

ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО

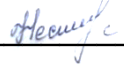
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА

Навчально-науковий інститут будівництва, землеустрою та цивільної інженерії

Кафедра технології та організації будівельного виробництва

## Кваліфікаційна робота бакалавра

«Зведення 9-поверхового житлового будинку  
у Харкові»

Виконав: студент групи БтаЦІ 2022-7з  
спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
освітня програма Будівництво та цивільна інженерія  
Нестерова М.О. 

Керівник  
д.т.н., проф. Шумаков І.В. 

Рецензент  
к.т.н., доц. Джалалов М.Н. 

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО  
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ  
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

**ЗАТВЕРДЖУЮ**

Завідувач кафедри ГОБВ

д.т.н., проф.  Шумаков І.В.

06.05.2026 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ БАКАЛАВРСЬКУ РОБОТУ**

**Нестеровій Марині Олегівні**

(прізвище, ім'я, по батькові)





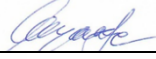
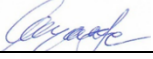


1. Тема роботи: «Зведення 9-поверхового житлового будинку у Харкові» та керівник проєкту: д.т.н., проф. Шумаков І.В.  
затверджені наказом по університету від 27.02.2026 р. № 187-03.
2. Термін подання студентом закінченої роботи: 10.06.2026 р.
3. Вихідні дані до роботи:
  - а) основні об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики;
  - б) завдання керівника дипломної роботи бакалавра;
  - в) методичні вказівки до виконання дипломної роботи бакалавра
4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що необхідно розробити)

Вступ

  1. Архітектурно-будівельна частина
  2. Конструктивна частина
  3. Організація та технологія будівництва

Техніко-економічні показники об'єкта проєктування  
Список джерел інформації
5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
  1. Архітектурно-будівельна частина  
План, фасад, розріз, план покрівлі, генплан: 1 арк.
  2. Конструктивна частина  
Конструктивні рішення зведення фундаментів: 1 арк.
  3. Організація та технологія будівництва  
Технологічна карта на виконання провідного процесу, будгенплан, календарний графік виконання робіт: 3 арк.

## 6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Консультант (П.І.Б., вчений ступінь, звання)	Підпис, дата	
		Завдання видано	Завдання виконано
Архітектурно-будівельна частина	проф. Шумаков І.В.		
Конструктивна частина	проф. Шумаков І.В.		
Організація та технологія будівництва	проф. Шумаков І.В.		
Нормоконтроль	зав. лаб. Зинов'єва О.М.		

7. Дата видачі завдання 06.05.2026 р.

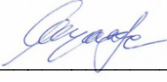
## Календарний графік

№	Назва етапів дипломної роботи	Термін виконання	Примітка
1	Видача завдання на проектування керівником	30.05	
2	Архітектурно-будівельна частина	05.06	
3	Конструктивна частина	10.06	
4	Організація та технологія будівництва. Техніко-економічні показники об'єкта проектування	15.06	
5	Завершення, рецензування, попередній захист та отримання допуску до захисту. Захист.	17.06	

Студент

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Нестерова М.О.

Керівник дипломної роботи

  
\_\_\_\_\_  
(підпис) Шумаков І.В.

## Зміст

Вступ	5
1 Архітектурно-будівельна частина	6
1.1 Генеральний план	6
1.2 Об'ємно-планувальні рішення будівлі	7
1.3 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі	8
1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни	12
2 Конструктивна частина	14
2.1 Визначення повного класифікаційного найменування ґрунтів	16
2.2 Розрахунок фундаментної плити та паль	18
2.3 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною	23
2.4 Розрахунок ростверку на продавлювання від кутової палі	24
2.5 Розрахунок несучої здатності фундаменту	25
2.6 Розрахунок осідання фундаменту за деформаціями	27
2.7 Розрахунок осадки фундаменту методом пошарового сумування	29
2.8 Розрахунок армування та підбір арматури	32
3 Організація і технологія будівництва	37
3.1 Умови здійснення будівництва	37
3.2 Визначення номенклатури і обсягів робіт	37
3.3 Вибір способів розробки ґрунту і комплекту машин	38
3.4 Проектування технології зведення фундаменту	39
3.5 Проектування технології зведення цокольного поверху	41
3.6 Проектування технології зведення наземних поверхів	43
3.7 Проектування технології зведення перекриттів	45
3.8 Вибір крану для зведення наземної частини	46
3.9 Календарне планування	49
3.10 Будівельний генеральний план	50
3.11 Потреба у матеріально-технічних ресурсах	51
Список джерел інформації	54

## Вступ

Відповідно до виданого завдання розроблено кваліфікаційну роботу бакалавра на будівництво 9-поверхового 1-секційного 48-квартирного монолітно-каркасного житлового будинку. Місце будівництва – місто Харків.

Місце розташування у I кліматичному районі, згідно карти районування території України, приведеної у ДБН «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

Відповідно до ДБН «Будівельна кліматологія та геофізика. Норми проєктування» будівництво заплановано з урахуванням природно-кліматичних, демографічних та інших місцевих умов, які характеризують місце будівництва такими факторами:

1. Помірна зима, що обумовлює необхідну теплоізоляцію житла;
2. Швидкісний натиск вітру -  $45 \text{ кг/м}^2$ ;
3. Нормативне снігове навантаження -  $50 \text{ кг/м}^2$ .
4. Нормативна глибина промерзання -  $1,2 \text{ м}$
5. Середня температура найбільш холодної п'ятиденки -  $-24 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
6. Середня температура найбільш холодної доби -  $-36 \text{ }^\circ\text{C}$ ;
7. Абсолютна мінімальна температура -  $-39 \text{ }^\circ\text{C}$
8. Абсолютна максимальна температура -  $+40 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Нормативне значення опору теплопередачі стіни  $R_0^{\text{TP}} = 4.0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}$  відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель».

### Інженерно-геодезичні та гідрологічні дослідження

Геодезичні дослідження будівельного майданчика, що розташовано в місті, прийнято умовно і характеристика даних проводиться тільки з

практичної мети, якою визначені види, потужність окремих шарів ґрунту і рівень ґрунтових вод.

Нижче подається умовно прийнятий геологічний розріз:

- Ґрунтово-рослинний шар – 15 см;
- Суглинок жовтувато-сірий – 80 см;
- Суглинок зелено-сірий -120 см.

Ґрунтові води знаходяться на глибині 20 м. Основою для фундаменту служать суглинки з розрахунковим опором  $K=15$  МПа.

## 1. Архітектурно-будівельна частина

### 1.1. Генеральний план

Під час проєктування мікрорайону міста враховувались вимоги ДБН Б.2.2-3-2008 «Планування та забудова міст і функціональних територій».

Ділянка на якій проєктується 48-квартирний монолітний житловий будинок входить до складу житлової забудови мікрорайону.

Відповідна ділянка під планування житлового мікрорайону 1.29 га у місті.

Житлова зона розташована з не вітряної сторони з урахуванням і переважаючих напрямків вітрів. Переважаючий напрямок прийнятий на розі вітрів літнього та зимового періоду, збудовано відповідно до даних ДБН «Будівельна кліматологія та геофізика. Норми проєктування».

Таблиця 1.1

Місяць	Пн	ПнС	Сх.	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
Січень	9	12	16	17	10	12	13	11
Липень	17	14	12	9	4	9	14	21

Як видно з таблиці, домінуючі вітри:

в січні – у східному напрямку;

в липні – в північно-західному напрямку.

Розміри території встановлені із житлової забезпеченості середньої загальної площі 14 м<sup>2</sup> на людину (умовно).

Відстані між житловими будинками запроектовані згідно з ДБН «Містобудування. Планування та забудова міських і сільських поселень». Розташування і організація житлових будівель мікрорайону забезпечує інсоляцію житлових та громадських будівель не менше 3-х годин на добу. Мережа вулиць, доріг і ліній загального транспорту передбачена єдиною системою міста. Ширина вулиць і доріг встановлено з урахуванням категорій призначення. Ширина проїзної частини, тротуарів, вулиць, доріг прийняті з урахуванням нормативних вимог.

Відведення з поверхні вод здійснюється в дощову каналізацію. Вертикальне планування забезпечує швидке відведення вод.

Планування і забудова мікрорайону характеризується рядом ТЕП.

### ТЕП до генплану

1. Загальна площа території

$$F_{\text{ТЕР}} = 19.17 \text{ га}$$

2. Площа забудови будівлями та спорудами

$$F_{\text{БУД}} = 3.46 \text{ га}$$

3. Щільність забудови

$$F = F_{\text{БУД}}/F_{\text{ТЕР}} * 100\% = 18.05\%$$

4. Площа озеленення

$$F_{\text{ОЗ}} = F_{\text{ТЕР}} - F_{\text{БУД}} - F_{\text{ДОР}} = 11.87 \text{ га}$$

5. Коефіцієнт озеленення

$$K_{\text{ОЗ}} = F_{\text{ОЗ}}/F_{\text{ТЕР}} * 100\% = 61.9 \%$$

6. Протяжність автодоріг та площа:  $L = 628.28 \text{ м}$ ,  $F_{\text{ДОР}} = 2.84 \text{ га}$

7. Коефіцієнт використання території

$$K_{\text{ВТ}} = (F_{\text{БУД}} + F_{\text{ДОР}} + F_{\text{ТРОТУАРІВ}} + F_{\text{ПЛОЩАДОК}}) / F_{\text{ТЕР}} * 100\% = 40.16\%$$

### 1.2. Об'ємно-планувальні рішення будівлі

В основу об'ємно-планувального рішення будівлі покладено принципи забезпечення максимальної комфортабельності квартир розроблені на основі ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки».

Квартири у будинку запроектовані різними, як за кількістю кімнат, так і за розміром загальної житлової площі. В квартирах передбачені господарські комори, шафи. Типи кімнат загальної площі, що допускаються, та мінімальні житлові площі прийняті у відповідності з ДБН В 2.2-15-2005 «Будинки і споруди. Житлові будинки».

Характеристики проектного будинку:

✓ в плані має форму прямокутника:

- крок між поперечними вісями 22050

- крок між поздовжніми вісями 12000

- ✓ кількість поверхів – 12, висота поверху – 2.8 м; на кожному з поверхів розміщено по 4 квартири, з яких 3 двохкімнатні квартири (загальною площею 59.54 м<sup>2</sup>, 46.54 м<sup>2</sup>, 46,92 м<sup>2</sup>) та 1 однокімнатна квартира (загальною площею 35.88 м<sup>2</sup>)
- ✓ будинок має одну сходову клітину та один ліфт
- ✓ деформаційні шви відсутні
- ✓ будинок запроектований з 1 секції
- ✓ підземна частина будівлі запроектована з технічним підпіллям, висотою – 2.8 м, в якій передбачається прокладення інженерних комунікацій
- ✓ за позначкою 0,000 в проекті прийнятий рівень сходової площадки першого поверху, який відповідає абсолютній відмітці на плані
- ✓ покрівля плоска з холодним горищем, має невеликий ухил для стоку води
- ✓ водовідвід внутрішній організований.

### **ТЕП об'ємно-планувального рішення**

1. Площа забудови  $P_3$

$$P_3 = 1291.72 \text{ м}^2$$

2. Житлова площа  $P_{Ж}$

$$P_{Ж} = 1101.12 \text{ м}^2$$

3. Підсобна площа  $P_{П}$  - сума площ обслуговуючого характеру

$$P_{П} = 690.76 \text{ м}^2$$

4. Загальна приведена площа  $P_{ПЗ}$  - сума корисної площі та площі балконів з коефіцієнтами відповідно 0.5 та 0.25

$$P_{ПЗ} = 20.97 \text{ м}^2$$

5. Будівельний об'єм  $O_B$

$$O_B = P_3 * H = 47399.67 \text{ м}^3$$

6. Показник  $K_1$  – виявляє доцільність планувального рішення: для житлових будинків – відношення  $P_{Ж}$  до  $P_3$ .

$$K_1 = \frac{P_{Ж}}{P_3}$$

Показник  $K_2$  – демонструє кількість кубічних метрів будівельного об'єму будинку, яка приходить на основну розрахункову одиницю:

$$\text{для житлових будинків } K_2 = \frac{O_B}{P_{Ж}}$$

$$K_1 = 0.852$$

$$K_2 = 43.05$$

### 1.3 Архітектурно-конструктивне рішення будівлі

Конструктивна схема будинку каркасно-монолітна. Конструктивна система висотного будинку являє собою взаємозалежну сукупність його вертикальних і горизонтальних несучих конструкцій, що спільно забезпечують міцність, жорсткість і стійкість споруди. Горизонтальні конструкції - перекриття й покриття будинку сприймають вертикальні й горизонтальні навантаження, і впливи, передаючи їх поверхово на вертикальні несучі конструкції.

Будівля відповідає таким вимогам:

1. Клас будівлі - II;
2. Ступінь довготривалості - II;
3. Ступінь вогнетривкості - II.

#### Фундаменти

Під будівлю запроектована монолітна залізобетонна плита на пальному полі.

#### Гідроізоляція

Передбачається два види ізоляції:

- вертикальна, яка виконується по зовнішній поверхні фундаменту у вигляді нанесення на поверхню гарячої бітумної мастики за два рази;

- горизонтальна, яка виконується по блок подушці у вигляді двох шарів рубероїду по цементно-піщаній стяжці.

