

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра: Будівельних конструкцій

## РОЗРАХУНКОВО-ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА ДО МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ

ОС « МАГІСТР »

**На тему:** *Проект спортивного комплексу в м. Суми*

Галузь знань : 19 "Архітектура та будівництво"  
Спеціальність : 192 "Будівництво та цивільна інженерія"

**Виконав:** *студент 2м курсу*  
*Мірошніченко Юрій Миколайович*

**Керівник :** *к.т.н., доцент Циганенко Людмила Анатоліївна*

**Завідувач кафедри:** *к.т.н., доцент Душин Владислав Вікторович*

СУМИ 2021

# РОЗДІЛ 1

## АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.

### 1.1. Ситуаційний план.

Проект Спортивний комплекс в м. Суми по вулиці Герасима Кондратьєва виконано відповідно до завдання на проектування та вимогам існуючих нормативних документів.

Спортивні будівлі проектують згідно з [1], в якому наведено вимоги до складу, площ і висоти приміщень, а також функціональні, гігієнічні, протипожежні та фізико-технічні вимоги до об'ємно-планувальних та конструктивних рішень.

Рельєф ділянки спокійний. За позначку 0.000 прийнята підлога першого поверху, що відповідає абсолютній позначці 175,50.

Розташування спортивного комплексу відображено на ситуаційному плані, який наведено на рис. 1.1.

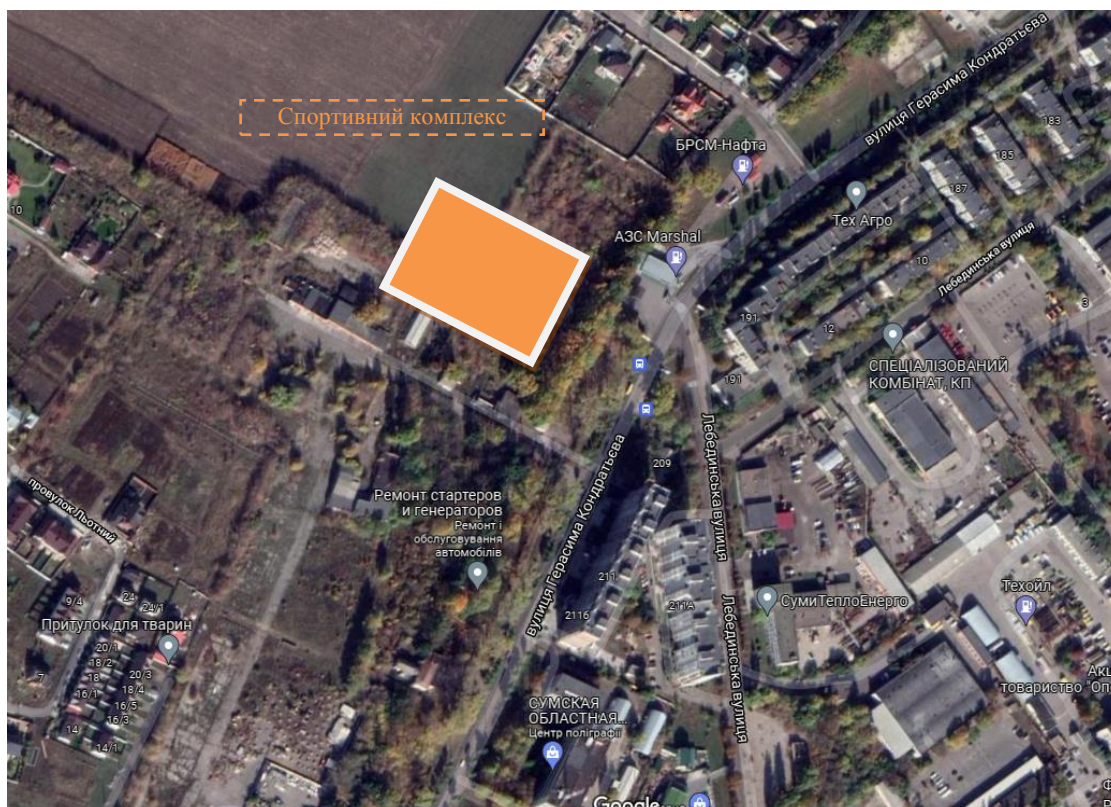


Рис. 1.1. Ситуаційний план.

Кліматологічні умови відповідно до [2] та [3]

- нормативне снігове навантаження 6 району: - 1670Па;

- нормативний швидкісний тиску вітру: - 420Па;
- розрахункова зимова температура зовнішнього повітря - мінус 27<sup>0</sup>С.

## **1.2. Об'ємно-планувальне рішення.**

Об'ємно-планувальні рішення спортивного комплексу в м. Суми по вулиці Герасима Кондратьєва оснований на вимогах [4] та [5].

Будівля складається з чотирьох блоків, та являє собою трьохповерхову блочну будівлю наближену до квадратної форми. Будівля має розміри у плані 131,40x105,77м, два з яких має закруглення по фасадній частині. Центральний вхід передбачено в блоці А. Додатково кожен з блоків має також окремі входи-виходи. Висота поверху у двоповерховій частині прийнята 4,8м, у триповерховій - 3,75м.

Будівля має поверх, що експлуатується, нижче відмітки 0.000.

Об'ємно-планувальні показники будівлі:

1. Площа загальна – 34880м<sup>2</sup>;
2. Площа робоча – 31605м<sup>2</sup>;
3. Площа забудови – 13666м<sup>2</sup>;
4. Будівельний об'єм надземної частини – 204990м<sup>3</sup>.

В будівлі передбачене розділення потоків спортсменів та глядачів. Глядачі безпосередньо з вестибюля попадають в хол першого поверху і з нього в коридор глядачів, звідки вони можуть потрапити в розважальну інфраструктуру. Також можна потрапити з іншої сторони фасаду на баскетбольну площадку там теж передбачено трибуни для глядачів.

Розміри та висоти залів та басейну обумовлюються специфікою занять для яких вони передбачені. Розміри ігрових залів обумовлюються розмірами ігрових майданчиків - розміри і висота майданчиків приймалися з врахуванням вимог [1].

За ступенем вогнестійкості будівля належить до другого ступеню. На кожному поверсі є не менше двох евакуаційних виходів.

Крім цього будівля обладнана зовнішніми пожежними драбинами та протипожежною сигналізацією, евакуаційним освітленням.

### 1.3. Архітектурно-конструктивне рішення.

Конструктивна схема спортивно-оздоровчого комплексу – монолітно каркасна, складається з несучих монолітних колон на які спираються суцільні монолітні плити перекриття товщиною 250мм. Просторова жорсткість каркасу забезпечується монолітними діафрагмами жорсткості. Надійність та стійкість монолітного просторового каркасу будівлі відповідає нормам [8].

#### Фундаменти.

У геологічній будові площадки беруть участь четвертинні відкладення, які представлено льосовими суглинками, важкими суглинками та глинами. Тип ґрунтових умов ділянки по просіданню - перший. Категорія складності інженерно-геологічних умов площадки - друга. За сейсмічними властивостями ґрунти площадки відносяться до третьої категорії.

На підставі вищевикладеного в проекті передбачаються фундаментна плита, що виконується з важкого монолітного залізобетону класу С25/30. Так як будівля складається з чотирьох блоків, які поділені деформаційними швами на окремі блоки, фундаментна монолітна плита під ними також поділена на чотири частини, висотою 600мм.

#### Стіни.

Зовнішні стіни самонесучі, виконано з газобетонних блоків UDK - 600x400x200 маркою газобетону D500, класом міцності на стиск В3,5 та утепленням гіпсовими плитами з наповненням пустот базальтовим волокном ROCKWOOL шаром 100мм.

Внутрішні перегородки неармовані виконані з газобетонних блоків UDK - 600x200x100 маркою газобетону D300, класом міцності на стиск В1.

Перегородки у ванних кімнатах – з керамічної цегли М75 на розчині М25 з армуванням дротом  $\varnothing$  4 Вр-І через 6 рядів кладки по висоті. Товщина перегородки 120мм.

Перемички над віконними отворами прийняті – брускові збірні залізобетонні по серії 1.1.381-1.

## Перекриття та покриття.

Перекриття та покриття прийнято суцільним монолітним товщиною 250мм. Монолітна плита виконана з бетону класу C25/30, армування проводиться сітками з арматури згідно[6].

В якості несучих конструкцій покриття застосовується просторова несуча конструкція у вигляді структурного покриття. Дана конструкція виконується з сталевих труб, матеріалом для яких є сталь С245. Вузли даної конструкції виконуються за допомогою ручного зварювання елементів конструкції. Металеві конструкції відповідають нормам [7].

## Сходи.

Зовнішні та внутрішні залізобетонні сходи запроектовано монолітні з бетону класу C20/25.

Огорожа сходів виконується металевою з дерев'яними поручнями. Висота огорожі складає 1200мм. Стійки огорожі кріпляться до закладних деталей маршів та площадок з кроком 600мм.

## Покрівля.

Передбачено влаштування двох типів покрівлі:

### 1. Тип:

- Гідроізоляційний килим Техноеласт - 2 шари;
- Вирівнююча стяжка з ЦПС М 100 -40мм;
- Утеплювач Руф Баттс|-200мм;
- Гідроізоляція - 1 шар рубемаст РНП;
- Залізобетонне покриття-250мм.

### 2. Тип:

- Гідроізоляційний килим Техноеласт - 2 шари;
- Вирівнююча стяжка з ЦПС М 100 -40мм;
- Утеплювач Руф Баттс|-200мм;
- Гідроізоляція -1 шар рубемаст РНП;
- Армований бетон (75+50)-125мм;
- Сталевий профільований настил Н 75-750-0.9;
- Балки настилу -240мм.

## Вікна.

Вікна металопластикові з однокамерним склопакетом (коефіцієнт теплопровідності 1,3), обов'язково з фрамугами які відчиняються для провітрювання приміщення, виконані за нормами [9].

## Двері.

Розміри внутрішніх дверних прорізів, самі двері прийняті металопластикові за нормами [9].

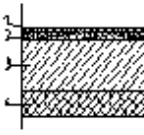
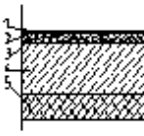
## Підлоги.

Вдало підібрана кольорова гама, гра відтінків та світлотіні надають споруді виразності та неповторності.

Типи підлог приймаються в залежності від призначення приміщення та процесів, що протікають в ньому та наведені в таблиці 1.1.

Таблиця 1.1.

### Типи підлог

Тип підлоги	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщини	Площа підлоги м <sup>2</sup>
П-1		1. Покриття – плитка керамограніт – 8-10мм. 2. Прошарок ц.-п. розчин, – 20мм. 3. Бетонна плита – 600мм. 4. Основа – ущільнений ґрунт.	1634,3
П-2		1. Покриття – лінолеум на основі – 5мм. 2. Прошарок з холодної мастики – 1мм. 3. Стяжка вирівнююча ц.-п. – 24мм. 4. Бетонна плита – 600мм. 5. Основа – ущільнений ґрунт.	1259,7

Тип підлоги	Схема підлоги	Елементи підлоги і їх товщини	Площа підлоги м <sup>2</sup>
П-3		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покриття – керамічна плитка – 8-10мм.</li> <li>2. Прошарок ц.-п. розчин, – 20мм.</li> <li>3. Суміш для гідроізоляції – 10мм.</li> <li>4. Бетонна плита – 600мм.</li> <li>5. Основа – ущільнений ґрунт.</li> </ol>	266,5
П-4		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Покриття – керамічна плитка – 10мм.</li> <li>2. Прошарок ц.-п. розчин, – 10мм.</li> <li>3. Вирівнююча стяжка – 30мм.</li> <li>4. Бетонна плита – 600мм.</li> <li>5. Основа – ущільнений ґрунт</li> </ol>	115,3
П-5		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паркет штучний «Клен» – 20мм</li> <li>2. Пружний елемент компенсації удару – 16мм.</li> <li>3. Опорна плита – 18мм.</li> <li>4. Гідроізолюючий шар – 15мм.</li> <li>5. Стяжка – бетон класу С12/15 – 45мм.</li> <li>6. Бетонна плита – 600мм.</li> <li>7. Основа – ущільнений ґрунт.</li> </ol>	861,1
П-6		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паркет штучний «Клен» – 20мм</li> <li>2. Пружний елемент компенсації удару – 16мм.</li> <li>3. Опорна плита – 18мм.</li> <li>4. Гідроізолюючий шар – 15мм.</li> <li>5. Стяжка – бетон класу С12/15 – 45мм.</li> <li>6. Монолітна з/б плита перекриття – 250мм.</li> </ol>	861,1

#### 1.4. Інженерні-розрахунки.

Розрахунок зовнішньої стінової огорожі на опір теплопередачі.

Район будівництва – місто Суми (перша зона кліматичного районування та друга зона вологості – “нормальна”).

Нормативний опір теплопередачі:

$$R_{TP}^0 = 3,3 \text{ м}^2 \cdot \text{K} / \text{Вт},$$

де:

$R_{TP}^0$  - нормативний опір теплопередачі.

Вологісний режим приміщень – нормальний.

Умови експлуатації конструкцій – Б.

Конструкція стіни наведена на рис. 1.2.

