

Міністерство освіти і науки України  
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя

Центр перепідготовки та післядипломної освіти  
(повна назва факультету)

Кафедра будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

# КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

магістр

(назва освітнього ступеня)

на тему: Проектування багатоквартирного будинку з вбудованими та окремо розташованими гаражами у м. Чорткові з обґрунтуванням конструктивних рішень дахового покриття

Виконав(ла): студент(ка) \_\_\_\_\_ курсу, групи МБд-2  
спеціальності 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва спеціальності)

_____	_____
(підпис)	Стецик Р. М. (прізвище та ініціали)
Керівник	_____
_____	Підгурський І. М. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	_____
_____	Сорочак А. П. (прізвище та ініціали)
Завідувач кафедри	_____
_____	Ясній В.П. (прізвище та ініціали)
Рецензент	_____
_____	Кошалко С.А. (прізвище та ініціали)

Тернопіль  
2022

Міністерство освіти і науки України  
**Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя**

Факультет Центр перепідготовки та післядипломної освіти  
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«    »                      2022 р.

**ЗАВДАННЯ  
 НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Стецику Роману Миколайовичу  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проектування багатоквартирного будинку з вбудованими та окремо розташованими гаражами у м. Чорткові з обґрунтуванням конструктивних рішень дахового покриття

Керівник роботи Підгурський Іван Миколайович, к.т.н., доцент  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом ректора від «14» листопада 2022 року № 4/7-907

2. Термін подання студентом завершеної роботи 19.12.2022

3. Вихідні дані до роботи: завдання на багатоквартирний будинок, геологічні вишукування, розробка стрічкового фундаменту (монолітна залізобетонна подушка, фундаментні стінові блоки), конструкція покриття з сучасних матеріалів

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

Архітектурно будівельний розділ.

Розрахунково-конструктивний розділ.

Науково дослідний розділ.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)

Плани та розрізи будівлі

Фундаменти

Конструкція дахового покриття

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б., доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викладач		
Нормоконтроль	Сорочак А.П., доцент		

7. Дата видачі завдання \_\_\_\_\_

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1	Архітектурно будівельний розділ	21.11.2022	
2	Розрахунково-конструктивний розділ	6.12.2022	
3	Науково дослідний розділ	15.12.2022	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	16.12.2022	
5	Графічна частина	18.12.2022	
6			

Студент

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Стецьк Р. М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

\_\_\_\_\_  
(підпис)

Підгурський І. М.

\_\_\_\_\_  
(прізвище та ініціали)

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 ДАНІ ПРО РАЙОН І ДІЛЯНКУ БУДІВНИЦТВА. ....	7
1.2 КЛІМАТИЧНІ УМОВИ. ....	7
1.3 АРХІТЕКТУРНО ПЛАНУВАЛЬНІ ТА КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ. ....	7
1.3.1 ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕХНОЛОГІЧНОГО ТА ФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. ....	7
1.3.2 РОЗМІЩЕННЯ І ОБСЯГИ ЖИТЛОВОГО БУДІВНИЦТВА. ....	8
1.3.3 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНІ ПОКАЗНИКИ ....	9
1.4 ОПОРЯДЖЕННЯ БУДИНКІВ.....	11
1.5 ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ.....	11
1.6 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ. ....	11
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	13
2.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ....	13
2.2 ЗБІР НАВАНТАЖЕННЯ НА ФУНДАМЕНТ ....	15
2.3 СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ ТА РОЗРАХУНОК МОНОЛІТНОЇ ФУНДАМЕНТНОЇ ПОДУШКИ.....	16
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	42
3.1 НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ВЛАШТУВАННЯ ПЛОСКОЇ ПОКРІВЛІ ....	42
3.2 ПЛОСКА СУМІЩЕНА ПОКРІВЛЯ З МЕМБРАННИМ ГІДРОІЗОЛЯЦІЙНИМ ШАРОМ.....	45
3.3 ВЛАШТУВАННЯ ПЛОСКОЇ СУМІЩЕНОЇ МЕМБРАННОЇ ПОКРІВЛІ ....	46
4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	49
4.1. ЗАХОДИ З ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВЛАШТУВАННІ ПВХ-МЕМБРАННОЇ ПОКРІВЛІ.....	49
4.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	56
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	60
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ .....	61

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Житлове будівництво є важливою сферою економічної діяльності. Для зведення будинків застосовують різні матеріали і технології, серед яких цегляна, монолітна, монолітно-каркасна, збірно-монолітно-каркасна, панельна. Кожна з наведених технологій визначає застосування того чи іншого типу фундаменту. Для цегляних будинків найчастіше застосовують стрічкові фундаменти. Особливістю даної роботи є проектування монолітної залізобетонної подушки і збірних фундаментних блоків. Таке конструктивне рішення фундаментів має переваги як збірного, так і монолітного фундаментів. Іншою особливістю даного проекту є аналіз сучасних матеріалів та видів плоских покрівель, що застосовуються в сучасних житлових будинках.

**Мета роботи** – проектування житлової будівлі з застосуванням на основі порівняльного аналізу сучасних матеріалів та технологій.

На основі поставленої мети розглянуто такі завдання:

- на основі інженерно-геологічних вишукувань ґрунтів на ділянці будівництва виконати розрахунок стрічкових фундаментів із проектуванням монолітної залізобетонної подушки та збірних фундаментних блоків

- вибір сучасних проектних рішень на основі аналізу сучасних тенденцій дахового покриття.

**Об’єкт досліджень:** фундаменти; дахові покриття.

**Предмет досліджень:** монолітно-збірні фундаменти, технології дахового покриття.

**Методи досліджень:** метод скінчених елементів, порівняльний аналіз.

**Наукова новизна:** напружено-деформівний стан “фундамент-основа” монолітно-збірних фундаментів.

**Практична значимість результатів дослідження.** Застосування методів порівняльного аналізу та методу скінчених елементів до розрахунку

монолітно-збірних фундаментів; порівняльний аналіз сучасних матеріалів та видів плоского дахового покриття.

**Апробація результатів:** Отримані результати наукових досліджень доповідались на XI Міжнародній науково-технічній конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій».

**Публікація.** Сучасні типи паль, що виготовляються у ґрунті та області їх застосування / І.М. Підгурський, Т.М. Давидяк, Ю.І. Дмитрів, Р.М. Стецик  
Збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-практичної конференції молодих учених та студентів “АКТУАЛЬНІ ЗАДАЧІ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ”, 7-8 грудня 2022 року. – М-во освіти і науки України, Терн. націон. техн. ун-т ім. І. Пулюя [та ін.]. – Тернопіль: ФОП Паляниця В. А., 2022. – С. 34.

**Ключові слова:** ЖИТЛОВИЙ БУДИНОК, СТРІЧКОВІ МОНОЛІТНО-ЗБІРНІ ФУНДАМЕНТИ, ПЛОСКА ПОКРІВЛЯ, МЕТОД СКІНЧЕНИХ ЕЛЕМЕНТІВ, ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ.

## 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

### 1.1 Дані про район і ділянку будівництва.

Земельна ділянка відноситься до земель житлової та громадської забудови і служить для будівництва багатоквартирних житлових будинків з вбудованими гаражами та окремо розташованими.

### 1.2 Кліматичні умови.

Будівельно-кліматична зона	II B;
Температурна зона	1 зона;
Глибина промерзання ґрунту	0.8-0.96м;
Швидкісний напір вітру	520 Па;
Снігове навантаження	1390 Па;
Розрахункова зимова температура найбільш холодної п'ятиденки	-21°C;
Розрахункова зимова температура найбільш холодної доби	-25°C;
Середня температура опалювального періоду	-0.5°C;
Літня розрахункова температура	+24,1 °C;
Зимова розрахункова температура для вентиляції	-0.9°C;
Тривалість опалювального періоду	190 днів;
Середня швидкість вітру	5.1 м/сек;
Зона вологості	нормальна
Сейсмічність	6 балів

### 1.3 Архітектурно-планувальні та конструктивні рішення.

#### 1.3.1 Характеристика технологічного та функціонального процесу.

Архітектурно-планувальне вирішення об'єкта житлового призначення, на відведеній земельній ділянці площею 9744 м<sup>2</sup>.

Всі квартири будинку забезпечені балконами та лоджіями. В кожній блок-секції передбачено вантажопасажирський ліфт. Для маломобільних

категорій населення передбачено підвісні підйомники від входу до першої зупинки ліфта. На вулиці передбачено пандуси.

### **1.3.2 Розміщення і обсяги житлового будівництва.**

Згідно генплану забудови на земельній ділянці площею 9744 м<sup>2</sup>. запроектовано два житлових будинки з вбудованими гаражами та окремо розташованими.

Площа земельної ділянки під забудовою складає 2358,92м<sup>2</sup>.

Загальна площа квартир – 13043,7м<sup>2</sup>.

Загальна кількість квартир – 171 штука.

Корисна площа вбудованих гаражів – 798,89м<sup>2</sup>.

Корисна площа окремо розташованих гаражів:

- кількість вбудованих гаражів-35 штук

- кількість окремо розташованих гаражів-39 штук

Кількість населення при нормі 21м<sup>2</sup> загальної площі квартири на людину плюс 10,5 м<sup>2</sup> на сім'ю. Будинок (поз.1) 6551-(10,5x90):21=266 осіб.

Будинок (поз.2) 6259-(10,5x81):21=257 осіб.

Будівництво передбачається здійснювати поетапно.

Загальна кількість поетапних комплексів – два.



### 1.3.3 Техніко-економічні показники

	ПОКАЗНИК	Од. вим	Всього	Перший комплекс		Другий комплекс	
				Житловий будинок поз.1 на ГП	Стоянки поз.3 на ГП	Житловий будинок поз.2 на ГП	Гаражі поз.4 на ГП
1.	Вид будівництва	-	Нове будівництво				
2.	Ступінь вогнестійкості будівель та споруд	-	II	II	II	II	II
3.	Площа ділянки	м <sup>2</sup>	9744,0	-	-	-	-
4.	Поверховість	пов.	9:1	9	1	9	1
5.	Площа забудови	м <sup>2</sup>	3423,39	1222,7 8	584,74	1136,1 4	479,73
6.	Загальна кількість квартир у будинку ,	шт.	171	90	-	81	-
	в т.ч. однокімнатних	шт.	18	9	-	9	-
	в т.ч. двокімнатних	шт.	72	36	-	36	-
	в т.ч. трикімнатних	шт.	63	36	-	27	-
	в т.ч. чотирікімнатних	шт.	18	9	-	9	-
	в т.ч. п'ятикімнатних	шт.	-	-	-	-	-
7.	Площа житлового будинку	м <sup>2</sup>	16546,86	8564,0 4	-	7982,8 2	-
8.	Загальна площа квартир у будинку	м <sup>2</sup>	13043,7	6783,8 4	-	6259,8 6	-
9.	Площа квартир у будинку	м <sup>2</sup>	12578,4	6551,7 3	-	6026,6 7	-
	в т.ч. житлова площа	м <sup>2</sup>	-	3693,9 6	-	-	-
10.	Площа літніх приміщень	м <sup>2</sup>	465,3	232,11	-	233,19	-
11.	Площа вбудованих	м <sup>2</sup>	-	443,58	-	355,31	-

	нежитлових приміщень (корисна)						
12.	Загальний будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	60510	31440,0	-	29070,0	-
	в т.ч. вище відм.0,000	м <sup>3</sup>	54310	28240,0	-	26070,0	-
	в т.ч. нижче відм.0,000	м <sup>3</sup>	6200	3200,0	-	3000,0	-
13.	Загальна площа нежитлових будівель	м <sup>2</sup>	-	-	514,43	-	422,06
14.	Корисна площа нежитлових будівель	м <sup>2</sup>	-	-	474,26	-	368,88
15.	Будівельний об'єм нежитлових будівель	м <sup>3</sup>	-	-	1640,0	-	1390,0
16.	Кількість машино-місць	м/м	52	19	-	16	17
	тимчасового зберігання	м/м	43	10	22	11	-
17.	Кількість створених робочих місць	місце	2	1	-	1	-
18.	Тривалість будівництва	міс.	36	15	3	15	3
19.	Річна потреба :						
	води	тис. м <sup>3</sup>	41,47	21,83	-	19,64	-
	електроенергії	тис. кВт год	350				
	теплової енергії	Гкал	2499,7	1297,2	-	1202,5	-
	природного газу	тис. м <sup>3</sup>	345,020	179,040	-	165,980	-

### **1.4 Опорядження будинків**

Фасади – лицева цегла двох кольорів .

Цоколь – бетонна плитка, з наступним пофарбуванням фарбою, окремі місця – керамічна плитка.

Дах – ПВХ-мембрана, в процесі будівництва можлива заміна на сучасні передові покрівельні матеріали.

Внутрішнє опорядження – штукатурка, шпаклювання, фарбування.

### **1.5 Енергоефективність**

Проектом передбачено влаштування зовнішніх огорожувальних конструкцій.

Запроектовані подвійні вікна із заскленням тепло відбиваючими склопакетами класу А2 з опором теплопередачі 0,70 м<sup>2</sup>к/Вт. Щілини між віконними блоками та стіною ретельно заповнюються наповнювачем.

Запроектоване індивідуальне опалення і поквартирний облік спожитих енергоносіїв.

Розвідні трубопроводи води утеплені ефективною теплоізоляцією.

Перерізи кабельної продукції прийняті з врахуванням мінімально допустимих втрат електроенергії  $\Delta U < 4\%$ .

Управління освітленням сходових кліток і входів – автоматизоване.

Перекриття над технічним підпіллям утеплюється пінополістирольними плитами товщиною 100мм  $\gamma = 50$  кг/м<sup>3</sup>.

### **1.6 Конструктивні рішення.**

Житлові секції запроектовано дев'ятиповерховими з технічним підвалом.

Конструктивна схема будинку – несучі зовнішні і внутрішні цегляні стіни.

Зовнішні стіни колодязної кладки з утепленням пінополістиролом, внутрішні стіни – суцільної кладки.

Фундаменти під стіни запроектовані монолітні залізобетонні, стіни-фундаментні блоки.

Горизонтальна гідроізоляція стін на всіх рівнях цементна з шару цементного розчину з додаванням рідкого скла (церезиту).

Вертикальна гідроізоляція стін підвалу здійснюється обмазкою бітумом по попередньо прогрунтованій поверхні.

Стіни – несучі, цегляні.

Стіни і простінки, вказані на планах, а також ділянки стін під опорами балок і перемичок підлягають сітчастому армуванню.

Всі несучі цегляні стіни забезпечують межу вогнестійкості REI120; MO.

Міжповерхові перекриття збірні залізобетонні кругло-пустотні плити, які забезпечують межу вогнестійкості REI45, а над гаражами RE і 180.MO

Елементи сходів – збірні залізобетонні марші і площадки при висоті поверху – 2,8м і ширині маршу – 1,3м, які забезпечують межу вогнестійкості R60; MO.

## 2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

### 2.1 Вихідні дані для проектування

Розрахунок монолітної подушки фундаменту розраховується для дев'ятиповерхового житлового будинку з напівпідвальним приміщенням.

Місце будівництва – м. Чортків. Характеристичне снігове навантаження для цього району –  $W_0 = 1390$  Па.

Характеристичне навантаження для житлових квартир – 1,5 кПа, для балконів і лоджій – 4 кПа, для службових і інженерно-технічних приміщень – 2 кПа.

Глибина промерзання ґрунту – 0,8 м.

Несучий шар ґрунту – суглинок напівтвердий, жовто-коричневого кольору, з наступними фізико-механічними характеристиками: питома вага –  $\gamma_{II} = 19,1$  кН/м<sup>3</sup>, кут внутрішнього тертя –  $\varphi = 23^\circ$ , питома зчеплення –  $C_{II} = 27$  кПа, модуль пружності –  $E = 18$  МПа.

Над подошвою фундаменту залягає насипний шар, з питомою вагою –  $\gamma_{II} = 17,2$  кН/м<sup>3</sup>.

Верх фундаменту знаходиться на висоті -2,800, відносно чистої поверхні підлоги ( $\pm 0.000$ ), а подошва залягає на трьох різних рівнях, -3,950; -4,550; -5,150 відповідно до плану фундаменту, рис. 2.1.

Монолітна подушка виконується з бетону класу C20/25, арматура класу A400C, поперечна класу A240C.

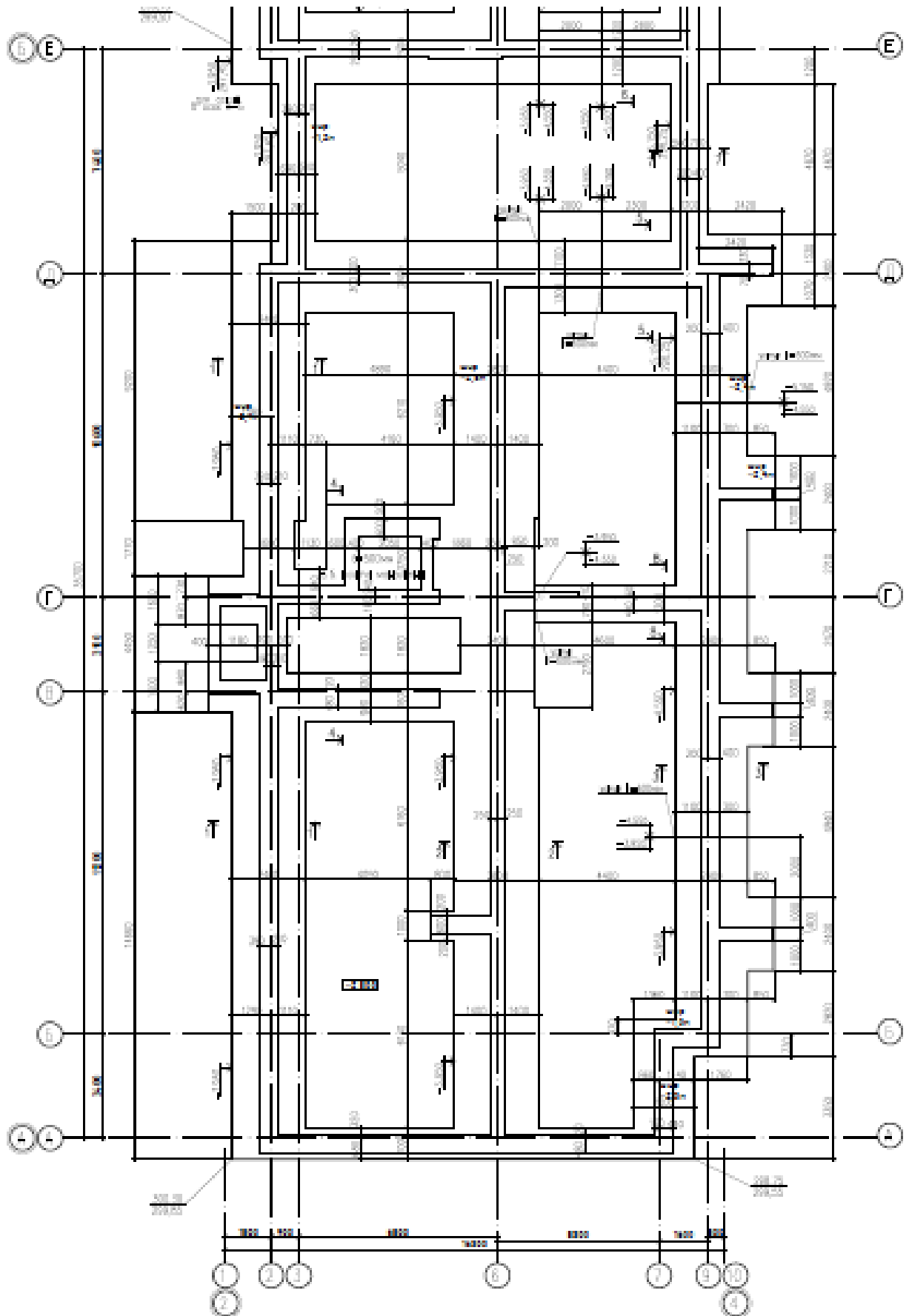


Рис. 2.1 – План фундаменту.

## 2.2 Збір навантаження на фундамент

На фундамент діють постійні і тимчасові навантаження.

Постійні вертикальні навантаження:

- покрівля – 3,9 кПа;
- перекриття технічного поверху – 3,2 кПа;
- міжповерхове перекриття – 4,0 кПа;
- вага несучих стін – 18 кПа.

