

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

(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет інженерії машин, споруд та технологій

(назва факультету)

Кафедра будівельної механіки

(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

бакалавра

(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему:

«Проект семиповерхового житлового будинку в
Хмельницькому»

Виконав: студент IV курсу, групи МБ-42

спеціальності (напряму підготовки) 192

«Будівництво та цивільна інженерія»

(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

Сорочинський Є.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

Ковальчук Я.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

Мещерякова О.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Зав. кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій

Кафедра Будівельної механіки

Освітній ступінь Бакалавр

Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія

(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

« _____ » _____ 2025 р.

**ЗАВДАННЯ
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ БАКАЛАВРА**

Сорочинський Євгеній Олександрович

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Проєкт семиповерхового житлового будинку в
Хмельницькому

Керівник проекту (роботи) Ковальчук Ярослав Олексійович к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 24 » січня 2025 року № 4/7-48

2. Термін подання студентом проєкту (роботи) 20.06.2025 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувальні рішення, конструктивні рішення, теплотехнічний розрахунок стін, розрахунок монолітної залізобетонної, схема армування монолітної плити розрахунок фундаментів.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Фасад, ситуаційна схема, план 1-го поверху, розрізи в двох напрямках, схема розміщення елементів перекриття та покриття, розрахункові схеми конструкцій, креслення залізобетонної плити перекриття, армування монолітної плити, креслення фундаментів.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина			
Безпека життєдіяльності, основи охорони праці			
Нормоконтроль			

7. Дата видачі
завдання

24.01.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Архітектурно-планувальне рішення ділянки.	30.01.2025	
2	Об'ємно-планувальне рішення.	10.05.2025	
3	Конструктивні рішення.	15.05.2025	
4	Теплотехнічний розрахунок стін	18.05.2025	
5	Збір навантажень на несучі конструкції.	22.05.2025	
6	Розрахунок монолітної залізобетонної плити та армування	30.05.2025	
7	Розрахунок та вибір типу фундаменту	05.06.2025	
8	Розробка заходів з охорони праці та техніки безпеки	18.06.2025	

Студент

(підпис)

Сорочинський Є.О.

(прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи)

(підпис)

Ковальчук Я.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ	7
1.1 Дані про район і ділянку будівництва.....	7
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва.....	7
1.1.2 Кліматичні умови	7
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки.....	8
1.2 Генеральний план	10
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	10
1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для зберігання автомобілів.....	11
1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки	12
1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану	13
1.3 Архітектурно-планувальні рішення	14
1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу	14
1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування	15
1.3.3 Техніко-економічні показники	16
1.4 Опорядження будинку	16
1.5 Енергоефективність	17
1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності	17
1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	18
1.6 Конструктивні рішення	22
1.7 Інженерні мережі і обладнання.....	22
1.8. Доступність для маломобільних груп населення.....	23
1.9 Висновки за розділом 1	24
РОЗДІЛ 2 РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ.....	26
2.1 Конструктивна схема	26
2.2.1 Створення геометричної схеми плити	27

2.2.2 Задання навантажень та їх комбінація. Повний розрахунок плити перекриття.....	28
2.3 Перегляд і аналіз результатів армування.....	32
2.4 Висновок за розділом 2.....	33
РОЗДІЛ 3 ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ.....	35
3.1 Дані на проєктування фундаменту.....	35
3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов ділянки будівництва	36
3.3 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів.....	37
3.4 Визначення навантаження на фундамент	38
3.4.1 Визначення навантаження на зовнішню стіну.....	39
3.5 Розрахунок фундаменту мілкового закладання	42
3.5.1. Визначаємо глибину закладання фундаменту:	42
3.5.2 Визначення глибини закладання фундаменту під внутрішню стіну	44
3.6. Розрахунок деформацій основ фундаментів	47
3.6.1. Визначення додаткових напруг під подошвою фундаменту.....	47
3.7. Розрахунок фундаменту глибокого закладання.....	53
3.7.1 Визначення мінімально необхідної довжини палі.....	54
3.7.2 Розрахунок деформації основ на рівні умовного фундаменту.....	59
3.7.3 Визначення осідання кожного елементарного шару	61
3.7.4 Розрахунок деформації основ на рівні умовного фундаменту	62
3. 8. Кошторис по фундаментах.....	65
3.9 Висновки за розділом 3	66
РОЗДІЛ 4 БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА.....	67
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
БІБЛІОГРАФІЯ.....	70

ВСТУП

Проектування семиповерхового житлового будинку в центрі міста – це складний багатоплановий процес, який охоплює питання містобудівного рішення, архітектурного опорядження, конструктивної надійності, інженерно-технологічних систем та соціально-гуманітарної складової. У роботі розглядається весь життєвий цикл будівництва: від передпроектного аналізу ділянки з урахуванням транспортної доступності, кліматичних і геологічних особливостей до розробки генерального плану з оптимізацією під'їздів, пішохідних зв'язків і зон відпочинку.

Архітектурно-планувальні рішення спрямовані на створення функціонально різноманітної житлової структури: 21 квартира трьох типів організована таким чином, щоб забезпечити максимальний рівень комфорту й приватності кожної сім'ї. Компактність забудови поєднується з ефективним використанням внутрішніх сполучень – сходових кліток та ліфта – а також інклюзивними рішеннями для маломобільних мешканців.

Конструктивна схема являє собою цегляні стіни та залізобетонні перекриття. Детальні комп'ютерні розрахунки плит перекриття підтверджують їхню міцність і жорсткість за навантаженнями житлового та під'їзного призначення. Значна увага приділена енергоефективності: фасад утеплюється пінополістиролу з улаштуванням протипожежних поясів із мінеральної вати, що дозволяє досягнути нормативних теплотехнічних показників і значно знизити експлуатаційні витрати на опалення.

Управління будівельним процесом побудовано на поєднанні традиційного підходу та сучасних інформаційних технологій: ПТД, ПОБ і ПВР супроводжуються детальною оцінкою ризиків, застосуванням САПР для перевірки ключових елементів конструкції та систем контролю якості. Охорона праці, пожежна безпека та безбар'єрний доступ — невід'ємна частина організації робіт, що гарантує збереження здоров'я працівників і комфорт майбутніх мешканців.

Таким чином, ця робота дає комплексне уявлення про проектування, розрахунки та організацію будівництва житлової будівлі середньої поверховості в місті Хмельницькому, поєднуючи ефективність, безпеку й інклюзивність.

РОЗДІЛ 1

АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Дані про район і ділянку будівництва

1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Місце спорудження семиповерхового житлового будинку розташоване в місті Хмельницький, яке є адміністративним центром Хмельницької області. Місто активно розвивається, володіє розвиненою інфраструктурою, зручним транспортним сполученням і сприятливими умовами для житлового будівництва.

Будівельний майданчик розміщений у межах міської забудови, у зручній локації з доступом до ключових транспортних магістралей. Ділянка має рівнинний рельєф з незначним ухилом, що полегшує проведення земляних робіт.

Територія забезпечена необхідними інженерними комунікаціями, зокрема водопостачанням, електропостачанням, газопостачанням та каналізацією, що дозволяє мінімізувати витрати на підключення та експлуатацію будівлі.

Будівництво будинку передбачає дотримання екологічних норм, мінімальний вплив на довкілля та ефективне використання земельної ділянки відповідно до містобудівних вимог.

1.1.2 Кліматичні умови

Проектований семиповерховий житловий будинок розташований у місті Хмельницький, яке, згідно з ДБН В.2.6-31:2021 "Теплова ізоляція та енергоефективність будівель", має такі кліматичні характеристики:

1. Будівельно-кліматична зона: II б (помірно-континентальна), відповідно до класифікації кліматичних районів для проектування споруд.
2. Глибина промерзання ґрунту:
 - середня: 0,51 м (51 см);
 - максимальна: 0,90 м (90 см)

3. Швидкісний напір вітру (вітрове навантаження):
– до 500 Па (~ 50 кгс/м²) типове; можливі пориви 21 м/с щороку, до 27 м/с – раз у 15–20 років
4. Снігове навантаження:
– близько 1400 Па (~ 140 кгс/м²), середня висота снігового покриву — 15 см, максимальна — до 50 см, з 82 днями стійкого снігу
5. Розрахункова зимова температура:
– найхолодніша п'ятиденка: -21 °С;
– найхолодніша доба: -25 °С (враховано абсолютний мінімум -32 °С).
6. Середня температура опалювального періоду: $-0,6$ °С (верхня межа суттєво близька до $-0,5$ °С).
7. Літня розрахункова температура: $+24,1$ °С (середня температура липня приблизно $+20$ °С, максимуми $+36$ °С) .
8. Зимова розрахункова температура для вентиляції: -9 °С (за даними метеостанції) .
9. Тривалість опалювального періоду: 190...191 діб (з урахуванням температурного зимового сезону).
10. Середня швидкість вітру в січні: 5–6 м/с (в холодний період); середньорічна швидкість — 2,6–4,2 м/с.
11. Зона вологості: нормальна, з річною сумою опадів близько 565 мм, з піковими значеннями теплою частиною року (~ 413 мм).
12. Сейсмічність: до 6 балів (Україна, середня сейсмічна небезпека).

1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

Було проведено інженерно-геологічні вишукування по чотирьох свердловинах (рис. 1.1)

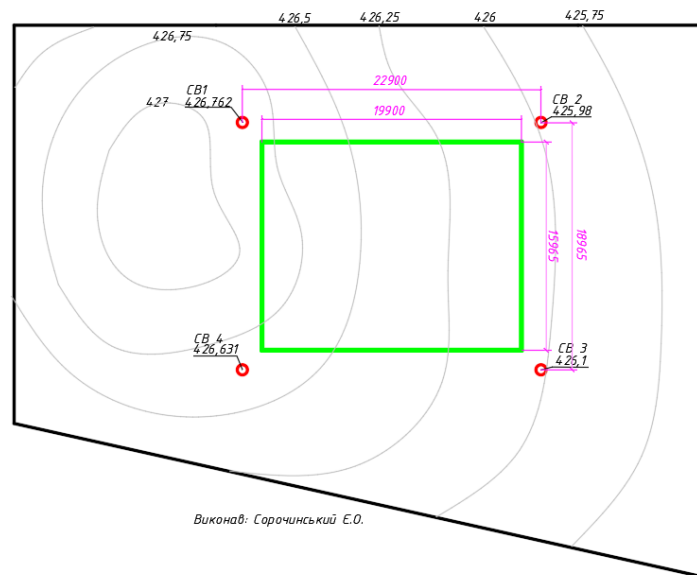
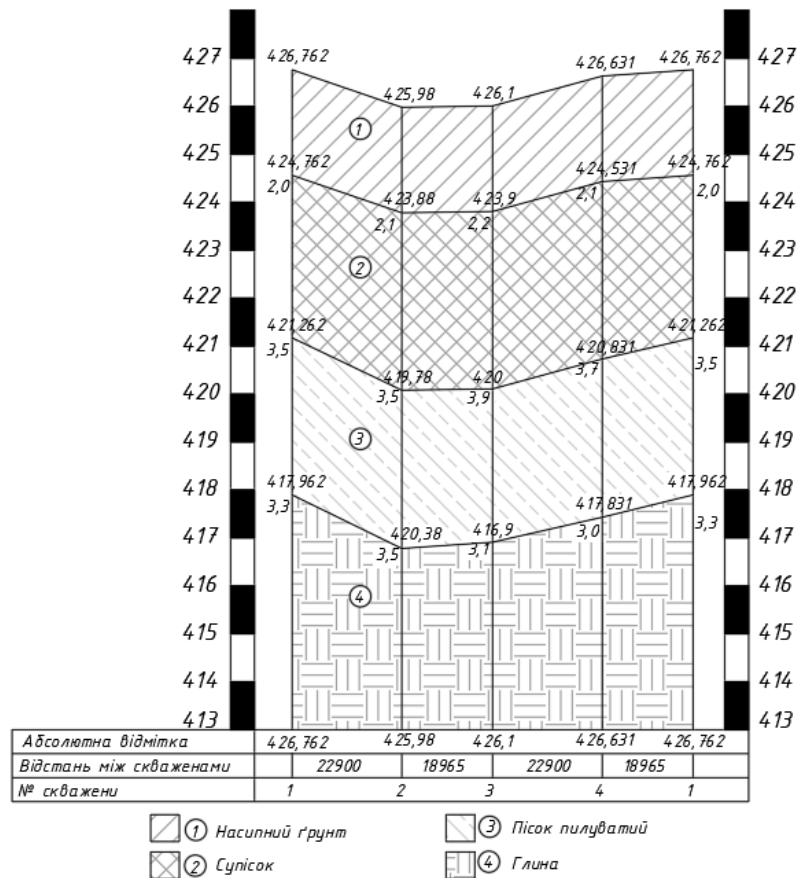


Рисунок 1.1 – Топографічна картка будівельної площадки М1:500



1 – Насипний ґрунт; 2 – Супісок; 3 – Пісок пилуватий; 4 – Глина.

Рисунок 1.2 – Геологічний розріз

1 — Насипний ґрунт: потужність шару – 2 – 2,2 м.

2 – Супісок: потужність шару – 3,5 – 4,1 м.

3 – Пісок пилюватий: потужність шару – 3 – 3,5 м.

4 – Глина: потужність шару – необмежена.

Рівень ґрунтових вод – 7,5 мм

1.2 Генеральний план

1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

На відведеній земельній ділянці в місті Хмельницький запроєктовано семиповерховий багатоквартирний житловий будинок із передбаченим благоустроєм та необхідною інфраструктурою для мешканців. До складу забудови включено дитячий ігровий майданчик, зону для відпочинку дорослих, розворотну площадку та відкриту автостоянку. Для забезпечення зручності пересування територією передбачено асфальтобетонне покриття під'їздів та тротуарів, а окремі ділянки тротуарів і майданчики викладаються фігурними елементами мощення (ФЕМ).

Проєктом враховано існуючий рельєф місцевості з його максимальним збереженням. Вертикальне планування ділянки вирішується за допомогою проєктних горизонталей з метою забезпечення ефективного відведення дощових та талих вод. Територія, що не зайнята забудовою чи мощенням, передбачається до озеленення — засівання багаторічними газонними травами та висадження кущів із попереднім внесенням родючого шару ґрунту.

Будівельна ділянка розташована в одному з житлових мікрорайонів Хмельницького, у зоні сформованої міської інфраструктури. Місце розміщення забезпечене зручними транспортними під'їздами, що мають безпосередній вихід на основні вулиці району. В'їзд автотранспорту організовано з боку суміжного проїзду, пішохідні підходи — безпосередньо з фасадної сторони будівлі. Положення ділянки

сприяє організації компактного будівельного майданчика та оптимального розміщення підйомної техніки.

На ділянці присутні залишки нежитлових будівель та споруд, що втратили функціональне призначення й підлягають демонтажу. Інженерні комунікації, які перетинають ділянку, заплановано перенести або захистити, зокрема магістральну теплотрасу, яка залишається у незмінному вигляді. Усі зелені насадження, розміщені в зоні забудови, будуть обстежені, аварійні дерева та самосіви — видалені згідно з чинними вимогами.

Запроектований житловий будинок відповідає масштабам навколишньої забудови, має сучасні архітектурно-планувальні рішення та враховує реальні кліматичні особливості Хмельницької області, зокрема тривалість опалювального періоду, рівень промерзання ґрунтів, вітрові та снігові навантаження. Об'ємно-планувальне та конструктивне рішення забезпечує функціональність, енергоефективність і зручність експлуатації будівлі в умовах регіону.

1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для зберігання автомобілів

Кількість паркомісць розраховується згідно ДБН Б.2.2-12:2019 "Планування і забудова територій" і залежить від району міста, кількості кімнат та особливостю міської забудови (при наявній щільній історичній забудови нормативна кількість місць може бути зменшена на 20%).

Відповідно до таблиці 3 ДБН Б.2.2-12:2019:

Для багатоквартирних житлових будинків у містах, крім центральних зон:

Однокімнатна квартира — 0,3 машино-місця

Двокімнатна квартира — 0,5 машино-місця

Трикімнатна і більше — 1,0 машино-місце

Також, окремо враховуються машино-місця для гостьового паркування — не менше 10% від основної кількості.

Для проєктованого будинку з такою кількістю квартир: однокімнатних – 7 шт, двокімнатних – 7 шт, трикімнатних – 7 шт, розрахуємо кількість паркомісць:

Однокімнатна – 7 шт * 0,3 = 2,1

Двокімнатна – 7 шт * 0,5 = 3,5

Трикімнатна – 7 шт * 1 = 7

Разом 12,6, заокруглюємо до більшого – 13 шт.

Гостьові місця – 13 шт * 10% = 2 шт

Разом – 15 паркомісць

Отже для проєктованого будинку рекомендована кількість паркомісць – 15 шт з врахуванням гостьових, враховуючи що мінімальні розміри одного машино-місця (згідно з ДБН В.2.3-15:2007) 2,5 м × 5,0 м – для звичайного авто.