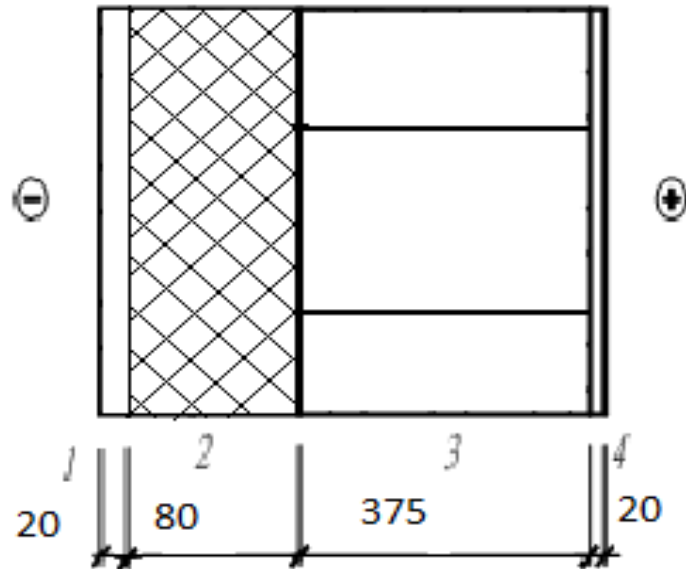


Рис. 1.2. Конструкція стіни.

Визначаємо питомий опір теплопередачі огорожувальної конструкції за формулою:

$$R_0 \geq \sum R_i + R_v + R_n ,$$

де:

$\sum R_i$  - це сума термічних опорів всіх шарів конструктивного елементу;

$$R_v = 0,115, R_n = 0,05;$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{pi}},$$

де:

$\delta_i$  – товщина і-того шару конструкції, м;

$\lambda_{pi}$  – коефіцієнт теплопровідності і-того шару конструкції, Вт/м·К<sup>0</sup>.

1. Цементно-піщаний розчин  $\delta_1=0.02\text{м}$ ,  $\gamma_1=1800 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_1=0.81 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$

$$R_1 = \frac{0,02}{0,81} = 0,025 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

2. Блоки з ніздрюватого бетонну -  $\delta_1=0.375\text{м}$ ,  $\gamma_3=400 \text{ кг/м}^3$ ,  $\lambda_3=0.22 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$

$$R_2 = \frac{0,0375}{0,22} = 1,7 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

3. Цементно-піщаний розчин  $\delta_1=0.02\text{м}$ ,  $\lambda_4=0.81 \text{ Вт/м}^{\circ}\text{К}$   $\gamma_1=1800 \text{ кг/м}^3$

$$R_3 = \frac{0,02}{0,81} = 0,025 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Обчислюємо  $R_0$

$$R_0 = 0.031 + 0.025 + 1.7 + 0.025 + 0.115 + 0.05 = 1.946 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Умова не виконується, тому обчислюємо оптимальну товщину утеплювача.

$$\delta_2 = (R_{\text{нр}} - R_0 + R_2) \cdot \lambda_2 \cdot b$$

$$\delta_2 = (3.3 - 1.946) \cdot 0.042 \cdot 1.2 = 0.07 \text{ - приймаємо товщину утеплювача } 10\text{см}$$

$$R_2 = \frac{0,10}{0,42} = 2,4 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

Проводимо перерахунок теплового опору стіни:

$$R_0 = 0.031 + 2.4 + 0.025 + 1.7 + 0.025 + 0.115 + 0.05 = 4.35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

$$R^{\text{нр}} = 3,3 \leq 4,35 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$$

умова виконується.

## РОЗДІЛ 2 ДОСЛІДНИЦЬКО-РОЗРАХУНКОВИЙ

### 2.1. Дослідницький

#### 2.1.1 ВСТУП

*Актуальність теми дослідження:* великі прольоти спортивних будівель вимагають від проектувальників складних конструктивних рішень, які повинні відповідати особливостям споруд, зокрема мова йде про конструкції покриття. В роботі [10] показано, що «просторові покриття дають змогу надати будівлям значну архітектурну виразність та функціональність, за рахунок перекриття великих площ без використання допоміжних опор. Полегшені, порівняно з залізобетоном металеві стержневі конструкції, є більш економічно ефективними та значно легші для здійснення процесу монтажу».

Саме тому, конструктивне рішення великопролітного покриття є важливим та відповідальним питанням при проектуванні спортивних будівель та споруд.

*Мета та задачі дослідження:* отримання ефективного типу утворюючої решітки структурного покриття за показниками мінімальної матеріалоемності

Задачами досліджень є:

1. Моделювання розрахункових схем просторових покриттів в ПК ЛИРА-САПР з різними розмірами структурної ґратки, а саме 2x2, 3x3, 6x6 але при одній й тіж самій висоті структурного покриття.

2. Дослідження напружено-деформованого стану елементів структурного покриття при зміні розмірів структурної ґратки.

3. Визначення показників матеріаломісткості варіантів покриттів

*Об'єкт дослідження:* металеве структурне покриття розміром **56x30** м

*Предмет дослідження:* напружено-деформований елементів структурних ґраток та покриття в цілому.

*Методи дослідження:* аналіз літературних джерел, моделювання розрахункових схем на ПК Лира-САПР з отриманням результатів напружено-деформованого стану конструкцій, аналіз отриманих результатів.

### **Основний зміст роботи.**

Просторові структурні конструкції – це система так званих структурних ґраток. Важливим питанням, яке постає перед проектувальником це визначення:

- оптимального розміру структурної ґратки
- оптимальної висоти структурного покриття в цілому

Це дозволить отримати таке конструктивне рішення просторового покриття, яке б відповідало показникам міцності та жорсткості та при цьому мала найменшу можливу вагу при виконанні вище перелічених умов [11].

Для того, щоб визначити оптимальне конструктивне рішення структурного покриття необхідно провести порівняльні розрахунки декілька типів покриттів.

В даній дослідницькій роботі проведено аналіз роботи металевого структурного покриття розміром в плані 56х30 м з елементами, що виконано з металевих труб.

Розрахунку підлягає покриття, що розташовано у блоці Г даної будівлі. з наступними варіантами конструктивного рішення:

**1 варіант** – структурне покриття з ґраткою 2х2м висотою 3м;

**2 варіант** - структурне покриття з ґраткою 3х3м висотою 3м;

**3 варіант** - структурне покриття з ґраткою 6х6м висотою 3м;

Розрахунок проводився на програмному комплексі Лира-САПР кришталева решітка приймалася кінцевим елементом 10 типу, а покриття кінцевим елементом 44 типу, обробка результатів та побудова графіків проводилася за допомогою Excel.

Просторове покриття розраховувалось на постійні та тимчасові навантаження, що складалося з власної ваги елементів, ваги покрівлі та снігу, що приклада-

лося у вигляді рівномірно розподіленого навантаження на пластинчаті елементи, дивись таблицю 2.1.

### Діючі навантаження

Табл.2.1

Найменування	Характеристичне навантаження, кПа	Коеф-т надійності	Розрахункове навантаження, кПа
Гідроізоляційний килим Техноеласт -2 шар	0.08	1.2	0.096
Вирівнююча стяжка з ЦПС М 100-40 мм	0.54	1.3	0.702
РУФ БАТТС	0.12	1.2	0.144
Гідроізоляція -1 шар рубемаст РНТ	0.04	1.2	0.048
Армований бетон 125 мм	1.6	1.3	2.08
Сталевий профільний настил Н 75-750-0.9	0.3	1.05	0.315
Всього	2.06	-	3.385
Снігове навантаження	0.687	1.14	0.78318
Всього	0.687	-	0.78318
Всього по навантаженню	2.747	-	4.16818

При розрахунку покриття приймалося таке спрощення: усім елементам було призначено один тип жорсткості за один розрахунок, таблиця 2.2.

### Типи жорсткості

Табл.2.2

Тип жорсткості	Назва	Параметри (переріз - (см) жорсткості - (т, м) розп. вага - (т, м) )
1	Труба 127 x 10	$q=0.0288422$
		$EI_y=77211.5, EI_z=133$
		$EI_z=133, GI_k=101$
		$Y_1=2.71, Y_2=2.71, Z_1=2.71, Z_2=2.71, R_U Y=0, R_U Z=0$

Це було зроблено для того, щоб проаналізувати вплив жорсткості структурної ґратки на напружений стан покриття в цілому.

Після отримання та проведення аналізу трьох варіантів покриття, буде обрано кінцевий варіант, який подалі буде розрахований на міцність та стійкість несучих елементів.

## 2.2 Аналіз роботи просторового покриття

### Аналіз роботи просторового покриття за 1им варіантом

Розрахункова схема просторового покриття в 3D приведена на рисунку 2.1. Аналіз розрахунку буде проводитися за грачними прогинами (деформаціями) та напруженим станом.

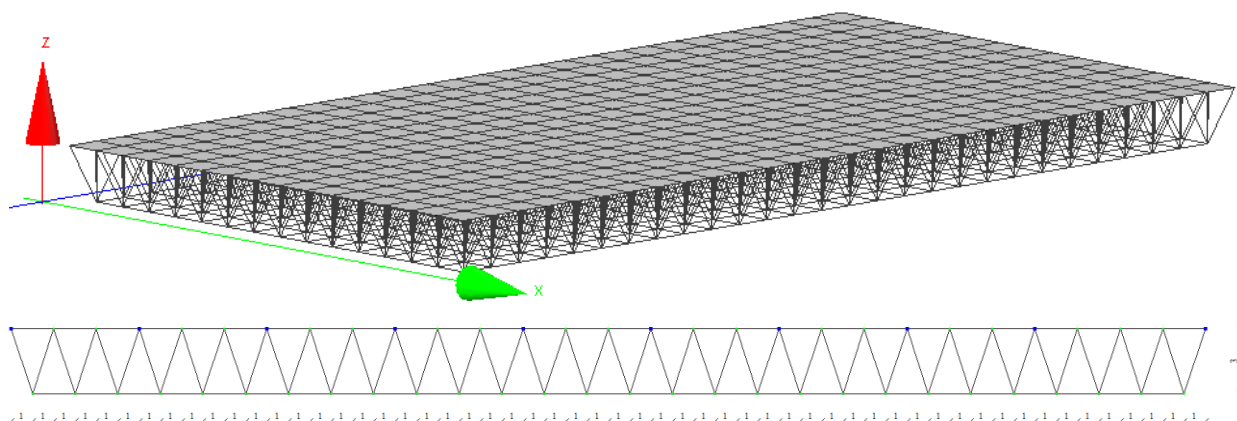


Рисунок 4.1 Розрахункова схема 1го варіанту.

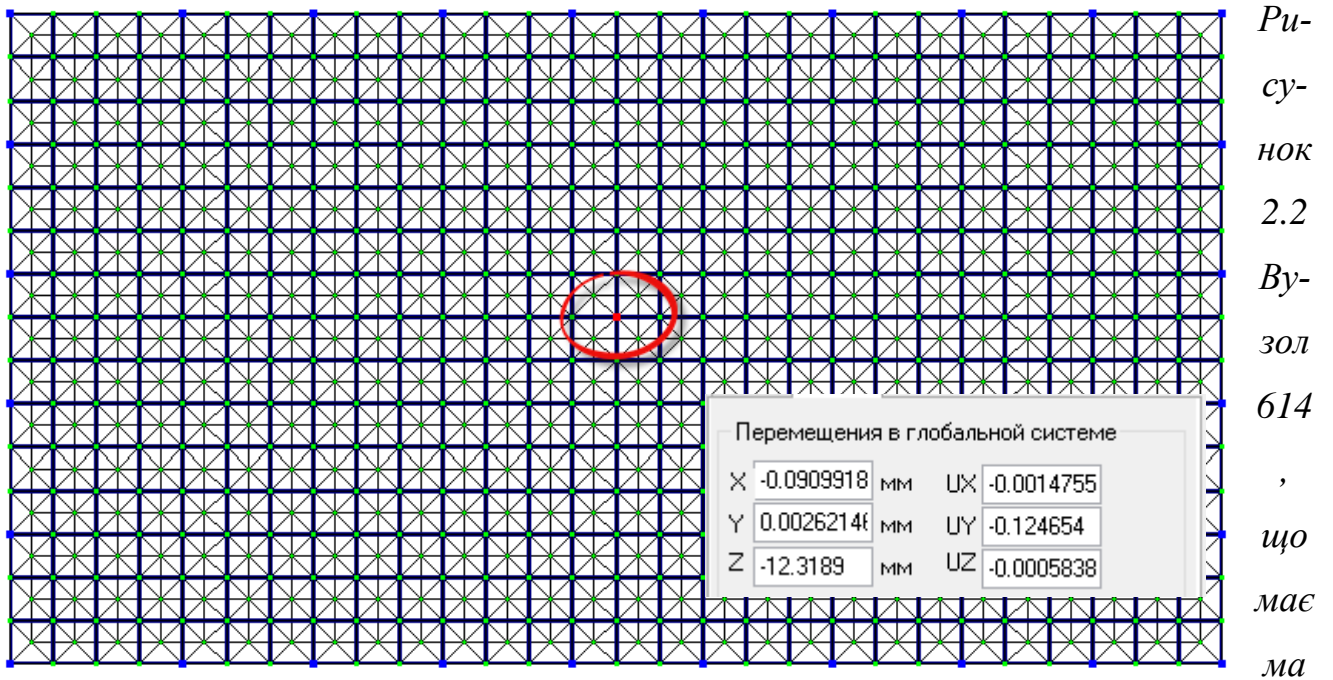
#### Аналіз за деформаціями

Аналізу підлягає показник граничного прогину центральної частини покриття. Величина граничного прогину приймається у відповідності до[12].

