричної багатохвильової монолітної оболонки становить 2760 м².

$$V_3 = \frac{53,76 + 553,7}{2760} = 0,22 \text{ м}^3/\text{м}^2$$

$$m_3 = \frac{4707,75 + 26365,18}{2760} = 9,72 \text{ кг}/\text{м}^2$$

Після виконання розрахунків кожного з варіантів покриття виконуємо порівняння кожного з варіантів на його економічну доцільність застосування в нашому проєкті.

Для початку нам необхідно визначитись з постачальником матеріалів необхідних для влаштування покриття.

Найкращим варіантом буде знайти постачальника в місті розташування нашого об'єкта.

Із варіантів, що надаються в інтернет ресурсі обираємо найвигідніші, які наведені в табл. 3.11 та 3.12.

Таблиця 3.11 – Вартість м³ бетону класу С25/30 в м. Харків

Постачальник (Назва, логотип)	ЗЗБК «ЕТАЛОН»	ЗЗБВ "ТДХ"	Компанія «Бетон-строй»
			
Ціна, грн/м ³	4728	4050	4720

Таблиця 3.12 – Вартість т сталі в м. Харків

Постачальник (Назва, логотип)	ПП «ХС ГРУП»	Метінвест-СМЦ	Компанія «Метал Холдінг»
			
Ціна, грн/т	32700	37300	33345

Визначившись із постачальником (найдешеві варіанти), виконуємо розрахунок вартості м² кожного типу покриття.

Варіант №1

$$V_1 = 0,084 \text{ м}^3/\text{м}^2; C_{a1} = 0,084 * 4050 = 340,2 \text{ грн}/\text{м}^2;$$

$$m_1 = 8,86 \text{ кг}/\text{м}^2; C_{b1} = 8,86 * \left(\frac{32700}{1000}\right) = 289,72 \text{ грн}/\text{м}^2$$

$$C_1 = C_{a1} + C_{b1} = 340,2 + 289,72 = 629,92 \text{ грн}/\text{м}^2$$

Варіант №2

$$V_2 = 0,083 \text{ м}^3/\text{м}^2; C_{a2} = 0,083 * 4050 = 336,15 \text{ грн}/\text{м}^2;$$

$$m_2 = 9,55 \text{ кг}/\text{м}^2; C_{b2} = 9,55 * \left(\frac{32700}{1000}\right) = 312,29 \text{ грн}/\text{м}^2$$

$$C_2 = C_{a2} + C_{b2} = 336,15 + 312,29 = 648,44 \text{ грн}/\text{м}^2$$

Варіант №3

$$V_3 = 0,22 \text{ м}^3/\text{м}^2; C_{a3} = 0,22 * 4050 = 891 \text{ грн}/\text{м}^2;$$

$$m_3 = 9,72 \text{ кг}/\text{м}^2; C_{b3} = 9,72 * \left(\frac{32700}{1000}\right) = 317,84 \text{ грн}/\text{м}^2$$

$$C_3 = C_{a3} + C_{b3} = 891 + 317,84 = 1208,84 \text{ грн}/\text{м}^2$$

Виходячи з розрвхунку, можна зробити наступний висновок, що раціонально буде виконувати покриття із оболонки позитивної Гаусової кривизни. Цей варіант є економним по витратам матеріалів на його влаштування та по вартості за м^2 . Але слід зауважити, що також можна розглядати і Варіант №2 тому, що різниця вартості за м^2 становить всього 18 грн 52 копійки.

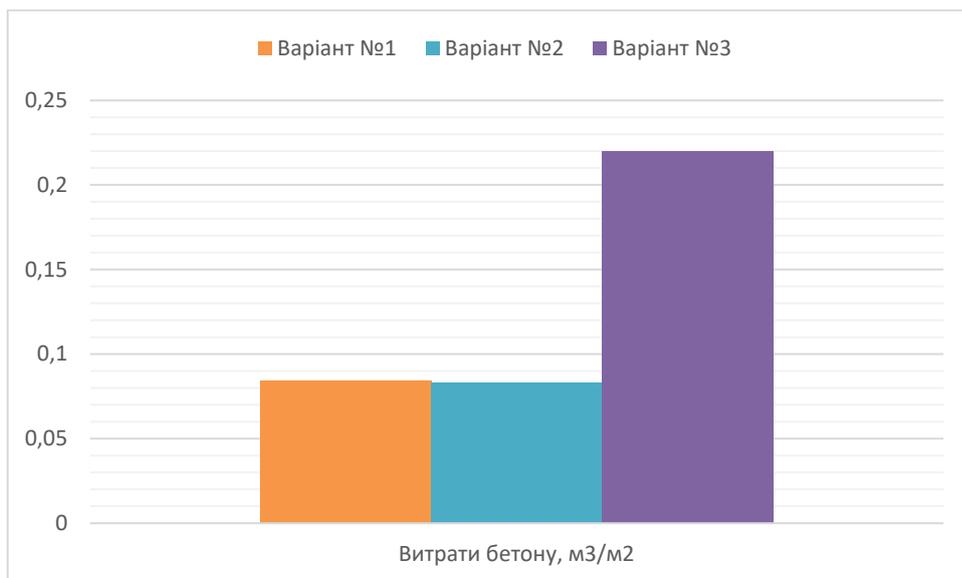


Рис. 3.52 Графік порівняння витрат бетону ($\text{м}^3/\text{м}^2$) по варіантам

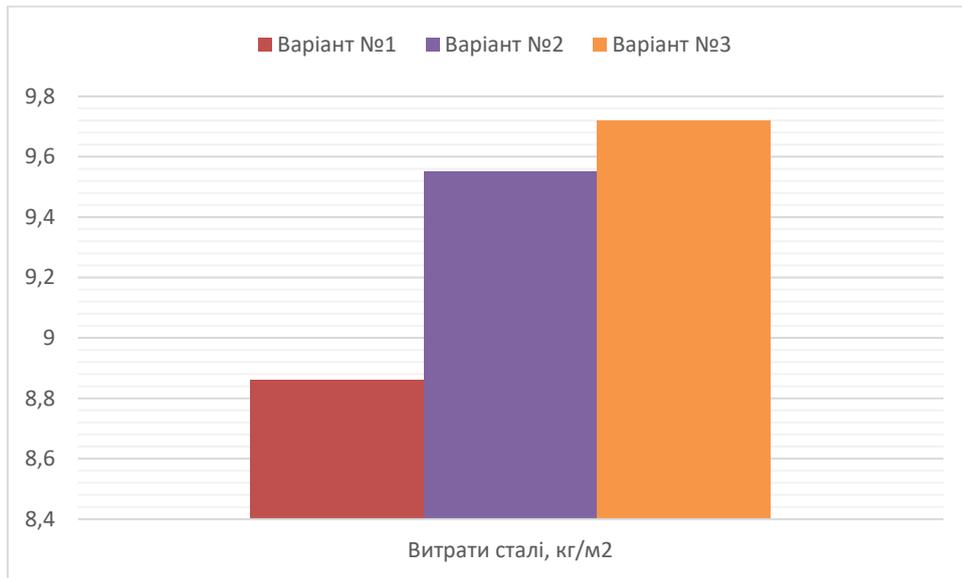


Рис. 3.53 Графік порівняння витрат сталі (кг/м²) по варіантам

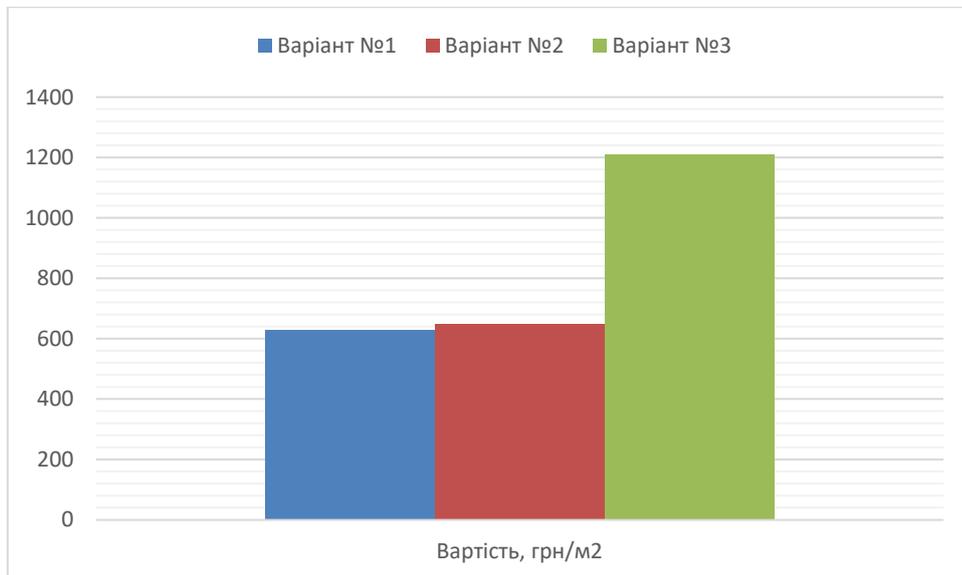


Рис. 3.54 Графік порівняння вартості (грн/м²) по варіантам

ВИСНОВОК

У процесі виконаного дослідження було розглянуто та проаналізовано три типи покриття для торговельно-виставкового павільйону. Проведено їхній структурний та економічний аналіз, а також оцінено доцільність застосування кожного з варіантів у проєкті.

Усі три розглянуті варіанти (оболонка позитивної гаусової кривизни, ребристі плоскі панелі на сегментних фермах, циліндрична багатохвильова монолітна оболонка) відповідають вимогам міцності та стійкості.

Покриття у вигляді оболонки позитивної гаусової кривизни продемонструвало найкращі показники несучої здатності та рівномірного розподілу навантажень.

Аналіз витрат матеріалів показав, що даний тип покриття є найбільш економічно вигідним, оскільки потребує менше бетону та сталі порівняно з іншими варіантами, а його вартість за 1 м² є найнижчою. Для виготовлення 1800 м² такого покриття необхідно:

- Бетону С25/30 - 151,92 м³;
- Сталеve армування - 15,96 т;
- Загальні витрати на закупівлю матеріалів – 11 338 560 грн

Альтернативним рішенням може бути варіант із ребристими плоскими панелями, оскільки різниця у вартості між цими двома варіантами є незначною.

Остаточний вибір конструктивного рішення залежить від рішення замовника та подальших уточнень щодо технологічних особливостей монтажу та доступності матеріалів.

Проведене дослідження дало змогу обґрунтовано визначити оптимальний варіант покриття для торговельно-виставкового павільйону, який забезпечує баланс між економічною ефективністю, експлуатаційною надійністю та технологічною доцільністю. Використання раціонального покриття сприятиме зменшенню матеріальних витрат, покращенню теплоізоляційних властивостей та підвищенню загальної ефективності експлуатації будівлі.

Список використаної літератури

1. ДБН В.1.2-14:2018 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд;
2. ДБН В.1.2-6:2021 Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість;
3. ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування;
4. Методичні вказівки до виконання випускної магістерської кваліфікаційної роботи в галузі знань: 19 «Архітектура і будівництво» спеціальності: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»;
5. Серія 1.465-7. Збірні залізобетонні попередньо напружені плити для покриттів виробничих будівель розміром 3х6 м. Випуск 1. Робочі креслення - ЦІТП Держбуду СРСР, 1973;
6. Серія 1.463.1-16. Ферми залізобетонні сегментні для покриттів прольотом 18 та 24 м. Випуск 1. Робочі креслення - ЦІТП Держбуду СРСР, 1990;
7. Серія 1.463.1-16. Ферми залізобетонні сегментні для покриттів прольотом 18 та 24 м. Випуск 3. Робочі креслення - ЦІТП Держбуду СРСР, 1990;
8. Серія 1.412-1/77. Монолітні залізобетонні фундаменти під типові колони прямокутного перетину одноповерхових промислових будівель. Випуск 1. Матеріали для проектування - ЦІТП Держбуду СРСР, 1978;
9. Серія 1.415-1. Залізобетонні фундаментні балки для стін виробничих будівель. Випуск 1. Фундаментні балки для стін з кроком колон 6 м - промисловий проект ГПІ за участю Держбуду СРСР, 1973;
10. ДСТУ Б В.2.6-147:2010 Конструкції будинків і споруд. Плити перекриттів залізобетонні ребристі. Технічні умови;
11. ДСТУ Б В.2.6-2:2009 Конструкції будинків і споруд. Вироби бетонні і залізобетонні. Загальні технічні умови;
12. ДБН В.2.6-98:2009 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. Зі Зміною № 1.