1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки

Мікрорайон, де передбачено будівництво житлового будинку, розташований у структурно сформованій частині міста Хмельницький. Територія забудови знаходиться у зоні житлової багатоповерхової забудови з розвиненою соціальною інфраструктурою, що включає загальноосвітні школи, дошкільні навчальні заклади, торгово-побутові об'єкти та пішохідно-транспортні зв'язки міського значення. З трьох боків мікрорайон межує з вулицями різних категорій — магістральною загальноміською, житловою вулицею та проїздом внутрішньоквартального значення. Основне транспортне навантаження припадає на вулицю, яка має найбільшу довжину та нахил — саме вона приймається за головну при організації вертикального планування.

Рельєф ділянки має незначні перепади висот і загальне падіння в південному або південно-східному напрямку. За топографічним зніманням спостерігається переважно рівна поверхня з поступовими нахилами, що підтверджується близьким, але рівномірним розташуванням горизонталей. Відсутність крутих підйомів і

западин дозволила оптимізувати схему вертикального планування території та обмежитися мінімальним зрізанням ґрунту й насипами.

Планування території здійснюється з використанням поєднання двох методів — побудови профілів та проєктних (червоних) горизонталей. Спочатку були опрацьовані профілі в межах основних перехресть і під'їздів до будинку, після чого виконано узгодження всіх висотних відміток у ключових точках. При розробці поздовжніх ухилів було враховано вимоги щодо безпечного та комфортного пересування пішоходів і автотранспорту. Значення ухилів внутрішньоквартальних проїздів знаходяться в межах допустимого — від 0,004 до 0,035. Поперечний ухил доріг прийнято на рівні 0,02, що дозволяє забезпечити необхідний стік дощових вод.

Після узгодження системи внутрішніх проїздів із головними вулицями виконано вертикальну прив'язку основного будинку до рельєфу. Всі проєктні позначки бралися від осей проїздів, червоних ліній або відміток лотків. Висота чистої підлоги першого поверху будівлі встановлена з урахуванням вимог до захисту від поверхневих вод — на 0,5 м вище максимальної позначки вимощення по периметру будинку.

Таким чином, топографічні умови ділянки дозволили забезпечити технічно просте, економічно доцільне та природоузгоджене вертикальне планування, з мінімальним порушенням природного рельєфу і збереженням загальної структури мікрорайону

1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану

Генеральний план має на меті забезпечити якісно та безпечно провести будівництво, а також створення комфортного житлового простору для мешканців, шляхом визначення основних характеристик певної ділянки з розподілом на зони.

Таблиця 1.1 – Есплікація майданчиків

Есплікація майданчиків		
№	Назва	Площа,м ²
1	Ігрова площадка для дітей різного віку	96,00
2	Для відпочинку дорослого населення	59,00
3	Для занять фізкультурою	106,00
4	Для господарських цілей	40,00
5	Для вихулу собак	30,00
6	Для стоянки автомобілів	375,00
7	Площа забудови	300,00
8	Площа озеленення	190,00
9	Площа мощення	190,00
10	Площа ділянки	1927,00

1.3 Архітектурно-планувальні рішення

1.3.1 Характеристика технологічного чи функціонального процесу

Проектований семиповерховий житловий будинок у місті Хмельницький призначений для постійного проживання сімей різного складу. Основним функціональним завданням будівлі є забезпечення сприятливих умов для комфортного життя мешканців, включаючи відпочинок, побутову діяльність, гігієнічні потреби, зберігання речей та пересування між приміщеннями.

Будівля має ординарну геометричну форму, включає сім житлових поверхів та технічний поверх без цокольних приміщень. Висота поверху становить 3 м, з висотою приміщень від підлоги до стелі — 2,7 м. Відмітка 0,000 прийнята на рівні чистої підлоги першого поверху, абсолютна висота якого становить 225,5 м від

рівня Балтійського моря. Загальна висота будинку від землі до найвищої точки (комина) складає 26,3 м.

Функціональні зв'язки всередині квартир реалізовані за допомогою коридорів, які поєднують усі приміщення з вхідною групою. Зв'язки між поверхами забезпечені сходовою кліткою та пасажирським ліфтом, що гарантує зручність пересування для мешканців, включаючи людей з обмеженими фізичними можливостями. Загальна організація планувальної структури будинку створює умови для комфортного, безпечного та довготривалого проживання мешканців відповідно до сучасних вимог до житла.

1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування

Даний семиповерховий будинок має ординарну геометричну форму. Загальна площа поверхів разом з площею загального користування становить 20934 м². Проектований об'єкт складається з семи житлових поверхів та технічного поверху без цокольних приміщень. За відмітку 0,00 приймаємо рівень чистої підлоги першого поверху, абсолютна відмітка дорівнює 225,5 м на генеральному плані від рівня Балтійського моря. Загальна висота будівлі від рівня землі до найвищої точки, тобто до комина, становить 26,3 м. Висота поверху 3 м. Висота від підлоги до стелі 2,7 м.

Загально будинок має 21 квартиру, на кожному поверсі по одному виду квартир: трьохкімнатна квартира площею 80,84 м²; двокімнатні квартири площею 59,16 м²; однокімнатна квартира площею 43,43 м²

Секція обладнана ліфтом та сходовою кліткою.

Ступінь вогнестійкості будівлі - II.

Ступінь довговічності будівлі - II.

Сейсмічність - 6 балів.

Категорія складності об'єкта – III

1.3.3 Техніко-економічні показники

Таблиця 1.2 – Техніко-економічні показники

№	Найменування	Од. виміру	Кількість			
			1к	2к	3к	Всього
1	Площа забудови	м2	-	-	-	300
2	Житлова площа	м2	18,6	31	50,4	700
3	Площа квартир	м2	42,4	57,6	78,9	1252,3
4	Загальна площа квартир	м2	44,3	59,2	90,2	1355,9
5	Площа коридору на поверсі	м2	-	-	29,2	204,4
6	Кількість поверхів	шт	-	-	-	7
7	Кількість квартир	шт	7	7	7	21
8	Умовна висота будинку	м	-	-	-	23
9	Площа житлового будинку	м2	-	-	-	3512,6

1.4 Опорядження будинку

Для зведення зовнішніх стін обрано рядову цеглу товщиною стіни 380 мм. Такий вибір дозволяє отримати ряд переваг, зокрема високу несучу здатність, що дає змогу забезпечити конструктивну надійність будівлі. Цегла вирізняється тривалим терміном служби, високим ступенем вогнестійкості та найкращими звукоізоляційними властивостями, що є оптимальним варіантом для багатоквартирного житлового будинку.

З метою забезпечення відповідності сучасним потребам до енергоефективності передбачено зовнішнє утеплення стін плитами з пінополістиролу. Коефіцієнт теплопровідності цього матеріалу, який становить приблизно 0,033–0,038 Вт/м*К, дозволяє значно скоротити тепловтрати через огорожувальні конструкції. Перевагами цього матеріалу є невелика вага, простота

монтажу та низька ціна, що робить його економічно вигідним для будівництва сучасного житла.

Фінішне оздоблення фасаду виконується за методом «мокрого фасаду», який включає нанесення армувального шару з сіткою та фасадної декоративної штукатурки. Такий тип оздоблення забезпечує довговічність фасадної системи, надійно захищає теплоізоляційний шар від атмосферних впливів і створює привабливий зовнішній вигляд будівлі.

1.5 Енергоефективність

1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності

Одним із ключових завдань при розробці проекту житлового будинку є забезпечення його енергоефективності, що дозволяє значно зменшити витрати на опалення та підвищити комфорт для мешканців. Основним способом досягнення цієї мети є утеплення огорожувальних конструкцій будівлі з урахуванням кліматичних особливостей Хмельницької області.

У даному проєкті передбачено зовнішнє утеплення фасадів пінополістирольними плитами товщиною 150 мм із протипожежними поясами з мінеральної вати. Таке рішення забезпечує зниження тепловтрат через стіни та дозволяє досягти відповідності огорожувальних конструкцій нормативним теплотехнічним показникам. Утеплення також передбачене для цоколя та горищного перекриття. Ці заходи є найбільш ефективними з точки зору витрат і технічної реалізації, та дозволяють зменшити навантаження на систему опалення й підвищити загальну енергоефективність будинку.

1.5.2. Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій

Теплотехнічний розрахунок огорожувальних конструкцій — це процес визначення їхньої здатності протистояти тепловтратам, забезпечуючи комфортні умови всередині будівлі та відповідність нормативним вимогам.

Теплотехнічний розрахунок виконується згідно ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель та ДСТУ 9191:2022

Для зовнішніх огорожувальних конструкцій опалюваних будинків обов'язкове виконання умови (формула 1.1):

$$R_{\text{заг}} > R_{q.\text{min}} \quad (1.1)$$

де $R_{\text{заг}}$ - приведений опір теплопередачі непрозорій огорожувальної конструкції чи непрозорій частини огорожувальної конструкції (для термічно однорідних огорожувальних конструкцій визначається опір теплопередачі), приведений опір теплопередачі світлопрозорій огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

$R_{q.\text{min}}$ - мінімально допустиме значення опору теплопередачі непрозорій огорожувальної конструкції чи непрозорій частини огорожувальної конструкції, мінімальне значення опору теплопередачі світлопрозорій огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

$R_{q.\text{min}} = 4 \text{ м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$ - для температурної зони І. згідно таблиці 1 «ДБН В.2.6-31:2021».

Загальний опір теплопередачі непрозорій огорожувальної конструкції визначається за формулою (1.2):

$$R_{\text{заг}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (1.2)$$

де α_v , α_z - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції;

R_i - термічний опір і-го шару конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$;

$\sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}}$ - сума термічних опорів конструктивних шарів огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{К} / \text{Вт}$

δ_i - товщина і-го шару огородження, м;

λ_{ip} - коефіцієнт теплопровідності і-го шару конструкції, приймаємо залежно від виду матеріалу та умов його експлуатації (згідно з додатком Л),

$\text{Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{К}$.

Розрахунок термічного опору. стіна №2.

Визначимо термічний опір фрагменту конструкції згідно з вимогами ДСТУ 9191:2022.

Розрахунок термічного опору. стіна №1.

Визначимо термічний опір фрагменту конструкції згідно з вимогами ДСТУ 9191:2022.

Опис конструкції. Загальна товщина конструкції складає 0.680 м. Кількість шарів конструкції - 3. Шар №1 Цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли з густиною 1400 кг/м^3 на ц/п розчині та товщиною 0.510 м. Шар №2 Спінений пінополістирол з густиною 25 кг/м^3 та товщиною 0.150 м. Шар №3 Розчин цементно-піщаний та товщиною 0.020 м.

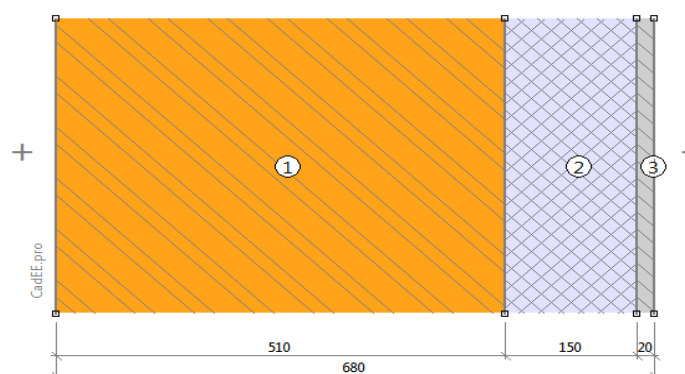


Рисунок 1.3 – Стіна утеплена пінополістиролом

Розрахункові характеристики матеріалів конструкції визначаємо згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022.

Таблиця 1.3 – Розрахункові характеристики матеріалів шарів конструкції

№	Назва шару	Товщина, (м)	Теплопровідність λ , Вт/(м²К)
1	Цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли $\rho=1400$ кг/м³ на ц/п розчині	0.51	0.64
2	Спінений пінополістирол $\rho=25$ кг/м³	0.15	0.048
3	Розчин цементно-піщаний	0.02	0.93

Коефіцієнти тепловіддачі визначаємо згідно з таблицею Б додатку Б ДСТУ 9191:2022. Для конструкції типу - стіна, розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій прийнято:

$$h_{si} = 8.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо опір теплопередачі конструкції згідно з формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.51}{0.64} + \frac{0.15}{0.048} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{1}{23} = 4.102 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

Розрахунок термічного опору. стіна №2.

Опис конструкції. Загальна товщина конструкції складає 0.680 м. Кількість шарів конструкції - 3. Шар №1 Розчин вапняно-піщаний та товщиною 0.020 м. Шар №2 Цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли з густиною 1300 кг/м³ на ц/п розчині та товщиною 0.510 м. Шар №3 Мінеральна вата (базальтове волокно) з густиною 100 кг/м³ та товщиною 0.150 м.

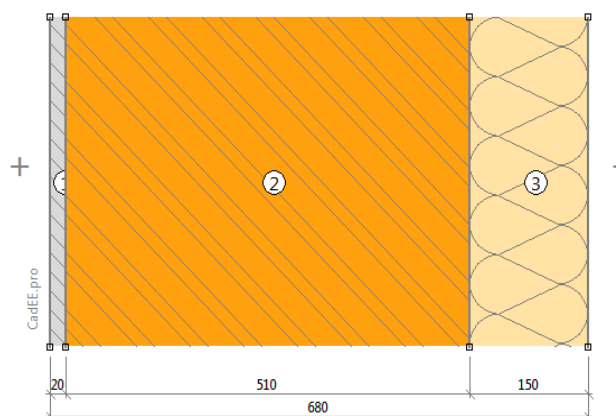


Рисунок 1.4 – Стіна утеплена мінеральною ватою

Розрахункові характеристики матеріалів конструкції визначаємо згідно з додатком А ДСТУ 9191:2022.

Таблиця №1.4– Розрахункові характеристики матеріалів шарів конструкції

№	Назва шару	Товщина, (м)	Теплопровідність λ , Вт/(м²К)
1	Цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли $\rho=1400$ кг/м³ на ц/п розчині	0.51	0.64
2	Мінеральна вата (базальтове волокно) $\rho=125$ кг/м³	0.15	0.049
3	Розчин цементно-піщаний	0.02	0.93

Коефіцієнти тепловіддачі визначаємо згідно з таблицею Б додатку Б ДСТУ 9191:2022. Для конструкції типу - стіна, розрахункові значення коефіцієнтів тепловіддачі внутрішньої та зовнішньої поверхонь огорожувальних конструкцій прийнято:

$$h_{si} = 8.7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}} \quad h_{se} = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$$

Визначаємо опір теплопередачі конструкції згідно з формулою 2 ДСТУ 9191:2022:

$$R_s = \frac{1}{h_{si}} + \frac{d_1}{\lambda_{p1}} + \frac{d_2}{\lambda_{p2}} + \frac{d_3}{\lambda_{p3}} + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{8.7} + \frac{0.51}{0.64} + \frac{0.15}{0.049} + \frac{0.02}{0.93} + \frac{1}{23} = 4.038 \text{ м}^2 \cdot \frac{\text{К}}{\text{Вт}}$$

1.6 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будинку – несучі цегляні стіни з монолітним залізобетонним перекриттям.

В будинку прийняті наступні конструкції :

- фундаменти – збірні залізобетонні конструкції (ЗЗК), плити стрічкових фундаментів (ФЛ)
- фундаментні стіни - збірні залізобетонні конструкції (ЗЗК), блоки–фундаментні блоки суцільні (ФБС);
- зовнішні стіни – цегляна кладка з керамічної порожнистої цегли $\rho=1400 \text{ кг/м}^3$ на цементно-піщаному розчині
- перекриття – монолітне залізобетонне
- перемички - збірні залізобетонні
- сходові марші та перехідні площадки - монолітні залізобетонні
- ліфтова шахта - монолітна залізобетонна
- вікна, віконні вітражі, балконні двері – металопластикові з ламінуванням
- підлога – керамогранітна плитка, ламінат.

1.7 Інженерні мережі і обладнання

Водопровід - господарсько-питний від міської мережі.

Каналізація - господарсько-побутова в міську мережу.

Вентиляція - природна та примусова.

Гаряче водопостачання – індивідуальне, від внутрішнього джерела.

Електропостачання - від зовнішньої мережі напруга 220 В.

Освітлення – світлодіодні лампи енергозберігаючі.

1.8. Доступність для маломобільних груп населення

Одним із основних принципів сучасного містобудування є інклюзивність — створення безбар'єрного середовища для всіх категорій населення. Забезпечення доступності будівель та прилеглих територій для маломобільних груп населення (МГН) є не лише технічним завданням, а й соціально важливим аспектом, особливо в умовах сучасної України, де значна кількість людей повертається з фронту з обмеженнями руху, зростає кількість осіб з тимчасовою втратою мобільності, а також сімей із малими дітьми, які користуються дитячими візками.

У нашому проєкті семиповерхового житлового будинку в місті Хмельницький передбачено комплекс рішень для забезпечення доступності будівлі для МГН:

- Безбар'єрний вхід до будинку: передбачено облаштування пандусу з допустимим ухилом до 8 % та шириною не менше 1,2 м, із поручнями з обох боків. Дверні прорізи мають бути не вузкими за 0,9 м, без порогів або з пониженням.
- Хол та загальні приміщення: запроектовані з вільним маневровим простором для інвалідного візка (мін. 1,5×1,5 м), без перепадів висот у рівнях підлоги.
- Ліфтова кабіна: передбачено встановлення пасажирського ліфта з розмірами не менше 1,1×1,4 м з горизонтальним розташуванням панелі виклику на висоті 0,9–1,2 м. Ліфт забезпечує доступ на всі поверхи.
- Тротуари та внутрішні проїзди: мають пониження бордюрів у місцях переходів, тверде покриття без різких перепадів і нерівностей. На дитячому та відпочинковому майданчику передбачено зони, доступні для МГН.