Визначаємо величину граничного прогину, враховуючи розміри конструкції:

$$[f] = \frac{1}{300} L = \frac{1}{300} 56 = 18,5 \text{ см}$$

Деформована схема покриття показує, рисунок 2.2, що максимальний прогин отримав центральний вузол № 614, схема повернута на  $90^{\circ}$ .



Рисунки 2.2 Вузоль 614 , що має ма

аксимальний прогин , (схема повернута на 90°)

Загальний аналіз за деформаціями показав рівномірну схему, на рисунку 2.3 показано фрагмент середньої частини покриття з нумерацією елементів.

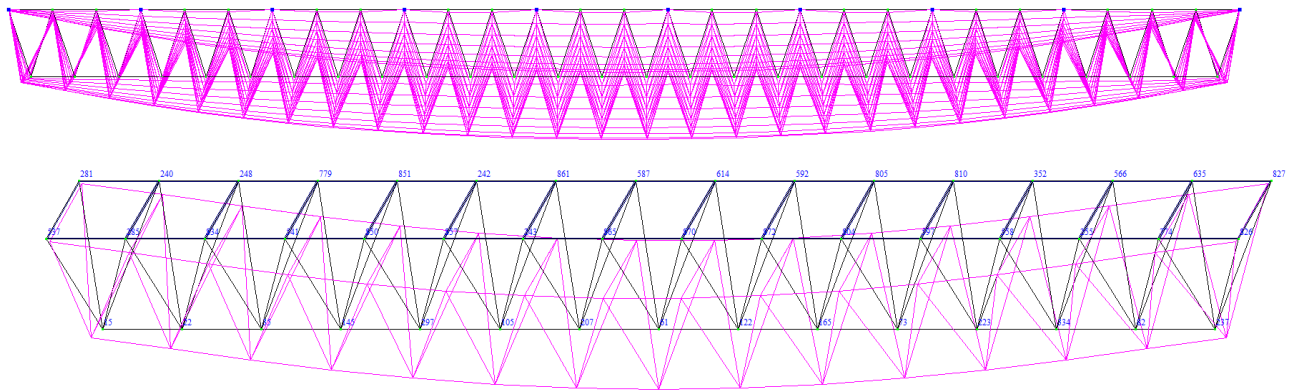


Рисунок 2.3 Деформована схема

В таблиці 2.3 приведемо чисельні значення переміщень середньої лінії покриття.

## Величини переміщень

Табл.2.3

№ узла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)
15	- 2.412	- 0.009	- 1.705
22	- 2.334	- 0.023	- 4.035
35	- 2.138	- 0.037	- 6.315
61	0.000	- 0.077	- 12.325
73	1.450	- 0.061	- 10.032
82	2.334	- 0.023	- 4.035
105	- 1.001	- 0.070	- 11.288
122	0.511	- 0.075	- 12.063
145	- 1.836	- 0.050	- 8.349
165	1.001	- 0.070	- 11.288
207	- 0.511	- 0.075	- 12.063
223	1.836	- 0.050	- 8.349
237	2.412	- 0.009	- 1.705
297	- 1.450	- 0.061	- 10.032
334	2.138	- 0.037	- 6.315

Для наглядного сприйняття, результати прогинів показано на рисунку 2.4

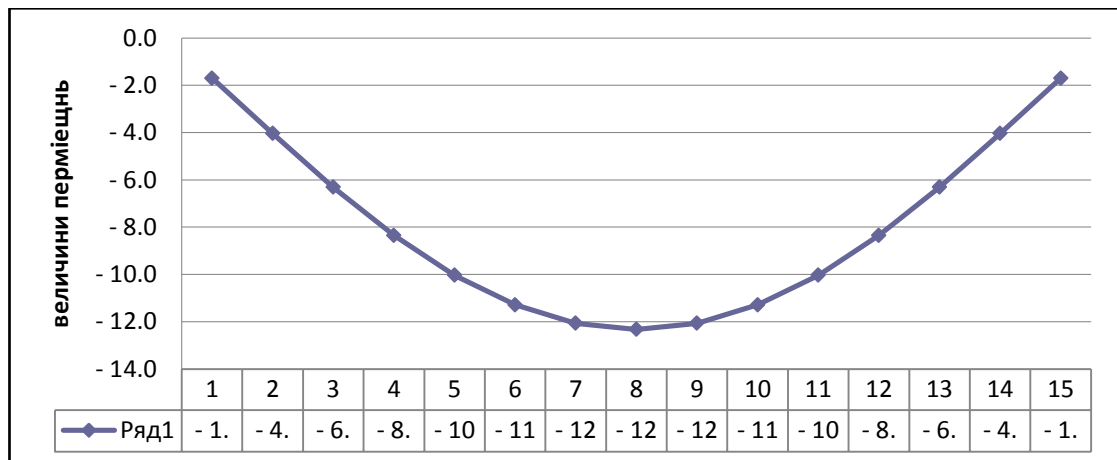
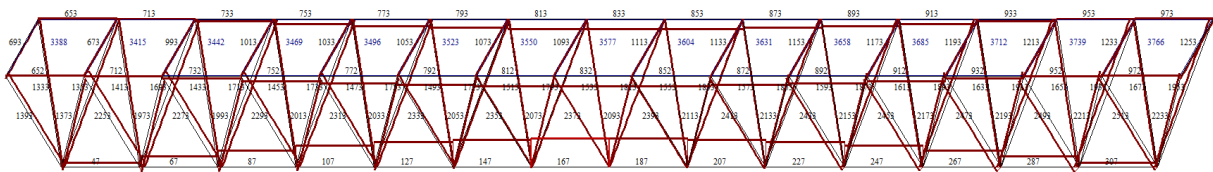
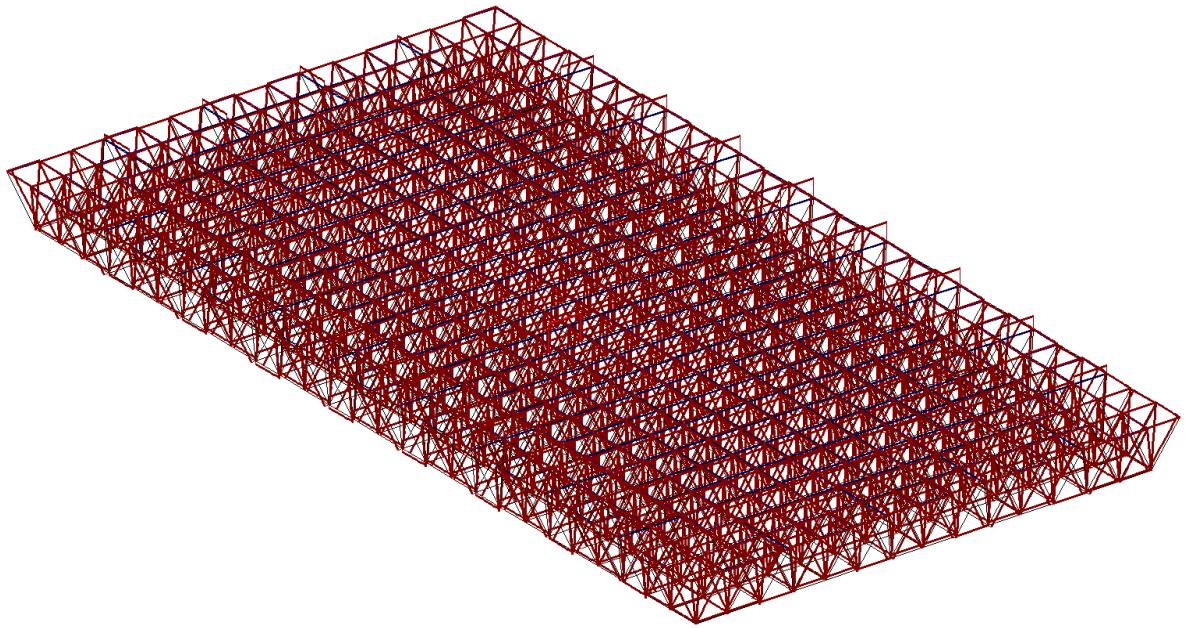


Рисунок 2.4. Діаграма прогинів

### Аналіз за напруженим станом

Аналіз напруженого стану проводиться за елементами, що отримали максимальні значення зусиль, а саме максимальні величини розтягу та стиску. Як показує аналіз, це елемент № 167, який належить центральній прольотній частині покриття, рисунок 2.3



**Рисунок 2.4 Епюра повздовжніх зусиль**

**Величини зусиль**

Табл.2.4

<u>№ элем</u>	<u>№ сечен</u>	<u>N</u> (Т)	<u>My</u> (Т*М)	<u>Qz</u> (Т)	<u>Mz</u> (Т*М)
47	1	3.016	- 0.036	0.040	0.003
47	2	3.016	0.028	0.024	- 0.003
67	1	7.586	- 0.030	0.041	0.002
67	2	7.586	0.036	0.025	- 0.003
87	1	11.642	- 0.021	0.036	0.002
87	2	11.642	0.034	0.020	- 0.002
107	1	14.896	- 0.012	0.029	0.002
107	2	14.896	0.031	0.014	- 0.002
127	1	17.322	- 0.004	0.023	0.001
127	2	17.322	0.027	0.008	- 0.001
147	1	18.929	0.004	0.017	0.001
147	2	18.929	0.022	0.001	- 0.001

167	1	19.729	0.011	0.011	0.000
167	2	19.729	0.017	- 0.005	0.000
187	1	19.729	0.017	0.005	0.000
187	2	19.729	0.011	- 0.011	0.000
207	1	18.929	0.022	- 0.001	- 0.001
207	2	18.929	0.004	- 0.017	0.001
227	1	17.322	0.027	- 0.008	- 0.001
227	2	17.322	- 0.004	- 0.023	0.001
247	1	14.896	0.031	- 0.014	- 0.002
247	2	14.896	- 0.012	- 0.029	0.002
267	1	11.642	0.034	- 0.020	- 0.002
267	2	11.642	- 0.021	- 0.036	0.002
287	1	7.586	0.036	- 0.025	- 0.003
287	2	7.586	- 0.030	- 0.041	0.002
307	1	3.016	0.028	- 0.024	- 0.003
307	2	3.016	- 0.036	- 0.040	0.003

Максимальне зусилля стиску в елементі №833 складає  $N=-70.2$  кН

Загальний напружений стан в елементах, що моделюють покриття приведено на рисунку 2.5

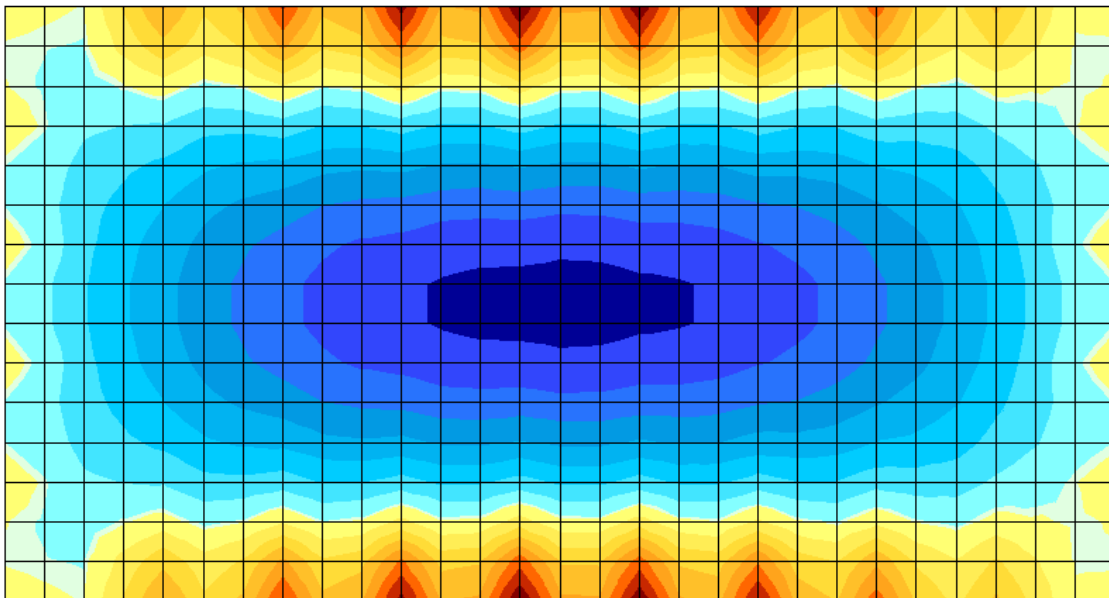


Рисунок 2.5 Головні напруження в обшивці покриття

## Аналіз роботи структурного покриття за 2м варіантом

Структурне покриття за другим варіантом розраховувалось аналогічно першого варіанту, аналізувалися ті ж самі напрямки, точки деформації та елементи з величинами зусиль. Розрахункова схема покриття за 2м варіантом приведена на рисунку 2.6