Розрахунок снігового навантаження

Граничне розрахункове значення навантаження – значення навантаження, що відповідає екстремальній ситуації, яка може виникнути не більш як один раз протягом терміну експлуатації конструкції, та використовується для перевірки граничних станів першої групи, вихід за межі яких еквівалентний повній втраті працездатності конструкції.

Граничне розрахункове значення ваги снігового покриву снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюється за формулою:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаженням.

$\gamma_{fm} = 1,14$ – для середнього періоду повторюваності 100 років.

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження (в Па)

Характеристичне значення снігового навантаження S_0 визначається залежно від снігового району по карті (рис. 8.1) або згідно [3] за додатком Е.

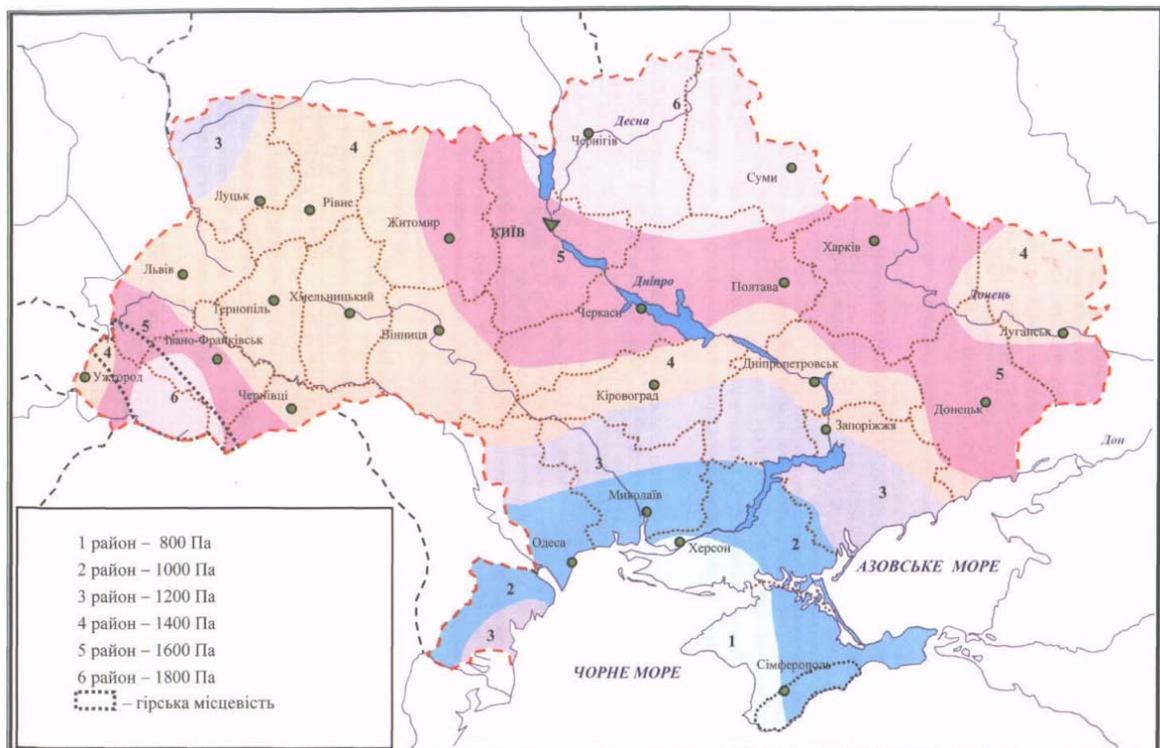


Рисунок 8.1. Карта районування території України за характеристичними значеннями ваги снігового покриву

C – коефіцієнт, що визначається за формулою

$$C = \mu C_e C_{alt}$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю;

C_e – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі.

При визначенні снігових навантажень для неутеплених покрівель цехів з підвищеною тепловіддачею при ухилах покрівлі понад 3% і забезпеченні належного відводу талої води слід приймати $C_e = 0,8$.

$C_e = 1$, при відсутності даних про режим експлуатації покрівлі.

C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти.

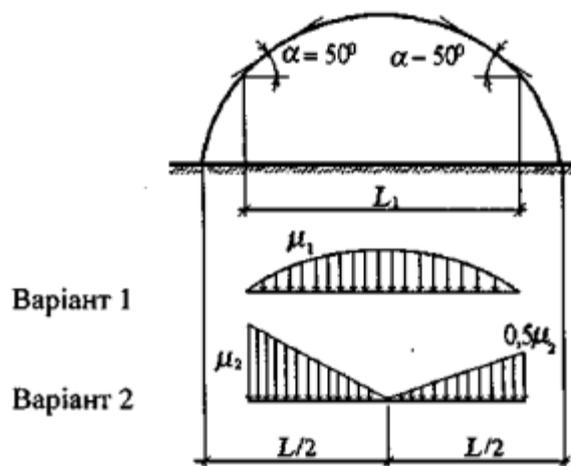
$$C_{alt} = 1,4H + 0,3 \text{ (при } H \geq 0,5 \text{ км); } C_{alt} = 1 \text{ (при } H < 0,5 \text{ км)}$$

$C_{alt} = 1$, при висоті розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря менше 0,5 км.

Коефіцієнт μ визначається за додатком Ж [3] залежно від форми покрівлі і схеми розподілу снігового навантаження.

В нашому випадку буде розглядатися три варіанти розрахунку в залежності від схем снігового навантаження.

Схема №1

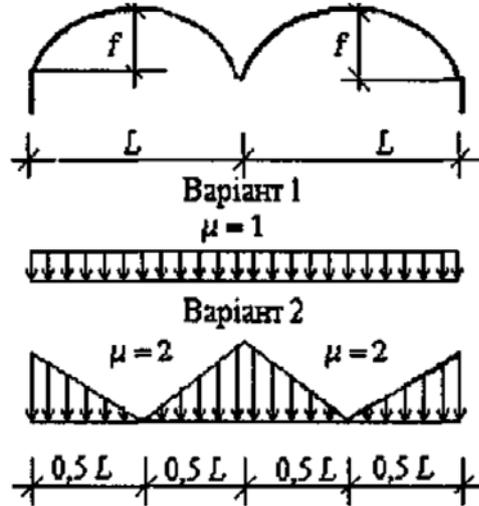


Варіант 1 застосовується для будівель без ходового містка. Варіант 2 застосовується для будівель з ходовим містком.

$$\mu_1 = \cos 1,8\alpha; \mu_2 = 2,4\sin 1,4\alpha$$

де α – кут нахилу покриття, град

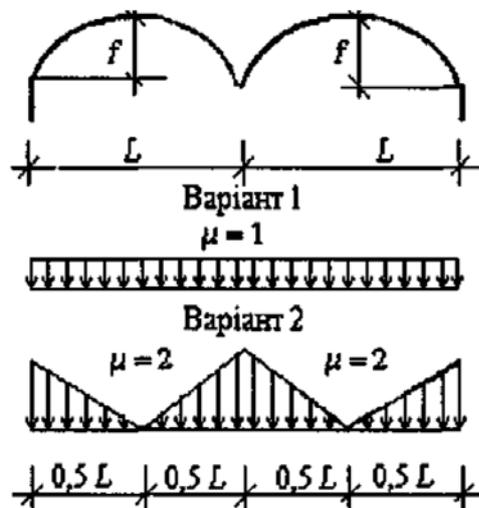
Схема №2



Варіант 2 слід враховувати при $f/L > 0,1$. $3/6 = 0,5 > 0,1$.

Для залізобетонних плит покриттів значення коефіцієнтів μ слід приймати не більш як 1,4. Так, як у даному варіанті у нас плити виконані із залізобетону, приймаємо коефіцієнт $\mu = 1,4$.

Схема №3



$$f/L > 0,1. \quad 2,8/6 = 0,47 > 0,1.$$

Приймаємо коефіцієнт $\mu = 1,4$.

Визначення експлуатаційного значення ваги снігового покриву

Експлуатаційне розрахункове значення навантаження – значення навантаження, що характеризує умови нормальної експлуатації конструкції. Як правило, експлуатаційне розрахункове значення використовується для перевірки граничних станів другої групи, пов'язаних з труднощами нормальної експлуатації (виникнення неприпустимих переміщень конструкції, неприпустима вібрація та неприпустимо велике розкриття тріщин у залізобетонних конструкціях тощо).

Експлуатаційне розрахункове значення ваги снігового покриву обчислюється за формулою:

$$S_e = \gamma_{fe} S_0 C,$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним значенням снігового навантаженням.

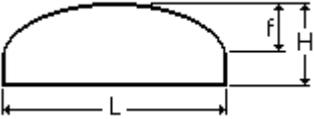
$$\gamma_{fe} = 0,49$$

S_0 – характеристичне значення снігового навантаження (в Па)

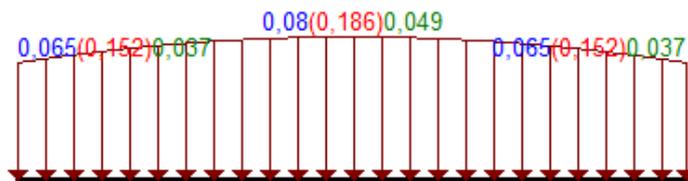
$$S_0 = 160 \text{ кг/м}^2.$$

Розрахунок снігового навантаження (Схема №1)

Розрахунок виконано за [3]

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Характеристичне значення снігового навантаження	0,163	Т/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,16	км
Будівля		
		
Висота будівлі Н	13,2	м
Ширина будівлі В	42	м
L	42	м
f	3,6	м
Незаглиблена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	1,14	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	0,49	

Одиниці вимірювання : Т/м²



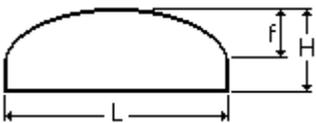
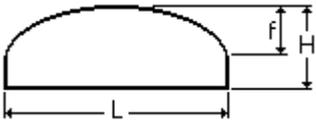
— Эксплуатаційне значення

— Граничне значення

— Квазістале значення

Розрахунок снігового навантаження (Схема №2)

Розрахунок виконано за [3]

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Характеристичне значення снігового навантаження	0,163	Т/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,16	км
		
Висота будівлі Н	13,2	м
Ширина будівлі В	42	м
L	24	м
f	3	м
Права будівля		
		
Висота будівлі Н	13,2	м
Ширина будівлі В	42	м
L	18	м
f	3	м
Незаглиблена конструкція підвищеним тепловиділенням	з Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm}	1,14	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням g_{fe}	0,49	



Одиниці вимірювання : Т/м²

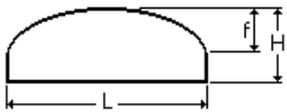
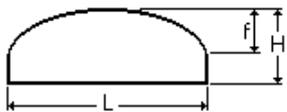
— Експлуатаційне значення

— Граничне значення

— Квазістале значення

Розрахунок снігового навантаження (Схема №3)

Розрахунок виконано за [3]

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Характеристичне значення снігового навантаження	0,163	Т/м ²
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,16	км
		
Висота будівлі Н	12,4	м
Ширина будівлі В	42	м
L	6	м
f	2,8	м
Права будівля		
		
Висота будівлі Н	12,4	м
Ширина будівлі В	42	м
L	6	м
f	2,8	м
Незаглиблена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням γ_{fm}	1,14	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	0,49	

Одиниці вимірювання : Т/м²



— Эксплуатаційне значення

— Граничне значення

— Квазістале значення

Розрахунок вітрового навантаження

Вітрове навантаження є змінним навантаженням, для якого встановлені два розрахункові значення:

- граничне розрахункове значення;
- експлуатаційне розрахункове значення.