Тимчасові вертикальні навантаження:

- снігове – 1,59 кПа;
- перекриття технічного поверху – 2 кПа;
- міжповерхове перекриття – 1,5 кПа.

Навантаження збираємо по найбільш не вигідним вантажним площам.

Навантаження крайні несучі стіни становить:

$$N_1 = N_{1,\text{пост}} + N_{1,\text{тимч}} = 449,82 + 45,46 = 495,28 \text{ кН}$$

Тоді навантаження на внутрішні несучі стіни:

$$N_2 = N_{2,\text{пост}} + N_{2,\text{тимч}} = 702,02 + 89,74 = 791,76 \text{ кН}$$

### 2.3 Створення розрахункової моделі та розрахунок монолітної фундаментної подушки

Проектування монолітної залізобетонної фундаментної подушки виконується в програмному комплексі ЛІРА-САПР.

Для початку вибираємо ознаку схеми 5 – шість степенів вільності ( $X$ ,  $Y$ ,  $Z$ ,  $U_x$ ,  $U_y$ ,  $U_z$ ).

Оскільки фундамент має перепади по висоті, то найвищу частину моделюємо на відносній відмітці 0,000 по  $Z$ , наступні рівні на 0,6 м нижче, що відповідає плану фундаментів, рис. 2.1., це потрібно для правильної подальшої прив'язки моделі подушки до масиву ґрунту. Подушка моделюється в осях  $XOY$ .

Фундаментну подушку моделюємо з трикутних пластинчастих скінченних елементів, середній розмір яких 0,25 м, яким призначається тип KE 12.

Створюємо поступово монолітну подушку на різних висотах, рис. 2.2, 3, 4 відповідно. Повна модель фундаменту в осях  $XOY$  показана на рисунку 2.5.

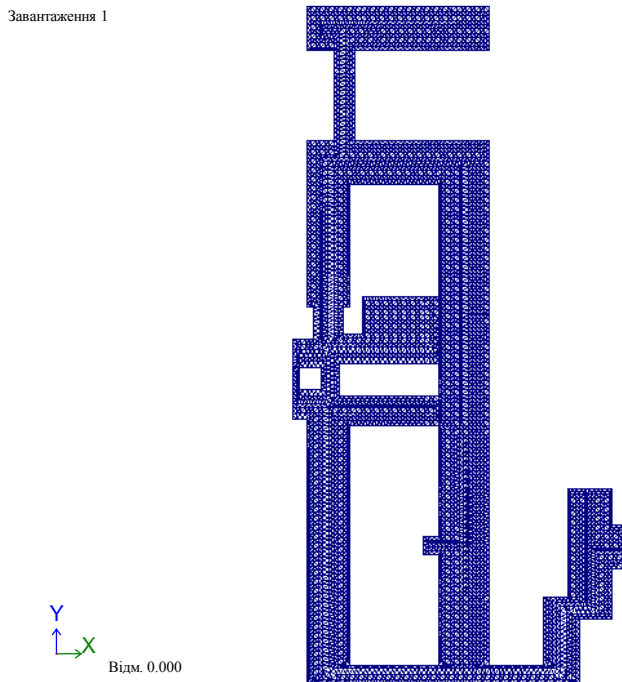


Рис. 2.2 – Модель фундаменту на відносній відмітці 0,000 (проектна відмітка -3,950)



Завантаження 1

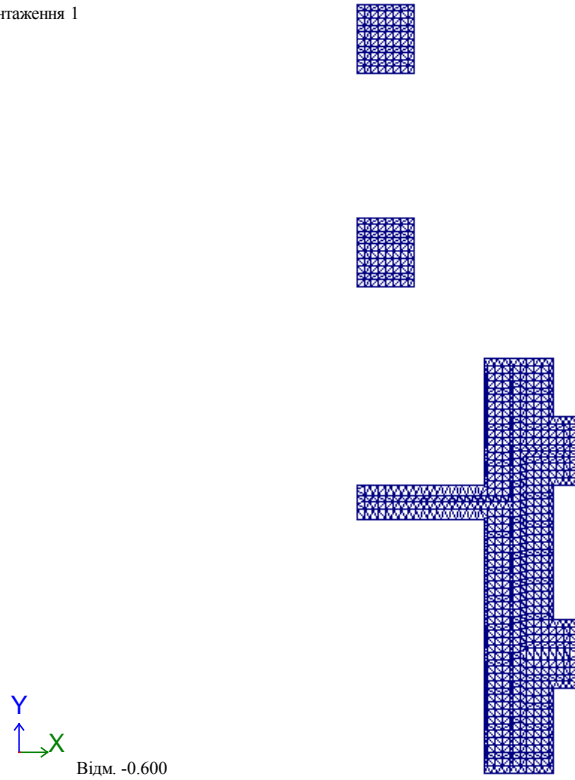


Рис. 2.3 – Модель фундаменту на відносній відмітці -0,6 (проектна відмітка -4,550)

Завантаження 1

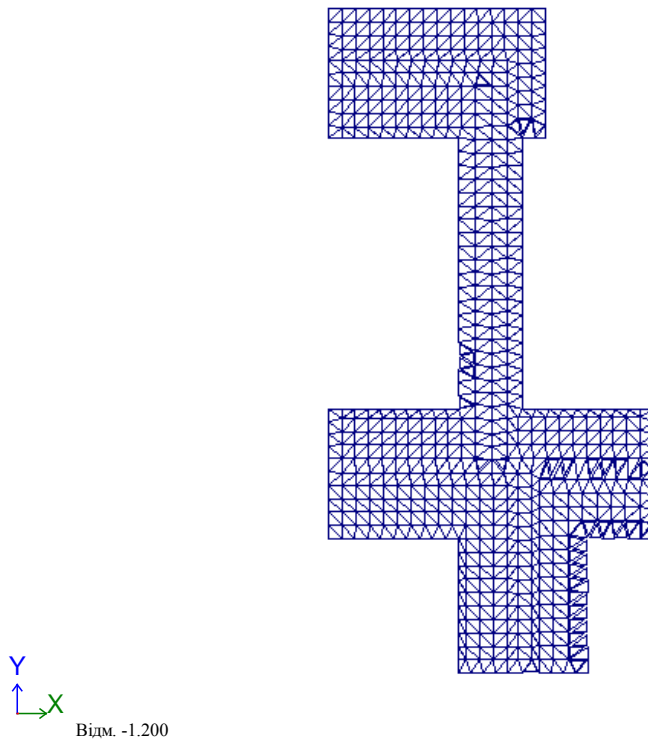


Рис. 2.4 – Модель фундаменту на відносній відмітці -1,2 (проектна відмітка -5,150)

Завантаження 1

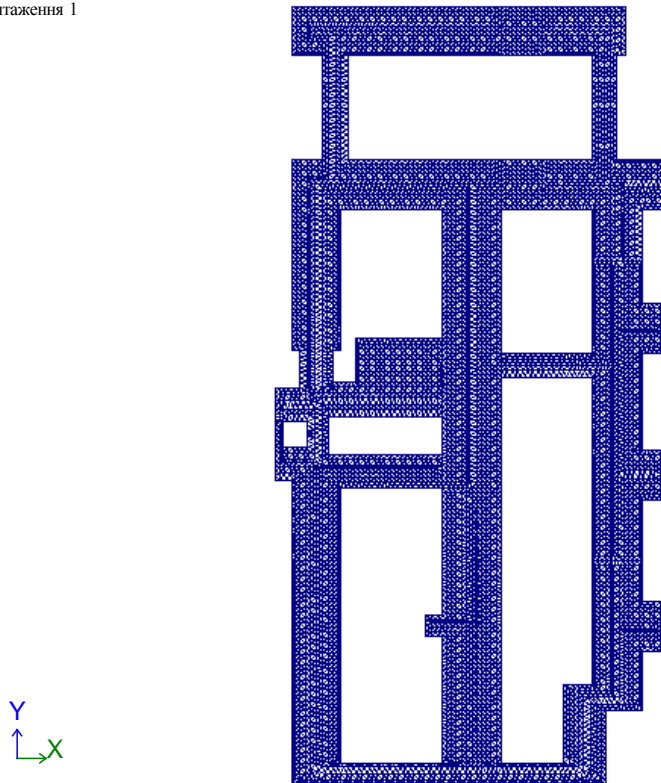


Рис. 2.5 – Модель фундаменту в осях X0Y

Задаємо характеристики пластинам. Товщина – 500 мм, модуль пружності бетону –  $E = 23$  ГПа, коефіцієнт Пуассона –  $\nu = 0,2$ , питома вага –  $R_0 = 27$  кН/м<sup>3</sup>, рис. 2.6.

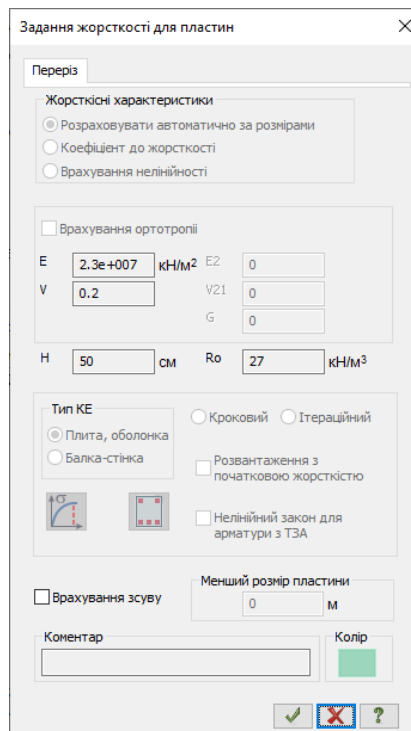


Рис. 2.6 – Діалогове вікно задання жорсткості фундаментної подушки

Для розрахунку армування, потрібно додатково задати розрахункову схему плити, характеристику бетону і арматури, приймаємо значення наведених в вихідних даних до проектування, рис. 2.7.

Задаємо що плита працює на вигин і є статично невизначеною, поперечна арматура приймається на  $1 \text{ м}^2$ , мінімальний відсоток армування 0,05%, захисний шар становить 5 см, оскільки виконана підбетонка, також приймаємо перевірку за другим граничним станом – розкриття тріщини, рис. 2.7(а).

Бетон задаємо класу C20/25 з середнім розрахунковим модулем пружності  $E = 23 \text{ ГПа}$ , коефіцієнти приймаємо за замовчуванням, рис. 2.7(б).

Робоча арматура приймається в напрямку X та Y - клас A400C, поперечна в напрямку Z – клас A240C, сітки – зварні, рис. 2.7(в).

а) **Розрахункова схема плити**

Назва:   
 Вид розрахунку: Плита (Вигин)  
 Система: Статично невизначена

Розрахунки

Підбирати арматуру по теорії Вуда  
 Ураховувати вогнестійкість  
 Підбирати поперечну арматуру на  $1 \text{ кв.м.}$   
 Нормативні характеристики матеріалів для особливого/аварійного сполучення

Точність розрахунку, %  
 Попередн. 20  
 Основного 1

% армування  
 MIN 0,05  
 MAX 10

Діапазон коеф. використання несної здатності  
 MIN 0,9  
 MAX 1,5

Відстань до ц.в. арматури  
 A1X 5 см A1Y 5 см  
 A2X 5 см A2Y 5 см

Арматура розрахунку на продавлювання  
 Ax 0 Ay 0  %  см2

Розрахунки по граничних станах II групи  
 Тріщина тривалого розкриття, мм 0,3  
 Тріщина нетривалого розкриття, мм 0,4

Крок арматурних стрижнів, мм 100  
 Діаметр арматурних стрижнів

Ураховувати розрахункову висоту стіни  
 Висота стіни  Розрахункова висо  Коефіцієнт 1

Армування Несиметричне

б) **Клас бетону C20/25**

Клас бетону C20/25

Діаграма напруга-деформація  
 2-лінійна діаграма напруга-деформація бе

Відносна вологість повітря, % 80

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (стиск)  $\alpha_{cc}$  1  
 Коеф. обліку тривалості дії навантажень (розтягання)  $\alpha_{ct}$  1  
 Коеф. обліку руйнування бетонних конструкцій  $\gamma_{c2}$  1  
 Коеф. для конструкцій, які бетонуються у вертикальному положенні  $\gamma_{c3}$  1  
 Граничне значення параметра (т.6.12 ДБН В. 1.1-12:2014)  $\gamma$  1

Випадкові ексцентриситети (стержень)  
 По висоті перерізу EY 0 см  
 По ширині перерізу EZ 0 см

	C20/25 (МПа)
f <sub>ck_cube</sub>	25.00
f <sub>ck_prizm</sub>	18.50
gama_c	1.30
f <sub>ctm</sub>	2.20
f <sub>ctk_005</sub>	1.50
f <sub>ctk_095</sub>	2.90
gama_ct	1.50
E <sub>cm</sub>	30000.00
E <sub>ck</sub>	26000.00
E <sub>cd</sub>	23000.00
Eps <sub>c1_ck</sub> (*1000)	1.71
Eps <sub>c1_cd</sub> (*1000)	1.65
Eps <sub>cu1_ck</sub> (*1000)	3.85

в) **Клас арматури**

Арматура I типу  
 $k = f_{tk}/f_{yk}$  Eps<sub>uk</sub>, %

Поздовжня	УЗДОВЖ X	Уздовж Y	Поперечна
УЗДОВЖ X	A400C d=6	A400C d=6	A240C d=6
	1.05	1.05	1.08
	2.5	2.5	2.5

Уздовж X A400C d=6..40 (МПа)

Es	210000.00
f <sub>yk</sub>	400.00
Gama <sub>s</sub>	1.10
f <sub>yd</sub>	364.00
f <sub>ywd</sub>	285.00
f <sub>ywd*</sub>	263.00

Арматурний каркас Зварний каркас

Ураховування сейсмічного впливу  
 Коеф. з т.6.13 ДБН В. 1.1-12:2014 1  
 Коеф. при розрахунках похилих перерізів, т.6.13 ДБН В. 1.1-12:2014 1

Розрахунки міцності похилих перерізів синхронізовані з EN 1992-1-1:2005

Арматура II типу  
 Вибрати...

Рис. 2.7 – Діалогові вікна з заданням матеріалу: а) розрахункова схема плити; б) клас бетону; в) клас арматури

Для отримання коректних результатів потрібно узгодити осі скінченних елементів по осях X0Y, рис. 2.8.

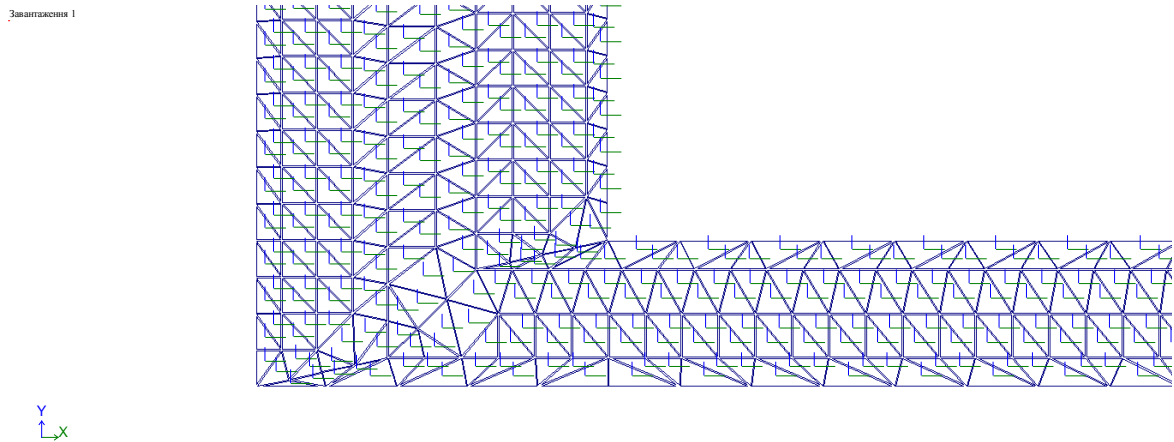


Рис. 2.8 – Фрагмент монолітної підосви, де узгоджені осі пластин.

Навантаження будемо передавати через фундаментні блоки, тому в центрі подушки змодельюємо умовну частину фундаментного блоку, рис. 2.9.

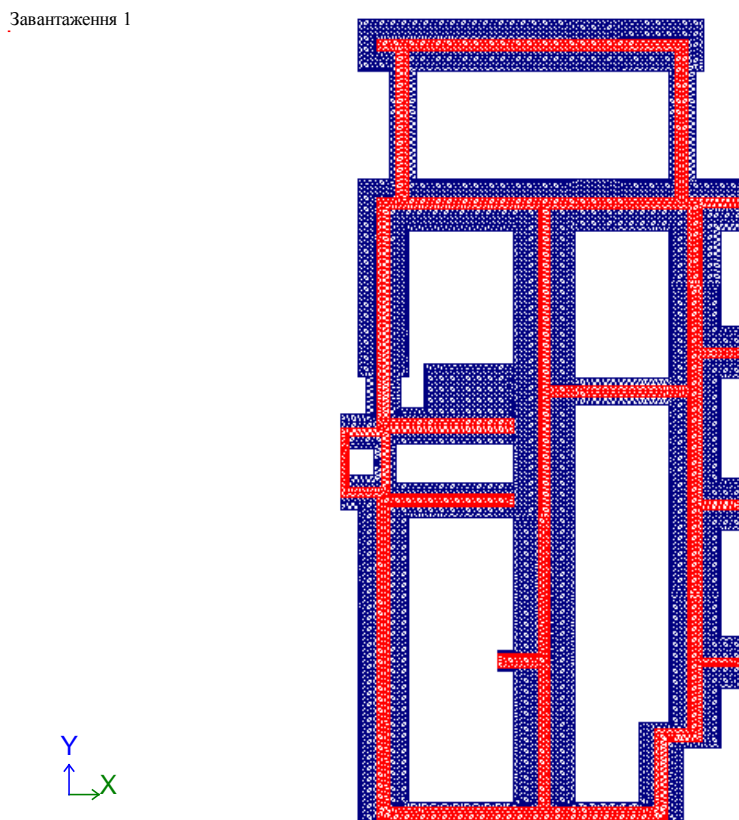


Рис. 2.9 – Моделювання площадки від фундаментного блоку (виділено червоним)

На монолітну підосшву задаємо навантаження:

стіни з одним обпиранням плити –  $N_1 = 495,28$  кН/м. п;

стіни з подвійним обпиранням плит –  $N_2 = 791,76$  кН/м. п;

стіни без обпирання плит –  $N_3 = 262,5$  кН/м. п.

Навантаження від ліфта вантажопідйомністю 630 кг, з цегляними стінами шахти –  $P = 260$  кН/м<sup>2</sup>.

Задаємо зібрані навантаження на монолітну підосшву, рис. 2.10.

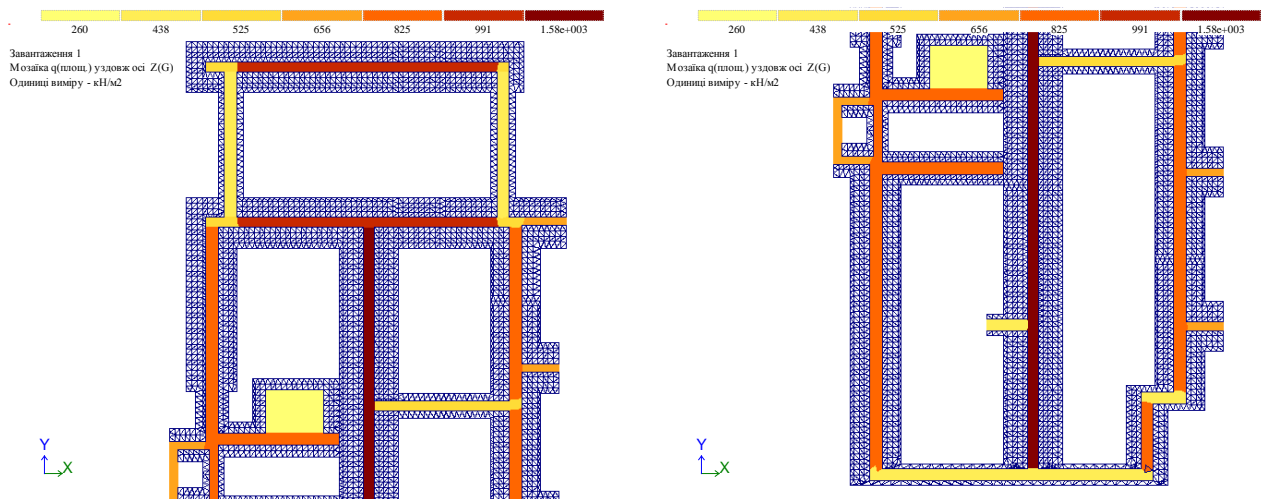


Рис. 2.10 – Розподілене навантаження на монолітну подушку, яке передається через фундаментні блоки, кН/м<sup>2</sup>

Збираємо сумарне навантаження від будівлі, рис. 2.11, щоб задати на подушку початковий відпір ґрунту, рис. 2.12.