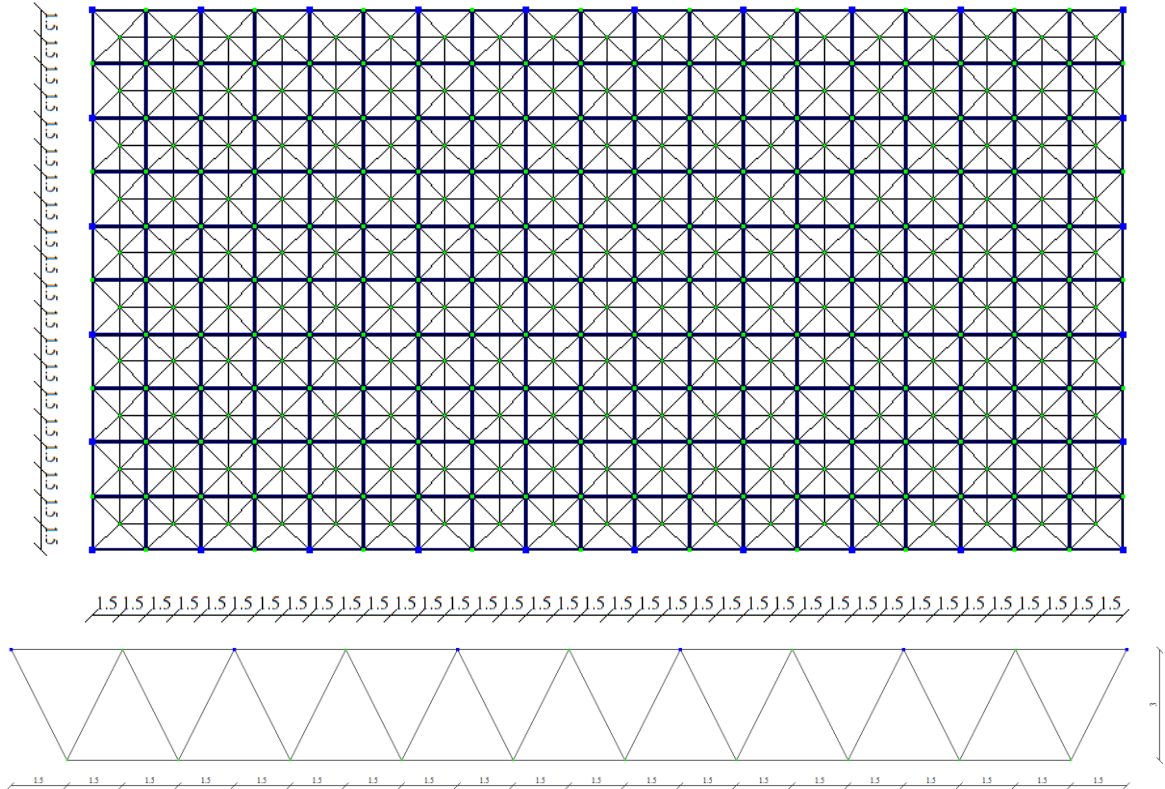


Рисунок 2.6 Розрахункова схема 2го варіанту.

Аналіз за деформаціями проводиться аналогічно аналізу першого варіанту. Деформована схема покриття показує, рисунок 2.7, що максимальний прогин отримав центральний вузол № 133

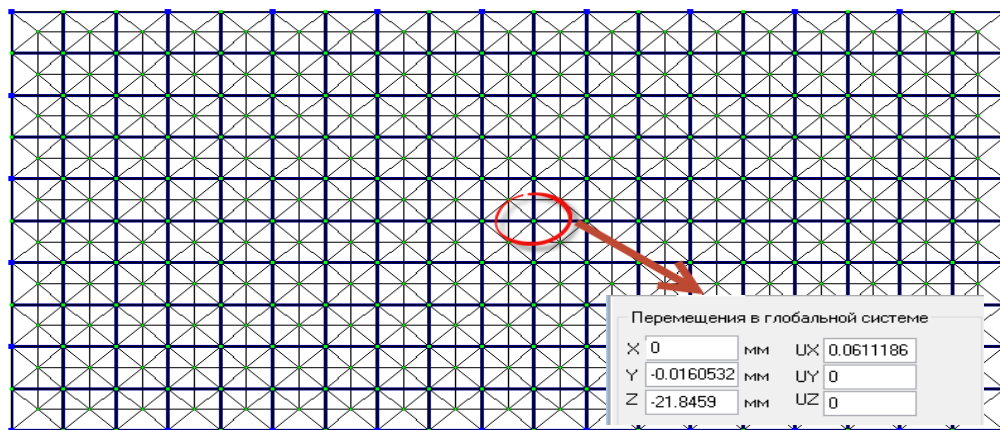
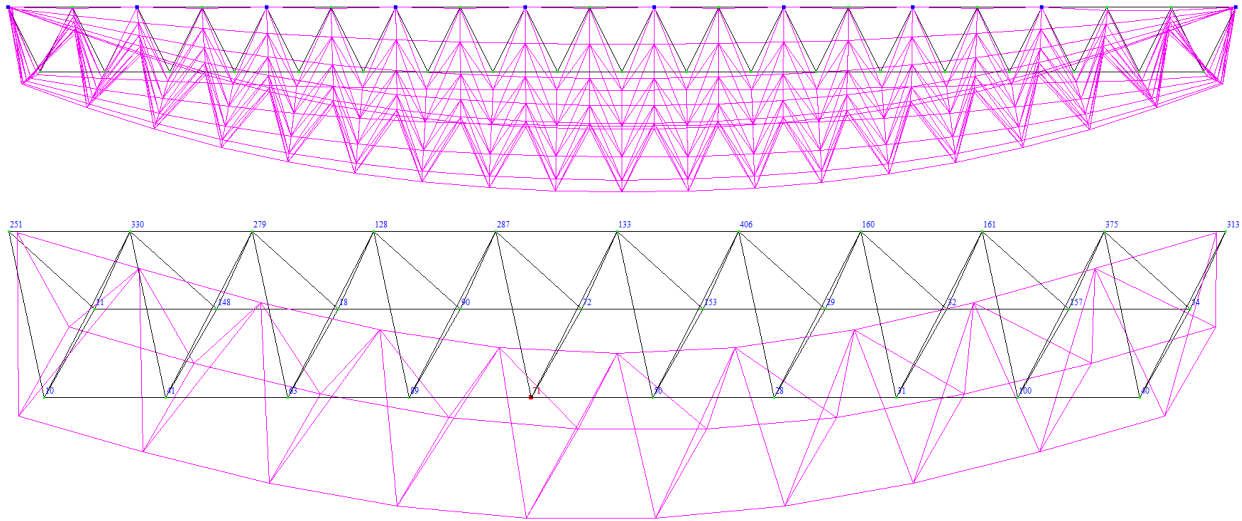


Рисунок 2.7 Схема з максимальним переміщенням вузлів



*Рисунок .2.8 Деформановні схеми з нумерацією вузлів*

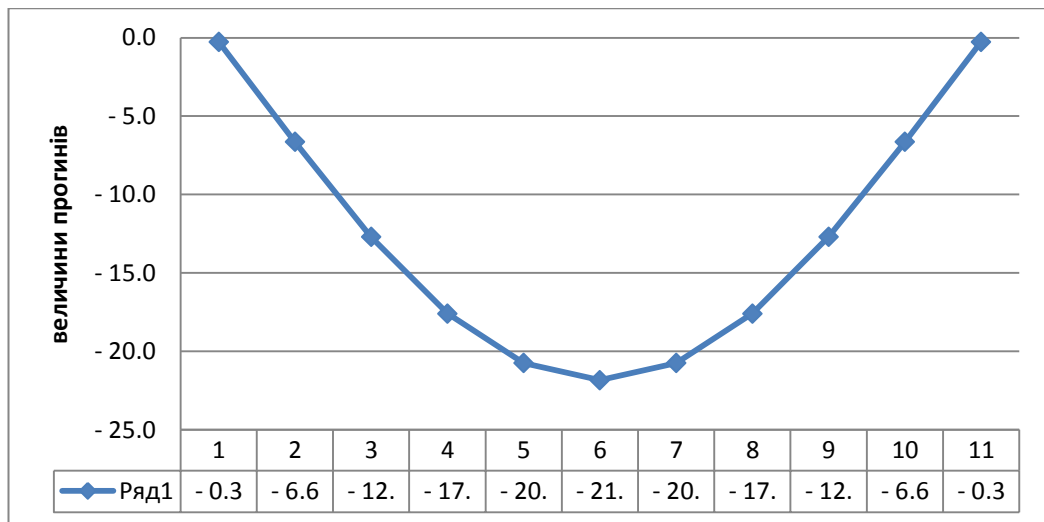
В таблиці 2.5 приведемо чисельні значення переміщень середньої лінії покриття.

### Величини переміщень

Табл.2.5

№ вузла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)
128	1.136	0.035	- 17.590
133	0.000	0.043	- 21.836
160	- 1.136	0.035	- 17.590
161	- 1.490	0.026	- 12.700
251	1.593	- 0.002	- 0.258
279	1.490	0.026	- 12.700
287	0.613	0.041	- 20.746
313	- 1.593	- 0.002	- 0.258
330	1.631	0.013	- 6.636
375	- 1.631	0.013	- 6.636
406	- 0.613	0.041	- 20.746

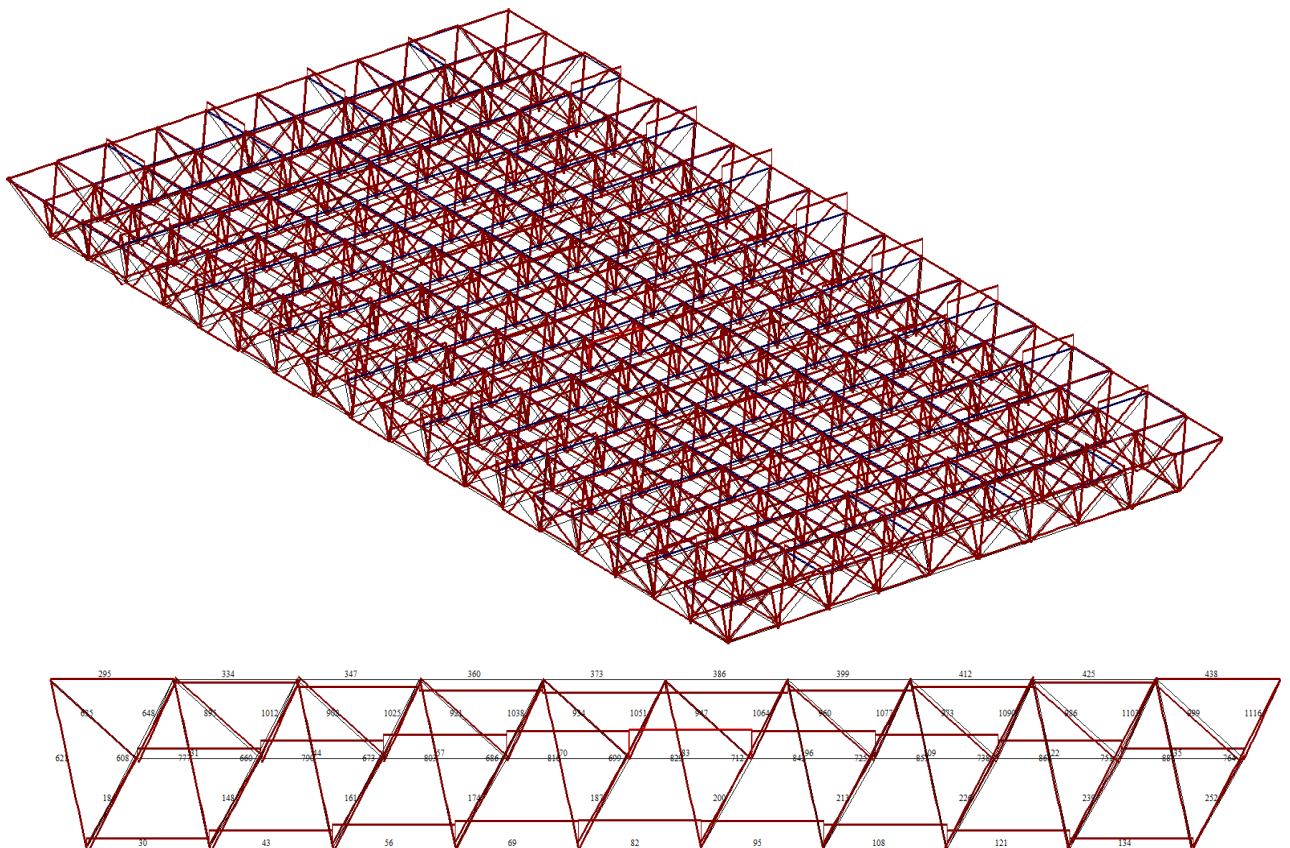
Для наглядного сприйняття результати прогинів показано рисунку 2.9.



*Рисунок 2.9. Діаграма прогинів*

### **Аналіз за напруженим станом**

Аналіз напруженого стану проводиться за тими ж елементами, що і у 1му варіанті, але до аналізу також залучено напрямки, які показали інші результати. Аналізувалися елемент № 82, який належить нижньому поясу та № 83, який належить верхній частині поясу, рисунок 2.10, в елементі №83 дещо більші значення зусиль  $N=357\text{кН}$ .



