

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: Проект 16-поверхового будинку в м. Вінниці з дослідженням
фундаментів

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

(шифр і назва спеціальності)

(підпис)

Дмитрів Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник

(підпис)

Підгурський І. М.

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

(підпис)

Сорочак А.П.

(прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри

(підпис)

Ясній В.П.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

Бобик М.П.

(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 Дмитриву Юрію Ігоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект 16-поверхового будинку в м. Вінниці з дослідженням фундаментів

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 _____

3. Вихідні дані до роботи: геологічні вишукування, завдання на 16-поверхового житлового будинку

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

Архітектурно будівельний розділ.

Розрахунково-конструктивний розділ.

Науково дослідний розділ.

Технологія та організація будівельного виробництва.

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

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

Плани та розрізи будівлі

Фундаменти

Компонувальні і конструктивні рішення монолітно-каркасної будівлі

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		
2	Розрахунково-конструктивний розділ		
3	Науково дослідний розділ		
4	Технологія та організація будівельних робіт		
5	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях		
6	Графічна частина		

Студент _____

(підпис)

Дмитрів Ю.І.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Підгурський І. М.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ.....	7
1.1 ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ДІЛЯНКИ.	7
1.2 КОНСТРУКТИВНІ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ТА ЇЇ ЕЛЕМЕНТІВ.....	7
2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	10
2.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ПЛИТИ ПЕРЕКРИТТЯ.....	10
2.2 СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ.....	10
3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ.....	22
3.1 ВИХІДНІ ДАНІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ФУНДАМЕНТУ.....	22
3.2 НАВАНТАЖЕННЯ І ВПЛИВИ, ЩО ДІЮТЬ НА ФУНДАМЕНТНУ ПЛИТУ.....	22
3.3 ВІДОМОСТІ ПРО ІНЖЕНЕРНО-ГЕОЛОГІЧНІ УМОВИ РАЙОНУ БУДІВНИЦТВА.....	23
3.4 СТВОРЕННЯ РОЗРАХУНКОВОЇ МОДЕЛІ.....	26
3.5 СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ҐРУНТУ.....	32
3.6 РОЗРАХУНОК ФУНДАМЕНТНОЇ ПЛИТИ І ОСНОВИ.....	34
4 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	51
4.1 ПІДБІР КРАНА.....	51
4.2 ПІДБІР ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ УЩІЛЬНЕННЯ БЕТОННОЇ СУМІШІ.....	53
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	55
5.1 ОХОРОНА ПРАЦІ.....	55
5.2 БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	62
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	65
ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ.....	67

ВСТУП

Актуальність теми. Будівництво житлових будинків є складною багатофункціональною задачею, яка включає впровадження нових архітектурно-планувальних рішень, сучасних комп'ютеризованих методів розрахунку, освоєння нових технологій зведення будівель, впровадження в будівництво ефективних будівельних матеріалів. Однією з сучасних технологій зведення будівель є монолітно-каркасне будівництво, яке надає можливість вільного планування квартир або ж офісних приміщень.

До переваг монолітно-каркасного будівництва відносять:

- міцність будівель, їх довговічність та сейсмостійкість;
- можливість широкого вибору архітектурних та дизайнерських рішень, зокрема можливість гнучкого планування та перепланування приміщень як в процесі будівництва, так і після його завершення;
- сумарні трудові затрати на зведення монолітно-каркасних будинків менші, ніж для аналогічного цегляного будинку у середньому на 25-30%
- тривалість будівництва зменшується на 10-25%;
- зменшення ваги несучих конструкцій до 40%, що дозволяє знизити навантаження на фундамент;
- збільшення загальної корисної площі будинку за рахунок зменшення товщини стін на 12-16% [1].

Завдяки вказаним перевагам монолітні технології спорудження каркасних багатоповерхових будівель широко застосовується у всьому світі.

У зв'язку з цим запроектовано 16-поверхову будівлю з монолітно-каркасною схемою. Для такого типу будівель зазвичай влаштовують плитні фундаменти.

Мета роботи – дослідження роботи основ під плитними фундаментами.

Щоб вирішити дану мету, розглянуто такі питання:

- збір навантажень, що діють на будівлю;

– дослідити напружено-деформівний стан основи під фундаментною плитою за допомогою спеціалізованих програм “SCAD” і “LIRA” та здійснити порівняльний аналіз отриманих результатів.

Об’єкт досліджень: плитні фундаменти будівлі.

Предмет досліджень: напружено-деформівний стан системи “фундамент-основа”.

Методи досліджень: метод скінчених елементів, порівняльний аналіз.

Наукова новизна: дослідження напружено-деформівного стану “фундаментна плита – основа” методом скінчених елементів та його порівняльний аналіз.

Практична значимість результатів дослідження. Здійснено оцінку напружено-деформівного стану основ фундаменту за допомогою спеціалізованих програм і проведено їх порівняльний аналіз.

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: МОНОЛІТНО-КАРКАСНА БУДІВЛЯ, МОНОЛІТНА ФУНДАМЕНТНА ПЛИТА.

1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна характеристика ділянки.

Житлова будівля запроектована для будівництва у м. Вінниці.

Генеральний план і планування ділянки вирішені з урахуванням існуючої забудови, а також з урахуванням технологічних вимог до зведення будівель, а також санітарних та протипожежних норм проектування.

Зокрема, проектуються проїзди і тротуари для забезпечення транспортного та пішохідного зв'язку споруджуваної будівлі з іншими спорудами та сусідніми будівлями. Для зручності передбачені відкриті і підземні автостоянки.

Протипожежні заходи.

Будівля спроектована з урахуванням нормативних вимог.

Зокрема, передбачають такі протипожежні заходи:

- Для дотримання ступеня вогнестійкості будинку передбачено каркасно-монолітну конструкцію будівлі, відповідні матеріали стін, перекриттів, покриттів, перегородок, стін сходових кліток та ліфтових шахт, підібрано відповідний матеріал утеплювача;
- Запроектовано необхідну кількість евакуаційних виходів;
- Передбачено облаштування незадимлюваних сходів;
- Забезпечено проїзди для пожежних машин;
- Вантажно-пасажирський ліфт (вантажопідйомність 630 кг) дозволяє працювати в режимі перевезення пожежних підрозділів;
- Для можливого пожежогасіння запроектовано пожежні гідранти.

1.2 Конструктивні рішення будівлі та її елементів

Несучою системою будівлі, що проектується, є каркас, матеріал – монолітний залізобетон. Перекриття запроектовано монолітними безбалковими з товщиною 200 мм.

Монолітні колони запроектовано з поступовим зменшенням перетину зі збільшенням поверховості.

Вітрові навантаження сприймаються ядром жорсткості і діафрагмами жорсткості, із запроєктованою товщиною 200 мм.

Зовнішні огорожувальні конструкції – самонесучі. Кам'яна кладка товщиною 250 мм (рис. 1.1) виконана з повнотілої цегли пластичного пресування щільністю 1.8 т/м^3 . Зазначимо, що при з'єднанні кам'яної кладки з монолітним перекриттям передбачена каучукова прокладка для недопущення передачі навантаження на стіни від верхнього поверху;

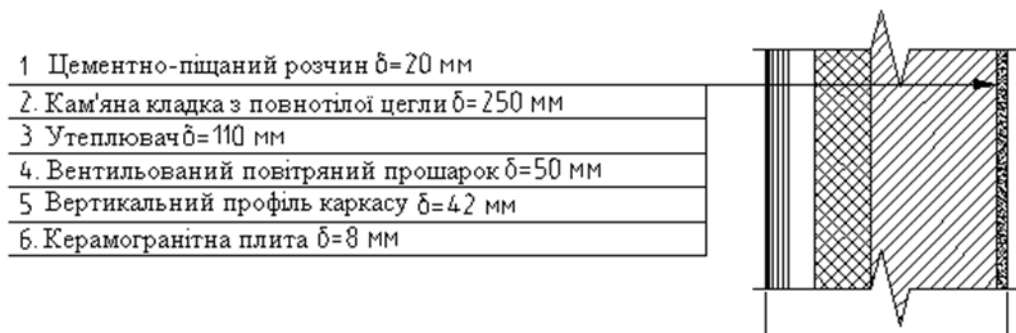


Рисунок 1.1 Конструкція стіни

Оздоблення фасаду виконано керамогранітними плитками товщиною 8 мм, що прикріплюються кляммерним способом;

- Утеплювач товщиною 110 мм, теплопровідністю $\lambda = 0.035 \text{ Вт / мК}$, питомою густиною верхнього шару – 90 кг/м^3 , щільність нижнього шару 45 кг / м^3 ;

- Вентильований проміжок складає 50 мм;

- Вікна виконані з ПВХ-профілю, шестикамерними, заводського виготовлення.

З метою дотримання нормативних показників звукоізоляції між квартирами виконані цегляними двошаровими (товщиною 300 мм, питомою вагою $18,0 \text{ кН/м}^3$). Перегородки – газобетонні.

Внутрішнє оздоблення стін – покращена штукатурка під обклеювання шпалерами.

На основі проведеного теплотехнічного аналізу на основі визначення необхідного опору тепловіддачі огорожень (з врахуванням граничного

охолодження при найнижчій зовнішній температурі за умов безвітряної погоди) вибрані такі конструктивні рішення (рис. 1.1):

- утеплювач товщиною 110 мм, теплопровідністю $\lambda = 0.035$ Вт / мК, питомою густиною верхнього шару – 90 кг/м³, щільність нижнього шару 45 кг / м³;

- вентиляований проміжок складає 50 мм;

- вікна виконані з ПВХ-профілю, шестикамерними, заводського виготовлення.

На основі конструктивних рішень підлог, покрівлі, стін, перегородок та ін., які представлені у графічній частині роботи, зібрано навантаження (розділ 3.1) для розрахунку каркасу будівлі.

2 РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вихідні дані для проектування плити перекриття

Перекриття проектується як суцільна монолітна плита, з отворами під ліфтову шахту і сходовий марш (рис. 2.1).

Матеріали для проектування:

- Клас бетону – С20/25.
- Клас арматури: робоча – А400С, поперечна – А240С.

Навантаження зібране від постійних і тимчасових умов експлуатації житлової будівлі:

- Постійні навантаження – 5,8 кПа;
- Змінні навантаження – 1,95 кПа.

Тоді загальне розподілене навантаження на плиту перекриття становить:

$$P = 5,8 + 1,95 = 7,75 \text{ кПа}$$

2.2 Створення розрахункової моделі

Монолітна плита перекриття, для житлового будинку, буде змодельована в ПК ЛІРА-САПР. Для цього створюється модель з п'ятою ознакою схеми, в якій є шість степенів вільності (X, Y, Z, U_x, U_y, U_z).

Плиту перекриття моделюємо зі скінченних елементів, трикутної форми з середнім розміром 0,5 м, тип СЕ 12 – трикутна плита. Плиту проектуємо з врахуванням отворів під ліфт та сходову клітку. В місцях колон створюємо абсолютно жорсткі тіла, і задаємо вузлам в'язі на всі переміщення (X, Y, Z, U_x, U_y, U_z) (рис. 2.1).

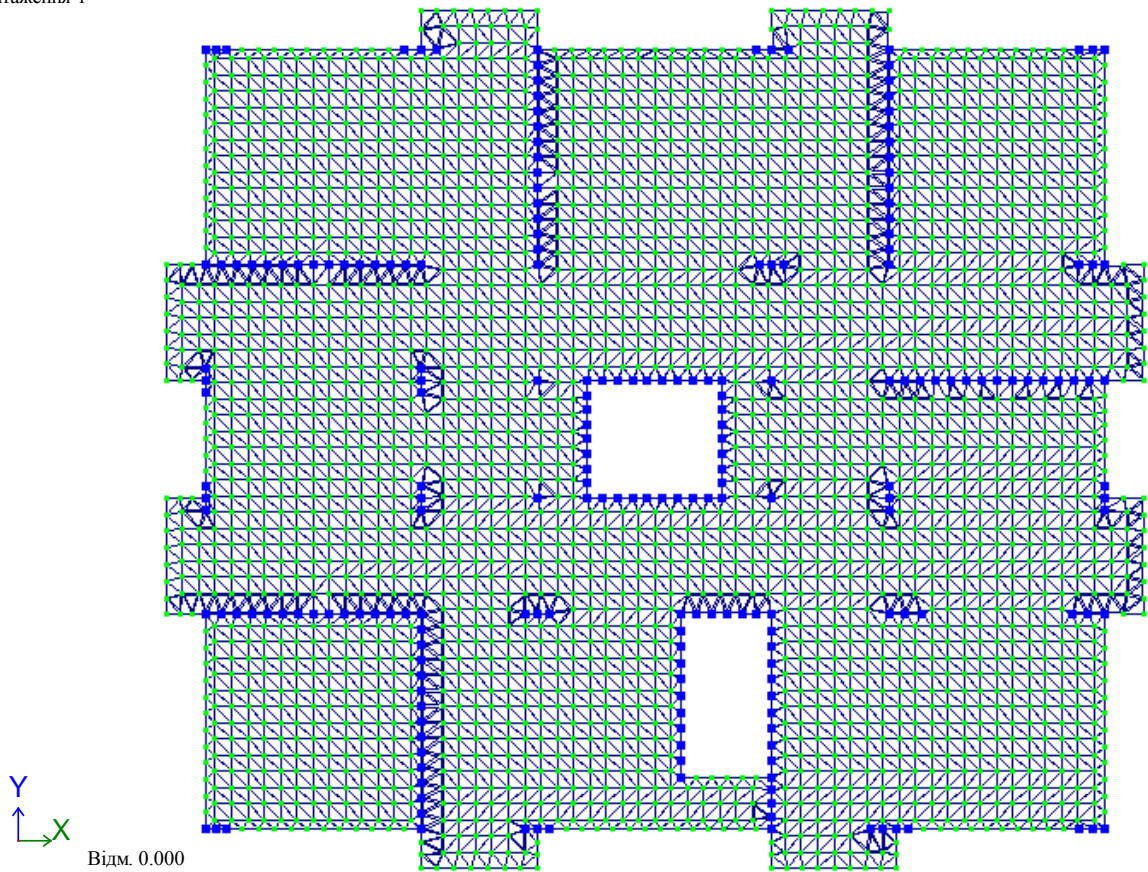


Рис. 2.1 – Модель плити перекриття з трикутних скінченних елементів

Задаємо параметри жорсткості залізобетонної плити: товщина плити – 20 см, модуль пружності – $E = 23$ ГПа, коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,2$, питома вага – $R_0 = 27$ кН/м³ (рис. 2.2).

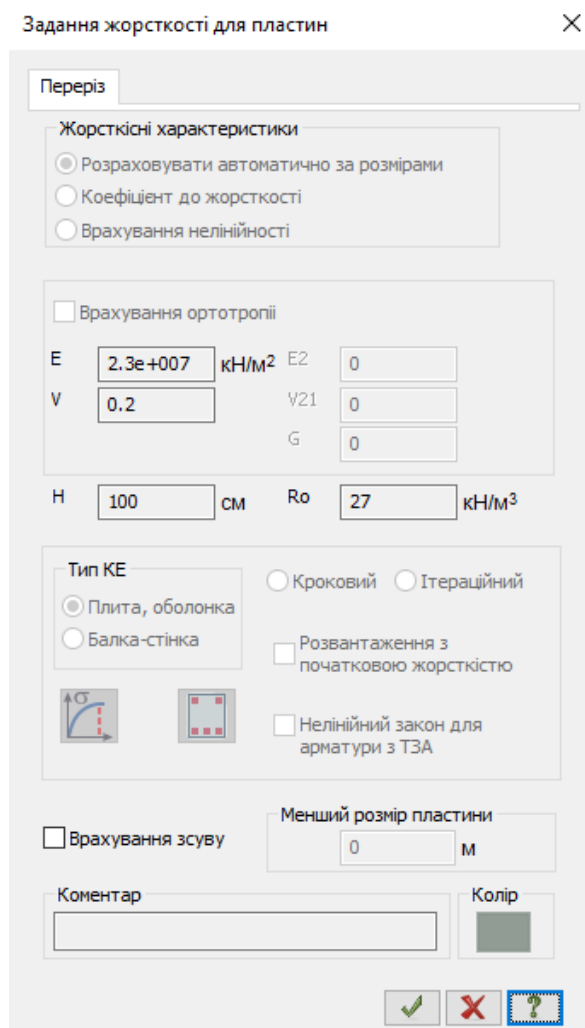


Рис. 2.2 – Діалогове вікно для задання параметрів жорсткості плити

Для визначення і підбору арматури в плиті, потрібно встановити додаткові параметри матеріалу, такі як тип розрахункової схеми, клас бетону і арматурної сталі (рис. 2.3).

Задаємо параметр розрахунку – плита, коефіцієнт армування 0,05%, захисний шар 3 см (рис. 2.3, а). Бетон призначаємо класу С20/25 (рис. 2.3, б). Робочу арматуру призначаємо класу А400С, поперечну А240С (рис. 2.3, в).

Назва:

Вид розрахунку: Плита (Вигин)

Система: Статично невизначена

Розрахунки

Підбирати арматуру по теорії Вуда

Ураховувати вогнестійкість

Підбирати поперечну арматуру на 1 кв.м.

Нормативні характеристики матеріалів для особливого/аварійного сполучення

Точність розрахунку, %

Попередн. 20 % армування MIN 0.05

Основного 1 MAX 10

Діапазон коеф. використання несної здатності

MIN 0.9 MAX 1.1

Відстань до ц.в. арматури

A1X 3 см A1Y 3 см

A2X 3 см A2Y 3 см

Арматура розрахунку на продавлення

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 висота

1 м Коефіцієнт 1

Армування Несиметричне

ДБН В. 2.6-98:2009

Назва:

Клас бетону: C20/25

Діаграма напруга-деформація

2-лінійна діаграма напруга-деформація бет

Відносна вологість повітря, % 80

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (стиск) α_{cc} 1

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (розтягання) α_{ct} 1

Коеф. обліку руйнування бетонних конструкцій γ_{c2} 1

Коеф. для конструкцій, які бетонуються у вертикальному положенні γ_{c3} 1

Граничне значення параметра (т.6.12 ДБН В. 1.1-12:2014) γ 1

Випадкові ексцентриситети (стержень)

По висоті перерізу EY 0 см

По ширині перерізу EZ 0 см

	C20/25 (МПа)
f _{ck} _cube	25.00
f _{ck} _prizm	18.50
gama_c	1.30
f _{ctm}	2.20
f _{ctk_005}	1.50
f _{ctk_095}	2.90
gama_ct	1.50
E _{cm}	30000.00
E _{ck}	26000.00
E _{cd}	23000.00
Eps _{c1_ck} (*1000)	1.71
Eps _{c1_cd} (*1000)	1.65
Eps _{cu1_ck} (*1000)	3.85

ДБН В. 2.6-98:2009

Назва:

Арматура I типу

Поздовжня k=ftk/fyk Eps_uk, %

УЗДОВЖ X A400C d=6 1.05 2.5

Уздовж Y A400C d=6 1.05 2.5

Поперечна A240C d=6 1.08 2.5

Уздовж X	A400C d=6..40 (МПа)
Es	210000.00
fyk	400.00
Gama_s	1.10
fyd	364.00
fywd	285.00
fywd*	263.00

Арматурний каркас В'язаний каркас

max 32 1

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...

а)

б)

в)

Рис. 2.3 – Діалогове вікно з заданням параметрів матеріалу проектування

а) розрахункова схема; б) клас бетону; в) клас арматури

Щоб отримати достовірні данні узгодимо місцеві осі скінченних елементів з глобальними осями (рис. 2.4).

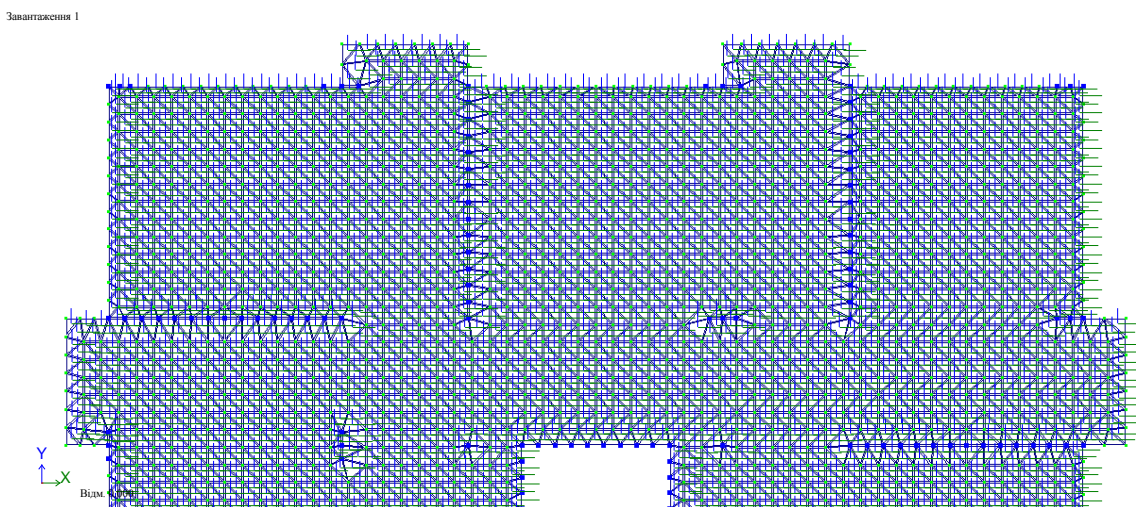


Рис. 2.4 – Фрагмент плити, з узгодженими місцевими осями

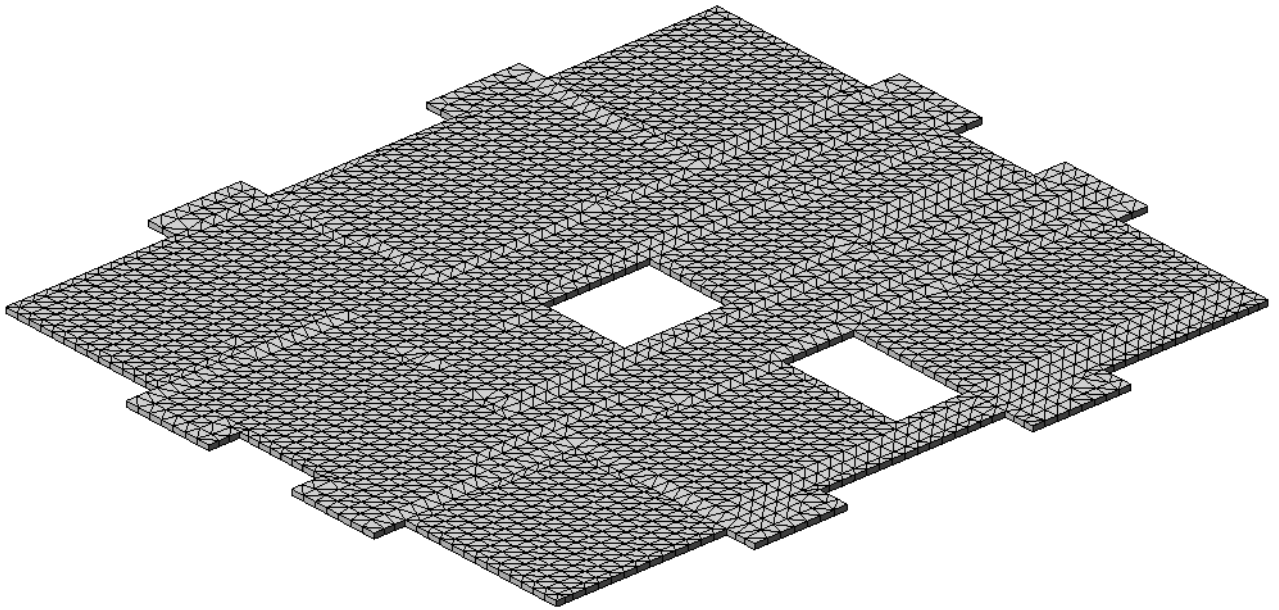


Рис. 2.5 – 3D модель фундаментної плити

Задаємо рівномірно розподілене навантаження на плиту перекриття (рис. 2.6).

