

Міністерство освіти і науки України
Центральноукраїнський національний технічний університет
Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва

«Допустити до захисту»

Завідувач кафедри БДМБ,
кандидат технічних наук, професор

Владислав НАСТОЯЩИЙ

" ____ " _____ 2024 р.

Кваліфікаційна робота магістра

на тему: "Дослідження деформаційно- міцнісних властивостей фундаментів багатоповерхових житлових будинків за умов природніх та техногенних впливів на території Кіровоградської області"

Виконав: здобувач освіти групи БІ-23М-2
спеціальності 192
«Будівництво та цивільна інженерія»

Артур ЦЕЮКОВ

" ____ " _____ 2024 р.

Керівник кваліфікаційної роботи магістра:
кандидат технічних наук, доцент

Сергій КАРПУШИН

" ____ " _____ 2024 р.

Анотація

Магістерська робота присвячена геотехнічному моніторингу ділянки до побудови, під час зведення багатоповерхового будинку та під час його експлуатації. Проаналізовано фактори, що мають техногенний вплив на систему будівля – пальовий фундамент - ґрунтова основа. Проаналізовані особливості кліматичних впливів, ґрунтових напластувань, ґрунтових вод, підроблюваних територій, розташованих поблизу будівлі промислових підприємств, руху транспорту, радоновий вплив.

В роботі використані результати досліджень Сомородова О.В., зокрема особливості щодо геологічної розмітки основи та результати натурних випробувань осідань багатоповерхових житлових будівельних об'єктів у м. Харків. Виконано власний аналіз результатів щодо класичного навантаження системи ростверк-паля за умови їх жорсткого з'єднання.

Результати досліджень враховані при розробці проекту житлового 9-ти поверхового будинку в м. Кропивницький.

Annotation

The master's thesis is devoted to geotechnical monitoring of the site before construction, during the construction of a multi-story building and during its operation. The factors that have a man-made influence on the system of building - pile foundation - soil base are analyzed. The peculiarities of climatic influences, soil stratification, groundwater, counterfeited territories located near the buildings of industrial enterprises, traffic, radon influence are analyzed.

The work uses the results of O.V. Somorodov's research, in particular, the peculiarities of the geological marking of the base and the results of field tests of the subsidence of multi-story residential construction objects in the city of Kharkiv. An own analysis of the results regarding the classical load of the lattice-pile system, provided that they are rigidly connected, was performed.

The results of the research were taken into account when developing the project of a 9-story residential building in the city of Kropyvnytskyi.

ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ

Факультет будівництва, транспорту та енергетики
Кафедра будівельних, дорожніх машин і будівництва
Освітній рівень магістр
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво
Спеціальність 192 «Будівництво та цивільна інженерія»

ЗАТВЕРДЖУЮ:
Зав. кафедри будівельних,
дорожніх машин і будівництва
_____ проф. Настоящий В.А.
" ____ " _____ 2025 р.

ЗАВДАННЯ
на магістерську роботу студентові
Цеюков Артур Володимирович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Дослідження деформаційно-міцнісних властивостей фундаментів багатоповерхових житлових будинків за умов природних та техногенних впливів на території Кіровоградської області

керівник проекту (роботи) Карпушин Сергій Олександрович, канд. техн. наук, доцент

затверджена наказом по університету від " 07 " серпня 2024р. № 34-13

2. Строк подання студентом проекту (роботи) 01 січня 2025 р. _____

3. Вихідні дані до проекту (роботи)

1. Житловий 9-ти поверховий будинок.

2. Розміри в плані х м.,

3. Кліматичні умови м. Кропивницького Кіровоградська обл., інженерно-геологічні умови будмайданчика

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) _

Вступ (Кваліфікаційні ознаки дослідження) 1. Архітектурний розділ.

2. Дослідницький розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ.

4. Розділ з охорони праці. Висновки. Список використаної літератури. Додатки.