*Рисунок 2.10 Схема з елементами, що підлягають розрахунку.*

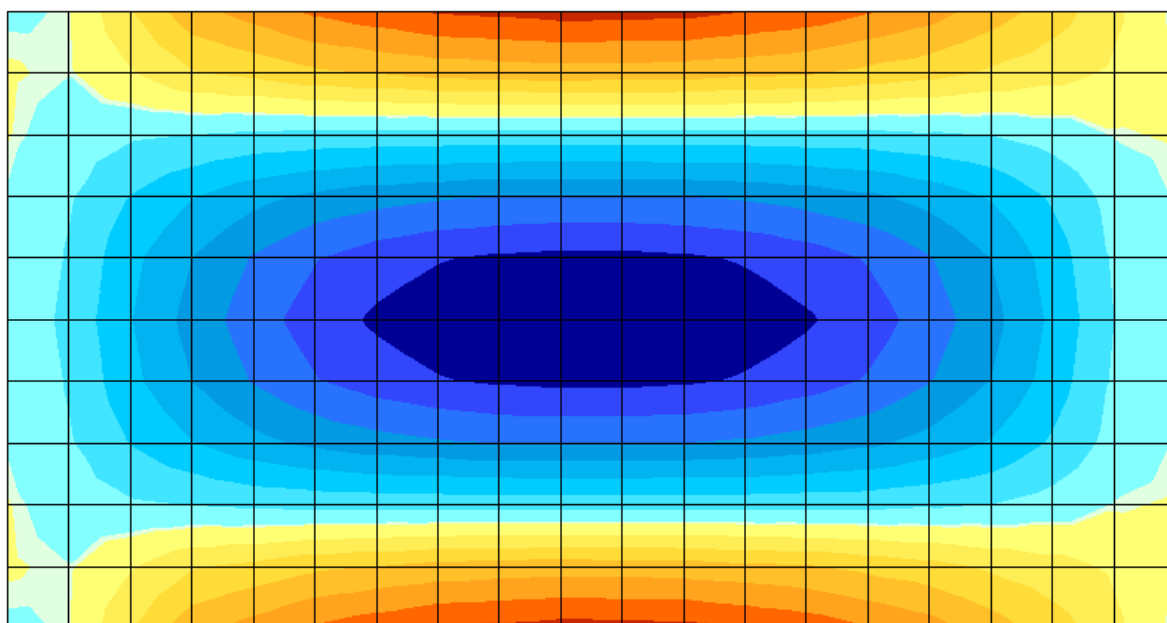
Для зручності проведення аналізу, приведемо розрахунки в табличному вигляді, таблиця 2.6

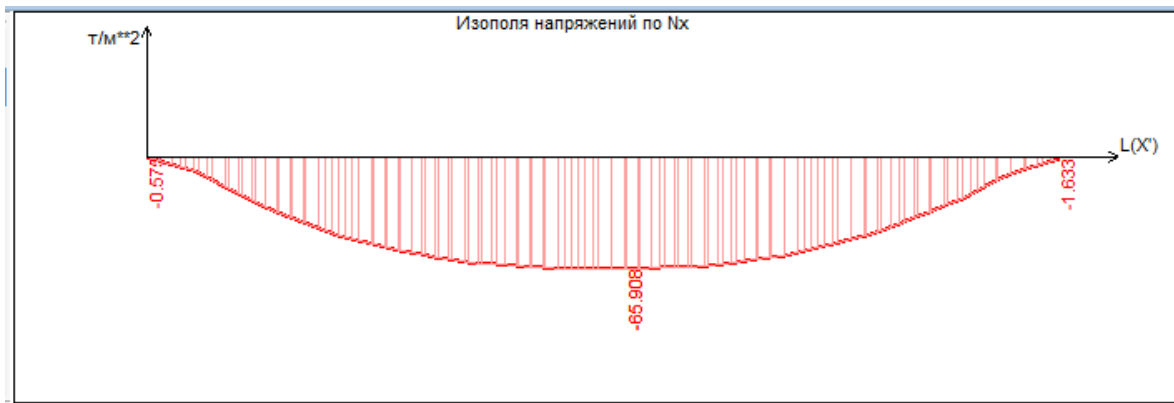
### Зусилля в елементах

Табл. 2.6

№ елем	№ переріз	N (т)	My (т*м)	Qz (т)	Mz (т*м)
30	1	12.518	- 0.047	0.065	0.015
30	2	12.518	0.020	- 0.021	- 0.005
43	1	22.446	- 0.037	0.064	- 0.001
43	2	22.446	0.025	- 0.023	- 0.002
56	1	29.594	- 0.017	0.056	0.004
56	2	29.594	0.022	- 0.030	- 0.004
69	1	33.904	- 0.003	0.050	0.002
69	2	33.904	0.017	- 0.037	- 0.002
82	1	35.348	0.009	0.043	0.000
82	2	35.348	0.009	- 0.043	0.000
95	1	33.904	0.017	0.037	- 0.002
95	2	33.904	- 0.003	- 0.050	0.002
108	1	29.594	0.022	0.030	- 0.004
108	2	29.594	- 0.017	- 0.056	0.004
121	1	22.446	0.025	0.023	- 0.002
121	2	22.446	- 0.037	- 0.064	- 0.001
134	1	12.518	0.020	0.021	- 0.005
134	2	12.518	- 0.047	- 0.065	0.015

Загальний напружений стан в елемтах, що моделюють покриття приведено на рисунку 2.11



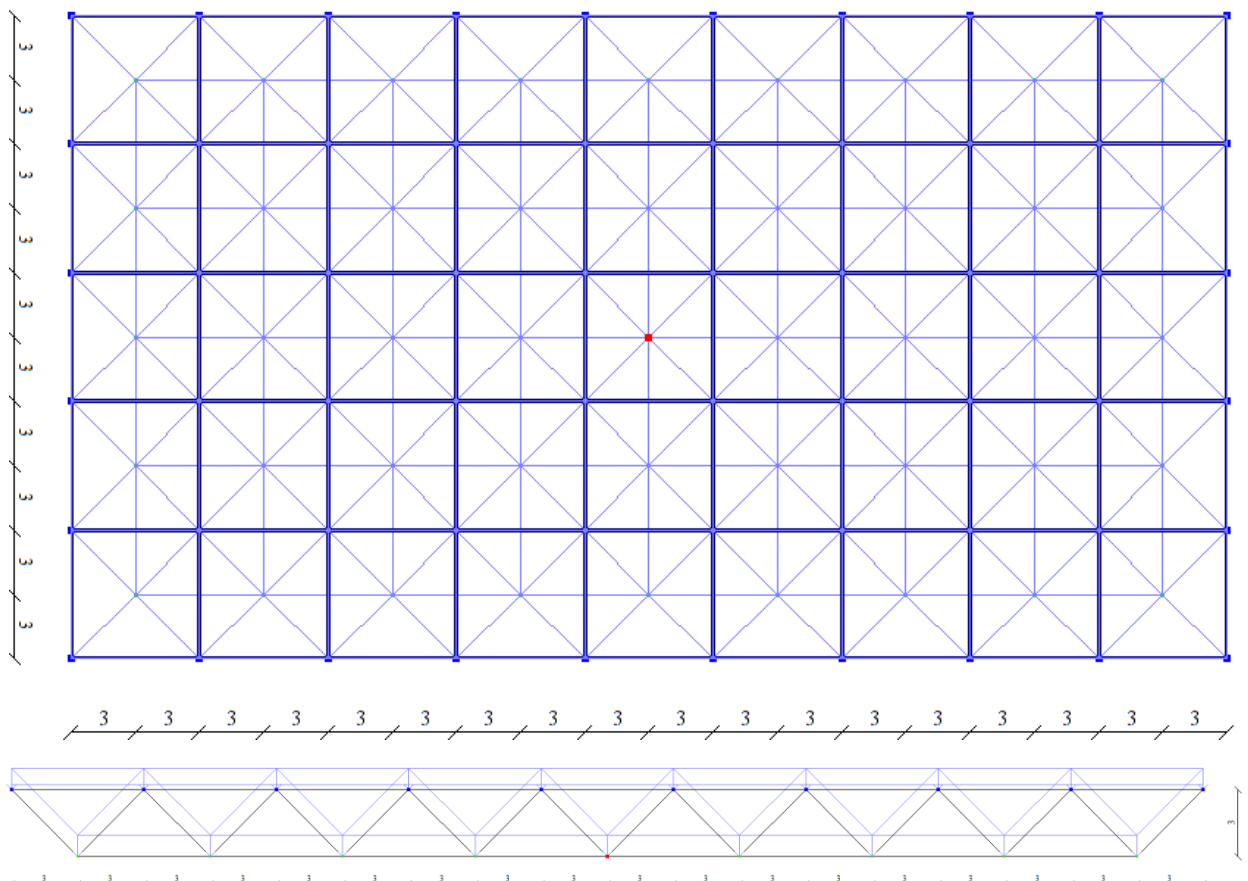


*Рисунок 2.11 Розподіл напружень за в обшивці*

Максимальне зусилля стиску виникає в елементі №386, що належить верхній частині покриття та складає  $N=157.8$  кН.

### **Аналіз роботи структурного покриття за 3им варіантом**

Розрахункова схема структурного покриття за третім варіантом приведена на рисунку 2.12.



*Рисунок 2.12 Розрахункова схема 3го варіанту.*

Аналіз за деформаціями проводиться аналогічно аналізу двох попередніх варіантів.

Деформована схема покриття показує, рисунок 2.13, що максимальний прогин отримав центральний вузол № 21

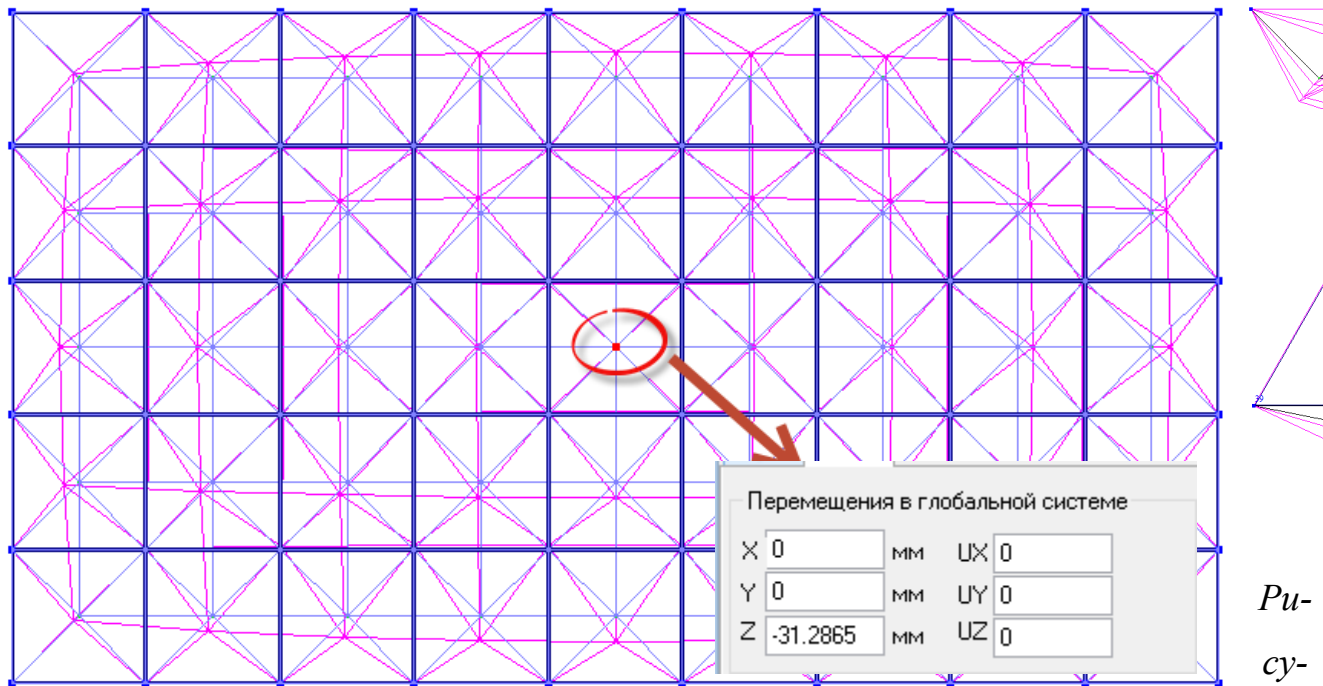


Рис. 2.13 Деформовані схеми 3го варіанту покриття

В таблиці 2.6 приведемо чисельні значення переміщень середньої лінії покриття.