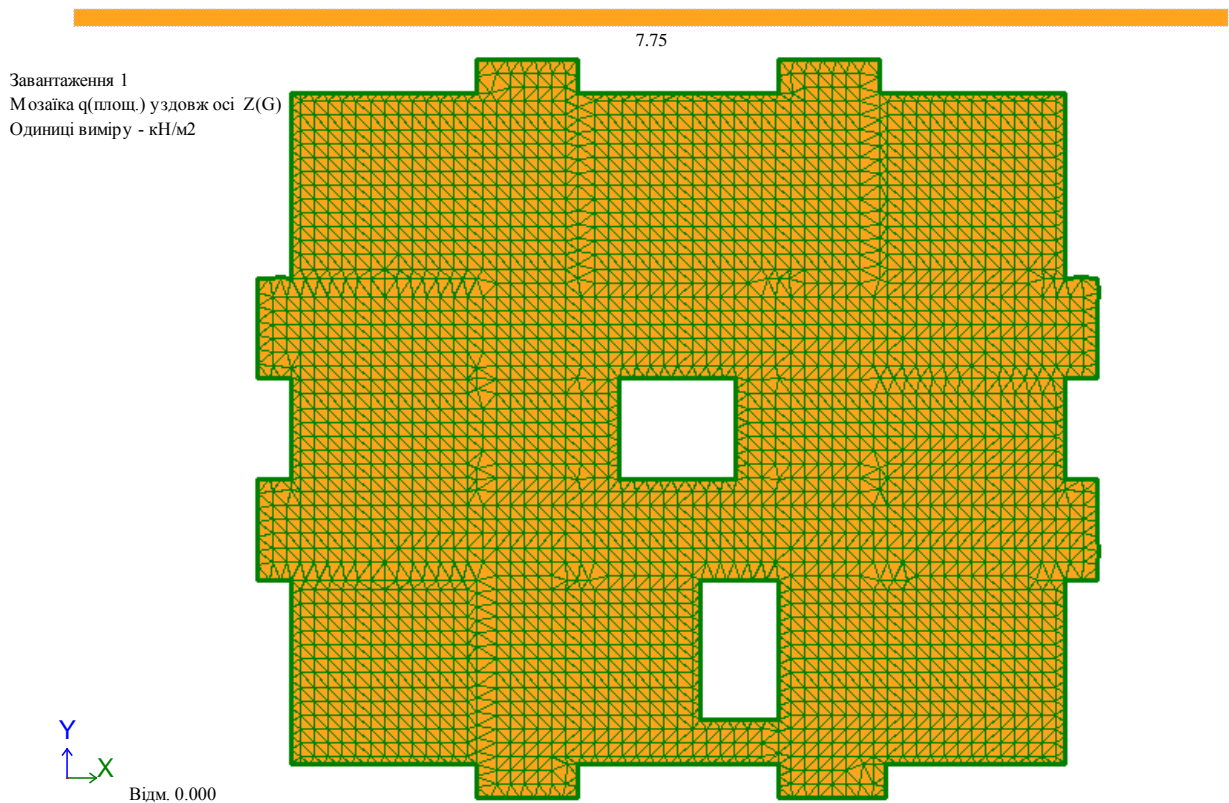


Рис. 2.6 – Навантаження на плиту перекриття

Виконуємо розрахунок і отримуємо результати прогину плити, напруження і армування (рис. 2.7 – 2.18).