### **Зовнішні стіни**

Зовнішні стіни виконуються з блоків фібропінобетону та послідуочим утепленням і встановленням навісних вентиляованих фасадних систем Airtex Glass.

Марка розчину повинна бути не менше 50 і не більше 75 на портландцементу. У стінах варто установлювати сварні сітки в горизонтальних швах і на рівні низу перекриття, у кутах і місцях примикання поперечних стін. Сітки встановлюють у перетинах на рівні його верха і низу.

### **Внутрішні стіни**

Внутрішні стіни виконані з силікатної, червоної цегли та пінобетонних блоків. Поверхні стін підготовлені під штукатурку.

### **Плити перекриття**

Проектом передбачені несучі плоскі монолітні залізобетонні плити перекриття, виготовлені з важкого бетону С 25/30 товщиною 200мм.

Спирання плит передбачається на колони. Плити перекриття мають отвори і прорізи для пропуску інженерних комунікацій.

### **Перегородки**

Об'ємно-планувальне рішення будівлі передбачає застосування перегородок товщиною 100 мм, перегородки з цегли товщиною 250 мм, 100 мм.

### **Оздоблення внутрішніх і зовнішніх поверхонь**

Внутрішня обробка: стіни житлових кімнат обклеюють шпалерами. У кухнях, сантехприміщеннях - облицьовують керамічною плиткою на всю висоту.

## **Внутрішній водопровід і каналізація**

У будинках передбачені системи згідно з ДБН Д.2.2-17-99 Збірник 17 «Водопровід і каналізація - внутрішні пристрої»:

- господарсько-питного і протипожежного водопроводу;
- гарячого водопостачання;
- господарчо-побутовій каналізації.

Будинок має два введення холодної води, приєднаних до різних зовнішніх водовідведень.

Для обліку водоспоживання будівлі передбачаються:

- водомірний вузол для холодного водопостачання будівлі;
- вузол обліку тепла.

Крім того, лічильники холодної і гарячої води встановлюються в кожній квартирі.

Робота насосної станції передбачена в автоматичному режимі залежно від тиску води в системі водопостачання.

У насосній станції встановлюються дві групи насосів:

- 1 група – насоси протипожежного водопостачання 2 шт.;
- 2 група – насоси господарчо-побутового водопостачання.

Насосна станція відноситься до 1 категорії.

Господарсько-питний і протипожежний водопровід передбачений для підведення води до санітарних приладів, поливальних і пожежних кранів. Водопровід гарячої води – для підведення до санітарних приладів і поливальних кранів в сміттєвих камерах.

Господарчо-побутова каналізація призначена для відведення господарчо-побутових стічних вод від санітарних приладів у вуличний каналізаційний колектор.

## **Опалення**

Передбачено дві самостійні системи опалювання згідно з ДБН Д.2.2-18-99 Збірник 18 «Опалення - внутрішні пристрої»:

- система опалювання житлових приміщень;
- система опалювання приміщень суспільного призначення.

Як нагрівальні прилади прийняті радіатори біметаличні з номінальним тепловим потоком 1 секції 0,16 кВт. Система опалювання передбачена з нижньою розводкою подаючою і зворотньою магістральних трубопроводів.

Стояки систем опалювання запроектовані для житлової частини будівлі однотрубними П-образними, а для приміщень суспільного призначення двотрубними вертикальними.

Для регулювання тепловіддачі опалювальних приладів на однотрубних стояках передбачаються крани регулюючі подвійного регулювання, а для двотрубних стояків крани кулькові.

Магістральні трубопроводи систем опалювання і трубопроводи опалювальних стояків передбачені із металопластикових труб.

У теплових вузлах кожного будинку встановлюються тепломіри, що враховують роздільне теплове навантаження на опалювання і гаряче водопостачання.

Гаряче водопостачання здійснюється по відкритій схемі з установкою регулятора температури.

### **Вентиляція**

Повітрообміни приміщень визначені для житлової частини будівлі по кратностям, а для приміщень суспільного призначення з умов забезпечення санітарної норми подачі зовнішнього повітря в ці приміщення.

Вентиляція будинку прийнята припливно-витяжна природна.

Витяжка (через вентиляційні канали, розміщені в кухнях, ванних кімнатах і санвузлах, приток неорганізований через нещільність віконних і дверних отворів. Вентиляційні канали прийняті прямокутної форми і розташовуються у внутрішніх капітальних стінах.

У приміщеннях суспільного призначення вентиляція припливно-втяжна механічна.

Основний нормативний документ ДБН Д.2.2-20-99 Збірник 20 «Вентиляція і кондиціонування повітря».

### **Силові електроспоживачі**

Силовими електроспоживачами будівлі є: електроприводи ліфтів, насоси протипожежного і питного водопостачання, сантехнічної вентиляції, технологічні струмоспоживачі магазинів, кафе, спортивних і інших споруд. Всі силові струмоспоживачі будівлі живляться від водно-розподільних пристроїв.

### **Електроосвітлення**

Проектом передбачений улаштування робочого, аварійного (евакуаційного), ремонтного освітлення в житлових, торгових і адміністративно-суспільних приміщеннях будинку. Всі мережі електроосвітлення живляться від водно-розподільних пристроїв.

### **Зовнішнє електроосвітлення**

Проектом передбачений пристрій зовнішнього електроосвітлення території будинку - вуличними світильниками з натрієвими лампами високого тиску. Управління зовнішнім електроосвітленням передбачено від панелей зовнішнього електроосвітлення проєктованих трансформаторних підстанцій.

### **Санітарно-технічні вузли**

Стіни ванн і вбиралень облицьовують відповідно керамічною плиткою. Інші поверхні з середини обробляються клейовими фарбами, а зовні підготовлюються під оклеювання шпалерами.

### **Двері**

В проекті передбачено дверні блоки по серії 1.136-1. Двері виготовлені із суцільним заповненням дверних полотен. Поверхні дверей обклеюються твердими деревоволокнистими плитами. Двері встановлені на двох петлях, а ручка на висоті їм від рівня підлоги.

### **Вікна**

Для природного освітлення, вентиляції і інсоляції приміщень, в проекті передбачені металопластикові вікна за ДСТУ «Блоки оконные из поливинилхлоридных профилей».

### **Підлоги**

Конструкція підлоги в проекті прийнята відповідно до вимог ДБН Д.2.2-11-99 «Підлоги». Прийняті підлоги задовольняють теплотехнічні та інші експлуатаційні вимоги, які ставляться до підлоги житлових будівель.

Вибір конструкції підлоги вибрано в залежності від призначення і приміщень, режиму експлуатації і архітектурних вимог і економічної доцільності.

### **Дах**

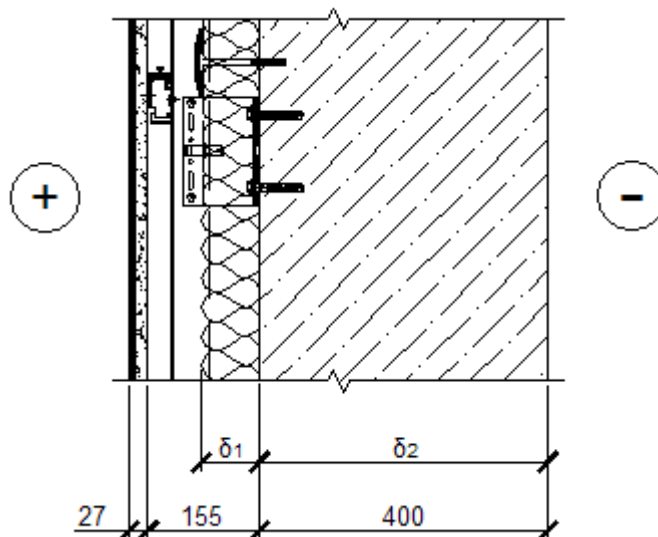
В проекті запроектована індустріальна покрівля з холодним горищем, де як гідроізоляційний шар прийнято з 3-х шарів із захисним покриттям.

Теплоізоляційний шар виконується з пінобетонних плит, покладений на пароізоляцію. Основою рулонного килиму служить монолітна залізобетонна плита.

Наклеювання полотнищ здійснюється на бітумній мастиці із дотриманням і вимог ДБН Д.2.4-8-2000 Збірник 8. «Дахи, покрівлі». Водостік даху в проекті прийнято внутрішній, організованим способом з випусканням атмосферної вологи на вимощення будівлі.

## **1.4 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої стіни**

Приймаємо фасадну систему «Airtec Glass» товщиною не менш за розрахункову. Термічний опір зовнішніх лицювальних плит та вентиляваного повітряного прошарку у розрахунках визначення товщини утеплювача не враховується, але створює додатковий ефект, що збільшує загальний термічний опір теплопередачі вентиляваного фасаду.



Вихідні дані:

$\delta_1$  – утеплювач ISOVER KL 34

$$\gamma_0 = 23 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_1 = 0.044 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$$

$\delta_2$  – внутрішній ряд з фібропінобетону

$$\gamma_0 = 900 \text{ кг/м}^3$$

$$\lambda_2 = 0.24 \frac{\text{Вт}}{\text{м}\cdot\text{К}}$$

Згідно вимогам ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» місто Харків відноситься до першої зони по градусо-добам  $> 3501$  град. діб.

Нормативне значення опору теплопередачі стіни  $R_0^{\text{TP}}$  для житлових будинків нового будівництва для великопанельних (монолітних, цегляних) у першій зоні складає  $4.0 \frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}$ .

Загальний опір теплопередачі багатошарової стіни складає:

$$R_0^\Phi = \frac{1}{\alpha_B} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_2}{\lambda_2} + \frac{1}{\alpha_3}$$

$\alpha_B$  – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні стіни (дод. Е ДБН В.2.6-31:2006);

$$\alpha_B = 8.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$\delta$  – товщина шарів стіни, що розраховується;

$\lambda$  – розрахунковий коефіцієнт тепловіддачі шарів матеріалу конструкції стіни в залежності від матеріалу, його щільності ( $\text{кг}/\text{м}^3$ ) та умов експлуатації, залежних від вологого режиму приміщення та зон вологості будівництва (А або Б), що приймається згідно п. 2.11 (дод. Л) ДБН.

$$\alpha_3 = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м} \cdot \text{К}}$$

$$\text{Тоді } R_0^\Phi = \frac{1}{8.7} + \frac{x}{0.044} + \frac{0.4}{0.24} + \frac{1}{23} = 3.3 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Звідки  $\delta_1 = 0.0429 \text{ м} = 42.9 \text{ мм}$ . Прийmemo утеплювач товщиною 150 мм.

$$\text{Тоді } R_0^\Phi = 4.2 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Опір теплопередачі зовнішньої стіни  $R_0^\Phi$  слід приймати не меншим за нормативний опір  $R_0^H$ .

$$R_0^\Phi > R_0^H$$

$$\text{Тоді } R_0^\Phi = 4.23 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}} > 4.0 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}.$$

Необхідна умова для забезпечення потрібних санітарно-гігієнічних умов у приміщенні виконується

## 2. Конструктивна частина

### Розрахунок фундаменту

Табл. 2.1 - Фізико-механічні властивості ґрунтів

Показники властивостей		Одиниці вимірювання	ІГЕ-2	ІГЕ-3	ІГЕ-4	ІГЕ-5
Природна вологість, $W$		долі один.	0,135	$\frac{0,087^*}{0,295}$	0,019	0,118
Вологість на межі текучості, $W_L$			0,20	0,23	-	0,20
Вологість на межі розкочування, $W_P$			0,15	0,17	-	0,14
Число пластичності, $IP$			0,05	0,06	-	0,06
Показник текучості, $IL$			<0	<0	-	<0
Гранулометричний склад: вміст фракцій, мм	2.00 – 1.00	%	-	-	0,7	-
	1.00 – 0.50		-	-	3,0	-
	1.00 – 0.25		-	-	31,7	-
	1.00 – 0.10		-	-	51,1	-
	<0.10		-	-	13,5	-
Коефіцієнт фільтрації, $K_f$		м/добу	-	-	2,4	-
Щільність ґрунту, $\rho_H$		т/м	1,77	$\frac{1,62^*}{1,93}$	1,63	1,80
Щільність сухого ґрунту, $\rho_d$			1,56	1,49	1,60	1,61
Щільність часток ґрунту, $\rho_S$			2,69	2,69	2,65	2,68
Коефіцієнт пористості, $e$		долі один.	0,724	0,805	0,656	0,665
Питоме значення, $C_H$		кПа	13	12*/6	1	14
$C_{II}$ при $\alpha = 0.85$			13	12*/6	1	14
$C_I$ при $\alpha = 0.95$			9	8*/4	0	9
Кут внутрішнього тертя, $\varphi_H$		град.	24	$\frac{24^*}{15}$	32	26
$\varphi_{II}$ при $\alpha = 0.85$			24	$\frac{24^*}{15}$	32	26
$\varphi_I$ при $\alpha = 0.95$			24	$\frac{21^*}{13}$	28	23
Початковий просідний тиск, $P_{sl}$		МПа	-	0,16	-	-
Початкова просідна вологість, $W_{sl}$		частка один.	-	0,240	-	-
Модуль деформації, $E_0$		МПа	12	$\frac{13^*}{7}$	26	14
Розрахунковий опір, $R_0$		кПа	210	$\frac{330^*}{160}$	350	230