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C,$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження, визначений за табл. Б.1.

Таблиця Б.1.

T, років	5	10	15	25	40	50	70	100	150	200	300	500
γ_{fm}	0,55	0,69	0,77	0,87	0,96	1,00	1,07	1,14	1,22	1,28	1,35	1,45

W_0 – характеристичне значення вітрового тиску визначається залежно від вітрового району по карті (рис. Б.1) або за додатком Е [3].

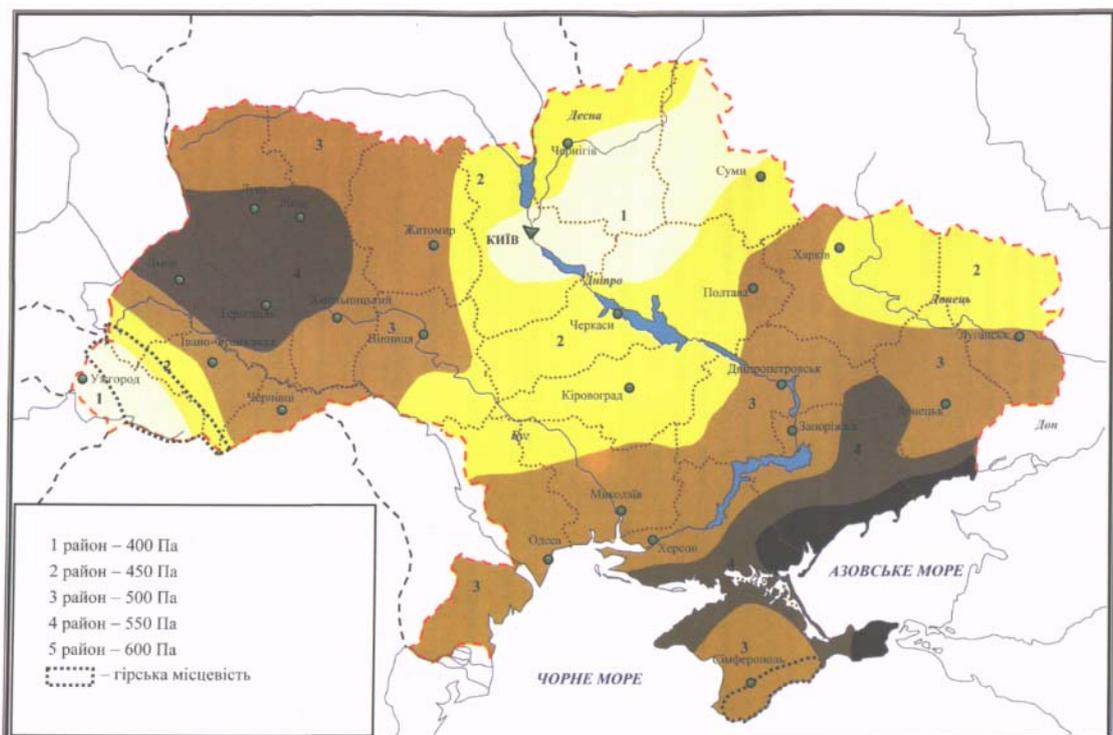
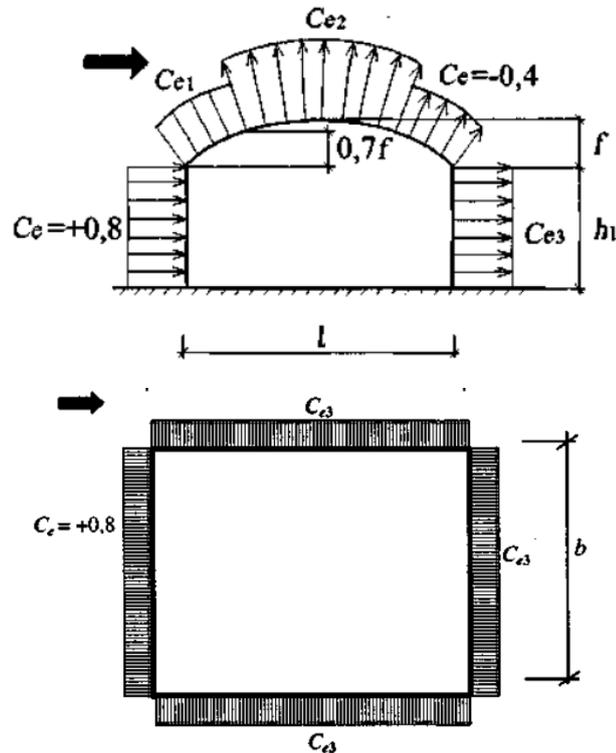


Рисунок Б.1. Карта районування території України за характеристичними значеннями вітрового тиску

C – коефіцієнт, визначений за формулою

$$C = C_{aer} C_h C_{alt} C_{rel} C_{dir} C_d$$

де C_{aer} - аеродинамічний коефіцієнт, що визначається за 9.8. згідно [3]



Коефіцієнт	h_1/L	Значення C_{e1}, C_{e2} при f/L , що дорівнює:				
		0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
C_{e1}	0	+0,1	+0,2	+0,4	+0,6	+0,7
	0,2	-0,2	-0,1	+0,2	+0,5	+0,7
	≥ 1	-0,8	-0,7	-0,3	+0,3	+0,7
C_{e2}	Довільне	-0,8	-0,9	-1	-1,1	-1,2

b/L	Значення C_{e3} при h_1/L , що дорівнює:		
	$\leq 0,5$	1	≥ 2
≤ 1	-0,4	-0,5	-0,6
≥ 2	-0,5	-0,6	-0,6

C_h - коефіцієнт висоти споруди, що визначається за 9.9. згідно [3]

C_{alt} - коефіцієнт географічної висоти, що визначається за формулою

$$C_{alt} = 4H - 1 \quad (H > 0,5 \text{ км}); \quad C_{alt} = 1 \quad (H < 0,5 \text{ км}).$$

Примітка: формула, що зазначена вище використовується для об'єктів, розташованих у гірській місцевості, і дає орієнтовне значення в запас надійності. При наявності результатів метеорологічних спостережень за вітром, проведених

у зоні будівельного майданчика, характеристичне значення вітрового навантаження обчислюється шляхом статистичного оброблення результатів строкових замірів швидкостей вітру і при цьому приймається $C_{alt}=1$.

C_{rel} - коефіцієнт рельєфу, що визначається за 9.11. згідно [3]

C_{dir} - коефіцієнт напрямку, що визначається за 9.12. згідно [3]

C_d - коефіцієнт динамічності, що визначається за 9.13. згідно [3]

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження визначається за формулою:

$$W_e = \gamma_{fe} W_0 C,$$

де γ_{fe} – коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням вітрового навантаження, визначений за таблицею Б.2.

Таблиця Б.2.

η	0,002	0,005	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,1
γ_{fe}	0,42	0,33	0,27	0,21	0,18	0,16	0,14	0,09

Проміжні значення коефіцієнта γ_{fe} слід визначати лінійною інтерполяцією.

Значення η приймається за нормами проектування конструкцій або встановлюється завданням на проектування залежно від їхнього призначення, відповідальності та наслідків виходу за граничний стан. Для об'єктів масового будівництва допускається приймати $\eta = 0,02$.

В нашому випадку $W_0 = 430$ Па для м. Харків, Харківської обл., у розрахунку приймаємо 43 кгс/м².

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження:

$$W_m = 1,14 * 43 * 1,04 = 50,98 \text{ кгс/м}^2,$$

де $\gamma_{fm} = 1,14$; $W_0 = 43$ кгс/м²; $C = 1,73$.

$$C = 0,3 \times 2,4 \times 1 \times 1,6 \times 1 \times 0,9 = 1,04$$

де $C_{aer} = 0,3$; $C_h = 2,4$; $C_{alt} = 1$; $C_{rel} = 1,6$; $C_{dir} = 1$; $C_d = 0,9$.

Експлуатаційне розрахункове значення вітрового навантаження:

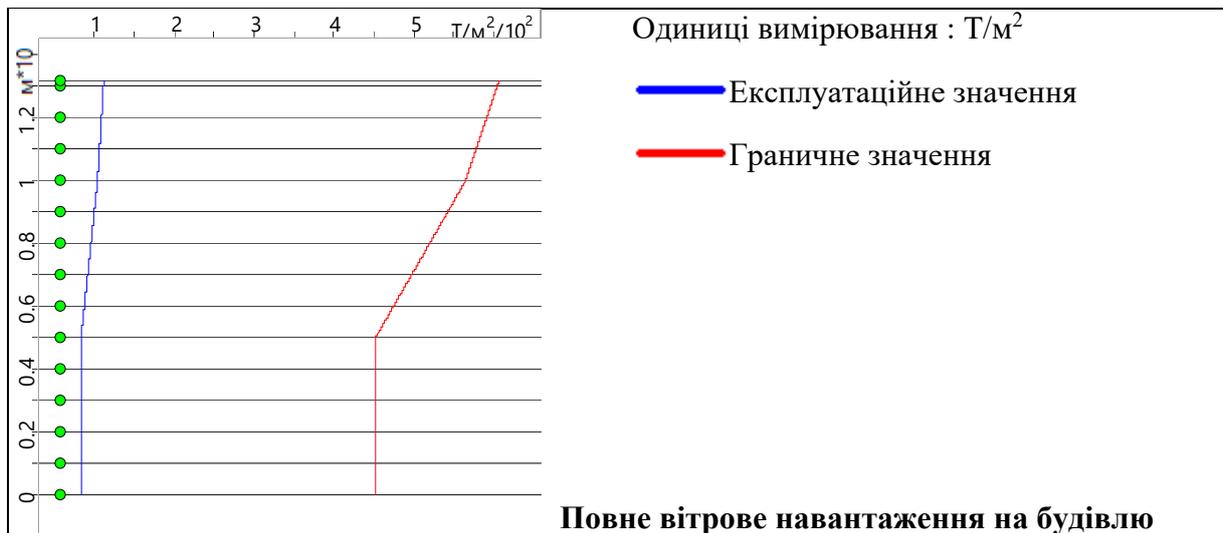
$$W_e = 0,02 * 43 * 1,04 = 0,89 \text{ кгс/м}^2,$$

де $\gamma_{fe} = 0,02$.

Розрахунок вітрових навантажень

Розрахунок виконано за [3]

Параметри	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,044 Т/м ²
Тип місцевості	II - сільська місцевість з огорожами (парканами), невеликими спорудами, будинками та деревами
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0,16 км
b	42 м
h	13,2 м
Тип споруди	кам'яні будівлі та будівлі із залізобетонним каркасом
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm}	1,14
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням g_{fe}	0,21



Висота (м)	Експлуатаційне значення (Т/м ²)	Граничне значення (Т/м ²)
0	0,008	0,045
1	0,008	0,045
2	0,008	0,045
3	0,008	0,045
4	0,008	0,045
5	0,008	0,045
6	0,009	0,047
7	0,009	0,05
8	0,01	0,052
9	0,01	0,054
10	0,01	0,056
11	0,011	0,058
12	0,011	0,059
13	0,011	0,06
13,2	0,011	0,061

Матеріали конференцій

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ВИБІР РАЦІОНАЛЬНОГО ВАРІАНТУ ПОКРИТТЯ ТОРГІВЕЛЬНО-ВИСТАВКОВОГО ПАВІЛЬЙОНУ

Захарчук Сергій Федорович,

Магістр ОПП Будівництво та цивільна інженерія

Роговий Станіслав Іванович,

д.т.н., викладач

Національний Аграрний Університет

м. Суми, Україна

taniadmytryk345@gmail.com

sirogov555@gmail.com

Анотація: У роботі досліджено вибір покриття для торгівельно-виставкового павільйону. Аналізуються три основні варіанти покриттів: оболонка позитивної Гаусової кривизни, ребристі плоскі панелі на сегментних фермах та циліндрична багатохвильова монолітна оболонка. Проведено техніко-економічний аналіз цих варіантів, визначено їх переваги та недоліки, виконано розрахунки витрат матеріалів і конструктивної ефективності. Результати дослідження показують, що оболонка позитивної Гаусової кривизни є найбільш оптимальним рішенням з точки зору міцності, економічної доцільності та простоти монтажу.