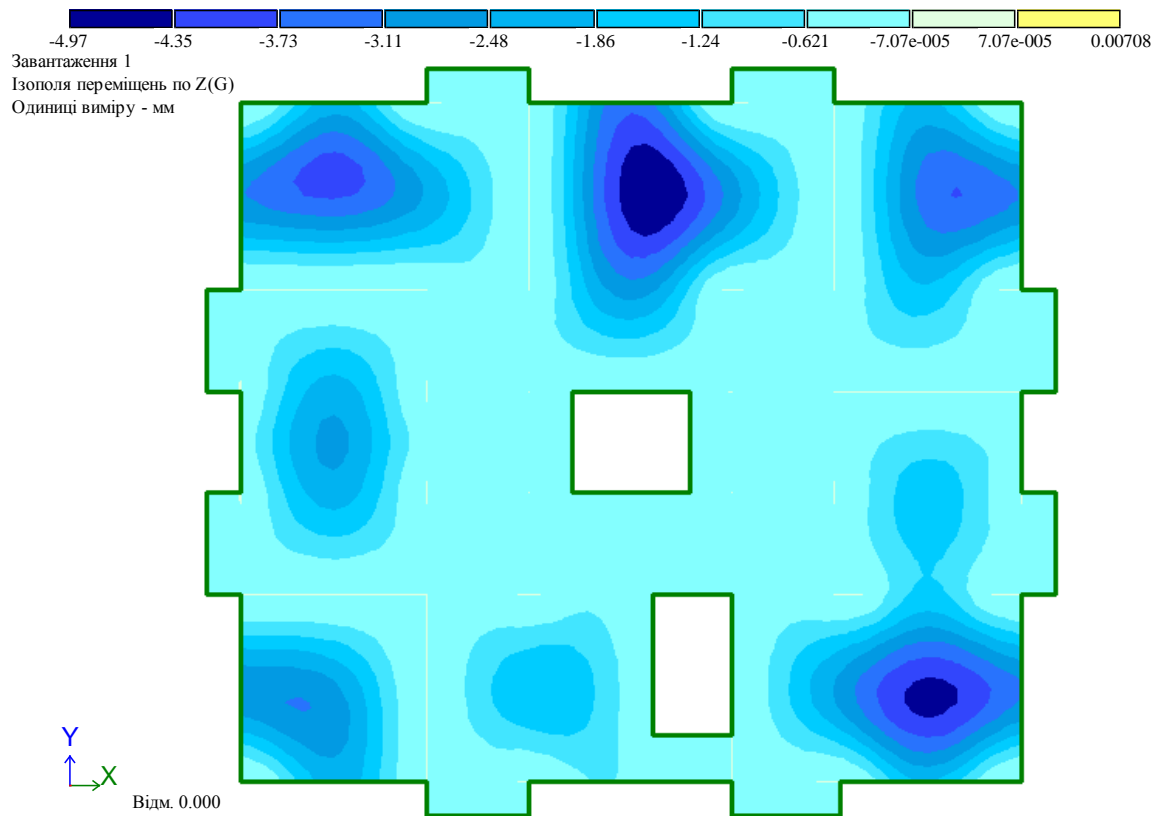


Рис. 2.7 – Ізополя прогину фундаментної плити по осі Z, мм

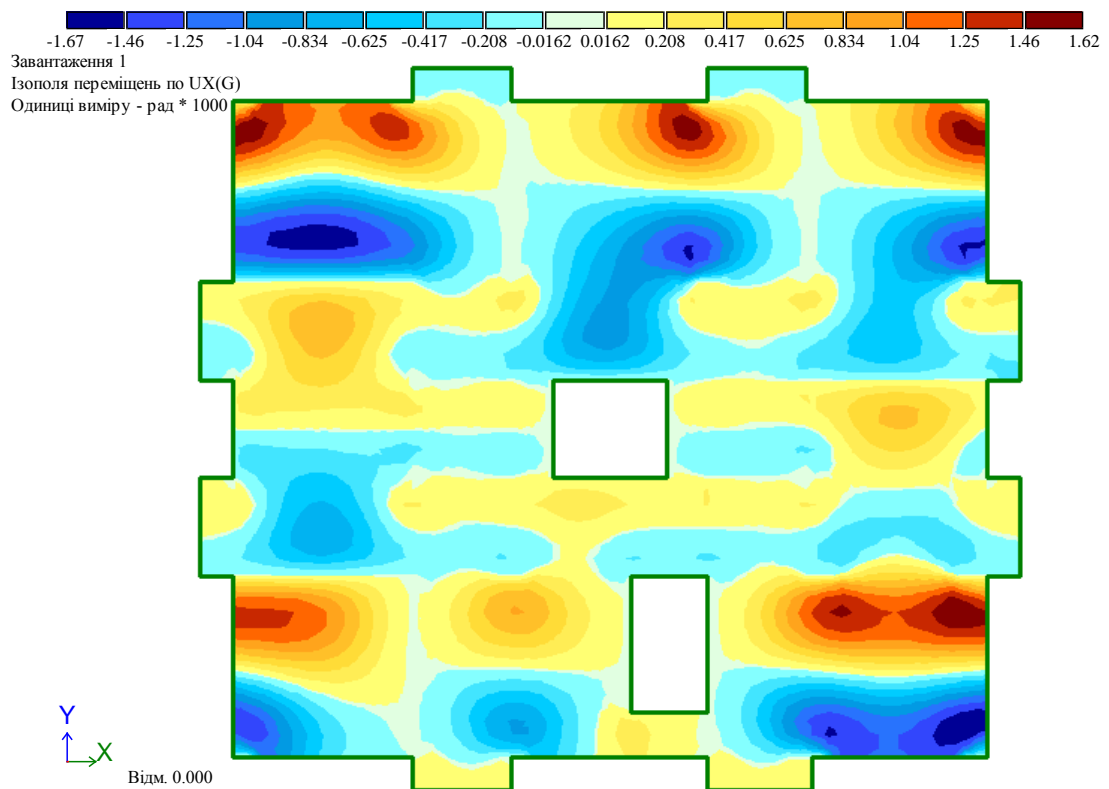


Рис. 2.8 – Ізополя повороту фундаментної плити відносно осі X, рад·1000

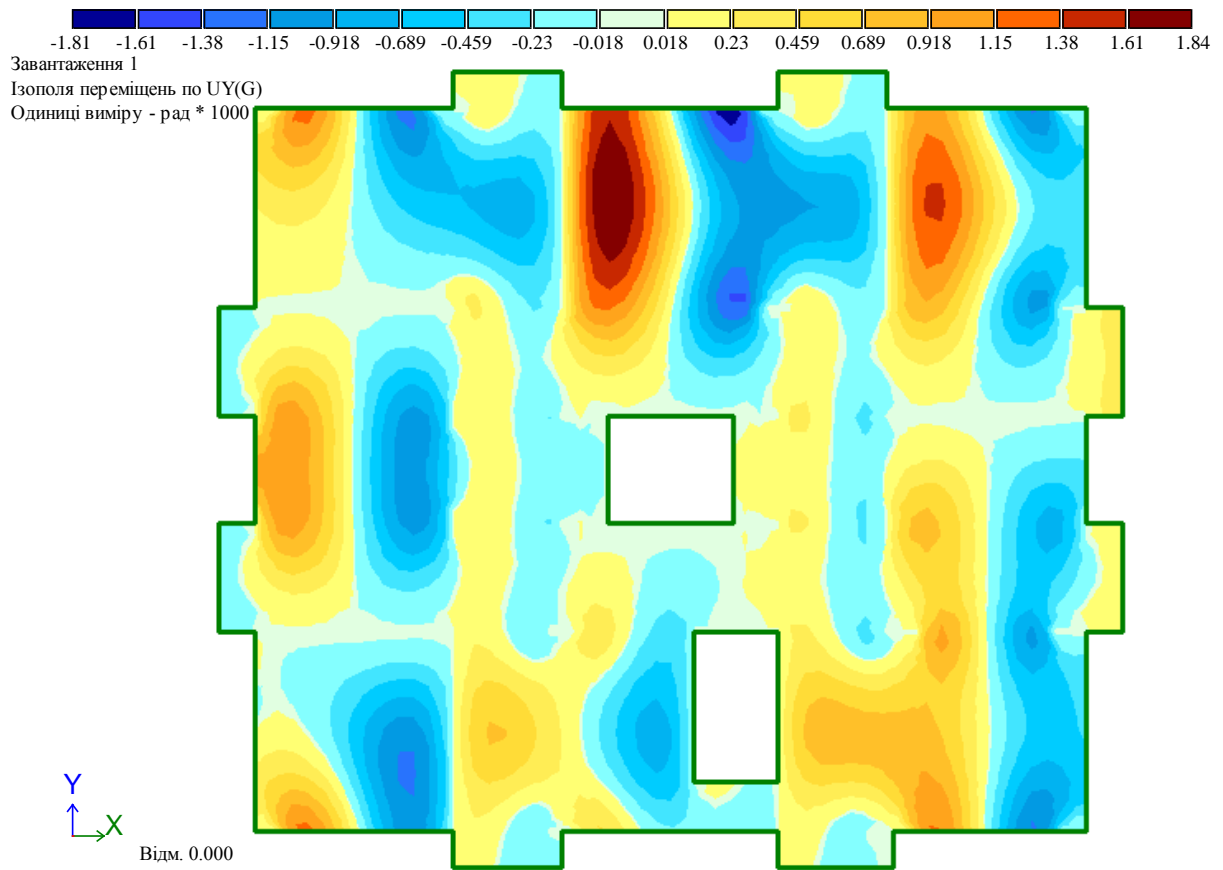


Рис. 2.9 – Ізополя повороту фундаментної плити відносно осі Y, рад·1000

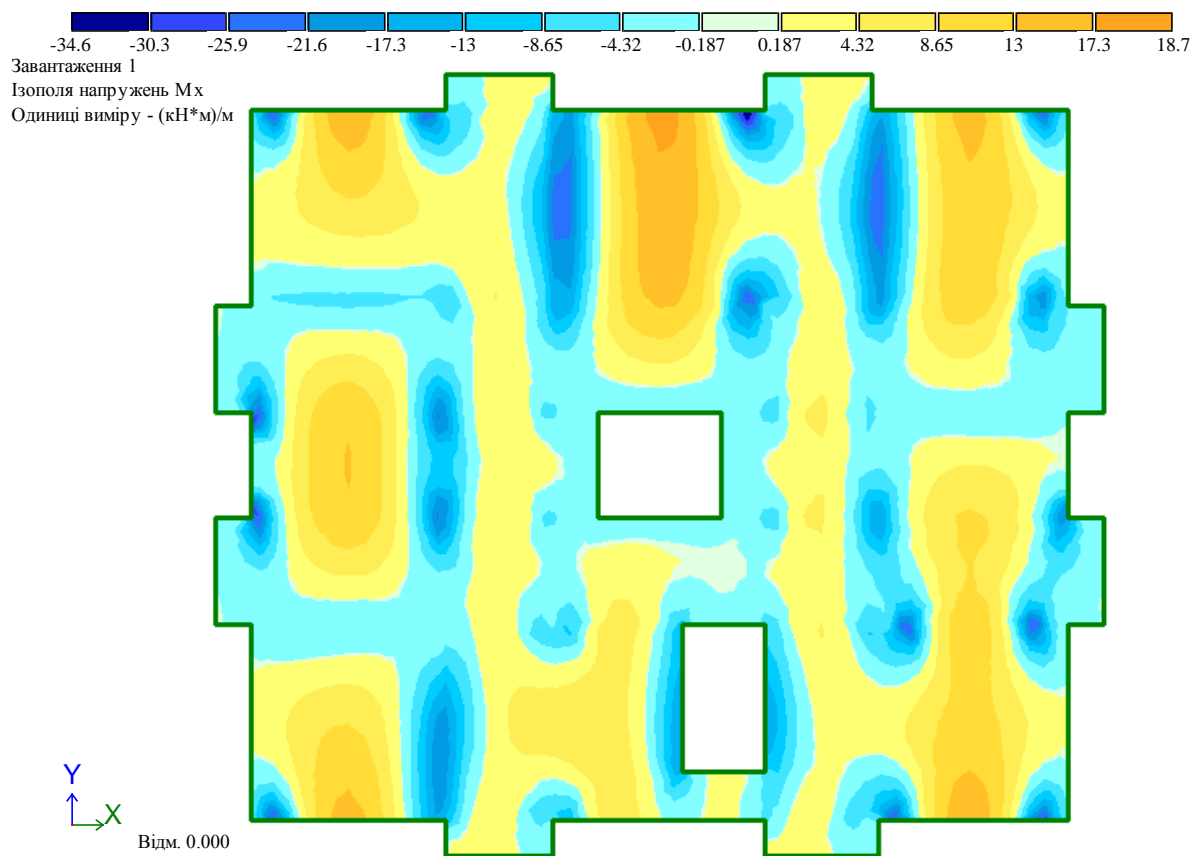


Рис. 2.10 – Ізополя згинальних напружень в плиті відносно осі X, M_x , (кН·м)/м

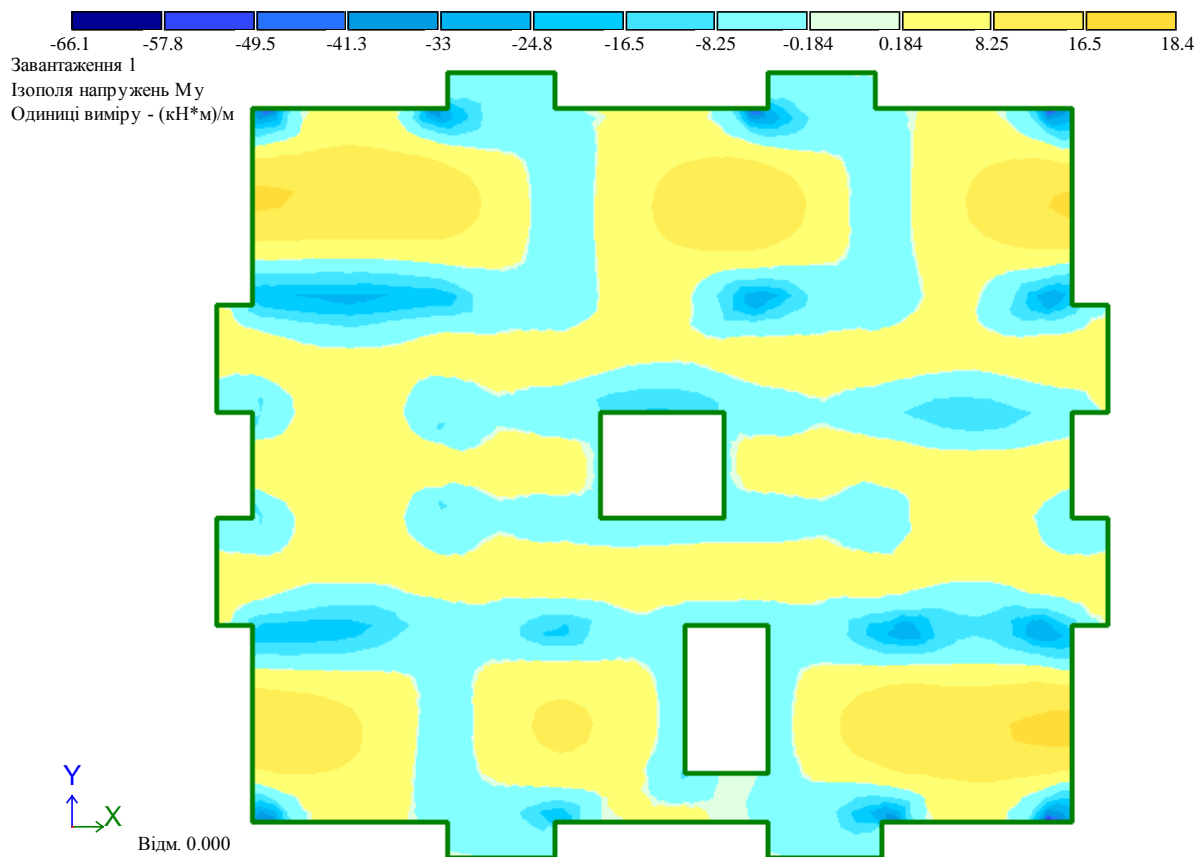


Рис. 2.11 – Ізополя згинальних напружень в плиті відносно осі Y, M_y , (кН·м)/м

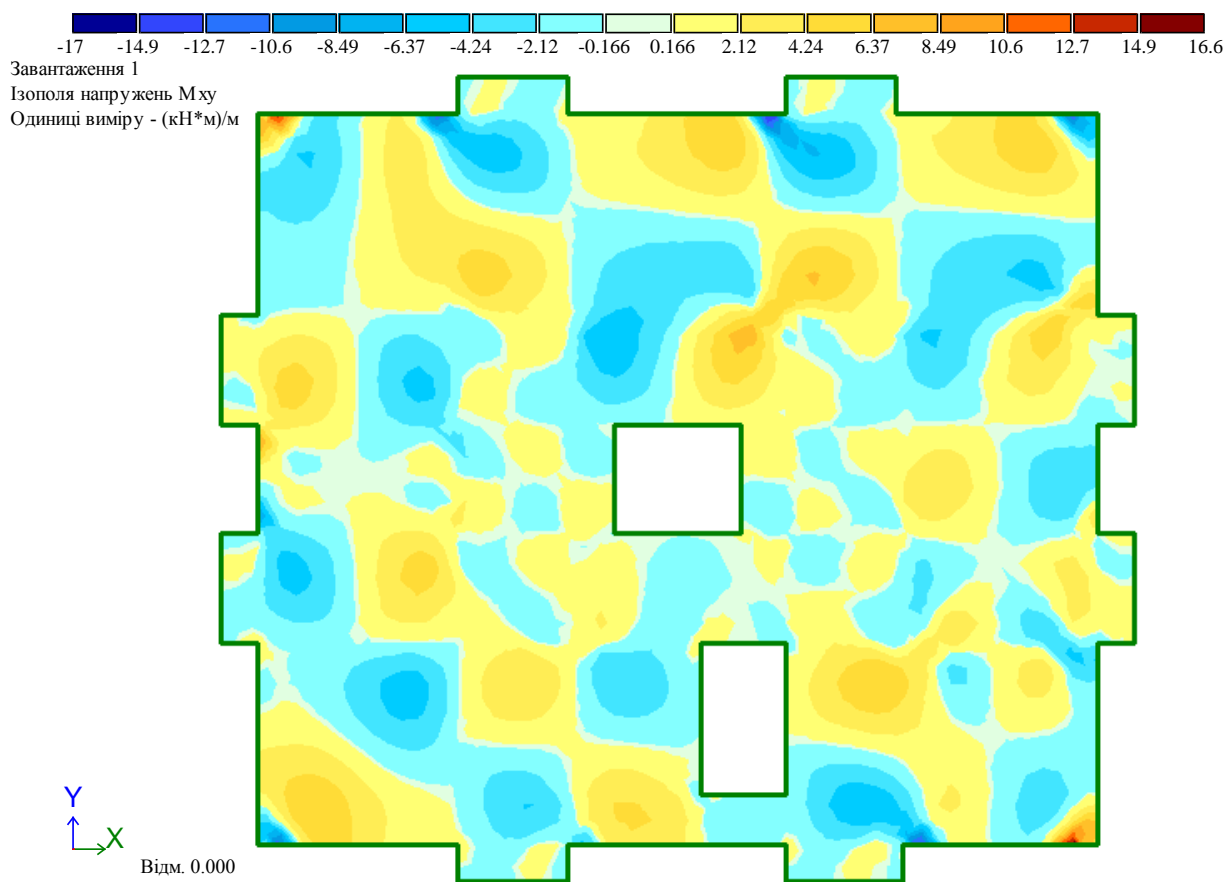


Рис. 2.12 – Ізополя згинальних напружень в плиті, M_{xy} , (кН·м)/м

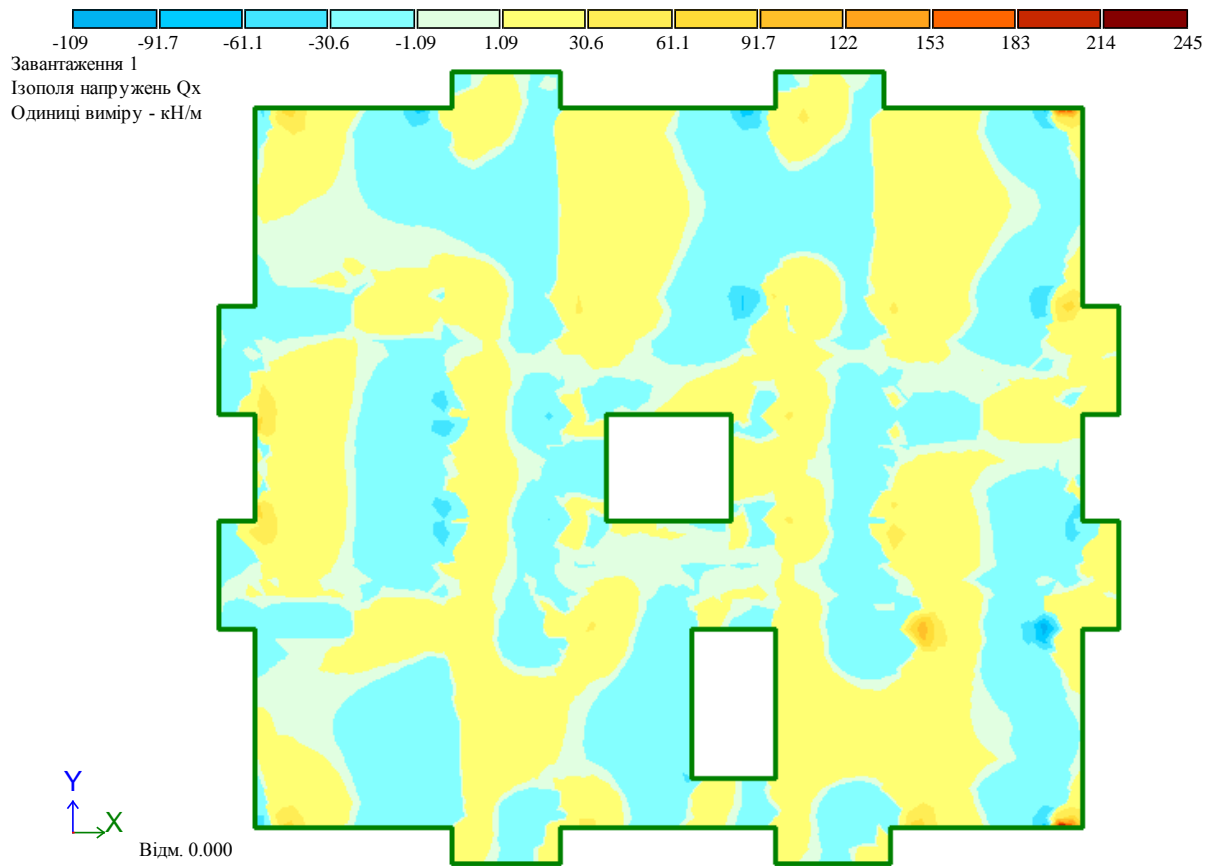


Рис. 2.13 – Ізополі напружень від поперечної сили Q_x , кН/м

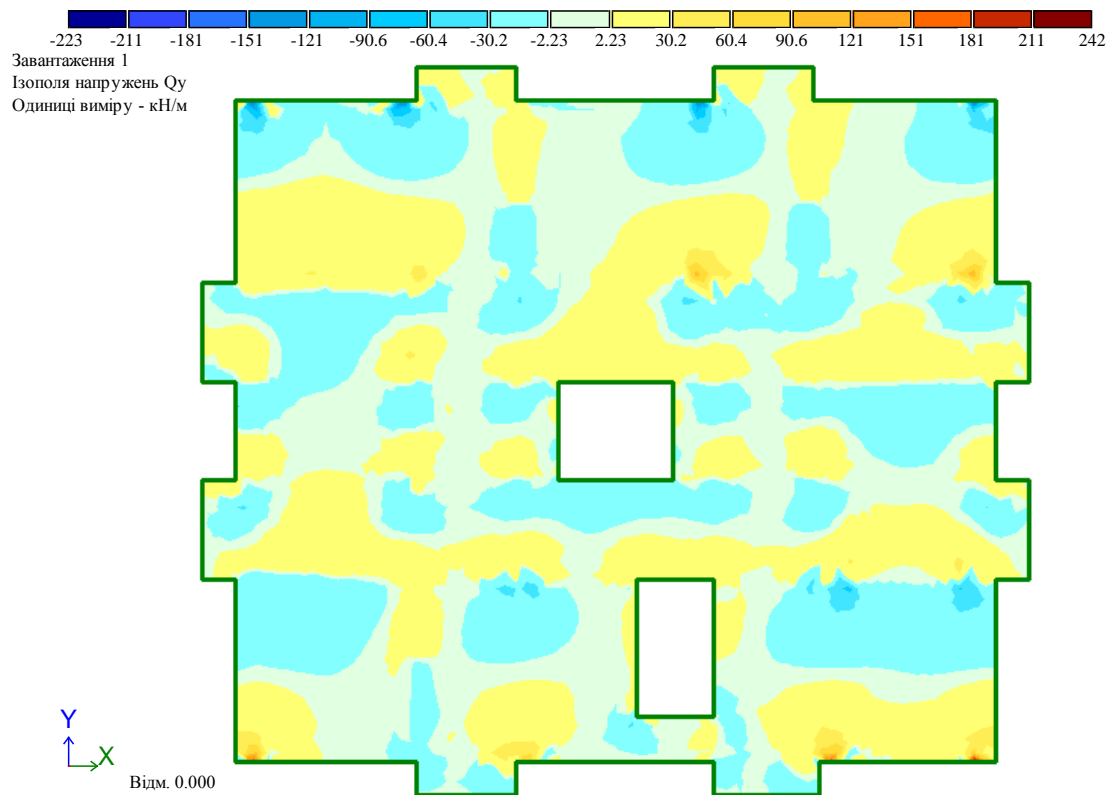


Рис. 2.14 – Ізополі напружень від поперечної сили Q_y , кН/м



Рис. 2.15 – Мозаїка армування плити в верхній зоні по осі X, см²/м

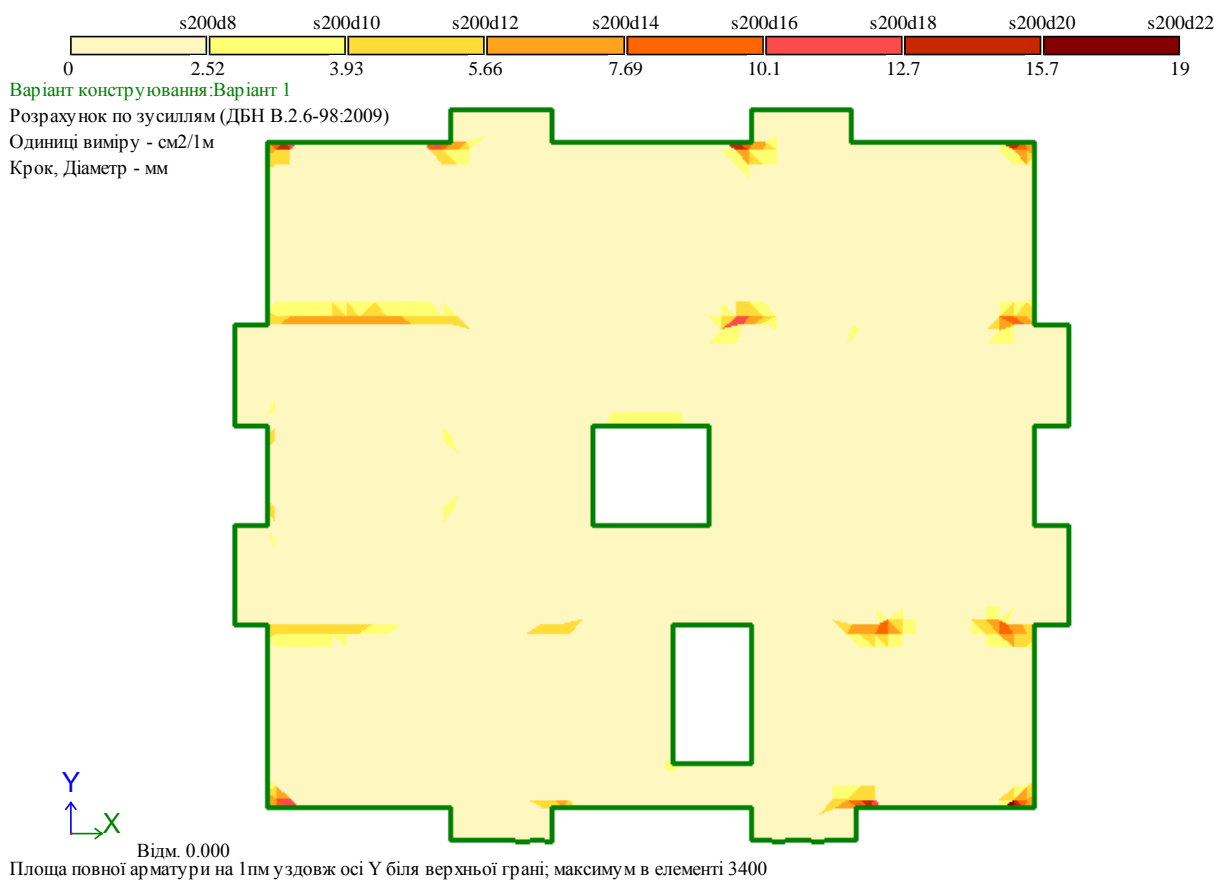


Рис. 2.16 – Мозаїка армування плити в верхній зоні по осі Y, см²/м

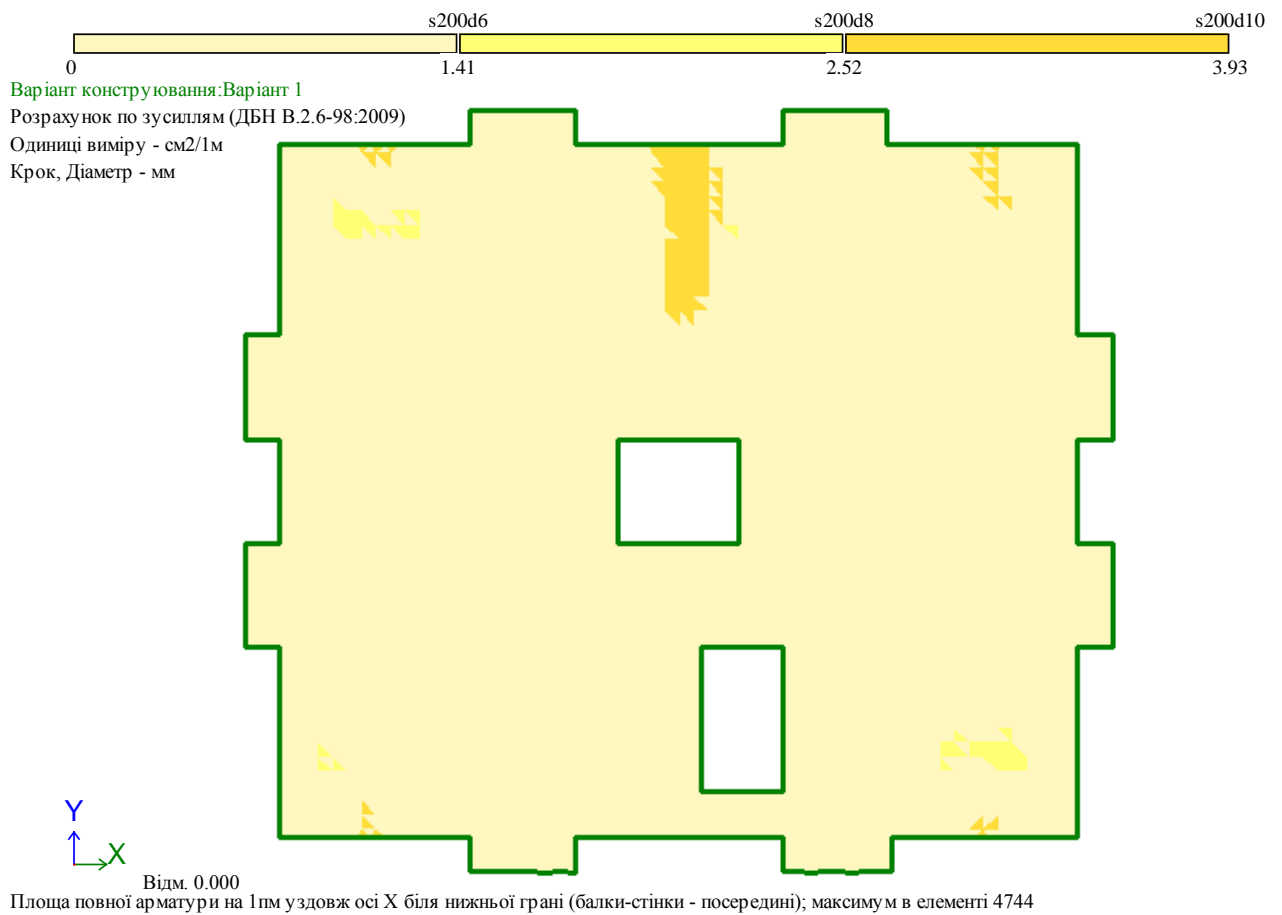


Рис. 2.17 – Мозаїка армування плити в нижній зоні по осі X, см²/м

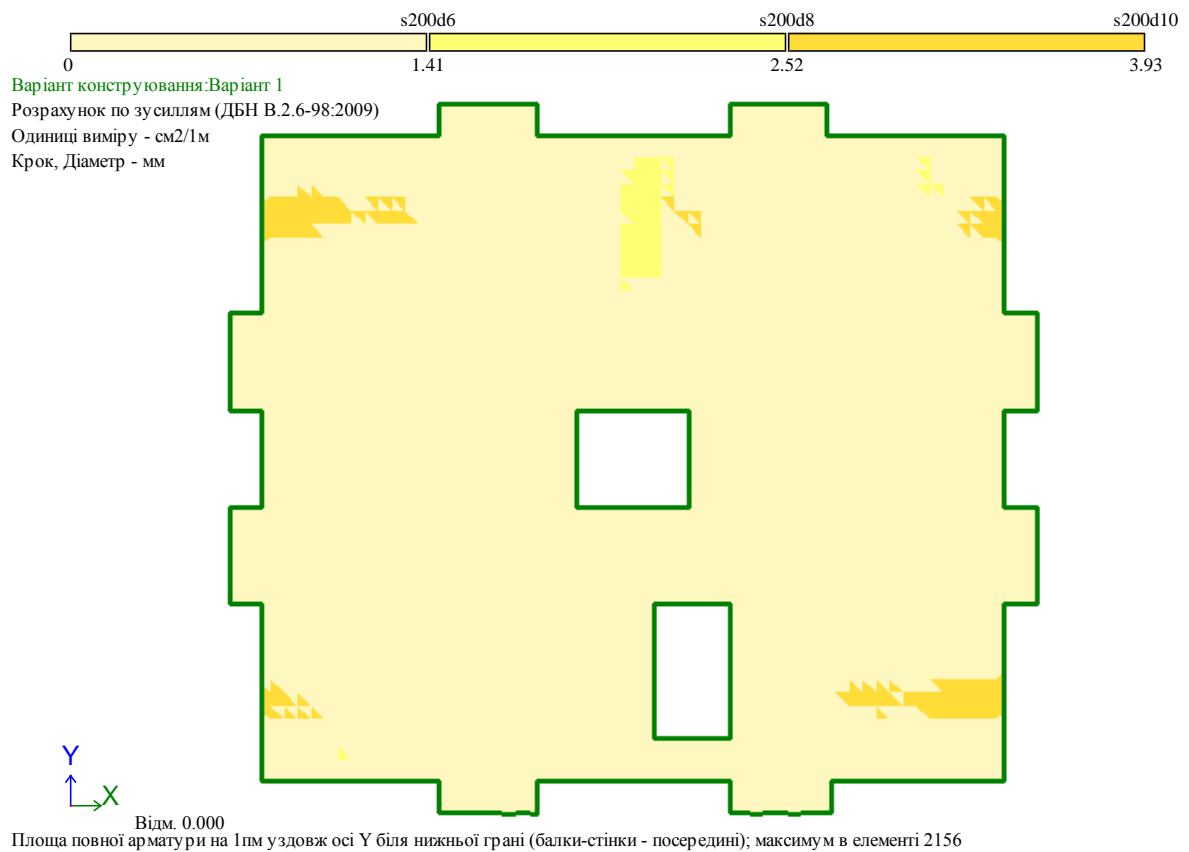


Рис. 2.18 – Мозаїка армування плити в нижній зоні по осі Y, см²/м

Отже, після підбору приймаємо наступну арматуру:

- в нижній зоні:
 - по осі X – Ø8A400C з кроком 200 мм, площа 2,51 см²/п.м., в найнапруженіших зонах Ø10A400C з кроком 200 мм, площа 3,93 см²/п.м.;
 - по осі Y – Ø8A400C з кроком 200 мм, площа 2,51 см²/п.м., в найнапруженіших зонах Ø10A400C з кроком 200 мм, площа 3,93 см²/п.м.
- в верхній зоні (лише над опорами):
 - по осі X – Ø10A400C з кроком 100 мм, площа 7,85 см²/п.м.;
 - по осі Y – Ø10A400C з кроком 100 мм, площа 7,85 см²/п.м.

3 НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

Будівля житлова, має 16 однотипових житлових поверхів, є цокольний і технічний поверх. Передбачено два ліфти, ліфтовий хол, незадимлювані сходи.

Будівля монолітно-каркасна, жорсткість будівлі забезпечується монолітним залізобетонним каркасом.

Огороджуючою конструкцією є цегляна кладка товщиною 250 мм з вентиляльованим фасадом (рис. 1.1).

Для високих будівель (у тому числі висотних >100 м) у світовій практиці в якості фундаментів на природній основі застосовують суцільні монолітні залізобетонні плити. Монолітна залізобетонна фундаментна плита застосовується, як правило, при тиску на підшву фундаменту до 0,6 МПа і ґрунтах основи, представлених пісками або переущільненими глинами.

3.1 Вихідні дані для проектування фундаменту

Фундамент проектується, як суцільна монолітна залізобетонна плита, під каркасний житловий будинок. рис. 1.

Місце будівництва – м. Вінниця, для нього характеристичне снігове навантаження становить – 1,39 кПа, вітрове – 0,52 кПа.

Глибина промерзання – 0,8 м.

Матеріали:

- Клас бетону – С20/25.
- Клас арматури: робоча – А400С, поперечна – А240С.

3.2 Навантаження і впливи, що діють на фундаментну плиту

Навантаження, зібране зі всієї будівлі становить 20 800 т.

Для того щоб перевести дану вагу в навантаження, помножимо його на g , прискорення вільного падіння, для нашого розрахунку становить $9,81 \text{ м/с}^2$. Тоді отримаємо:

$$N = 20\,800 \cdot 9,81 = 204\,048 \text{ кН}$$

Зібране навантаження передається по каркасу будівлі, але через значну товщину плити, задаємо його як рівномірно розподілене по всій площі фундаментної плити. Тоді отримаємо:

$$P = \frac{N}{A} = \frac{204\,048}{30 \cdot 26} = 261,6 \text{ кН/м}^2$$

де, N – навантаження від будівлі, кН;

A – площа фундаментної плити, м².

3.3 Відомості про інженерно-геологічні умови району будівництва

На основі інженерно-геологічних вишукувань встановлено типи ґрунтів, що залягають на ділянці будівництва та їх характеристики:

- Суглинок м'якопластичний, питома вага $\gamma_{II} = 20,11 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 12,9 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,5$, коефіцієнт пористості $e = 0,75$.
- Суглинок тугопластичний, питома вага $\gamma_{II} = 19,33 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 16,775 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,25$, коефіцієнт пористості $e = 0,7$.
- Глина напівтверда, питома вага $\gamma_{II} = 19,62 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 25,898 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,25$, коефіцієнт пористості $e = 0,55$.
- Суглинок м'якопластичний, питома вага $\gamma_{II} = 19,62 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 20,307 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,55$, коефіцієнт пористості $e = 0,6$.
- Пісок середній, питома вага $\gamma_{II} = 19,23 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 14,028 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, коефіцієнт пористості $e = 0,6$.
- Суглинок м'якопластичний, питома вага $\gamma_{II} = 20,11 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 16,775 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,6$, коефіцієнт пористості $e = 0,6$.

- Суглинок напівтвердий, питома вага $\gamma_{II} = 20,31 \text{ кН/м}^3$, модуль деформації $E = 21,68 \text{ МПа}$, коефіцієнт Пуассона $\nu = 0,3$, показник текучості $I_L = 0,2$, коефіцієнт пористості $e = 0,65$.

Решту даних для ґрунтів визначаємо з таблиць стандарту. Загальна характеристика ґрунтів зведена в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1

Характеристика ґрунтів основи

№ ПЕ	Найменування ґрунту	Модуль деформації	Коефіцієнт Пуассона	Питома вага ґрунту	Показник текучості	Коефіцієнт пористості	Питоме зчеплення	Кут внутрішнього тертя
		$E, \text{ МПа}$	ν	$\gamma_{II}, \text{ кН/м}^3$	I_L	e	$C_{II}, \text{ кН/м}^2$	$\varphi, ^\circ$
1	Суглинок м'якопластичний	12,9	0,3	20,11	0,5	0,75	20	18
2	Суглинок тугопластичний	16,775	0,3	19,326	0,25	0,7	23	21
3	Глина напівтверда	25,898	0,3	19,62	0,25	0,55	57	18
4	Суглинок м'якопластичний	20,307	0,3	19,62	0,55	0,6	25	19
5	Пісок середній	14,028	0,3	19,228	-	0,6	2	26
6	Суглинок м'якопластичний	16,775	0,3	20,11	0,6	0,7	20	18
7	Суглинок напівтвердий	21,68	0,3	20,307	0,2	0,65	28	22

Ґрунтові води не виявлено.

Для наступного моделювання використано дані геологічної розвідки чотирьох свердловин, які розташовані на відстані 1,5 м від фундаментної плити (табл. 3.2).

Таблиця 3.2

Характеристика свердловин

№	Найменування ґрунту	Абс. відмітка підшови	Потужність шару	Глибина залягання
Свердловина 1				
Координати (-1,5;-1,5) Абсолютна відмітка устя 124,75 Глибина свердловини 34,75				
1	Суглинок м'якопластичний	122,40	2,35	2,35
2	Суглинок тугопластичний	119,24	3,16	5,51
3	Глина напівтверда	117,72	1,52	7,03
4	Суглинок м'якопластичний	114,45	3,27	10,30
5	Пісок середній	112,09	2,36	12,66
6	Суглинок м'якопластичний	107,99	4,10	16,76
7	Суглинок напівтвердий	90,00	17,99	34,75
Свердловина 2				
Координати (-1,5;27,5) Абсолютна відмітка устя 124,75 Глибина свердловини 34,75				
1	Суглинок м'якопластичний	122,65	2,10	2,10
2	Суглинок тугопластичний	119,15	3,50	5,60
3	Глина напівтверда	117,85	1,30	6,90
4	Суглинок м'якопластичний	114,25	3,60	10,50
5	Пісок середній	112,45	1,80	12,30
6	Суглинок м'якопластичний	107,85	4,60	16,90
7	Суглинок напівтвердий	90,00	17,85	34,75

Свердловина 3				
Координати (31,5;27,5) Абсолютна відмітка устя 124,75 Глибина свердловини 34,75				
1	Суглинок м'якопластичний	122,35	2,40	2,40
2	Суглинок тугопластичний	119,55	2,80	5,20
3	Глина напівтверда	117,45	2,10	7,30
4	Суглинок м'якопластичний	114,85	2,60	9,90
5	Пісок середній	111,85	3,00	12,90
6	Суглинок м'якопластичний	108,65	3,20	16,10
7	Суглинок напівтвердий	90,00	18,65	34,75
Свердловина 4				
Координати (31,5;-1,5) Абсолютна відмітка устя 124,75 Глибина свердловини 34,75				
1	Суглинок м'якопластичний	122,25	2,50	2,50
2	Суглинок тугопластичний	119,15	3,10	5,60
3	Глина напівтверда	117,72	1,43	7,03
4	Суглинок м'якопластичний	114,55	3,17	10,20
5	Пісок середній	112,35	2,20	12,40
6	Суглинок м'якопластичний	107,85	4,50	16,90
7	Суглинок напівтвердий	90,00	17,85	34,75

3.4 Створення розрахункової моделі

Проектування монолітної фундаментної плити під житловий будинок виконується в ПК ЛІРА-САПР.

Фундаментну плиту моделюємо з квадратних скінченних елементів, розміром 1 м, з використанням SE 11 – прямокутної плити, яка допускає наявність пружної основи, в координатах Х0У. Розміри фундаментної плити – 30х26 м (рис. 3.1).

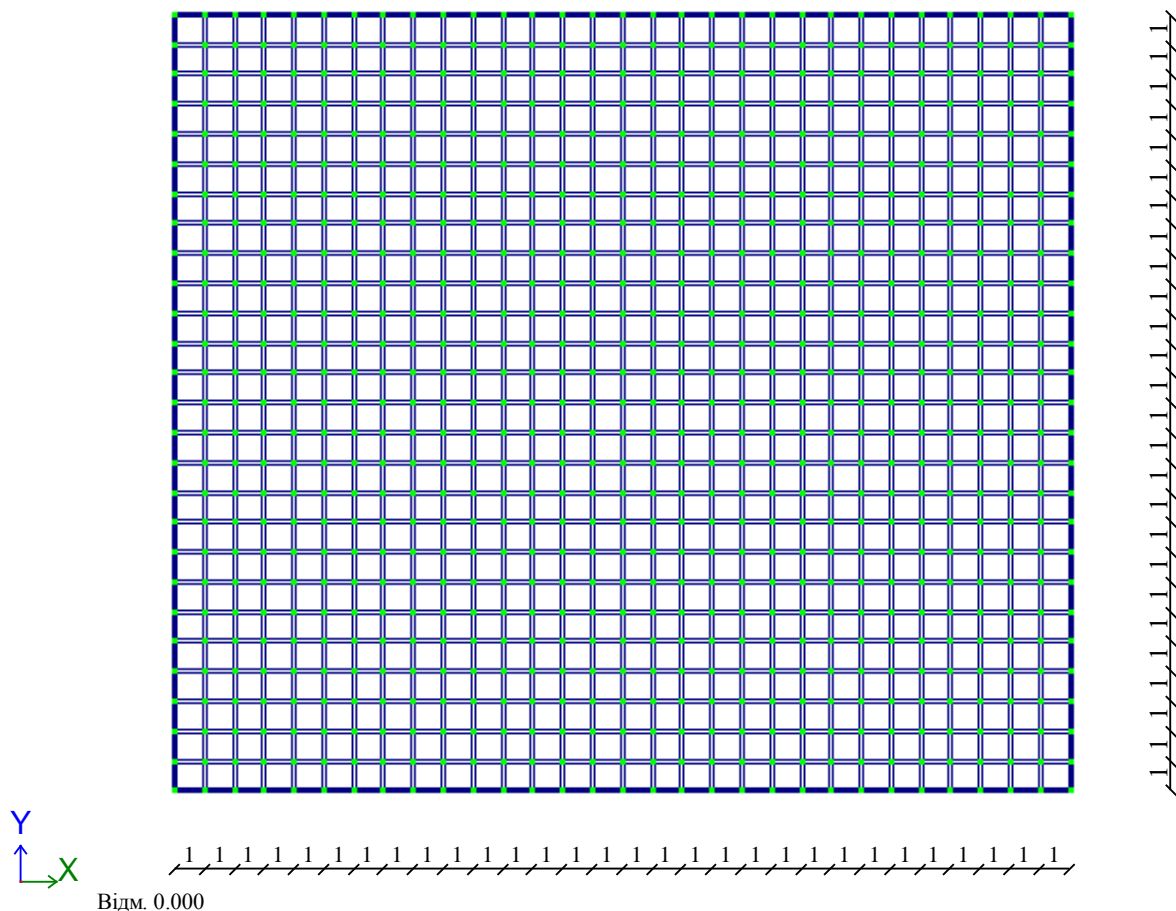


Рис. 3.1 – Модель монолітної фундаментної плити, з розмірами скінченних елементів, м

Задаємо характеристики для скінченних елементів пластин: товщина плити – 100 см, модуль пружності – $E = 23$ ГПа, коефіцієнт Пуассона – $\nu = 0,2$, питома вага – $R_0 = 27$ кН/м³.