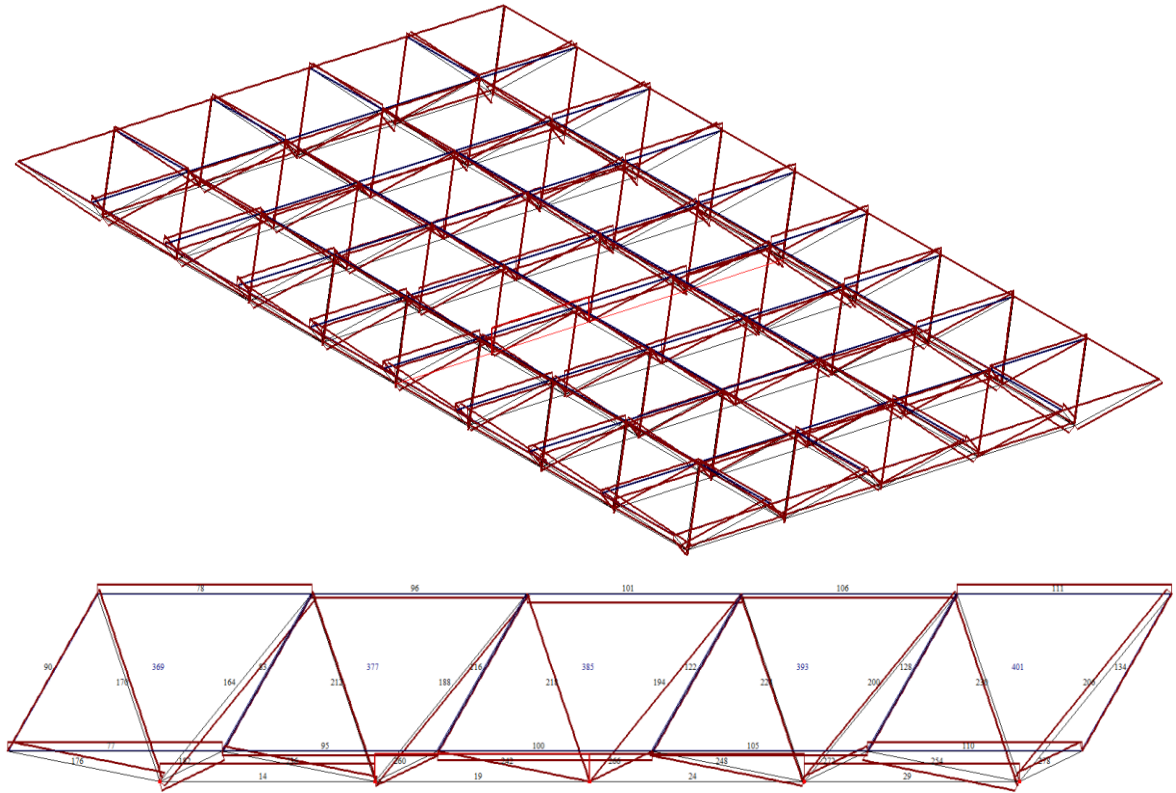
### Переміщення вузлів

Табл.2.6

№ вузла	X (мм)	Y (мм)	Z (мм)
3	- 6.868	0.000	- 8.676
13	- 4.126	0.000	- 24.961
15	4.126	0.000	- 24.961
18	6.868	0.000	- 8.676
21	0.000	0.000	- 31.286

### Аналіз за зусиллями

Аналіз напруженого стану проводиться за елементами, що отримали максимальні значення зусиль, а саме максимальну величину розтягу та стиску. Як показує аналіз, це елемент № 19, який належить нижньому поясу, рисунок 2.14.



*Рисунок 2.14 Загально розрахункова схема з елементами , що підлягають розрахунку.*

Максимальне зусилля стиску в елементі №101 складає  $N=-167,5$  кН

Для зручності проведення аналізу, приведемо розрахунки в табличному вигляді, таблиця 2.7.

### Величини зусиль у 3му варіанті

Табл.2.7

№ елем	№ переріз	N (Т)	$M_y$ (Т*М)	Qz (Т)
14	1	35.286	- 0.055	0.088
14	2	35.286	- 0.046	- 0.085
19	1	53.092	- 0.061	0.092
19	2	53.092	- 0.029	- 0.081
24	1	53.092	- 0.029	0.081
24	2	53.092	- 0.061	- 0.092
29	1	35.286	- 0.046	0.085
29	2	35.286	- 0.055	- 0.088

Загальний напружений стан в елементах, що моделюють обшивку приведено на рисунку 2.15

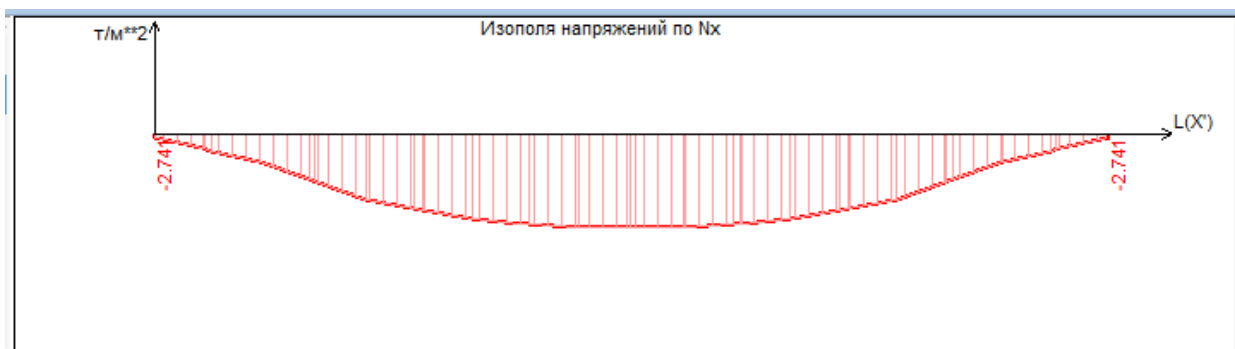
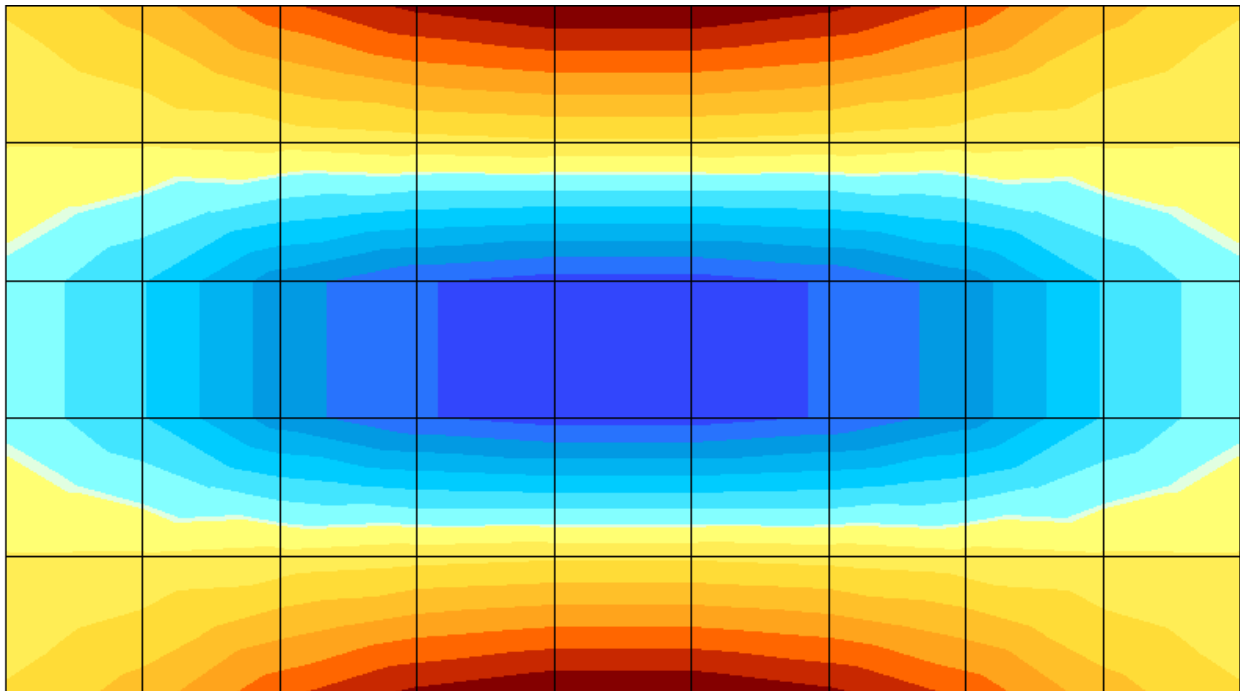


Рисунок 2.15 Епюри напружень вт обшивці покриття 3го варіанту

### Аналіз отриманих результатів.

Проведений аналіз показує, що збільшення розмірів структурної ґратки збільшує величини прогинів, але їх максимальний показник значно менше граничного показника, табл.2.8 та перевищує його на 347%, що говорить про можливість зменшення попередньо прийнятих перерізів.

## Загальні переміщення

Табл. 2.8

перерізи	1й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	2й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	3й варіант (гратки 6х6м з h=3см)	1й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	2й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	3й варіант (гратки 6х6м з h=3см)
	прогини, см	прогини, см	прогини, см	Відхилення прогинів у % від граничного значення (1/400)L		
	переміщення			(1/400)*56=0.14м=14см		
1.-1	1.23	2.18	3.13	1038	542	347

## Зведена таблиця зусиль

Табл.2.9

перерізи	1й варіант (гратки 2х2м з h=3см)	2й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	3й варіант (гратки 6х6м з h=3см)	1й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	2й варіант (гратки 3х3м з h=3см)	3й варіант (гратки 6х6м з h=3см)
	зусилля N,кН	зусилля N,кН	зусилля N,кН	запас міцності за матеріалом у %		
	Зусилля розтягу $\frac{N}{A \gamma_c}$					
зусилля	197	353	530.9	76.50	57.88	36.66
	Зусилля стиску $\frac{N}{\phi A \gamma_c}$					
зусилля	-70.2	-157.8	-167.9	91.1	76.3	37.5

Що стосується показників запасу міцності, то тут простежується така ж сама тенденція. Як бачимо, в таблиці 2.9 приведено зведені показники за трьома варіантами покриття з їх максимальними зусиллями стиску та розтягу. Всі елементи працюють зі значним запасом міцності та стійкості. Виходячи з отриманих показників, можна зробити також висновок, що попередньо прийнятий переріз ґраток покриття можливо зменшити, та таким чином, зменшити показник матеріалоемності покриття в цілому.

## 2.2. Розрахунково-конструктивний.

В розрахунково-конструктивному розділі було проведено розрахунок монолітної фундаментної плити, монолітної плити перекриття та колони будівлі в складі просторової монолітної рами.

Розраховується блок Г в осях Г/1-Ш, 21-28.

Моделювання розрахункової схеми блоку Г.

Моделювання розрахункової схеми проводиться на ПК «ЛИРА-САПР» якій реалізує метод кінцевих елементів. Так як монолітний каркас будівлі складається з:

- диск перекриття та покриття – монолітна плита товщиною 200мм;
- пілони – стіна розмірами 500×600, 600×800мм;
- колони 400×400мм.

Приймаємо тип кінцевого елемента 42 для моделювання диску перекриття, а стержневі кінцеві елементи 10 типу для моделювання колон будівлі.

Монолітний каркас будівлі виконано з важкого бетону, природного твердіння з класом міцності С20/25 (характеристики бетону: - початковий модуль пружності  $2,75 \times 10^5 \text{ кгс/см}^2$ ; - коефіцієнт Пуассона 0,3). На рисунку 2.16 показана просторова рама блоку Г

У розрахунках прийнято два основних розрахункових сполучення навантажень (РСН) згідно з рекомендаціями п.4 [2].

Зусилля в елементах каркасу було визначено при розрахунку просторової рами будівлі. Колони каркасу моделювалися стержньовими скінченими елементами з жорсткістю рівній проектній жорсткості. Моделі конструктивних елементів показано на рисунки 2.16, 2.17.

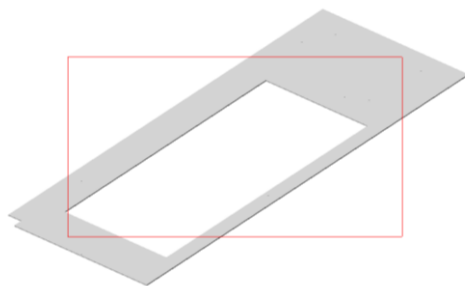


Рисунок 2.16. Модель монолітної плити перекриття.

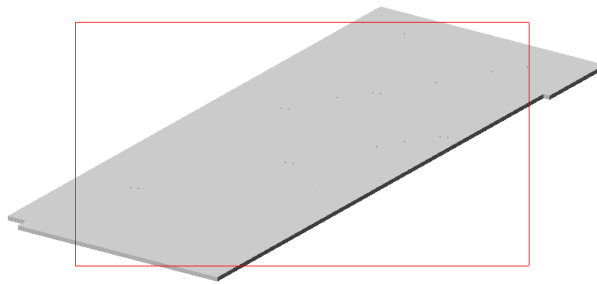


Рисунок. 2.17. Модель монолітної фундаментної плити.

Жорсткості елементів, з яких складається просторова розрахункова модель будівлі, задані згідно проекту та наведені в таблиці 2.1.

Таблиця 2.10.

**Типи жорсткості.**

Табл.2.10.