- Квартири на першому поверсі: можуть бути адаптовані до потреб МГН за рахунок збільшених дверних прорізів, проходів у санвузлах та вільного простору для обертання візка.

1.9 Висновки за розділом 1

У рамках архітектурно-будівельного розділу дипломного проєкту було здійснено комплексне опрацювання рішень, що забезпечують функціональність, безпечність, енергоефективність і доступність семиповерхового житлового будинку, запроектованого в місті Хмельницький.

Враховуючи особливості району будівництва, а саме — сформовану міську інфраструктуру, помірно-континентальний клімат, а також сприятливі інженерно-геологічні умови, прийнято обґрунтовані рішення щодо розміщення будівлі, організації рельєфу та благоустрою території. Генеральний план передбачає компактне розміщення будинку з дотриманням нормативних відступів, влаштуванням під'їздів, пішохідних доріжок, майданчиків для відпочинку та автостоянок, а також озеленення вільної частини ділянки.

Архітектурно-планувальне рішення забезпечує раціональне зонування квартир і громадських просторів. Будівля має просту геометричну форму, що спрощує будівництво та експлуатацію. Планувальна структура квартир орієнтована на комфортне проживання різних типів сімей, а внутрішньобудинкові зв'язки реалізовано через сходову клітку та пасажирський ліфт.

Матеріали та конструктивні рішення підібрані з урахуванням довговічності, енергоефективності та економічної доцільності. Зовнішні стіни утеплюються пінополістиролом з улаштуванням протипожежних поясів. Проведений теплотехнічний розрахунок підтвердив відповідність огорожувальних конструкцій сучасним вимогам. Додатково реалізовано комплекс заходів з підвищення енергоефективності.

Особливу увагу приділено доступності будівлі для маломобільних груп населення — у проєкті передбачено безбар'єрний доступ, зручний вхід, доступний ліфт і організацію території, що враховує потреби осіб з інвалідністю, ветеранів, літніх людей і батьків із візками.

Таким чином, розділ демонструє, що проєктований будинок повністю відповідає сучасним вимогам житлового будівництва та враховує як технічні, так і соціальні аспекти проєктування.

РОЗДІЛ 2

РОЗРАХУНКОВО – КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Конструктивна схема

Конструктивна схема являє собою каркас який складається з восьми монолітних плит які спираються на цегляні несучі стіни (рис. 2.1). Приймаємо базові матеріали для прорахунку: бетон С25-30, товщина плити 200 мм, арматура класу А500.

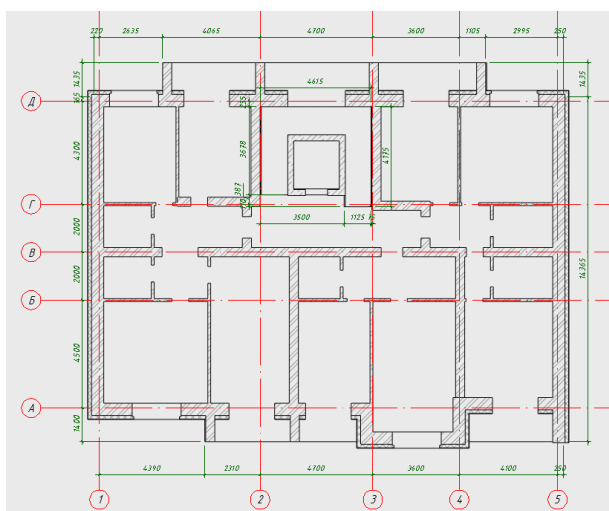


Рисунок 2.1 – Конструктивна схема плити перекриття

На перекриття діють нормативні навантаження, їх визначимо згідно вказівок ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи. Норми проєктування»

Складемо таблицю навантаження на проєктовану плиту перекриття:

Таблиця 2.1 – Навантаження на плиту

Навантаження	Тип	Величина кг/м ²	γ
Власна вага плити	Постійне	500	1.1
Пиріг покриття підлоги	Постійне	200	1.1
Перегородки	Тривале	100	1.2
Корисне навантаження всередині квартири	Постійне	150	1.2
Корисне навантаження в під'їздах	Короткочасне	300	1.2

2.2 Визначення розрахункових зусиль у перерізах плити за допомогою програмного забезпечення Мономах-САПР 2016

Виконуємо розрахунок плити перекриття для визначення армування за такими етапами:

- Створення геометричної схеми плити
- Задання навантажень
- Генерація таблиці РСЗ
- Повний розрахунок плити
- Перегляд і аналіз результатів статичного розрахунку
- Перегляд і аналіз результатів армування

2.2.1 Створення геометричної схеми плити

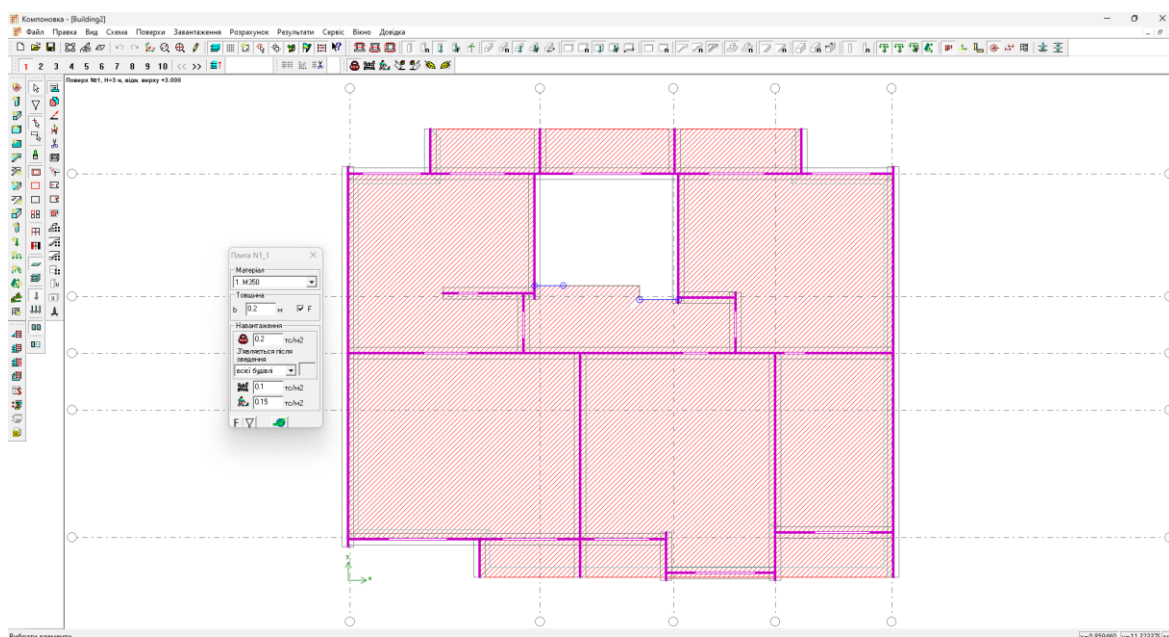


Рисунок 2.2 – Вікно програми Мономах-САПР 2016 з виділено плитою перекриття, де вказані прийняті навантаження

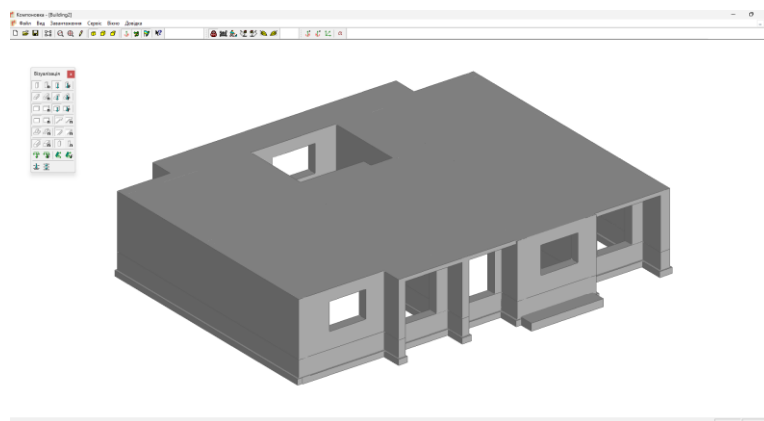


Рисунок 2.3 – 3D вигляд розрахункової моделі поверху

2.2.2 Задання навантажень та їх комбінація. Повний розрахунок плити перекриття

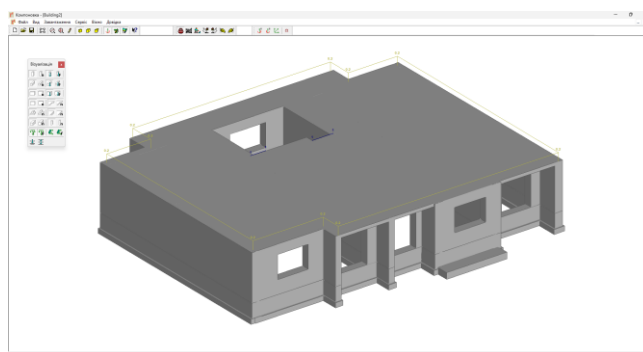


Рисунок 2.4 – Постійне навантаження на плиту перекриття (пиріг підлоги)
200кг/м²

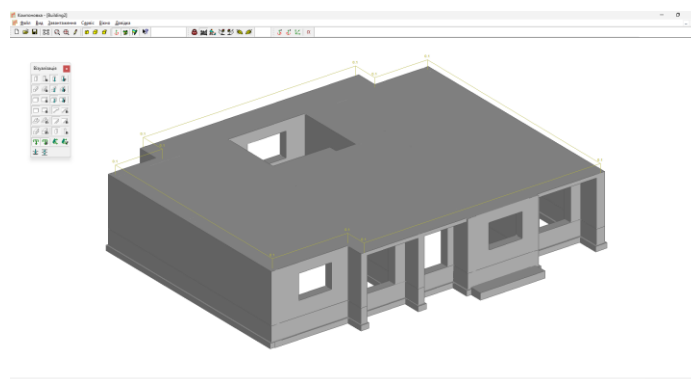


Рисунок 2.5 – Тривале навантаження (перегородки) 100/м²

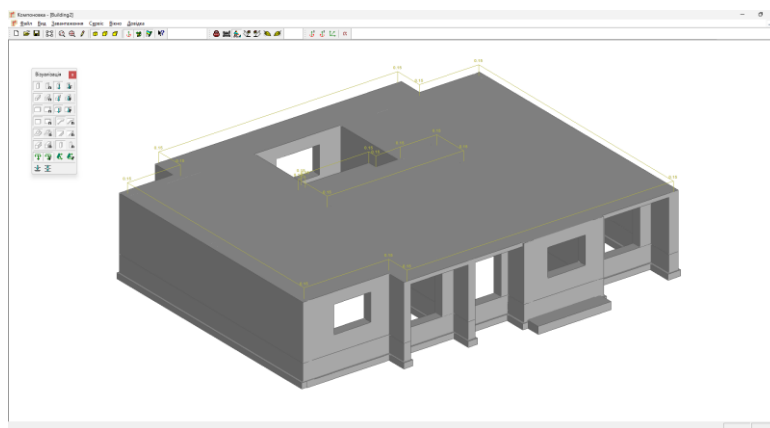


Рисунок 2.6 – Корисне навантаження(люди), в квартирах 150кг/м², для коридору додатковий штамп навантаження 150кг/м²(разом 300кг/м²)

N	Постійне	Довготривале	Коротко часне	Сейсміка 1	Сейсміка 2	Вітер 1	Вітер 2	Результат по динаміці
1	1.1	1.2	1.2	0	0	0	0	

0	0	0	0	0	0	0	0	CQC
---	---	---	---	---	---	---	---	-----

Додати Знімати Видалити Видалити всі

Згенерувати автоматично

Результат по динаміці: CQC

Згенерувати

ОК Відміна

Рисунок 2.7 – Сполучення завантажень (комбінація завантажень)