Для визначення і підбору арматури в плиті, потрібно встановити додаткові параметри матеріалу, такі як тип розрахункової схеми, клас бетону і арматурної сталі (рис. 3.2 і 3.3). Конкретні значення вказані в діалогових вікнах (рис. 3.2).

Назва:

Вид розрахунку:

Система:

Розрахунки

Підбирати арматуру по теорії Вуда

Ураховувати вогнестійкість

Підбирати поперечну арматуру на 1 кв.м.

Нормативні характеристики матеріалів для особливого/аварійного сполучення

Точність розрахунку, %

Попередн.: % армування

Основного: MIN: MAX:

Діапазон коеф. використання несної здатності

MIN: MAX:

Відстань до ц.в. арматури

A1X: см A1Y: см

A2X: см A2Y: см

Арматура розрахунку на продавлювання

Ax: Ay: % см2

Розрахунки по граничних станах II групи

Тріщина тривалого розкриття, мм:

Тріщина нетривалого розкриття, мм:

Крок арматурних стрижнів, мм:

Діаметр арматурних стрижнів:

Ураховувати розрахункову висоту стіни

Висота стіни: Розрахункова висо: м

Коефіцієнт:

Армування:

ДБН В.2.6-98:2009

Назва:

Клас бетону:

Діаграма напруга-деформація

Відносна вологість повітря, %:

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (стиск): α_{cs}

Коеф. обліку тривалості дії навантажень (розтягання): α_{ct}

Коеф. обліку руйнування бетонних конструкцій: γ_{c2}

Коеф. для конструкцій, які бетонуються у вертикальному положенні: γ_{c3}

Граничне значення параметра (т.6.12 ДБН В.1.1-12:2014): γ

Випадкові ексцентриситети (стержень)

По висоті перерізу EY: см

По ширині перерізу EZ: см

	C20/25 (МПа)
f_ck_cube	25.00
f_ck_prizm	18.50
gama_c	1.30
f_ctm	2.20
f_ctk_005	1.50
f_ctk_095	2.90
gama_ct	1.50
E_cm	30000.00
E_ck	26000.00
E_cd	23000.00
Eps_c1_ck (*1000)	1.71
Eps_c1_cd (*1000)	1.65
Eps_cu1_ck (*1000)	3.85

ДБН В.2.6-98:2009

Назва:

Арматура I типу

Поздовжня: k=ftk/fyk Eps_uk, %

УЗДОВЖ X: A400C d=6

Уздовж Y: A400C d=6

Поперечна: A240C d=6

Уздовж X: A400C d=6..40 (МПа)

Es	210000.00
fyk	400.00
Gama_s	1.10
fyd	364.00
fywd	285.00
fywd*	263.00

Арматурний каркас:

Ураховання сейсмічного впливу

Коеф. з т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014:

Коеф. при розрахунках похилих перерізів, т.6.13 ДБН В.1.1-12:2014:

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

Арматура II типу

а)

б)

в)

Рис. 3.2 – Діалогові вікна з заданням характеристик матеріалу:
а) розрахункова схема; б) клас бетону; в) клас арматурної сталі

Завантаження 1
Варіант конструювання: Варіант 1
ДБН В.2.6-98:2009
Тип:
1: Плита; Фундаментна плита
Бетон:
1: C20/25; Фундаментна плита
Арматура:
1: A400C; A400C; A240C; Фундаментна плита;

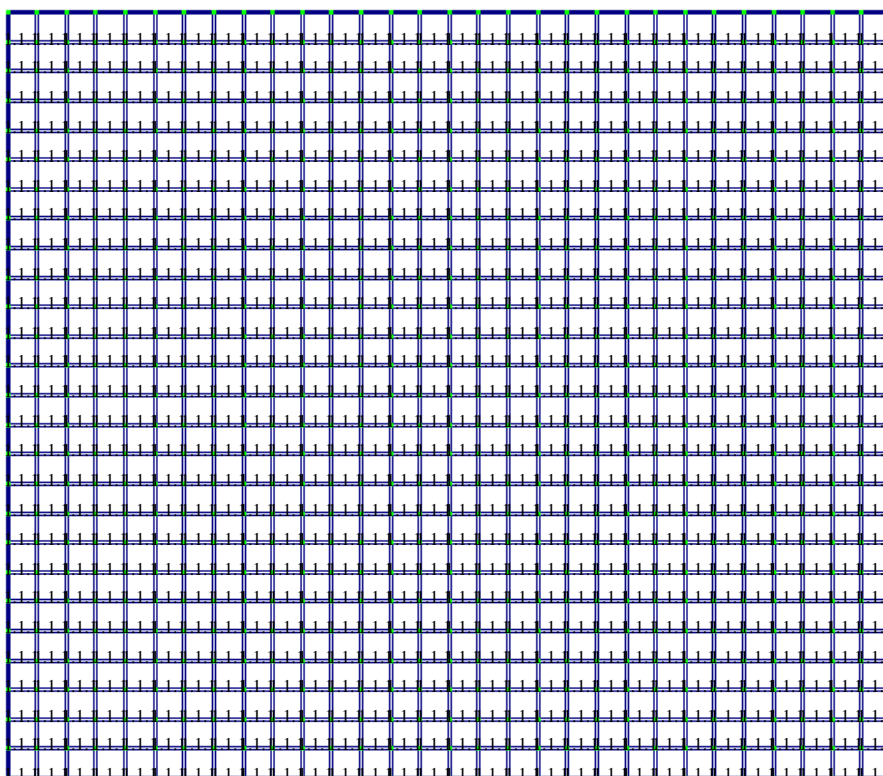
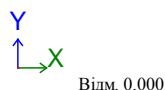


Рис. 3.3 – Плита з заданими матеріалами

Для отримання правильних результатів потрібно узгодити місцеві осі скінченних елементів, відповідно до глобальних, рис. 3.4.

Після цього осі будуть співпадати з глобальними і напруження будуть визначатись коректно для всіх скінченних елементів.

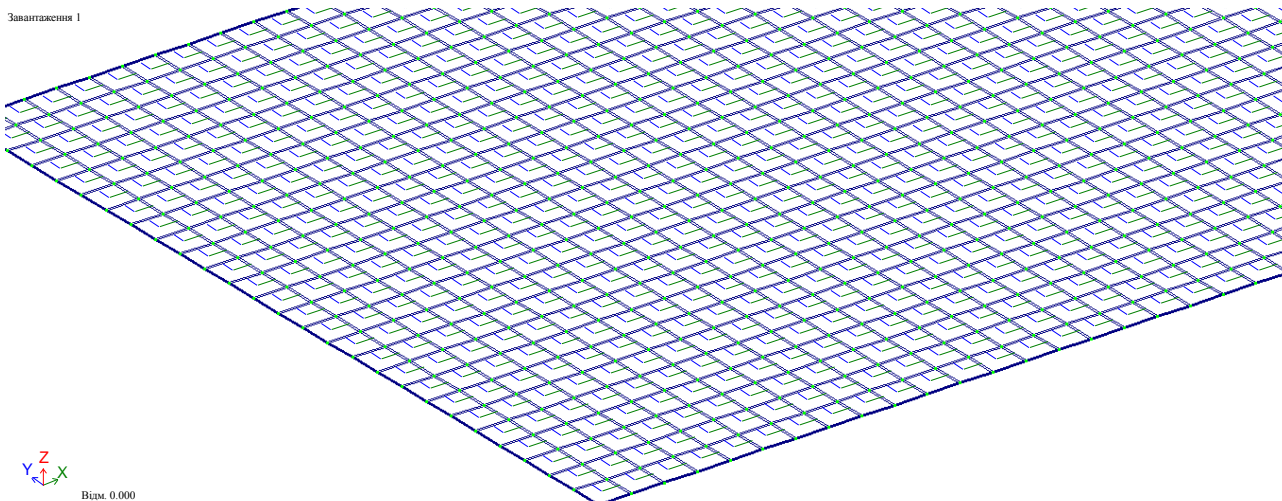


Рис. 3.4 – Фрагмент моделі фундаментної плити, зі скінченних елементів, з узгодженими місцевими осями, відносно глобальних

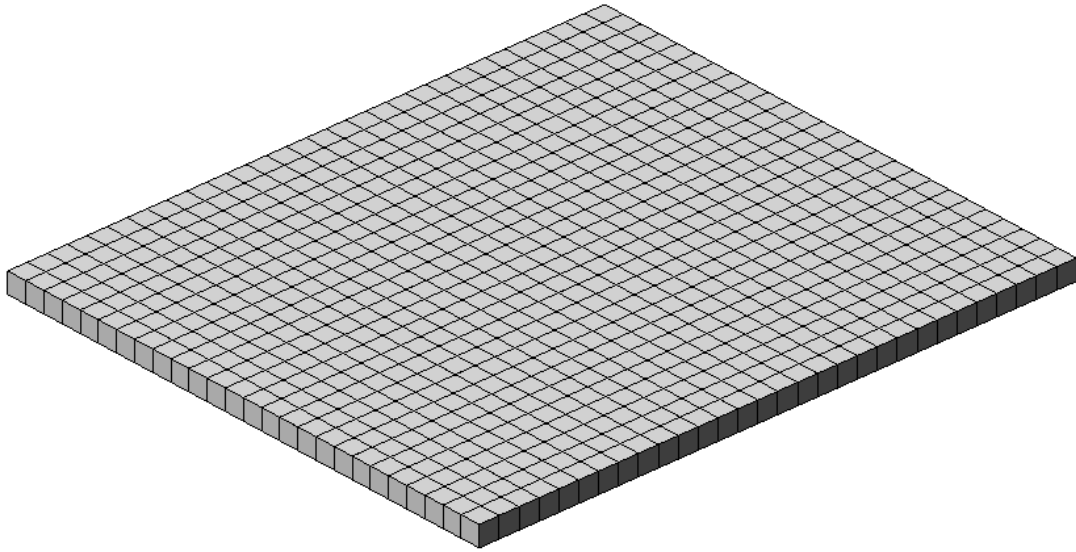


Рис. 3.5 – 3D модель фундаментної плити

Далі задаємо розподілене навантаження на монолітну фундаментну плиту (рис. 3.6).

262

Завантаження 1
Мозаїка q(площ.) уздовж осі Z(G)
Одиниці виміру - кН/м²



Відм. 0.000

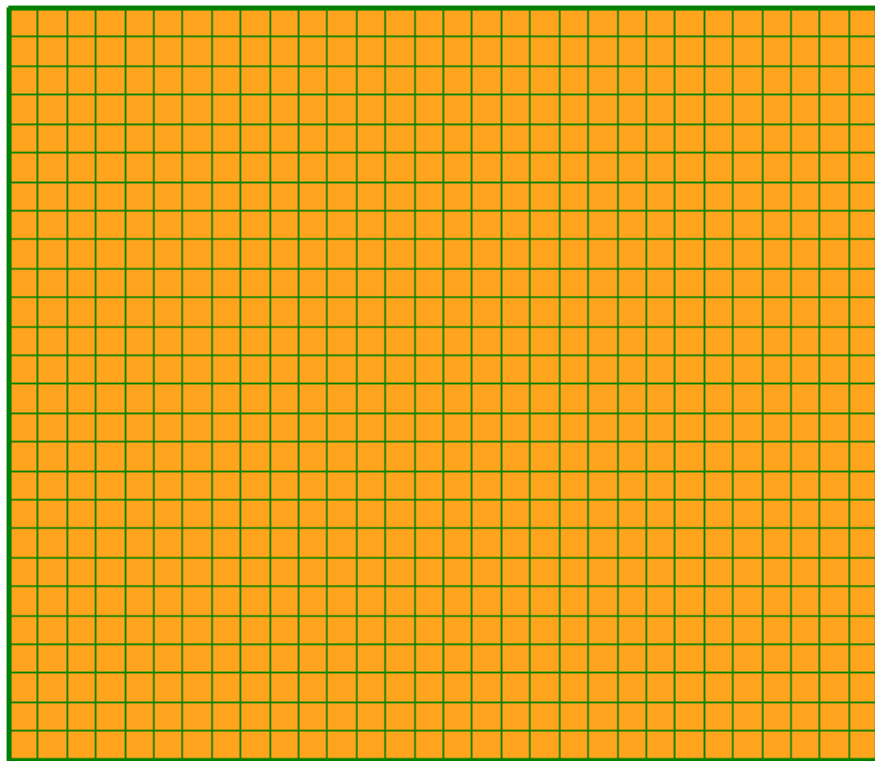


Рис. 3.6 – Задане розподілене навантаження на плиту, по осі Z, кН/м²

Для того, щоб встановити фундамент в модель ґрунту, на нього має діяти початковий опір, який визначається як сумарне навантаження розділене на площу фундаменту.

Сумарні навантаження					
	Об'ємні	Пластини	Стержні	Вузли	Усього
ΣP_X	0	0	0	0	0
ΣP_Y	0	0	0	0	0
ΣP_Z	0	204048	0	0	204048
ΣM_X		0	0	0	0
ΣM_Y		0	0	0	0
ΣM_Z		0	0	0	0

Координати центрів сил			
Cx x	Cx y	Cx z	Px
Cy x	Cy y	Cy z	Py
Cz x 15	Cz y 13	Cz z 0	Pz

Перекидаючий момент	
Контрольна точка A	
X	0
Y	0
Z	0

Момент відносно A	
Mx	2.65262e+006
My	-3.06072e+006
Mz	0

Рис. 3.7 – Діалогове вікно для підсумування навантаження

Відпір ґрунту показаний на рис. 3.8.

262

Завантаження 1
Мозаїка Pz
Одиниці виміру - кН/м²

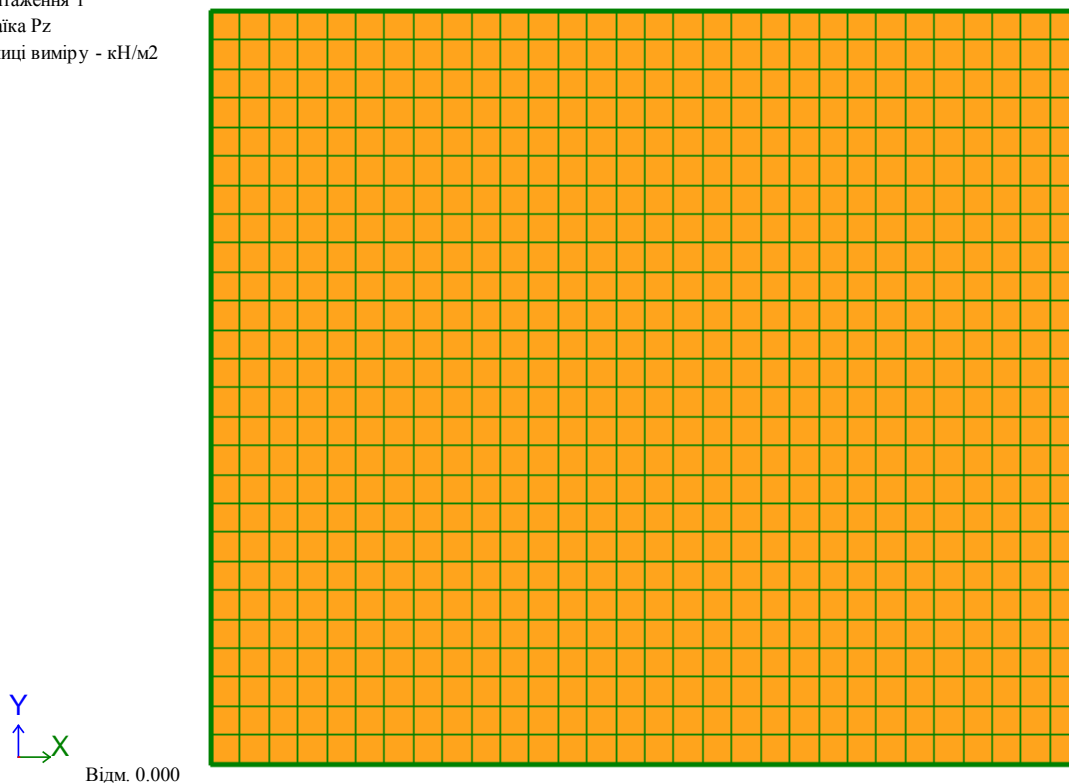


Рис. 3.8 – Початковий відпір ґрунту Pz, кН/м²

3.5 Створення моделі ґрунту

Модель ґрунту створюємо на основі характеристики ґрунтів (табл. 3.1).

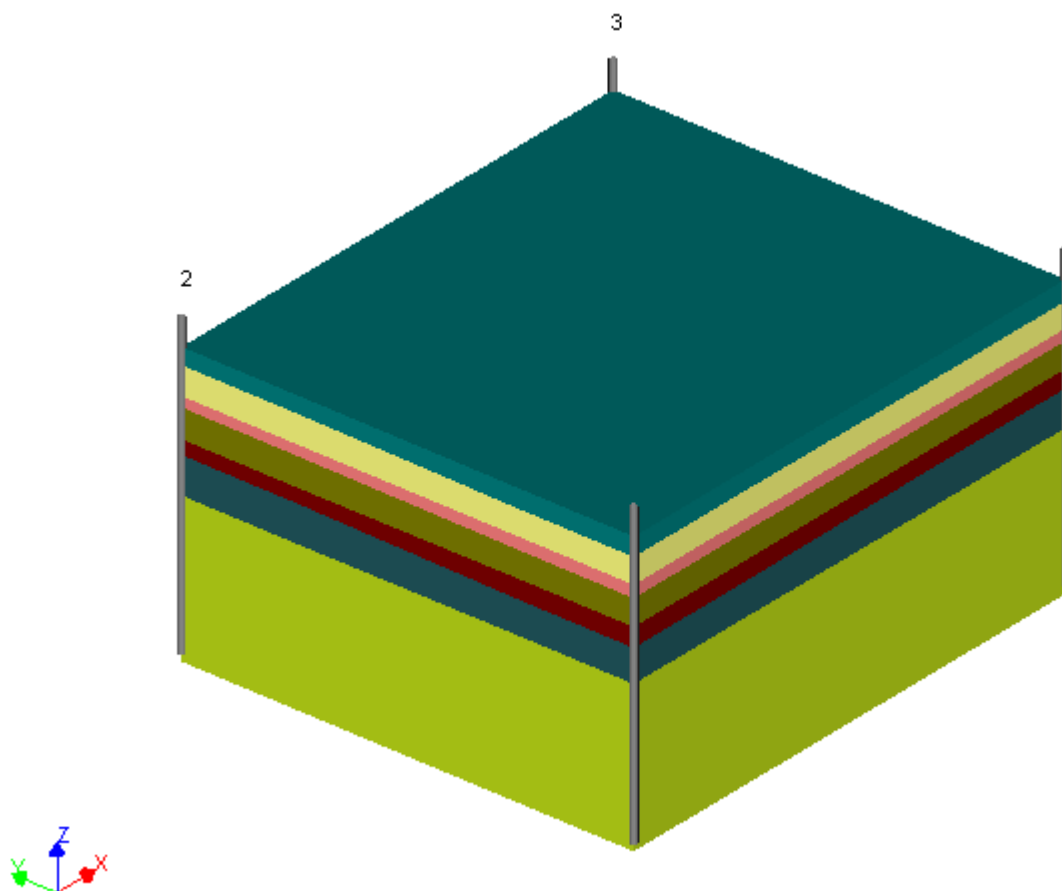


Рис. 3.9 – 3D модель ґрунтового масиву

Передаємо попереднє навантаження з фундаменту на основу, для розрахунку моделі на пружній основі, глибина підшви фундаменту 3 м, створюємо розріз по діагоналі між свердловинами 1-3 та 2-4 (рис. 3.10 – 3.12).

Верхній ґрунт

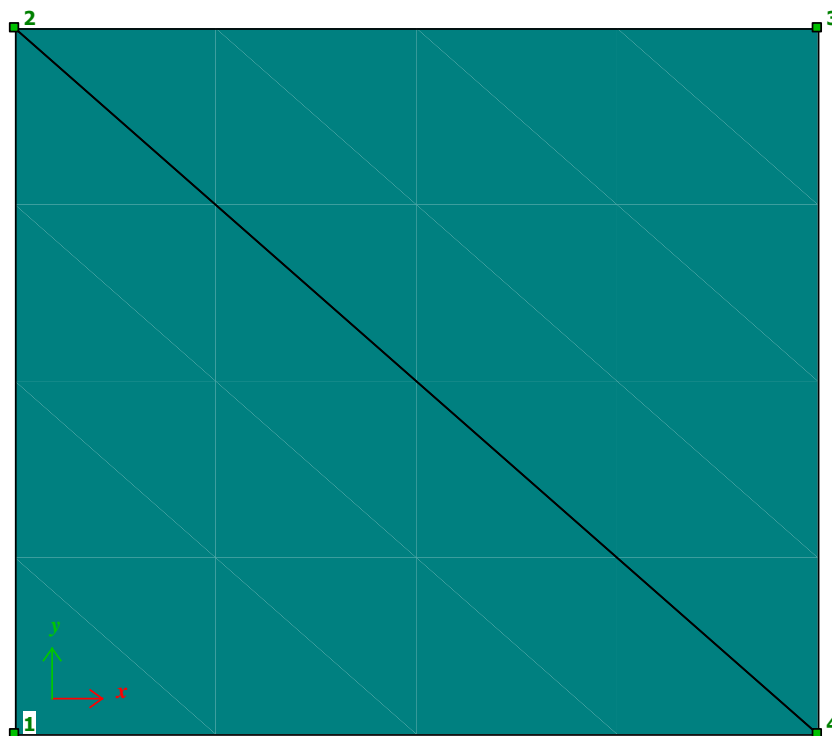


Рис. 3.10 – Розміщення фундаментної плити на основі

Розріз між точками (-1.50,-1.50) і (31.50,27.50).

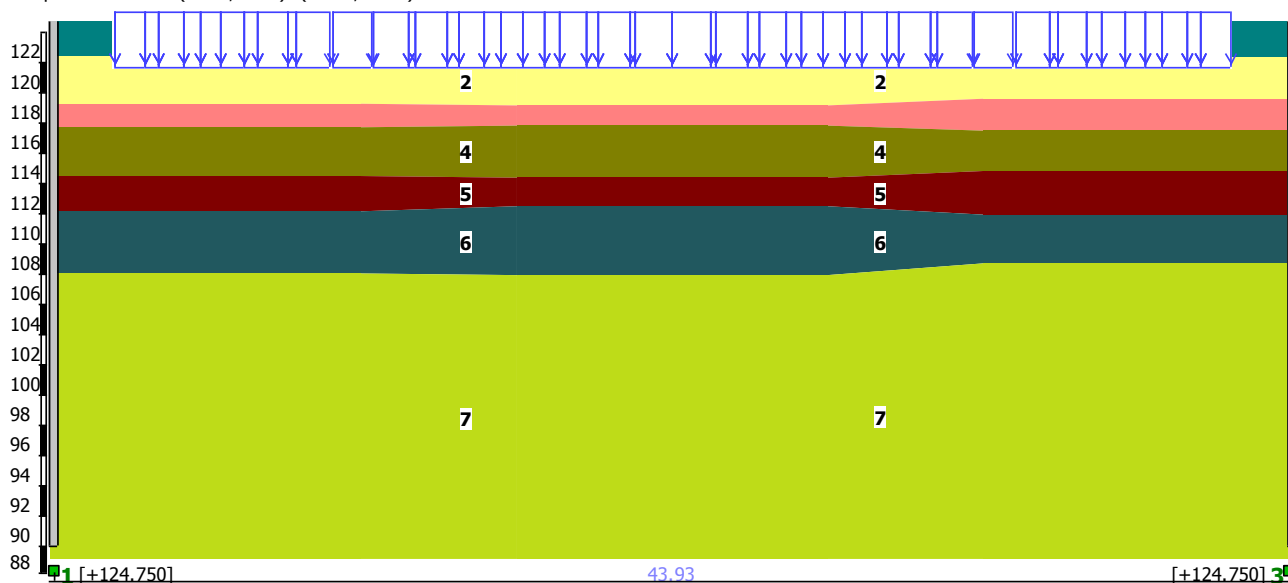


Рис. 3.11 – Розріз між свердловинами 1-3

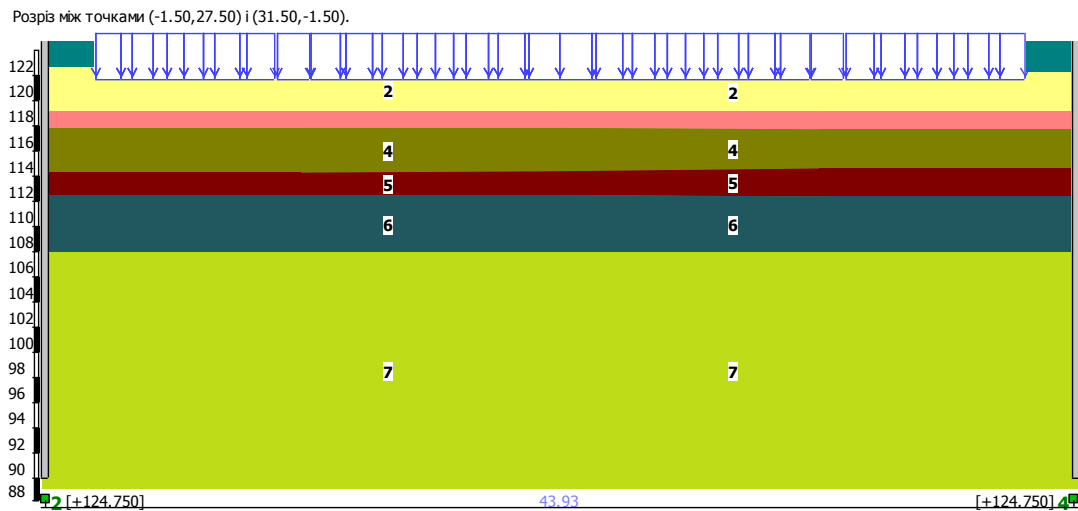


Рис. 3.12 – Розріз між свердловинами 2-4

3.6 Розрахунок фундаментної плити і основи

Після створення моделі фундаменту і розміщення його в ґрунті, можна виконувати ітераційні розрахунки, вони проводяться з метою уточнення перерозподілу навантаження з плити на ґрунт. Виконуємо необхідну кількість ітераційних розрахунків, так щоб різниця між відпором ґрунту і навантаженням на нього була менше 1%.