Тип жорсткості	Ім'я	Параметри (січення -(см) жорсткості -(т,м) навантаження -(т,м))
1	Брус 40x40	Ro=0.24983,E=312033,GF=0
		B=40,H=40
		EF=49920,EIy=665.6
		EIz=666,GIk=447
		Y1=2.79e-012,Y2=2.79e-012,Z1=3.44e+010,Z2=0
2	Брус 60x80	Ro=0.24983,E=312033,GF=0
		B=60,H=80
		EF=149760,EIy=7987.2
		EIz=4.49e+003,GIk=4.05e+003

Тип жорсткості	Ім'я	Параметри (січення -(см) жорсткості -(т,м) навантаження -(т,м))
3	Брус 50x60	Ro=0.24983,E=312033,GF=1 B=50,H=60 EF=93600,EIy=2808 EIZ=1.95e+003,GIk=1.61e+003 GFy=3.12e+004,GFz=3.12e+004 Y1=1.21e-011,Y2=5.24e-011,Z1=1.1e+012,Z2=0
4	Пластина Н20	E=312033,V=0.3,H=20,Ro=0.24983
5	Пластина Н60	E=312033,V=0.3,H=60,Ro=0.25
8	Труба 50x5	q=0.00554657 EF=14848.4,EIy=3.8 EIZ=3.8,GIk=2.88 Y1=1.02,Y2=1.02,Z1=1.02,Z2=1.02,RU_Y=0,RU_Z=0
9	Труба 73x5	q=0.00838149 EF=22437.5,EIy=13 EIZ=13,GIk=9.87 Y1=1.59,Y2=1.59,Z1=1.59,Z2=1.59,RU_Y=0,RU_Z=0
10	Пластина Н50	E=2.6e+006,V=0.2,H=50,Ro=2.5
11	Двотавр №24	q=0.0278169 EF=74466.8,EIy=743 EIZ=49.7,GIk=0.826 Y1=1.16,Y2=1.16,Z1=8.34,Z2=8.34,RU_Y=0,RU_Z=0

Ка-

ркас будівлі розраховується на постійні та тимчасові навантаження відповідно [2], корисне навантаження прикладалось у вигляді рівномірно розподіленим навантаженням до пластинчатих елементів власна вага шляхом введення певної ваги бетону для відповідних елементів.

Збір навантажень.

На раму діють наступні навантаження:

- власна вага покриття і конструкцій; - снігове навантаження; - вітрове навантаження.

Власна вага покриття. Величина навантажень визначається в таблиці 2.2.

## Збір навантажень.

Таблиця 2.11

№	Найменування	Характеристичне кН/м <sup>2</sup>		Розрахункове кН/м <sup>2</sup>
1	Гідроізоляційний килим	0.04	1.2	0.048
2	Цементне стягування	0.54	1.2	0.648
3	Утеплювач	0.023	1.2	0.027
4	Пароізоляція	0.04	1.2	0.048
	Разом	0.643		0.771

### Снігове навантаження

Повне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття визначаємо за [2]:

$$S = S_g \mu \gamma_n,$$

де:  $S_g$  - розрахункова вага снігового покриву на рівні поверхні землі;

$\mu$  - коефіцієнт переходу від ваги снігового землі до снігового навантаження на покриття;

$\gamma_n$  - коефіцієнт надійності за призначенням будівлі;

Нормативне значення снігового навантаження [2]

$$S_0 = 1.8 \cdot 0.7 = 1.26 \text{ кН} / \text{м}^2$$

### Вітрове навантаження

Нормативне значення середньої складової вітрового навантаження на висоті  $z$  над поверхнею землі слід визначати по формулі [2]:

$$w_m = w_0 k c,$$

де:  $w_0$  - нормативне значення вітрового тиску

$k$  - коефіцієнт, що враховує зміну вітрового тиску по висоті.

$c$  - аеродинамічний коефіцієнт.

Для навітряної сторони  $w_m = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.8 = 0.092 \text{ кН} / \text{м}^2$

Для підвітряної сторони  $w_m' = 0.23 \cdot 0.5 \cdot 0.6 = 0.069 \text{ кН} / \text{м}^2$

Розрахункове значення вітрового навантаження визначається по формулі

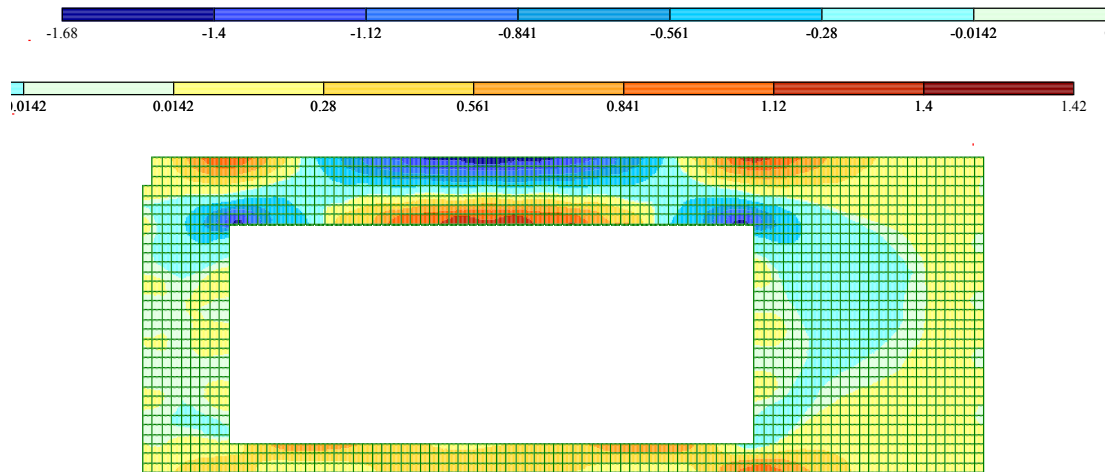
$$w = w_m \gamma_f \gamma_n$$

Для навітряної сторони  $w = 0.092 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.122 \text{кН} / \text{м}^2$

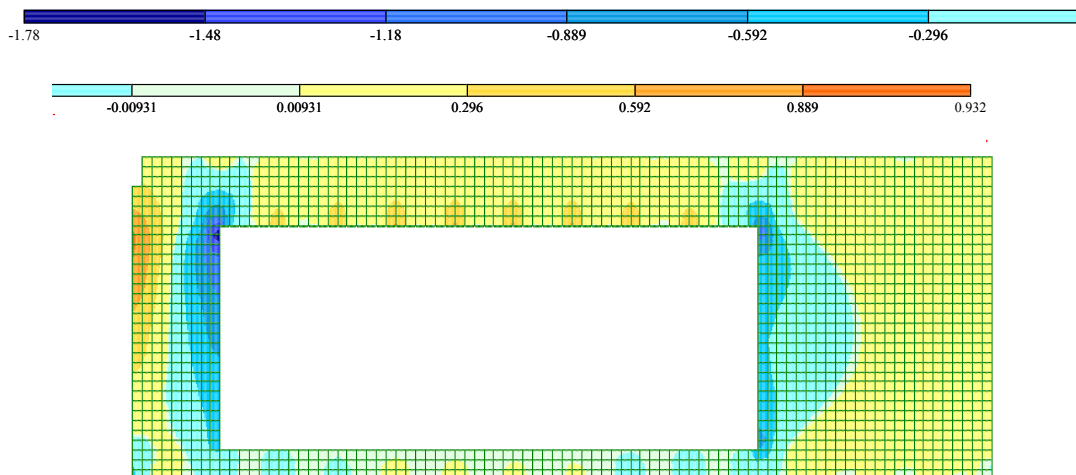
Для підвітряної сторони  $w' = 0.069 \cdot 1.4 \cdot 0.95 = 0.092 \text{кН} / \text{м}^2$

### Результати розрахунку.

Результатами розрахунку є визначення переміщень вузлів монолітної просторової рами каркасу будівлі та внутрішніх зусиль (стержневі елементи) і напружень (пластини). На рисунок 2.18 наведено схеми напружень в монолітній плиті перекриття та монолітній фундаментній плиті.



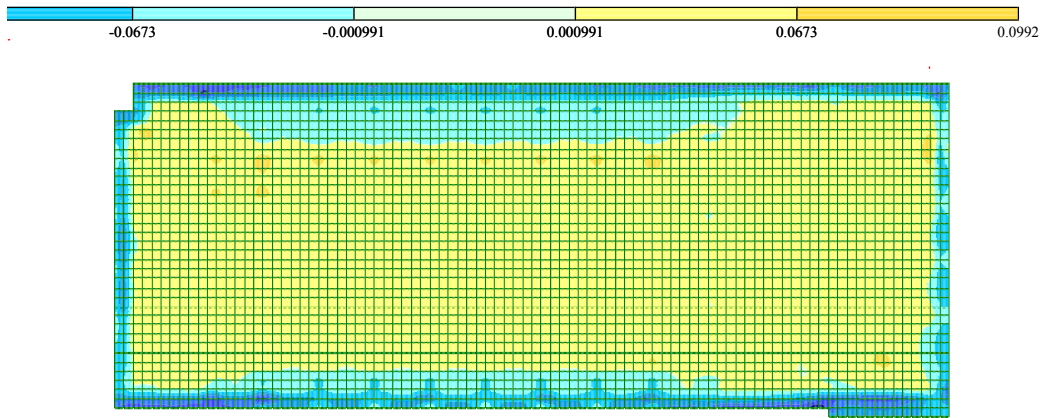
Напруження в монолітній плиті перекриття вздовж осі x.



Напруження в монолітній плиті перекриття вздовж осі y.



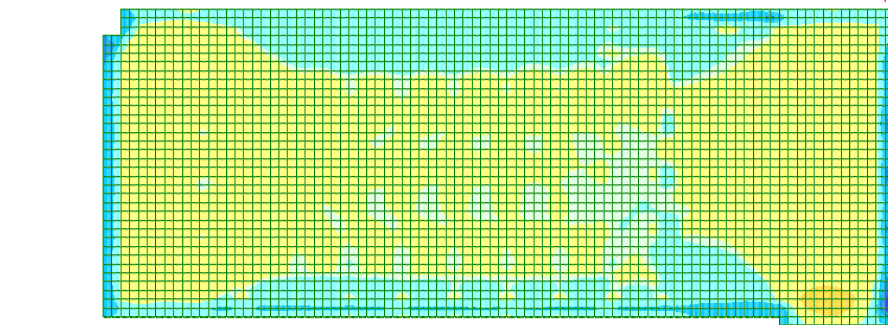
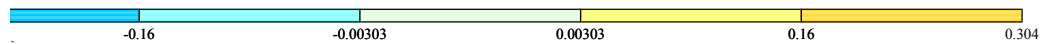
Рисунок 2.18 Напруження в плиті перекриття



. Напруження в монолітній фундаментній плиті вздовж осі  $x$ .



Напруження в монолітній фундаментній плиті вздовж осі  $y$ .



*Рисунок 2.19 Напруження в монолітній фундаментній плиті*

### **Розрахунок та конструювання елементів каркасу.**

#### **Розрахунок та конструювання колони.**

Розрахунок та конструювання монолітної з/б колони виконується на ПК в модулі «Lira Arm». Зусилля в скінчених елементах, що моделюють колони та результати розрахунку наведені в таблицях 2.12, 2.13.

## Зусилля в найбільш напруженій колоні

Таблиця 2.12

Елемент	N т	M <sub>y</sub> т*м	Q <sub>z</sub> т	M <sub>z</sub> т*м	Q <sub>y</sub> т
10238	-3,78	4,49	-3,34	-0,16	-0,04
	-111,84	-14,93	10,08	0,39	0,11
	-1,79	-9,38	5,18	0,29	0,07
	-113,62	-2,44	6,40	-0,02	0,01
	-125,14	-8,03	10,68	0,18	0,06
	-111,47	54,09	10,08	-0,18	0,11
	-3,41	-11,87	-3,34	0,05	-0,04
	-124,77	44,32	10,68	-0,14	0,06

### Результати розрахунку

Таблиця 2.13

Елемент	Поздовжня арматура				Поперечна арматура		Ширина розкриття тріщин	
	A <sub>s1</sub>	A <sub>s2</sub>	A <sub>s3</sub>	A <sub>s4</sub>	A <sub>sw1</sub>	A <sub>sw2</sub>	Корот.	Трив.
Поздовжня арматура: см <sup>2</sup> ; Поперечна: см <sup>2</sup> (1м); Ширина: 0,05мм.								
Стержень 10238; h=30см; b=30см.								
Бетон С20/25; Арматура: поздовжня та поперечна: А400С.								
10238	12.08	11.32			3.59	3.59		
	12.08	11.32			3.59	3.59		

Підбор площі арматури в центрально стиснутій колоні.

За розрахунком в модулі «Lira Arm», потрібна поздовжня арматура в розтягнутій зоні складає:  $A_{s1}=12,08\text{см}^2$ .

Приймаємо поздовжню арматуру в розтягнутому зоні 2шт Ø28 марки А400  $A_s=12,32\text{см}^2$ .

За розрахунком в модулі «Lira Arm», потрібна поздовжня арматура в стиснутій зоні складає:  $A_{s2}=11,32\text{см}^2$ .

Приймаємо поздовжню арматуру в стиснутій зоні 2шт Ø28 марки А400  $A_s=12,32\text{см}^2$ .

За розрахунком в модулі «Lira Arm», потрібна поперечна арматура складає:  $A_{s3}=A_{s4}=3.59\text{см}^2$ .

Приймаємо поперечну арматуру на 1м погонний 5шт кроком 200мм Ø10 марки А400  $A_s=3,93\text{см}^2$ .

Розрахунок та конструювання монолітної фундаментної плити.

Розрахунок та конструювання монолітної з/б фундаментної плити виконується в модулі «Lira Arm». Зусилля в скінчених елементах, що моделюють фундаментну плиту та результати розрахунку наведені в таблицях 2.?, 2.?