Ключові слова: покриття, оболонка Гаусової кривизни, циліндрична оболонка, економічний аналіз, витрати матеріалів, конструктивні рішення.

У рамках дослідження було розглянуто три варіанти покриття для торгівельно-виставкового павільйону, кожен із яких був проаналізований за конструктивними характеристиками, витратами на матеріали, складністю монтажу та економічною ефективністю. Проведено розрахунки несучої здатності покриттів, а також аналіз впливу снігового та вітрового навантаження. Дослідження базується на нормативних документах та сучасних методах проектування будівельних конструкцій.

Опис варіантів покриття:

1) Оболонка позитивної Гаусової кривизни - складається з ребристих плит, що забезпечують рівномірний розподіл навантажень та високу жорсткість конструкції;

2) Ребристі плоскі панелі на сегментних фермах - конструкція передбачає використання залізобетонних ферм як несучих елементів, на які спираються ребристі панелі;

3) Циліндрична багатохвильова монолітна оболонка - характеризується високою жорсткістю та міцністю.

Проведене дослідження дозволило визначити оптимальний варіант покриття для торгівельно-виставкового павільйону з точки зору економічної ефективності доцільності. Оболонка позитивної Гаусової кривизни показала найкращі результати у порівнянні з іншими варіантами за витратами матеріалів, зокрема бетону і сталі. Крім того, дане покриття забезпечує необхідну міцність і стійкість конструкції, що робить його найбільш придатним для використання в будівництві павільйонів, знижуючи витрати на матеріали та монтаж. Альтернативне рішення, таке як ребристі плоскі панелі на сегментних фермах, є дещо дорожчим, але може бути розглянуте при уточненні деталей проекту або специфікацій замовника. На рис. 1. показано 3D схеми конструктивних рішень трьох варіантів покриття.

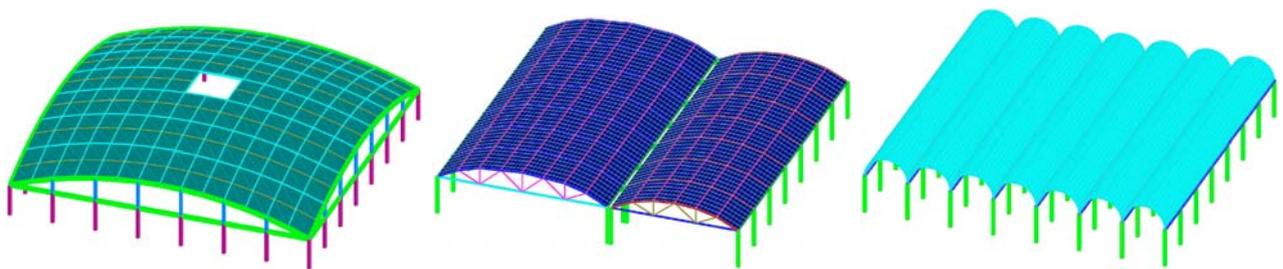


Рис. 1. Конструктивні схеми трьох варіантів покриття павільйону

Список літератури

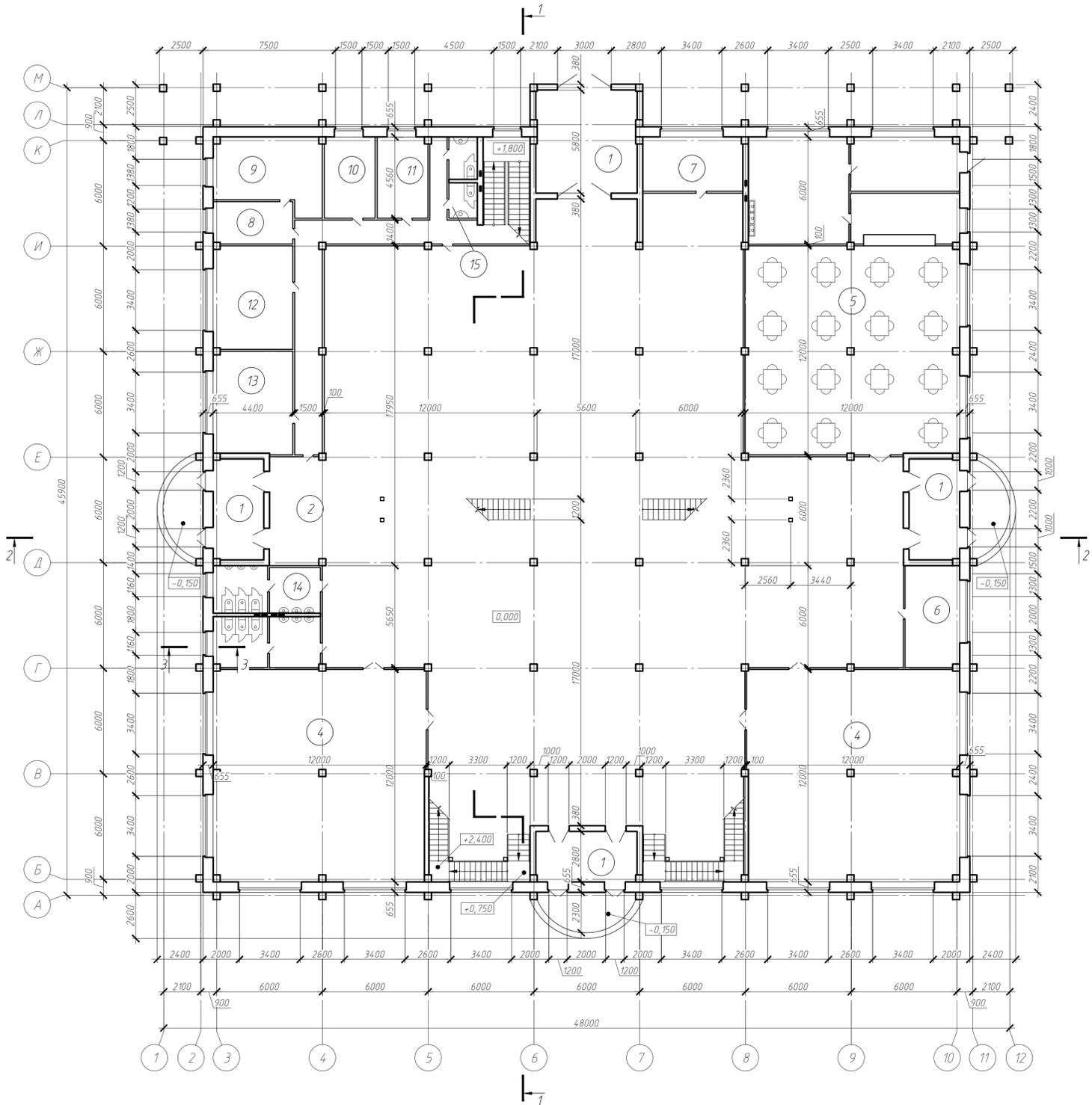
1. <https://www.liraland.ua/>

Кресленики

Фасад 1-12



План першого поверху



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м ²	Кат. приміщення
1	Тамбур	14,8	
2	Виставкова зала №1	654	
3	Виставкова зала №2	1602	
4	Магазин	144	
5	Кафе	216	
6	Кімната охорони	18	
7	Службове приміщення	18	
8	Приймальня	11,2	
9	Кабінет директора	24,8	
10	Бухгалтерія	13,5	
11	Кімната обслуговуючого персоналу	13,5	
12	Служба маркетингу	27	
13	Відділ PR	27	
14	Санітарний вузол	36	
15	Санітарний вузол	10,8	

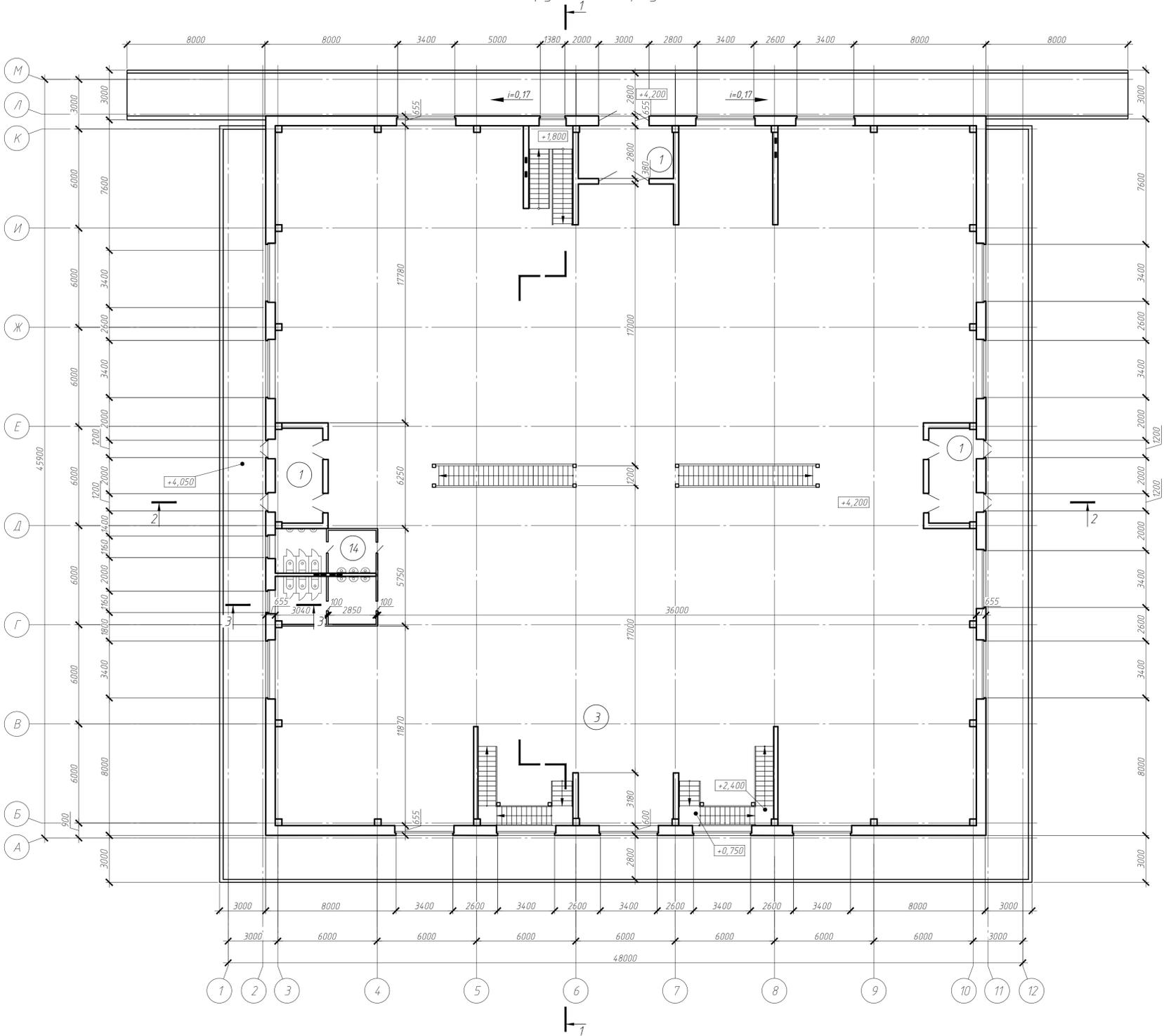
1 Розрізи 1-1, 3-3 див. арк. 3

МР 46.24. БК ДР				Стан	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Н	
Виконав	Заказчик СФ	Керівник	Роговий С.І.		Аркшв 1	Аркшв 6
Фасад 1-12. План першого поверху. Експлікація приміщень.					СНАУ гр. БУД 2301-2м	