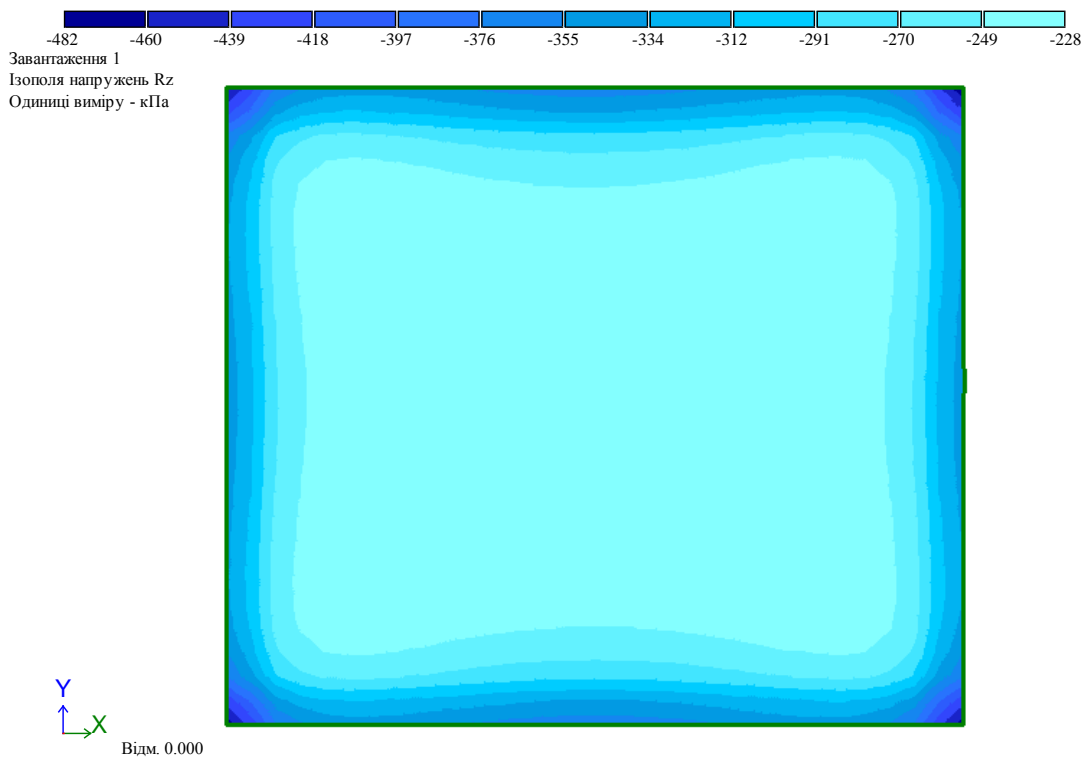


Рис. 3.13 – Відпір ґрунту після першого ітераційного розрахунку R_z , кПа

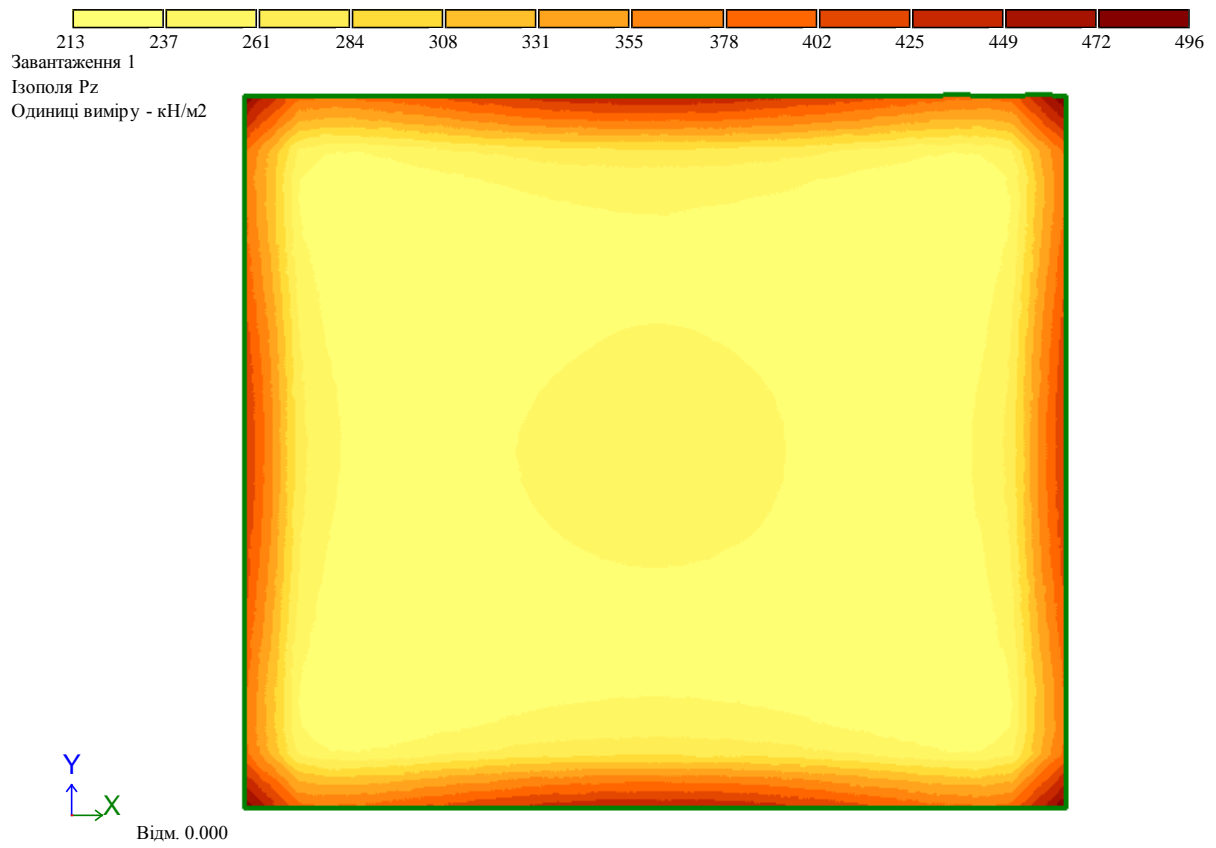


Рис. 3.14 – Розподілене навантаження на основу P_z , кПа

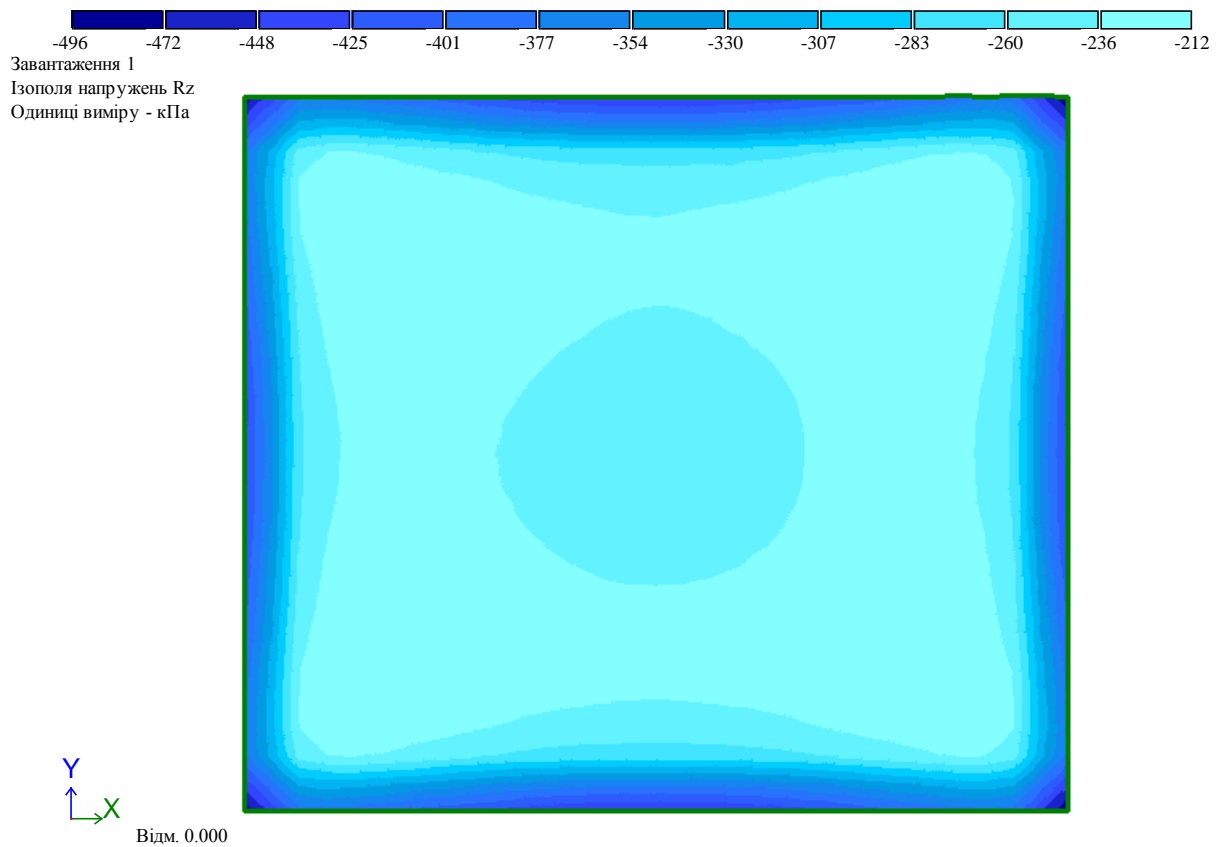


Рис. 3.15 – Відпір ґрунту, який прийнято як розрахунковий, R_z , кПа

Розраховуємо основу під фундаментом, при заданому навантаженні (рис. 3.16).

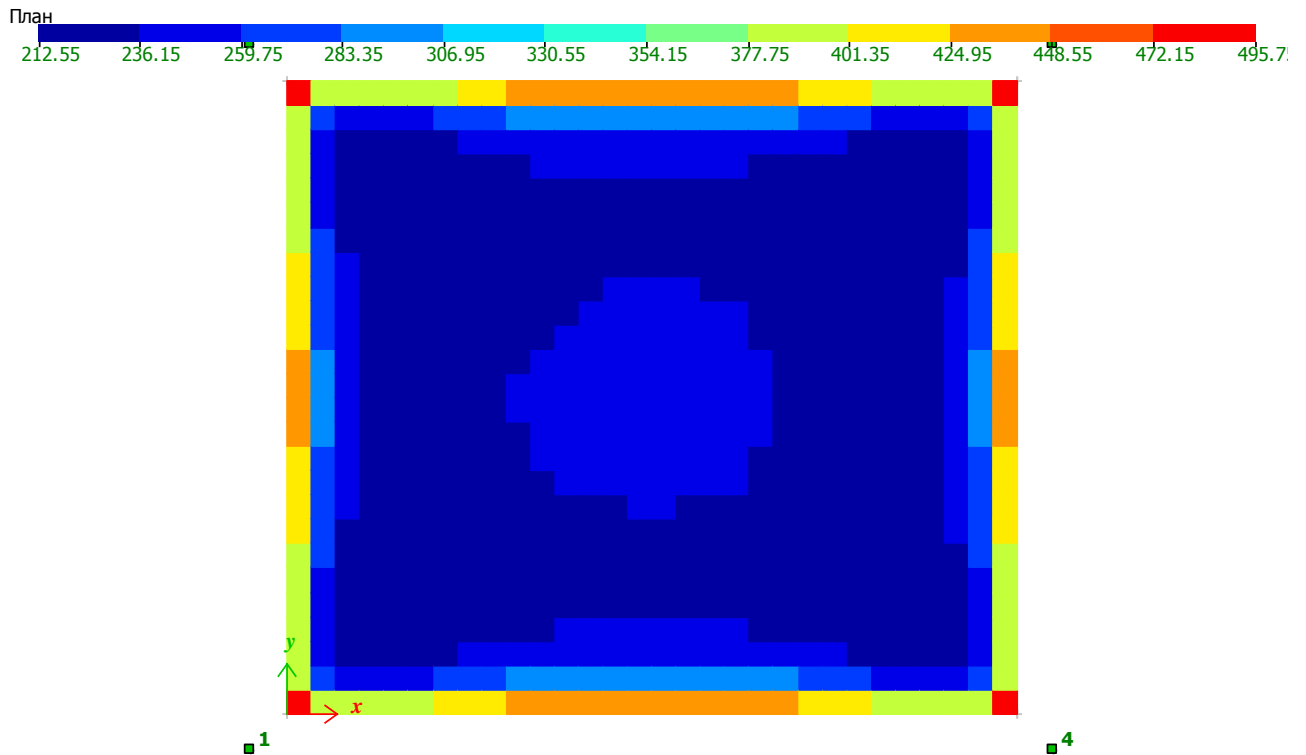


Рис. 3.16 – Навантаження на основу, на глибині 3 м, кПа

Параметри для розрахунку основи вказані на рис. 3.17

Параметри розрахунку ×

Коефіцієнт глибини стискуваної товщі	<input type="text" value="0.50"/>	Норми розрахунку
Мінімальна глибина стискуваної товщі	<input type="text" value="6.6"/> м	<input type="radio"/> СНиП 2.02.01-83 <input type="radio"/> СП 50-101-2004 <input checked="" type="radio"/> ДБН В.2.1-10:2009 <input type="radio"/> СП 22.13330.2011/2016 <input type="radio"/> СП РК 5.01-102-2013
Додаткове постійне напруження по всій глибині	<input type="text" value="0"/> кН/м ²	
<input checked="" type="checkbox"/> Враховувати вагу ґрунту вище відмітки прикладання навантаження		<input type="button" value="✓"/> <input type="button" value="✗"/> <input type="button" value="?"/>
Крок триангуляції навантажень для побудови ізополів	<input type="text" value="1"/> м	
<input type="checkbox"/> Обчислювати результати в межах площі імпортованих навантажень по укрупненій прямокутній сітці		
крок сітки	<input type="text" value="0"/> м	
<input type="checkbox"/> Розрахунок осадок існуючих будівель від споруд, що будуються		
Параметри обрахування розрахункового опору ґрунту		
$R = \frac{\gamma_{c1} \gamma_{c2}}{k} [M_1 k_s b \gamma_{II} + M_q d_1 \gamma'_{II} + (M_q - 1) d_b \gamma'_{II} + M_c c_{II}]$		
γ _{c1}	<input type="text" value="За таблиц"/> <input type="button" value="v"/>	γ _{c2} <input type="text" value="За таблиц"/> <input type="button" value="v"/> k <input type="text" value="1.1"/>

Рис. 3.17 – Параметри розрахунку основи

Проводимо розрахунок і отримуємо наступні результати осідання основи, коефіцієнт постелі C_1 , глибину стиснутої товщі, середній модуль деформації ґрунтів, сумарний вертикальний тиск в ґрунті, розрахунковий опір ґрунту, під подошвою фундаменту, відношення тиску до розрахункового опору ґрунту (рис. 3.18 – 3.24).

Виконуємо розрахунок основи в точці, де виникає найбільше осідання основи – центр фундаментної плити, координати (15,0;13,0), визначаємо осідання в точці, і будуємо епюру напруження в ґрунті, також епюру розподілу вертикального напруження і розрахункового опору ґрунту по глибині (рис. 3.25 та 3.26).

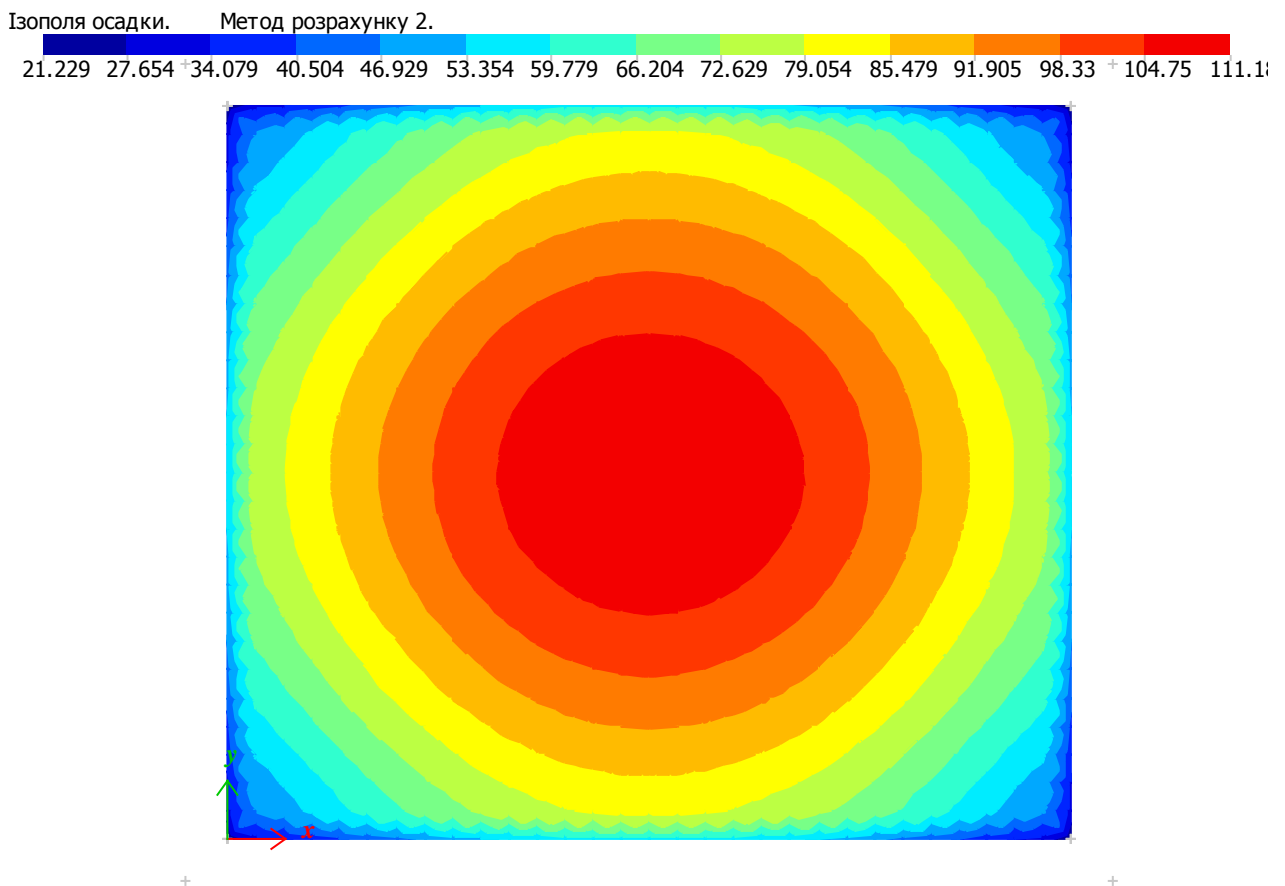


Рис. 3.18 – Ізополя осідання основи під фундаментом, мм

Ізополя C_1 . Метод розрахунку 2.

2200.7 3711.6 5222.4 6733.3 8244.1 9755 11266 12777 14288 15798 17309 18820 20331 21842 23353

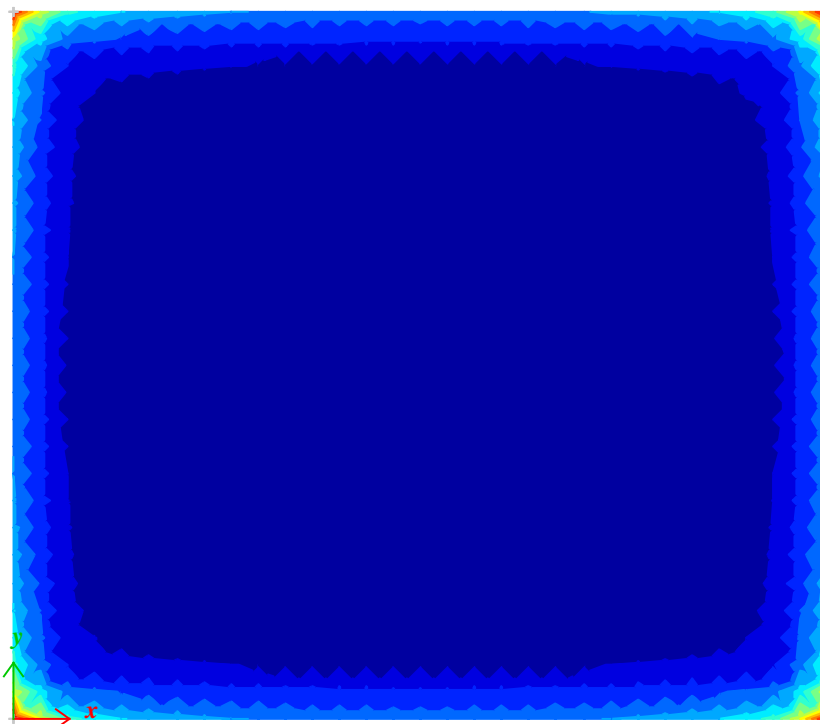


Рис. 3.19 – Ізополя коефіцієнтів постелі C_1 , kN/m^3

Ізополя глибини стиснутої товщі. Метод розрахунку 2.

6.6 7.1442 7.6883 8.2325 8.7767 9.3208 9.865 10.409 10.953 11.498 12.042 12.586 13.13 13.674 14.21

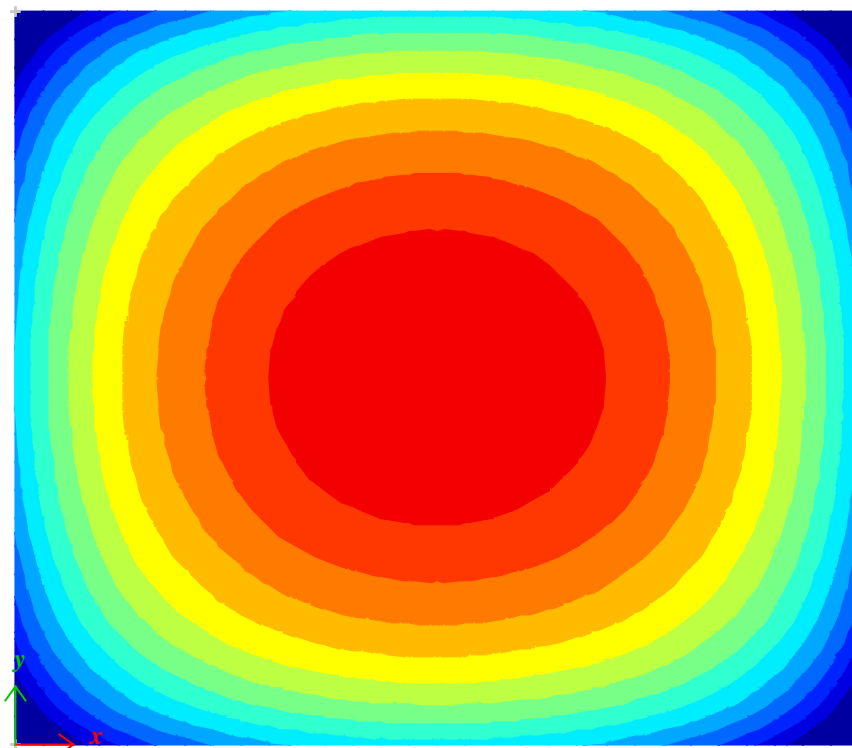


Рис. 3.20 – Ізополя глибини стиснутої товщі, м

Ізополя усередненого модуля деформації. Метод розрахунку 2.