Показники властивостей		Одиниці вимірювання	ІГЕ-8	ІГЕ-6	ІГЕ-7
Природна вологість, $W$		долі один.	0,186	$\frac{0,072^*}{0,220}$	$\frac{0,070^*}{0,215}$
Вологість на межі текучості, $W_L$			0,20	-	-
Вологість на межі розкочування, $W_P$			0,14	-	-
Число пластичності, $IP$			0,06	-	-
Показник текучості, $IL$			0,77	-	-
Гранулометричний склад: вміст фракцій, мм	2.00 – 1.00	%	-	0,1	1,0
	1.00 – 0.50		-	1,0	4,5
	1.00 – 0.25		-	9,0	23,0
	1.00 – 0.10		-	60,4	56,2
	<0.10		-	29,5	15,3
Коефіцієнт фільтрації, $K_f$		м/добу	-	0,8	2,5
Щільність ґрунту, $\rho_H$		т/м	1,89	$\frac{1,79^*}{2,04}$	$\frac{1,80^*}{2,04}$
Щільність сухого ґрунту, $\rho_d$			1,59	1,67	1,68
Щільність часток ґрунту, $\rho_S$			2,68	2,66	2,65
Коефіцієнт пористості, $e$		долі один.	0,686	0,593	0,577
Питоме значення, $C_H$		кПа	11	5	3
$C_H$ при $\alpha = 0.85$			11	5	3
$C_H$ при $\alpha = 0.95$			7	3	2
Кут внутрішнього тертя, $\varphi_H$		град.	21	32	35
$\varphi_H$ при $\alpha = 0.85$			21	32	35
$\varphi_H$ при $\alpha = 0.95$			18	29	32
Початковий просідний тиск, $P_{sl}$		МПа	-	-	-
Початкова просідна вологість, $W_{sl}$		частка один.	-	-	-
Модуль деформації, $E_0$		МПа	10	23	35
Розрахунковий опір, $R_0$		кПа	190	-	-

## 2.1 Визначення повного класифікаційного найменування ґрунтів

### Шар №2

1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.69}{1.77} * (1 + 0.135) - 1 = 0.724$$

2) Число пластичності

$$I_P = W_L - W_P = 0.05 = 5\%. \text{ Якщо } 1 \leq I_P \leq 7 - \text{супесь.}$$

3) Показник текучості

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{W - W_P}{I_P}, \quad I_L < 0 - \text{супесь тверда.}$$

Висновок: ґрунт – **супісь тверда.**

### Шар №3

1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.69}{1.93} * (1 + 0.295) - 1 = 0.805$$

2) Число пластичності

$$I_P = W_L - W_P = 0.06 = 6\%. \text{ Якщо } 1 \leq I_P \leq 7 - \text{супесь.}$$

3) Показник текучості

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{W - W_P}{I_P}, \quad I_L < 0 - \text{супесь тверда.}$$

Висновок: ґрунт – **супісь тверда.**

### Шар №4

1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.65}{1.63} * (1 + 0.019) - 1 = 0.656$$

## 2) Ступінь вологості

$$S_R = \frac{W * \rho_s}{e * \rho_w} = \frac{0.019 * 2.65}{0.656 * 1} = 0.076 - \text{пісок насичений водою}$$

$$\rho_w = 1 \text{ т/м}^3 - \text{щільність води}$$

Висновок: ґрунт – **пісок мілкий, середньої щільності, маловологий.**

*Шар №5*

## 1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.68}{1.8} * (1 + 0.118) - 1 = 0.665$$

## 2) Число пластичності

$$I_P = W_L - W_P = 0.06 = 6\%. \text{ Якщо } 1 \leq I_P \leq 7 - \text{супесь.}$$

## 3) Показник текучості

$$I_L = \frac{W - W_P}{W_L - W_P} = \frac{W - W_P}{I_P}, \quad I_L < 0 - \text{супесь тверда.}$$

Висновок: ґрунт – **супісь тверда.**

*Шар №6*

## 1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.66}{2.04} * (1 + 0.220) - 1 = 0.593$$

## 2) Ступінь вологості

$$S_R = \frac{W * \rho_s}{e * \rho_w} = \frac{0.220 * 2.66}{0.577 * 1} = 1.014 - \text{пісок насичений водою}$$

$$\rho_w = 1 \text{ т/м}^3 - \text{щільність води}$$

Висновок: ґрунт – **пісок мілкий, щільний, насичений водою.**

*Шар №7*

## 1) Коефіцієнт пористості

$$e = \frac{\rho_s}{\rho} * (1 + W) - 1 = \frac{2.65}{2.04} * (1 + 0.215) - 1 = 0.577$$

## 2) Ступінь вологості

$$S_R = \frac{W * \rho_s}{e * \rho_w} = \frac{0.215 * 2.65}{0.577 * 1} = 0.987 - \text{пісок насичений водою}$$

$$\rho_w = 1 \text{ т/м}^3 - \text{щільність води}$$

Висновок: ґрунт – **пісок м'який, щільний, насичений водою.**

## 2.2 Розрахунок фундаментної плити та паль

Фундамент будівлі прийнятий у вигляді монолітної залізобетонної плити по полю з паль ущільнення DDS.

### Збір навантажень на палю

Для визначення навантаження на палю використаємо розрахунковий комплекс «Мономах».

Перш за все створюємо модель усього будинку та завдаємо навантаження: постійні, короткочасні, вітрові, снігові.

Далі створюємо фундаменту плиту. Для цього використовуємо пункт меню *Схема/Додати елемент/Додати фундаментну плиту*. Де задаємо вильот фундаментної плити  $d_b = 1$  м, матеріал – залізобетон, товщину = 1 м, основу – пальове поле. Задаємо початок координат у лівому нижньому куту плити перекриття за допомогою команди *Схема/Система координат/Перенос*. Задаємо прямокутну фундаментну плиту розмірами 22550x12500. Та натискаємо *ОК*. Далі використовуючи пункт меню *Схема/Додати елемент/Додати палю* завдаємо кількість паль, їх крок, та переріз.

У відкритомуся діалоговому вікні задаємо переріз паль 400x400 та натиснувши на кнопку *Додати куц палю* задаємо метод розстановки паль – рядовий, з кроком по  $X=2.2318$  м та по  $Y=2.4166$ м, кількість кроків по  $X=11$  та по  $Y=6$ . Натискаємо *ОК*.

Палі розставляємо з урахуванням вимог нормативного документу, це означає, що відстань між вісями паль повинна бути не менше ніж  $3d$  палі – приймаємо  $6d$ .

В результаті отримуємо схему розміщення паль та фундаментну плиту.

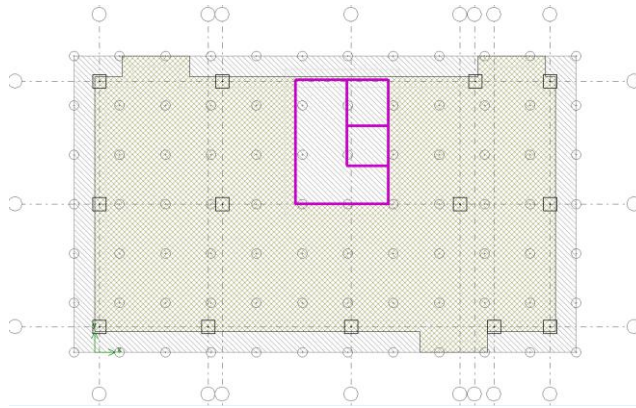


Рис. 2.1 – Фундаментна плита по полю з палів

Виконуємо розрахунок усієї будівлі за допомогою команд меню:

1. *Розрахунок/Виконати розрахунок всієї будівлі*
2. *МКЕ розрахунок*

Після того, як виконається «МКЕ розрахунок», виконуємо команду меню *Вид/Результати МКЕ розрахунку* та у новому вікні виконуємо *Результати/Розрахункова записка (rtf-файл)*. У розрахунковій записці будуть вказані навантаження на усі палі.

### Результати розрахунку у ПК «Мономах»

Постійна, тс	Тривала, тс	Кр. времен., тс
Навантаження на відмітці низу стін і колон 1-го поверху		
5217.515	1294.664	554.856
Власна вага фундаментних плит і додаткові навантаження на них		
889.937	0	0

#### Фундаментні плити

$b$  - товщина фундаментної плити

$S$  - площа фундаментної плити

Для фундаментних плит, що змодельовані кінцевими елементами з жорсткістю, що включає параметри пружної основи:

$C1Min$  - мінімальне значення жорсткості пружної основи ґрунту на стиск

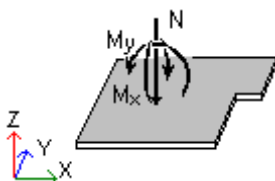
$C1Max$  - максимальне значення жорсткості пружної основи ґрунту на стиск

$C1Ave$  - усереднене значення жорсткості пружної основи ґрунту на стиск

$C2Min$  - мінімальне значення жорсткості пружної основи ґрунту на зсув

$C2Max$  - максимальне значення жорсткості пружної основи ґрунту на зсув

$C2Ave$  - усереднене значення жорсткості пружної основи ґрунту на зсув



Позначення	Розмір	Опис	Позитивний знак навантаження визначає
$N$	тс	Вертикальна сила	Дія проти вісі $Z$
$M_x$	тс * м	Вигинаючий момент відносно осі, співспрямованої з	Дія по годинній стрілці, якщо дивитися з кінця осі $X$

$M_y$	$t_c * m$	віссю X і що проходить через центр тяжіння фонд. плити Вигинаючий момент відносно осі, співспрямованої з віссю Y і що проходить через центр тяжіння фонд. плити	Дія по годинній стрілці, якщо дивитися з кінця осі Y
$R_x$	$t_c$	Горизонтальна сила вздовж осі X	Дія проти осі X
$R_y$	$t_c$	Горизонтальна сила вздовж осі Y	Дія проти осі Y

N	Завантаження	Форма/ комбінація	N(тс)	$M_x(t_c * m)$	$M_y(t_c * m)$	$R_x(t_c)$	$R_y(t_c)$
---	--------------	----------------------	-------	----------------	----------------	------------	------------

Поверх N1 Фундаментна плита N1 b=1м, S=355.97м <sup>2</sup> , 2. з.б.							
1_1	Постійна		6107.452	2679.544	-1446.406	-0	0
	Тривала		1294.665	-300.678	-1.506	-0	0
	Кр. времен.		554.856	-128.862	-0.645	-0	0

Палі

Потреба матеріалів.Всього							
Матеріали	Фундаменти	Стіни	Колони	Балки	Плити	Перегородки	Всього
Бетон, м3	358.87	470.89	136.50	0.00	739.81	0.00	1706.06
Бетон, ціна	0	0	0	0	0	0	0
Арматура, кг	35778	4525	9462	0	35501	0	85266
Арматура, ціна	0	0	0	0	0	0	0
Опалубка, м2	452.14	2478.37	1092.00	0.00	3699.04	0.00	7721.55
Опалубка, ціна	0	0	0	0	0	0	0
Всього, ціна	0	0	0	0	0	0	0