Фасад 12-1



План другого поверху

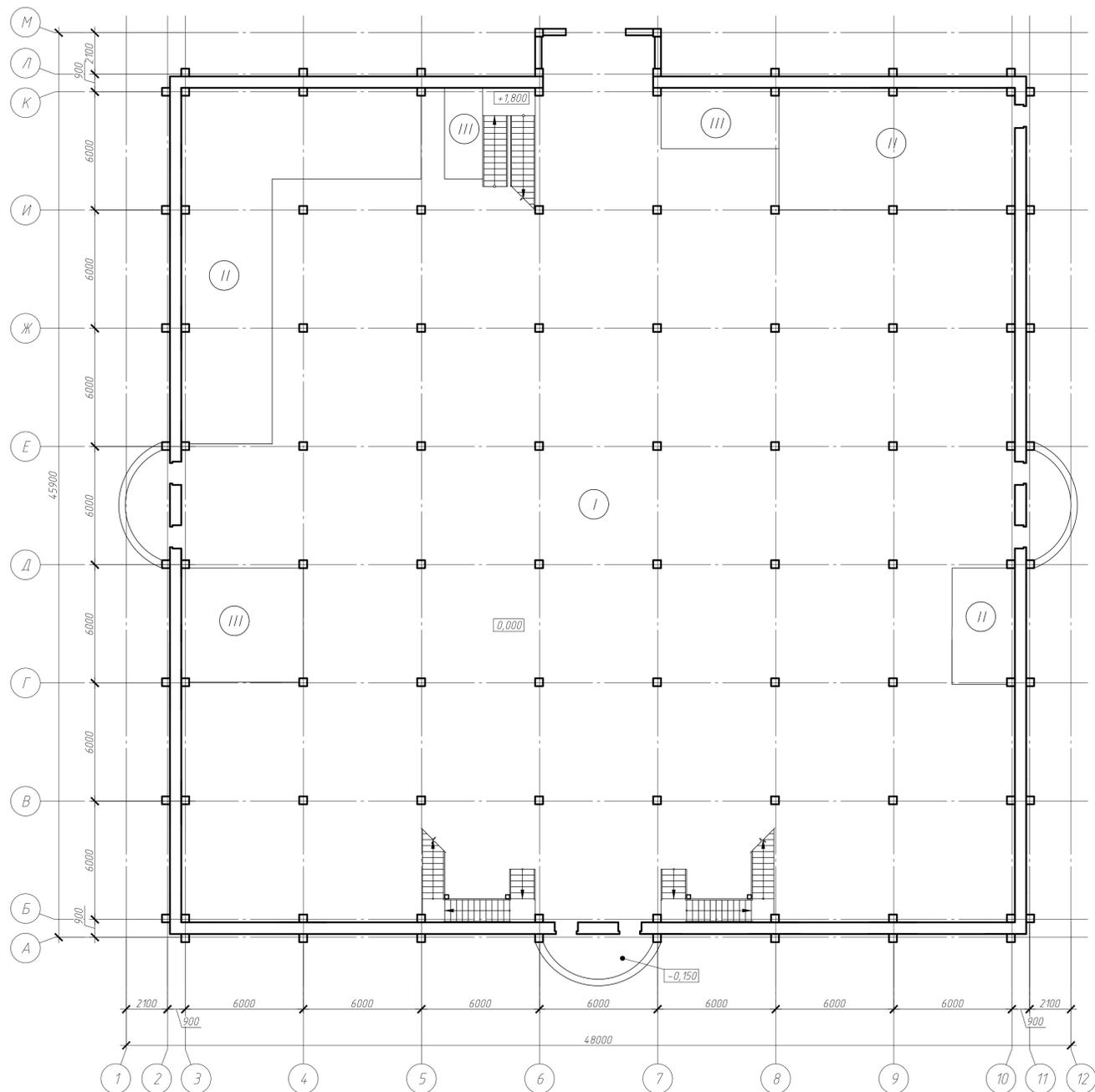


1. Експлікацію приміщень див. аркуш 1
 2. Розрізи 1-1, 3-3 див. арк. 3

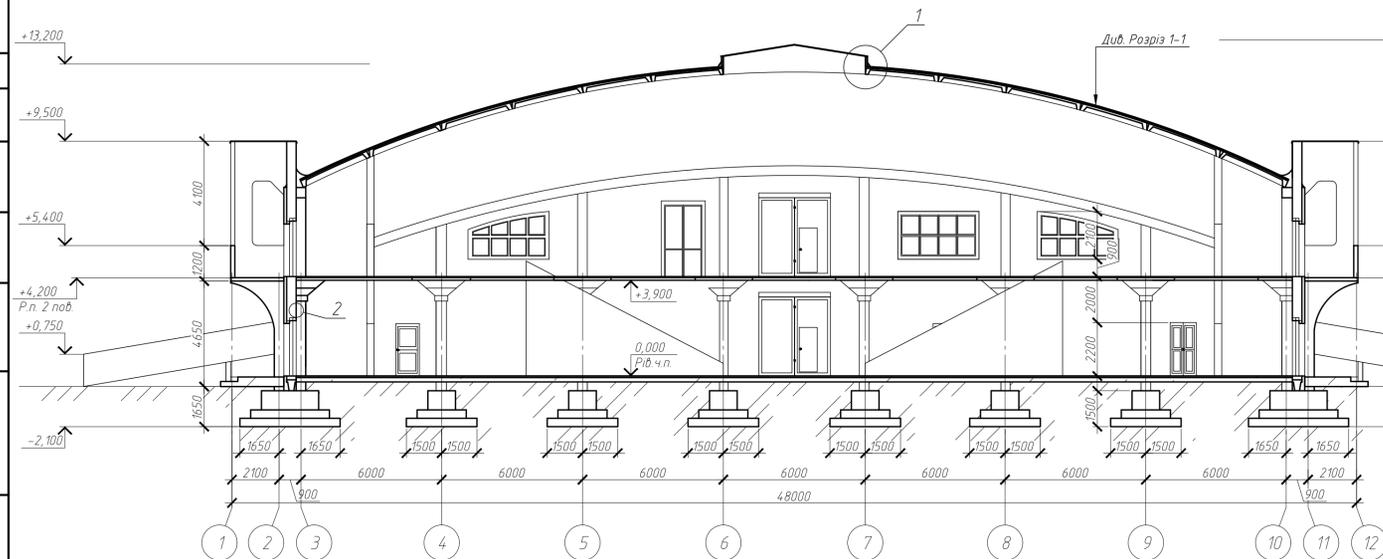
Формат А1
 Копія
 Підп. та дата
 Зам. інв. №
 Інв. № ар.

МР 46.24. БК ДР				Стадія	Маса	Масштаб
Зм.	Арк.	№ документа	Підпис	Дата	Н	
Виконав	Заказчик СФ	Керівник	Роговий С.І.		Аркш 2	Аркш 6
Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону					СНАУ гр. БУД 2301-2м	
Фасад 12-1. План другого поверху					Формат А1	