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

Мультимедійна презентація – 20 слайдів:

Всього: 20 слайдів

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
<i>Архітектурний</i>	<i>доцент Яцун Вол. Вол.</i>		
<i>Дослідницький</i>	<i>доцент Карпушин С.О.</i>		
<i>Охорона праці</i>	<i>доцент Дарієнко В.В.</i>		

7. Дата видачі завдання 07 серпня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання Етапів проекту (роботи)	Примітка
1	<i>Архітектурний розділ</i>	<i>10.08.24-10.09.24</i>	
2	<i>Особливості і правила проведення геотехнічного моніторингу на стадіях проектування, зведення і експлуатації будівельного об'єкта</i>	<i>11.09.-28.09.24</i>	
3	<i>Практичні моменти щодо застосування геодезичних приладів, світловідбивних марок, реперів, нівелірів, тахеометрів та іншого обладнання для проведення розміточно-вимірювальних робіт</i>	<i>29.09.-12.10.24</i>	
4	<i>Розробка заходів з охорони праці</i>	<i>10.11.-30.11.24</i>	
5	<i>Висновки</i>	<i>01.12.-09.12.24</i>	
6	<i>Розробка графічно-демонстраційних матеріалів</i>	<i>10.12.-30.12.24</i>	
7	<i>Рецензування</i>	<i>01.01.-07.01.25</i>	

Здобувач

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Формат	Зона	Позначення	Позначення	Найменування	Кількість	Примітки	
				Документація загальна			
				Знабу розроблена			
A4			КМР.2319240.ПЗ	Пояснювальна записка			
				Мультимедійна презентація	20	20 слайдів A2	
				Документація з архітектурно- будівельної частини			
				Знабу розроблена			
A1			КМР.2319240.АБ01	Генеральний план	1		
A1			КМР.2319240.АБ02	Фасад в осях «І»-«З»	1		
A1			КМР.2319240.АБ03	Фасад в осях «З»-«І»	1		
A1			КМР.2319240.АБ04	План підпілля та першого поверху	1		
A1			КМР.2319240.АБ05	План типового поверху горизонту	1		
A1			КМР.2319240.АБ06	Розрізи І-І, ІІ-ІІ	1		
				Документація з дослідницької частини			
				Знабу розроблена			
A1			КМР.2319240.ДЧ01	Дослідницька частина	1		
A1			КМР.2319240.ДЧ02	Дослідницька частина	1		
				КМР.2319240.ВІП			
Зн	Лист	№ документа	Підпис	Дата	Дослідження деформаційно-міцнісних властивостей фундаментів базисоподібних житлових будинків за умов природних та техногенних впливів на території Кіровоградської області Відомість майстерської роботи		
Розробив	Цевкав						
Перевірив	Карпушин						
Н. контр.	Яцун						
Затвердив	Настоящий				ЦНТУ зр. БІ-23М-2		

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сучасні умови житлового будівництва можна охарактеризувати двома головними тенденціями. Це намагання збудувати висотну будівлю з метою економії, та друга тенденція - це техногенний вплив на цю споруду, що обумовлений складними інженерно-геологічними умовами, високим рівнем ґрунтових вод, агресивністю ґрунтових вод до залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі, впливом природних і кліматичних факторів, наявністю підземних виробок, вібрацією, містобудівною щільною забудовою та іншими техногенними факторами. Ці дві тенденції взаємосуперечні і їхнє компромісне взаєміснування обумовлює надійність і довговічність функціонування будівельного об'єкту. Одним із можливих шляхів щодо врегулювання цих суперечностей є комплекс дослідницько-вишукувальних заходів, що має на меті завчасне виявлення та попередження процесів руйнування будівельних конструкцій в наслідок своєчасного виявлення та прийняття відповідних заходів.

Цим комплексом є геотехнічний моніторинг, що має за мету встановити всі фактори техногенного впливу на функціонування системи багатоповерхова будівля – пальово-стрічковий або плитний фундамент – ґрунтова основа. Набуття практичних навичок та ознайомлення з теоретичними правилами проведення геотехнічного моніторингу місця майбутнього будівництва є **актуальною** задачею інженерів –будівельників.

Варто зазначити, що сучасними нормативними документами для висотних будівель і споруд передбачається обов'язковий інженерно-технічний супровід [], що включає дуже важливу частину – моніторинг напружено-деформованого стану ґрунтової основи та конструкцій самого фундаменту з метою попередження просідання фундаментів, нерівномірного осідання, крену будівлі, деградації бетонів підземної частини, тощо.

Кваліфікований збір цих відомостей на стадіях розробки проєкту, зведення будівлі та експлуатації, є вкрай необхідним елементом інженерних вишукувань.

Метою роботи є практичний збір та аналіз реальної інформації щодо кліматичних, геологічних гідрогеологічних, радіаційних та інших техногенних умов будівельного майданчика, стосовно розроблення проєкту багатоповерхового житлового будинку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні **задачі**:

- виконати рекогносцировку майбутнього будмайданчика і прилеглих територій;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити інженерно-геологічні умови будмайданчика;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити рівень ґрунтових вод для будмайданчика та прилеглих територій і їх агресивність до бетону;
- виконати аналіз деформаційно-міцнісних характеристик ґрунтової основи;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити ступінь виходу радону в межах будмайданчика та прилеглої території;
- виконати аналіз деформацій ґрунтової основи під багатоповерховими житловими будівлями з пальовими фундаментами за умов високого рівня ґрунтових вод;
- розробити комплекс превентивних конструктивних заходів щодо зменшення шкідливого впливу радону на мешканців будинку;
- розробити проєкт будівництва багатоповерхового житлового будинку з врахуванням результатів досліджень.