### Зусилля в найбільш напруженому елементі фундаментної плити

Таблиця 2.13

Елемент	Nx т/м <sup>2</sup>	Ny т/м <sup>2</sup>	Txy т/м <sup>2</sup>	Mx (т*м)/м	My (т*м)/м	Mxy (т*м)/м	Qx т/м	Qy т/м
3441	-1.12	-0.77	-1.01	8.96	7.76	-3.29	22.25	22.27
	1.53	0.81	1.15	-0.99	-0.73	0.23	-0.91	-2.41
	1.79	0.79	1.13	5.94	5.43	-2.45	17.6	15.08
	-1.71	-0.92	-1.24	2.36	1.86	-0.70	4.26	5.57
	0.38	0.03	0.06	8.26	7.32	-3.18	22.18	20.73
	-0.09	-0.06	-0.04	0.63	0.52	-0.22	1.47	1.44

### Результати розрахунку армування

Таблиця 2.14

Елемент	Поздовжня арматура				Поперечна арматура		Ширина розкриття тріщин	
	As1	As2	As3	As4	Asw1	Asw2	Корот.	Трив.
Поздовжня арматура: см <sup>2</sup> (1м); Поперечна: см <sup>2</sup> (1м); Ширина: 0,05мм.								
Оболонка 3441; h=60см.								
Бетон С20/25; Арматура: поздовжня та поперечна: А400С.								
Крок арматури 100 мм.								
3441	29.89	22.08	5.01	5.01				
	29.89	22.08	5.01	5.01				

Підбор площі арматури в розтягнутій зоні та в стиснутій.

За розрахунком в модулі «Lira Arm», потрібна поздовжня арматура в розтягнутій зоні складає:  $A_{s1}=29,89\text{см}^2$ .

Приймаємо поздовжню арматуру в розтягнутому поясі 10шт з кроком 100мм Ø20 марки A400  $A_s=38,01 \text{ см}^2$ .

За розрахунком на ПК «Lira Sapr» в модулі «Lira Arm», потрібна поперечна арматура в розтягнутій зоні складає:  $A_{s2}=22,08 \text{ см}^2$ .

Приймаємо поперечу арматуру в розтягнутому поясі 10шт кроком 100мм Ø16 марки A400  $A_s=25,45 \text{ см}^2$ .

За розрахунком в модулі «Lira Arm», потрібна поздовжня та поперечна арматура в стислій зоні складає:  $A_{s3}=A_{s4}=5 \text{ см}^2$ .

Приймаємо поздовжню та поперечні арматуру стиснутого поясу 10шт кроком 100мм Ø10 марки A400  $A_s=7,85 \text{ см}^2$ .

## **РОЗДІЛ 3**

### **ТЕХНОЛОГІЧНО-ОРГАНІЗАЦІЙНИЙ.**

#### **3.1. Підготовка об'єкта будівництва.**

У геологічній будові площадки беруть участь четвертинні відкладення, які представлено льосовими суглинками, важкими суглинками та глинами. Тип ґрунтових умов ділянки по просіданню - перший. Категорія складності інженерно-геологічних умов площадки - друга. За сейсмічними властивостями ґрунти площадки відносяться до третьої категорії.

На підставі вищевикладеного в проєкті передбачаються фундаментна плита, яка поділена на чотири частини, висотою 600мм.

Всі роботи по влаштуванню фундаментної плити згідно [13].

Характеристика плити: плита армована двома металевими горизонтальними сітками з кроком робочої арматури 100мм і діаметром стержнів 16÷25мм. В якості в'язучого бетонній суміші використовується портландцемент, клас бетону С25/30

Фундаментна плита армується арматурними виробами, виконаними відповідно [14]. Захисний шар бетону для робочої арматури – не менше діаметра арматури і не менше 20мм. Захисний шар по підшві плити яка укладена по підготовці та гідроізоляції складає 50мм.

#### **3.2. Технологія виконання будівельних процесів - розробка технологічної карти.**

##### **Область застосування та призначення технологічної карти.**

Умови і особливості виробництва робіт:

Будівництво спортивного комплексу передбачається в м. Суми по вулиці Герасима Кондратьєва в літній час. Будівельні матеріали які будуть використані на будівництві комплексу місцевого виготовлення. Дальність транспортування всіх будівельних матеріалів не більше 10км. Будівельний майданчик знаходиться на вулиці Герасима Кондратьєва, том тимчасові шляхи не перевищують 200м, та-

кож майданчик обладнано тимчасовими приміщеннями для нужд робітників, та пересувною їдальнею.

У проекті не враховуються земляні, геологічні і геодезичні роботи, у тому числі облаштування подушки під плиту.

### **Визначення складу та об'ємів будівельно-монтажних робіт**

Склад та об'єми будівельно-монтажних робіт при влаштуванні монолітної фундаментної плити приведено в таблиці 3.1.

### **Відомість об'ємів робіт**

Табл. 3.1.

№ з/п	Найменування робіт	Одиниці виміру	Об'єм робіт		Примітка
			На одиницю	На споруду	
1	Опалубні	м <sup>2</sup>	155	559	
2	Арматурні	т	4,56	715,2	За 1 конструктивний елемент береться 1 горизонтальна арматурна сітка на 1 ділянці
3	Бетонні	м <sup>3</sup>	40	6266	За 1 конструктивний елемент береться 1 ділянка
4	Зняття опалубки	м <sup>2</sup>	155	559	

### **Потреба в матеріально-технічних ресурсах**

Потреби в матеріально-технічних ресурсах та склад бригади, необхідний для виконання робіт по виготовленню монолітної плити фундаменту спортивного комплексу надано в табличних формах, а саме: матеріально-технічні ресурси таблиця 3.2., машини і механізми таблиця 3.3., склад робітників таблиця 3.4.

Таблиця 3.2.

### Матеріально-технічні ресурси

№	Найменування показника	Од.	Кількість
1	Бетон класу С25/30, склад:	м <sup>3</sup>	6266
	цемент М500	т	2038,5
	щебінь фракцією 5-20мм	т	8289,3
	пісок модулем крупності 2,5	т	4311,1
	вода чиста	м <sup>3</sup>	1128
2	Арматурний каркас марки А400	т	715,2
3	Опалубка	м <sup>2</sup>	559

Таблиця 3.3.

### Машина і механізми

№	Найменування	Марка	Од.	Кількість	Примітка
1	Кран	SCM C-7030	шт.	1	Q=12т
2	Автобетонозмішувач	АБС-8 ДА	шт.	5	V=8м <sup>3</sup>
3	Бетононасос	SCHWING	шт.	1	P=150м <sup>3</sup>
4	Електрозварювальний апарат	ТД-300	шт.	1	W=2кВт
5	Вібратор	ІВ-113	шт.	4	

Таблиця 3.4.

### Склад робітників

№	Найменування	розряд	кількість
1	Машиніст бетононасосу	4	2
2	Бетоняр	4	4
		2	6
3	Слюсар	4	2
4	Арматурник	4	20
		2	20
5	Електрозварник	5	1
6	Тесля	4	3
		3	2
		2	1
7	Машиніст крану	6	1
8	Такелажник	4	2

### Вказівки до виконання робіт.

Опалубні роботи.

Розбірно-переставна полегшена (1м<sup>2</sup> важить близько 28кг) опалубка Rasto призначена для ручного та кранового монтажу, складається з окремих елементів невеликої маси і розмірів. Опалубка Rasto виготовлена з гарячеоцинкованої сталі, яка не лише твердіше, але і не дорожче за алюміній.

Для забезпечення безперервності бетонування опалубка встановлюється на усю споруду. Використовується один комплект опалубки. В якості опорних пристроїв, що забезпечують проектне положення опалубних щитів в просторі, використовуються підкоси і підмости.

Для усунення зчеплення бетону з опалубкою і полегшення зняття опалубки використовується масляне мастило. До початку робіт по монтажу опалубки має бути виконана перевірка комплектності завезеної опалубки.

Елементи опалубки розміщують, що поступили на будівельний майданчик, в зоні дії крану. Усі елементи опалубки повинні зберігатися в положенні, що відповідає транспортному, розподілені по марках і типорозміру. Великі складальні одиниці зберігаються на закритих складах або під навісом в умовах, що виключають їх псування; дрібні деталі - на складі в упакованому виді.

Блоки збирають з щитів за допомогою замкових стягувань. Зібраний блок встановлюють краном на центруючи штирі рами опалубки черевичної частини фундаменту і закріплюють за допомогою фіксаторів. Блоки встановлюють в один ряд заввишки 650мм. Потім на центруючи штирі встановлюють вкладиш стакану і навішують підмости. Точність установки опалубних щитів узгоджується із замовником.

У об'єми, утворені встановленими в проектне положення опалубними щитами, укладають бетонну суміш. Після досягнення бетоном необхідної (0,2-0,3МПа) міцності опалубку демонтують.

#### Арматурні роботи

Опалубка, арматура і інші матеріали доставляються на будівельний майданчик тягачем КамАЗ-54115-010-15 з причепом і подаються в котлован стріловим краном SCM C - 7030.

Арматура встановлюється окремими стержнями шляхом зв'язки безпосередньо в конструкції за допомогою арматуров'язу. Без зварювання хрестоподібні з'єднання стержнів слід робити в'язким дротом, що відпалюється. Для з'єднання частин сіток внахльост, а також кращого зчеплення арматури з бетоном (що є основним чинником, що забезпечує спільну роботу арматури і бетону в залізобетоні

і дозволяє йому працювати під навантаженням як єдиному монолітному тілу) використовуються пластмасові фіксатори.

Для забезпечення захисного шару бетону - 35мм поверх сітки ложем бруски з дерева - арматурна сітка встановлюється на спеціальні упори. Перед установкою арматурні стержні покриваються антикорозійним складом.

Для скорочення термінів бетонування арматурні роботи ведуться паралельно з опалубними.

До монтажу арматури фундаменту мають бути виконані наступні роботи:

- розбити вісі та проведено влаштування бетонної підготовки;
- розташовано в зоні дії монтажного крану необхідної кількості арматурних виробів;
- підготовлено до роботи такелажне оснащення, інструменти та прилади.

Монтаж арматури розпочинається з розмітки місць, розкладки сіток плиткової частини фундаменту і установки фіксаторів, виготовлених з пластмаси з кроком 1м для створення захисного шару бетону.

Після того, як арматурні стержні змонтовані, починається установка анкерних болтів. Болти встановлюються в місцях стикування колони з фундаментом.

Приймання змонтованої арматури і встановлених анкерних болтів оформляється актом огляду прихованих робіт. У акті мають бути вказані номери робочих креслень, відступи від креслень, оцінка якості змонтованої арматури і болтів.

#### Бетонні роботи

До початку укладання бетонної суміші мають бути виконані всі необхідні роботи, що пов'язані з влаштуванням арматурних сіток та каркасів, прийнято акт схованих робіт; очищені від сміття, бруду і іржі опалубки і арматура; перевірена робота усіх механізмів, справність пристосувань і інструментів.

Доставка на об'єкт бетонної суміші передбачається в авто бетонозмішувачами, АБС-8.

Бетонна суміш укладається в конструкцію горизонтальними шарами однакової товщини (30см) без розривів з послідовним напрямом укладання в один бік в усіх шарах. Влаштування кожного наступного шару бетонної суміші повинно

бути обов'язково тільки до початку схоплювання бетону попереднього шару. Верхній рівень укладеної бетонної суміші на 50мм нижчий верху щитів опалубки.

Укладання бетонної суміші здійснюється авто бетононасосом марки SCHWING S 61 SX, оскільки він ефективно здійснює її подання в горизонтальному і вертикальному напрямках до місця укладання і створює ефективний тандем в парі з авто бетонозмішувачами. Бетонна суміш з авто бетонозмішувача подається в приймальну воронку авто бетононасосу, звідки спрямовується до двох бетоно транспортним циліндрам. При експлуатації авто бетононасосу основною вимогою являється якість бетонної суміші, її рухливість. Перевірка робочого складу бетону повинна робитися шляхом пробного перекачування авто бетононасосом бетонної суміші і випробувань бетонних зразків, виготовлених з відібраних після перекачування проб бетонної суміші. Висока продуктивність авто бетононасосу дозволить забетонувати плиту об'ємом  $320\text{м}^3$  за 1 зміну. Істотно заощадить час і гроші і зніме проблеми з транспортуванням оренда авто бетононасосу.

Догляд за свіжим укладеним бетоном слід починати відразу після закінчення укладання бетонної суміші і здійснювати до досягнення, 70% проектною міцності.

Бетонна суміш укладається шарами завтовшки 30см Ущільнення бетонної суміші роблять глибинними вібраторами ВЕРБ-113. Робоча частина вібратора занурюється в раніше укладений шар бетону на 5-10см В кутах і у стінок опалубки бетонну суміш додатково ущільнюють вібраторами. Спирання вібраторів під час роботи на арматуру не допускається. Вібрація на одній позиції закінчується при припиненні осідання і появі цементного молока на поверхні бетону. Витягати вібратор при перестановці слід повільно, не вимикаючи двигуна, щоб порожнеча під наконечником рівномірно заповнювалась бетонною сумішшю. Крок перестановки вібратора не повинен перевищувати полуторного радіусу його дії. Не допускається переміщати вібратор за напруго подаючи шланги, а при перервах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимикати. Враховуючи продуктивність ВЕРБ-113 ( $5\text{м}^3/\text{ч}$ ) і те, що один вібратор має бути в резерві, експлуатується 4 машини.

Після укладання бетонної суміші в опалубку потрібно створити сприятливі умови температурної вологості для твердіння бетону. Горизонтальні поверхні залитого бетону фундаменту укривають вологою мішковиною, брезентом, тирсою (регулярно змочуючи).

Способи і засоби транспортування повинні забезпечувати високу швидкість бетонування. Тому використовуються авто бетонозмішувачі АБС-8 і авто бетононасос SCHWING S 61 SX. Безперервну доставку бетонної суміші на будівельний майданчик забезпечують чотири авто бетонозмішувача.