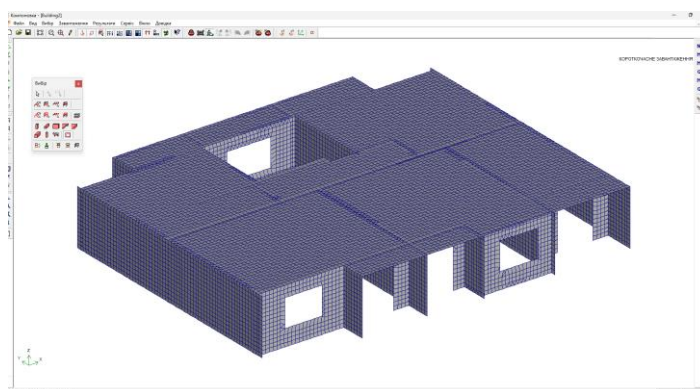


Рисунок 2.8 – Аналітична, триангульована розрахункова модель

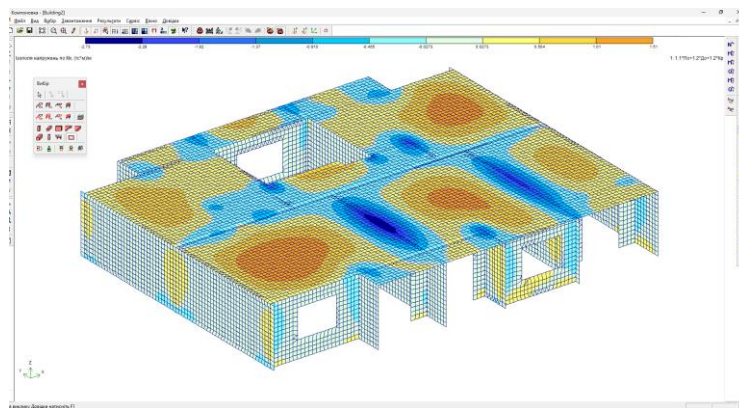


Рисунок 2.9 – Ізополя згинальних моментів навколо осі X

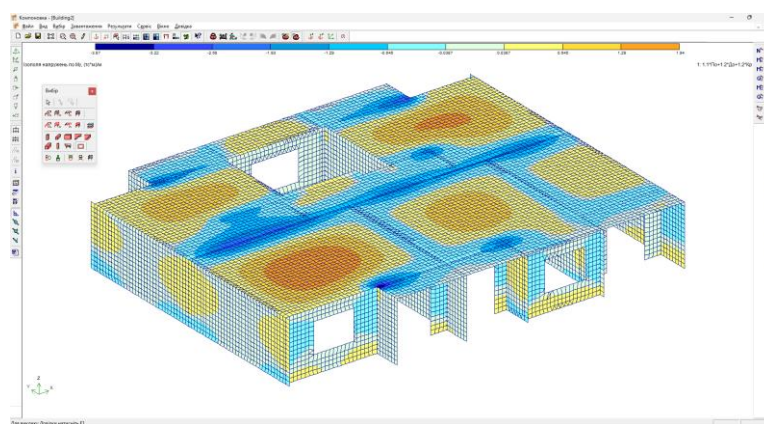


Рисунок 2.10 – Ізополя згинальних моментів навколо осі Y

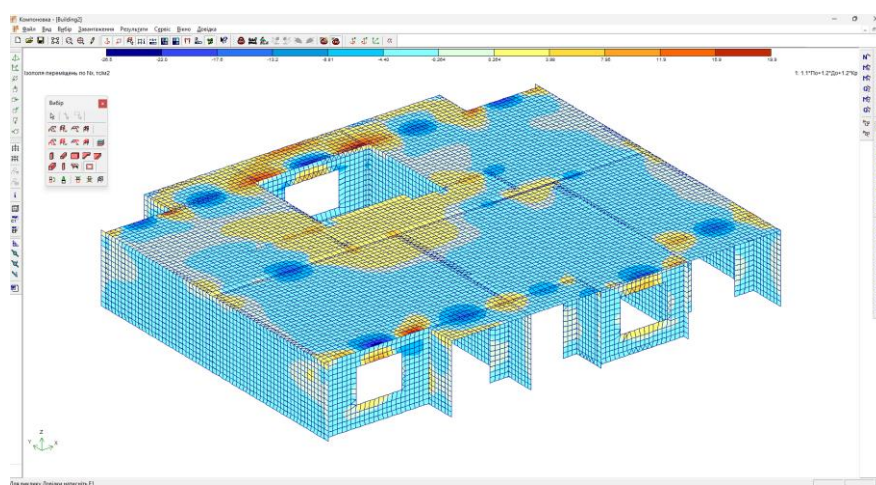


Рисунок 2.11 – Ізополя нормальних напружень вздовж осі X

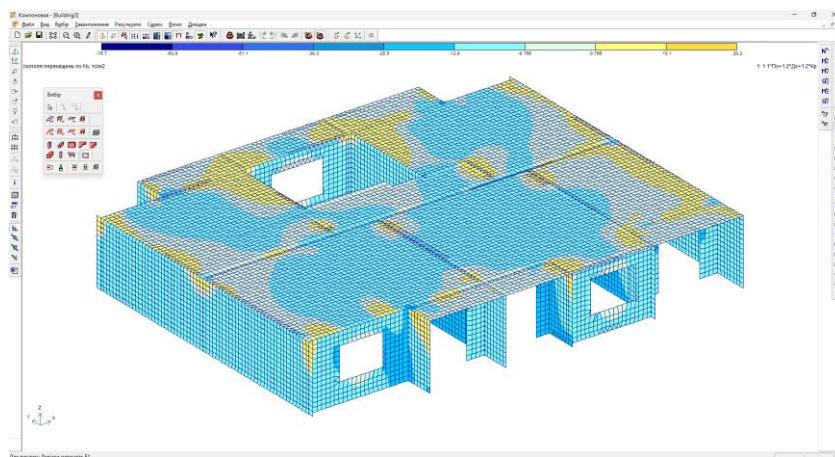


Рисунок 2.12 – Ізополя нормальних напружень вздовж осі У

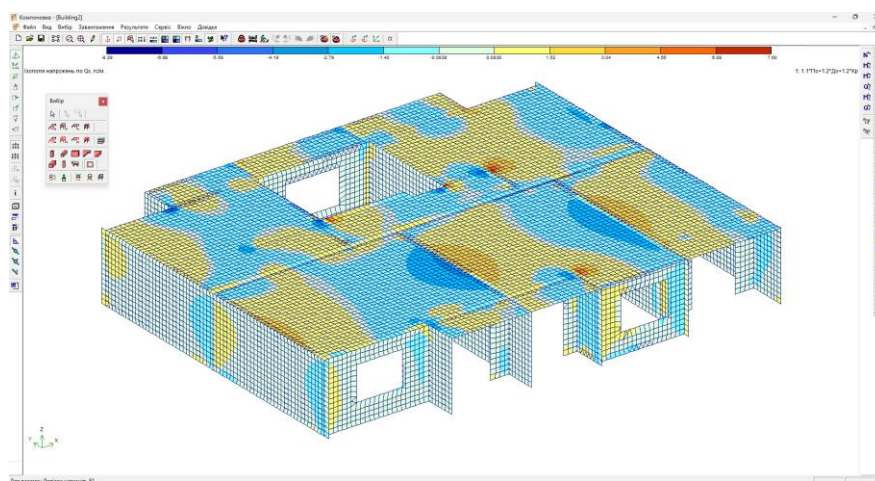


Рисунок 2.13 – Ізополя поперечних напружень вздовж осі Х

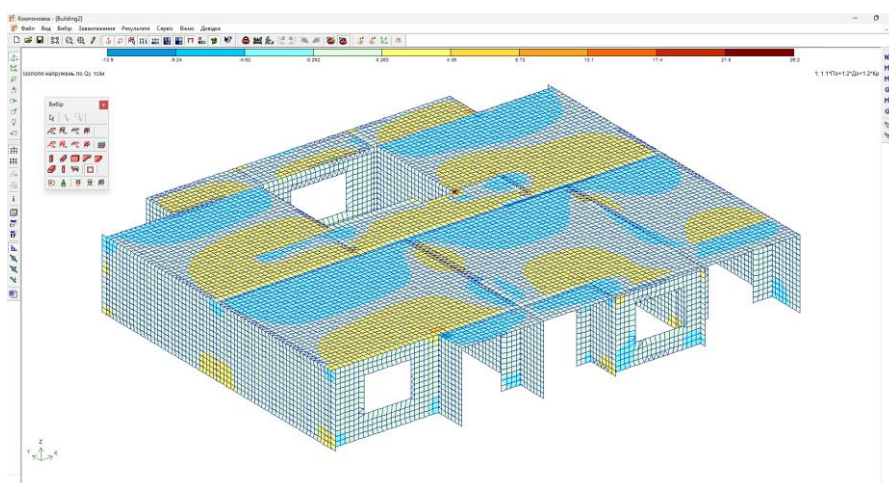


Рисунок 2.14 – Ізополя поперечних напружень вздовж осі У

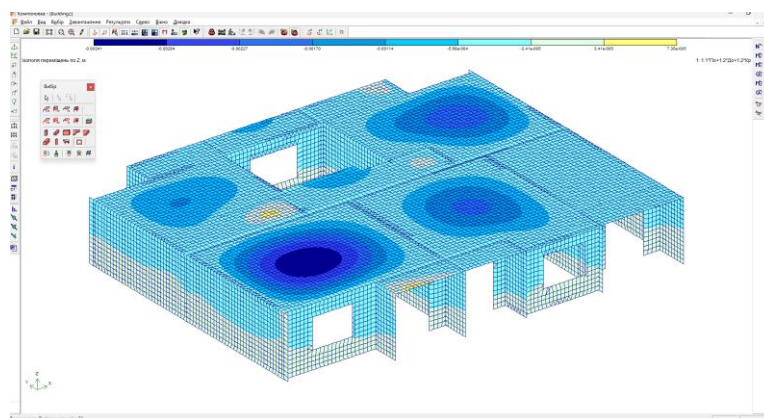


Рисунок 2.15 – Ізополя переміщень вздовж осі Z (прогини)

2.3 Перегляд і аналіз результатів армування

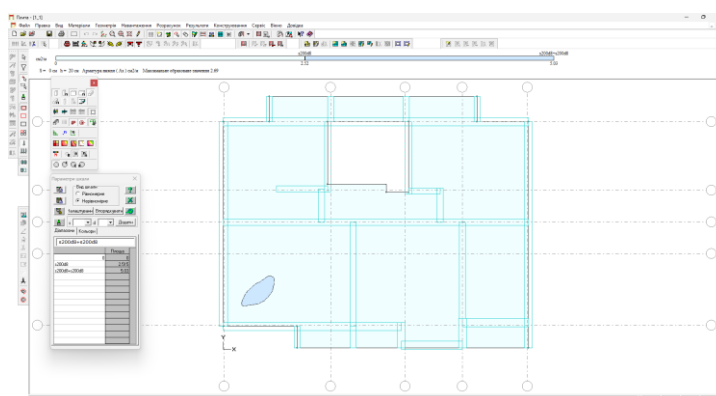


Рисунок 2.16 – Ізополя армування нижньої зони вздовж X

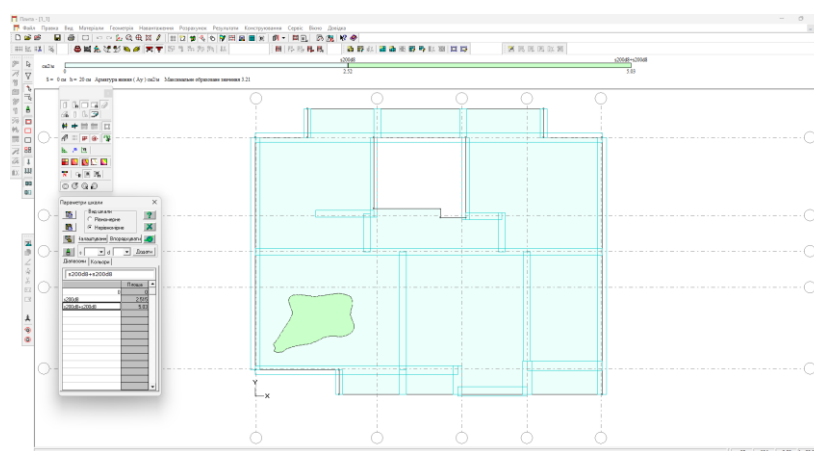


Рисунок 2.17 – Ізополя армування нижньої зони вздовж Y

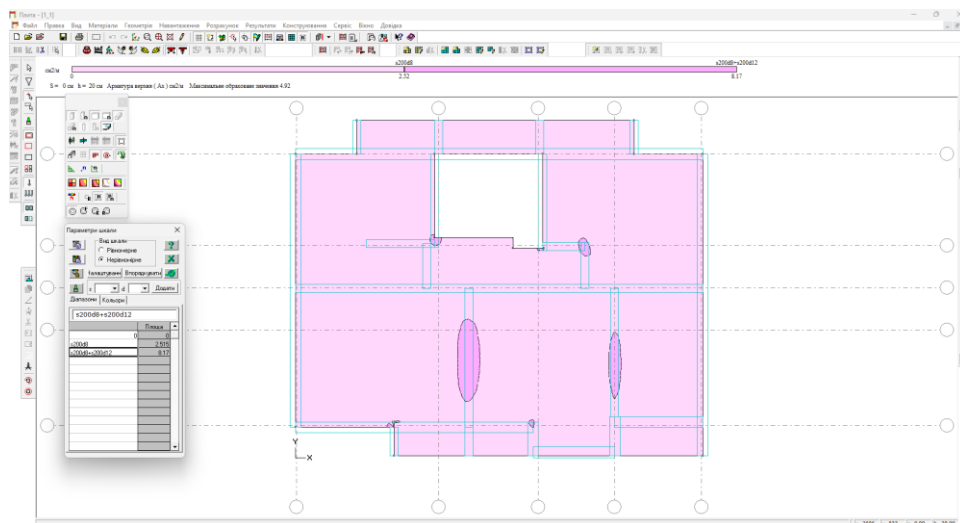


Рисунок 2.18 – Ізополя армування верхньої зони вздовж X

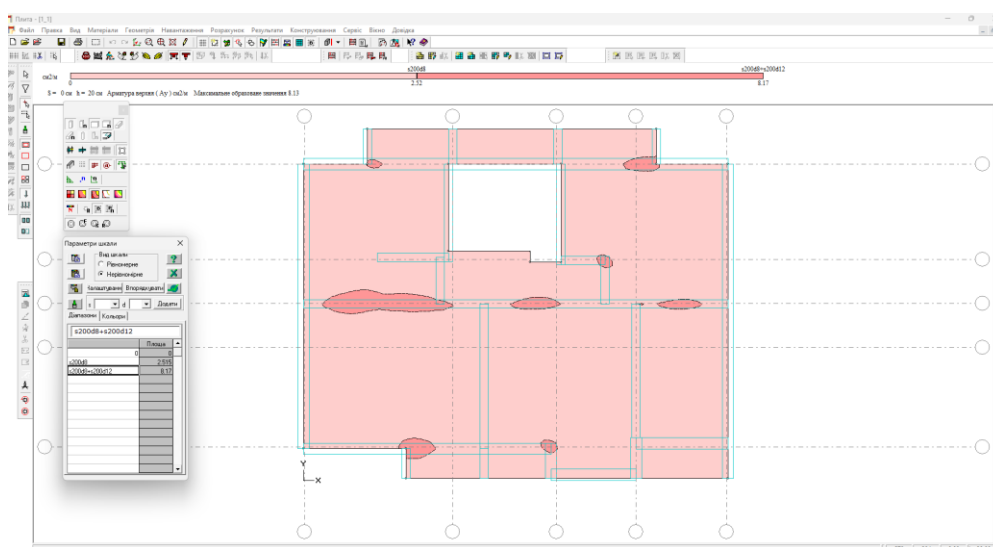


Рисунок 2.19 – Ізополя армування верхньої зони вздовж Y

2.4 Висновок за розділом 2

Отже приймаємо армування в дві сітки – верхня і нижня. Нижня складається з арматури $\Phi 8$ A500 з кроком 200 мм по площі плити вздовж осі Y та X однаково. Верхня сітка складається з арматури $\Phi 8$ A500 з кроком 200 мм по площі плити

вздовж осі У та Х однаково, також з додатковим підсиленням арматурою $\Phi 12$ A500 з кроком 200 в місцях що позначені на кресленні.

Таким чином проєктована плита буде відповідати вимогам по навантаженню та буде мати високі техніко-економічні показники що дозволить скоротити ресурси на її виробництво.

РОЗДІЛ 3

ОСНОВИ ТА ФУНДАМЕНТИ

3.1 Дані на проєктування фундаменту

Таблиця 3.1 – Дані на проєктування

Назва елемента	γ (т/м ³)	W (%)	IL	WL	W _p	1	2	3	4	5
Насипний ґрунт	2,0-2,2	15,4	-	0,13	-	-	-	-	-	-
Супісок	3,5-4,1	19	0,2	0,22	0,15	-	-	-	-	-
Пісок пилуватий	3,0-3,5	6,2	0,19	-	-	27	3	0,28	100	0,0039
									200	0,0078
									300	0,0117
									400	0,027
Глина	необмеж.	19,2	0,22	0,34	0,15	-	-	0,4	-	-

Найвища точка – 427; Мінімум – 6 ліній; Крок 0,25м.

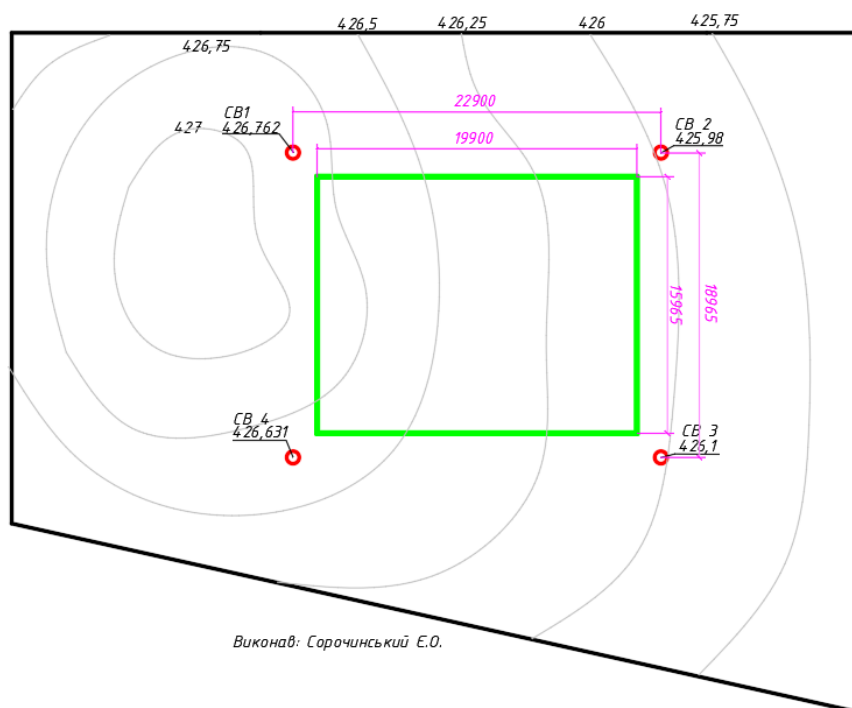
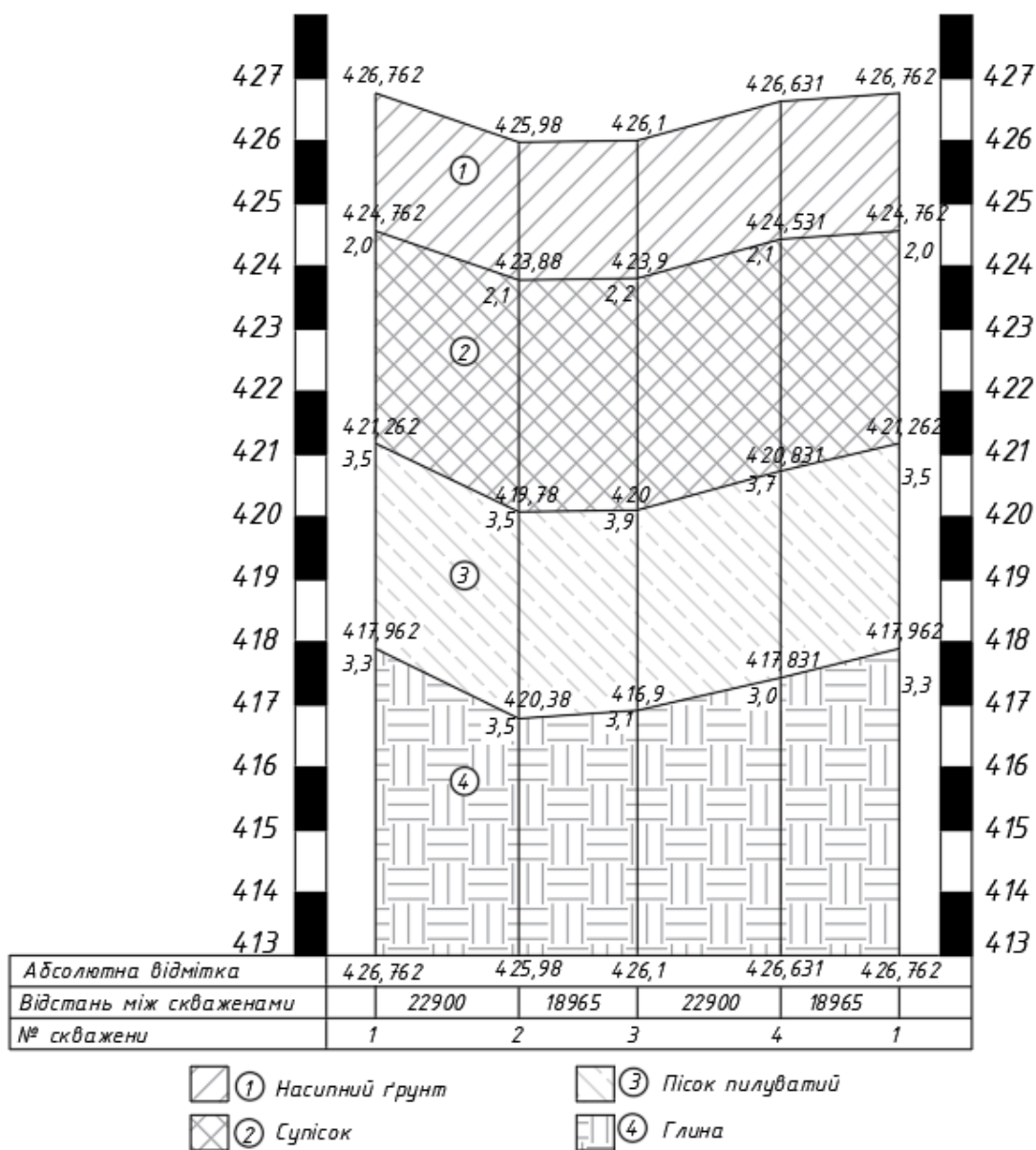


Рисунок 3.1 – Топографічна картка будівельної площадки М1:500

3.2 Оцінка інженерно-геологічних умов ділянки будівництва



1 – Насипний ґрунт; 2 – Супісок; 3 – Пісок пилуватий; 4 – Глина.