Сумарне навантаження від будівлі становить  $N = 83\,123,8$  кН, дане значення потрібно поділити на площу подушки фундаменту, щоб взнати попередній відпір ґрунту, рис. 2.12.

Площа всієї фундаментної подушки становить  $S = 349,268$  м<sup>2</sup>.

Тоді початковий відпір ґрунту становитиме:

$$P_z = \frac{N}{S} = \frac{83\,123,8}{349,268} = 237,99 \text{ кН/м}^2$$

Сумування навантажень

Навантаже   
 Інерційні сили   
 Навантаження на фрагмент

Список вузлів: 1-6545  
Список елементів: 1-11742

Вибір завантаження:  Завантажені № 1   
 РСН   
   

Сумарні навантаження

	Об'ємні	Пластини	Стержні	Вузли	Усього
$\Sigma P_X$	0	0	0	0	0
$\Sigma P_Y$	0	0	0	0	0
$\Sigma P_Z$	0	83123.8	0	0	83123.8
$\Sigma M_X$	0	0	0	0	0
$\Sigma M_Y$	0	0	0	0	0
$\Sigma M_Z$	0	0	0	0	0

Координати центрів сил

Cx x	Cx y	Cx z	Px
Cy x	Cy y	Cy z	Py
Cz x 8.27245	Cz y 18.201	Cz z -0.186669	Pz

Перекидаючий момент

Контрольна точка A

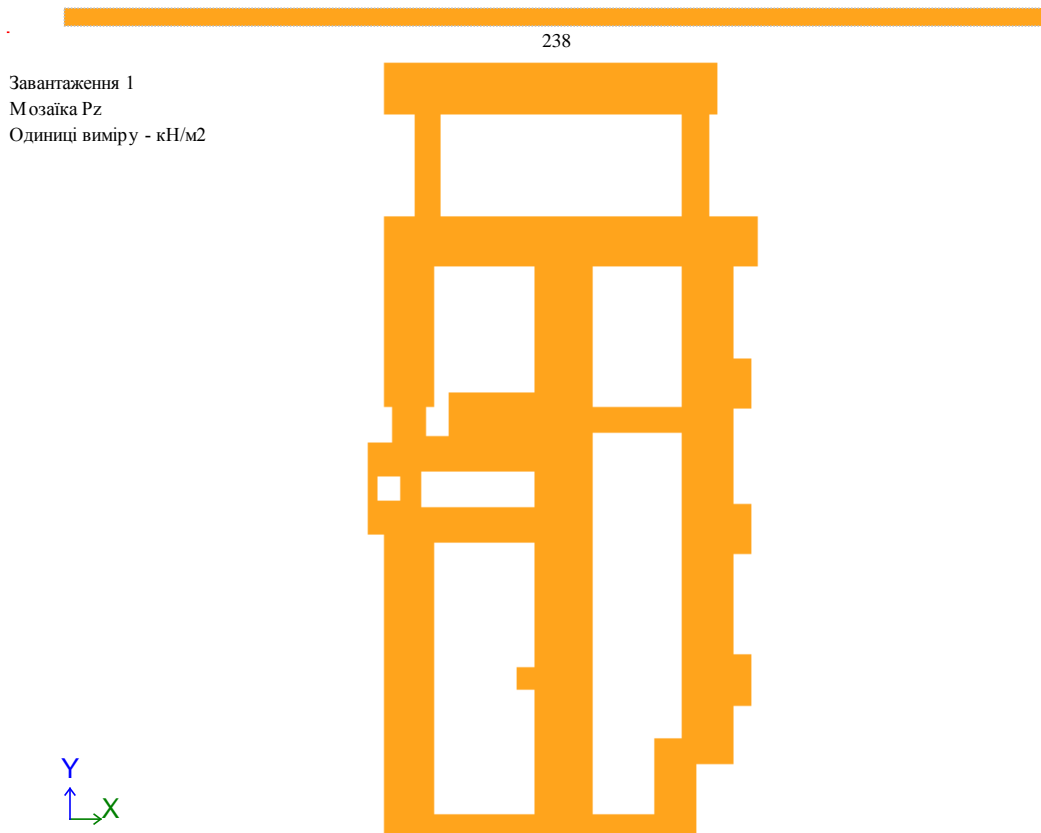
X	0
Y	0
Z	0

Момент відносно A

Mx	1.51293e+006
My	-687637
Mz	0

Вказати курсором   

Рис. 2.11 – Діалогове вікно, зі збором сумарного навантаження

Рис. 2.12 – Початковий відпір ґрунту,  $P_z$ , кН/м<sup>2</sup>

Далі створюємо модель ґрунту в підсистемі ПК ЛІРА-САПР – ГРУНТ.

Задаємо характеристики ґрунтів з таблиця 2.1.

Таблиця 2.1

Характеристики ґрунтів

№	Найменування ґрунту	Показник текучості	Коефіцієнт пористості	Модуль деформації, МН/м <sup>2</sup>	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту, кН/м <sup>3</sup>	Природна вологість
1	Насипний		0,7	9,8	0,3	17,2	0,05
2	Суглинок напівтвердий	0,4	0,54	18	0,3	19,1	0,25

Створюємо дві свердловини за координатами (0;0) та (30;30), для створення ґрунтової моделі, рис. 2.13. Характеристики свердловин наведені в таблиці 2.2.

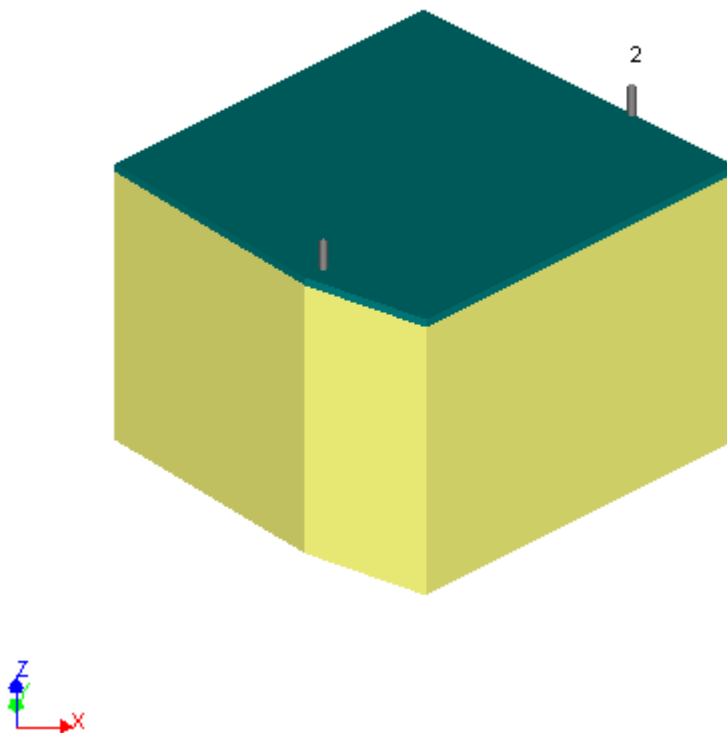


Рис. 2.13 – Ґрунтова модель

Таблиця 2.2

## Характеристики свердловин

№	Найменування ґрунту	Абс. відмітка підшви	Потужність шару	Глибина залягання
Свердловина 1				
Координати (0.00;0.00) Абсолютна відмітка устя 100.00 Глибина свердловини 30.00				
1	Насипний	99,1	0,9	0,9
2	Суглинок напівтвердий	70,0	29,1	30,0
Свердловина 2				
Координати (30,0;30,0) Абсолютна відмітка устя 100.00 Глибина свердловини 30.00				
1	1	1	1	1
2	2	2	2	2

Коефіцієнти для розрахунку основи приймаємо як на рис. 2.14.

Параметри розрахунку ×

Коефіцієнт глибини стискуваної товщі

Мінімальна глибина стискуваної товщі  м

Додаткове постійне напруження по всій глибині  кН/м<sup>2</sup>

Враховувати вагу ґрунту вище відмітки прикладання навантаження ✓ ✗ ?

Крок триангуляції навантажень для побудови ізополів  м

Обчислювати результати в межах площі імпортованих навантажень по укрупненій прямокутній сітці

крок сітки  м

Розрахунок осадок існуючих будівель від споруд, що будуються

Норми розрахунку

СНиП 2.02.01-83

СП 50-101-2004

ДБН В.2.1-10:2009

СП 22.13330.2011/2016

СП РК 5.01-102-2013

Параметри обрахування розрахункового опору ґрунту

$$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_{\gamma} k_{\gamma} b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_2 \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$$

$\gamma_{c1}$    $\gamma_{c2}$    $k$

Рис. 2.14 – Коефіцієнти для розрахунку основи під фундамент



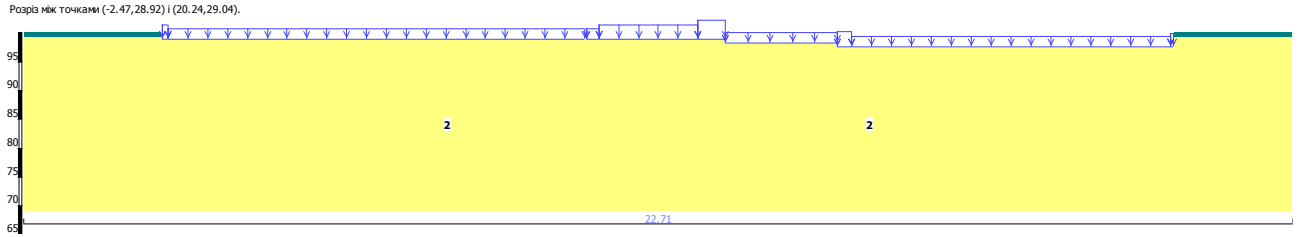


Рис. 2.15 – Поперечний розріз по ґрунту

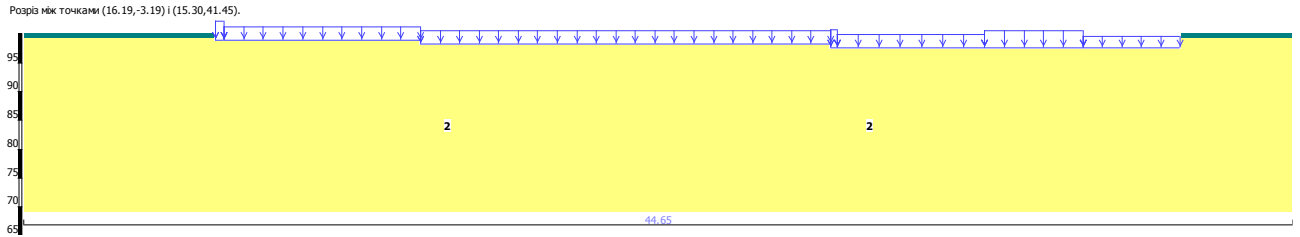


Рис. 2.16 – Поздовжній розріз по ґрунту

Для перерозподілу навантаження по подушці, виконуємо декілька ітераційних розрахунків, і визначаємо опір ґрунту рис. 2.17.

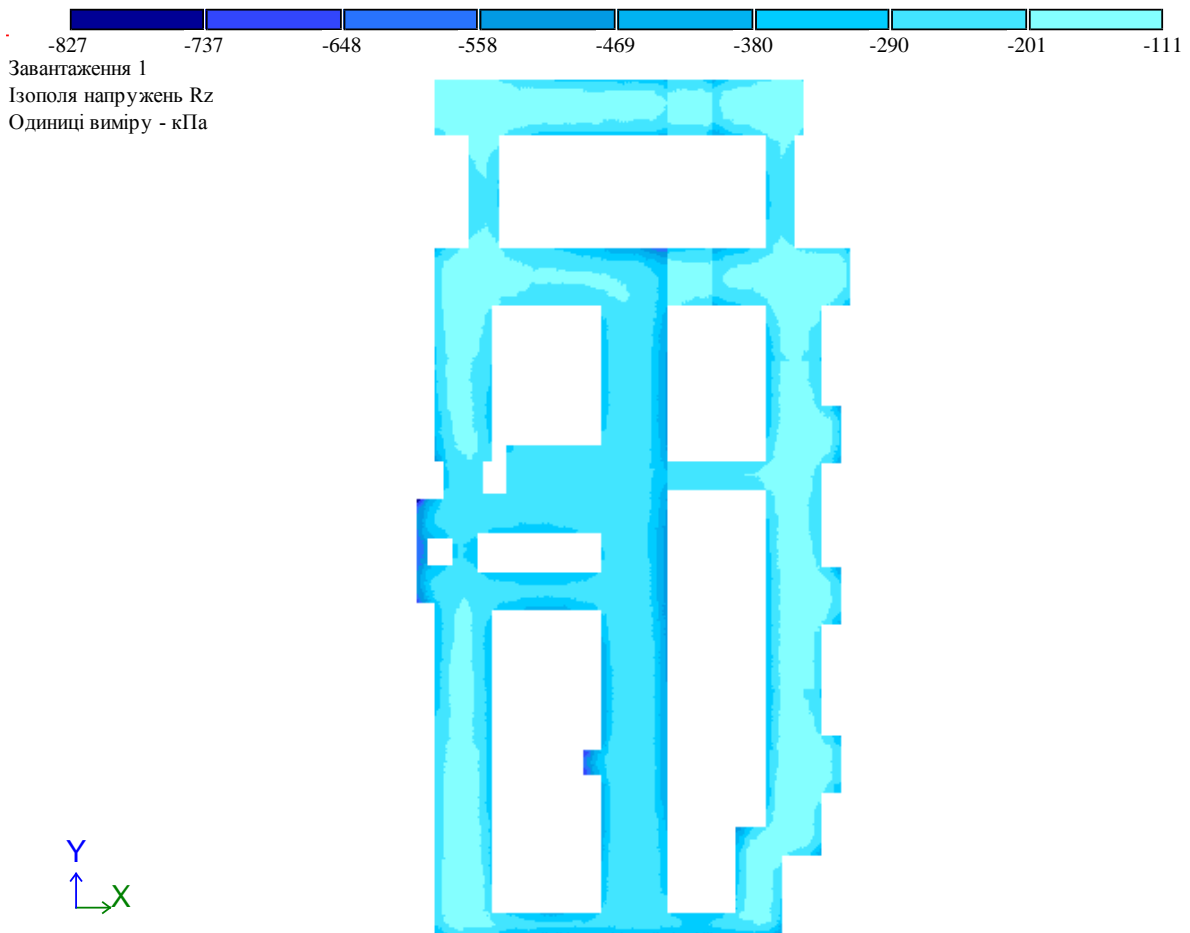


Рис. 2.17 – Відпір ґрунту  $R_z$ , кПа

Перекосямо дане зусилля в модель ґрунту і отримуємо навантаження на основу рис. 2.18.

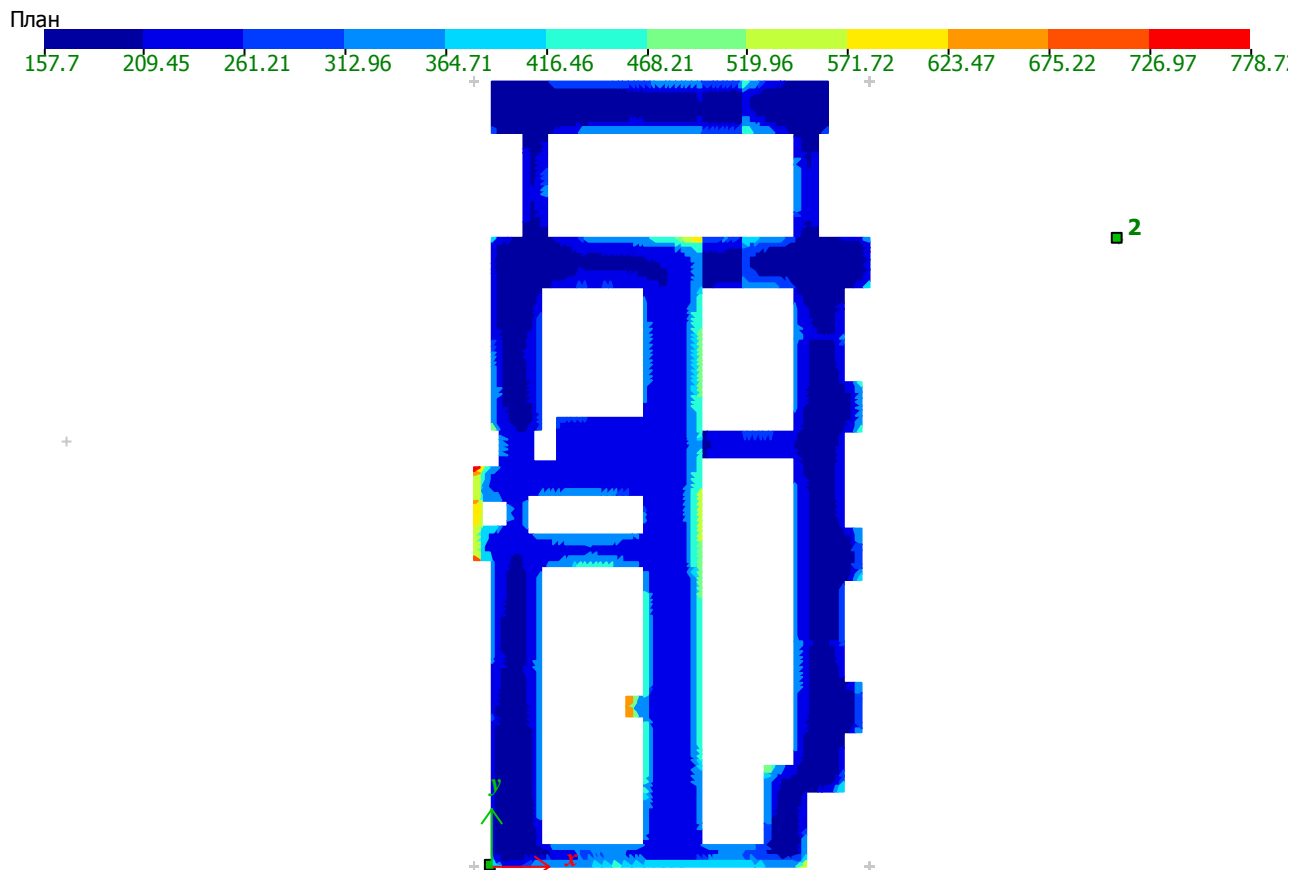


Рис. 2.18 – Мозаїка навантаження на основу  $\text{кН/м}^2$

Виконуємо розрахунок основи за другим методом по моделі Вінклера-Фусса, отримуємо осідання основи, коефіцієнти постелі  $C_1$ , глибину стиснутої товщі, рис. 2.19, 20 і 21 відповідно.

Визначаємо результати розрахунку основи в характерних точках, під лівим зовнішнім фундаментом, під прави зовнішнім фундаментом, під верхнім зовнішнім фундаментом, під верхнім внутрішнім фундаментом, під центральним внутрішнім фундаментом, рис. 2.22, 23, 24, 25 і 26 відповідно.

Визначаємо крен фундаменту в поздовжньому та поперечному напрямках, таблиця 2.3. В поздовжньому напрямку крен буде визначатись по лініях зовнішнього і внутрішнього фундаменту, для попеченого напрямку – по краях і в центрі, також провіримо перепад по діагоналях.

Ізополя осадки. Метод розрахунку 2.