21004 21157 21310 21463 21616 21769 21922 22075 22228 22381 22534 22687 22840 22993 23146

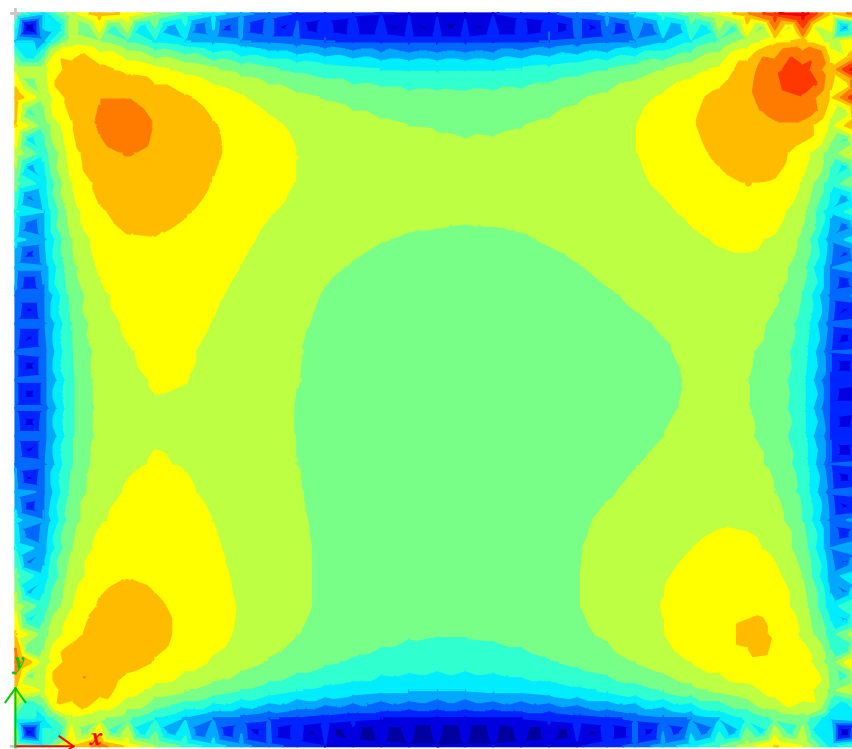


Рис. 3.21 – Ізополя середнього модуля деформації основи, кПа

Вертикальне напруження в ґрунті S_z на відмітці 107.550

246.54 262.36 278.18 294 309.82 325.64 341.46 357.27 373.09 388.91 404.73 420.55 436.37 452.19 468.0

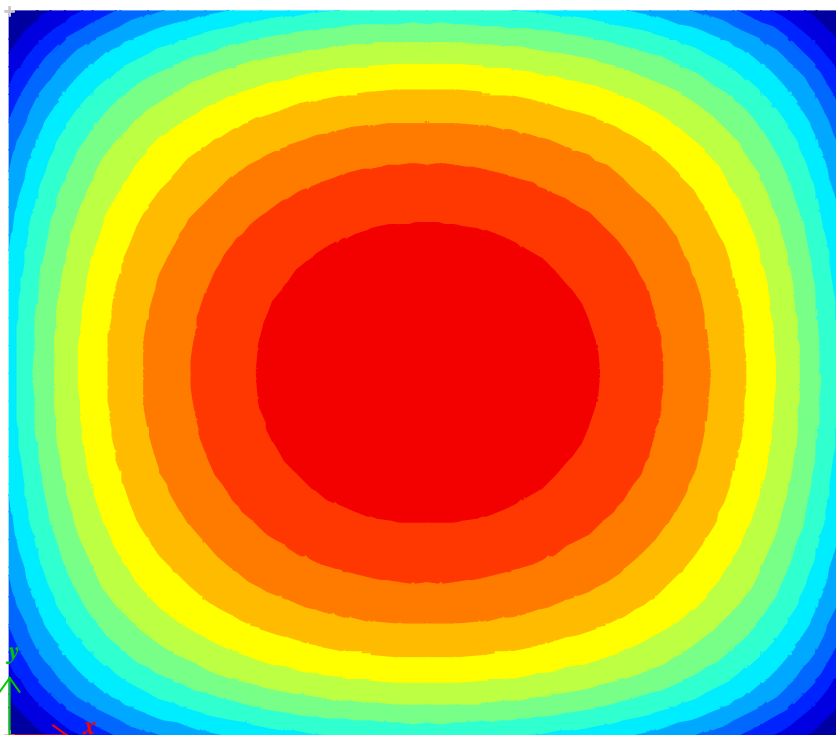


Рис. 3.22 – Ізополя напруження в ґрунті, на межі стиснутої товщі S_z , кПа

Розрахунковий опір ґрунту основи R на відмітці 121.750

540.81 542.17 543.52 544.88 546.23 547.59 548.94 550.3 551.65 553.01 554.36 555.72 557.07 558.43 559.71

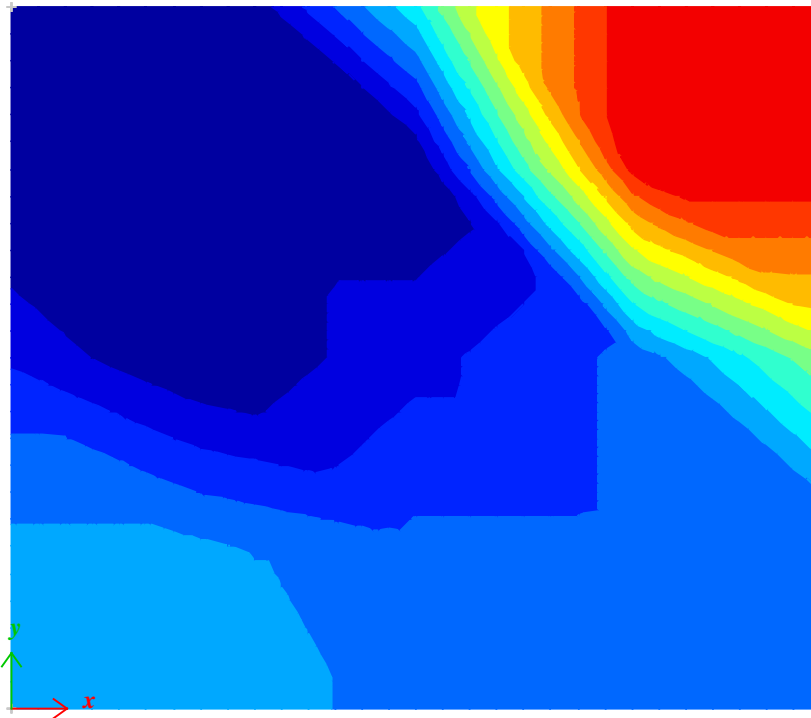


Рис. 3.23 – Розрахунковий опір ґрунту на рівні підшви фундаменту R, кПа

S_z/R - відношення вертикального напруження в ґрунті S_z до розрахункового опору ґрунту R на відмітці 121.750

0.30161 0.38798 0.47436 0.56073 0.64711 0.73348 0.81986 0.90625

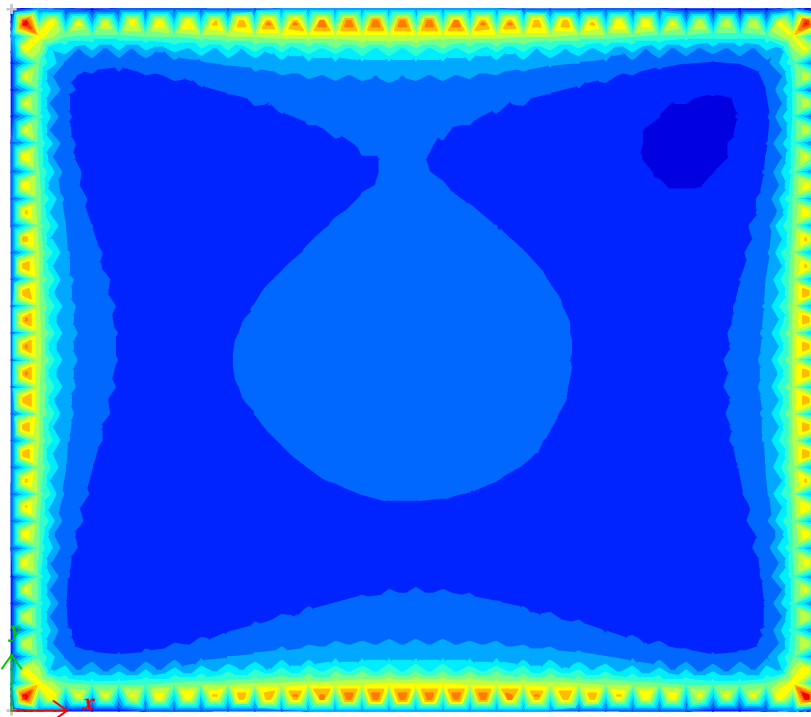


Рис. 3.24 – Відношення вертикального напруження S_z до розрахункового опору ґрунту R, на рівні підшви фундаменту

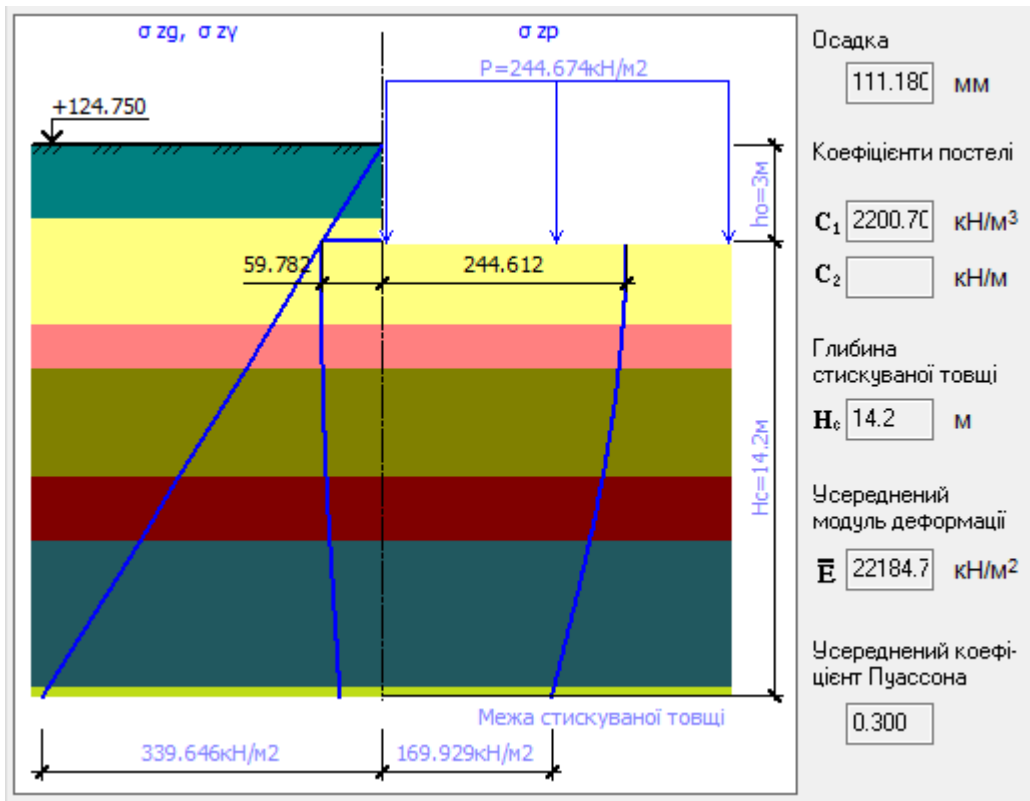


Рис. 3.25 – Розрахунок осідання основи під центром фундаменту

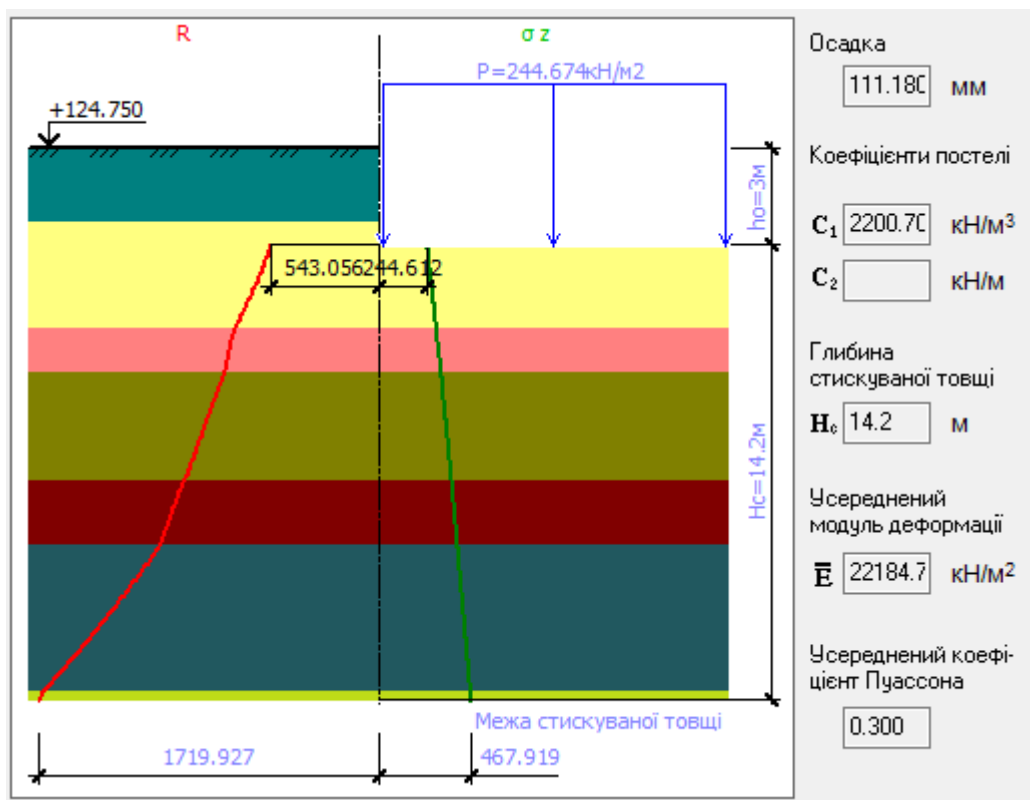


Рис. 3.26 – Зміна розрахункового опору R і загального вертикального навантаження S_z по глибині

Визначимо крен фундаментної плити в характерних точках (табл. 3.3), нижній лівий край – 1, верхній лівий край – 2, нижній правий край – 3, верхній правий край – 4, центр – 5.

Таблиця 3.3

Координати характерних точок для визначення осідання

Вісь	№ точки				
	1	2	3	4	5
X	0,0	0,0	30,0	30,0	15,0
Y	0,0	26,0	0,0	26,0	13,0

Для конкретних точок визначаємо осідання та крен (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Визначення осідання в відповідних точках

Точки, відрізки	Осідання, мм	Крен, %			
		1	2	3	4
1	21,656	-	0,0002	0,0006	0,0011
2	21,719	0,0002	-	0,0003	0,0016
3	21,842	0,0006	0,0003	-	0,0024
4	21,229	0,0011	0,0016	0,0024	-
5	111,18	-			

Оскільки осідання і крен в допустимих межах, то розміри фундаментної плити підбрано правильно. Подібний розрахунок осідання в спеціалізованій програмі SCAD показав добру збіжність з даними результатами. Осідання становило 14,22 мм.

Виконуємо розрахунок плити. Визначаємо прогин, поворот відносно осей, напруження і армування (рис. 3.27).

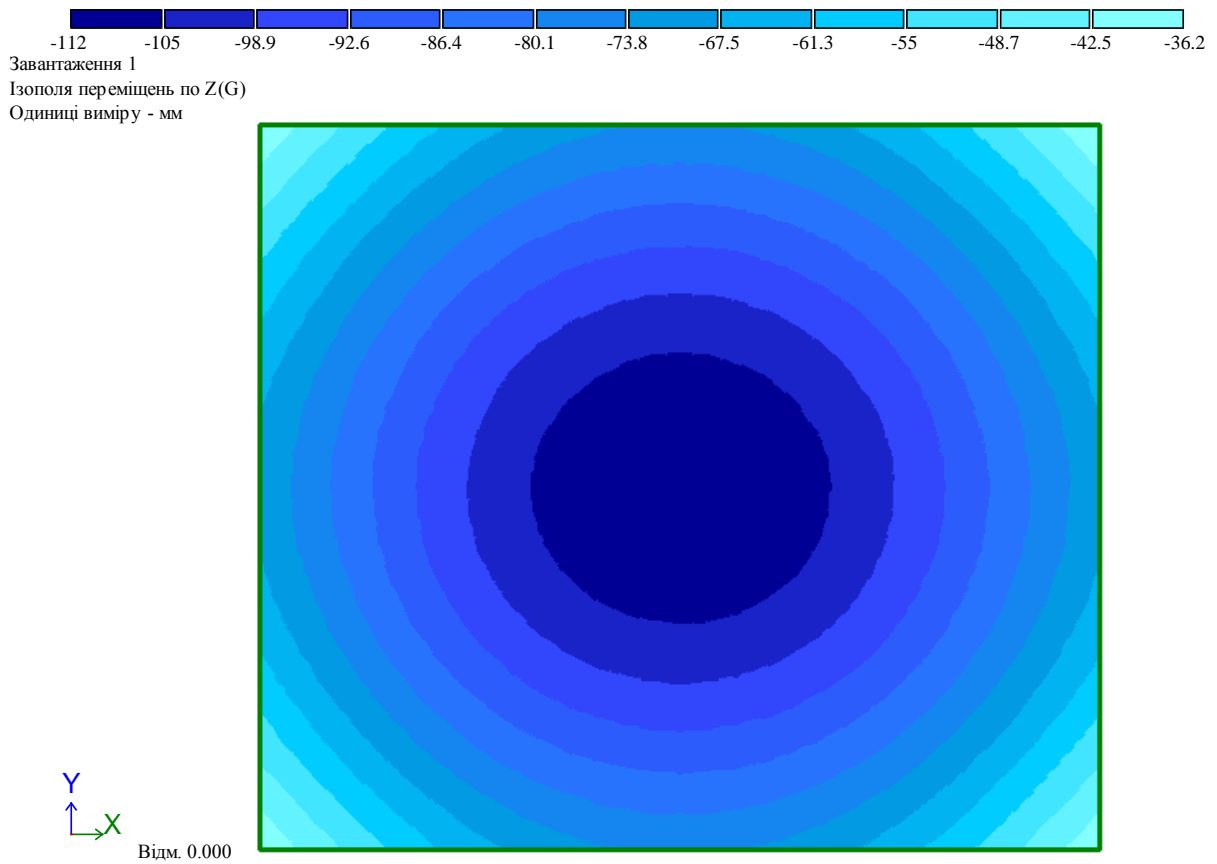


Рис. 3.27 – Ізополя прогину фундаментної плити по осі Z, мм

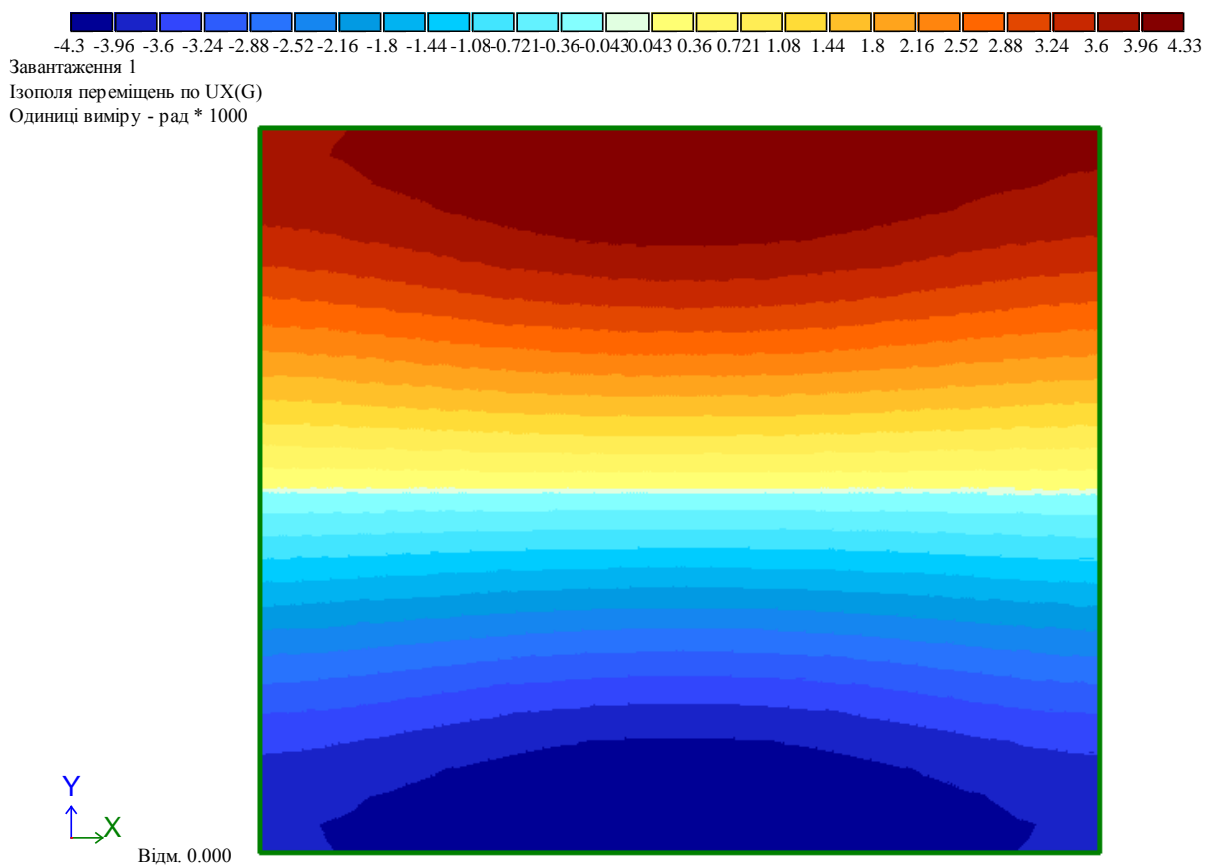


Рис. 3.28 – Ізополя повороту фундаментної плити відносно осі X, рад·1000

-4.39 -4.02 -3.66 -3.29 -2.93 -2.56 -2.19 -1.83 -1.46 -1.1 -0.73 -0.36 -0.04 30.04 380.36 60.731 1.1 1.46 1.83 2.19 2.56 2.93 3.29 3.66 4.02 4.39
 Завантаження 1
 Ізополя переміщень по UY(G)
 Одиниці виміру - рад * 1000



Відм. 0.000

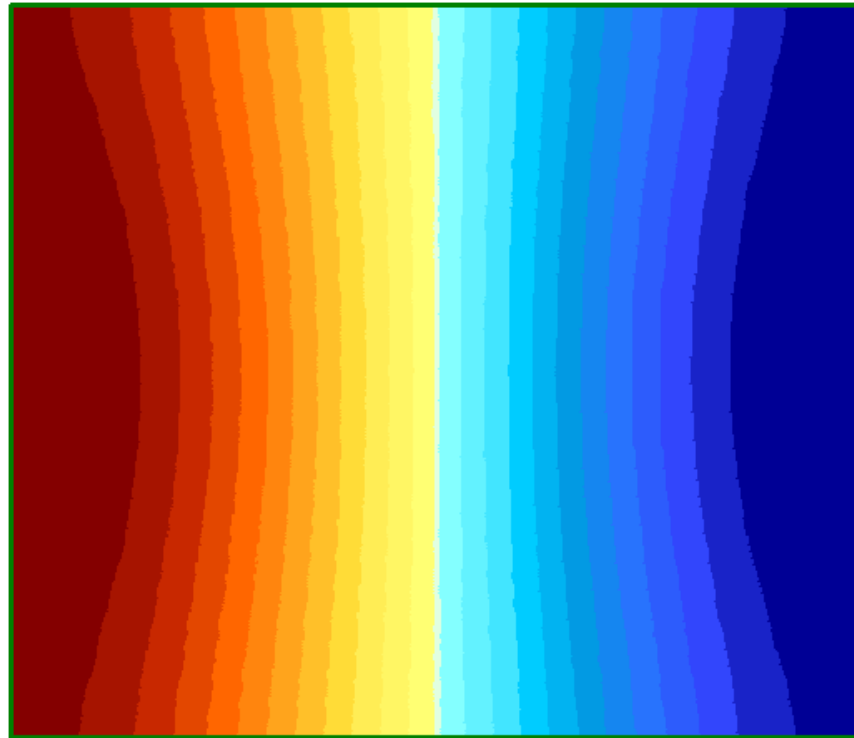


Рис. 3.29 – Ізополя повороту фундаментної плити відносно осі Y, рад·1000

12.4 102 191 280 370 459 549 638 727 817 906 995 1.09e+003
 Завантаження 1
 Ізополя напружень Mx
 Одиниці виміру - (кН*м)/м