Рисунок 3.2 – Геологічний розріз

1 – Насипний ґрунт: потужність шару – 2 – 2,2 м.

2 – Супісок: потужність шару – 3,5 – 4,1 м.

3 – Пісок пилуватий: потужність шару – 3 – 3,5 м.

4 – Глина: потужність шару – необмежена.

Рівень ґрунтових вод –7,5 м

3.3 Визначення фізико-механічних характеристик ґрунтів

Таблиця 3.2 – Фізичні і механічні властивості ґрунтів основи.

Назва елемента	Природна вологість W%	Вологість границі пластичності W _p %	Вологість на границі пластичності WL	Число пластичності IP	Показник пластичності PL	Питома вага ґрунту УП	Питома вага частинок Y _s	Питома вага сухого ґрунту Y _d	Коефіцієнт пористості e	Пористість n	Ступінь вологості Sr	Питома вага насиченого ґрунту Y _{sb}	Кут внутрішнього тертя φП	Питоме зчеплення СП	Модуль деформації в природному стані E	Умовний розрахунковий опір R _o
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Насип. ґрунт	Використання в якості природної основи не рекомендується															
Супісок	0,2	0,15	0,22	0,07	0,71	19	26,6	15,8	0,68	40,5	0,8	9,8	23,1	12,4	13	291
Пісок пилув.	0,19	0,12	0,19	0,18	0,75	18,2	25,5	13,7	0,73	43	0,82	10,4	30,2	17,5	35,4	150
Глина	0,22	0,15	0,34	0,19	0,37	19,2	27,6	15,7	0,75	43	0,82	10,4	17	50	17	575

Рівень ґрунтових вод – 2 м

А) Супісок

1. Питома вага сухого ґрунту

$$\gamma_d = \frac{\gamma_n}{1 + W} = \frac{19}{1 + 0,2} = 15,83$$

2. Визначаємо коефіцієнт пористості даного шару ґрунту:

$$e = \frac{\gamma_s * (1 + w)}{\gamma} - 1 = \frac{26,6 * (1 + 0,2)}{16,5} - 1 = 0,68$$

3. Ступінь вологості:

$$Sr = \frac{w * \gamma_s}{e * \gamma_w} = \frac{0,2 * 26,6}{0,68 * 9,81} = 0,8$$

4. Пористість:

$$n = \left(1 - \frac{\gamma_d}{\gamma_s}\right) * 100\% = \left(1 - \frac{15,83}{26,6}\right) * 100\% = 40,48$$

5. Питома вага ґрунту насиченою водою:

$$y_{sb} = \frac{y_s - 10}{1 + e} = \frac{26,6 - 9,81}{1 + 0,68} = 9,88$$

6. За інтерполяцією підбираємо:

$$\varphi_{II}=23,1$$

$$C_n=12,4$$

$$R=291$$

Загальний модуль деформації знаходять за формулою:

$$E_0 = w * d * (1 - \nu^2) * \frac{\Delta p}{\Delta s}$$

де $w = 0,8$; d – діаметр штампу, який приймається рівним 798 мм для випробувань до 5 м, а при більше 5 м – 277 мм. – коефіцієнт Пуассона, який рівний: для великоуламкових ґрунтів 0,27; для пісків та супісків 0,3; для суглинків 0,35; для глини 0,42.

$$\Delta p = p_2 - p_1 = 0,3 - 0,1 = 0,2 \text{ МПа}$$

$$\Delta s = s_2 - s_1 = 12,4 \text{ мм}$$

$$E_0 = 0,2 * 798 * (1 - 0,3^2) * \frac{0,1}{0,39} = 13 \text{ МПа}$$

7. Число пластичності глини %:

$$I_p = W_L - W_P = 0,22 - 0,15 = 0,07$$

8. Показник текучості:

$$IL = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,15 - 0,12}{0,26 - 0,12} = 0,22$$

Б) Пісок пилюватий. Розраховуємо як супісок і вносимо дані в таблицю.

В) Глина. Розраховуємо як супісок і вносимо дані в таблицю.

3.4 Визначення навантаження на фундамент

Визначити навантаження на фундамент від семиповерхового житлового будинку. Стіни будинку цегляні. Товщина зовнішніх стін 510 мм, внутрішніх 380 мм.

Визначаємо навантаження на зовнішню стіну (рис. 3.3). Вантажна площа між осями вікон:

$$A = 2 \cdot 4,545 = 9,09 \text{ м}^2$$

I. Постійні вертикальні навантаження:

$$\text{Покрівля } 5,691 \cdot 9,09 = 36,54 \text{ кН}$$

$$\text{Технічний поверх } 3,857 \cdot 9,09 = 38,1 \text{ кН}$$

$$\text{Міжповерхове } 6 \cdot 3,649 \cdot 9,09 = 216,75 \text{ кН}$$

$$\text{Перегородки } 6 \cdot 1 \cdot 9,09 = 54,54 \text{ кН}$$

$$\text{Стіни } 18 \cdot 6,51 \cdot (4,545 \cdot 26,3) - ((2,4 + 2,5) \cdot 7) = 1055,3 \text{ кН}$$

$$\Sigma = 36,54 + 38,1 + 216,75 + 54,54 + 1055,3 = 1401,23 \text{ кН}$$

Разом 1401,23 кН.

II. Тимчасові нормативні навантаження :

$$\text{На покрівлю снігове: } 1,4 \cdot 9,09 = 12,73 \text{ кН;}$$

$$\text{На технічний поверх: } 0,7 \cdot 9,09 = 6,36 \text{ кН;}$$

$$\text{На плиту перекриття: } 1,5 \cdot 9,09 \cdot 0,627 \cdot 7 = 51,3 \text{ кН}$$

$$\Sigma = 5,13 + 6,30 + 12,73 = 70,39 \text{ кН}$$

Разом 70,39 кН.

$$N = \frac{1401,23 + 70,39}{4,325} = 323,79 \text{ кН;}$$

Разом $N = 323,79 \text{ кН}$

Визначення навантаження на внутрішню стіну (рис. 3.4)

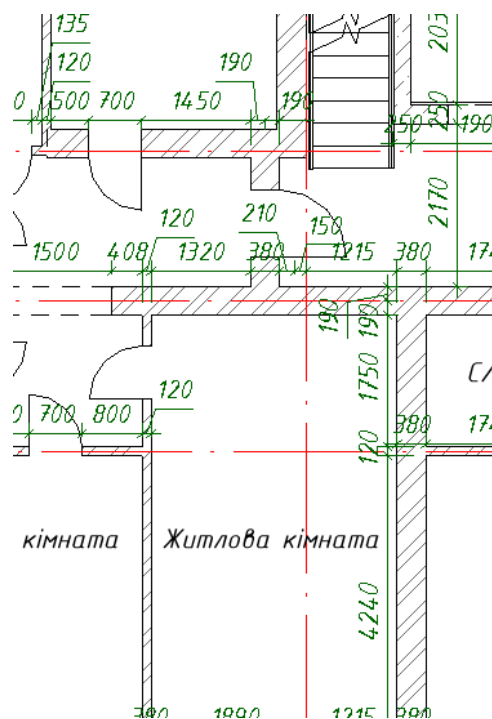


Рисунок 3.4 – Вантажна площа для внутрішньої стіни

Вантажна площа буде дорівнювати:

$$A=1*(0,9+2,125)=3,025 \text{ м}^2$$

I. Постійні навантаження від конструкції:

Покрівля: $3,691*3,025=11,17 \text{ кН}$;

Технічний поверх: $3,851*3,025=11,65 \text{ кН}$;

Міжповерхове перекриття: $6*3,649*3,025=66,23 \text{ кН}$;

Перегородки: $3,025*6*1 = 18,15 \text{ кН}$;

Стіна: $26,3*18*0,38*0,925 = 166,4 \text{ кН}$;

Разом = 277,6 кН.

II. Тимчасові нормативні навантаження :

На покрівлю снігове: $1,4 * 30,25 = 4,24 \text{ кН}$;

На перекриття технічного поверху: $0,7*3,025= 2,12 \text{ кН}$;

На сім міжповерхових перекриттів з коефіцієнтом: $1,5*3,025*0,627*7 = 19,92 \text{ кН}$;

Разом 25,67 кН.

$$N = \frac{25,6+273,6}{1} = 299,27$$

Разом $N = 299,27$ кН.

3.5 Розрахунок фундаменту мілкового закладання

Глибина закладання фундаменту

Формування фундаменту є одним із найвитратніших етапів зведення житлового будинку, адже його вартість часто становить понад 25 % загального кошторису будівництва. У зв'язку з цим важливо ще на початковій стадії проєктування ретельно виконати всі інженерні розрахунки, зокрема визначити оптимальну глибину закладання. Помилки на цьому етапі можуть спричинити серйозні технічні проблеми в майбутньому та значно збільшити фінансові витрати на їхнє усунення.

3.5.1. Визначаємо глибину закладання фундаменту:

1) За кліматичними умовами: з врахуванням особливостей району м. Хмельницький:

$$d_{fn} = 0,23 * \sqrt{118} = 0,79 \text{ м}$$

2) За геологічними умовами: відмітку підшви фундаменту приймаємо не менше 0,4 м , нижче рівня шару несучого ґрунту: $d_2 = 0,8 + 0,4 = 1,2$ м.

3) Із конструктивних міркувань глибина підшви фундаменту визначається за формулою:

$$d_3 = 0,3 + 0,6 * 3 + 0 = 2,1 \text{ м}$$

Отже, приймаємо глибину закладання фундаменту із конструктивних міркувань $d_3 = 2,1$ м.

Визначаємо розміри підшви фундаменту:

$$b_{0 \text{ зовн}} = \frac{323,79}{291 - 20 * 2,1} = 1,3 \text{ м}$$

По ДСТУ найбільш підходить типорозмір подушки по ширині 1,6 м.

Приймаємо подушку ФЛ 16.12-1 ($b = 1600 \text{ мм}$; $l = 1200 \text{ мм}$; $h = 300 \text{ мм}$).

Розрахунковий опір ґрунту основи на рівні підосви фундаменту:

Розрахунковий опір ґрунту основи на рівні підосви фундаменту:

$$R = \frac{y_{c1} * y_{c2}}{k} * (M_y * k_z * b_0 * y_{II} + M_q * d_1 * y'_{II} + (M_y - 1) * d_b * y'_{II} + M_c * c_n)$$

Де y_{c1}, y_{c2} – коефіцієнти умов роботи;

k – дорівнює 1, якщо міцнісні характеристики ґрунту φ_n і c_n визначені безпосередніми випробуваннями дорівнює 1,1, якщо взяті з таблиць;

M_y, M_q, M_c – коефіцієнти, які залежать від кута внутрішнього тертя φ_n ;

k_z – коефіцієнт, який приймається рівним 1, при $b < 10$ і $k = \frac{8}{b} = 0.2$, при $b > 10$;

b – ширина підосви фундаменту;

c_n – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, який безпосередньо залягає під підосвою фундаменту;

y_{II} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, які залягають нижче підосви фундаменту.

При наявності підземних вод визначається із врахуванням зваженої дії води $y_{взв}$. y'_{II} – усереднене значення питомої ваги ґрунту, який залягає вище підосви фундаменту;

d – глибина закладання фундаменту;

$M_y = 0,66$; $M_q = 3,65$; $M_c = 6,24$; $b = 1,6 \text{ м}$; $k_z = 1$; $y_{c1} = 1,25$; $y_{c2} = 1$; $k = 1$; $d = 2,1$; $c_n = 17,4$;

$$\varphi_n = 23,1; y_{II} = 10,55 \text{ кН/м}^3; y'_{II} = 15,57 \text{ кН/м}^3$$

$$y'_{II} = \frac{2 \cdot 14,4 + 0,7 \cdot 19}{2 + 0,1} = 15,57 \text{ кН/м}^3$$

$$y_{II} = \frac{3,9 \cdot 19 + 1,5 \cdot 18,2 + 2 \cdot 9,52}{3,9 + 1,5 + 2} = 10,55 \text{ кН/м}^3$$

Розрахунковий опір ґрунту, при $b=1,6$ м:

$$R = \frac{1,25 * 1}{1} * (0,66 * 1 * 1,6 * 14,38 + 3,65 * 2,7 * 15,57 + 6,24 * 12,4) = 264,88 \text{ кПа}$$

Знаходимо середній фактичний тиск під подошвою фундаменту:

Обираємо фундаментний блок ФБС 24.6.6 ($b = 600$ мм; $l = 2400$ мм; $h = 580$ мм) та подушку ФЛ16.12-1 ($b = 1600$ мм; $l = 1200$ мм; $h = 300$ мм).

Вага фундаменту:

$$N_{\text{фр}} = 19,21 * 3 + 10,7 = 67,73 \text{ кН};$$

Вага ґрунту на уступах фундаменту:

$$N_{\text{гр}} = 0,51 * 15,57 = 7,94 \text{ кН};$$

Середній фактичний тиск під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{N}{b \cdot 1} = \frac{399,46}{1,6} = 246,66 \text{ кПа};$$

Недонапруження під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{R - H}{R} * 100\% = \frac{264,88 - 249,66}{264,88} * 100\% = 5,75\%$$

$5,75\% < 10\%$ тому умова виконується.

Умова виконується тому під зовнішню стіну приймаємо подушку

ФЛ 16.12-1 ($b = 1600$ мм; $l = 1200$ мм; $h = 300$ мм).

3.5.2 Визначення глибини закладання фундаменту під внутрішню стіну

Визначаємо глибину закладання фундаменту:

1) За кліматичними умовами: З врахуванням особливостей району м. Хмельницький:

$$d_{fn} = 0,23 * \sqrt{118} = 0,79 \text{ м}$$

2) За геологічними умовами: відмітку подошви фундаменту приймаємо не менше $0,4$ м , нижче рівня шару несучого ґрунту: $d_2 = 0,8 + 0,4 = 1,2$ м.

3) Із конструктивних міркувань глибина підосви фундаменту визначається за формулою:

$$d_3 = 0,3 + 0,6 * 3 + 0 = 2,1 \text{ м}$$

Отже, приймаємо глибину закладання фундаменту із конструктивних міркувань $d_3 = 2,1 \text{ м}$.

Визначаємо розміри підосви фундаменту:

$$b_{0 \text{ внутр}} = \frac{N}{R_0 - i_0 \cdot d} = \frac{299,27}{291 - 20 * 2,2} = 1,2 \text{ м}$$

По ДСТУ підходить типорозмір подушки по ширині 1,4 м.

Приймаємо подушку ФЛ 14.24-1 ($b = 1400 \text{ мм}$; $l = 2400 \text{ мм}$; $h = 300 \text{ мм}$).

Розрахунковий опір ґрунту основи на рівні підосви фундаменту:

$$R = \frac{y_{c1} * y_{c2}}{k} * (M_y * k_z * b_0 * y_{II} + M_q * d_1 * y'_{II} + (M_y - 1) * d_b * y'_{II} + M_c * c_n)$$

Де y_{c1}, y_{c2} – коефіцієнти умов роботи;

k – дорівнює 1, якщо міцнісні характеристики ґрунту φ_n і c_n визначені безпосередніми випробуваннями дорівнює 1,1, якщо взяті з таблиць;

M_y, M_q, M_c – коефіцієнти, які залежать від кута внутрішнього тертя φ_n ;

k_z – коефіцієнт, який приймається рівним 1, при $b < 10$ і $k = \frac{8}{b} = 0,2$, при $b > 10$;

b – ширина підосви фундаменту;

c_n – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, який безпосередньо залягає під підосвою фундаменту;

y_{II} – усереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, які залягають нижче підосви фундаменту.