8.4683 15.689 22.91 30.131 37.352 44.573 51.794 59.015 66.235 73.456 80.677 87.898 95.111

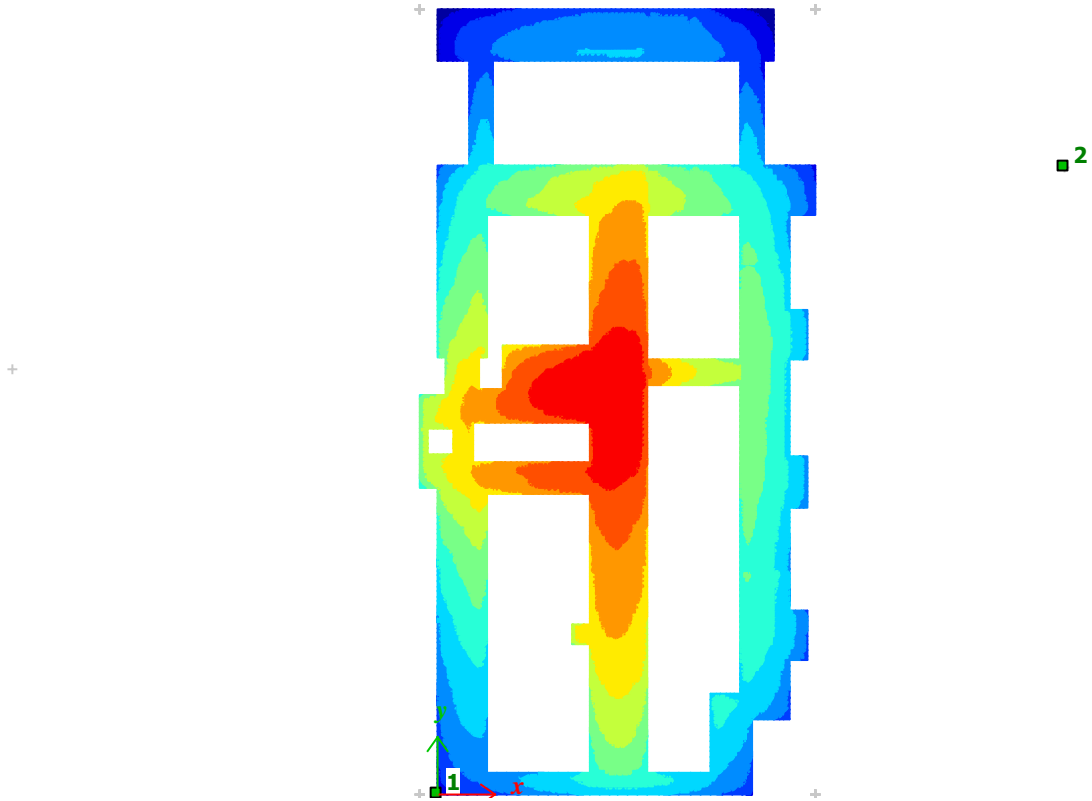


Рис. 2.19 – Ізополя осідання основи, мм

Ізополя  $C_1$ . Метод розрахунку 2.

2534.7 4606.6 6678.5 8750.4 10822 12894 14966 17038 19110 21182 23254 25326 27398