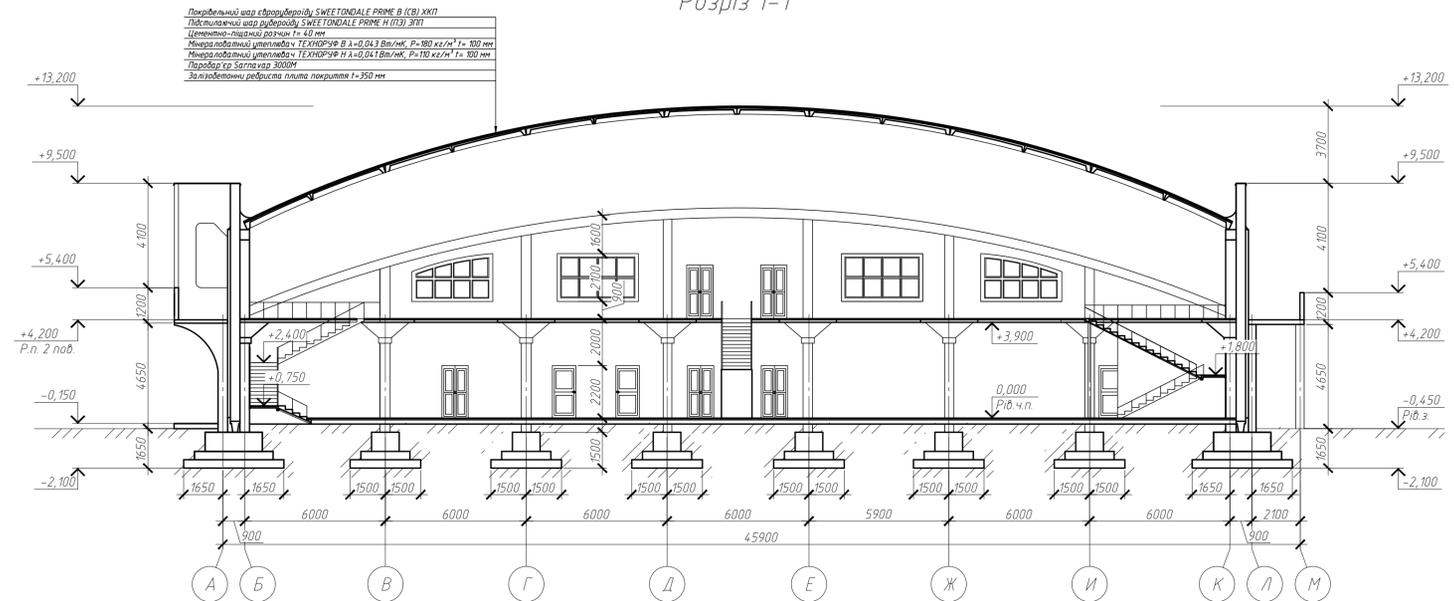
План підлог першого поверху



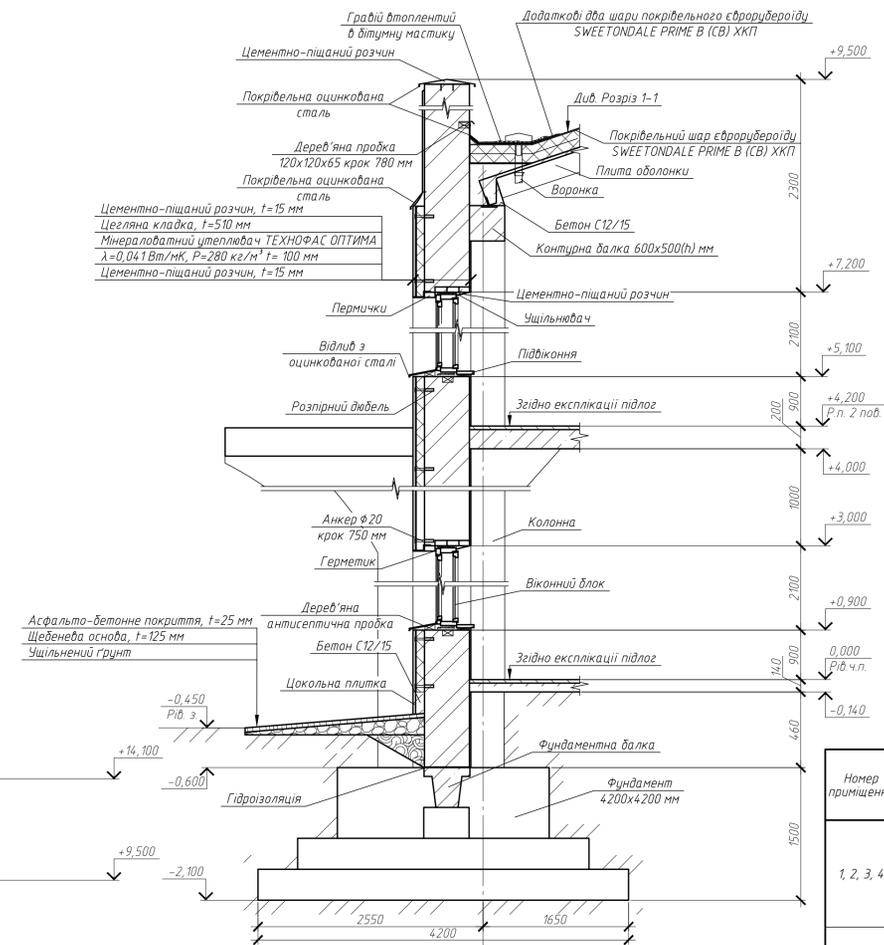
Розріз 2-2



Розріз 1-1



Розріз 3-3



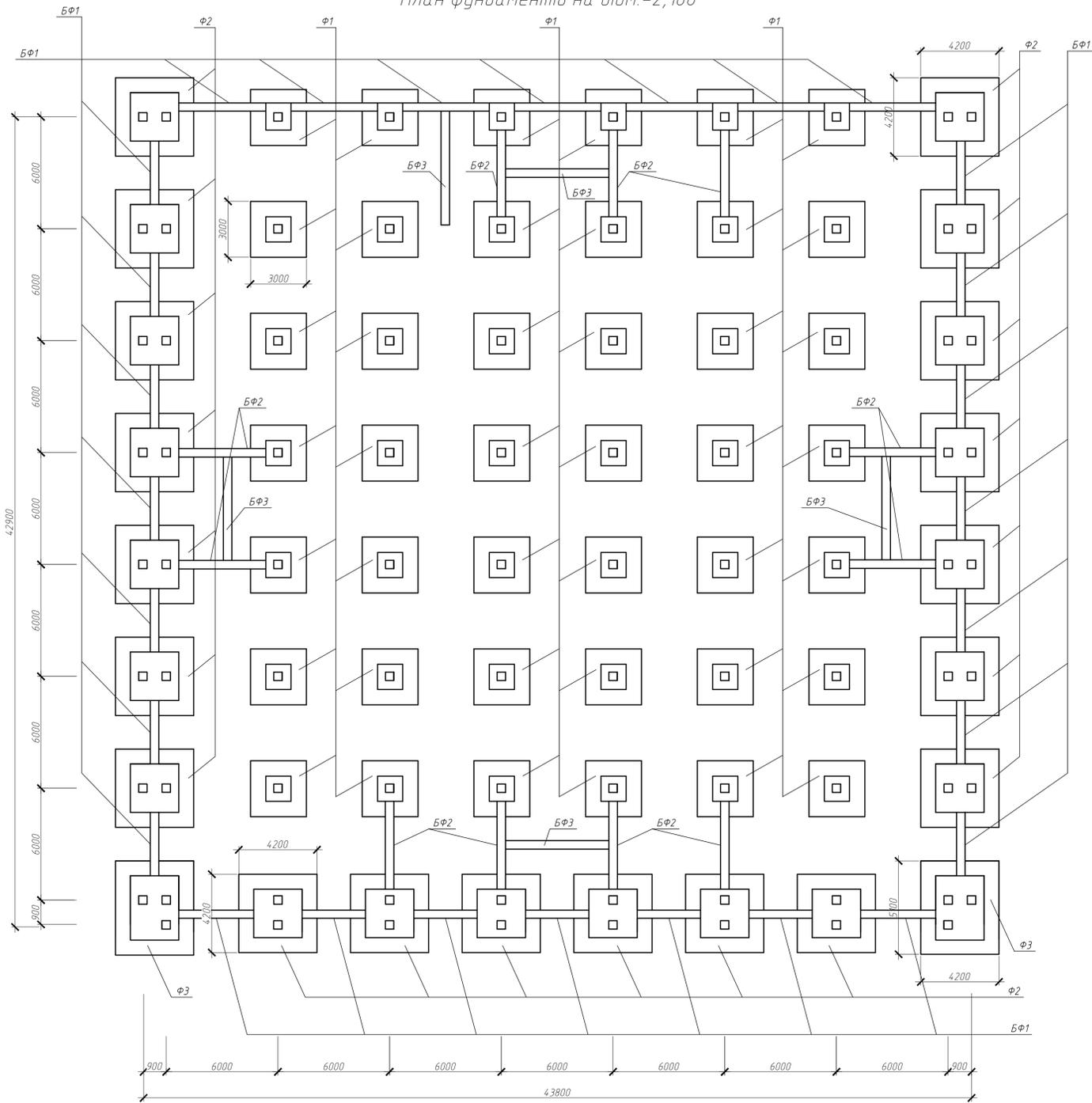
Експлікація підлог

Номер приміщення	Тип підлоги	Схема підлоги	Дані елементів підлоги (назва, товщина, основа тощо), мм	Площа, м ²
1, 2, 3, 4	I		1 - цементний розчин 1:2 з кам'яною крихтою t=20 мм; 2 - цем. розчин 1:3 t=20 мм; 3 - бетон t=100 мм; 4 - основа	1476
5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13	II		1 - лінолеум t=3 мм; 2 - дощаний настил t=40 мм; 3 - лага 50x70 мм; 4 - теплоізоляційний шар t=100 мм; 5 - основа	234
14, 15	III		1 - плитка t=10 мм; 2 - цементний розчин t=10 мм; 3 - 2 шари толі; 4 - бетонний шар t=100 мм; 5 - основа	54

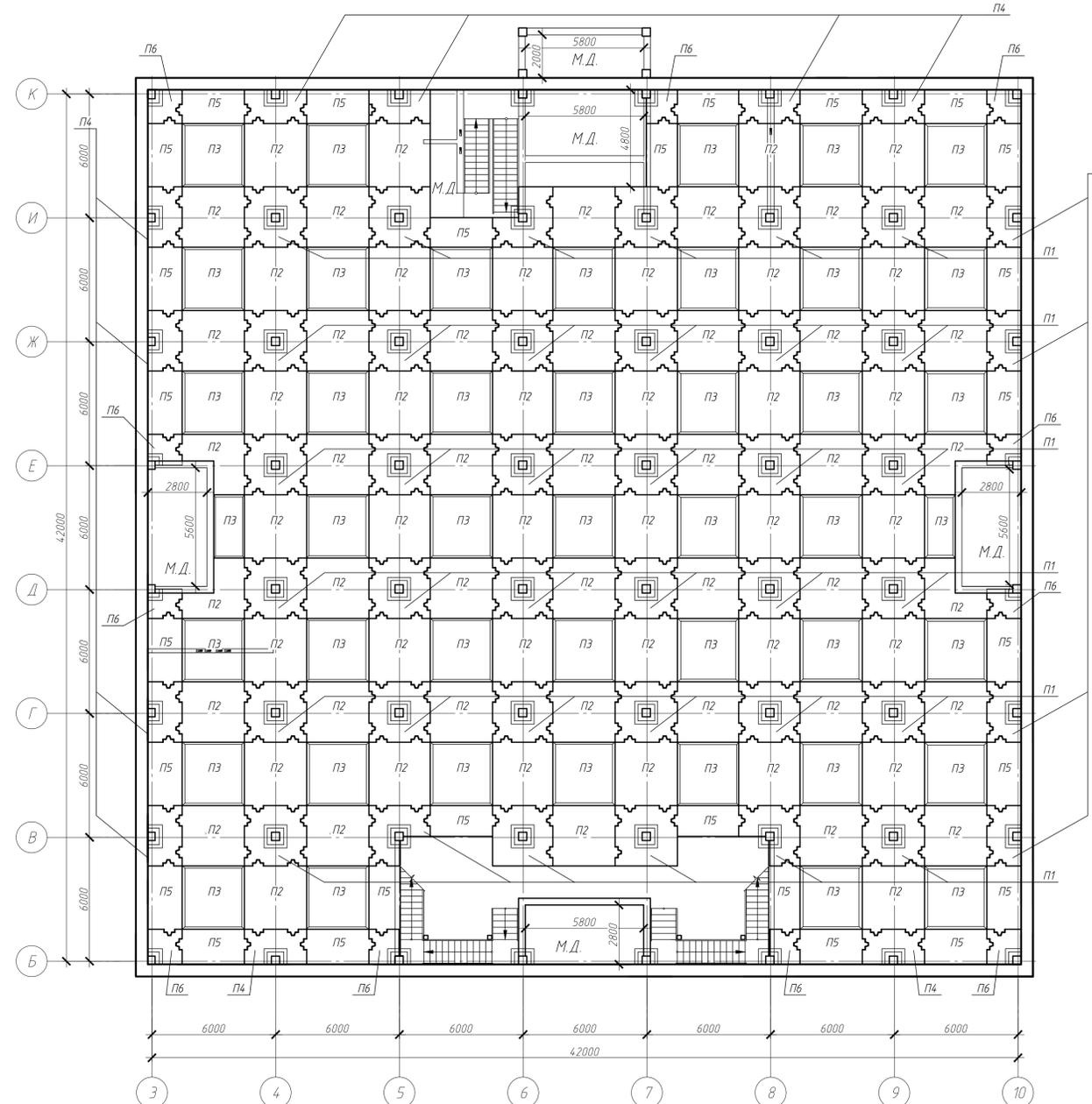
МР 46.24. БК ДР

Зм.	Арх.	М. документа	Підпис	Дата	Стадія	Маса	Масштаб
Виконав	Захарчук С.Ф.				Н		
Керівник	Роговий С.І.				Аркш 3	Аркшів 6	
Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону					СНАУ гр. БУД 2301-2м		

План фундаментів на відм.-2,100



План перекриття



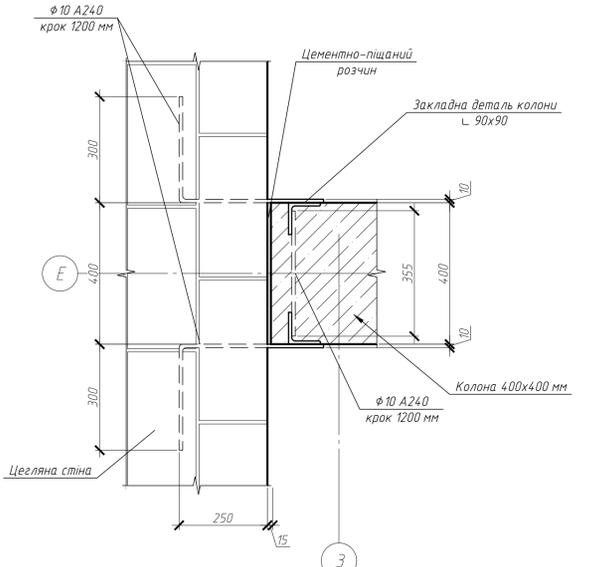
Специфікація фундаментів

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг.	Примітка
Ф-1	серія 1412-1/77	Ф Б10-4	42		
Ф-2	серія 1412-1/77	Ф Д14-6	20		
Ф-3	серія 1412-1/77	Ф Д16-6	2		
БФ-1	серія 1415-1 вил. 1	ФБ 6-31	28		
БФ-2	серія 1415-1 вил. 1	ФБ 6-36	11		
БФ-3	серія 1415-1 вил. 1	ФБ 6-38	5		