При наявності підземних вод визначається із врахуванням зваженої дії води $u_{взв}$. y'_{II} – усереднене значення питомої ваги ґрунту, який залягає вище підосви фундаменту;

d – глибина закладання фундаменту;

$M_y=0,66$; $M_q=3,65$; $M_c = 6,24$; $b=1,4$ м; $k_z=1$; $y_{c1}=1,25$; $y_{c2}=1$; $k=1$; $d=2,1$; $c_n=17,4$;

$$\varphi_n = 23,1; y_{II} = 10,55 \text{ кН/м}^3; y'_{II} = 15,57 \text{ кН/м}^3$$

$$Y_{II}' = \frac{2 \cdot 14,4 + 0,7 \cdot 19}{2 + 0,1} = 15,57 \text{ кН/м}^3$$

$$Y_{II} = \frac{3,9 \cdot 19 + 1,5 \cdot 18,2 + 2 \cdot 9,52}{3,9 + 1,5 + 2} = 10,55 \text{ кН/м}^3$$

Розрахунковий опір ґрунту, при $b=1,4$ м:

$$R = \frac{1,25 \cdot 1}{1} \cdot (0,66 \cdot 1 \cdot 1,4 \cdot 14,38 + 3,65 \cdot 2,7 \cdot 15,57 + 6,2 \cdot 12,4) \\ = 262,5 \text{ кПа}$$

Знаходимо середній фактичний тиск під подошвою фундаменту:

Приймаємо фундаментний блок ФБС 24.6.6 ($b = 600$ мм; $l = 2400$ мм; $h = 580$ мм) та подушку ФЛ16.12-1 ($b = 1600$ мм; $l = 1200$ мм; $h = 300$ мм).

Вага фундаменту:

$$N_{cp} = 12,75 \cdot 3 + 18,64 = 56,89 \text{ кН};$$

Вага ґрунту на уступах фундаменту:

$$N_{гр} = 0,55 \cdot 15,57 = 8,56 \text{ кН};$$

Середній фактичний тиск під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{N}{b \cdot 1} = \frac{364,72}{1,4} = 260,578 \leq R = 264,88 \text{ кПа};$$

Недонапруження під подошвою фундаменту:

$$P = \frac{R - H}{R} \cdot 100\% = \frac{264,88 - 260,5}{264,88} \cdot 100\% = 1,6\%$$

$1,6\% < 10\%$ тому умова виконується.

Умова виконується тому під зовнішню стіну приймаємо подушку

ФЛ 14.24-1 ($b = 1400$ мм; $l = 2400$ мм; $h = 300$ мм).

3.6. Розрахунок деформацій основ фундаментів

Розрахунок деформації фундаменту під зовнішню стіну. Визначення ординат епюри у характерних точках:

1) На підшві першого шару:

$$\sigma_{zgI} = h_1 \cdot \gamma_1 = 2 \cdot 15,4 = 30,8 \text{ кПа};$$

2) На рівні підшви фундаменту:

$$\sigma_{zg0} = \sigma_{zgI} + h_2 \cdot \gamma_2 = 32,7 + 0,1 \cdot 15 = 32,7 \text{ кПа};$$

3) На підшві другого шару:

$$\sigma_{zgII} = \sigma_{zg0} + h_2'' \cdot \gamma_2 = 32,7 + 3,9 \cdot 19 = 106,8 \text{ кПа};$$

4) На рівні ґрунтових вод:

$$\sigma_{zgIIIwL} = \sigma_{zgII} + h_3' \cdot \gamma_3 + \gamma_{sub} = 106,8 + 1,5 \cdot 18,2 + 9,52 = 143,62 \text{ кПа};$$

5) На підшві третього шару:

$$\sigma_{zgIII} = \sigma_{zgIIIwL} + h_3'' \cdot \gamma_3 = 143,62 + 2 \cdot 18,2 = 180,02 \text{ кПа};$$

3.6.1. Визначення додаткових напруг під підшвою фундаменту

Товщу основи нижче підшви фундаменту розділяємо на окремі елементарні шари ґрунту, товщину яких приймаємо:

$$0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,6 = 0,64 \text{ м}$$

Якщо в межах елементарного перерізу попадають два різні шари ґрунту, то ці ділянки розглядаються окремо.

По вісі фундаменту будують епюру додаткових напруг: $\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$

α – коефіцієнт, який враховує змінну додаткового тиску по глибині, залежить від відносного заглиблення площі елементарного шару: $\xi = \frac{2 \cdot z}{b}$;

z – відносне заглиблення

P_0 – додатковий тиск на основу: $P_0 = P - \sigma_{zp0}$

$$P_0 = P - \sigma_{22} = 249,66 - 32,7 = 216,96 \text{ кПа}$$

Нижня межа стиснутої товщі ґрунту приймається на глибині z , що дорівнює H_c , яку знаходимо з умови: 0,2.

Визначаємо додаткові напруження на покрівлі і підшві елементарних шарів у вигляді таблиці 3.3.

Оскільки умова $180,02 \cdot 0,2 = 36 > 29,7$ отже умова виконується на 14 точці.

Таблиця 3.3 – Визначення додаткового напруження на елементарних шарах під зовнішнім фундаментом

№	z	$\frac{\lambda \cdot z}{b}$	λ	σ_{2g0}	$\sigma_2 = \lambda \cdot P_0$
0	0	0	1	32,7	216,96
1	0,64	0,8	0,881	-	191,14
2	1,28	1,6	0,642	-	139,29
3	1,92	2,4	0,477	-	103,5
4	2,56	3,2	0,374	-	81,14
5	3,2	4	0,349	-	75,72
6	3,84	4,8	0,258	-	55,98
7	3,9	4,875	0,255	106,8	55,3
8	4,48	5,6	0,223	-	48,38
9	5,12	6,4	0,196	-	42,52
10	5,36	6,7	0,188	143,62	40,79
11	5,76	7,2	0,175	-	37,99
12	6,4	8	0,158	-	34,28
13	7,04	8,8	0,143	-	37,03
14	7,36	9,2	0,137	180,62	29,7
15	7,68	9,6	0,132	-	28,64

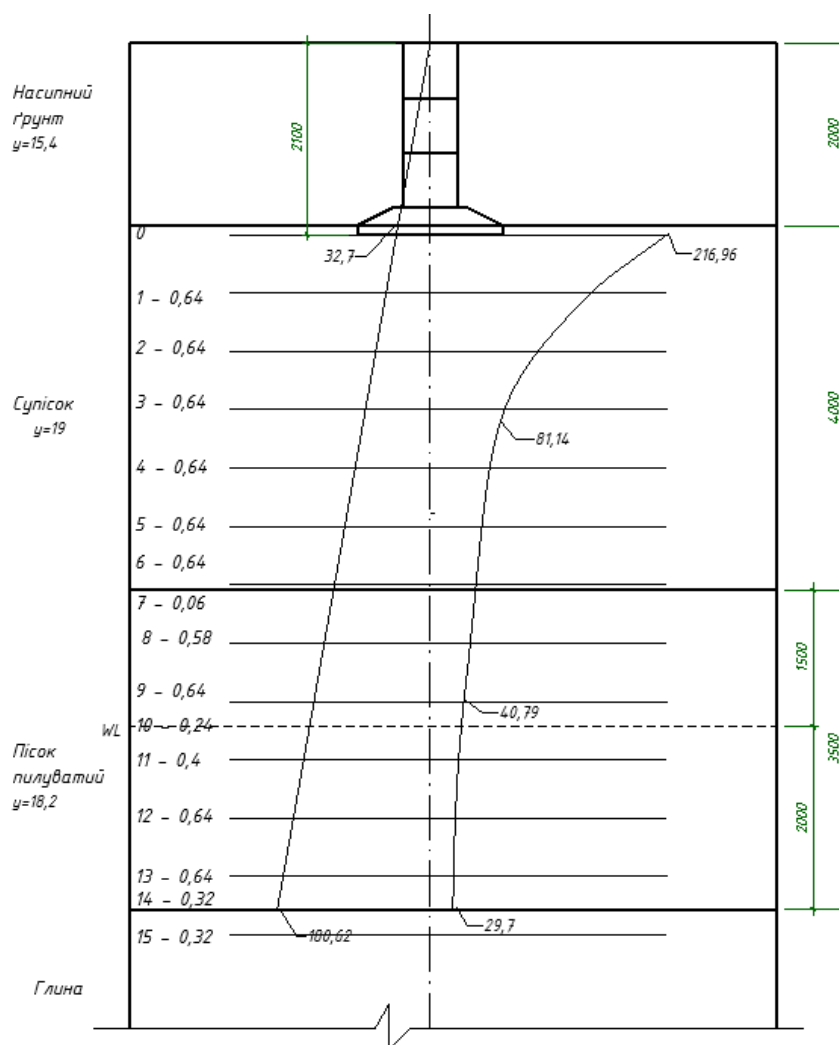


Рисунок 3.5 – Епюри природного тиску та додаткового напруження під фундаментом зовнішньої стіни будинку

Таблиця 3.4 – Визначення осідання елементарних шарів основи зовнішнього фундаменту

№	$\delta 2p,B$	$\delta 2p,h$	$\delta 2p,i$	h_i	E	Si
1	216,95	191,14	205,6	64	29,1	0,36
2	191,14	139,29	165,2			0,29
3	139,29	103,5	121,4	64	29,1	0,21
4	103,5	81,14	92,32			0,16
5	81,14	75,72	78,43	64	29,1	0,14
6	75,72	55,98	65,85			0,12
7	55,98	55,3	55,64	6	29,1	0,009

Продовження таблиці 3.4

8	55,3	48,38	57,84	58	15	0,16
9	48,38	42,52	45,45	64	15	0,16
10	42,52	40,79	41,66	24		0,05
11	40,79	37,99	39,35	40	15	0,09
12	37,99	34,28	36,14	64		0,12
13	34,28	37,03	32,66	64	15	0,11
14	33,03	29,7	36,37	32		0,05

Визначення осідання кожного елементарного шару. Осідання основи S визначається методом пошарового додавання:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}$$

де, $\beta = 0,8$;

$\bar{\sigma}_{zp,i}$ – середнє значення напруження в елементарному шарі:

$$\bar{\sigma}_{zp,i} = \frac{\sigma_{zp,(i-1)} + \sigma_{zp,i}}{2}$$

h_i – товщина елементарного шару;

E_i – модуль деформації елементарного шару.

За даними таблиці 3.6.2, $S_i = 2,03 \text{ см} < 12 \text{ см}$

Отже, умова деформації зовнішнього фундаменту виконується

Розрахунок деформації основ на рівні умовного фундаменту. Визначення ординат епюри у характерних точках:

Осідання основи S визначається методом пошарового додавання:

$$S = \beta \cdot \sum_{i=1}^n \frac{\bar{\sigma}_{zp,i} \cdot h_i}{E_i}$$

де, $\beta = 0,8$;

$\bar{\sigma}_{zp,i}$ – середнє значення напруження в елементарному шарі:

$$\bar{\sigma}_{zp,i} = \frac{\sigma_{zp,(i-1)} + \sigma_{zp,i}}{2}$$

h_i – товщина елементарного шару; E_i – модуль деформації елементарного шару.

Осідання зовнішнього фундаменту будуть:

$S_i = 2,03 \text{ см} < 12 \text{ см}$ Отже, умова деформації зовнішнього фундаменту виконується.

Розрахунок деформацій під внутрішнім аналогічний до розрахунку під зовнішнім фундаментом.

Товщина елементарного шару: $h_i = 0,4 \cdot b = 0,4 \cdot 1,4 = 0,56 \text{ м}$

Таблиця 3.5 – Визначення додаткового напруження на елементарних шарах під внутрішнім фундаментом

№ точки	Глибина точки, що розглядається під подошвою фундаменту Z, м	Відносна глибина. $\xi = 2 \cdot z \setminus b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$ кПа
0	0	0	1	153,14	110
1	1	0,8	0,881	-	96,91
2	2	1,6	0,642	-	70,62
3	3	2,4	0,437	-	52,47
4	4	3,2	0,374	-	41,14
5	5	4	0,0306	203,34	38,66

$158,5 \cdot 0,2 = 37,7 > 30,07$ – отже, умова виконується на 14 точці.

Таблиця 3.6 – Визначення осідання елементарних шарів основи внутрішнього фундаменту

№	Визначаємо осідання елементарних шарів ґрунту					$\beta = 0,8$
	Додаткове напруження			Модуль деформації E, кПа	Товщина шару h_i , см	Осідання шару S_i см
	На покрівлі шару σ_{zp} В, кПа	На подошві шару σ_{zp} Н, кПа	Середнє значення σ_{zp} і, кПа			

Продовження таблиці 3.6

1	110	96,91	103,45	15000	1	0,0055
2	96,91	70,62	83,77	57500	1	0,0012
3	70,62	52,43	61,55	57500	1	0,0009
4	52,43	41,14	46,8	57500	1	0,0007
5	41,14	38,66	39,9	57500	1	0,0005
						0,0088

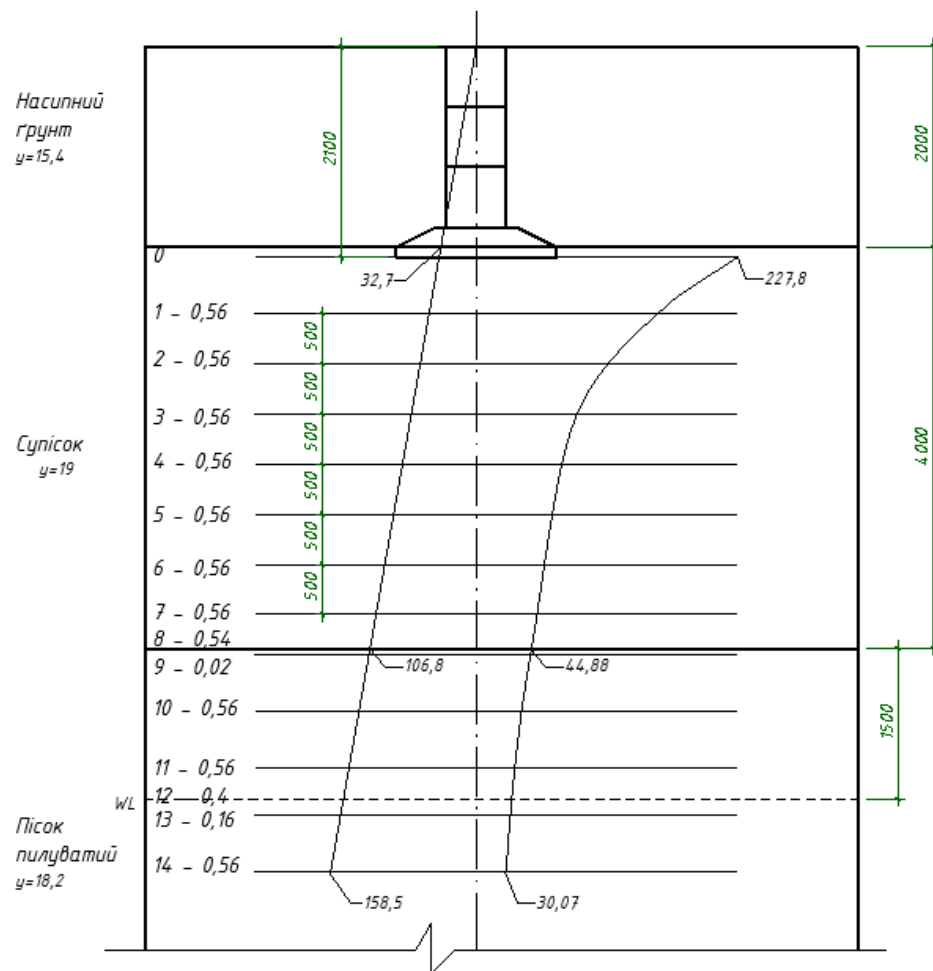


Рисунок 3.6 – Епюри природного тиску та додаткового напруження під внутрішнім фундаментом

Осідання внутрішнього фундаменту будуть:

$$S_i = \sum S_i = 0,0095 \leq 12\text{см}$$

$$S_i = 1,765 \text{ см} < 12 \text{ см}$$

Умова деформації внутрішнього фундаменту виконується, отже, фундаментні блоки і подушка підібрано правильно.

3.7. Розрахунок фундаменту глибокого закладання

На сьогоднішній день у практиці будівництва використовується велика кількість різновидів паль — понад 150 типів. Їх класифікують за такими ознаками, як матеріал виготовлення, спосіб армування, метод занурення у ґрунт, а також за тим, як вони взаємодіють із основою. Найбільшого застосування набули залізобетонні забивні палі, які занурюються у ґрунт у готовому вигляді за допомогою спеціалізованого обладнання, наприклад дизель-молотів або віброзанурювачів; буронабивні палі, що формуються в процесі бетонування пробурених свердловин; оболонкові палі; а також палі, що влаштовуються ущільненням навколишнього ґрунту.

Вибір типу пальової основи насамперед залежить від складності ґрунтових умов, глибини залягання міцних шарів, рівня ґрунтових вод і характеру навантаження, яке передається від споруди. Пальові фундаменти найчастіше застосовуються у випадках, коли поверхневі ґрунти є слабкими або нестабільними, а також на ділянках з високим рівнем водоносних горизонтів або значною глибиною сезонного промерзання. Крім цього, такі фундаменти дозволяють зменшити трудомісткість земляних робіт і прискорити процес будівництва.

У нашому проєкті прийнято конструктивне рішення щодо застосування одиночних паль, які об'єднуються монолітним залізобетонним ростверком. Кількість паль на погонний метр ростверку визначається з урахуванням розрахункового навантаження та здатності паль передавати його на ґрунт. Передбачено гнучке з'єднання ростверка з палями без жорсткої фіксації.

3.7.1 Визначення мінімально необхідної довжини палі.

Прорізаємо палею супісок і зупиняємось у піску пилюватому у якого кращі фізико-механічні властивості.