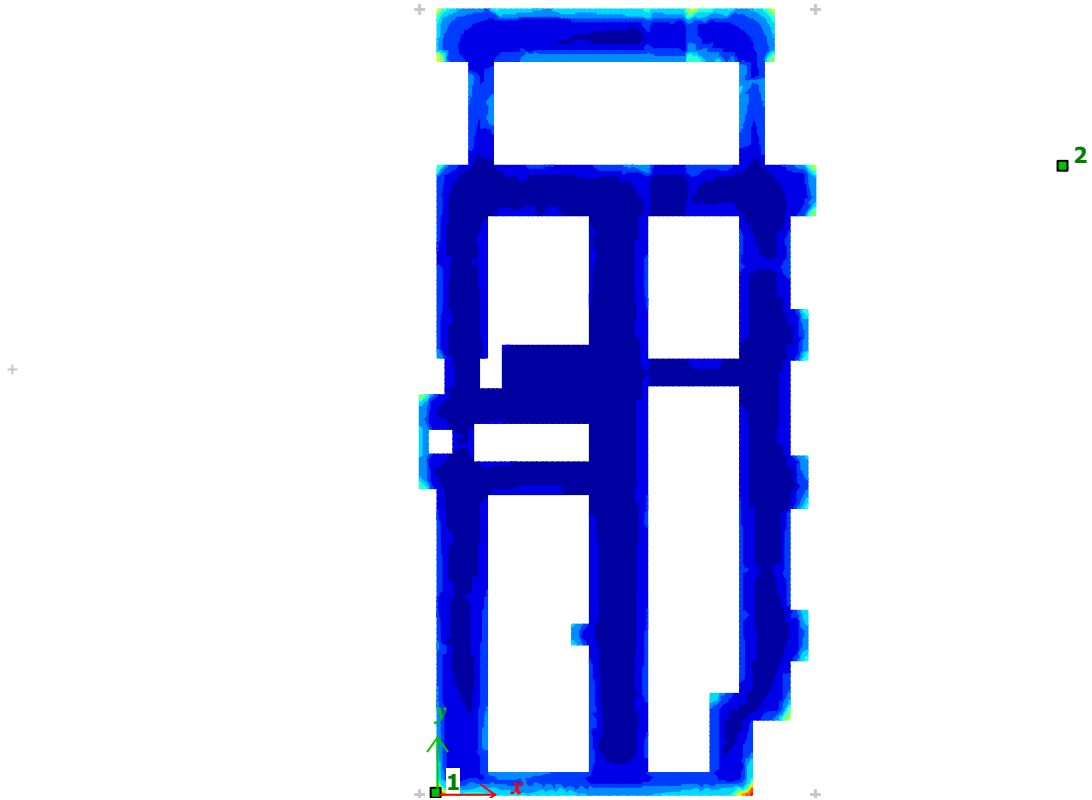


Рис. 2.20 – Ізополя коефіцієнта постелі  $C_1$ ,  $\text{kN/m}^3$

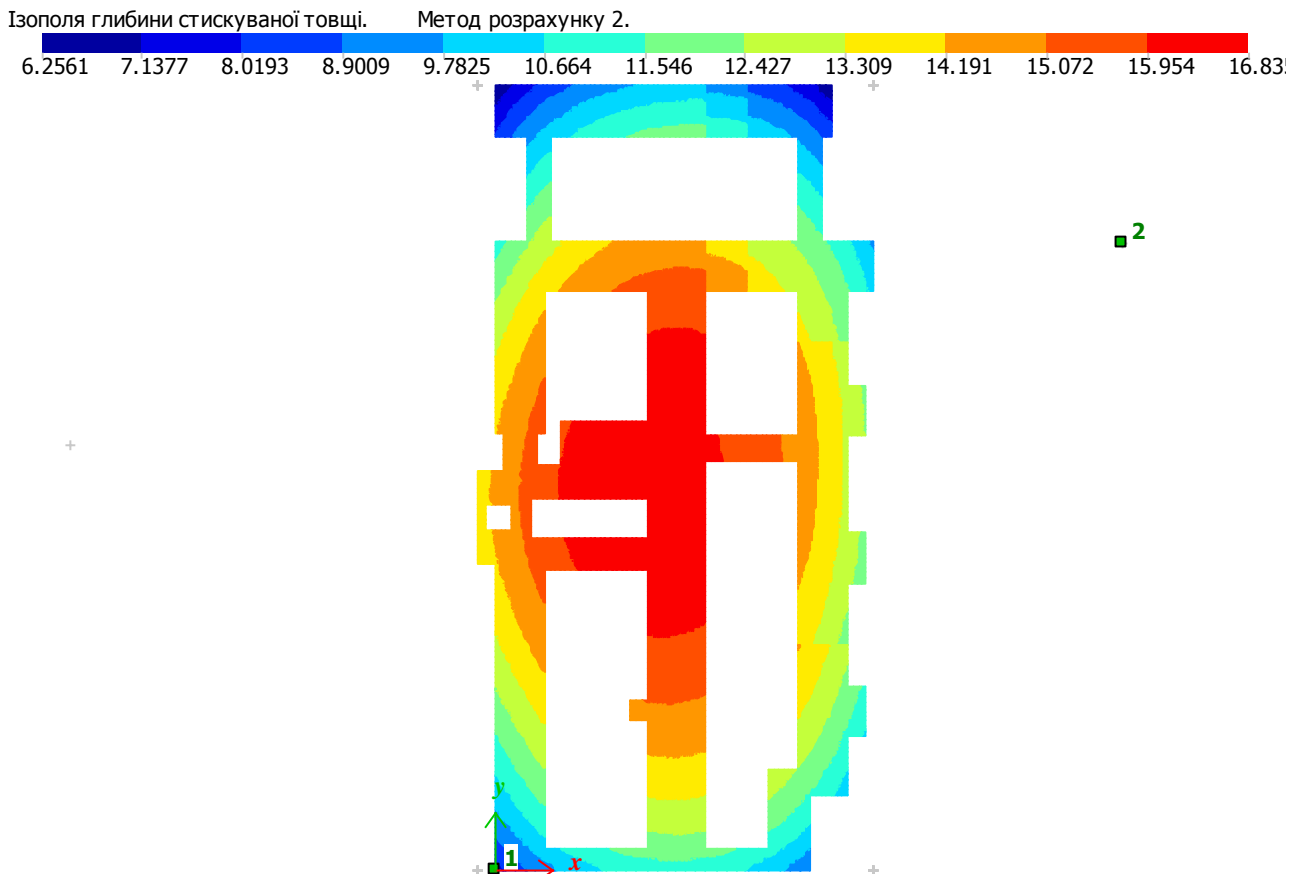


Рис. 2.21 – Ізополя глибини стиснутої товщі, м

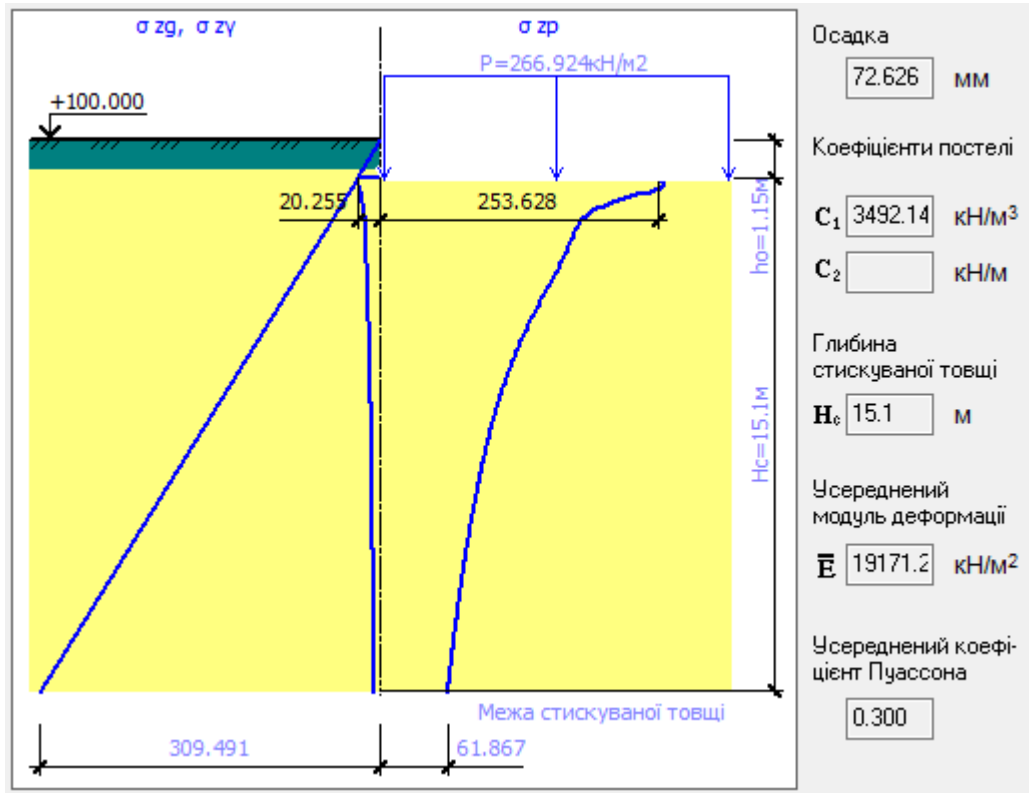


Рис. 2.22 – Розрахунок в точці, під лівим зовнішнім фундаментом

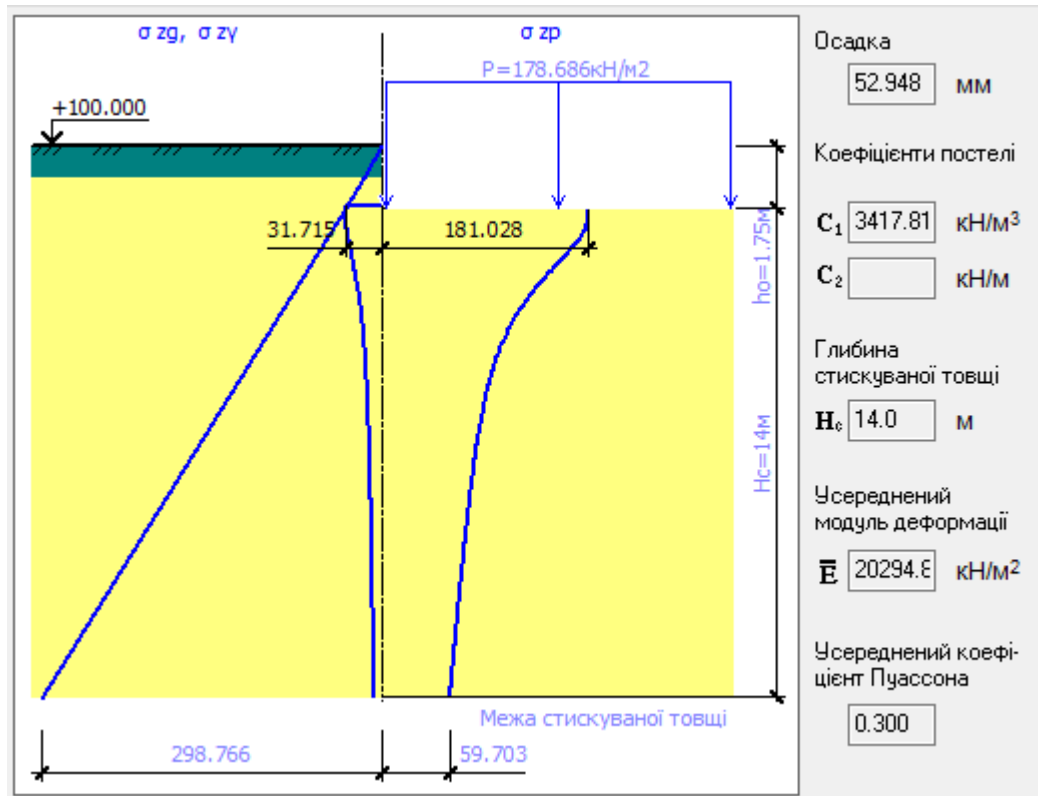


Рис. 2.23 – Розрахунок в точці, під правим зовнішнім фундаментом

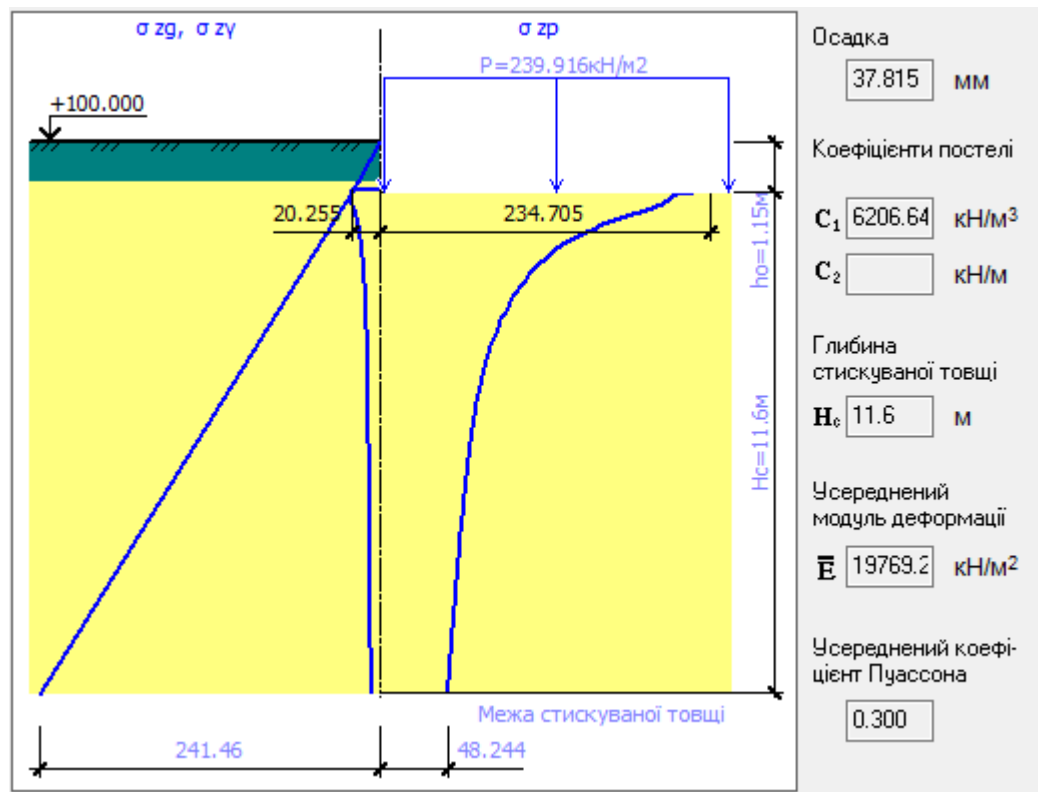


Рис. 2.24 – Розрахунок в точці, під верхнім зовнішнім фундаментом

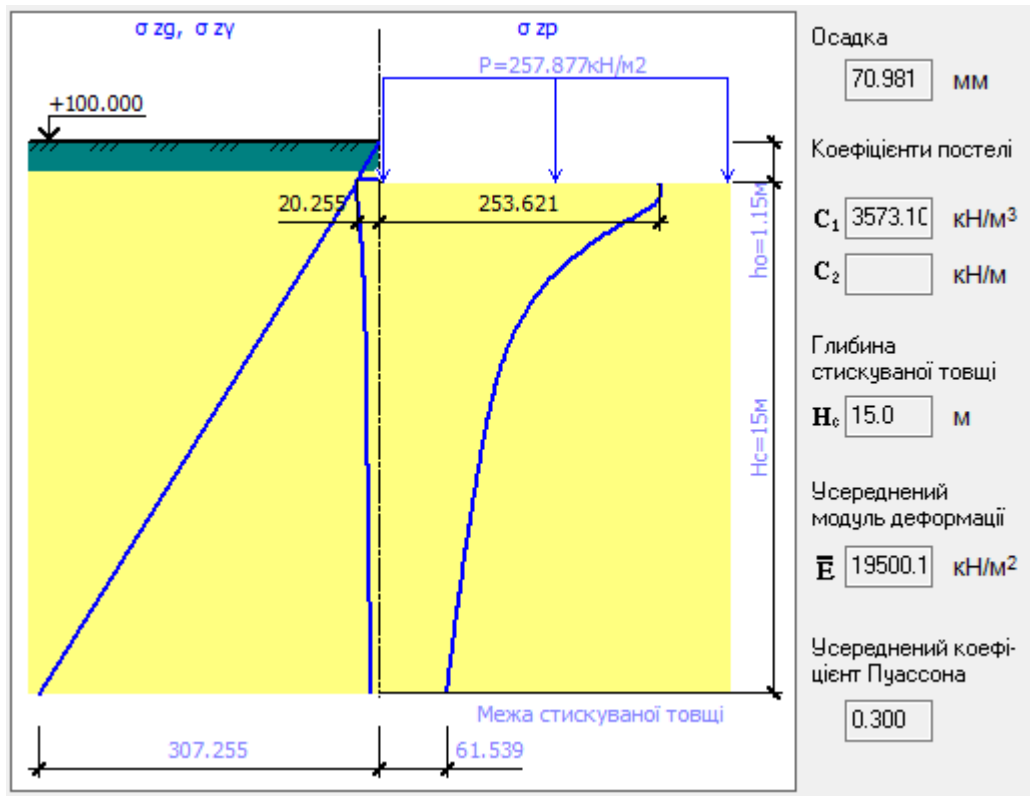


Рис. 2.25 – Розрахунок в точці, під верхнім внутрішнім фундаментом

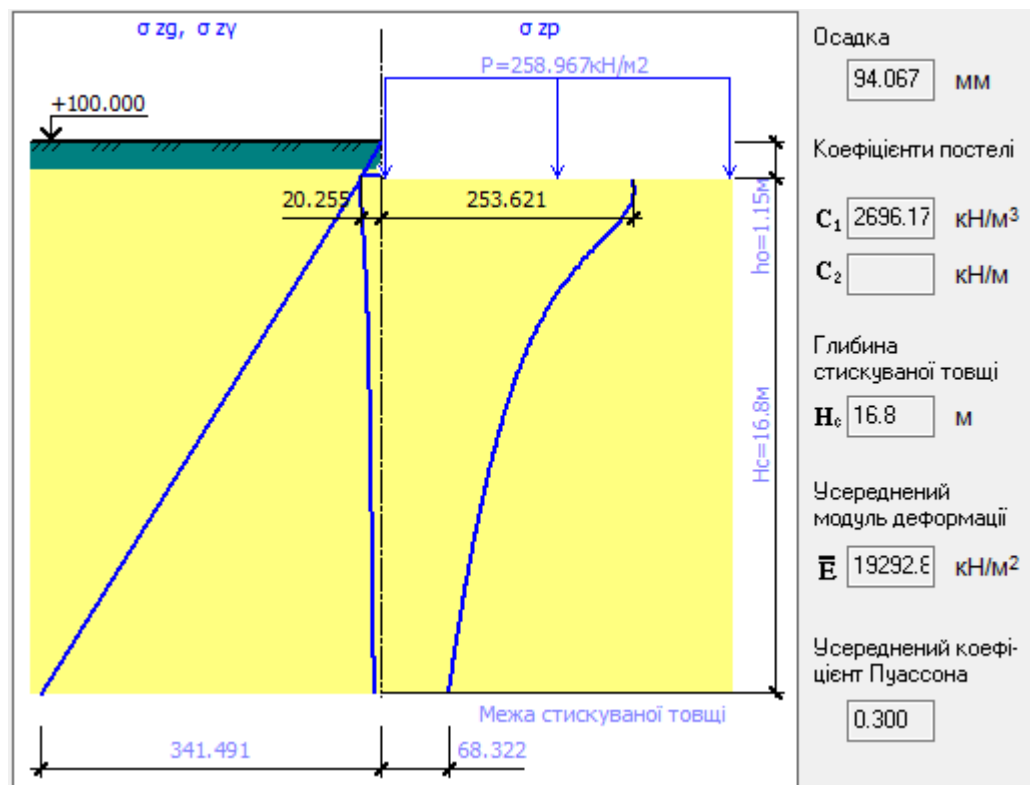


Рис. 2.26 – Розрахунок в точці, під центральним внутрішнім фундаментом

Таблиця 2.3

## Визначення крену будівлі

Місце визначення	Осідання 1, мм	Осідання 2, мм	Крен, %
повздовж			
лівий край	14,589	9,006	0,0149
центр	39,524	29,776	0,0259
правий край	22,868	15,443	0,0198
поперек			
верхній край	9,006	15,443	0,0402
центр	54,833	43,363	0,0655
нижній край	14,589	22,868	0,0552
діагональ			
діагональ 1	14,589	15,443	0,0021
діагональ 2	9,006	22,868	0,0346

Отже, максимальне осідання основи під зовнішнім фундаментом складає 72,626 мм, а під внутрішнім 94,067 мм, що менше граничного 120 мм, максимальний крен в поздовжньому напрямку 0,0259%, в поперечному 0,0655%, що менше граничного 0,2%, тому подушка фундаменту, по ширині, підібрана правильно.

Тепер знаючи осідання основи, визначаємо прогин, напруження і армування, в фундаментній подушці, рис. 2.27-38.

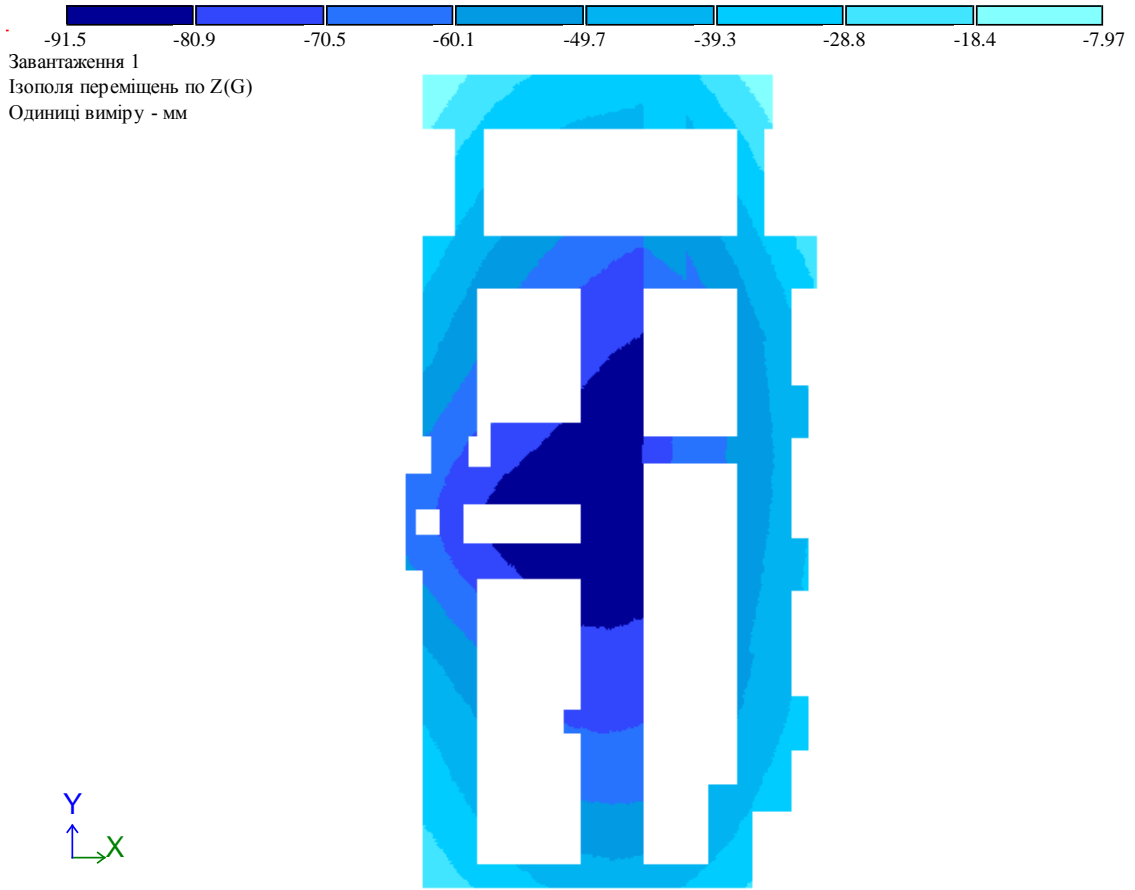


Рис. 2.27 – Ізополя прогину плити по осі Z, мм

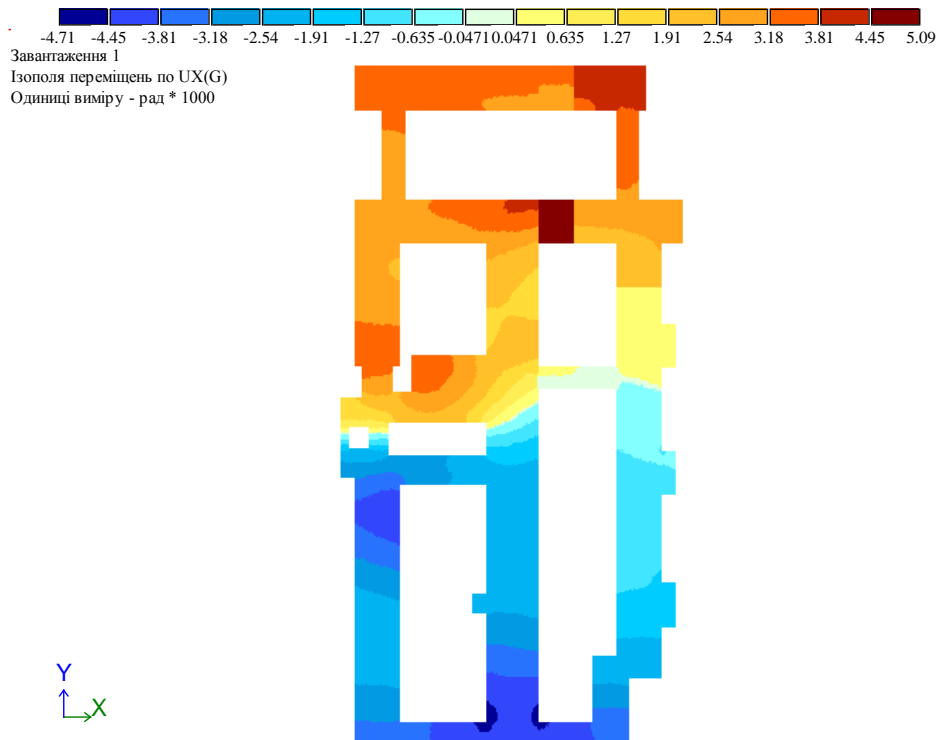


Рис. 2.28 – Ізополя повороту плити відносно осі X, рад·1000



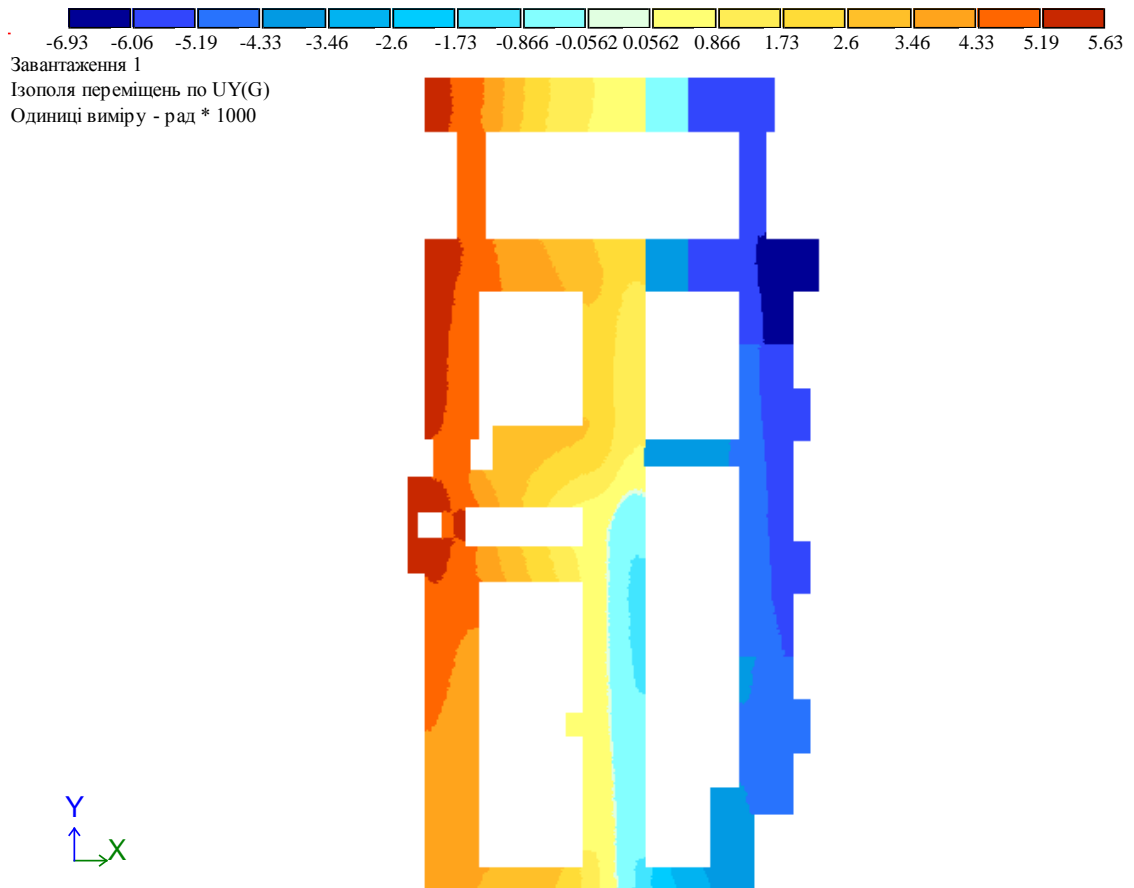
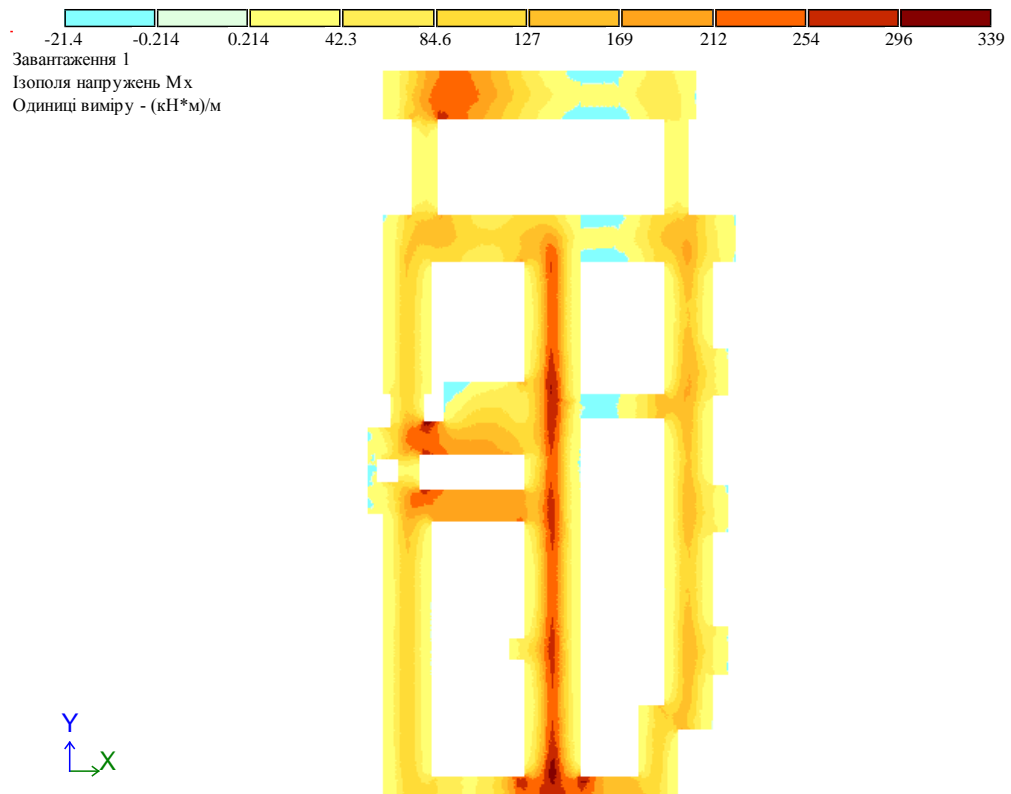
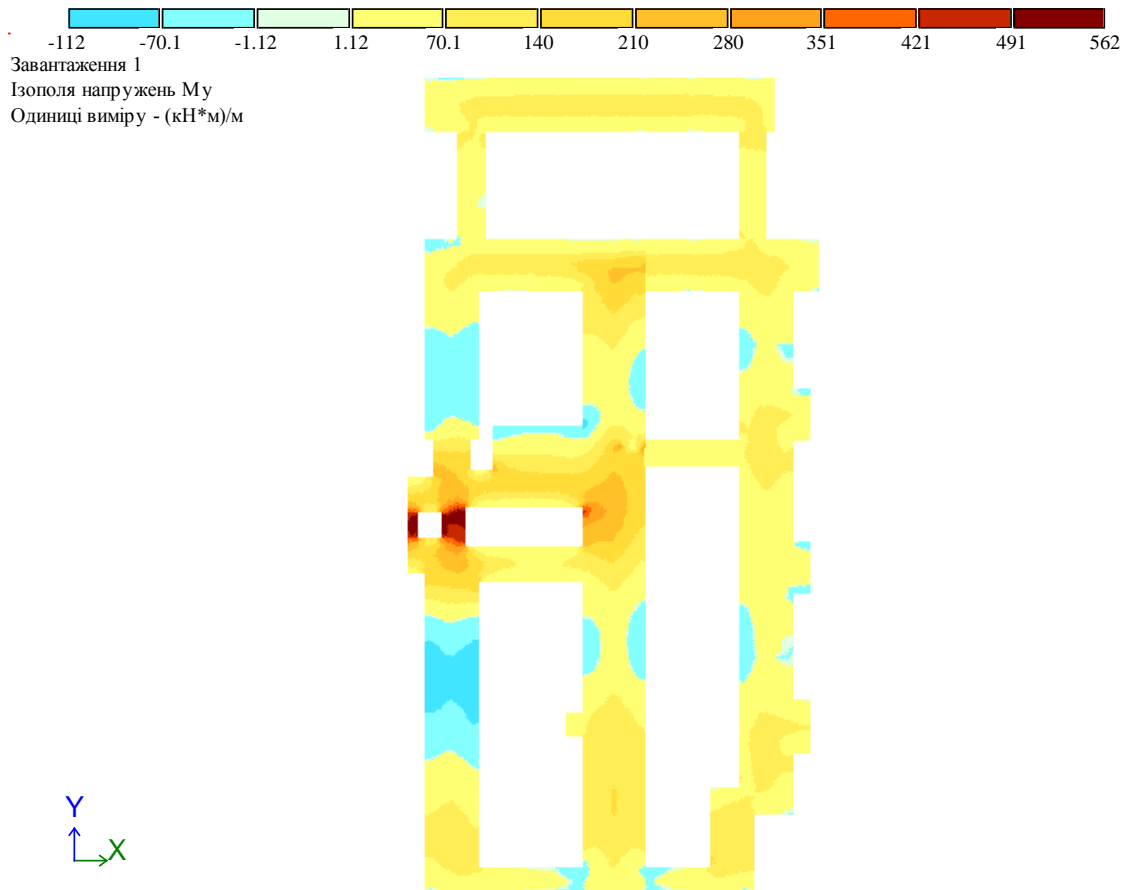
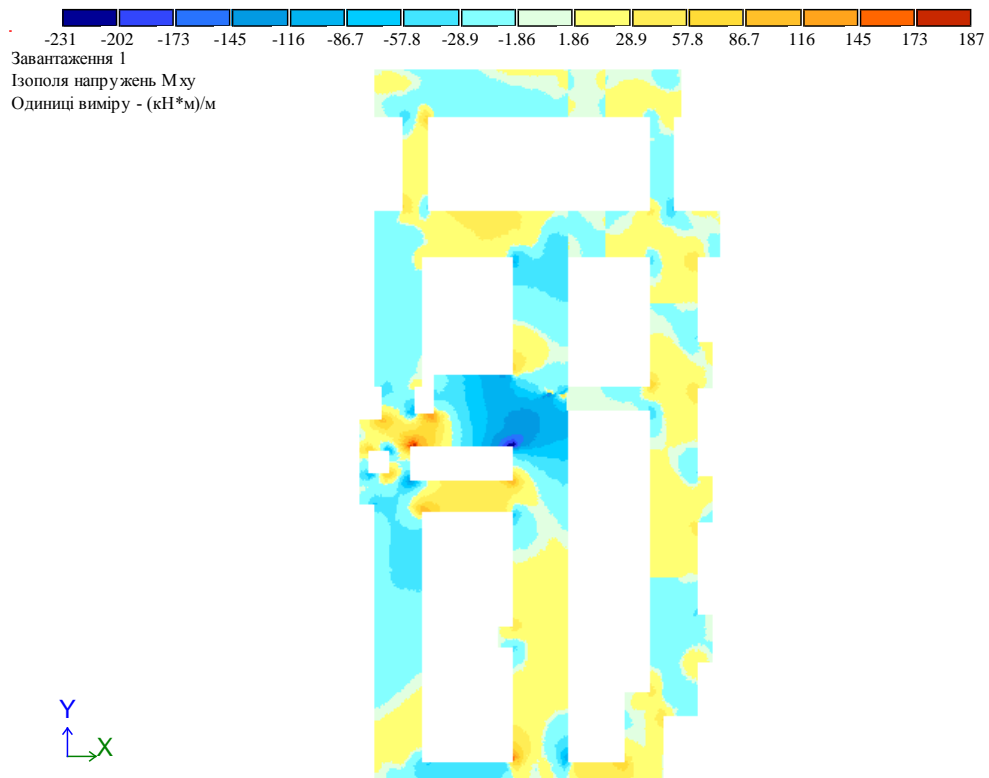