Специфікація перекриття

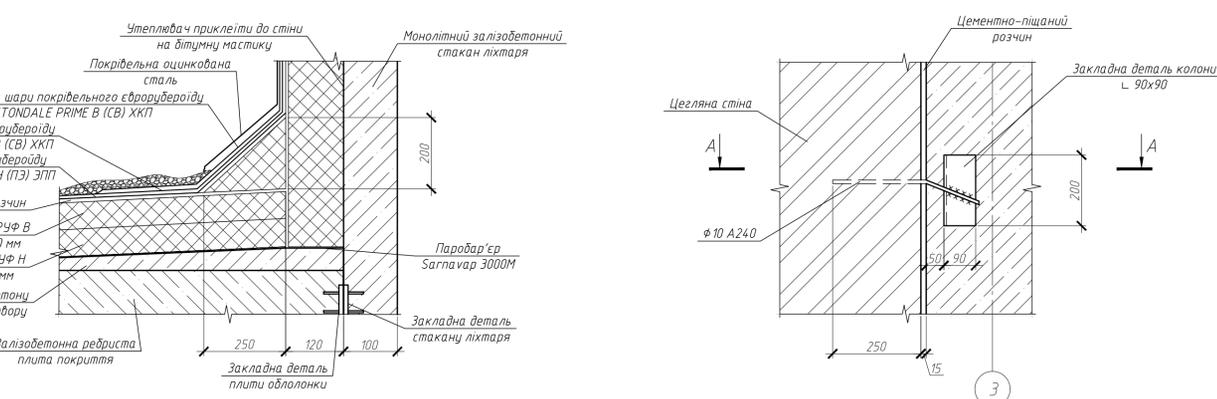
Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од. кг.	Примітка
П1	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	К 30-30	36		
П2	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	П 30-30	77		
П3	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	П 30-30	44		
П4	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	К 30-15	14		
П5	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	П 30-15	27		
П6	ДСТУ Б В.2.6-14.7.2010	К 15-15	11		

А-А



1/3

2/3



Погоджено:
 А1 Колієва
 Інв. № ор.
 Підп. та дата
 Зам. інв. №

МР 46.24. БК ДР

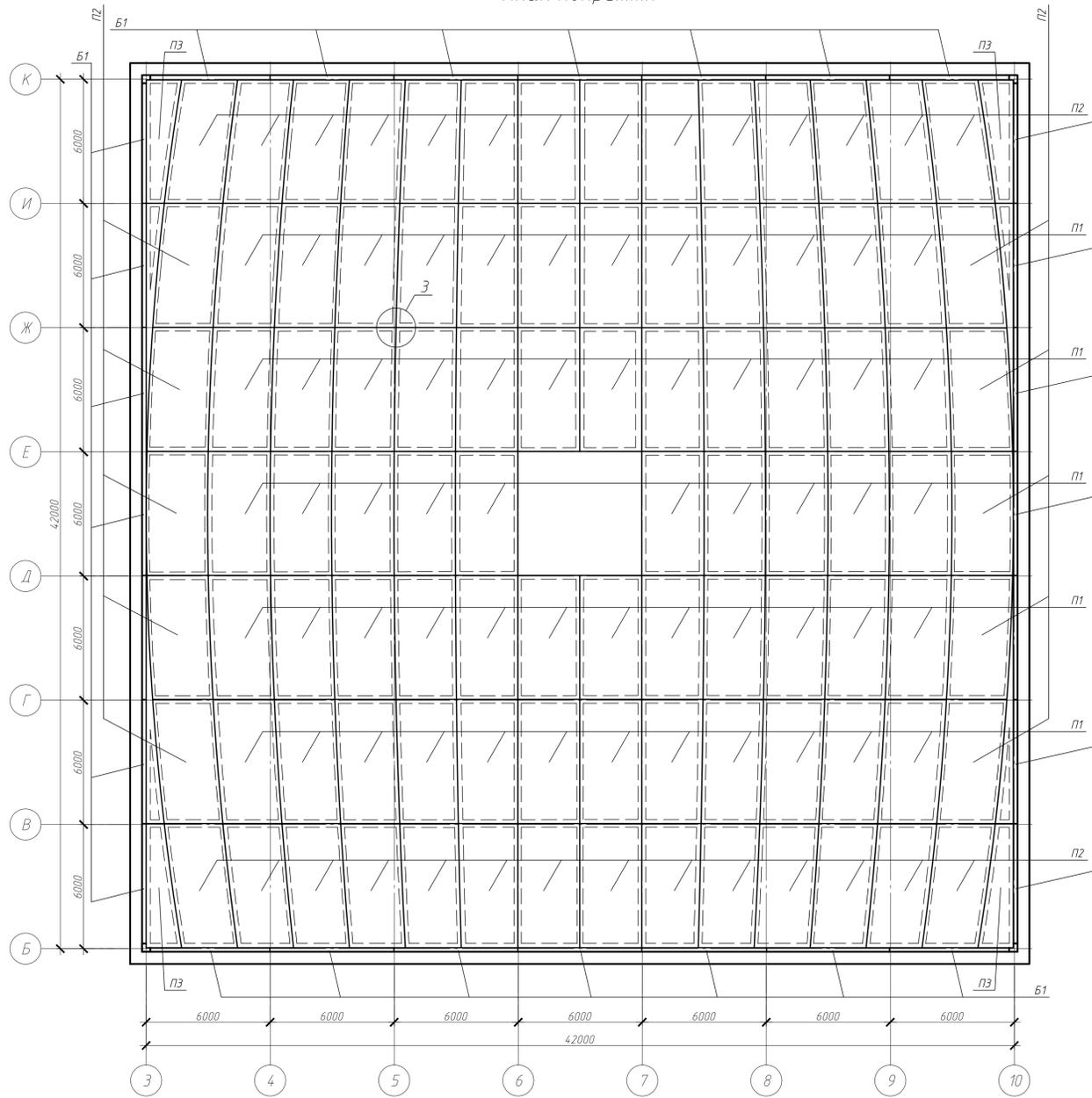
Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торізько-виставкового павільйону

СНАОУ гр. БУД 2301-2М

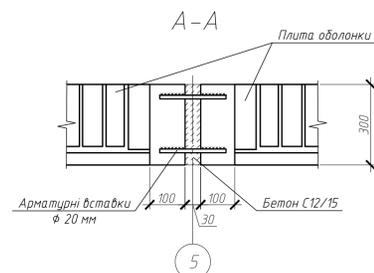
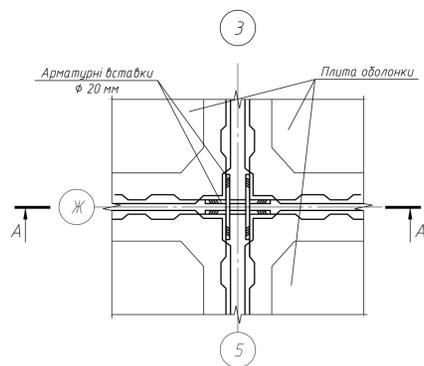
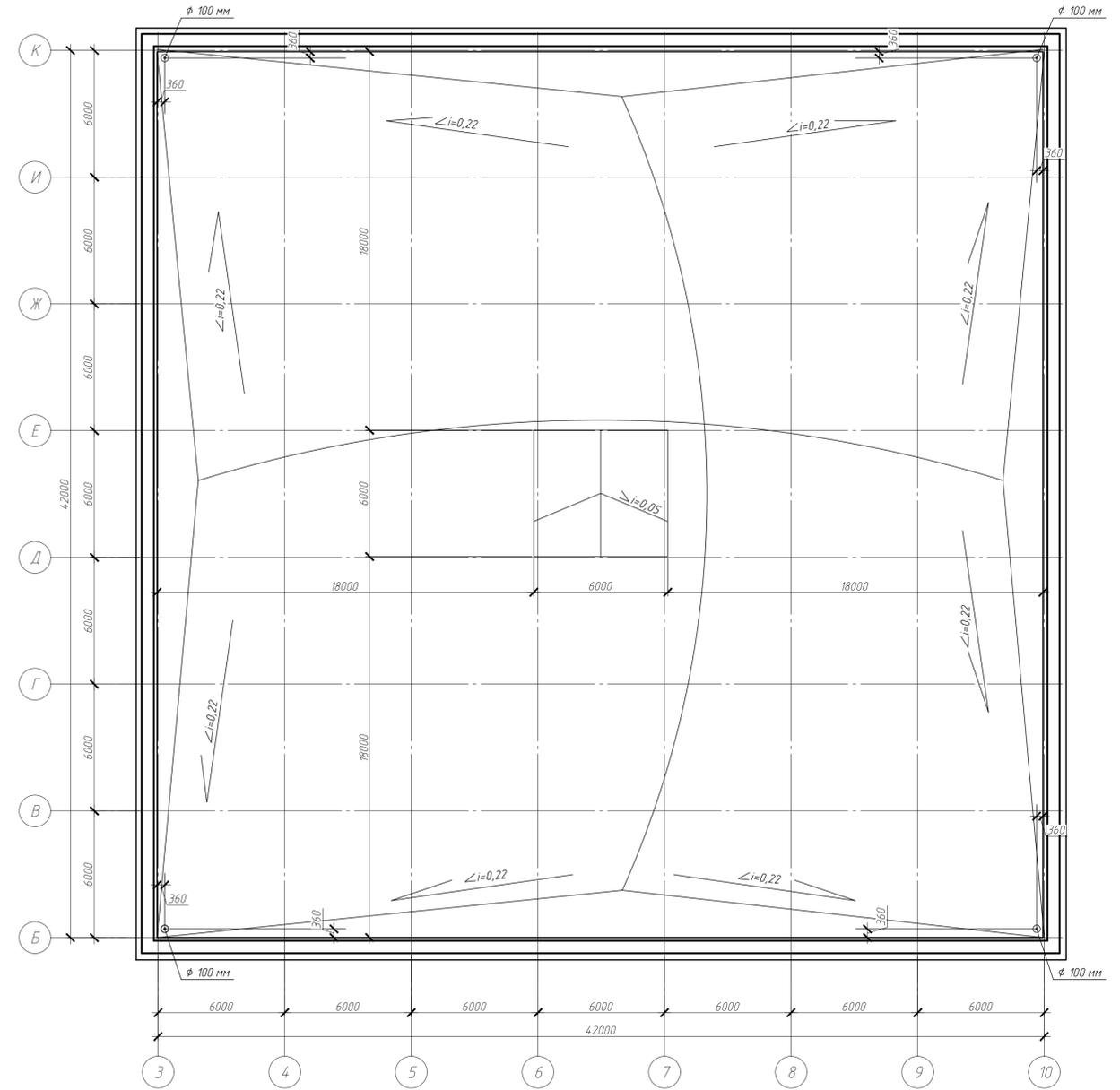
Аркш 4 Аркшів 6

Формат А1

План покриття



План покрівлі



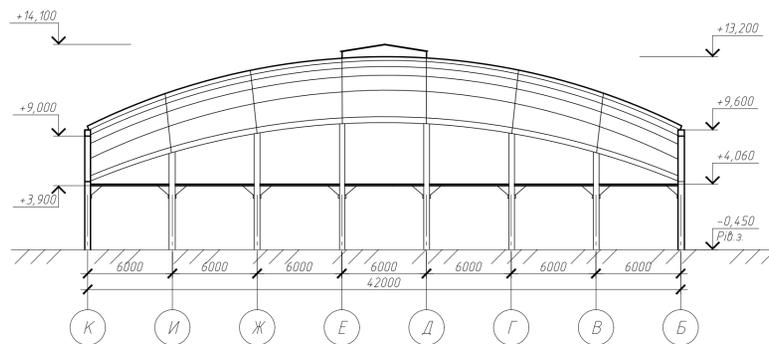
Специфікація елементів покриття

Марка, поз.	Позначення	Найменування	Кільк.	Маса од., кг.	Примітка
Б1	ДСТУ Б В.2.6-2:2009	Контурна балка, L= 6000 мм	28		
П1	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	58		
П2	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	38		
П3	ДБН В.2.6-98:2009	П 60-30	4		