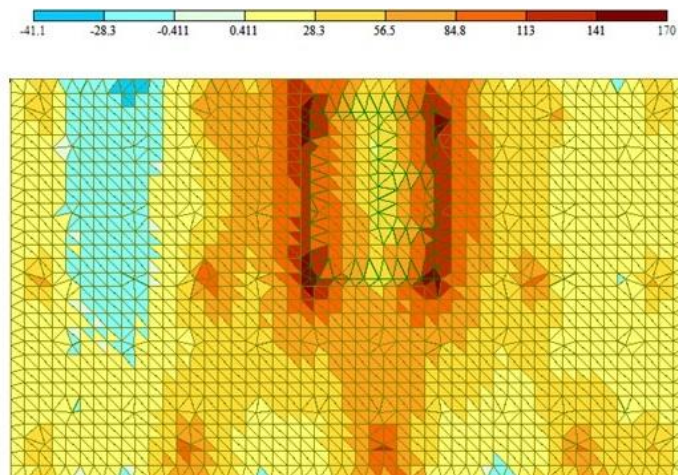
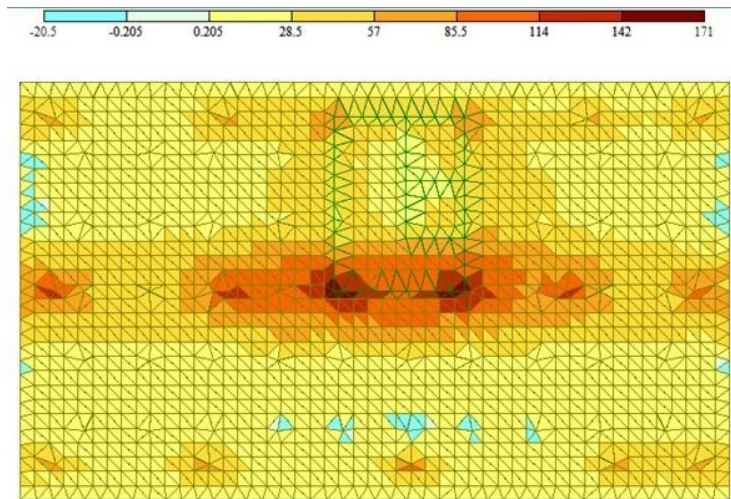
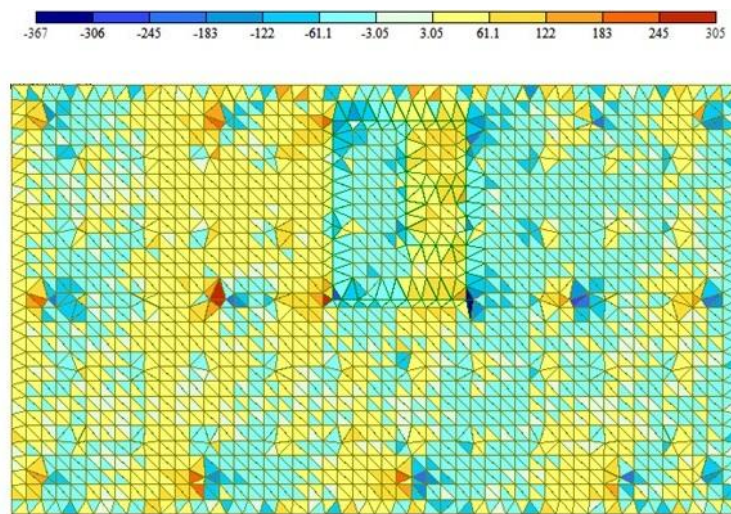
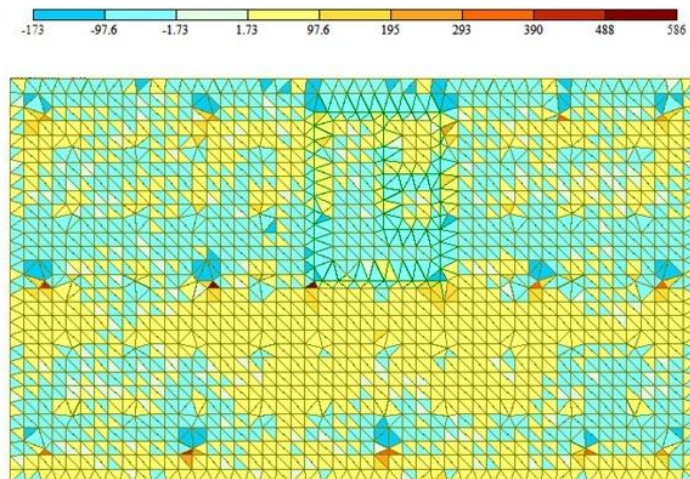


Рис. 2.2 – Напруження по  $M_x$

Рис. 2.3 – Напруження по  $M_u$ Рис. 2.4 – Напруження по  $Q_x$ Рис. 2.5 – Напруження по  $Q_u$ 

### 2.3 Розрахунок ростверку на продавлювання колоною

Розрахунок виконуємо за формулою:

$$F_{per} \leq \frac{2h_0 R_{bt}}{\alpha} \left[ \frac{h_0}{c_1} (b_{col} + c_2) + \frac{h_0}{c_2} (h_{col} + c_1) \right],$$

$F_{per}$  – розрахункова продавлююча сила, що дорівнює сумі реакцій усіх паль, які розміщуються за межами нижньої основи піраміди продавлювання.

$$F_{per} = 2 \sum F_i = 2 * (3F_1 + F_2)$$

Реакції від паль підраховуються від поздовжньої сили та моменту, що діють в поперечному та поздовжньому напрямках для випадку позацентрово-стиснутого фундаменту. Тому в цьому випадку  $\Sigma F$  визначається в кожному з напрямків окремо.

$$F_{per} = 2955.36 \text{ кН}$$

$$F_1 = 384.75 \text{ кН та } F_2 = 323.43 \text{ кН}$$

$R_{bt}$  - розрахунковий опір бетону на розтягання з урахуванням коефіцієнту умов роботи бетону

$$R_{bt} = 1.1 * 1.5 \text{ МПа} = 1.155 \text{ МПа}$$

$h_0$  – робоча висота перерізу, приймається від верху ростверку до верху нижньої арматури сітки.  $h_0 = 0.928 \text{ м}$

$c_1$  та  $c_2$  – відстань від поверхні колони до бокової поверхні палі, що розміщується за межами фігури продавлювання.

$$c_1 = 1.504 \text{ м}$$

$$c_2 = 2.0 \text{ м}$$

$\alpha$  – коефіцієнт, що враховує часткову передачу навантаження на плиту через стінки стакану. В даному випадку стакану немає, виконується монолітний стик колони та ростверку.

Визначаємо максимальну продавлюючу силу, яку може сприйняти ростверк із заданою товщиною:

$$F_{per} = 2955.36 \text{ кН} \leq \frac{20.939 * 1155}{1} \left[ \frac{0.928}{1.504} * 2.5 + 0.95 \right] = 5844 \text{ кН}$$

Міцність ростверку забезпечена. Тому поперечне армування не потрібне.

## 2.4 Розрахунок ростверку на продавлювання від кутової палі

Розрахунок виконуємо за формулою:

$$F_{ai} \leq R_{bt} h_{01} \left[ \beta_1 \left( b_{02} + \frac{c_{02}}{2} \right) + \beta_2 \left( b_{01} + \frac{c_{01}}{2} \right) \right]$$

$F_{ai}$  – розрахункове навантаження на кутову колону з врахуванням моментів у двох напрямках

$$F_{ai} = 1591.3 \text{ кН} - \text{в перерахунку на 84 палі}$$

$h_{01}$  – робоча висота перерізу на перевіряємій ділянці

$$h_{01} = 0.928 \text{ м}$$

$c_{01}$ ;  $c_{02}$  – відстані від внутрішніх поверхонь кутових паль до ближчої поверхні колони.

$$c_{01} = 0.35 \text{ м}; c_{02} = 0.35 \text{ м}$$

$b_{01}$ ;  $b_{02}$  – відстані від внутрішніх поверхонь кутових паль до зовнішньої поверхні ростверку

$$b_{01} = 0.35 \text{ м}; b_{02} = 0.35 \text{ м}$$

$\beta_i$  – коефіцієнт, що розраховується за формулою:

$$\beta_i = k \frac{h_{0i}}{c_{0i}},$$

$$\beta_1 = k_1 \frac{h_{01}}{c_{01}}; \beta_2 = k_2 \frac{h_{01}}{c_{02}};$$

$\beta_1$  та  $\beta_2$  приймаємо, знаючи співвідношення  $\frac{h_{01}}{c_{01}} = 2.71$  та  $\frac{h_{01}}{c_{02}} = 2.71$ . Тоді

$$\beta_1 = 1, \beta_2 = 1; c_{01} = c_{02} = 0.4 * h_{01} = 0.38$$

$k$  – коефіцієнт, що враховує зниження несучої здатності плити ростверку у кутовій зоні.

$$\text{Тоді, } F_{ai} = 1591.3 \text{ кН} \leq 1155 * 0.95 * 0.84 * 2 = 1848.38 \text{ кН}$$

Умова виконується. Тобто міцність ростверку від продавлювання кутовою палею забезпечена.

## 2.5 Розрахунок несучої здатності фундаменту

1. Несуча здатність однієї палі

$$F_d = \gamma_c * (\gamma_{CR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i l_i)$$

$\gamma_c = 1$  – коефіцієнт умов роботи палі у ґрунті

$\gamma_{CR}$ ,  $\gamma_{cf i}$  - коефіцієнти умов роботи ґрунту під нижнім кінцем палі та по її боковій поверхні

$u$  – периметр перерізу палі DDS ( $\varnothing 350$ ),  $u = 2\pi R = 1.099$  м.

$f_i$  - розрахунковий опір по боковій поверхні палі

$l_i$  - товщина  $i$ -го шару, що перерізується палею

Так як довжина палі  $l = 8.44$  м, то  $R = 10.084$  МПа.

Периметр перерізу палі:  $u = 4*0.3 = 1.2$  м

$\gamma_{CR} = 1$

$\gamma_{cf i} = 1$

$A$  – площа перерізу палі DDS,  $A = \pi R^2 = 0.096$  м<sup>2</sup>

Для знаходження  $f_i$  шари ділимо на декілька шарів з висотою не більше 2.0м.

*Розрахункові опори по боковій поверхні палі:*

$$f_1 (3.56) = 0.0367$$

$$f_2 (5.56) = 0.0411$$

$$f_3 (7.56) = 0.0436$$

$$f_4 (9.28) = 0.0453$$

$$f_5 (10.5) = 0.0465$$

Тоді  $F_d = 10.1*0.096 + 1.287*(0.0367*3.56 + 0.0411*5.56 + 0.0436*7.56 + 9.28*0.0453 + 10.5*0.0465) = 3.025$  МН = 302.5 т

*Розрахункове навантаження на одну палю:*

$N_{1\text{ св}} = \frac{F_d}{1.4} = 216.11$  т. Максимальне навантаження  $N$  від будівлі складає 115.502 т.

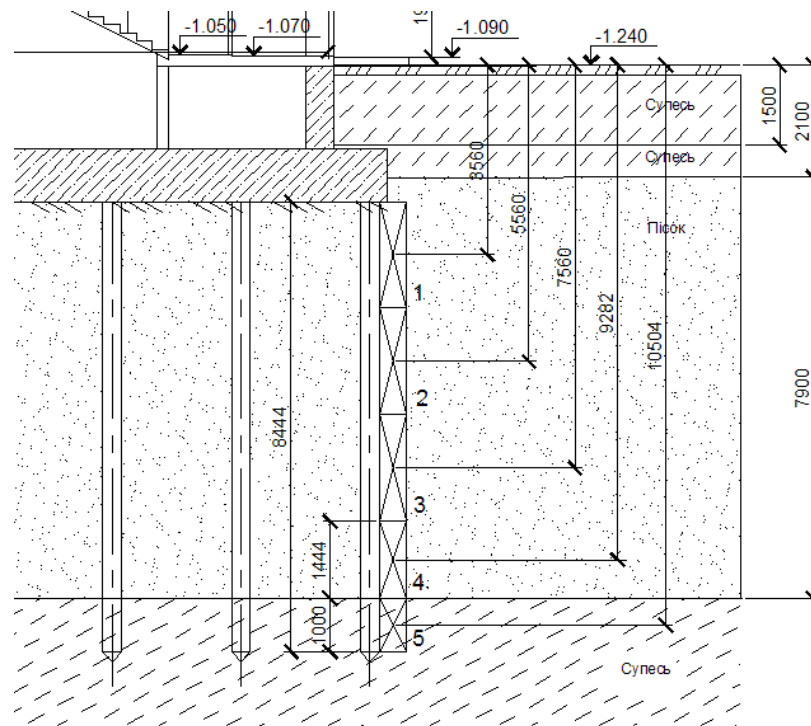


Рис. 2.6 – Знаходження коефіцієнту  $f$

Потрібна кількість палей:

$$n = \frac{N_d \cdot \gamma_K}{F_d}, N_d = 1.2N = 1.2 \cdot 7956.97 \text{ т} = 9548.36 \text{ т}$$

$$\gamma_K = 1.4$$

$$n = \frac{9548.36 \cdot 1.4}{302.5} = 44.19 = 45 \text{ шт.}$$

Остаточню приймаємо 84 палі, виходячи

з рекомендованого кроку не менш ніж  $3d$ . В даному випадку крок прийнятий: по  $X=2.2318$  м та по  $Y=2.1466$  м.

Відстань від краю ростверку до зовнішньої сторони палі приймаємо 0.3 м.

Перевіряємо несучу здатність усіх палей одного фундаменту:

$$N_{max} = \frac{N_d + G_p + G_{гр}}{n} + \frac{M_x \cdot x_{max}}{\sum x_i^2} \leq \frac{1.2 \cdot F_d}{\gamma_K}$$

$G_p$  – вага ростверку

$G_{гр}$  - вага ґрунту, що спирається зверху на ростверк

$$G_p = \rho_b h_p b_p l_p = 889.94 \text{ т}$$

$$G_{гр} = \rho_{гр} h b l = 20.8 \text{ т}$$

$$N_{max} = \frac{9548.36 + 889.94 + 20.8}{84} + \frac{3212.45 * 1.2083}{(11 * 781.2275)^2} = 124.94 \leq 366.75 \text{ МН}$$

$$M_x = M_{теор} * 1.2 = 2679.54 \text{ Т*М}$$

## 2.6 Розрахунок осідання фундаменту за деформаціями

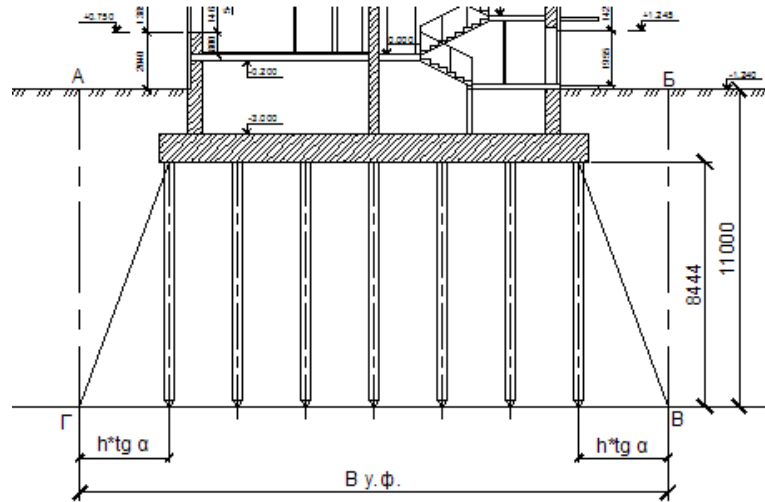


Рис. 2.7 – Визначення розмірів умовного фундаменту

1) Знаходимо значення кутів внутрішнього тертя.