Визначення глибини закладання підосви ростверку

Конструктивна висота стрічкового ростверку призначається не менше 400 мм. З конструктивних міркувань глибину закладання підосви ростверку d визначаємо за формулою:

$$d = N_{\text{блок.}} \cdot N_{\text{блок.}} + N_{\text{роз.}} + N_{\text{плити}} - N_{\text{рів. план.}}$$

$$d = 3 \cdot 0,6 + 0,6 = 2,4 \text{ м}$$

Вибір несучого шару ґрунту під нижнім кінцем палі

При визначенні розташування несучого шару для палі враховують глибину його залягання, товщину шару та фізико-механічні властивості ґрунту. Найбільш придатними для опори є шари крупно- та середньозернистих пісків, а також гравелісті ґрунти і глинисті породи з невисокою текучістю, де показник IL знаходиться в межах від 0 до 0,3. Водночас не рекомендується використовувати як основний несучий шар глинисто-пилюваті ґрунти з високим ступенем текучості, де IL перевищує 0,6, оскільки вони не забезпечують необхідної стабільності та міцності для передачі навантаження від палі.

Забивні палі повинні мати мінімальне заглиблення не менше 0,5 м у щільні несучі ґрунти, до яких належать крупноуламкові, гравелісті, середньо- та крупнозерністі піски, а також пилювато-глинисті ґрунти з низькою пластичністю ($IL < 0,1$). Для інших типів нескельних ґрунтів глибина занурення повинна бути не меншою за 1 метр.

Визначення довжини палі здійснюється з урахуванням фактичних геологічних умов. У нашому випадку як робоче середовище для занурення обрана прошарок пилюватого піску, що має достатній запас міцності для використання в якості основи. Глибину, на яку передбачається бетонування палі в ростверку,

приймаємо рівною 0,35 м. Глибина закладання ростверку складає 2,4 м. Таким чином, загальна глибина занурення палі дорівнює 2,5 м.

Для реалізації конструктивного рішення використовується стандартна забивна залізобетонна паля типу ПНдр6-30 довжиною 6 м і з поперечним перерізом 300×300 мм. Отже, остаточна довжина палі, що використовується у проєкті, становить 6 метрів.

Визначення розрахункового навантаження на одну палю.

Розрахункове навантаження на одну палю визначається за формулою

$$P = \frac{Fd}{\gamma_k}, \text{ кН};$$

де, Fd – несуча здатність одиночної палі;

γ_k – коефіцієнт надійності, приймається 1,4.

На основі вихідних даних щодо ґрунтових умов для проєктування пальових фундаментів визначаємо тип паль за їх роботою в ґрунті.

Для «висячих» паль несучу здатність одиночної палі визначаємо за формулою:

$$Fd = \gamma_c * (\gamma_{cr} * R * A + u * \gamma_{cf} \sum_{i=1}^n f_i * h_i);$$

де, γ_c , γ_{cr} , γ_{cf} – коефіцієнти умов роботи палі і ґрунту під вістрям палі і по бічній поверхні приймається рівним 1;

u – периметр палі квадратного перерізу становить: $4 * b_n = 4 * 0.3 = 1.2 \text{ м}$;

A – площа поперечного перерізу палі становить: $b_n^2 = 0,09 \text{ м}^2$;

h_i – довжина розрахункових ділянок, визначених на основі геологічної будови району будівництва і положень паль у ґрунті розрахункові опори ґрунту під нижнім кінцем палі R і тертя по балковій поверхні f Приймаємо рівне 3900 кПа.

Таблиця 3.7 – Результати розрахунків по довжинам розрахункових ділянок

$h_i, \text{ м}$	$Z_{i, \text{ м}}$	$F_i, \text{ кПа}$
2	3,4	8,4

Продовження таблиці 3.7

1,6	6,2	10
2	7	32
0,25	8,125	33,125

$$F_d = 1 \cdot (1 \cdot 1450 \cdot 0.09 + 1.2 \cdot 1 \cdot (2 \cdot 8.4 + 1.6 \cdot 10 + 2 \cdot 32 + 0.25 \cdot 33.125)) = 259 \text{ кН}$$

Отже, навантаження на 1 палю:

$$P = \frac{259}{1.4} = 185 \text{ кН}$$

Визначення попередньої кількості паль у ростверку.

Кількість паль у ростверку визначаємо за формулою:

$$n' = \frac{N}{P} = \frac{323.79}{185} = 1.75 \approx 2 \text{ палі.}$$

Конструювання ростверку.

Визначення необхідних розмірів ростверку за формулами.

Мінімальна відстань від краю ростверку до зовнішнього краю палі не повинна перевищувати:

$$a = 0.2 \cdot b_n = 0.2 \cdot 0.3 + 0.5 = 0.6 \text{ м}$$

При конструюванні ростверку у вертикальній площині необхідні наступні значення:

$h_{\text{бет}}$ – приймаємо 0,25 м;

$l_{\text{зам}}$ – 0,35 м;

d_p – 2,4 м;

$$h_{\text{плити}} - l_{\text{зам}} + h_{\text{бет}} = 0.6 \text{ м.}$$

Визначення величин умовної ширини і довжини підшви пальового фундаменту.

Для визначення величини ширини і довжини підшви пальового фундаменту $b_{\text{ум}}$, $L_{\text{ум}}$. Використаємо формулу (3.1)

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{\sum_{i=1}^n \varphi_i \cdot h_i}{\sum_{i=1}^n h_i}, \quad (3.1)$$

де, $\varphi_{\text{ср}}$ – середньозважене значення кута внутрішнього тертя всіх шарів ґрунту, що прорізаються палями від підшови ростверку до площини умовної підшови пальового фундаменту, який визначаємо за формулою: де, h_i – потужність кожного шару.

$$\varphi_{\text{ср}} = \frac{3,6 \cdot 23,1 + 2,5 \cdot 27}{6,1} = 24,7^\circ$$

$$\text{Отже, } b_{\text{ум}} = (n - 1) l_d + d + 2h \cdot \text{tg}\left(\frac{\varphi_{\text{ср}}}{4}\right), \text{ м.}$$

де n – кількість паль;

l_d – відстань між палями;

d – поперечний розмір палі;

h – висота від підшови ростверку до вістря палі.

$$b_{\text{ум}} = 3 \cdot 0,3 + 0,3 + 2 \cdot 6,1 \cdot 0,108 = 2,5 \text{ м}$$

$$L_{\text{ум}} = 1 \text{ м.}$$

Визначення розрахункового опору ґрунту.

Розрахунковий опір ґрунту основи умовного пальового фундаменту визначаємо за формулою:

$$R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_y \cdot k_z \cdot b_{\text{ум}} \cdot \gamma_{IV} + M_q \cdot H \cdot \gamma'_{IV} + M_c \cdot c_n]$$

де, γ_{c1} і γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи, які прийняті за табл. 3.2. За табличними даними отримаємо відповідно: $\gamma_{c1}=1$; $\gamma_{c2}=1$.

Коефіцієнт k приймаємо рівним 1.

Коефіцієнти M_y , M_c , M_q визначаємо в залежності від величини кута внутр. тертя шару ґрунту, розташованого безпосередньо під підшовою фундаменту. За табличними даними отримуємо значення $M_y=0,91$; $M_q=4,64$; $M_c=7,14$, відповідно.

k_z - коефіцієнт впливу площі фундаменту. Для фундаментів шириною $b < 10\text{м}$, $k_z = 1$;

y'_{IV} - усереднене значення питомої ваги ґрунту, розташованої вище підшоши умовного пальового фундаменту, і визначається за формулою – глибина закладання підшоши умовного пальового фундаменту.

$$y'_{IV} = \frac{2 \cdot 15,4 + 4 \cdot 19 + 1,5 \cdot 18,2 + 1 \cdot 9,52}{8,5} = 16,9 \text{кН/м}^3$$

$$R = \frac{1 \cdot 1}{1} * (0,91 * 2,5 * 10,04 + 4,64 * 8,5 * 16,9 + 7,14 * 3) = 710,8 \text{кПа}$$

Перевірка величин нормальних напружень під підшовою умовного фундаменту полягає у виконанні нерівності:

$$P < R,$$

де, p – середній тиск під підшовою, що визначається за формулою.

Визначення середнього навантаження на підшову умовного фундаменту:

$$P_{\text{сеп}} = \frac{N'_{II}}{A_{\text{ум}}},$$

$$P_{\text{сеп}} = \frac{N_{II} + Q_{\phi} + Q_{\text{гр}} + Q_{\text{п}}}{A_{\text{ум}}},$$

$$N'_{II} = N_{II} + Q_{\phi} + Q_{\text{гр}} + Q_{\text{п}},$$

де, $A_{\text{ум}}$ – площа підшоши і рівна $B_{\text{ум}} * L_{\text{ум}} = 1,6 * 1 = 1,6\text{м}$.

N'_{II} – навантаження яке діє на підшову умовного фундаменту.

N_{II} – навантаження що діє на обріз фундаменту.

$Q_{\text{гр}}$ – вага ґрунту по об'єму А,Б,В,Г на 1 п.м.

$Q_{\text{п}}$ – вага палі.

Q_{ϕ} – вага фундаменту.

$$P = \frac{323,79 + 281,3 + 50,2 + 27,08}{2,5} = 272,95 \text{ Н/м}^2$$

$P = 272,95 \text{ кН/м}^2 < R = 710,8 \text{ кПа}$ – умова виконується.

3.7.2 Розрахунок деформації основ на рівні умовного фундаменту

Визначення ординат епюри у характерних точках:

1) На підшві першого шару: $\sigma_{zI} = \gamma_1 * h_1 = 2 * 15,4 = 30,8$ кПа

2) На рівні підшви другого шару: $\sigma_{zII} = \sigma_{zI} + \gamma_2 * h_2 = 30,8 + 4 * 19 = 106,8$ кПа

3) На рівні ґрунтових вод: $\sigma_{zwl} = \sigma_{zII} + \gamma'_3 * h'_3 + \gamma_{sub} = 106,8 + 1,5 * 18,2 + 9,52 = 143,62$ кПа

4) На рівні підшви фундаменту: $\sigma_{z0} = \sigma_{zIII} + \gamma'_3 * h'_3 = 143,62 + 9,52 = 153,16$ кПа

5) На підшві третього шару: $\sigma_{zIII} = \sigma_{zwl} + \gamma_{sub3} * h''_3 = 153,16 + 9,2 * 2 = 180,02$ кПа

6) На 5 точці шару: $\sigma_{zIV} = \sigma_{zIII} + \gamma_{sub} * h_5 = 219,5 + 10,04 * 5 = 203,34$ кПа

За знайденими значеннями епюри зліва по вісі фундаменту будуємо епюру тиску ґрунту.

Визначення додаткових напруг під підшвою фундаменту.

Товщу основи нижче підшви фундаменту розділяємо на окремі шари ґрунту, товщину яких приймаємо:

$$0,4 * b = 0,4 * 2,5 = 1 \text{ м};$$

Якщо в межах елементарного перерізу попадають два різні шари ґрунту, то ці ділянки розглядаються окремо.

По осі фундаменту будують епюру додаткових напруги: $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$;

α – коефіцієнт, який враховує змінну додаткового тиску по глибині, залежить від відносного заглиблення площі елементарного шару: $\xi = \frac{2 * z}{b}$;

z – відносне заглиблення;

$$P_0 - \text{додатковий тиск на основу: } P_0 = P_0 - \sigma_{zp0} ;$$

$$P_0 = 272,95 - 153,14 = 119,81 \text{ кПа} ;$$

Нижня межа стиснутої товщі ґрунту обирається на глибині z , що дорівнює H_c , яку знаходимо з умови: $0,2$. Визначаємо додаткові напруження на верхніх і нижніх елементарних шарів у вигляді таблиці 3.8. Оскільки умова $37,23 < 186,16 \cdot 0,2$ виконується, то зупиняємось на 5 точці.

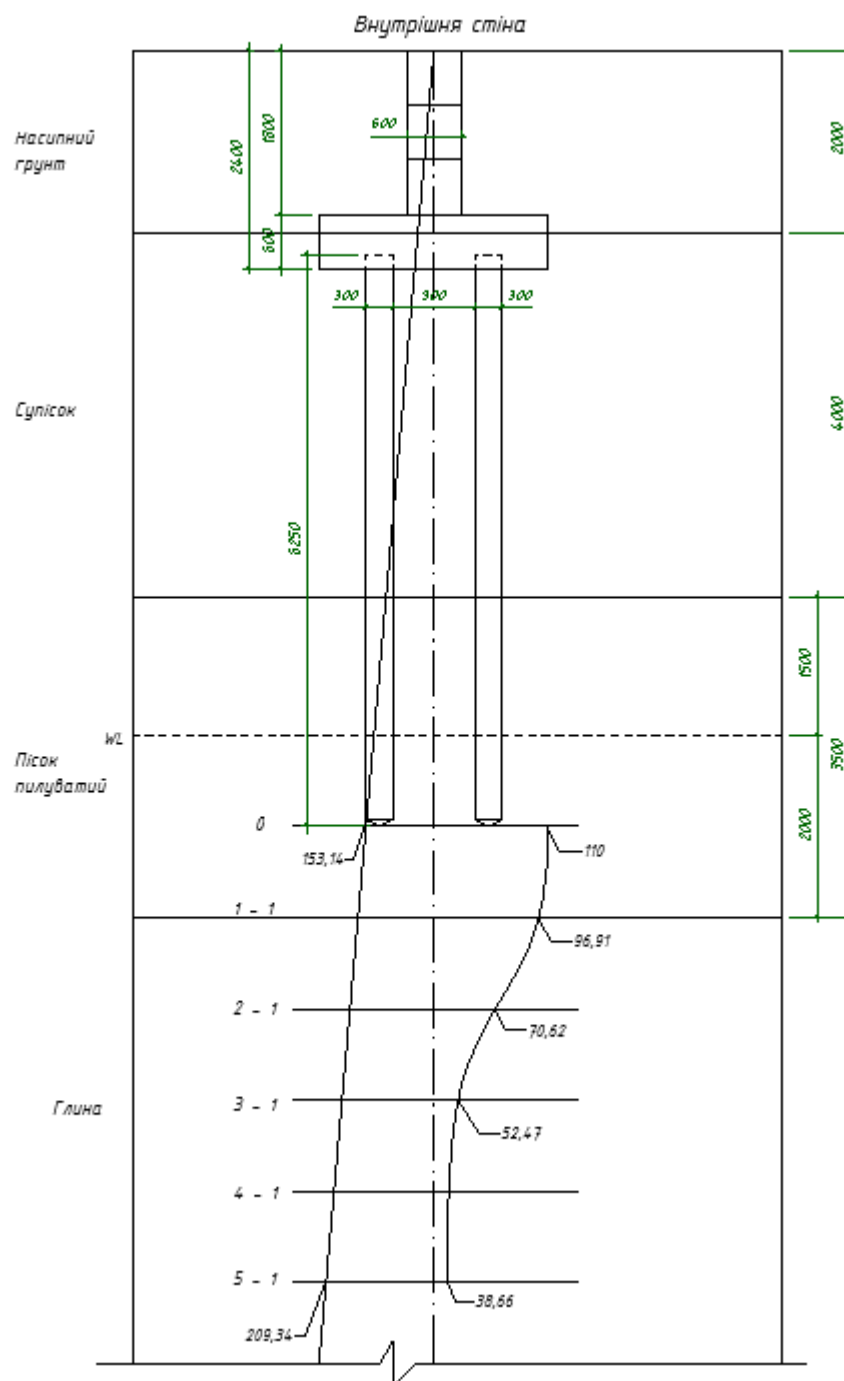


Рисунок 3.7 – Епюри природного тиску та додаткових напруг під пальовим фундаментом внутрішньої стіни будинку

3.7.3 Визначення осідання кожного елементарного шару

Осідання основи S визначається методом пошарового додавання:

$$S = \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zpi} \times h_i}{E_i};$$

Значення осідання кожного елементарного шару наведено у таблиці 3.8

Таблиця 3.8 – осідання кожного елементарного шару

№ шару	Визначаємо осідання елементарних шарів ґрунту					$\beta=0,8$
	Додаткове напруження			Модуль деформації E , кПа	Товщина шару h_i , см	Осідання шару S_i , см
	На покрівлі шару $\sigma_{zp} B$, кПа	На підшві шару $\sigma_{zp} H$, кПа	Середнє значення $\sigma_{zp} i$, кПа			
1	110	96,91	103,45	15000	1	0,0055
2	96,91	70,62	83,77	57500	1	0,0012
3	70,62	52,43	61,55	57500	1	0,0009
4	52,43	41,14	46,8	57500	1	0,0007
5	41,14	38,66	39,9	57500	1	0,0005
						0,0088

Таблиця 3.9 – Напруження кожного елементарного шару

№	Глибина точки, що розглядається під підшвою фундаменту Z , м	Відносна глибина, $\xi=2 \cdot Z / b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту, σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$ кПа
0	0	0	1	153,14	110
1	1	0,8	0,881	-	96,91
2	2	1,6	0,642	-	70,62
3	3	2,4	0,437	-	52,47
4	4	3,2	0,374	-	41,14
5	5	4	0,306	203,34	38,66

3.7.4 Розрахунок деформації основ на рівні умовного фундаменту

Визначення ординат епюри у характерних точках:

1) На підшві першого шару: $\sigma_{zI} = y_1 * h_1 = 2 * 15,4 = 30,8 \text{ кПа}$

2) На рівні підшви другого шару: $\sigma_{zII} = \sigma_{zI} + y_2 * h_2 = 30,8 + 4 * 19 = 106,8 \text{ кПа}$

3) На рівні ґрунтових вод: $\sigma_{zwI} = \sigma_{zII} + y'_3 * h'_3 + y_{sub} = 106,8 + 1,5 * 18,2 + 9,52 = 143,62 \text{ кПа}$

4) На рівні підшви фундаменту: $\sigma_{z0} = \sigma_{zIII} + y'_3 * h'_3 = 143,62 + 9,52 = 153,16 \text{ кПа}$

5) На підшві третього шару: $\sigma_{zIII} = \sigma_{zwI} + y_{sub3} * h''_3 = 153,16 + 9,2 * 2 = 180,02 \text{ кПа}$

6) На 5 точці шару: $\sigma_{zIV} = \sigma_{zIII} + y_{sub} * h_5 = 219,5 + 10,04 * 5 = 209,34 \text{ кПа}$

За знайденими значеннями ординат епюри зліва по вісі фундаменту будемо епюру природного тиску ґрунту.