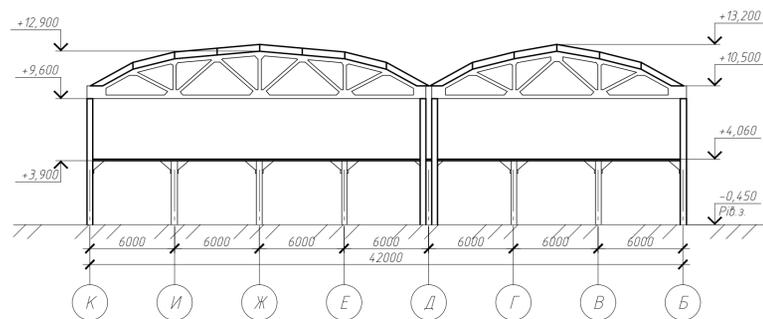
МР 46.24. БК ДР					Стая	Маса	Масштаб
Зм.	Арх.	М. документа	Підпис	Дата	Дослідження та вибір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону		
Виконав	Захарчук С.Ф.	Керівник	Роговий С.І.				
План покриття План покрівлі Специфікація елементів покриття					Аркш 5	Аркшів 6	СНАУ гр. БУД 2301-2м

Погоджено:
 Формат А1 Конявоб
 Інв. № ор. План та балка
 Зам. Інв. №

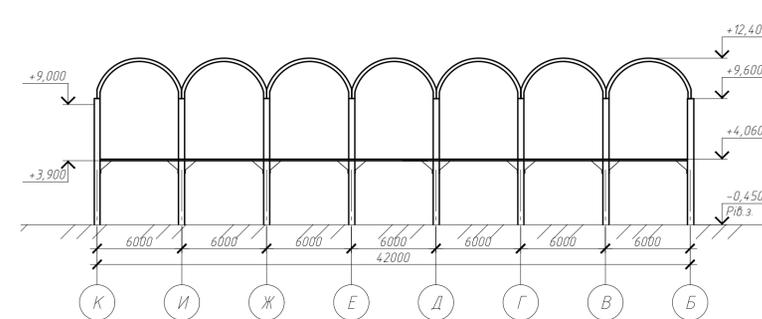
Збірна полого оболонка позитивної ГАУСОВОЇ КРИВИЗНИ



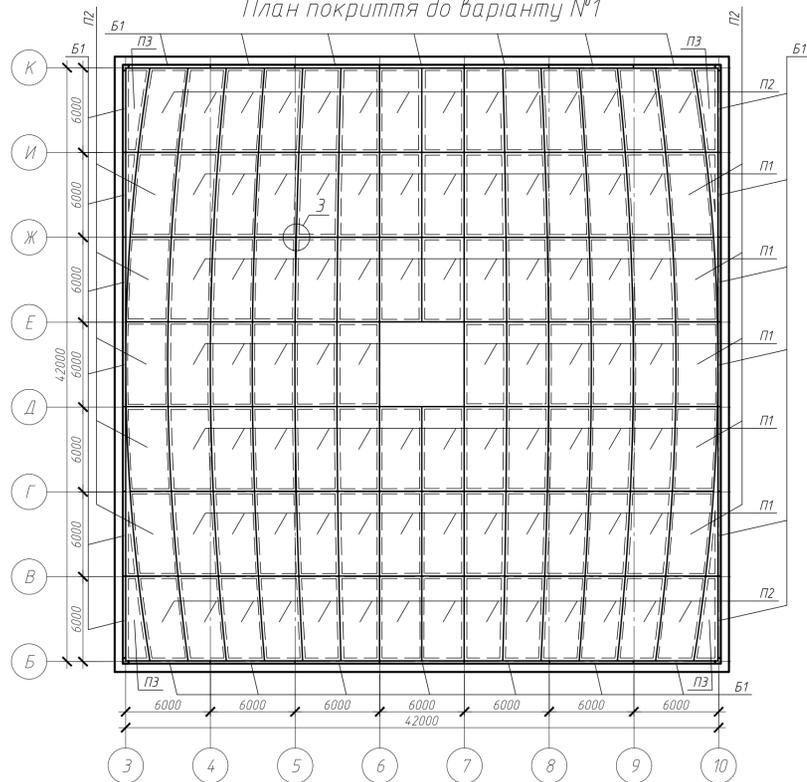
Плоскі панелі 3х6 м по сегментних фермах



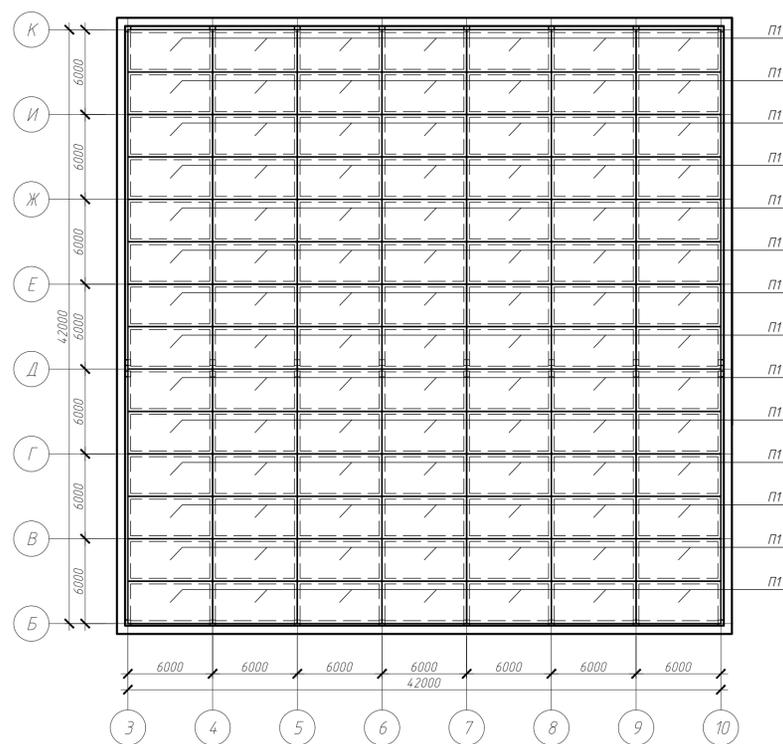
Циліндрична багатохвилюва монолітна оболонка



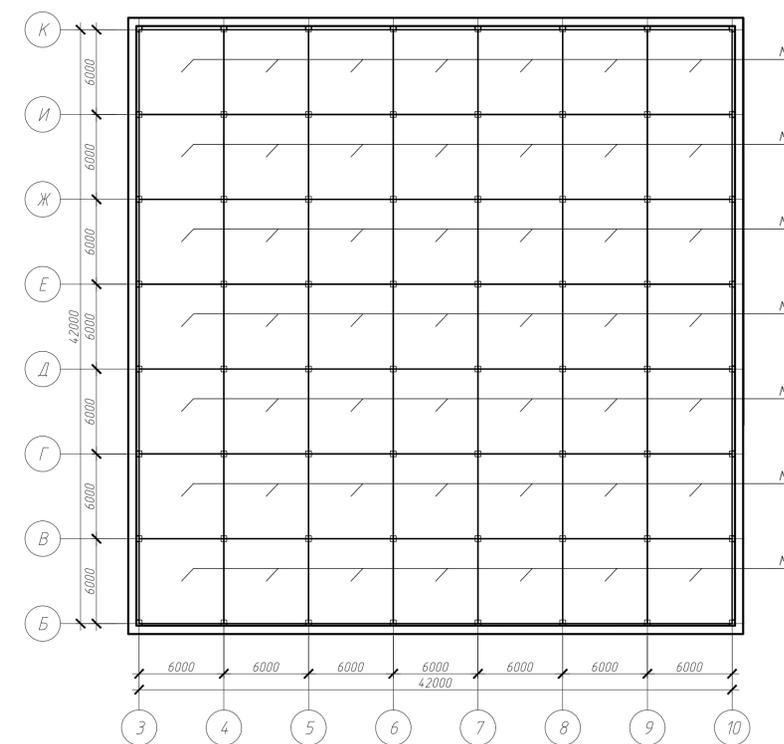
План покриття до варіанту №1



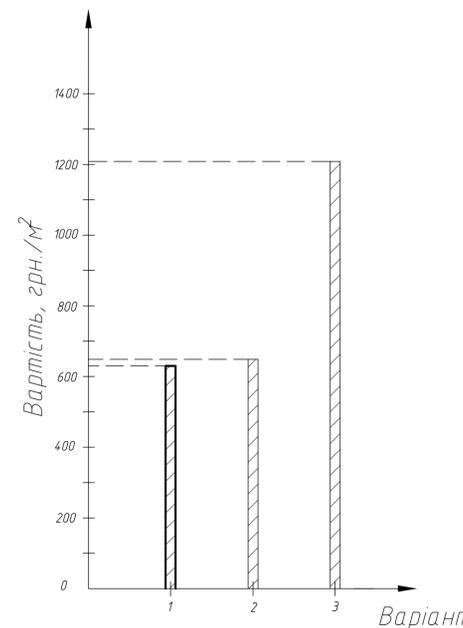
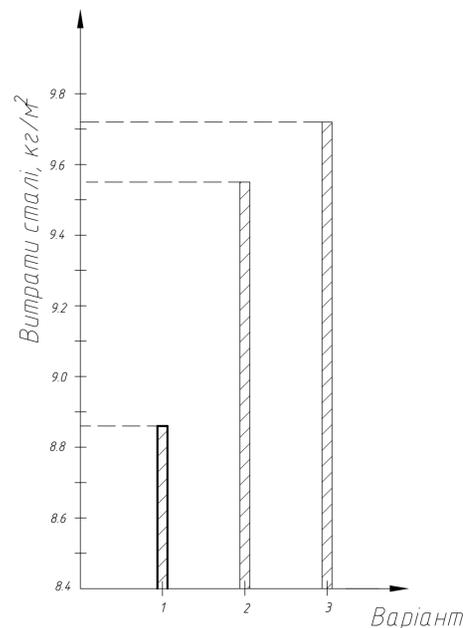
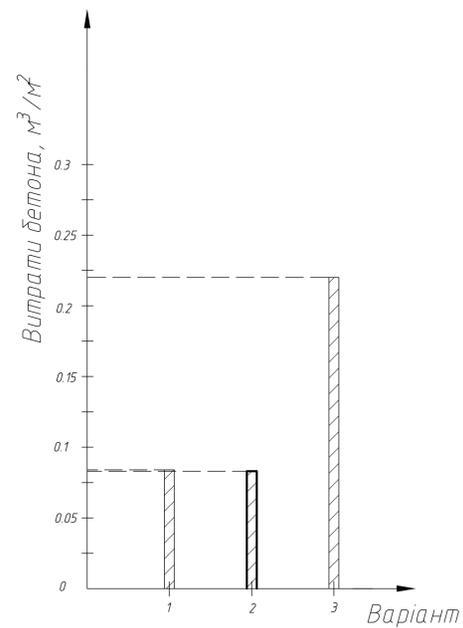
План покриття до варіанту №2



План покриття до варіанту №3



Графіки порівняння варіантів покриття



Погоджено

Формат А1 Коліясов

Інв. № ор. План та деталі Зам. Інв. №

				МР 46.24. БК ДР				
Зм.	Арх.	М. документа	Підпис	Дата	Дослідження та видір раціонального варіанту покриття торгівельно-виставкового павільйону	Стая	Маса	Масштаб
Виконав	Захарчук С.Ф.					Н		
Керівник	Роговий С.І.					Аркш 6	Аркшів 6	
Варіанти покриття. Плани варіантів покриття. Графіки порівняння варіантів покриття						СНАУ гр. БУД 2301-2М		
						Формат А1		