Відм. 0.000

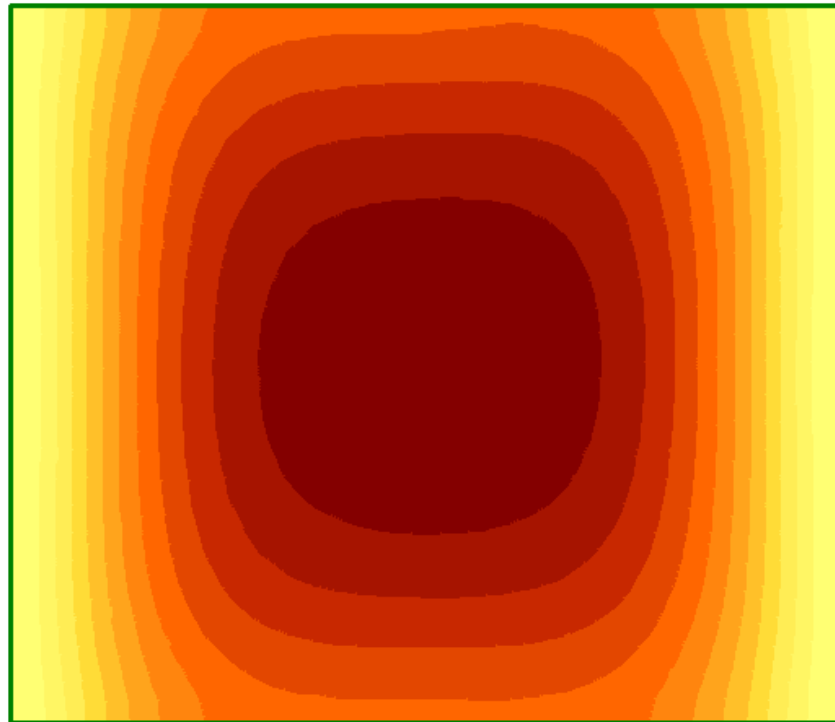


Рис. 3.30 – Ізополя згинальних напружень в плиті відносно осі X, M_x , (кН·м)/м

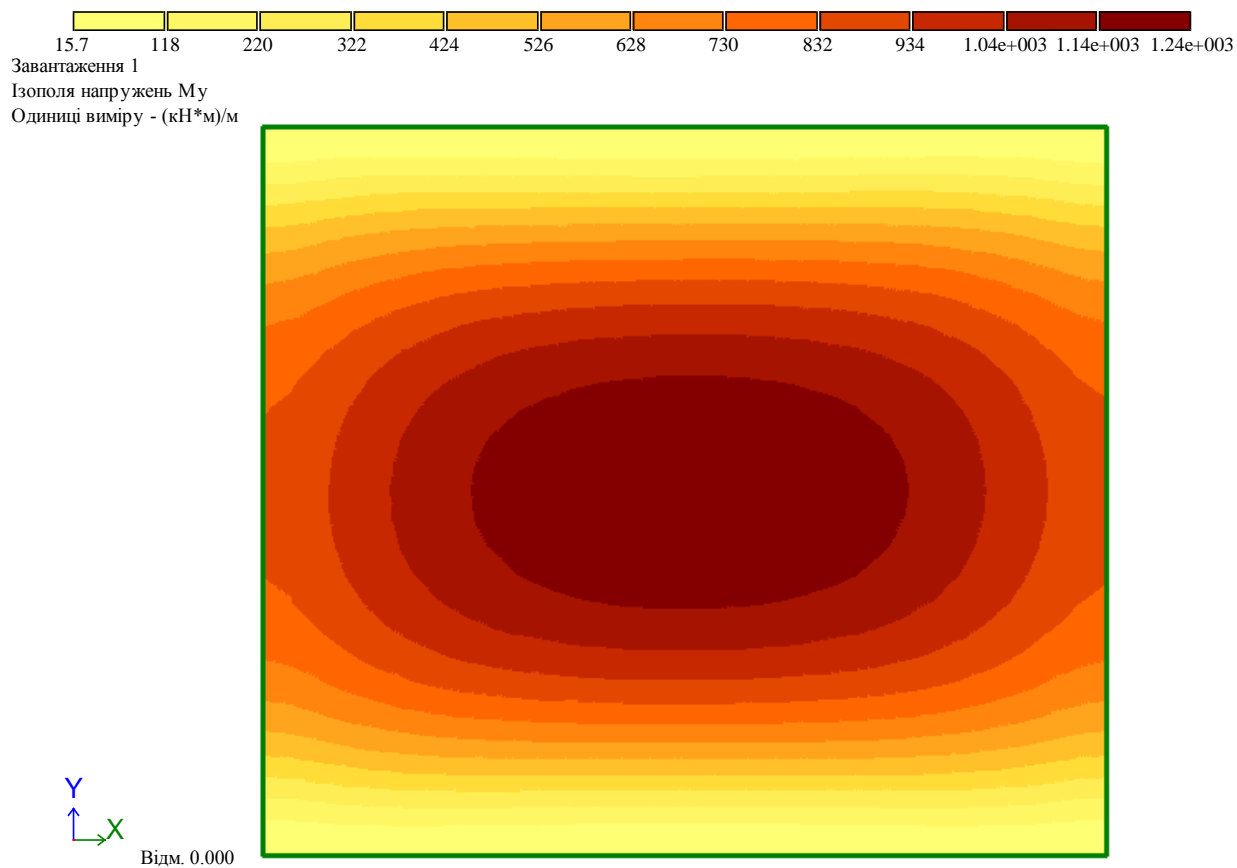


Рис. 3.31 – Ізополя згинальних напружень в плиті відносно осі Y, M_y , (кН·м)/м

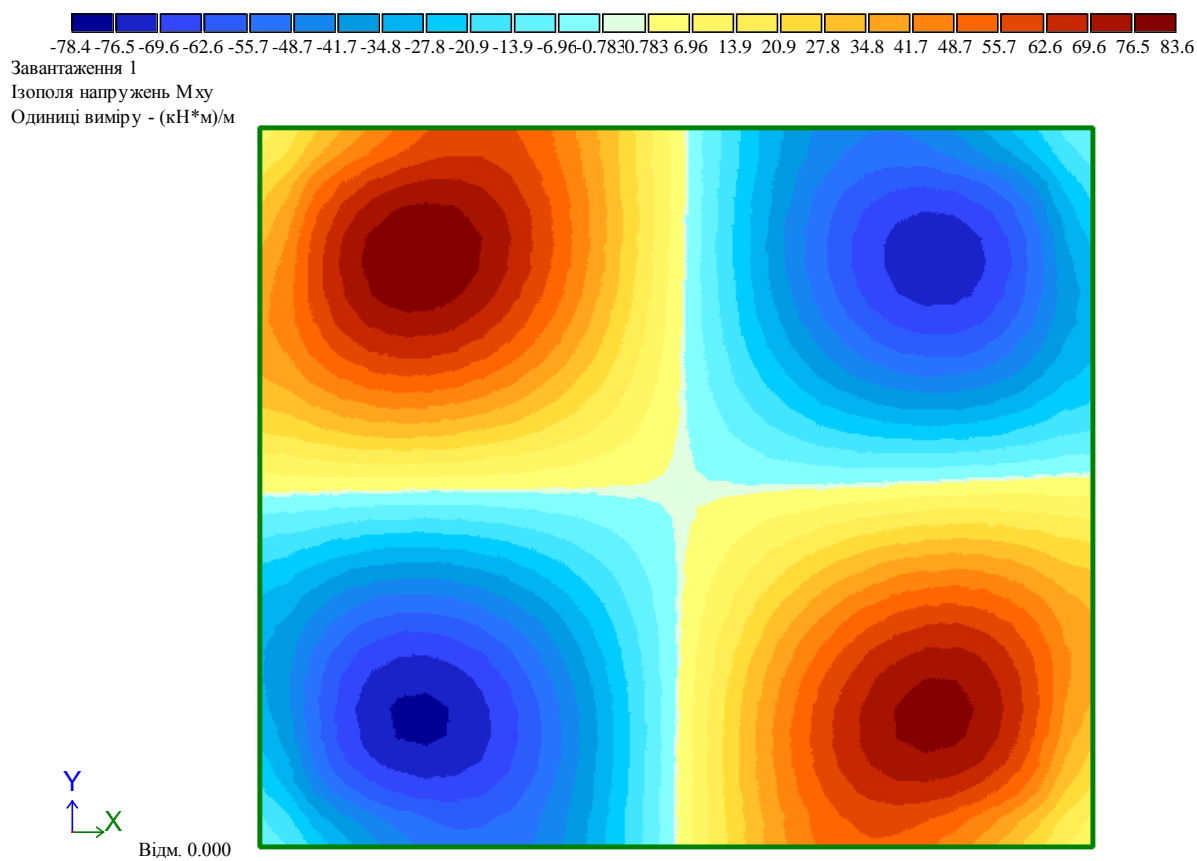


Рис. 3.32 – Ізополя згинальних напружень в плиті, M_{xy} , (кН·м)/м

-184 -168 -153 -138 -122 -107 -91.7 -76.4 -61.2 -45.9 -30.6 -15.3 -1.82 1.82 15.3 30.6 45.9 61.2 76.4 91.7 107 122 138 153 168 182
 Завантаження 1
 Ізополя напружень Q_x
 Одиниці виміру - кН/м

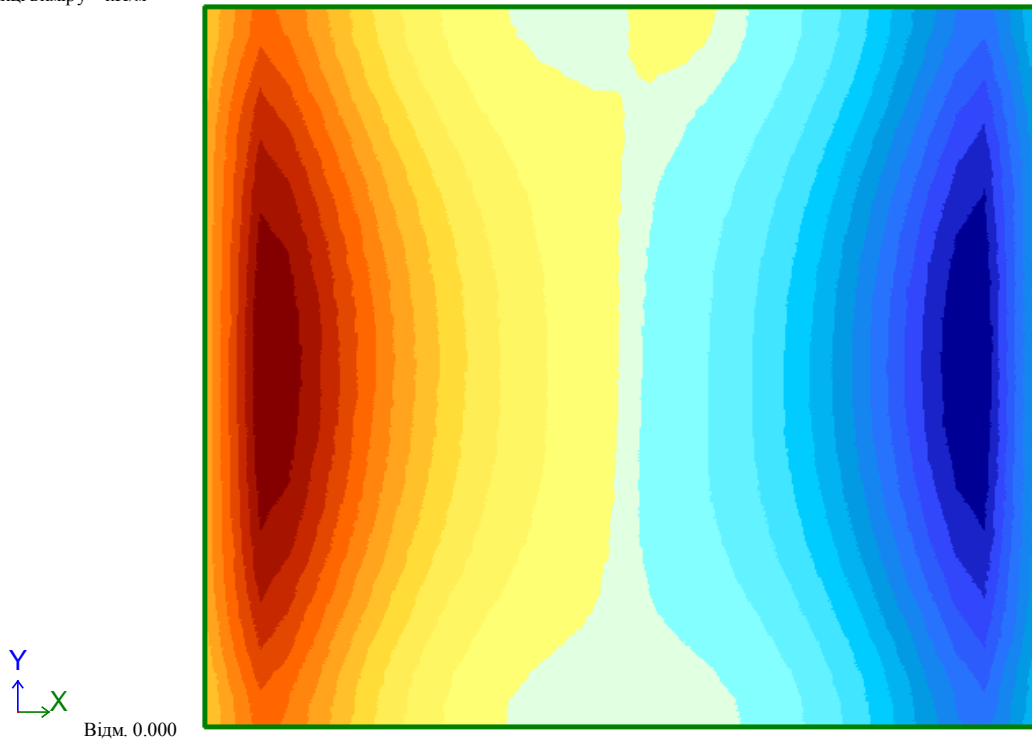


Рис. 3.33 – Ізополя напружень від поперечної сили Q_x , кН/м

-198 -183 -167 -150 -133 -117 -100 -83.3 -66.7 -50 -33.3 -16.7 -1.98 1.98 16.7 33.3 50 66.7 83.3 100 117 133 150 167 183 200
 Завантаження 1
 Ізополя напружень Q_y
 Одиниці виміру - кН/м

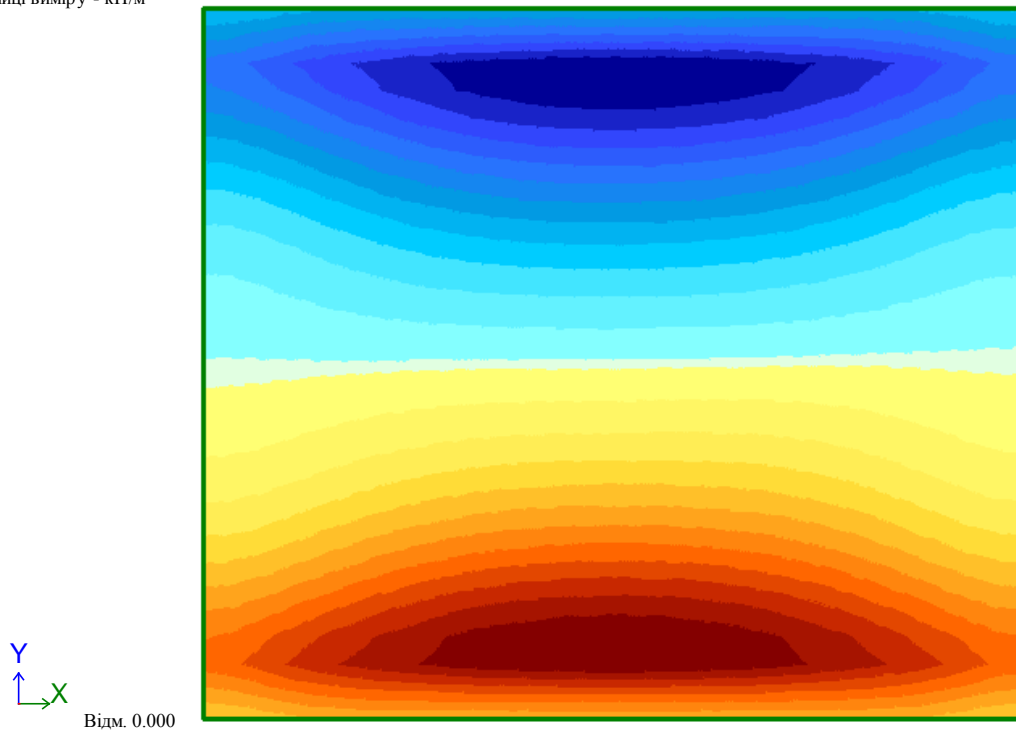


Рис. 3.34 – Ізополя напружень від поперечної сили Q_y , кН/м



Рис. 3.35 – Мозаїка армування плити в верхній зоні по осі X, см²/м



Рис. 3.36 – Мозаїка армування плити в верхній зоні по осі Y, см²/м

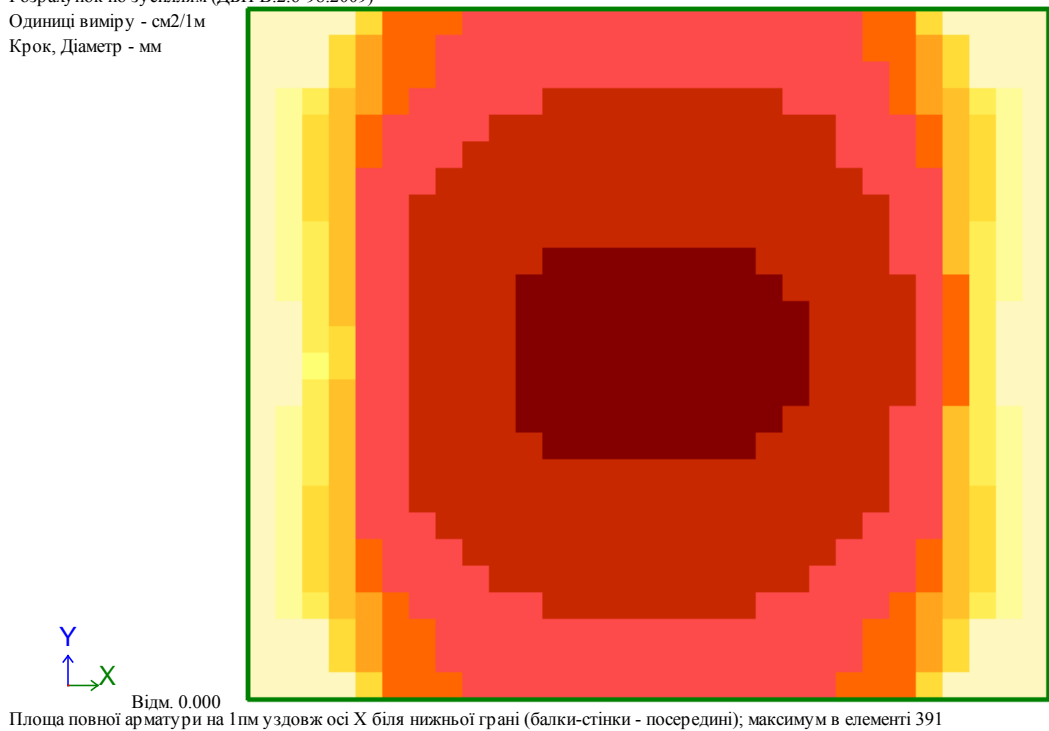
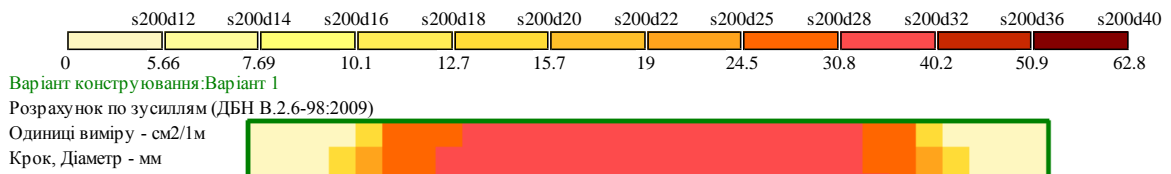


Рис. 3.37 – Мозаїка армування плити в нижній зоні по осі X, см²/м

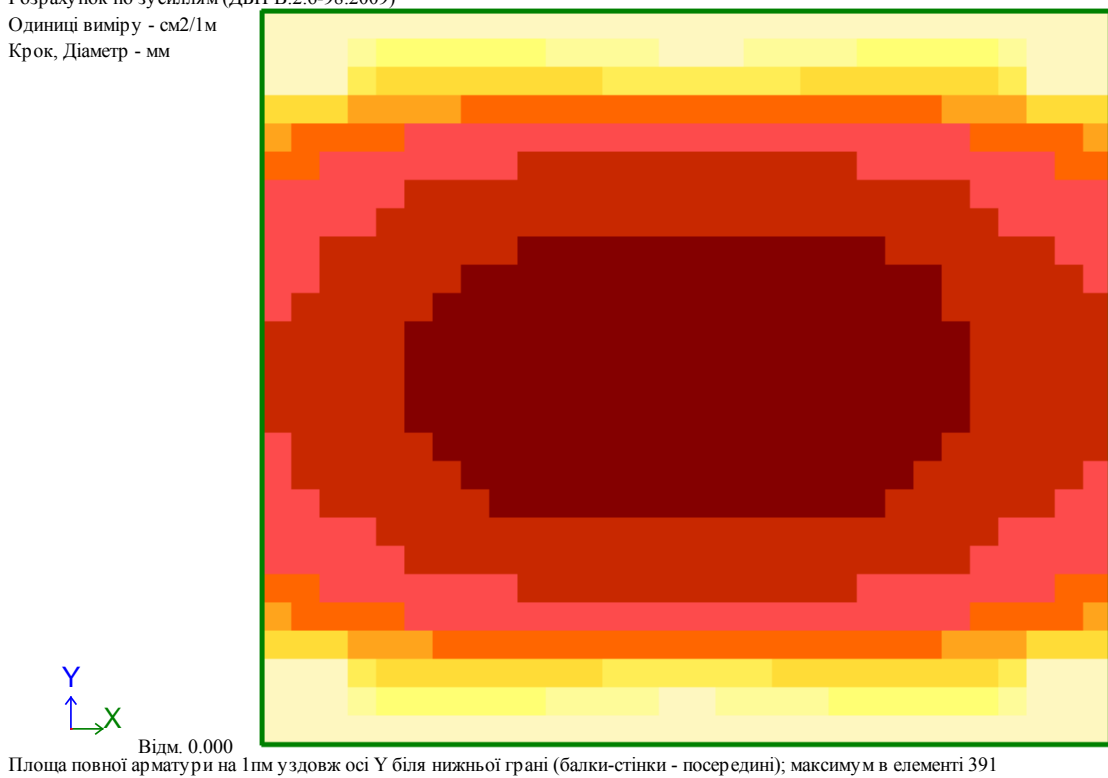
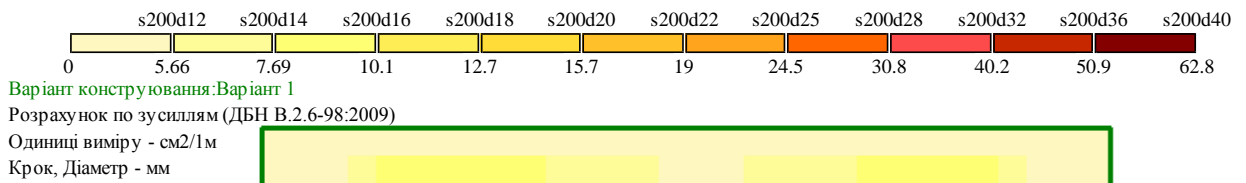


Рис. 3.38 – Мозаїка армування плити в нижній зоні по осі Y, см²/м

Армування плити виконується в верхній зоні і нижній, за результатом підбору, верхня зона армується вздовж осі X та Y однаково, а саме Ø12A400C, з кроком 200 мм. Результати підбору арматури в нижній грані плити, наведені в таблиці 3.5. Нижня зона армується за двома підібраними сітками, в центрі і зовні, для економії арматури, місце більшого армування виділено на рисунку 3.39, решта зони армується менше. Поперечної арматури за розрахунком не потрібно, бетон повністю сприймає ці напруження, але для забезпечення жорсткості арматурних сіток, і правильного проектного положення, приймаємо конструктивно арматуру Ø8A240C з кроком 400 мм по кожній осі.

Зона більшого армування має розміри 20x10 м (X;Y), і знаходиться в центрі плити, на відстані від краю, по осі X – 5 м, по осі Y – 8 м, для розуміння назвемо цю зону №1, а іншу №2 (рис. 3.39).

Завантаження 1

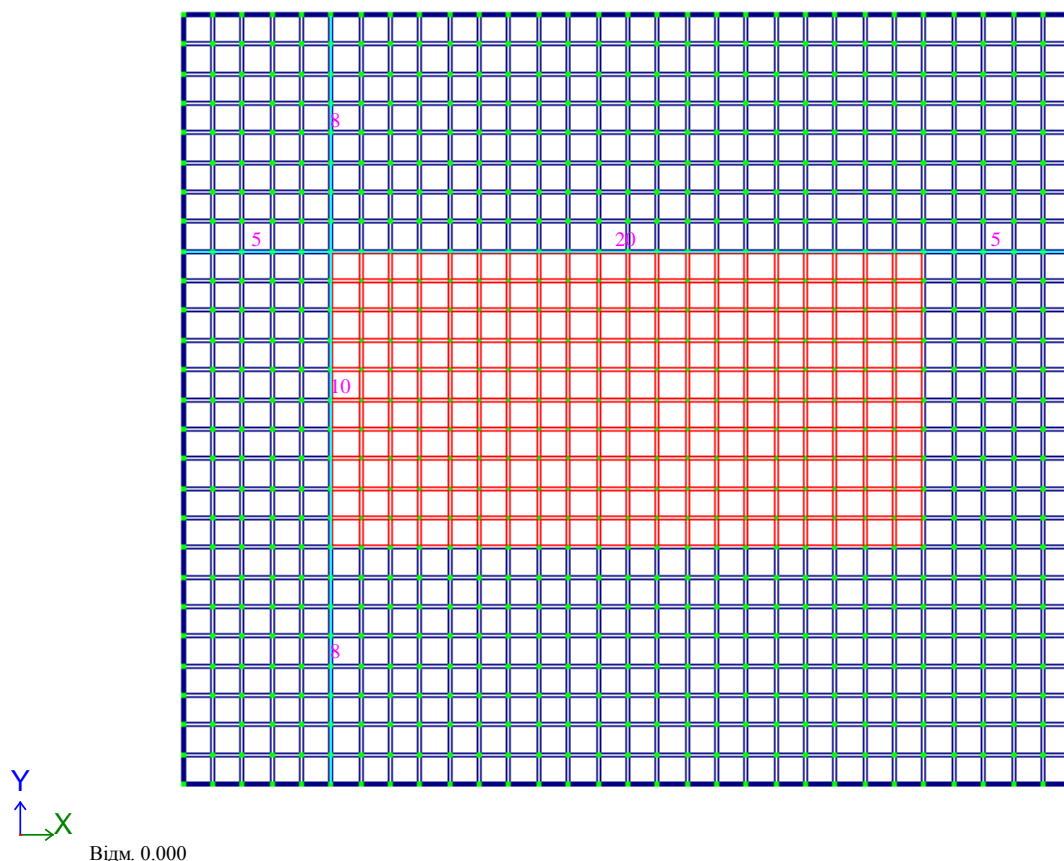


Рис. 3.39 – Зона №1 підвищеного армування

Результати підбору арматури для фундаментної плити в нижній зоні

Напрямок по осі	Армування $\frac{\text{площа, см}^2}{\text{крок/діаметр, мм}}$	
	Зона №1	Зона №2
№ зони армування		
Вісь X	$\frac{61,58}{s100 / d28}$	$\frac{49,09}{s100 / d25}$
Вісь Y	$\frac{61,58}{s100 / d28}$	$\frac{49,09}{s100 / d25}$

4 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Підбір крана

До важливих технологічних параметрах крана відносяться: виліт гака L м, висота підйому гака H м, вантажопідйомність крана Q т. Підберемо його характеристики. Схема монтажу наведена на рисунку 4.1.