Рис. 2.29 – Ізополя повороту плити відносно осі Y, рад·1000

Рис. 2.30 – Ізополя згинальних напружень відносно осі X,  $M_x$ , (кН·м)/м

Рис. 2.31 – Ізополя згинальних напружень відносно осі  $Y$ ,  $M_y$ , (кН·м)/мРис. 2.32 – Ізополя сумісних згинальних напружень,  $M_{xy}$ , (кН·м)/м

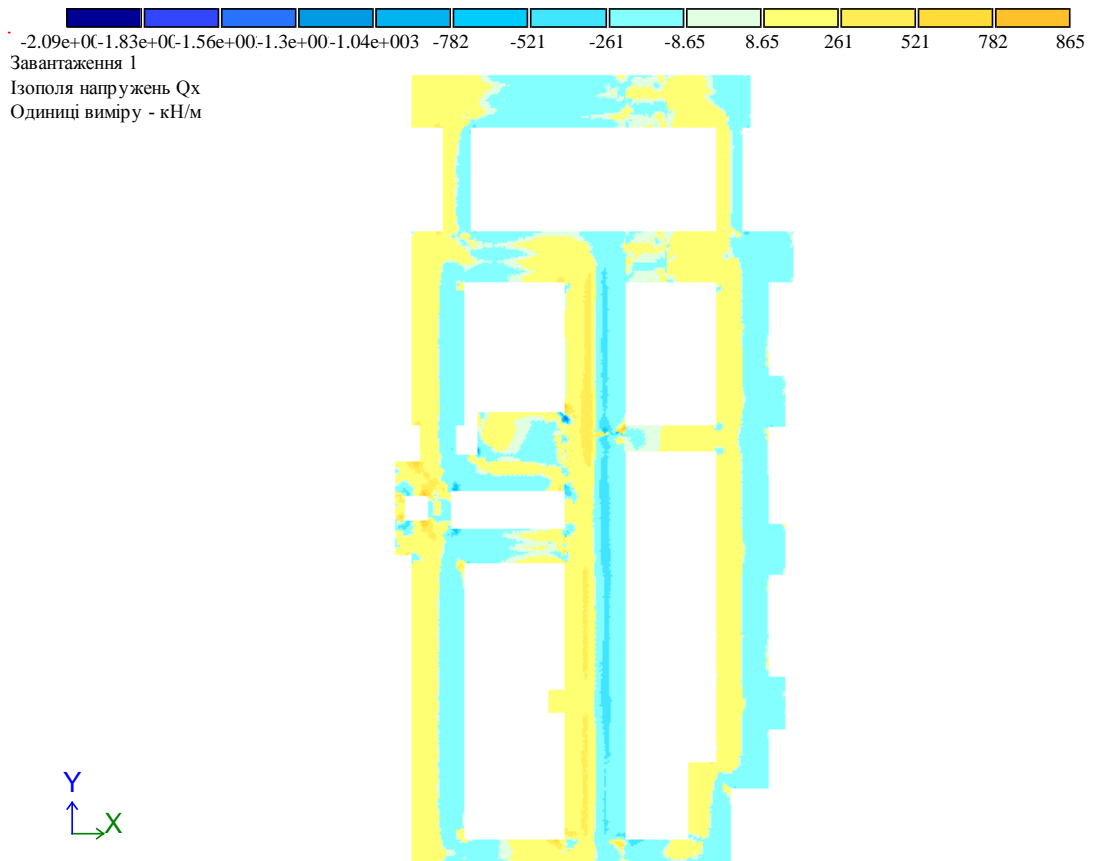


Рис. 2.33 – Ізополя поперечних напружень відносно осі X,  $Q_x$ , кН/м

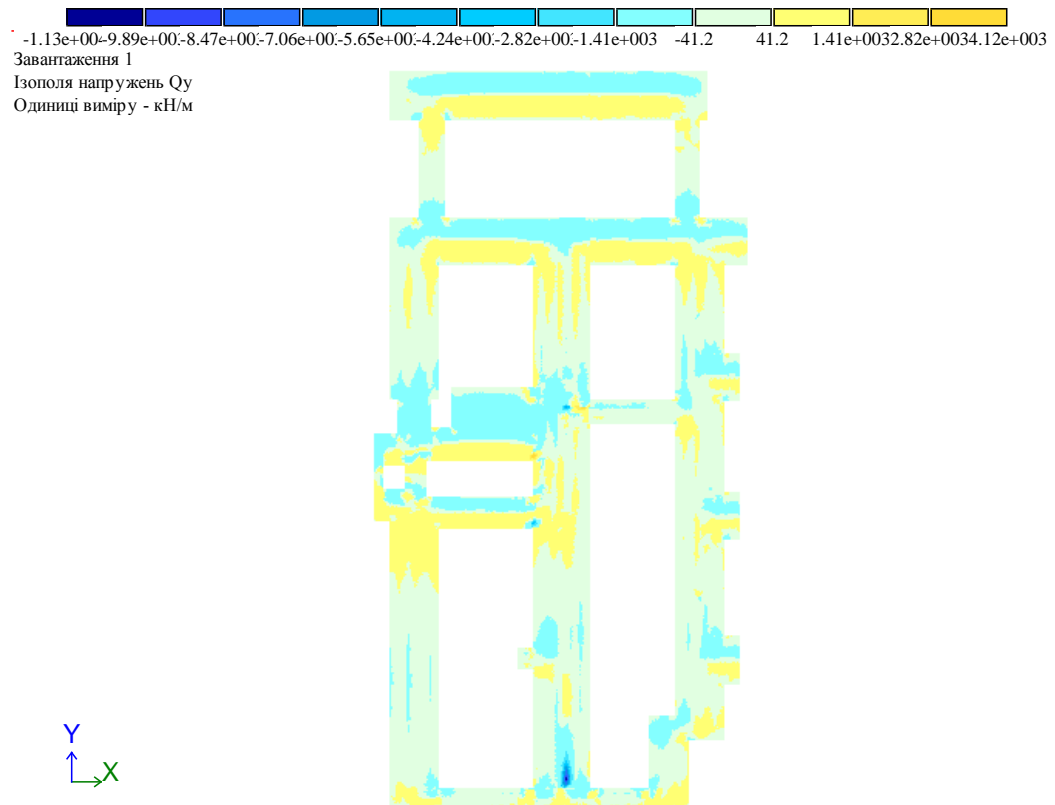


Рис. 2.34 – Ізополя поперечних напружень відносно осі Y,  $Q_y$ , кН/м



Рис. 2.35 – Мозаїка армування верхньої зони подушки, по осі X, см<sup>2</sup>/м

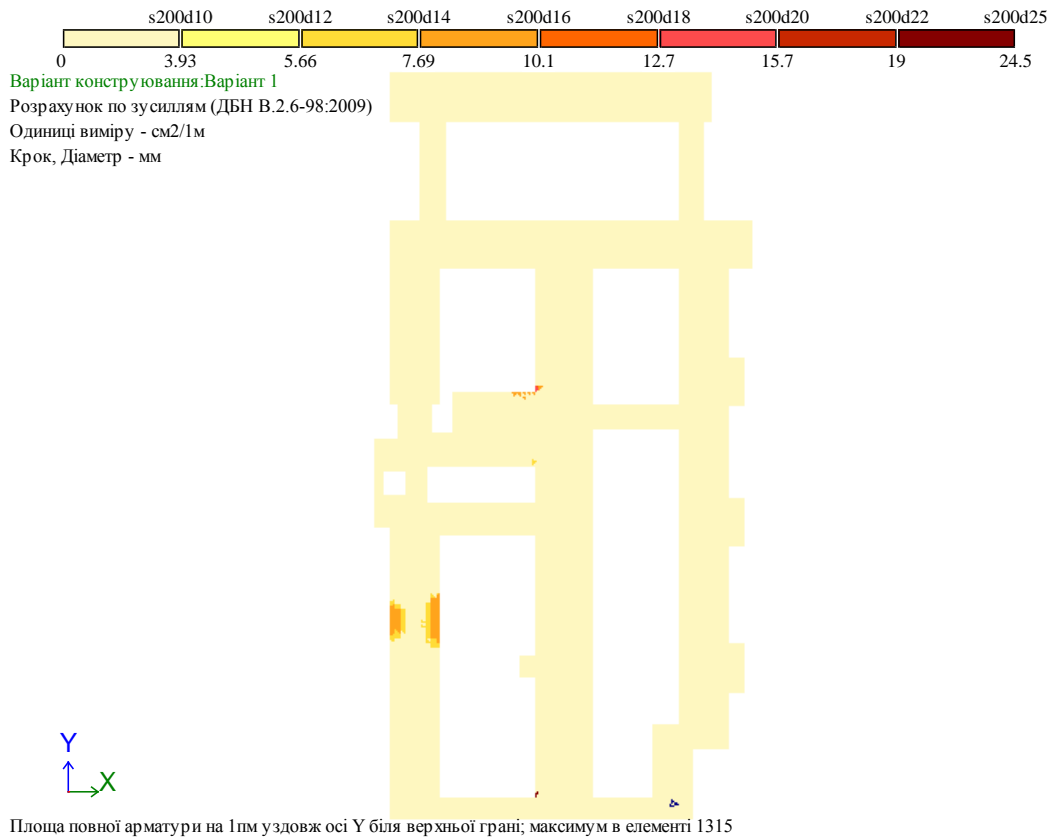
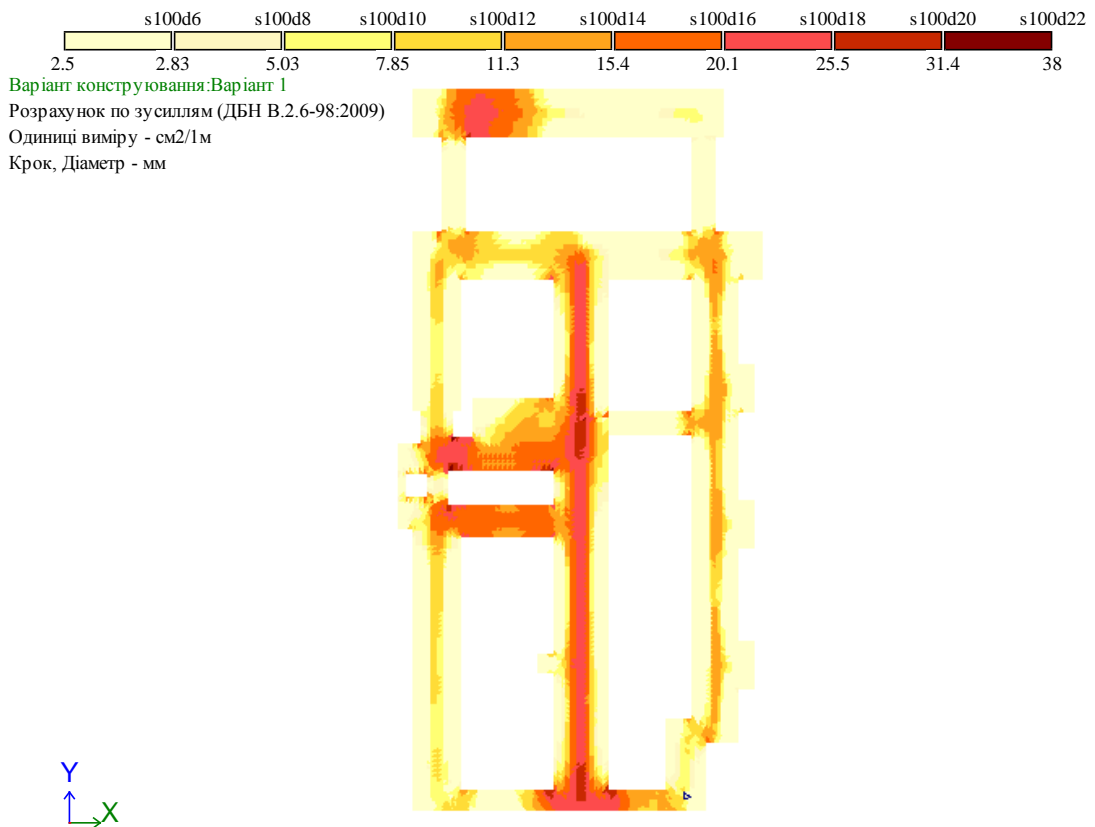
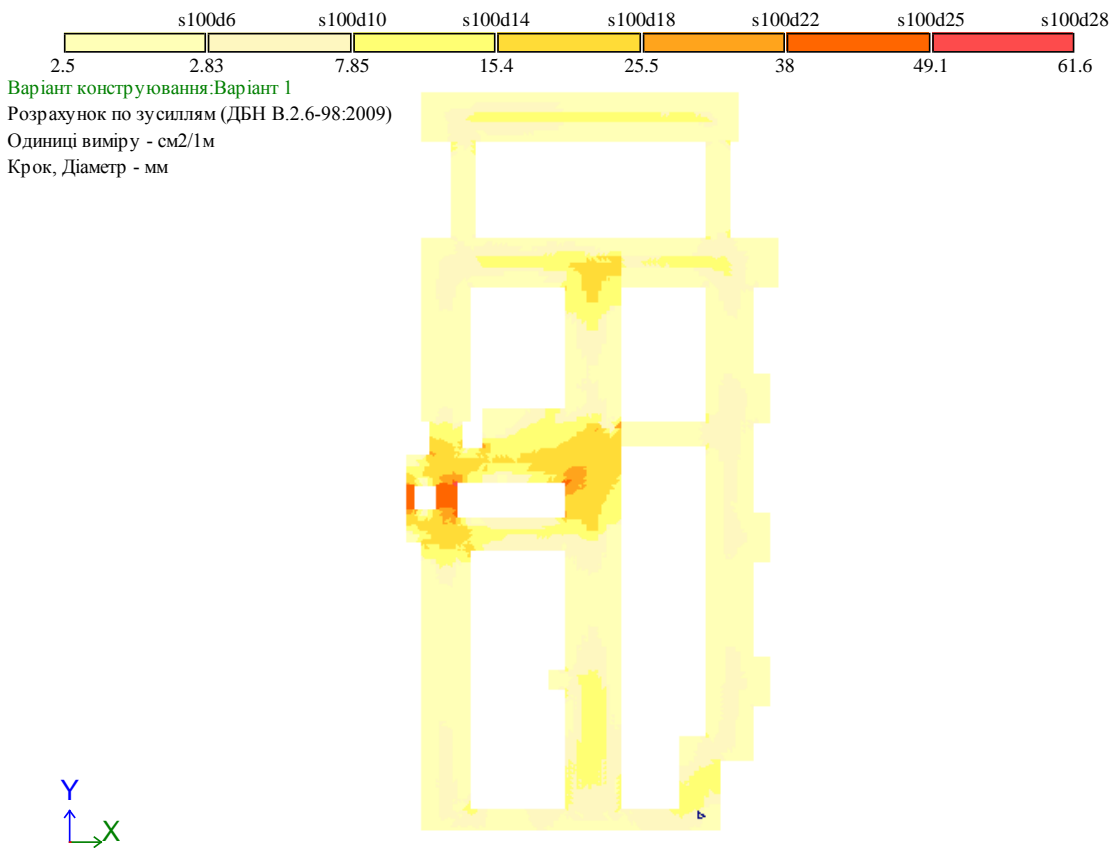


Рис. 2.36 – Мозаїка армування верхньої зони подушки, по осі Y, см<sup>2</sup>/м



Площа повної арматури на 1пм уздовж осі X біля нижньої грані (балки-стілки - посередині); максимум в елементі 4450

Рис. 2.37 – Мозаїка армування нижньої зони подушки, по осі X, см<sup>2</sup>/м



Площа повної арматури на 1пм уздовж осі Y біля нижньої грані (балки-стілки - посередині); максимум в елементі 4443

Рис. 2.38 – Мозаїка армування нижньої зони подушки, по осі У,  $\text{см}^2/\text{м}$

Розбиваємо фундаментну подушку на відділи, для того щоб задати арматуру без перевитрат, а не по максимально підібраній, рис. 2.39.

З рисунків видно, що верхня зона подушки не потребує армування, лише нижня зона.

Результати підбору арматури зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4

Результати підбору армування для монолітної фундаментної подушки, в нижній зоні

Зона (рис. 2.39)	площа арматури, $\text{см}^2/\text{м}$ крок/діаметр, мм	
	Вісь Х	Вісь У
1	$\frac{11,3}{100/12}$	$\frac{7,85}{100/10}$
2	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{7,85}{100/10}$
3	$\frac{7,85}{100/10}$	$\frac{7,85}{100/10}$
4	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{7,85}{100/10}$
5	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{7,85}{100/10}$
6	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{15,4}{100/14}$
7	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{15,4}{100/14}$
8	$\frac{7,85}{100/10}$	$\frac{38}{100/22}$
9	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{20,1}{100/16}$
10	$\frac{5,03}{100/8}$	$\frac{5,03}{100/8}$
11	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{7,85}{100/10}$

12	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{7,85}{100/10}$
13	$\frac{11,3}{100/12}$	$\frac{7,85}{100/10}$
14	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{25,5}{100/18}$
15	$\frac{11,3}{100/12}$	$\frac{15,4}{100/14}$
16	$\frac{11,3}{100/12}$	$\frac{5,03}{100/8}$
17	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{7,85}{100/10}$
18	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{7,85}{100/10}$
19	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{7,85}{100/10}$
20	$\frac{7,85}{100/10}$	$\frac{7,85}{100/10}$
21	$\frac{15,4}{100/14}$	$\frac{11,3}{100/12}$
22	$\frac{5,03}{100/8}$	$\frac{5,03}{100/8}$
23	$\frac{5,03}{100/8}$	$\frac{5,03}{100/8}$
24	$\frac{5,03}{100/8}$	$\frac{5,03}{100/8}$
25	$\frac{20,1}{100/16}$	$\frac{7,85}{100/10}$