Об'єкт дослідження - система «грунтова основа – пальово-розтвірковий або пальово-плитний залізобетонний фундамент – багатоповерхова житлова будівля» в умовах техногенного впливу навколишнього середовища.

Предмет дослідження – вплив геологічних, гідрогеологічних, кліматичних, радіологічних та інших техногенних умов на функціонування системи «грунтова основа- пальовий фундамент-багатоповерхова житлова будівля».

Методи дослідження. Серед методів наукових досліджень, що знайшли застосування у даній роботі, можна виділити наступні: практичне застосування методів вимірювання, взяття проб та фотофіксації в натурних умовах будівельного майданчику, виконання експериментальних робіт з лабораторного оброблення взятих проб ґрунту, методи огляду та аналізу теоретичного матеріалу по темі досліджень, методи графічного представлення результатів досліджень, методи статистичної обробки результатів експериментів та розробка мультимедійної презентації.

1. ДОСЛІДНИЦЬКО-АРХІТЕКТУРНИЙ РОЗДІЛ.

1.1. Місце та особливості розташування майбутнього будівельного майданчика.

Місце для майбутнього будівельного майданчика відведено на території м. Кропивницький. Це мікрорайон Нова балашівка. Майданчик майбутнього будівництва розташовується по вул. Сергія Сєнчева. Загальною рисою даного мікрорайону є - промислова зона м. Кропивницький, що має розташування, яке межує із залізничними гілками, має багато одноповерхової промислової забудови (типу БМЗ) часів СРСР. На даний час мікрорайон повністю викуплено приватними підприємцями і використовується для приватного бізнесу. Це

виробничі приміщення маленьких фірм та виробництв з виготовлення меблів, столярних виробів, баз будівельних матеріалів, металобази, виготовлення шлакоблоку, сільськогосподарської техніки, гаражі приватних логістичних компаній, пункти прийому металобрухту, відпрацьованих шин, склобою, тощо. Окремою характеристикою мікрорайону є оптовий продуктовий ринок, що останніми роками занепадає, не витримуючи конкуренції з супермаркетами, також мікрорайон має потужності старого автобусного парку, та декількох хлібзаводів. Ця промислово – торгівельна зона розташована у фортчному районі міста, в його західній та північно-західній частинах. Окремими характеристиками району є його відносна віддаленість від центральних районів та багаточисельність працюючих в сфері приватного малого бізнесу, що все ж таки робить район привабливим для будівництва житлових багатоповерхових будинків із перспективою на поступовий розвиток.

Так, забудова транспортних артерій району Нова балашівка, а це вулиці: Джерельна, вул. Сергій Сенчева, вул. Кільцева, вул. Аерофлотська та вул. Козакова характеризується наявністю та появою нових багатоповерхових житлових будинків, що поступово витісняють приватний малоповерховий житловий фонд. Перші поверхи даних будинків подекуди мають комерційне призначення зорієнтоване на сферу послуг (перукарні, маленькі продуктові магазини, офіси ноторіальних контор, тощо).

Даний район при цьому володіє інфраструктурою низької якості. Відсутні великі супермаркети, відсутні упорядковані автомобільні стоянки. Переважна забудова – малоповерховий приватний сектор. В даному мікрорайоні паркові зони присутні в кількості 2-х. Обидва парки засаджені лише листвяними деревами (липа, дуб, тополя, клен, ясен, акація, ...) та знаходяться в занедбаному стані. Місця для відпочинку відсутні, паркових лавочок немає і ніколи не було. Тротуари в мікрорайоні перебувають в занедбаному стані. Загальне враження від мікрорайону – депресивне, але з надією на розвиток.

Безпосередньо саме місто розташовується на межі степової зони (напрямок південний в сторону м. Миколаїв) та лісостепової (напрямок

північний в бік м. Черкаси). В місті протікає річка Інгул, що має невисоку проточність, т.як бере свій початок за 30 км від міста Кропивницький поблизу с. Родниківка та рівнинного характеру місцевості. Місто Кропивницький розташовується на декількох підвищених пагорбах, серед яких протікає річка Інгул. В основі ґрунтових напластунків залягають масиви граніту, що зверху покриті відкладами з піску, глини, суглинку та супіску, що мають різну потужність в межах від 5 до 20м. В долинах поблизу річки видні виступи гранітного щита у вигляді кам'яних брил та скель.