Для ґрунту першого шару – пісок м'який:

$$e = 0.656$$

$$\varphi_{II1} = 32^\circ$$

Для ґрунту другого шару – супісь тверда:

при  $I_L < 0$  та  $e = 0.665$

$$\varphi_{II2} = 26^\circ 15''$$

2) Знаходимо середнє значення кута внутрішнього тертя:

$$\varphi_{II\text{ср}} = \frac{\varphi_{II1} * l_1 + \varphi_{II2} * l_2}{l_1 + l_2} = \frac{32^\circ * 8.44 + 26^\circ 15'' * 1.0}{8.44 + 1} = 31^\circ 23''$$

Тоді значення  $\alpha$  буде дорівнювати:

$$\alpha = \frac{\varphi_{II\text{ср}}}{4} = 7^\circ 50''$$

3) Ширина умовного фундаменту:

$$B_{y.f.} = x + \left(\frac{b}{2}\right) * 2 + 2h * \text{tg}\alpha = 14.5 + 2.32 = 16.82 \text{ м}$$

4) Довжина умовного фундаменту:

$$L_{y.\phi.} = y + \left(\frac{b}{2}\right) * 2 + 2h * \operatorname{tg}\alpha = 24.55 + 2 * (7.44 + 1) * \operatorname{tg} 7^\circ 50'' = 26.87 \text{ м}$$

5) Нормативна вага паль:

$$G_{CB}^H = n * (L * G_{св1} + G_{остр}) = 170.52 \text{ Т}$$

$$G_{св1} = 2.03 \text{ Т}$$

$$G_{остр} = 80 \text{ кг/м}$$

6) Вага ґрунту у об'ємі фігури АБВГ:

$$G_{ГР. y.\phi.} = B_{y.\phi.} * L_{y.\phi.} * \sum h_i \gamma_i = 26.87 * 16.82 * (7.44 * 1.63 + 1.0 * 1.8) + 52.58 + 81.2 + 256.78 = 6685 \text{ Т}$$

7) Середнє значення тиску під подошвою фундаменту:

$$p_{II} = \frac{N_H + G_p * 1.1 + G_{CB} + G_{ГР. y.\phi.}}{B_{y.\phi.} * L_{y.\phi.}} < R$$

Розрахунковий опір під подошвою фундаменту:

$$R = \frac{\gamma_{c1} * \gamma_{c2}}{k} * (M_\gamma B_{y.\phi.} \gamma_{II} + M_q d_{y.\phi.} \gamma'_{II} + M_c * c_{11})$$

$$\gamma_{c1} = 1.25, M_\gamma = 0.84, d_{y.\phi.} = 11 \text{ м}$$

$$\gamma_{c2} = 1.1, M_q = 4.37, c_{11} = 0.0145 \text{ МПа} = 1.45 \text{ Т/м}^2$$

$$k = 1, M_c = 6.67$$

$$R = 1.2 * (0.32 * 4.23 * 0.0206 + 2.3 * 14.1 * 0.0193 + 4.84 * 0.08) =$$

$$1.8014 \text{ МН} = 180.14 \text{ Т}$$

$$\gamma'_{11} = \frac{\gamma_{111} * h_1 + \gamma_{112} * h_2 + \gamma_{113} * h_3 + \gamma_{114} * h_4}{h_1 + h_2 + h_3 + h_4} = \frac{1.77 * 1.3 + 1.93 * 0.6 + 1.63 * 7.9 + 1.8 * 1}{1.3 + 0.6 + 7.9 = 1} = 1.679 \text{ Т/м}^2$$

$$p_{II} = \frac{7956.97 + 889.94 * 1.1 + 32874.5 + 6685}{26.87 * 16.82} = 34.94 \text{ Т} < R = 180.14 \text{ Т}$$

Умова виконується, несуча здатність забезпечена.

## 2.7 Розрахунок осадки фундаменту методом пошарового сумування

Розміри умовного фундаменту:

$$B_{y.f.} = 16.82 \text{ м}$$

$$L_{y.f.} = 26.87 \text{ м}$$

$$p_{cp} = 34.94 \text{ т}$$

Головна розрахункова формула:

$$S = \beta * \sum_{i=1}^n * \frac{h_i * \sigma_{zp i}}{E_{oi}},$$

де  $\beta = 0.8$  – коефіцієнт, який враховує бокове розширення ґрунту

$\sigma_{zp i}$  – середнє значення додаткового нормативного напруження

$h_i$  - товщина і-го шару ґрунту

$E$  - модуль деформації і-го шару

**Знайдемо вертикальні напруження від дії власної ваги ґрунту**

$$\sigma_{zg,i} = \gamma_i * h_i$$

$$\sigma_{zg,3} = \gamma_3 * h_3 \quad \sigma_{zg,2} = 2.655 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg,4} = \gamma_4 * h_4 + \sigma_{zg,3} = 6.468 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg,5} = \gamma_5 * h_5 + \sigma_{zg,4} = 19.34 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg,6} = \gamma_6 * h_6 + \sigma_{zg,5} = 23.665 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg,8} = \gamma_8 * h_{81} + \sigma_{zg,6} = 25.5 \text{ т/м}^2$$

$$\sigma_{zg,8_2} = \gamma_{взв1} * h_{8_2} + \sigma_{zg,8} = 25.71 \text{ т/м}^2, \quad \gamma_{взв1} = \frac{\gamma_{s8} - \gamma_w}{1+e} = 1.042$$

$$\sigma_{zg,9} = \sigma_{zg,8_2} + \gamma_{взв2} * h_9 = 32.51 \text{ т/м}^2, \quad \gamma_{взв2} = \frac{\gamma_{s8} - \gamma_w}{1+e} = 1.046$$

Знаходимо значення напруження під подошвою фундаменту:

$$\sigma_{zgf} = \gamma_2 * h_2 + \gamma_3 * h_3 + \gamma_5 * h_5 + \gamma_6 * (d - h_2 - h_3 - h_5) = 21.65 \text{ т/м}^2$$

Знаходимо значення тиску, що діє під подошвою фундаменту:

$$P_0 = P_{cp} - \sigma_{zgf} = 34.94 - 21.65 = 13.29 \text{ т}$$

**Знайдемо додаткові вертикальні напруження під подошвою фундаменту**

$$\sigma_{zpi} = \alpha_i * P_0$$

Коефіцієнт  $\alpha$  знаходимо виходячи з  $\eta = \frac{b}{l} = 1.8$

Напруження будемо шукати до відмітки, де  $\sigma_{zp i} \leq 0.2 * \sigma_{zg i}$  :

$$z = 0.4 * b$$

$$1) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 1.4}{16.82} = 0.166$$

$$\alpha = 0.989$$

$$\sigma_{zp 1} = 13.14 \text{ Т/М}^2$$

$$2) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 2.4}{16.82} = 1.6$$

$$\alpha = 0.981$$

$$\sigma_{zp 2} = 13.04 \text{ Т/М}^2$$

$$3) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 4.5}{16.82} = 0.535$$

$$\alpha = 0.938$$

$$\sigma_{zp 3} = 12.47 \text{ Т/М}^2$$

$$4) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 6.5}{16.82} = 0.773$$

$$\alpha = 0.873$$

$$\sigma_{zp 4} = 11.60 \text{ Т/М}^2$$

$$5) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 8.5}{16.82} = 1.01$$

$$\alpha = 0.787$$

$$\sigma_{zp 5} = 9.46 \text{ Т/М}^2$$

$$6) \xi = \frac{2z}{b} = \frac{2 * 10.5}{16.82} = 1.25$$

$$\alpha = 0.699$$

$$\sigma_{zp 6} = 6.29 \text{ Т/М}^2$$

Знаходимо осадку від фундаменту:

$$S = 0.8 * \left[ \frac{16.26 * 1.4}{1400} + \frac{16.14 * 2.5}{2300} + \frac{15.43 * 4.5}{3500} + \frac{14.36 * 6.5}{35000} + \frac{12.95 * 8.5}{35000} + \frac{9.376 * 10.5}{35000} \right] =$$

$$7.48 < 8\text{см}$$

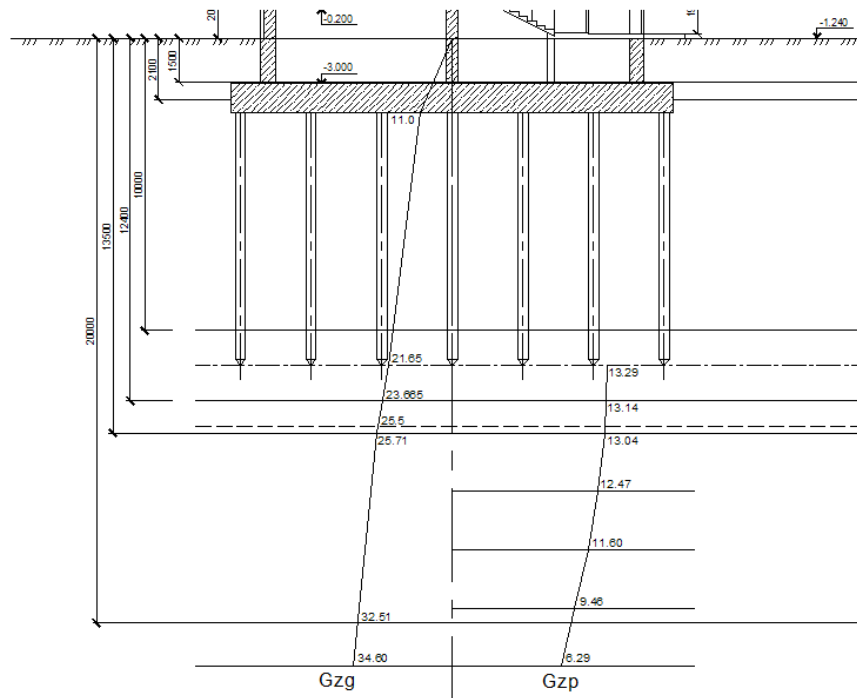


Рис. 2.8 – Епюри навантажень  $\sigma_{zp}$  та  $\sigma_{zg}$

## 2.8 Розрахунок армування та підбір арматури в системі ЛІР-АРМ

Після отримання результатів та їх візуалізації, запускаємо систему Лір-Арм в режимі «результати розрахунку». («Вікно-Лір-Арм»). Тоді розрахункова сема автоматично імпортується в систему Лір-Арм.

### Завдання та вибір матеріалів

Задаємо загальні характеристики армування. Для цього потрібно викликати *Редагування – Завдання вибір матеріалу*. Потім додаємо новий тип елементи (у нашому випадку це модуль армування – «оболонка»). Всі інші параметри приймаємо за замовчуванням.

Обираємо матеріали, для цього виділяємо всі чотирихвизлові пластини КЕ, та потім у меню «Матеріали» обираємо пункт «Призначити».

Матеріали – бетон важкий класу С 25/30;

- арматура А500С1 ДСТУ 3760-98 (поздовжня), максимальний діаметр 20мм.
- арматура А240С1 ДСТУ 3760-98 (поперечна) .

Після призначення матеріалів виконуємо розрахунок *Режим – Розрахунок арматури*. По закінченню розрахунку, керуючись отриманими результатами, підбираємо кількість необхідної арматури на погонний метр.

У таблиці результатів в першу строку заносяться результати підбору арматури за умовами тріщиностійкості, а у другу – за умовами міцності.

Результати підбору арматури:

- AS1 – площа нижньої арматури у напрямку осі X (см<sup>2</sup>/м);
- AS2 – площа верхньої арматури у напрямку осі X (см<sup>2</sup>/м);
- AS1 – площа нижньої арматури у напрямку осі Y (см<sup>2</sup>/м);
- AS2 – площа верхньої арматури у напрямку осі Y (см<sup>2</sup>/м);

Підбір поперечної арматури виконується виходячи з величини перерізуючої сили у напрямках X та Y на один погонний метр. Результати підбору поперечної арматури – площа арматури у напрямках X та Y при кроках 15, 20, 30 см.

Для підбраної арматури за умовами тріщиностійкості визначається ширина тривалого та короткочасного розкриття тріщин. Ширина розкриття тріщин визначається у напрямках x та y, а в таблицю заноситься більше значення.