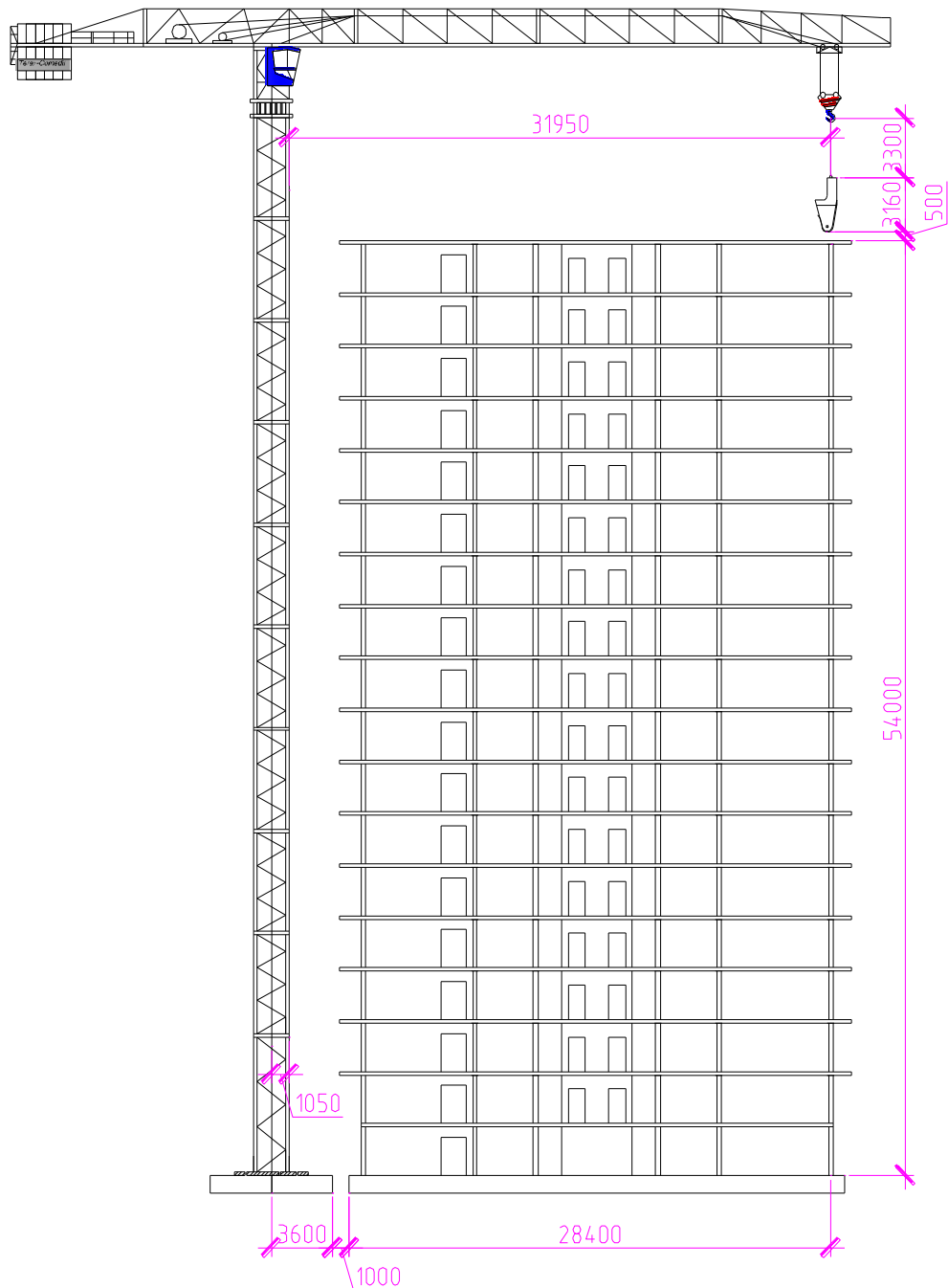


Рисунок 4.1. Схема монтажу.

Висота підйому гака.

$$H_k = H_0 + H_b + H_e + H_{ПТР},$$

де $H_0 = 54,0$ м - висота будівлі;

$H_b = 0,5$ м - висота зазору для безпечного ведення робіт;

$H_e = 3,16$ м - висота елемента, в даному випадку висота підйому бадді;

$H_{ст} = 3,3$ м - висота строп.

$$H_k = 54,0 + 0,5 + 3,16 + 3,3 = 60,96 \text{ м.}$$

Виліт гака.

$$L = L_p + L_b + L_o - 0,9 \text{ м,}$$

де $L_p = 28,4$ м - відстань подачі бадді від грані фундаменту будівлі до найбільш віддаленої колони

$L_b = 1$ м - зона безпеки від грані фундаменту будівлі до межі фундаменту крана,

$L_o = 3,6$ м - відстань від грані фундаменту крана до осі вежі крана,

$1,05$ м - відстань від осі вежі крана до межі башти крана.

$$L = 28,4 + 1 + 3,6 - 1,05 = 31,95 \text{ м.}$$

Маса елемента що піднімається

Розрахунок будемо вести для бадді з бетоном, так як вона має найбільшу масу.

Прийmemo поворотну баддю місткістю 2 м^3 .

Приймаємо кран COMEDIL СТТ / В-8 на підставі того, що маса подається опалубки і маса арматури не перевищують маси бадді з бетоном, а також висота щитів опалубки менше висоти бадді.

Підбір бетононасоса.

Для подачі бетону на саму верхню точку будівлі необхідний бетононасос з висотою подачі бетону не менше 54 м. Прийmemo поршневий бетононасос з дизельним двигуном БН - 80.

4.2 Підбір обладнання для ущільнення бетонної суміші

Для ущільнення бетонної суміші в колонах, діафрагмах і стінах ядра жорсткості і ліфтової шахти використовується глибинний вібратор з гнучким валом. Модель ІВ - 75 з наступними характеристиками:

- Частота коливань 20000 Гц;
- вібронаконечник:
- Діаметр 28 мм;
- Довжина 400 мм;
- Маса 14.3 кг.
- Товщина шару бетонування 35 - 40 см;
- Технічна продуктивність 4 - 7 м³ / год.

Для ущільнення бетонної суміші в плиті перекриття використовується розсувна віброрейка. Моделі ЕРЗ - 380 з наступними технічними характеристиками:

- Профіль алюмінієвий 180x40x4 мм;
- Довжина 2.5 - 4.5 м;
- Вібровузол 220 В;
- Потужність 0.5 кВт;
- Маса 69 кг.

Для опалубних робіт обрана опалубка фірми «ДОКА». Для опалубки колон, діафрагм і ядра жорсткості використовуються універсальні опалубні щити. Для з'єднання щитів служить замок клиновий. Для утримування щитів опалубки в проектному положенні також використовують підпірні розкоси.

На бетонній основі попередньо фарбою наносяться ризики, що фіксують положення осей колони по двох координатах. Такі ж ризики і фарбою наносяться бригадиром або ланковим (робочим 4-го розряду) на торцевих нижніх ребрах щитів опалубки. Необхідна товщина захисного шару забезпечується пластиковими фіксаторами, які встановлюються на стрижні арматури.

Сортовий прокат, арматурна сталь, арматурні вироби, закладні елементи повинні відповідати розробленому проекту, а також вимогам стандартів. Армування колон здійснюється просторовими зварними каркасами. Ці каркаси виготовляють безпосередньо на будівельному майданчику. Армування плит перекриття виконують окремими стержнями з перев'язанням арматури у вузлах. Для виготовлення монолітних діафрагм ядра жорсткості застосовують арматурні сітки заводського виготовлення.

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Будівельно-монтажні роботи повинні виконуватися по спеціально розробленому проекту виконання робіт із проведенням технічних і організаційних мір, що регламентуються відповідними главами нормативних матеріалів.

Роботи повинні виконуватися в строгій відповідності із спеціально розробленим проектом виконання робіт з дотриманням правил техніки безпеки. Відповідальність за виконання всіх заходів по безпечній організації робіт і за дотримання персоналом вимог охорони праці, пожежної безпеки, за відповідність кваліфікації персоналу необхідної для виконання роботи несе керівник Підрядної організації.

Перед допуском до роботи всі працівники повинні пройти позачерговий інструктаж на робочому місці з питань техніки безпеки і промислової санітарії. Допуск сторонніх осіб, а також робітників у нетверезому стані на територію будівельного майданчика, у побутові приміщення і на робочі місця забороняється.

Перед початком робіт необхідно оформити наряд-допуск на їх виконання із зазначенням заходів, які забезпечують безпечні і нешкідливі умови праці. Члени бригади повинні пройти цільовий інструктаж з безпечних методів виконання робіт, маршруту руху по будівлі на робоче місце та в санітарно-побутові приміщення.

До початку виконання будівельних робіт на будівельному майданчику Замовник або керівник будівництва у відповідності до НПАОП 45.2-7.03-17 забезпечує складання плану з охорони праці, не пізніше ніж за 30 календарних днів до початку будівництва подає у територіальний орган Держпраці попередню інформацію про виконання будівельних робіт та призначає координатора з питань охорони праці.

Склад плану з охорони праці, обов'язки керівника будівництва, підрядника, вимоги до робочих та небезпечних зон викладені в НПАОП 45.2-7.03-17.

Персонал, який виконує роботи, повинен бути забезпечений захисними касками, спецодягом, спецвзуттям та іншими засобами індивідуального захисту відповідно до вимог ДСТУ 7238:2011 та ДСТУ 7239:2011. Робітники та ІТП без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Весь персонал, залучений до виконання будівельно-монтажних робіт, зобов'язаний пройти медичний огляд і бути допущений до виконання робіт після проходження навчання, перевірки знань та інструктажу з охорони праці. До самостійної роботи допускаються особи не молодше 18 років, які мають стаж роботи не менше одного року і не мають медичних протипоказань.

При організації ділянок робіт, робочих місць, проїздів транспортних засобів і будівельних машин повинні бути встановлені, огорожені і позначені небезпечні зони для перебування людей із відповідними попереджувальними написами.

На всіх небезпечних місцях повинні бути встановлені попереджувальні знаки, на видних місцях повинні бути вивішені плакати з безпечних методів ведення робіт і техніки безпеки.

Експлуатацію крана і інших вантажопідіймальних механізмів виконувати згідно з вимогами НПАОП 0.00-1.80-18 «Правил охорони праці під час експлуатації вантажопідіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання».

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні проводитися під керівництвом посадової особи або працівника, відповідального за безпечне проведення цих робіт, яка повинна:

- визначити спосіб навантаження і розвантаження;
- зробити розміщення робочої сили;
- перевірити справність пристосувань і засобів індивідуального захисту;

- встановити порядок обміну умовними сигналами між стропальщиком, що подає сигнали, і машиністом підйимально-транспортного устаткування при провадженні робіт механічним способом;

- провести інструктаж працівникам перед початком робіт.

Складування матеріалів, конструкцій і виробів робити на тимчасових майданчиках складування відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.75-15.

Біля кожного штабеля виробів і матеріалів з боку проходу повинні бути встановлені знаки із вказівкою схеми стропування, марок і ваги виробів. Конструкції й матеріали необхідно розміщати на вирівняних площадках, вживаючи заходів проти самовільного зсуву, осідання, опадання й розкочування складованих матеріалів і конструкцій.

Електробезпеку виконання робіт забезпечити відповідно до вимог ДСТУ Б А.3.2-13:2011. Роботи з електроінструментом необхідно виконувати відповідно до вимог НПАОП 0.00-1.71-13. До роботи з електроінструментом допускаються особи, що пройшли навчання і перевірку знань інструкції з охорони праці і ті, що мають запис у посвідченні про перевірку знань і про допуск до виконання робіт із застосуванням електроінструмента.

Рівень освітленості на робочих місцях повинний відповідати вимогам ДСТУ Б А.3.2-15:2011. Освітлення будівельного майданчика повинне бути виконане до початку будівельних робіт.

Зварювальне устаткування, установлене на відкритому майданчику, повинне бути захищене від атмосферних опадів і механічних ушкоджень. Підключати в електромережу і відключати з мережі зварювальне устаткування повинні електрики. Забороняється виконувати електрозварювальні роботи під відкритим небом під час дощу, грози чи сильного снігопаду. Електрозварювальні роботи організовувати і виконувати відповідно до вимог ДБН А.3.2-2-2009 і НАПБ А.01.001-2014.

Робочі місця і проходи до них на висоті 1,3 м і більше, і на відстані менше 2 м від межі перепаду по висоті, повинні бути огорожені тимчасовими огорожами відповідно до вимог ДСТУ Б В.2.8-43:2011. При неможливості

влаштування цих огорожень, роботи на висоті слід виконувати з використанням запобіжних поясів.

Усі роботи необхідно виконувати відповідно до вказівок ДБН А.3.2-2-2009.

Земляні роботи

Установка і рух будівельних машин і автомобілів у межах призми обвалення ґрунту забороняється.

При розміщенні робочих місць у виїмках їх розміри, прийняті в проекті, повинні забезпечувати розміщення конструкцій, обладнання, оснащення, а також проходи на робочих місцях і до робочих місць завширшки у просвіті не менше 0,6 м.

Для проходу на робочі місця через канави і траншеї повинні бути встановлені трапи або маршові сходи шириною не менше 0,6 м з огорожами.

Усі переходи, огороження і попереджувальні написи в нічний час повинні бути освітлені. Котловани, колодязі та інші виїмки в ґрунті в місцях можливого доступу людей повинні бути огорожені.

При виконанні робіт за допомогою бульдозера забороняється знаходження персоналу на ділянці виконання робіт. Особливої обережності необхідно дотримуватися персоналу і машиністові бульдозера під час руху заднім ходом.

При роботі екскаватора не дозволяється перебування персоналу в радіусі дії робочого органу екскаватора плюс 5 м. Небезпечна зона на кожній стоянці екскаватора виділяється переносним сигнальним огороженням. Розробку котлованів і траншей без влаштування кріплень необхідно вести з укусами.

Виконання земляних робіт у зоні діючих підземних комунікацій слід здійснювати під безпосереднім керівництвом виконроба або майстра, а в охоронній зоні кабелів, що знаходяться під напругою і діючим газопроводом, крім того, під наглядом співробітників електро- і газового господарства.

Земляні роботи необхідно виконувати в строгому дотриманні правил і вказівок, наведених у ДБН А.3.2-2-2009 та ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013.

Бетонні і залізобетонні роботи

Опалубку, яка використовується для зведення монолітних залізобетонних конструкцій, необхідно застосовувати відповідно до проекту виконання робіт, затвердженим в установленому порядку. При установці елементів опалубки в декілька ярусів кожен подальший ярус слід встановлювати тільки після закріплення нижнього ярусу.

Розміщення на опалубці устаткування і матеріалів, не передбачених проектом виконання робіт, а також перебування людей, що безпосередньо не беруть участі у виробництві робіт на настилі опалубки, не допускається.

Розбирання опалубки повинно проводитися (після досягнення бетоном заданої міцності) з дозволу виконавця робіт, а особливо відповідальних конструкцій (за переліком, встановленим проектом) - з дозволу технічного керівника робіт.

Заготівля та обробка арматури повинна виконуватися в спеціально призначених для цього і відповідно обладнаних місцях.

Щодня перед початком укладання бетону в опалубку необхідно перевіряти стан бункера, опалубки і засобів підмоцнення. Виявлені несправності слід негайно усувати.

При укладанні бетону відстань між нижньою кромкою бадді або бункера і раніше укладеним бетоном або поверхнею, на яку укладається бетон, має бути не більше 1 м, якщо інші відстані не передбачені проектом виробництва робіт.

При ущільненні бетонної суміші електровібраторами переміщати вібратор за струмопровідні шланги не допускається, а при перервах в роботі і при переході з одного місця на інше електровібратори необхідно вимикати.

Персонал, що укладає бетонну суміш на поверхні, що має ухил понад 20°, повинні користуватися запобіжними поясами.

Бетонні роботи необхідно виконувати відповідно до вказівок розділу 13 ДБН А.3.2-2-2009 та ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015.

Монтажні роботи

Монтажні роботи слід виконувати під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне виконання даних робіт. На ділянці, де ведуться монтажні роботи, не допускається виконання інших робіт і знаходження сторонніх осіб.

До монтажних робіт повинні допускатися особи, які пройшли навчання і здали екзамени з перевірки знань правил з техніки безпеки.

Перед початком виконання робіт необхідно встановити порядок обміну умовними сигналами між особою, керівним монтажем, і машиністом крана. Всі сигнали подаються тільки однією особою (бригадиром монтажної бригади, ланковим, такелажником- стропальником), крім сигналу «Стоп», який може бути поданий будь-яким працівником, що помітили явну небезпеку.

При переміщенні конструкцій відстань між ними й іншими конструкціями повинні бути: по горизонталі не менше 1,0 м, а по вертикалі - 0,5 м.

Для забезпечення безпеки при переміщенні вантажів краном роботи необхідно виконувати в такій послідовності:

- строповка вантажу;
- вихід робітників з небезпечної зони при підйомі і переміщенні вантажів краном;
- - переміщення вантажу краном в необхідне положення над місцем вивантаження або установки. При цьому перебування людей у небезпечній зоні можливого падіння вантажу заборонено;
- опускання вантажу краном на висоту не більше 1,0 м над місцем вивантаження або установки;
- прохід робочих до вантажу (підйом на підмостки) і приймання його;
- опускання і расстроповка вантажу.

Стропальник може перебувати біля вантажу при його підйомі або опусканні, якщо вантаж знаходиться на висоті не більше 1 м від рівня майданчика, на якому стоїть стропальник.

Піднімати конструкції краном слід у два прийоми: спочатку на висоту 20-30 см, потім, після перевірки надійності стропування, виконати подальший підйом. Якщо стропи зісковзують або натягнуті нерівномірно, вантаж необхідно опустити і строповку виправити.

Встановлені в проектне положення елементи конструкцій повинні бути закріплені так, щоб забезпечувалася їх стійкість і геометрична незмінність. Розстропування елементів конструкцій, встановлених в проектне положення, слід проводити після постійного або тимчасового надійного їх закріплення.

При навантаженні (вивантаженні) елементів з транспортних засобів шофер повинен виходити з кабіни. Переміщати вантаж над нею забороняється. Не дозволяється проносити краном конструкції над робочим місцем монтажників.

Небезпечну зону при роботі крана необхідно обгороджувати сигнальним огороженням з установкою знаків безпеки «Обережно! Працює кран».

Під час перерв у роботі не допускається залишати піднятий вантаж на вазі.

В процесі монтажу конструкцій монтажники повинні перебувати на надійно закріплених конструкціях або засобах підмоцвання.

Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкцій і їх елементів (фермам, ригелів і т.п.), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв.

Не допускається виконувати монтажні роботи на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі або тумані, що виключає видимість в межах фронту робіт.

Монтажні роботи необхідно виконувати відповідно до вказівок розділу 14 ДБН А.3.2-2-2009 та ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Дії при радіоактивному забрудненні:

Отримавши повідомлення про небезпеку радіоактивного зараження, негайно надіньте протигаз або респіратор, а при їх відсутності, ватяну марлеву пов'язку, дітей до півтора року помістіть у камери захисні дитячі та ідіть в захисну споруду.

Якщо захисна споруда далеко і у вас нема протигазу, залишайтеся в приміщенні. Включіть радіоточку (радіоприймач, телевізор) для прослуховування інформаційних повідомлень управління (відділу) з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення області (району, міста), закрийте вікна, двері, вентиляційні отвори (люки), віддушини, виконайте герметизацію приміщення.

З метою захисту від дії радіонуклідів необхідно з моменту отримання повідомлення про радіоактивне зараження негайно приступити до проведення йодної профілактики. Для цієї мети на протязі семи днів кожний день приймайте по одній таблетці (0,25 г) йодистого калію і давайте дітям до 2-х років 1/4 таблетки, дітям від 2-х до 14 років - половину таблетки. Таблетки необхідно придбати в аптеці або отримати в лікувально- профілактичному закладі в перші години після аварії (катастрофи). Можна використати йодистий калій із аптечки індивідуальної АІ-2. Йодну настойку можна приготувати самому: три-п'ять крапель розчину йоду на сто грам води, дітям до двох років - одну-дві краплі.

Якщо за умовами радіаційної обстановки подальше перебування людей в даному будинку (вулиці) небезпечно, тоді проводиться евакуація населення. Слідкуйте за повідомленнями управління з питань надзвичайних ситуацій та цивільного захисту населення області (відділу з НС та ЦЗН міста обласного підпорядкування або району). Уточніть час початку евакуації, місце подання автотранспорту. Залишаючи квартиру (будинок), виключіть джерела електроенергії, візьміть з собою документи, гроші, необхідні речі, надіньте

протигаз (респіратор або змочену ватяну марлеву пов'язку), накидку або плащ, резинові чоботи. Не забудьте попередити сусідів про початок евакуації.

Після прибуття до нового місця проживання, необхідно провести дезактивацію засобів захисту органів дихання, одягу, взуття і санітарну обробку покривів шкіри на обладнаному санітарному обмивочному пункті (СОП) або самостійно. Самостійна обробка заключається в видаленні радіоактивних речовин з відкритих часток шкіряних покривів тіла, одягу, взуття і засобів захисту. Послідовність дії така: зняти накидку (плащ, пальто і т.д.) і, ставши спиною проти вітру, витрусити її. Після того повісити одяг на перекладину (мотузку) і віником (щіткою) змести з неї радіоактивний пил.

Після цього потрібно почистити взуття щіткою або будь-яким підручним засобом і вимити водою. Після цього обробити відкриті частини шкіри водою або розчином із індивідуального протихімічного пакета (11111- 8). Для обробки шкіри можна використовувати сухі тампони, рушник і т.д. В подальшому проводиться повна санітарна обробка на помийних пунктах (бані, пральні і т.д.) з заміною одягу.

- Перед початком проведення санітарної обробки і після неї необхідно пройти дозиметричний контроль.

Засоби захисту від вібрацій.

Зниження рівня вібрації на шляху її поширення досягається застосуванням віброізолюючих конструкцій і вібродемпфуючих матеріалів і покриттів, а також віброгасників. Для забезпечення віброізоляції влаштовують розриви між елементами конструкцій або усувають тверді зв'язки між ними, а також уникають подібності частот власних коливань системи і частот сил, що її збурюють. Підвіска двигунів літаків на пружних амортизаторах забезпечує зниження вібрації і шуму в кабінах у всіх смугах звукового спектру

від 5 до 8 дБ.

Для вібропоглинання на віброуючі елементи машини наносять в'язкі або пружні матеріали, яким притаманні значні внутрішні втрати. До таких

матеріалів відносяться антивібрит, агат, сендвічні конструкції, СКЛ-25 та інш. Зниження вібрації таким чином досягає 2-10 дБ в смузі частот 31,5-8000 Гц. Засоби захисту від вібрації викладені в державному стандарті.

Засобами індивідуального захисту від вібрації є: черевики, рукавиці, виготовлені із віброзахисних матеріалів цілком або в місцях з'єднання з вібруючою поверхнею.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Розглянуто комплекс завдань щодо проектування 16-поверхового житлового будинку, зокрема проаналізовано сучасні архітектурні та конструктивні рішення таких будівель.
2. Наведено переваги монолітно-каркасного будівництва: збільшення термінів служби, їх міцності, сейсмостійкості. Каркасно-монолітна технологія вирішує питання довільного архітектурного планування внутрішнього простору у квартирах. Дана технологія будівництва зменшує тривалість будівництва приводить до зменшення його трудомісткості.
3. Створено комп'ютерну модель каркасу і проведено його розрахунок з врахуванням різних видів навантажень, що впливають на будівлю та їх взаємовпливу. Для зменшення ваги будівлі запропоновано поступове зменшення розмірів перетину колон з висотою.
4. Проаналізовано конструктивні рішення фундаментів для будівлі. Встановлено, що найбільш доцільним є застосування плитного фундаменту. Здійснено збір навантажень на фундаментну плиту.
5. Виконано моделювання фундаментної плити та на основі інженерно-геологічних вишукувань ґрунтів на ділянці будівництва розглянуто вплив фундаменту будівлі на роботу основ.
6. Проведено розрахунок основи під фундаментом будівлі за допомогою спеціалізованих пакетів програм "SCAD" та "LIRA". Здійснено порівняльний аналіз розрахунків у двох програмних пакетах. Результати розрахунків фундаментів та основ показали добру збіжність при застосуванні вказаних спеціалізованих програм "SCAD" та "LIRA".
7. Розглянуто заходи щодо покращення енергоефективності будівлі, запроєктовані конструктивні рішення елементів будівлі із застосуванням енергозберігаючих технологій.

8. Розглянуто технологію виконання будівельних робіт, вибрано необхідні будівельні машини та механізми. Розглянуто питання організації будівельного виробництва, охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

- 1- 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.;
- 2- 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.;
- 3- 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.;
- 4- 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.;
- 5- 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.;
- 6- 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.;
- 7- 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.;
- 8- 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.;
- 9- 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.;
- 10- ДБН А.3.2-2-2009 «Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення» [На заміну СНиП III-4-80; чинний від 2012-04-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України 2012, 116 с.;
- 11- ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія» [На заміну СНиП 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.;
- 12- 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.;
- 13- ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів [На заміну СНиП 3.02.01-87; чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2013, 82 с.;
- 14- 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.;
- 15- 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;
- 16- 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.