Сама ділянка майбутнього будівництва розташована на відстані близько 5 км від центру міста та має транспортне сполучення рейсовими міськими автобусами (номери маршрутів 103, 111) та маршрутними приватними таксі на базі мікроавтобусів «Дельфін», «Богдан», «Рута» (номери маршрутів 55, 21, 155, 87). На відстані 2,8 км від майданчика будівництва функціонує діюча зупинка пасажирської електрички «Помічна - Знам'янка».

До будівництва планується дев'ятиповерховий двосекційний житловий будинок, що гармонійно увільється до архітектурної композиції відносно нової (2000-і роки) забудови дев'ятиповерхових будівель.

При розробці проєкту даного дев'ятиповерхового житлового будинку буду керуватися завданням та вимогами діючих будівельних норм та стандартів [1-18].

- «ДБН В.2.2-15:2019 "Житлові будинки. Основні положення"»
- «ДБН В.2.2-12:2018 "Планування та забудова територій"»;
- «ДБН Б.2-5:2011 "Благоустрій територій"»;
- «ДБН В.1.2-14-2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»
- «ДБН В.2.6-220:2017 "Покриття будівель і споруд"»;

- «ДБН В.2.2-15:2019 "Житлові будинки. Основні положення"»
- «ДБН В.2.2-12:2018 "Планування та забудова територій"»;
- «ДБН Б.2-5:2011 "Благоустрій територій"»;
- «ДБН В.1.2-14:2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ»
- «ДБН В.2.6-220:2017 "Покриття будівель і споруд"»;
- «ДСТУ –Н Б А.3.1-23:2013 Проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель»;
- «ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи"»;
- «ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Київ. Міністерство регіонального розвитку будівництва та житлово-комунального господарства України. 2014р 116с».
- «ДСТУ-Н Б Б.1.1-10:2010 Настанова з виконання розділів Охорона навколишнього природного середовища у складі містобудівної документації. Склад та вимоги. Київ. Мінрегіонбуд України 2011р. 25с».
- «Посібник до ДБН В. 1.4-2.01-97 "Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва" Київ-1997 78с».
- «ДБН А.3.2-2-2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення"»
- «ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія"».
- «ДБН В .1.1-7:2016 " Пожежна безпека об'єктів будівництва"».

Виконання будівельних робіт передбачається на абсолютно вільній від забудови ділянці. На даній ділянці забудови ніколи не було. Ділянка під майбутнє будівництво в даний час використовується як місце на частині якого самовільно розташовані металеві гаражі власники котрих проживають у сусідніх багатоповерхових житлових будинках по вул. Сергія Сенчева, Джерельній, Кільцевій. Майбутній будмайданчик володіє ухилом в південному напрямку до 1,8%. Неподалік від проектованої будівлі (150...250м.)

розташовані уже існуючі 9-ти та 5-ти поверхові житлові будинки. Існуючі ухили на території забудови сусідніх будинків зумовлюють вертикальне планування за допомогою фундаментних стінових блоків та монолітних елементів. Ці заходи створюють умови для затишного зонування прибудинкових територій та забезпечують необхідні умови щодо зовнішнього упорядкованого водовідведення.

До переліку головних кліматичних характеристик району будівництва варто віднести [5]:

- температура повітря найбільш холодної п'ятиденки [5]
забезпеченістю відповідно 0,98/0,92 – 24°C/ – 23°C.
- Температура найбільш холодної доби [5]
забезпеченістю 0,98/0,92 відповідно - 29°C/– 25°C.
- Середня температура за рік [5] + 8,2°C.
- Район будівництва за [5] – 2 (Southeastern).
- Ймовірна глибина промерзання ґрунту
- Середня / максимальна (Відповідно даних спостережень
- Місцевих метеостанцій) – 850/1130мм.
- Сніговий район – 4.
- Снігове навантаження за [7] та д. місц. метеостанцій – 1240 Н/м².
- Вітровий район за [7] - 2.
- Нормативне значення вітрового тиску [7] – 480Па.
- Зона вологості ділянки будівництва [9] – суха.
- Сейсмічність району будівництва[8] - 4,5.
- Клас наслідків відповідальності будинку табл.5 [7] - сс2.