### Візуалізація отриманих розрахунків

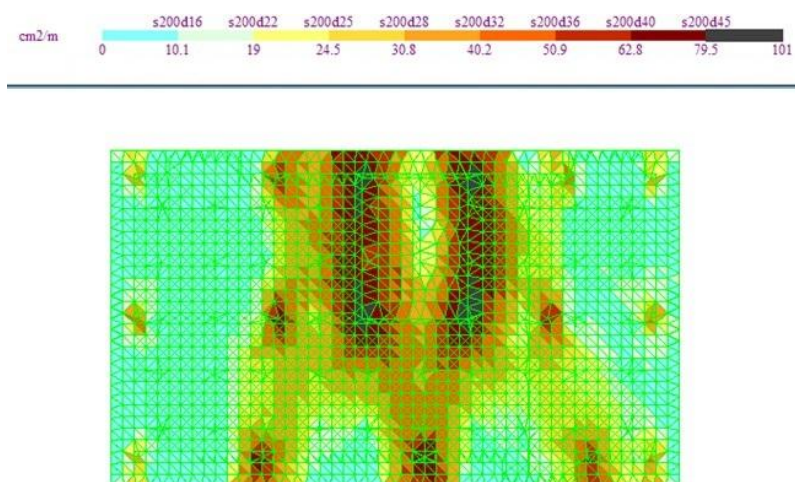


Рис. 2.9 – Площа арматури по вісі Ху нижньої грані

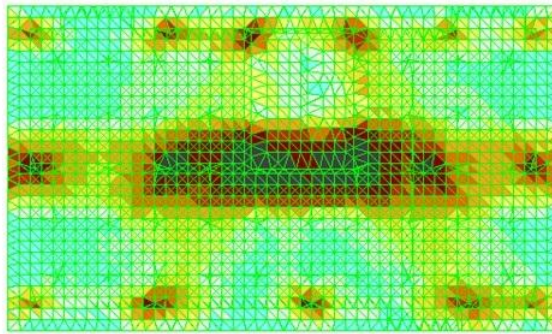
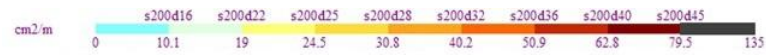


Рис. 2.10 – Площа арматури по вісі Yу нижньої грані

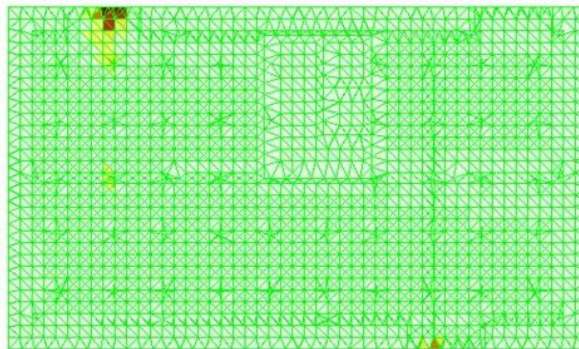
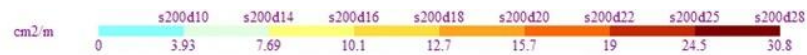


Рис. 2.11 – Площа арматури по вісі Xu верхньої грані

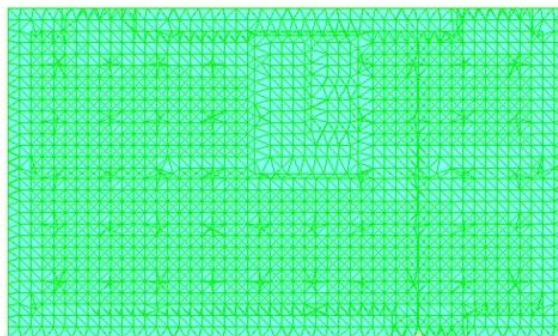
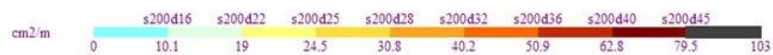


Рис. 2.12 – Площа арматури по вісі Yу верхньої грані

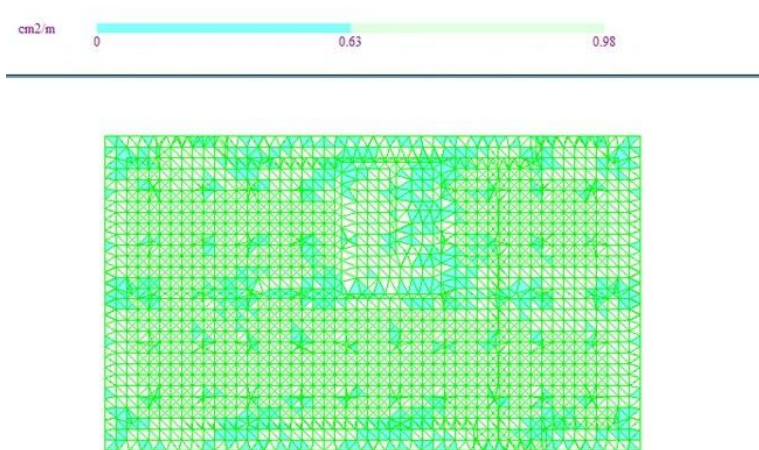


Рис. 2.13 – Площа поперечної арматури вздовж вісі X

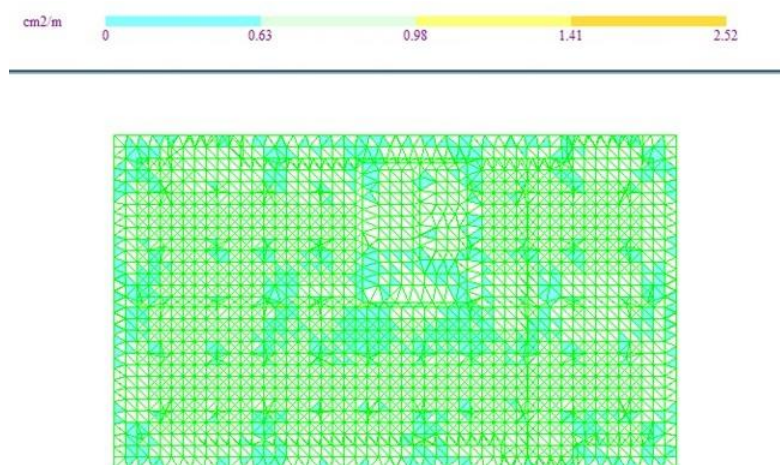


Рис. 2.14 – Площа поперечної арматури вздовж вісі Y

### **3. Організація і технологія будівництва**

#### **3.1 Умови здійснення будівництва**

Будівництво житлового будинку здійснюється в житловому мікрорайоні на освоєній території. Ділянка вільна. Ґрунти суглинки, ґрунтові води розташовані на значній глибині нижче підшви фундаменту і комунікацій, які прокладаються.

Біля будівельного майданчика знаходиться трансформаторна підстанція, що забезпечує електроенергією споживачів будмайданчика - баштовий кран, зварювальні апарати, підйомники, малярну і штукатурну станції, освітлювальну мережу.

На період будівництва використовується постійна дорога для підвезення будівельних матеріалів та елементів. Водопостачання для тимчасових технічних і господарських нестатків використовується від міської мережі. Пожежний гідрант установлений на постійному водопроводі. Для підключення тимчасових побутових приміщень використовується постійна каналізаційна мережа.

Доставка матеріалів і конструкцій здійснюється автотранспортом.

Роботи виконуються в теплий період року, тому не розроблені спеціальні заходи для негативного впливу низьких температур. У темний час доби будмайданчик освітлюється прожекторами, установленими на опорах на майданчику, а робочі місця освітлюють вишки, відповідно до вимог.

На період будівництва споруджується огорожа з дерев'яного забору висотою не менше 2м.

Монтаж конструкцій надземної частини будинку ведеться за допомогою баштового крана в 2 зміни. Вибір крана визначено в технологічній карті проекту.

#### **3.2 Визначення номенклатури і обсягів робіт**

Визначення обсягів робіт виконано згідно та зведено в відомість обсягів робіт. Використовуючи розраховані обсяги робіт визначена трудомісткість;

потреба в машинах; будівельних виробах, конструкціях і матеріалах; визначається кошторисна вартість будівельно-монтажних робіт, техніко-економічні показники, прийняті рішення про методи ведення робіт. Усі роботи основного періоду будівництва групуються в цикли. Перелік робіт і обсяги записані у відомості.

### 3.2.1 Визначення розмірів котловану для зведення будинку та обсягів земляних робіт

Об'єм котловану визначається за формулою:

$$V_K = \frac{h_K}{6} * ((2A + a)V + (2a + A)b), \text{ де } h_K = 2.56 \text{ м}$$

Розміри у нижній частині котловану:

$$a = a_{\Phi} + 2l_3 = 25.5 + 2*0.7 = 26.9 \text{ м}$$

$$b = b_{\Phi} + 2l_3 = 15.45 + 2*0.7 = 16.85 \text{ м}$$

Розміри у верхній частині котловану:

$$A = a + 2m*h_K = 26.9 + 2*1.72*2.56 = 35.71 \text{ м}$$

$$B = b + 2m*h_K = 16.85 + 2*1.72*2.56 = 25.56 \text{ м, де } m \text{ (супесь)} = 1:0.67$$

Тоді об'єм котловану буде складати:

$$V_K = \frac{2.56}{6} * ((2 * 35.71 + 26.9)25.66 + (2 * 26.9 + 35.71)16.85) = 1719.95 \text{ м}^3$$

Обсяг ґрунту у виїзній траншеї буде складати:

$$V_{\text{в.тр}} = \frac{h_K^2}{6} * \left( 3d + 2m * h_K * \frac{m'-m}{m'} \right) (m' - m), \text{ де}$$

$d = 7\text{м}$  – ширина виїзної траншеї

$$V_{\text{в.тр}} = \frac{2.56^2}{6} * \left( 3 * 7 + 2 * 1.72 * 2.56 * \frac{12-1.72}{1.72} \right) (12 - 1.72) = 826.75 \text{ м}^3$$

Загальний об'єм котловану складатиме:

$$V_{\text{ЗАГ}} = V_K + V_{\text{в.тр}} = 1719.95 + 826.75 = 2546.7 \text{ м}^3$$

### 3.3 Вибір способів розробки ґрунту і комплекту машин

Вибір методів провадження робіт і будівельних машин здійснено на підставі типових технологічних карт, карт трудових процесів, довідкової літератури. Земляні роботи виконуються з використанням важких машин. Для планування майданчика і зрізання рослинного шару обраний бульдозер Komatsu D65EX-15 потужністю 108 к.с.

Для розробки котловану обираємо екскаватор із зворотною Hyundai R210LC7 лопатою ємкістю ковша 0.65 м<sup>3</sup>.

Розрахуємо об'єм зворотної засипки:

$$V_{зас} = (V_{зас} - V_{буд}) * K_{зр}$$

$$V_{зас} = 422.7 \text{ м}^3$$

Враховуючи об'єми котловану і відстань 9 км для транспортування ґрунту обираємо самоскид КрАЗ-503, що має вантажопід'ємність 7т та ємність кузова 4м<sup>3</sup>.

Необхідну кількість автосамоскидів, які забезпечують безперервну роботу екскаватора при розробці котловану визначаємо за формулою:

$$N_{a/c} = \frac{T_{уст.н.} + T_{н.} + T_{уст.р.} + T_{р.} + T_{пр.} + T_{м.}}{T_{уст.н.} + T_{н.}}, \text{ де}$$

$T_{уст.н.}$  - тривалість установки автосамоскида під навантаження, хв

$T_{н.}$  - тривалість навантаження автосамоскида, хв.

$T_{уст.р.}$  - тривалість установки автосамоскида під розвантаження, хв

$T_{пр.}$  - тривалість пробігу автосамоскида від місця завантаження до місця розвантаження. Хв.

$T_{м.}$  - тривалість технологічних перерв, які виникають на протязі рейсу, хв.

$T_{р.}$  – тривалість розвантаження, хв

$$\text{Тоді } N_{a/c} = \frac{0.3+3+0.6+0.83+54+1.25}{0.3+3} = 18 \text{ автосамоскидів}$$

Для забезпечення безперервної роботи екскаваторів потрібно 18 автосамоскидів.

Монтаж нульового циклу проводиться самохідним стріловим гусеничним краном МКГ-25БР. Для монтажу надземної частини використано баштовий кран. Параметри приведені в технологічній карті на цегляні роботи. Більшу кількість кранів на даний обсяг робіт приймати недоцільно.

На влаштуванні покрівлі передбачено використання спеціальної установки для подачі розчину на покрівлю.

На штукатурних, малярних роботах застосовані штукатурна, малярна станції, набори спеціальних інструментів та засоби малої механізації.

На будмайданчику передбачені спеціалізовані заготівельні майстерні.

На основі обраних методів робіт і підрахунку обсягів робіт, визначаємо трудомісткість робіт, будуємо календарний графік, визначаємо його техніко-економічні показники. Графіки доставки на об'єкт матеріалів і конструкцій, пересування робочих кадрів на загально-будівельних і опоряджувальних роботах

### 3.4 Проектування технології зведення фундаменту

Для запроектованої монолітної плити необхідно: встановити опалубку, провести армування, укласти та ущільнити бетонну суміш та зняти опалубку.

Установка опалубки. Для зведення монолітної фундаментної плити використаємо дрібнощитову розбірно-переставну опалубку Peri.

Площа опалубки, яка торкається бетону визначається за формулою:

$S = 2Lh$ , де  $L$  – розгорнута довжина фундаментної плити

$h$  – висота ростверку.

$$S = 2 \cdot 81.9 \cdot 1 = 163.8 \text{ м}^2.$$

Обсяг бетону, який необхідно укласти у ростверк визначаємо за формулою:

$$V_B = F \cdot L, V_B = 393.9 \text{ м}^3.$$

Загальна маса арматури, потрібної для фундаментної плити складає 53562.81 кг.