Визначення додаткових напруг під підшвою фундаменту.

Товщу основи нижче підшви фундаменту розділяємо на окремі шари ґрунту, товщину яких приймаємо:

$$0,4 * b = 0,4 * 2,5 = 1 \text{ м};$$

Якщо в межах елементарного перерізу попадають 2 різні шари ґрунту, то дані ділянки розглядаються окремо.

По осі фундаменту креслять епюру додаткових напруг: $\sigma_{zp} = \alpha * P_0$;

α – коефіцієнт, який враховує змінну додаткового тиску по глибині, залежить від заглиблення площі кожного елементарного шару: $\xi = \frac{2 * z}{b}$;

z – відносне заглиблення;

P_0 – додатковий тиск на основу: $P_0 = P_0 - \sigma_{zp0}$;

$$P_0 = 272,95 - 153,14 = 119,81 \text{ кПа} ;$$

Нижня межа стиснутої товщі ґрунту приймається на межі z , що дорівнює H_c , яку знаходимо з умови: 0,2. Визначаємо додаткові напруження на верхніх і нижніх елементарних шарів у вигляді таблиці 3.10. Оскільки умова $37,23 < 186,16 \cdot 0,2$ виконується, то зупиняємось на 5 точці.

Таблиця 3.10 – Визначення додаткового напруження на елементарних шарах під внутрішнім фундаментом

№ точки	Глибина точки, що розглядається під підшовою фундаментау Z , м	Відносна глибина $\xi = 2 \cdot z/b$	α	Напруження від власної ваги ґрунту σ_{zg} , кПа	Додаткове напруження $\sigma_{zp} = \alpha \cdot P_0$ кПа
0	0	0	1	153,14	119,81
1	1	0,8	0,881	-	105,55
2	2	1,6	0,642	-	76,9
3	3	2,4	0,477	-	52,15
4	4	3,2	0,344	-	44,8
5	5	4	0,306	209,34	36,7

Таблиця 3.11 – Визначення осідання елементарних шарів основи внутрішнього фундаментау

№ шару	Визначаємо осідання елементарних шарів ґрунту					$\beta = 0,8$
	Додаткове напруження			Модуль деформації E , кПа	Товщина шару h_i , см	Осідання шару S_i
	На покрівлі шару $\sigma_{zp B}$, кПа	На підшві шару $\sigma_{zp H}$, кПа	Середнє значення $\sigma_{zp i}$, кПа			
1	119,81	105,55	112,68	15000	100	0,006
2	105,55	76,9	91,23	57500	100	0,0013
3	76,9	57,16	67,03	57500	100	0,0009

Продовження таблиці 3.11

4	57,15	44,8	50,98	57500	100	0,0007
5	44,8	36,7	40,75	57500	100	0,0006
						0,0095

$$S_i = \sum S_i = 0,0095 \leq 12 \text{ см}$$

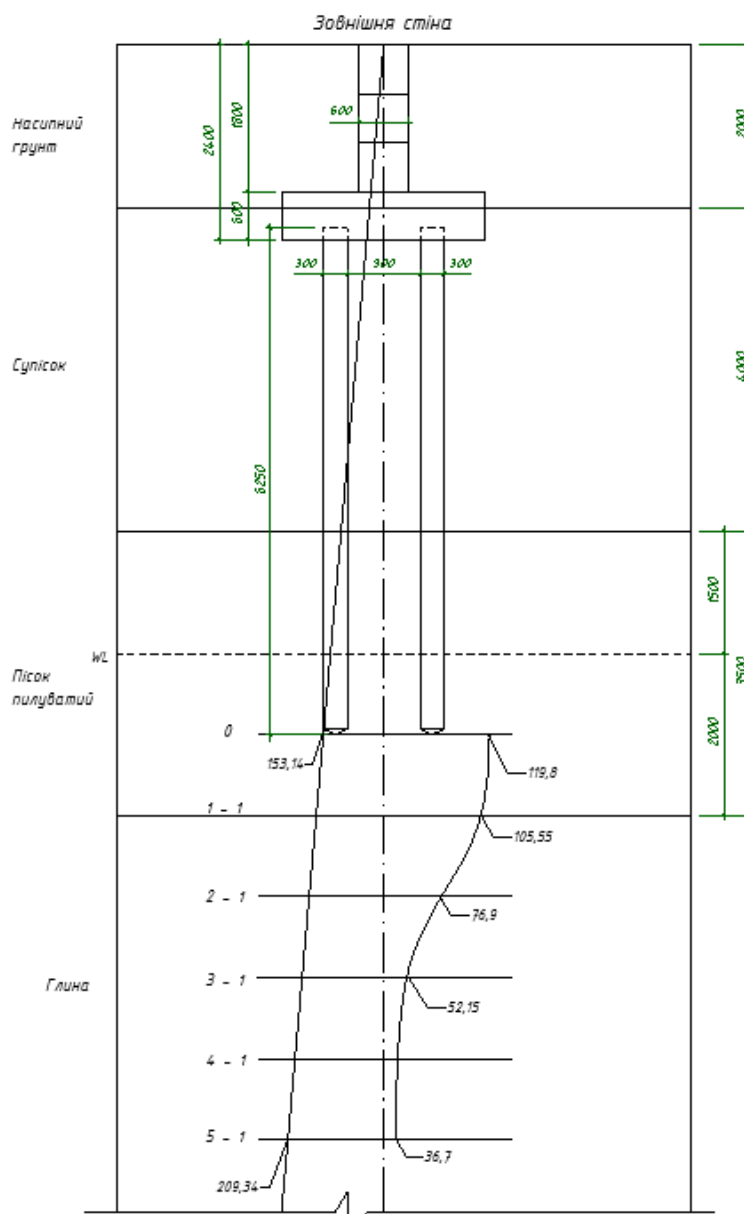


Рисунок 3.8 – Епюри природного тиску та додаткових напруг під пальовим фундаментом внутрішньої стіни будинку

3. 8. Кошторис по фундаментах

Таблиця 3.12 – Кошторис на фундамент мілкого закладання

Земляні роботи					
№ п/п		грн/м*3		Об'єм	Сума
1		512		980	501760
№ п/п	Марка подушки		Кількість штук	Ціна одної штуки	Сума
1	ФЛ-16-12-1		86	2200	189200
Разом			189200		
Марка блоку					
1	ФБС-24-6-6-1-Т		132	2343	309276
2	ФБС-9-6-6-Т		15	1173	17595
3	ФБС-12-6-6-Т		15	1749	26235
Разом			353106		
Загальна сума			1044066		

Таблиця 3.13 – Кошторис на фундамент глибокого закладання

Земляні роботи					
№ п/п		грн/м*3		Об'єм	Сума
1		525		980	501760
№ п/п	Марка		Кількість штук	Ціна одної штуки	Сума
1	ПН15-35		236	3104	732544
Заливка ростверку					
Об'єм залізобетонування м3		грн/м3		Сума	
154,2		2167		334151	
Забивання палі					
Кількість		ціна		Сума	
236		146		34456	
Загальна сума			1602911		

3.9 Висновки за розділом 3

Виходячи з конструктивних, економічних та технологічних показників обираєм фундамент мілкового закладання з збірних залізобетонних блоків.

Фундамент має глибину залягання 2100 мм від рівня чистової підлоги та складається з таких елементів: фундаментна подушка ФЛ 14.24-1 , та фундаментні блоки трьох різних варіантів: ФБС-24-6-6-1-Т , ФБС-9-6-6-Т, ФБС-12-6-6-Т.

РОЗДІЛ 4

БЕЗПЕКА ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ ТА ОХОРОНА ПРАЦІ ПІД ЧАС БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

У процесі будівництва житлового будинку в ключове значення має забезпечення безпеки життя та здоров'я працівників і мешканців. Роботи виконуються за чітко розробленою проєктно-технологічною документацією (ПТД), що включає проєкт організації будівництва (ПОБ) і проєкт виконання робіт (ПВР) з урахуванням вимог ДБН А.3.2-2:2009 “Охорона праці і промислова безпека у будівництві”. Будівельно-монтажні роботи без ПВР заборонені, що гарантує документальне закріплення всіх заходів безпеки перед початком робіт. На майданчику облаштовуються огороження котлованів і траншей, встановлюються захисні козирки над фасадом, сигнальні огорожі та попереджувальні таблички відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 “Організація будівельного виробництва”

Персонал проходить обов'язковий вступний та цільовий інструктаж з охорони праці, а також періодичне навчання не рідше одного разу на шість місяців. При виконанні робіт на висоті застосовуються ліцензовані риштування з поручнями та заповненнями між стійками, а також страхувальні пояси з підвищеною стійкістю до навантажень (не менше 1000 Н). Для підвищення безпеки застосовуються колективні засоби захисту: механізовані огорожі навколо кранів та зон зварювання, антивібраційні настили на робочих площадках.

Усі електромонтажні роботи виконуються сертифікованим інструментом із регулярним контролем справності за методиками. В зонах складського зберігання матеріалів передбачені протипожежні розриви, вогнезахисні завіси та вогнегасники порошкової або водопінної дії. На кожному рівні встановлюються знаки безпеки та плани евакуації, а також працездатні системи протипожежного сповіщення і димовидалення.

Окремий блок заходів присвячено охороні праці водіїв і машиністів підйомних кранів: до роботи допускаються лише кваліфіковані фахівці з правом

керування конкретними машинами, що підтверджено посвідченнями, а техніка проходить щоденний передрейсовий огляд і періодичне технічне обслуговування згідно з інструкціями виробника. При плануванні робіт суворо дотримуються графіків поставок та вивезення вантажів, щоб уникнути надмірного одночасного перебування техніки на майданчику.

Підвищенню безпеки сприяє система оцінки ризиків, в якій для кожної операції розробляється матриця небезпек із визначенням ймовірності інцидентів і заходами зниження ризиків: від маркування потенційно небезпечних зон до впровадження автоматизованих систем контролю підходів. Такий комплексний підхід дозволяє мінімізувати випадки виробничого травматизму, створити комфортні умови праці та гарантувати успішну реалізацію будівництва житлового будинку в умовах урбанізованої забудови Хмельницького.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Підсумовуючи, слід зазначити, що запропоновані рішення забезпечують комплексну ефективність семиповерхового житлового будинку. Генеральний план з урахуванням кліматичних і інженерно-геологічних умов дозволяє оптимально розподілити під'їзди, паркувальні й пішохідні зони, а також зони відпочинку та озеленення.

Архітектурно-планувальні рішення забезпечують гнучкість і комфорту використання: квартирне зонування, достатня інсоляція житлових приміщень, а також сучасні рішення для доступності людей з різними фізичними можливостями. Конструктивний розрахунок плит перекриття, перевірений і вручну, і за допомогою САПР, підтвердив відповідність нормативним вимогам із запасом міцності та обмеження прогинів.

Теплотехнічні заходи, включно з утепленням фасаду та ретельним підбором матеріалів, забезпечують енергоощадність та комфортний мікроклімат у квартирах. У поєднанні з індивідуальним опаленням дозволяє максимально ефективно витрачати ресурси на підтримання комфортного.

Організація безпеки праці та пожежної охорони, комплексна оцінка ризиків і впровадження заходів захисту гарантують мінімізацію травматизму та аварійних ситуацій на будмайданчику. Інклюзивні рішення та безбар'єрне середовище роблять будинок комфортним для всіх категорій мешканців, від сімей із дітьми до людей з обмеженими можливостями.

У сукупності запропоновані підходи демонструють гармонійне поєднання економічної доцільності, технічної надійності, що робить проєкт придатним до реалізації та подальшої експлуатації в реальних умовах сучасного міста

БІБЛІОГРАФІЯ

1. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель: ДБН В.2.6–31:2021. – [Чинні від 2022–01–31] Мінбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2022. – 23 с.
2. ДБН В.2.2-15:2019 “Житлові будинки. Основні положення” розроблений фахівцями ПАТ “КиївЗНДІЕП” на заміну застарілого ДБН 2005 року. Чинний з 01.12.2019.
3. ДБН А.3.2-2:2009. Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). [Чинний від 27.01.2009]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2009. 22 с.
4. Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення : ДБН В.2.1-10:2018. – Введ. на зміну ДБН В.2.1-10-2009; чинні від 2019-01-01. – Київ : Мінрегіонбуд України, 2018. – 36 с.
5. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об’єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 01.01.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 48 с.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-39:2016. Настанова щодо інженерної підготовки ґрунтової основи будівель і споруд. [Чинний від 01.01.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2016. 36 с.
7. ДБН В.1.2-6:2021. Основні вимоги до будівель і споруд. Механічний опір та стійкість. [Чинний від 01.09.2022]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 29 с
8. ДБН В.2.6-162:2010. Планування та забудова міських і сільських поселень. [Чинний від 15.11.2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. ____ с.
9. Дорош А. М. Організація будівельного виробництва : навч. посіб. / А. М. Дорош. — Київ : Аграрна освіта, 2011. 255 с.

10. Ушацький С. А., Шейко Ю. П., Тригер Г. М. та ін. Організація будівництва : підруч. / за ред. С. А. Ушацького. — Київ : Кондор, 2007. 521 с.
11. ДСТУ 9254:2023. Контроль якості будівельних робіт. Загальні положення. [Чинний від ..2023]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДІБВ», 2023. __ с.
12. Дорофєєв В. С., Менеїлюк О. І., Лукашенко Л. Є., Олейник Н. В. та ін. Сучасні технології у будівництві : підруч. — Одеса : МЧП «Евен», 2009.
13. Методичні вказівки з дисципліни «Сучасна нормативна база та контроль якості в будівництві» для проведення практичних занять і розробки розрахунково-графічної роботи «Схеми операційного контролю якості будівельно-монтажних робіт». — Київ : НДІБВ, 20с.
14. НДІБВ. Посібник з питань здійснення державного архітектурно-будівельного контролю / журн. «Стандартизація, сертифікація, якість», № 12. — Київ : НДІБВ, 2008.
15. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013. Настанова щодо проведення земляних робіт та улаштування основ і фундаментів. [чинні від 2009-07-01.]. Вид. офіц. Київ : Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. — 107 с.
16. ДБН В.2.1-10:2009. Основи та фундаменти. Основні положення проектування. Чинні від 2009-07-01. — Київ : Мінрегіонбуд України, 2009. — 107 с.
17. ДБН В.2.1-10:2009. Основи і фундаменти будівель та споруд. Зміна 1. [Чинний від 01.07.2011]. — Київ : Мінбуд України, 2011. 55 с.
18. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. Будівельна кліматологія. [Чинний від 01.05.2011]. Мінрегіонбуд України. — К.: Укрархбудінформ, 2011. — 123 с.
19. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. — Чинні від 2007-01-01. — Київ: Український науково-дослідний та проектний інститут сталевих конструкцій ім. В.М. Шимановського, 2006. — I, 75 с.
20. Корнієнко М. В. Основи і фундаменти : навч. посіб. — Київ : КНУБА, 2003. 110 с.

21. Зоценко М. Л. Інженерна геологія. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. — Полтава : ПНТУ, 2004. 568 с.
22. ДСТУ Б В.2.6-108:2010. Конструкції будинків і споруд. Блоки бетонні для стін підвалів. Технічні умови. [Чинний від ..2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. __ с.
23. Методичні вказівки. Механіка ґрунтів, основи і фундаменти : для виконання курсового проєкту студентів рівня «бакалавр» спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія». — Київ : НДІБВ, 20__ . __ с.
24. Підгурський М. І., Підгурський І. М. 192 «Будівництво та цивільна інженерія». — Тернопіль : ТНТУ ім. І. Пулюя, 2023. 140 с.
25. ДСТУ Б В.2.6-109:2010. Конструкції будинків і споруд. Плити залізобетонні стрічкових фундаментів. Технічні умови. [Чинний від ..2010]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. __ с.
26. 26. ДСТУ Б В.2.6-65:2008. Конструкції будинків і споруд. Палі залізобетонні. [Чинний від 08.07.2009]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2008. 70 с.
27. ДБН В.2.1-10:2018. Основи і фундаменти будівель та споруд. [Чинний від 01.01.2019]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 40 с.