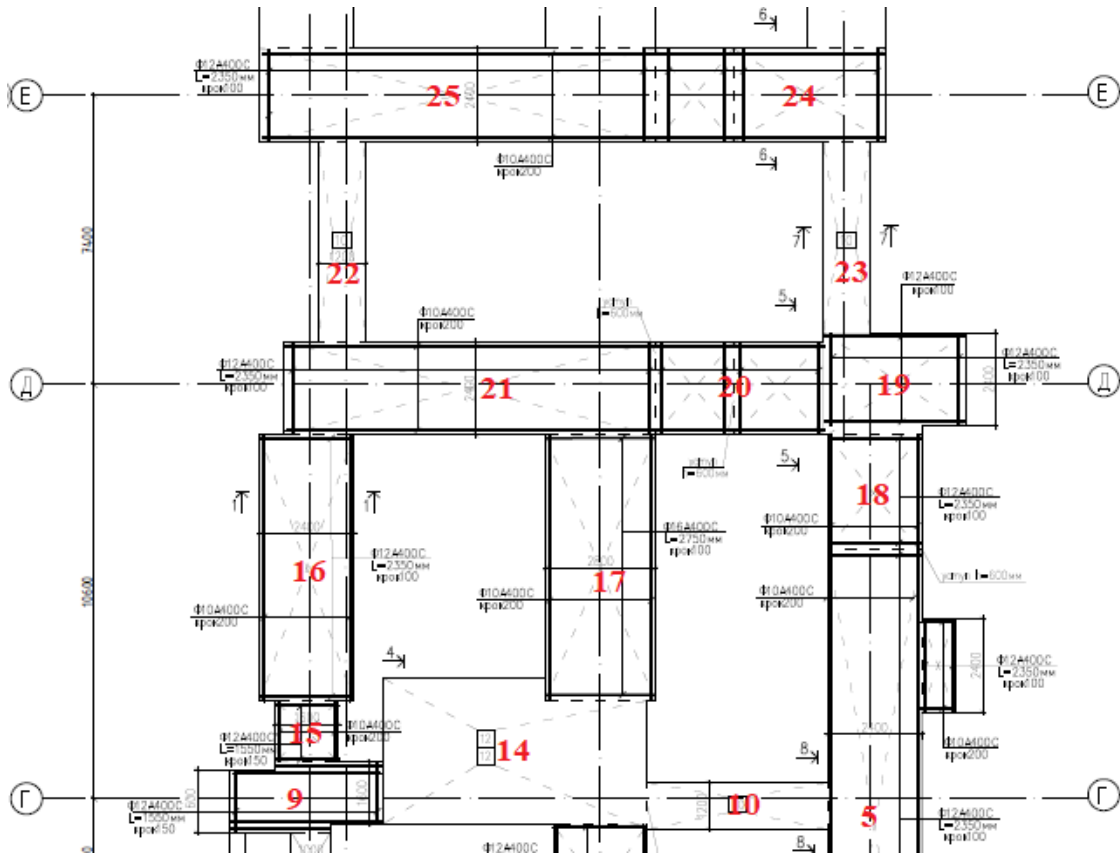


Рис. 2.39 – Нумерація фундаментних подушок для армування

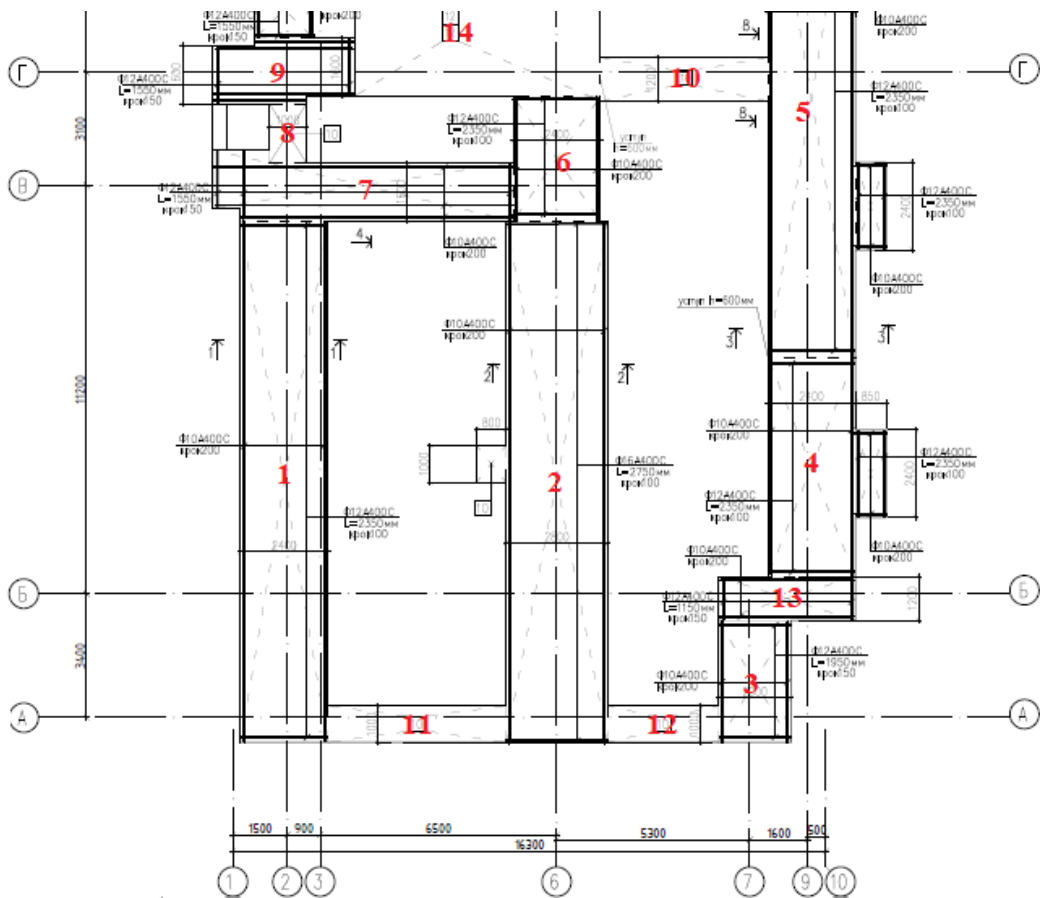


Рис. 2.39 (продовження) – Нумерація фундаментних подушок для армування



Таким чином, на основі створення розрахункової моделі, за допомогою програми ЛІРА-САПР здійснено проектування монолітної залізобетонної фундаментної подушки та підібрано арматуру.

## 3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

### 3.1 Напрямки розвитку технологій влаштування плоскої покрівлі

Значна частина покрівель житлових багатоповерхових будівель збудовано і будується з використанням плоских м'яких покрівель. Традиційно технологія влаштування плоских м'яких покрівель, які мають назву плоских суміщених покрівель (рис. 3.1) полягає в укладанні пароізоляції безпосередньо на плиту дахового покриття. Згідно з технологією на пароізоляцію вкладають утеплювач; далі формуються ухили із керамзиту, по яких заливається цементно-піщана стяжка. Наступним етапом вкладається гідроізоляційний матеріал. За умови вкладання утеплювача з нормативним рівнем вологості більше 5% [1] пароізоляція і гідроізоляція ускладнюється. Це може призвести до утворення здуття, розривів чи тріщин у верхньому шарі покрівлі.

Таким чином, недоліками [1] традиційної плоскої суміщеної покрівлі є низький рівень термічного опору (через наявність вологи), високі експлуатаційні витрати, відносно невеликий термін експлуатації.

Удосконаленою конструкцією плоскої суміщеної покрівлі є вентиляована покрівля. Для такого виду покрівлі здійснюється не суцільне приклеювання гідроізоляційного рулону до покрівлі, а через певну відстань. Така технологія влаштування покрівлі дозволяє вирівняти тиск водяної пари під поверхнею гідроізоляційного шару. Це дозволяє уникнути розривів.

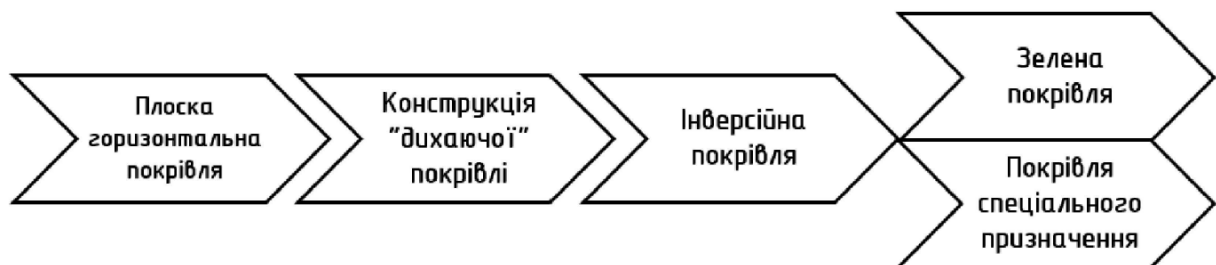


Рис. 3.1. – Напрямки вдосконалення плоскої покрівлі

Наступним технологічним напрямком влаштування плоских суміщених покрівель стали інверсійні покрівлі (рис. 3.1). Основною технологічною особливістю влаштування інверсійного покриття стало розміщення гідроізоляційного шару не зовні, а безпосередньо на поверхні залізобетонних плит – збірних чи монолітних.

Таке технологічне рішення стало можливим завдяки винайденню та масовому впровадженню у будівництво гідрофобних екструдованих піностирольних утеплювачів (XPS, ЕППС, екструзійних пінополістиролів). Екструдований пінополістирол має один з найнижчих коефіцієнтів теплопровідності серед широкого спектру утеплювачів, які застосовують у будівництві. Екструдований пінополістирол має мінімальну капілярність та надзвичайно низьке значення водопоглинання, стабільні теплоізоляційні характеристики, які майже не змінюються при експлуатації. Також цей матеріал не схильний до гниття та має високі міцнісні властивості та низьку теплопровідність. Так ЕППС має теплопровідність  $0,03 - 0,034$  Вт/м·К, що максимально наближений до показника теплопровідності повітря, який є еталонним –  $0,025$  Вт/м·К. Водопоглинання не більше  $0,4 - 0,6\%$  за об'ємом. Міцність на стиск при  $10\%$  лінійної деформації в межах  $0,1 - 0,4$  МПа. Характеристика щільності ЕППА має показник –  $20 - 42$  кг/м<sup>3</sup>. Важливою характеристикою є широкий температурний діапазон експлуатації що знаходиться в межах  $223...363$ К. Зазначені показники відповідають марці ЕППА “SWEETONDALE”.

Таке конструктивне рішення має кілька переваг, зокрема захищений від механічних та сонячних впливів, значних переходів температур. Такі переваги інверсійного покриття дозволили збільшити його граничний термін служби до 50 років, що як мінімум у 2-2,5 рази більше за м'яку покрівлю з гідроізоляційним шаром, який знаходиться зовні покрівлі.

Застосування доволі простої інверсійної схеми забезпечило такі переваги [1, 2]:

– шар пінополістиролу, а також захисний шар гравію надійно захищають гідроізоляційний шар від будь-яких механічних дій при проведенні будівельних робіт і її подальшій експлуатації

– гідроізоляційний шар, що знаходиться під шаром пінополістиролу, виконує одночасно подвійну функцію – безпосередньо функцію гідроізоляції, а також функцію пароізоляції, знижуючи при цьому ризик внутрішньої конденсації вологи і зменшуючи ризики внутрішньої конденсації і одночасно зменшуючи вартість конструкції [ ].

- створення додаткового утеплюючого ефекту;
- кількаразове збільшення терміну експлуатації;
- поглинання опадів шаром гравію, що знижує навантаження на дощову каналізацію.

Зазначимо, що шар гравію необхідний для притискання утеплювача. Поверх гравійного шару укладають захисний матеріал. У цьому випадку такі будівлі можуть виконувати функцію експлуатованих площ.

Існують такі типи завершального покриття:

- плитний, який використовується при інтенсивній експлуатації покрівлі при проектуванні офісних приміщень, житлових будинків, відкритих майданчиків над підземними гаражами та спорудами;
- терасна дошка або садовий паркет;
- гумове покриття;
- галька або щебінь;
- газон (застосовується на експлуатованих покрівлях у великих містах і дорогих готелях для імітації умов замиської зеленої зони);

Варто зазначити, що для інверсійного покриття необхідно забезпечити водовідведення за допомогою воронки або скапера, а також обігрів елементів водовідведення у зимовий період.

Очевидні переваги розглянутих технологій плоского дахового покриття доводять необхідність їх масового впровадження у будівельну практику.

### 3.2 Плоска суміщена покрівля з мембранним гідроізоляційним шаром

Покрівельна гідроізоляційна мембрана – це порівняно новий матеріал, який швидко завоював будівельний ринок. Це легко пояснити, якщо подивитися на ті переваги, які має мембранна покрівля, і порівняти її з аналогічними матеріалами.

Незалежно від виду і складу покрівельні мембрани мають наступні переваги:

- великий термін служби — при правильній експлуатації він становить 50-60 років;
- простота і швидкість монтажу, так як досить укласти всього один шар матеріалу;
- великий вибір розмірів, що дозволяє покривати дахи різної форми;
- стійкість до різких перепадів температури;
- високі показники еластичності;
- якісний і герметичний шов;
- висока стійкість до негативного впливу сонячних променів.

Єдиним істотним недоліком є більша вартість мембрани — в порівнянні з аналогічними матеріалами вона є дорожчою в 1,5–2 рази.

Залежно від застосовуваних компонентів існує три основних види покрівельних мембран: ПВХ, ЕПДМ і ТПО.

**ПВХ-мембрана.** Пвх-мембрани відрізняє не тільки хімічний склад, але і те, що їх укладання може бути виконана тільки за допомогою зварювання полотен. Основні переваги покриття покрівлі з полівінілхлориду:

- висока стійкість до негативного впливу сонячного випромінювання;
- вогнестійкість;
- великий вибір кольорних рішень.

Серед недоліків варто відзначити, що ПВХ-мембрани менш стійкі до дії масел і розчинників. Крім того, в їх складі є великий відсоток летючих речовин,

тому з часом вони випаровуються, що негативно впливає на пластичність і термін служби покриття. Порівняно з іншими мембранними покриттями їх ціна є найнижчою.

**ЕПДМ-мембрана.** ЕПДМ-мембрани почали використовувати більше півстоліття тому. Термін їх служби становить не менше 50 років. Зазначимо, що якщо ПВХ-мембрани мають еластичність близько 200%, то у ЕПДМ-мембран вона досягає 425%. Високі показники вологонепроникності і пластичності дозволяють використовувати їх при створенні таких об'єктів, як тунелі, басейни, штучні водойми.

Однією з головних переваг ЕПДМ-мембран є їх висока екологічність, оскільки вони не виділяють шкідливі речовини ні під час монтажу, ні при експлуатації.

**ТПО-мембрана.** ТПО-мембрани зазвичай армуються тканиною або сіткою з поліестеру, але можуть випускатися і без армуючого матеріалу. Це – найсучасніше покриття. Його визначальною рисою є висока міцність. У зв'язку з тим, що в складі ТПО-мембран відсутні летючі речовини, вони набагато довше зберігають свою пластичність, тому мають великий термін служби. Але і вартість у цього виду мембранної покрівлі найвища.

ТПО-мембрани зберігають пластичність при низьких температурах, тому їх можна укладати цілий рік. Монтаж цього покрівельного матеріалу проводиться за допомогою гарячого повітря. Завдяки цьому створюється герметичний шов, міцність якого перевищує показники самого полотна майже в два рази.

### **3.3 Влаштування плоскої суміщеної мембранної покрівлі**

Плоска суміщена покрівля у житлових будинках має таку основну структуру (рис. 3.2):

- залізобетонна плита
- пароізоляція. Цей шар укладають, щоб пар з приміщення не потрапляв в утеплювач.

- Шар теплоізоляції. В опалювальному приміщенні основна кількість тепла йде через дах. Це пов'язано з тим, що нагріте повітря рухається завжди вгору. Щоб знизити тепловтрати, треба обов'язково утеплювати дах. Для цього можуть використовуватися такі теплоізоляційні матеріали, як скловата, мінеральна вата, пінополістирол, засипні матеріали.
- Покрівельна мембрана. Вона служить для захисту утеплювача від попадання в нього вологи зовні.

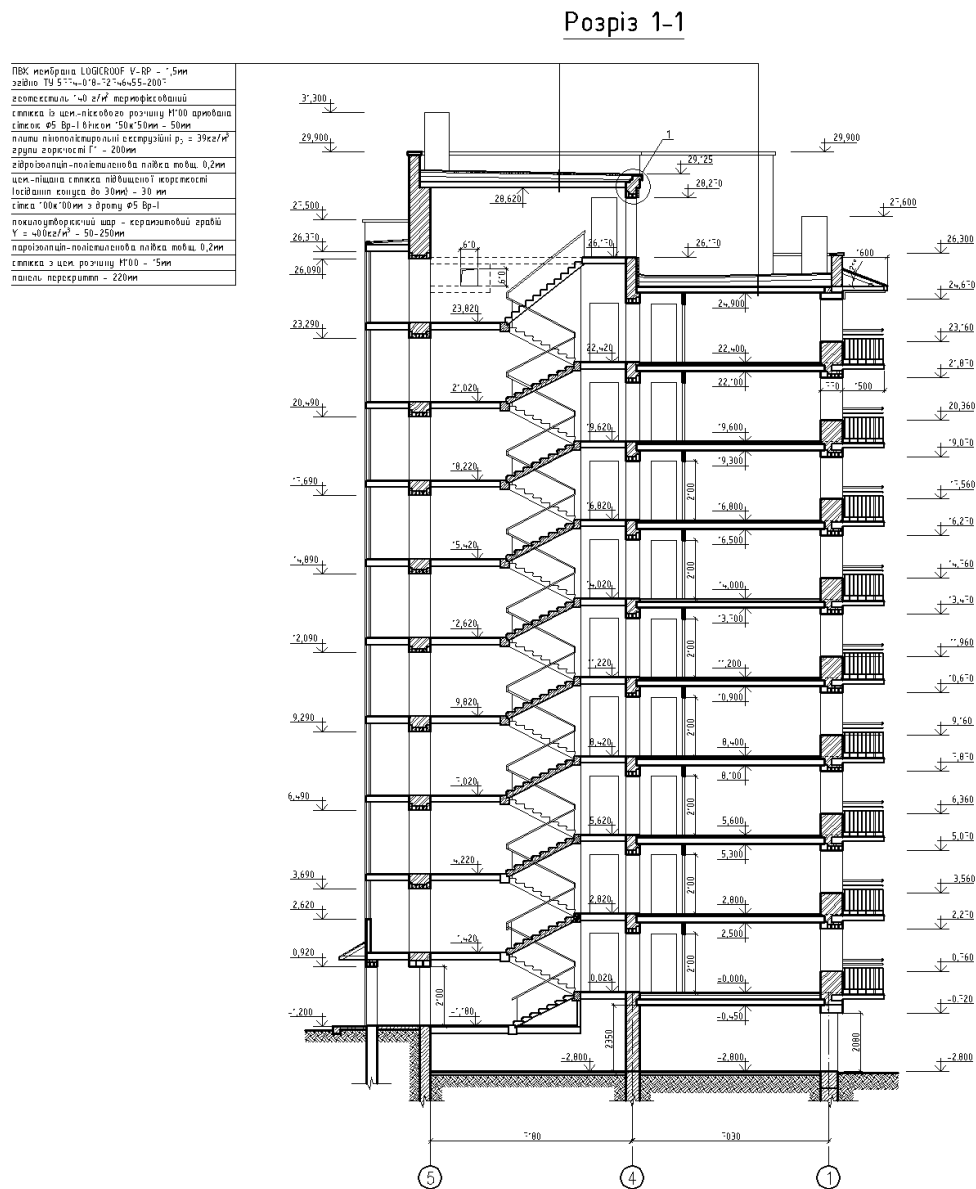


Рис. 3.2. – Розріз проектного будинку з деталізацією структури мембранної покрівлі

Мембранна покрівля по залізобетонних плитах зазвичай влаштовується на дахах багатоквартирних будинків і промислових будівель. Саме такий тип покрівлі застосований при проектуванні житлового будинку (рис. 3.2).



## **4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1. Заходи з охорона праці при влаштуванні ПВХ-мембранної покрівлі**

Монтаж плоских покриттів із застосуванням рулонних бітумних і бітумно-полімерних матеріалів, що наплавляються, проводиться відповідно до вимог.

До робіт з влаштування і ремонту покрівель допускаються чоловіки, віком від 21, що пройшли попередній і періодичний медичні огляди; професійну підготовку; вступний інструктаж по безпеці праці, пожежній і електробезпеці; що мають наряд - допуск. Проведення інструктажу має бути відмічене в спеціальному журналі підписом осіб, що інструктуються. Журнал повинен зберігатися у особи, відповідальної за проведення робіт на об'єкті або у будівельній (ремонтній) організації.

Особи, що виконують роботи із застосуванням спеціального устаткування, повинні проходити навчання по програмах пожежно-технічного мінімуму в обов'язковому порядку із здачею заліків (іспитів).

Стороннім особам забороняється знаходитися в робочій зоні під час виконання робіт по облаштуванню покрівлі.

Роботи по укладанню усіх елементів покриття повинні робитися тільки при використанні засобів індивідуального захисту.

Перед початком роботи покрівельник повинен надіти спецодяг і переконатися в його справності. Взуття має бути таким, що не ковзає. Запобіжні пристосування (пояс, страховий мотузок, ходові містки, переносні драбини і тому подібне) мають бути своєчасно випробувані і мати бирки.

Допуск робітників до виконання покрівельних робіт дозволяється після огляду виконробом або майстром спільно з бригадиром основи, парапету і визначення, при необхідності, місць і способів надійного закріплення страхувальних пристосувань.

Необхідно отримати у майстра, керівника робіт інструктаж про безпечні методи, прийоми і послідовність виконання майбутньої роботи.

Перед початком роботи покрівельникам необхідно підготувати робочі місця, прибрати непотрібні матеріали, очистити усі проходи від сміття і бруду.

Переконалися в надійності рихтувань, а на плоскій покрівлі, тимчасових огороджувальних. Перевірити захищеність місць роботи внизу будівлі. Закріпити усі матеріали на даху.