Для подачі арматурних каркасів. Опалубки і бетонної суміші будемо використовувати самохідний кран.

### 3.4.1 Вибір комплекту машин

Підбираємо кран, виходячи з того, що найважчим елементом, який подає кран буде баддя з бетоном.

#### 1. Визначення монтажної маси

Монтажна маса визначається за формулою:  $Q_M = Q_B + Q_{стр} + Q_{бет}$ , де

$Q_B$  – вага бадді (об'єм складає 1.6 м<sup>3</sup>, вага 1.215т)

$Q_{стр}$  – вага стропуючого елемента (0.05 т)

$Q_{бет}$  – вага бетону

Вага бетону:  $Q_{бет} = 1.6 * 2.5 = 4т$

$Q_M = 5.265т$

#### 2. Визначення монтажної висоти

Монтажна висота обчислюється за формулою:

$H_M = h_0 + h_3 + h_E + h_C$

$h_0$  – висота опори (приймаємо висоту ростверку 1.0м)

$h_3$  – запас по висоті

$h_E$  - висота елемента (довжина бадді – 3.749 м)

$h_C$  – довжина стропу (1.8м)

$H_M = 1 + 0.5 + 3.749 + 1.8 = 7.05м$

#### 3. Монтажний виліт стріли

Враховуючи те, що монтажний кран рухається по верху котловану, виліт стріли 17.5м. Знаючи всі монтажні характеристики обираємо кран на гусеничному ході МКГ-25БР вантажопідйомністю 8т та довжиною основної стріли 17.5м.

Для ущільнення бетону використовуємо глибинний вібратор з гнучким валом марки ІВ-95А. Технічні характеристики приведені у таблиці нижче.

Таблиця 3.1 – Технічні характеристики глибинного вібратору «ІВ-113»

№ п.п.	Технічні показники	ІВ-113
1	Діаметр вібронаконечнику, мм	38
2	Довжина вібронаконечнику, мм	410
3	Синхронна частота коливань, Гц	330
4	Статичний момент, кг*см	0.047
5	Вимушуючи сила, кН	2
6	Частота обертів ротору, об/хв	2850
7	Потужність електродвигуна номінальна/використовуєма, кВт	0,75/1,0
8	Напруження, В	42
9	Сила току, А	20
10	Частота току, Гц	50
11	Довжина, ширина, висота електродвигуна	350x180x270
12	Довжина гнучкого валу, м	3
13	Маса робочого комплекту	28.6

### 3.5 Проектування технології зведення цокольного поверху

Збірні одиниці розроблені з урахуванням їх використання для зведення монолітних споруд, які мають такі характеристики:

- товщина стін підвалу 400мм
- висота підвального поверху 2.8м
- товщина перекриттів 200мм

- переріз монолітних колон 500x500

Витрати арматури на стіни підвалу 2.1 кг/м<sup>3</sup>. Бетонна суміш подається у баддях місткістю 1.6м<sup>3</sup>.

Витрати арматури на колони 16.08 кг/м.

Визначаємо площу опалубки стін:  $S = 2Lh$ , де L – розгорнута довжина стін

h – висота поверху.

$$S = 2 * 183.42 * 2.8 = 1027.15 \text{ м}^2$$

Визначаємо витрати арматури:

$$S_{\text{СТІН}} = L * H_{\text{ПОВ}} = 183.42 * 2.8 = 513.57 \text{ м}^2$$

$$M_{\text{АРМ}} = 513.57 * 2.1 = 1078.51 \text{ кг.}$$

Конструкція опалубки забезпечує точність виготовлення монолітних стін та колон у відповідності до вимог ДБН «Бетонні та залізобетонні конструкції монолітні». Монтаж і демонтаж опалубки великорозмірних панелей відбувається краном. На панелях опалубки встановлюються підмости для безпечного виробництва арматурних та бетонних робіт. Доведення опалубки до проектного стану виконується гвинтовими домкратами, які розташовані в нижній консольній частині вертикальних ферм щитів. Опалубка стін використовується «Гипро-М».

Таблиця 3.2 – Специфікація щитів опалубки стін на поверх

Найменування	Марка	Кількість	Розміри, мм		Площа, м <sup>2</sup>		Маса, кг	
			Довж.	Висота	Один.	Загальн.	Одна	Заг.
Щ1	7700- М1	90	2400	2820	6.77	609.3	475	42750
Щ2	7700- М2	22	1200	2820	3.38	74.76	250	5500

ЩЗ	7700- МЗ	22	900	2820	2.54	55.88	180	3690
Щ4	7700- М4	17	600	2820	1.69	28.73	137	2329
Щ5	7700- М5	96	400	2820	1.13	108.48	104	9984
Щ6	7700- М6	12	300	2820	0.56	6.72	75	900
КВ	7700- У1	54	300*300	2820	1.69	91.26	31	1674
КЗ	7700- УЗ	16	300*300	2820	1.69	27.04	35.5	568

Опалубка для колон використовується фірми «Peri» модель «TRIO» з довжиною щитів опалубки 900мм, з можливістю опалубити колони з поперечним розрізом до 75 x 75 см за 5-см модульною сіткою.

### **3.6 Проектування технології зведення наземних поверхів**

Стіни та перегородки виконуються з фібропінобетонних блоків та силікатної цегли. Товщина зовнішніх стін з фібропінобетонних блоків складає 400мм, внутрішніх стін з цегли 380, 250, 120 мм. Монолітними виконуються стіни сходової клітини та ліфтової шахти товщиною 380 мм. Площа опалубки стін на один поверх складатиме:  $S = 2Lh = 2 * 2.58 * 56 = 288.96 \text{ м}^2$ , де L – розгорнута довжина стін. Витрати арматури на  $1\text{м}^2 = 2.1 \text{ кг}$ . Витрати арматури на один поверх для стін:  $56 * 2.58 * 2.1 = 303.41 \text{ кг}$ . Витрати арматури на один поверх для колон:  $13 * 2.58 * 16.08 = 539.32 \text{ кг}$ .

#### **Технологія виконання робіт**

##### **Армування стін.**

Армування стік здійснюється установкою арматурних каркасів із кріпленням їх між собою окремими стержнями і зв'язкою вузлів. Установка арматури в конструкцію виконується згідно з робочим кресленням.

В склад робіт по армуванню стін входить: розмітка місця розташування каркасів, установка фіксаторів для створення захисного шару, установка арматурних каркасів, в'язка з з'єднань каркасів, зварювання каркасів.

До початку монтажу арматури необхідно ретельно перевірити відповідність опалубки проектним розмірам, якість її виконання, підготувати до роботи такелажну оснастку, інструменти, очистити арматуру від ржи, закрити пройми в перекриттях щитами або поставити тимчасове огороження.

Плоскі та просторові каркаси масою до 50 кг подають до місця монтажу краном в пачках та встановлюють вручну, а масою більш 50 кг - краном. Окремі стержні подаються до місця монтажу краном.

Для тимчасового кріплення арматурних каркасів до опалубки використовуються струбцини.

Щоб створити захисний шар бетону між арматурою та опалубкою встановлюють фіксатори з кроком 1-1,2 м в шаховому порядку.

До встановлення арматури приступають після монтажу опалубки з однієї сторони стіни.

### **Монтаж та демонтаж опалубки.**

До початку виробництва опалубочних робіт повинні бути здійсненні наступні підготовчі роботи:

Обладнана площадка для прийому опалубки

Завезені на об'єкт опалубка, оснастка, пристосування, інструмент, матеріали та змазка для покриття опалубочних щитів.

Підготовлені основи місць установки опалубки (розбивка осей стін, нівелірування поверхні перекриття, очистка перекриття від сміття).

Зборка опалубочних панелей з окремих уніфікованих щитів дрібно-щитової опалубки виконується на площадці по зборочним кресленням. Для з'єднання щитів використовуються замкові з'єднання. Для з'єднання щитів між собою достатньо два замкових з'єднання. Також використовують ригелі

довжиною до 50см для вирівнювання встановленої опалубочної панелі. Опалубка стін встановлюється в два етапи: спочатку монтується опалубка однієї сторони стіни. Проємоутворювачі на всю висоту поверхні, після установки арматури монтується опалубка другої сторони.

Дверні проємоутворювачі слід утворювати з установкою опалубки другого боку стіни одночасно.

Проємоутворювачі виконують по кресленню 2567.50.00, змінюючи товщину на 160 мм. Роботи по встановленню дверних проємоутворювачів проводять в послідовності:

Стропують проємоутворювач на місце та фіксують його розпірками

Встановлюють проємоутворювач за монтажні петлі та подають до місця установки.

Кріплять проємоутворювач до опалубочної панелі з допомогою болтів та розстроповують.

Демонтаж опалубки дозволяється виконувати тільки після досягнення бетоном потрібної міцності. Розпалубка та завантаження конструкції мають виконуватись після випробування контрольних зразків.

Після кожного обороту опалубки на захватці необхідно: провести огляд монтажних частин, очистити поверхні опалубки та інші місця від насипної бетонної суміші скребками та металевими щитками, нанести змазку на поверхню палуби.

Змазку типу емульсійних наносять розпилювачем СО-2-В або з допомогою валика, масляні - кистю, консистентні - розтираннями.

Витрата змазок на 1 м<sup>3</sup> поверхні опалубки становитиме: емульсійних 200-300 г, масляних 150-200 г, консистентних до 30 г.

Роботи по демонтажу проємоутворювачів виконують після демонтажу опалубочної панелі з одного боку стіни в такому порядку:

Знімають замки, які кріплять проємоутворювач до опалубочної панелі.

Знімають другу опалубочну панель та стропують дверний проємоутворювач за монтажні петлі.

Вбивають клин верхнього замка проємоутворювача та знімають упор.

Знімають розпірки

Машиніст крану злегка відводить проємоутворювач в бік, після чого піднімає та подає на місце очистки та змазки.

### **Бетонування стін.**

До початку бетонування необхідно очистити опалубку від сміття та насипного цементного розчину, перевірити та випробувати обладнання, інвентар, пристосування, перевірити та прийняти по акту всі конструкції та їх елементи, що закриваються в процесі бетонування.

Ознаками кінцевого ущільнення є: зупинення осідання бетонної суміші, поява бетонного молока на її поверхні: зупинення виділення пазирів повітря.

Особливо ретельно слід ущільнити бетонну суміш біля стінок опалубки, проємоутворювачів та вкладишів в кутах стін.

### **3.7 Проектування технології зведення перекриттів**

Проектується монолітне залізобетонне перекриття для наземних та підземних поверхів 9-поверхової будівлі товщиною 200мм.

Площа поверху з урахуванням усіх виступаючих елементів складає 291.78 м<sup>2</sup>. Таким чином площа опалубки складає  $S_{оп} = 291.78 \text{ м}^2$ .

Витрати арматури на перекриття поверху складають 11046.56 кг.

Визначаємо об'єм бетону потрібного для монолітного перекриття:

$$V_{бет} = S_{оп} * h_{пов} = 56 \text{ м}^3.$$

Опалубка перекриття складається з телескопічних стійок, обладнаних у верхній частині днівкою, на які влаштовують дерев'яні балки двотаврового профілю GT 24 (H=240мм, довжина 3.6м). Потім вкладається багатошарова водостійка ламінована фанера товщиною 21мм. Відстань між продольними балками складає 3.0м, відстань між поперечними балками 0.65м. Телескопічні стійки розташовують з кроком 1.3...1.65м в поздовжньому напрямках і з кроком 0.75м у поперечному.

### 3.8 Вибір крану для зведення наземної частини

Для вибору баштового крану необхідно визначити наступні технічні параметри:

- потрібну вантажопід'ємність;
- потрібний виліт стріли в метрах;
- потрібну висоту під'йому крюка крану.

Вибір монтажного крану залежить від розмірів будівлі, маси і розмірів монтажних елементів, обсягів монтажних робіт, наявності електроенергії на будівельному майданчику та інші.

*Потрібну вантажопід'ємність* баштового крану визначають, виходячи з умов монтажу найбільш важких елементів і додають до цієї ваги такелажних пристроїв (стропів або траверсів), які використовуються при підйманні збірних елементів (в даному випадку – баддя з бетоном БП-1.6):

$$Q_M = Q_{\epsilon} + Q_{\text{стр}} = 1.215 \text{ Т} + 4.0 \text{ Т} + 0.05 \text{ Т} = 5.265 \text{ Т}$$

*Потрібну висоту підйому крюка крану* визначають, виходячи з умов найбільш високо розташованого елемента:

$$H_M = h_{\text{ОП}} + h_{\text{ЕЛ}} + h_{\text{СТРОП}} + h_{\text{ЗАП}}$$

$$h_{\text{ОП}} = 36.7 \text{ м}$$

$$h_{\text{ЕЛ}} = 3.749 \text{ м}$$

$$h_{\text{СТРОП}} = 1.8 \text{ м} - \text{висота стропуючого засобу}$$

$$h_{\text{ЗАП}} = 1.5 \text{ м} - \text{висота запасу}$$

$$H_M = 36.7 \text{ м} + 3.749 \text{ м} + 1.8 \text{ м} + 1.5 \text{ м} = 43.78 \text{ м}$$

*Потрібний виліт стріли* визначається, виходячи з висоти найбільш віддаленого елемента даної будівлі та за умови, що кран розташований уздовж довшої осі будинку.

$$L_M = d + b_H, \text{ де}$$

$b_H$  – ширина наземної частини будинку з урахуванням виступаючих елементів (14.02 м);



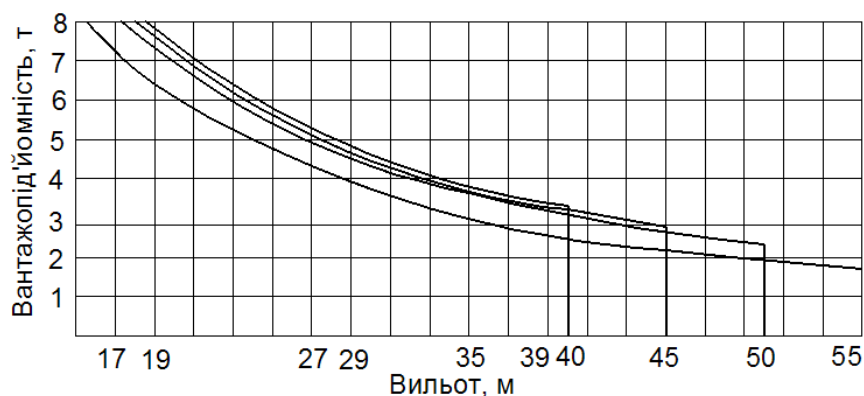


Рис. 3.2 – Графік монтажних характеристик

### 3.9 Календарне планування

**Календарний графік** – проектно-технологічний документ, який визначає послідовність, інтенсивність та тривалість виконання робіт, їх взаємоув'язку та потребу в матеріально-технічних ресурсах.

Основне завдання календарного планування - розробка таких розкладів виконання робіт, які задовольняли усім обмеженням, що назначають технологію та вимоги охорони праці.

Загальна постановка вирішення календарного планування формулюється наступним чином:

- склад та характер робіт, їх взаємозв'язок та умови виконання
- обмеження по строкам початку та закінчення робіт
- кількість ресурсів в цілому по окремим етапам та продуктивність трудових і матеріальних ресурсів

*Порядок розробки календарного плану наступний:* 1) складають перелік (номенклатуру) робіт; 2) відповідно до нього по кожному виду робіт визначають їх об'єми; 3) проводять вибір методів виробництва основних робіт і провідних машин; 4) розраховують нормативну машино- і трудомісткість; 5) визначають склад бригад і ланок; 6) виявляють технологічну послідовність виконання робіт; 7) встановлюють змінність робіт; 8) визначають тривалість окремих робіт і їх поєднання між собою; разом за цими даними коректують число виконавців та змінність; 9)

зіставляють розрахункову тривалість з нормативною і вводять необхідні поправки; 10) на основі виконаного плану розробляють графіки потреби в ресурсах і їх забезпечення.

Загальний термін будівництва за графіком не перевищує нормативного терміну згідно з ДСТУ «Норми тривалості будівництва».

При розробці календарного графіка дотримано основних принципів:

- основні будівельно-монтажні роботи починають після закінчення робіт підготовчого періоду;

- зведення надземної частини ведеться тільки після устрію підземних конструкцій і зворотнього засипання котлованів, траншей та пазух;

- роботи ведуться потоковим методом;

- роботи повинні бути максимально узгоджені в часі без порушення технології будівельного виробництва і з дотриманням правил техніки безпеки.

### **3.10 Будівельний генеральний план об'єкта**

Будгенпланом називають генеральний план площадки, на якому показане розміщення усіх основних монтажних та вантажопід'ємних механізмів, тимчасових споруд, будівель та пристроїв, що зводяться та використовуються у період будівництва.

Організація майданчика повинна забезпечувати найкращі умови для продуктивної праці, максимальну механізацію, ефективне використання будівельних машин і транспорту, охорону праці, пожежну безпеку і охорону довкілля. При проектуванні будгенплану ураховують наступні принципи: обсяг будівництва тимчасових будівель повинен бути мінімальним; будівлі на майданчику підлеглі до зносу, по можливості; слід використовувати на період будівництва в якості тимчасових будівель і складів з дотриманням протипожежних норм і техніки безпеки; тимчасові будинки і споруди розміщують з умов їх зручної експлуатації і техніки безпеки; довжина тимчасових комунікацій повинна бути мінімальною.

Вихідні дані для проектування будженплану: вкопіровка з генплану проекта організації будівництва, з нанесеними існуючими будівлями і спорудами, і об'єкта будівництва. А також повинні бути указані постійні і тимчасові інженерні мережі, опори освітлення, цінні породи дерев, які зберігаються при будівництві. Необхідними є календарний графік виробництва робіт, графіки потреби в будівельних матеріалах і механізмах; нормативні документи по розробці проекту будженплану.

### **Розрахунок площі складів**

Розрахунок площі складів виконується залежно від розрахункового запасу матеріалів та їх добової потреби.

*Найбільша добова потреба матеріалів:*

$$q_{max} = \frac{Q}{t}, \text{ де}$$

$Q$  – загальна потреба матеріалів;

$t$  – тривалість використання матеріалів за графіком зведення об'єкту.

*Розрахунковий запас матеріалів:*

$$q_3 = q_{max} * n_3 * K_H, \text{ де}$$

$n_3$  - число днів запасу, приймається залежно від способу доставки;

$K_H$  - коефіцієнт нерівномірності споживання матеріалів, рівний 1.3.

*Площа складу*

$$A = \frac{q_3 * K_{HM}}{q_{3B} * \alpha_N}$$

$K_{HM}$  - коефіцієнт нерівномірності надходження матеріалів на склади, приймається для залізничного та автомобільного транспорту – 1.1;

$q_{3B}$  - норма зберігання на  $1\text{ м}^2$  складу;

$\alpha_N$  – коефіцієнт, яким враховуються проходи на складі, приймається для закритих складів – 0.6, навісів – 0.5. для відкритих складів – 0.4.

### **3.11 Потреба у матеріально-технічних ресурсах**

Таблиця 3.4 – Відомість потреби матеріально-технічних ресурсів

Найменування	Марка ДСТУ № креслення	Кількість	Технічна характеристика
Установка для влаштування паль	Bauer BG 24H	1	
Кран самохідний	МКГ-25БР	1	
Кран баштовий	Liebherr 132 EC-H8	1	
Трансформатор зварювальний	ТДМ-161 У2 (220В)	1	160А
Вібратор глибинний	ІВ-113	1	d=38мм
Дриль-перфоратор	Bosch GDH 5-38 D	1	Маса=2.5кг
Круглопилний станок	PKS-200P	1	
Електрошафа	РЧ 1726	1	
Баддя для бетону	БП-1.6	4	Місткість 1.6 м <sup>3</sup>
Строп 2-гілковий канатний	2СК-1,25	1	Вантажопід'ємність 4т
Маска-щиток зварювальника	ДСТУ 124.023-94	1	
Пенал для електродів	3.294.71.000	1	Маса 1.6 кг
Електротримач	ЕД-25. ДСТУ 146 51-08 Е	1	Маса 0.45 кг
Рулетка	ДСТУ 7502-08	5	Довжина 20м
Метр складальний металевий	МСМ-74 ТУ 2-12-156-76	2	Маса 0.055кг
Рівень будівельний	УС-2 ДСТУ 9416-03	2	Маса 0.24 кг
Висок будівельний	ОТ 400 ДСТУ 7948- 08	2	Маса 0.4 кг
Шнур розміточний	ТУ 22-3527-76	1	Довжина 100м
Рейка-правило		1	Довжина 2м
Лінійка вимірювальна		1	Довжина 1м
Кутник сталевий	ТУ 22-2785-73	1	500x240
Кельма	КБ ДСТУ 9533-13	10	Маса 0.35 кг
Плоскогубці комбіновані	ДСТУ 17439-92*Е	10	
Кувалда гострокінцева	ДСТУ 11402-03*	1	Маса 3 кг
Лом монтажний	ЛМ-20, ДСТУ 1405- 03	2	Довжина 1.18 м, маса 4 кг
Пила-ножівка	ДСТУ 26215-94	5	Маса 0.5 кг
Щітка сталева	ТУ 494-01-104-75	4	Маса 0.26 кг
Клещі	КС 250, ДСТУ 14184-03	4	Маса 0.56 кг
Гострозубці	К-200, ДСТУ 7282-	2	Маса 0.31 кг

	95*		
Ножиці для різки дроту	МРТУ	1	Маса 2.7 кг
Зубило слюсарне	ДСТУ 7211-96Е	2	Маса 0.16 кг
Сокира	Б-3, ДСТУ 18578-93*	1	Довжина 0.547 м
Рубанок ручний	ДСТУ 14665-97	1	Маса 0.65 кг
Долота теслярські	ДСТУ 1185-08*	3	Ширина полотен 10, 16, 20
Молоток теслярський	ДСТУ 110402-08	5	
Молоток слюсарний	ДСТУ 2310-97*	5	Маса 0.8 кг
Відро оцинковане	МРТУ Мінторга	4	Місткість 10 л
Набір ключів	ДСТУ 2839-08* Е	4	10x12, 17x19, 22x24, 13x14
Лопата підборна	ДСТУ 3620-96	4	Довжина 1.55 м, маса 2.5 кг
Лопата штикова	ДСТУ 3620-96	4	Довжина 1.15 м, маса 1.9 кг
Напильник 3-х гран.	ДСТУ 6476-08*	2	
Ножиці ручні по металу	ДСТУ 7210-95	1	
Викрутка діелектр.	ДСТУ 21010-95*	4	Довжина 250 мм
Щітка фіброва	ДСТУ 10597-08*	4	
Фарба захисна	ДСТУ 12.4.089-97	12	Маса 0.4-0.45 кг
Пояс застереження	ДСТУ 12.4.089-97	10	Маса 2.1 кг
Окуляри захисні	ГОСТ 12.4.013-85Е	5	Маса 0.13 кг

Таблиця 3.5 – Відомість розрахунку площі складів

№	Матеріали та вироби	Одиниця виміру	Загальна потреба Q	Найбільша добова потреба $Q_{max}$	Запас матеріалів		Площа складів					Тип складу
					Число днів запасу $n_3$	Коефіцієнт нерівномірності	Норма зберігання $1m^2$	Коефіцієнт на	К-т нерівномірност	Потрібна площа складу A, $m^2$	Прийнята площа	
1	Цегла	1000 шт	200.19	3.85	10	1.3	50.7	0.4	1.1	53	60	Відкр.



## СПИСОК ДЖЕРЕЛ ІНФОРМАЦІЇ

1. Галузеві норми часу на будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. Збірник ГН 3 «Кам'яні роботи». – К. : УкрНДЦ «Екобуд», 2006. – 68 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=6578](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=6578)
2. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 38 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=68456](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=68456)
3. ДБН В.1.2.-2-2006. Навантаження і впливи. – К. : Мінбуд України, 2006. – 75 с.
4. ДБН В.2.2-15:2019. Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення. Зі Зміною №1. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 51 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=59627](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=59627)
5. ДБН В.2.6:220-2017. Покриття будівель і споруд. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 46 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=72201](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=72201)
6. ДБН А.1.1-1:2009. Система стандартизації та нормування у будівництві. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2013. – 16 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112664](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112664)
7. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва. – К. : Мінрегіонбуд України, 2016. – 49 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64312](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64312)
8. ДБН А.3.2-2-2009. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. – К. : Мінрегіонбуд України, 2012. – 120 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=25399](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=25399)
9. ДБН В.1.1-45:2017. Будівлі і споруди в складних інженерно-геологічних умовах. Загальні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2017. – 26 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=71184](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=71184)

10. ДБН В.2.2-41:2019. Висотні будівлі. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2019. – 50 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=84353](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=84353)

11. ДБН В.2.6-162:2010. Конструкції будинків і споруд. Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення. Із Зміною №1. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України. 2022. – 103 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=26738](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=26738)

12. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. – К. : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. – 26 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=98037](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=98037)

13. ДБН В.2.6-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. – К. : Мінрегіонбуд України, 2011. – 71 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=112670](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=112670)

13. Довідник кваліфікаційних характеристик професій працівників. – Випуск 64. Будівельні, монтажні та ремонтно-будівельні роботи. – Част. 1, 2. – Краматорськ, 2001.

14. ДСТУ 9243.4:2023. Система проектної документації для будівництва. Основні вимоги до проектної документації. Київ : ДП «УкрНДНЦ», 2024. – 59 с.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=103963](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=103963)

15. ДСТУ 3008-2015. Інформація та документація. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання. – К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с. [https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=64463](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=64463)

16. НАПБ А.01.001-2014. Правила пожежної безпеки в Україні.  
[https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id\\_doc=60541](https://online.budstandart.com/ua/catalog/document.html?id_doc=60541)

17. Технологія будівельного виробництва / В. К. Черненко, М. Г. Єрмоленко, Г. М. Батура та ін.; За ред. В.К. Черненка, М.Г. Єрмоленка. – К. : Вища школа, 2002. – 430 с.