Зовнішнім оглядом перевірити справність балонів, пальників, рукавів, надійність їх кріплення (кріпити рукави тільки металевими хомутами), справність редукторів, манометрів.

При роботі на схилах з похилом більше  $20^\circ$  і при облаштуванні карнизів покрівлі з будь-яким ухилом покрівельник зобов'язаний користуватися запобіжним поясом і мотузком, міцно прив'язаним до стійких конструкцій будівлі. Місця закріплення повинні вказати майстер або виконроб.

Роботи, що виконуються на відстані менше 2-х м від межі перепаду висот рівного або більше 3 м, слід виконувати тільки після установки тимчасових або постійних захисних огорожень. За відсутності цих огорожень роботи слід виконувати із застосуванням запобіжного пояса, при цьому місця закріплення карабіна запобіжного пояса мають бути вказані в проекті виробництва робіт.

Зона можливого падіння згори матеріалів, інструментів і сміття з будівлі, на якій виконуються покрівельні роботи, має бути захищена. На огороженні небезпечної зони вивішують попереджувальні написи.

Робочі місця мають бути вільними від сторонніх предметів, будівельного сміття і зайвих будівельних матеріалів.

Розміщувати на даху матеріали допускається тільки в місцях, передбачених проектом виробництва робіт, із вжиттям заходів проти їх падіння, у тому числі від дії вітру.

При складуванні на покрівлі штучних матеріалів, інструменту вжити заходи проти їх сповзання по схилу і здування вітром. Розміщувати на даху матеріали допускається тільки в місцях, передбачених проектом виробництва робіт.

На робочих місцях запас матеріалів не повинен перевищувати змінної потреби.

Застосування матеріалів, що не мають вказівок по інструкції з техніки безпеки і пожежної безпеки, не допускається.

Інструменти необхідно забирати з покрівлі по закінченні кожної зміни.

Під час перерв в роботі технологічні пристосування, інструмент, матеріали і інші дрібні предмети, що знаходяться на робочому місці, мають бути закріплені або прибрані з даху.

Після закінчення роботи або зміни забороняється залишати на даху матеріали, інструмент або пристосування щоб уникнути нещасного випадку. Громіздкі пристосування мають бути надійно закріплені.

Після закінчення робіт з електроустаткуванням переносні точки живлення відключають від джерел живлення і прибирають в закриті приміщення або, накривають чохлами з водонепроникного матеріалу.

Виконання робіт на покрівлі під час ожеледі, туману, що виключає видимість в

межах фронту робіт, грози і вітру з швидкістю 15 м/с і більше не допускаються.

Робітники, зайняті на влаштуванні і ремонті рулонних покрівель, мають бути забезпечені санітарно-побутовими приміщеннями.

Скидати з покрівлі матеріал і інструмент забороняється. Щоб уникнути падіння з покрівлі на людей будь-яких предметів встановлюються запобіжні козирки над проходами, зовнішніми дверима. Зона можливого падіння предметів захищається, вивішується плакат «Прохід заборонений».

Піднімати матеріали слід засобами механізації. Покрівельні матеріали при підйомі потрібно укласти в спеціальну тару для запобігання випаданню.

Підготовку, обрізку і вигинання сталевих оцинкованих листів для парпетів, звисів і ін. виконувати внизу у визначеному місці на верстаку.

Допускається виконувати ці роботи в горищному приміщенні за наявності достатнього освітлення. Для різання листів слід застосовувати ножиці, що мають спеціальні кільця або цапфи.

Елементи і деталі покрівлі (у тому числі компенсатори до швів, захисні фартухи, ланки водостічних труб, зливи, звиси і тому подібне), слід подавати на робочі місця в уже заготовленому вигляді. Заготівля вказаних елементів і деталей безпосередньо на даху не допускається.

Приймальний майданчик на даху по периметру повинен мати міцне огороження заввишки 1 м і бортову дошку висотою не менше 150 мм.

При виконанні робіт на плоских дахах, що не мають постійного огороження (парапетних ґрат і т.п.), необхідно встановлювати тимчасові огороження заввишки не менше 1,1 м з бортовою дошкою.

Тимчасові огороження слід встановлювати:

- по периметру ділянки виробництва робіт;
- на ділянках даху, де встановлені бітумоварочні котли і бітумні насоси.

Роботи по влаштуванню тепло- і гідроізоляції покриттів допускається робити при температурі зовнішнього повітря до  $-20^{\circ}\text{C}$  і за відсутності снігопаду, ожеледі і дощу.

Місця виробництва покрівельних робіт мають бути забезпечені не менше ніж двома евакуаційними виходами, а також первинними засобами пожежогасіння відповідно до «Правил пожежної безпеки в Україні».

До початку виконання робіт на покриттях мають бути виконані усі передбачені проектом огороження і виходи на покриття будівель (зі сходових клітин, по зовнішніх сходах).

Протипожежні двері і люки виходів на покриття мають бути справні і при проведенні робіт закриті. Замикати їх на замки забороняється.

Проходи і підступи до евакуаційних виходів і стаціонарних пожежних сходів мають бути завжди вільними.

Не слід допускати контакту покрівельних матеріалів з розчинниками, нафтою, олією, тваринним жиром і т.п.

Суміші для герметизації повинні зберігатися в герметично закритій тарі з дотриманням правил зберігання легкозаймистих матеріалів. Порожню тару з-під цих матеріалів слід зберігати на спеціально відведеному майданчику, віддаленому від місця роботи.

Покрівельні матеріали, горючий утеплювач і інші горючі речовини і матеріали, що використовуються при роботі, необхідно зберігати поза будівлею, що будується або ремонтується. В споруді, що окремо стоїть, або на спеціальному майданчику на відстані не менше 18 м від будівель, що будуються, тимчасових споруд і складів.

Після закінчення робочої зміни не дозволяється залишати невикористаний горючий утеплювач і покрівельні рулонні матеріали в будівлі або на покриттях, чи в протипожежних розривах.

Протипожежні вимоги.

На об'єкті має бути визначена особа, відповідальна за збереження і готовність до дії первинних засобів пожежогасіння.

На проведення усіх видів робіт з матеріалами, що наплавляються, із застосуванням горючих утеплювачів керівник об'єкту зобов'язаний оформити наряд-допуск.

У наряді-допуску має бути вказане місце, технологічна послідовність, способи виробництва, конкретні протипожежні заходи, відповідальні особи і термін його дії.

Місце виконання робіт має бути забезпечене такими засобами пожежогасіння і медичної допомоги :

- вогнегасник з розрахунку на 500 м<sup>2</sup> покрівлі, не менше 2 шт.
- азбестове полотно 3 м<sup>2</sup>
- аптечка з набором медикаментів 1 шт.
- відро з водою 1 шт.

Підбір вогнегасників робиться згідно ДСТУ 3675-98 «Пожежна техніка. Вогнегасники переносні. Загальні технічні вимоги та методи випробувань».

Вогнегасники повинні завжди бути в справному стані, періодично оглядатися, перевірятися і своєчасно перезаряджатися.

Використання первинних засобів пожежогасіння для господарських і інших потреб, не пов'язаних з гасінням пожежі, не допускається.

Усі працівники повинні уміти користуватися первинними засобами пожежогасіння.

У місцях виконання покрівельних робіт, а також біля устаткування, що має підвищену пожежну небезпеку, слід вивішувати стандартні знаки (таблички) пожежної безпеки.

До початку виконання робіт повинні прийматися заходи по запобіганню поширення пожежі через отвори в стінах і перекриттях: герметизація стиків внутрішніх і зовнішніх стін, міжповерхових перекриттів, ущільнення в місцях проходу інженерних комунікацій із забезпеченням необхідних меж вогнестійкості.

На покриттях мають бути виконані усі передбачені проектом огороження і виходи на покриття будівель зі сходових клітин, по зовнішніх сходах.

Протипожежні двері і люки виходів на покриття мають бути справні і при проведенні робіт закриті. Замикати їх на замки забороняється.

Проходи і підступи до евакуаційних виходів і стаціонарних пожежних сходів мають бути завжди вільними.

Укладання горючого утеплювача і облаштування покрівлі з матеріалів, що наплавляються, слід робити ділянками не більше 500 м<sup>2</sup>.. При цьому укладання покрівлі слід вести на ділянці, розташованій не ближче 5 м від ділянки покриття з горючим утеплювачем без цементно-піщаної стяжки.

При зберіганні на відкритих майданчиках покрівельних матеріалів, що наплавляється, бітуму, горючих утеплювачів і інших горючих будівельних матеріалів, а також устаткування і вантажів в горючій упаковці вони повинні розміщуватися в штабелях або групами площею не більше 100 м<sup>2</sup>. Розрив між штабелями (групами) і від них до будівель, що будуються або підсобних споруд слід приймати не менше 24 м.

Після закінчення робочої зміни не дозволяється залишати покрівельні рулонні матеріали, горючий утеплювач, газові балони і інші горючі і вибухонебезпечні речовини і матеріали усередині або на покриттях будівель, а також в протипожежних розривах.

Покрівельний матеріал, горючий утеплювач і інші горючі речовини і матеріали, використовувані при роботі, необхідно зберігати поза будівлею, що будується або ремонтується. В окремій споруді, або на спеціальному майданчику на відстані не менше 18 м від будівель, що будуються, тимчасових споруд і складів.

Суміші і розчинники, випари яких містять нафтові дистиляти є вогнебезпечними матеріалами. Не допускається вдихання їх пари, паління і виконання покрівельних робіт поблизу вогню або на закритих і не вентиляованих ділянках. У разі загоряння цих матеріалів необхідно використати (при гасінні вогню) порошковий вогнегасник і пісок. Водою користуватися забороняється.

На покрівлі в місцях проведення покрівельних робіт допускається зберігати не більше потреб однієї зміни витратних (покрівельних) матеріалів. Запас матеріалів повинен знаходитися на відстані не менше 5 м від межі зони виконання робіт.

Вимоги безпеки при роботі з даховими кранами.

Крани малої вантажопідйомності, що використовуються для подання матеріалів при облаштуванні покрівель, встановлюються і експлуатуються

відповідно до заводської інструкції (паспортом) заводу-виробника і інструкції по охороні праці машиніста дахового крану.

Робітники, що обслуговують крани, мають бути атестовані на знання пристрою і безпечної експлуатації крану, а також пройти навчання по охороні праці для стропальників і обслуговуючих вантажопідйомних машин, керовані з кабіни або з пульта управління.

Робітники (покрівельники), зайняті на навантажувально-розвантажувальних роботах, повинні пройти інструктаж по безпеці праці і пожежній безпеці.

ІТР, майстри, керівники робіт повинні пройти перевірку знань вимог по безпеці праці, знати технологічний процес, пристрій і експлуатацію підйомно-транспортного устаткування, пожежної безпеки і виробничої санітарії відповідно до їх посадових обов'язків.

Особи, допущені до самостійної роботи (вантажники, покрівельники, машиністи), мають бути навчені і атестовані на знання безпечного виконання робіт і проінструктовані по усіх видах виконуваних робіт.

Роботи по переміщенню вантажу на висоту повинні проводитися під керівництвом майстра.

Піднімати матеріали слід тільки засобами механізації. Покрівельні матеріали при їх підйомі слід укладати в спеціальну тару, що запобігає їх випадання.

Приймальний майданчик на покрівлі по периметру повинен мати міцне обгороджування заввишки 1,1 м і бортову дошку шириною не менше 150 мм.

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Ефективність захисту населення у надзвичайних ситуаціях може бути досягнута тільки на основі усвідомленого урахування принципів забезпечення безпеки у НС і ефективному використанні всіх засобів і способів, що послаблюють її негативні впливи та збільшують безпеку населення. Принципи



забезпечення безпеки в умовах НС за ознаками їх реалізації умовно ділять на три групи.

Перша – це завчасна підготовка і накопичення засобів захисту (колективних та індивідуальних) від небезпечних і шкідливих чинників, забезпечення їхньої готовності для використання населенням, а також підготовка до проведення заходів щодо евакуації населення з небезпечних зон (зон ризику).

Друга – диференційований підхід у забезпеченні повного обсягу захисних заходів в залежності від виду джерел небезпечних і шкідливих чинників, а також від місцевих умов.

Третя – комплексне ефективне застосування засобів і способів, які забезпечують надійний захист від наслідків НС, узгоджене здійснення усіх заходів, що гарантують безпеку життєдіяльності в сучасному техно соціальному середовищі.

Основний засіб захисту населення в надзвичайних ситуаціях – це евакуація населення, його укриття в захисних спорудах, наприклад у бомбосховищах, використання засобів індивідуального захисту і медичної профілактики.

Захисні споруди - це інженерні об'єкти, спеціально призначені для захисту населення від фізичних, хімічних, біологічно небезпечних і шкідливих чинників. В залежності від захисних властивостей їх ділять на захисні і протирадіаційні укриття (ПРУ), які повинні відповідати будівельним нормам і правилам.

Крім цього колективного способу захисту, важливі засоби індивідуального захисту (ЗІЗ) населення від потрапляння всередину організму, на шкірні покриви та одяг радіоактивних, отруюючих речовин і бактеріальних засобів.

Важливу роль в цьому відіграють медичні засоби індивідуального захисту, які призначені для профілактики і надання медичної допомоги

населенню, постраждалому у НС. З їх допомогою можна зберегти життя, попередити або значно зменшити ступінь розвитку поразки людей, підвищити стійкість організму людини до впливу деяких небезпечних і шкідливих чинників (іонізуючих випромінювань, токсичних речовин і бактеріальних засобів). До них відносяться радіопротектори (наприклад, цистамін, що знижує ступінь впливу випромінювань), антидоти (речовини, що попереджують або послаблюють дію токсичних речовин), протибактеріальні засоби (антибіотики, інтерферони, вакцини, антитоксини), а також засоби часткового санітарного опрацювання (індивідуальний перев'язувальний пакет, індивідуальний протихімічний пакет).

Велике значення для забезпечення безпеки життєдіяльності населення у НС має завчасне здійснення заходів, адекватних виниклої ситуації. Для цього необхідно навчити населення, робітників діям у НС, організувати своєчасне оповіщення про загрозу виникнення НС, проведення радіаційної, хімічної і бактеріологічної розвідки, а також дозиметричного і лабораторного (хімічного) контролю; проведення профілактичних протипожежних, протиепідемічних і санітарно-гігієнічних заходів, створення запасів матеріальних засобів для проведення рятувальних невідкладних аварійних робіт (РНАВР), які необхідно провести після аварії.

Для зменшення негативних наслідків аварії на підприємстві важливим є порядок оповіщення. При аварії, масштаби якої не виходять за межі санітарно-захисної зони (СЗЗ) об'єкту сповіщаються чергові зміни аварійних служб, невоєнізована охорона, цехи, які потрапляють в зону хімічного зараження, керівний склад та штаб ЦЗ об'єкту, керівництво підприємства, установи, організації, в тому числі тих, які розташовані поблизу СЗЗ.

Оповіщення про аварію проводиться черговим диспетчером по об'єктовій системі оповіщення з використанням гучномовців та електросирен. Черговий диспетчер повинен доповісти черговому по відділу з надзвичайних ситуацій (НС) підприємства та міста (області).

Якщо масштаби аварії виходять за межі СЗЗ об'єкту черговий диспетчер в першу чергу сповіщає чергову зміну аварійно-технічних служб, керівництво цехів, які потрапляють в зону хімічного, біологічного, радіаційного зараження. Необхідно сповістити керівний склад та штаб ЦЗ об'єкту, органи державної адміністрації, чергових по відділу з НС міста (області) та по відділу внутрішніх справ. Це необхідно для швидкого оповіщення підприємств, установ, організацій (в першу чергу дитячі заклади і школи) та населення. Текст звернення до працівників і службовців та населення повинен бути розроблений завчасно і затверджений начальником цивільної оборони міста (району, області).

Своєчасне попередження населення про виникнення надзвичайних ситуацій здійснюється за допомогою сирен, гудків промислових підприємств, що означає: "Увага всім!". За цим сигналом всі повинні включити радіотрансляційні точки, радіо-, телеприймачі і прослухати повідомлення. Щоб орієнтуватися у власних діях, необхідно знати зміст сигналів, характерних для НС на кожному небезпечному об'єкті і виконувати суворо визначені дії. Всі повідомлення штабу ЦО повторюють на протязі 5 хвилин.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Представлено архітектурно-конструктивні рішення багатоповерхового житлового будинку.
2. На основі інженерно-геологічних вишукувань конструктивної схеми будинку запроектовано стрічкові фундаменти
3. Розроблено модель стрічкових фундаментів – монолітна залізобетонна подушка та збірні фундаментні блоки.
4. Методом скінчених елементів (пакет “LIRA”) проведено дослідження НДС і отримано несучу здатність фундаментів і їх осідання.
5. Виконано порівняльний аналіз нових матеріалів і технологій влаштування дахових покриттів. Запроектовано конструктивні рішення плоского дахового покриття.

## ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1- В. Р. Сердюк, Т. В. Сердюк, С. Ю. Франишина /Сучасні способи модернізації плоских горизонтальних покрівель / науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві» 2019, С. 30-36.
- 2- Фоменко М. С. Експлуатована покрівля. Сучасні рішення / М. С. Фоменко, М. В. Смаль, О. В. Дзюбинська // Сучасні технології та методи розрахунків у будівництві. - 2014. - Вип. 2. - С. 138-141.
- 3- ДБН А.2.2-3-2014 «Склад, та зміст проектної документації на будівництво» [На заміну ДБН А.2.2-3-2012; чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2014, 40 с.;
- 4- ДСТУ Б А.2.4-4-2009 «Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги для проектної та робочої документації» [На заміну ДСТУ Б А.2.4-4-99 (ГОСТ 21.101-97); чинний від 2009-01-24]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 66 с.;
- 5- ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій» [На заміну ДБН Б.2.2-12:2018; чинний від 2019-04-26]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2019, 117 с.;
- 6- ДБН В.1.1-12:2014 «Будівництво у сейсмічних районах України» [На заміну ДБН В.1.1-12:2006; чинний від 2014-10-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014, 110 с.;
- 7- ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» [Чинний від 2006-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінбуд України 2006, 75 с.;
- 8- ДБН В.2.1-10-2009 «Об'єкти будівництва та промислова продукція будівельного призначення. Основи та фундаменти будинків і споруд. Основи та фундаменти. Основні положення проектування» [чинний від 2009-07-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 78 с.;

- 9- ДБН В.2.6-98:2009 «Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення» [На заміну СНіП 2.03.01-84; чинний від 2011-06-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 71 с.;
- 10- ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції. Норми проектування» [На заміну ДСТУ Б В.2.6-194:2013 та ДБН В.2.6-163:2010 у частині розділу 1; чинний від 2015-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2014, 199 с.;
- 11- ДСТУ Б А.2.4-15:2008 «Антикорозійний захист конструкцій будівель і споруд» [На заміну ГОСТ 21.513-83; чинний від 2010-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2009, 13 с.;
- 12- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [На заміну СНіП III-4-80; чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012, 116 с.;
- 13- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [На заміну СНіП 2.01.01-82 і таблиці 2 ДСТУ-Н Б А.2.2-5:2007; чинний від 2011-11-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіонбуд України 2011, 123 с.;
- 14- ДБН В.1.1-7-2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги» [На заміну ДБН В.1.1-7-2002; чинний від 2017-06-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2017, 35 с.;
- 15- ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів [На заміну СНіП 3.02.01-87; чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2013, 82 с.;

- 16- ДБН В.2.1-10-2018 «Основи і фундаменти будівель. Основні положення» [На заміну ДБН В.2.1-10-2009; чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України 2018, 36 с.;
- 17- Червинський Я. Й. Дослідження технічного стану будівель та споруд при небезпечних геологічних процесах / Я. Й. Червинський, О. О. Петраков, М. Л. Зоценко, Ю. Л. Винников, В. А. Титаренко, В. Д. Шумінський, С. В. Степанчук, А. М. Дворник, Я. І. Домбровський // Наука та будівництво. - 2014. - № 2. - С. 17-24;
- 18- Тугаєнко Ю.Ф., Барчукова Т.М., Рабоча Т.В. Розрахунки основ і фундаментів будівель і споруд у курсовому і дипломному проектуванні / Навчальний посібник. — Одеська Державна Академія Будівництва та Архітектури (ОДАБА). — Одеса: Астропринт, 2013. — 135 с.