Категорії:

- відповідальності конструкцій [8] - А, Б.
- з пожежної небезпеки [7] – В.
- Ступінь вогнестійкості будинку [5] - II.
- Переважні напрями вітрів:

Зима

– північно східні і північні

1.2. Геометричні розміри будівельного майданчика. Вертикальна прив'язка.

Майбутнє будівництво планується на майданчику, що не має попередньої забудови. Ґрунти геологічного нашарування природні, попередньо не зруйновані та не перемішані. Верхні шари ґрунтової представляють собою гумусовмісні шари, які мають бути ретельно зняті та відвезені на зберігання з метою подальшого використання. Сам будівельний майданчик має, на даний час, невизначену, складну форму (рис. 1.1). Площа будмайданчика – 26252 м². На генеральному плані наведено ситуаційний план, де гарно видно форму та взаємне розташування будмайданчика по відношенню до існуючої забудови (КМР.2319240.АБ01).

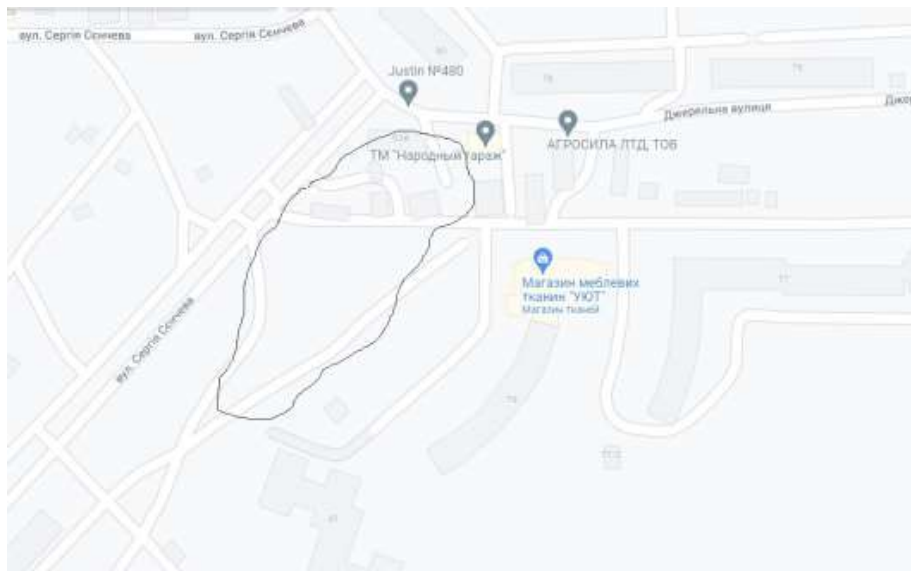


Рисунок 1.1 – Ситуаційний план з приблизною формою будмайданчика.

Будмайданчик володіє природнім ухилом в південному напрямку. Величина ухилу не перевищує 1,8%. Вертикальні позначки денної поверхні ґрунту в межах бівельного майданчика знаходяться в межах 153,24м...155,67м. В межах забудованого простору та наявності зелених насаджень (оглядовість до 500м.) в південному напрямку спостерігається значне збільшення ухилу в бік

вулиці Героїв-рятувальників. Тут можна спостерігати ерозійні процеси в ґрунтовій основі. Результатом ерозійних процесів є утворення балки із декількома джерелами на схилі. В подальшому, вода від джерел прямує самотьоком під греблею (вул. Героїв-рятувальників), змінюючи прямолінійність дорожнього покриття в наслідок підмокання ґрунтової основи під проїжджою частиною. На відстані від будмайданчика в південному напрямку в 1700м вода від джерел накопичується в невеликому озері з площею поверхні близько 1,5...2 га. В північну, східну та західну сторони суттєвих перепадів вертикальних відміток не спостерігається.

1.3. Особливості ґрунтового напластування будмайданчика.

Ґрунтова основа під майбутнє будівництво представляє собою нашарування ґрунтових, не скельних пластів. Потужності шарів та їх фізико-механічні характеристики визначались під час проведення геологічних досліджень ТОВ «Кіровоградагропроект» у 2021р. (рис.1.2).



Рисунок 1.2 - Проведення геологічних досліджень ТОВ «Кіровоградагропроект».

Буріння технічних свердловин відбувалось до глибини 30м. Проби ґрунту бралися з кожного шару ґрунту з кроком 0,5м. Ґрунтові води виявлені на глибині 5,23м від поверхні (це відмітка 150,44м від відмітки свердловини з найбільшою позначкою – 155,67м.). Встановлено направлений рух ґрунтових вод у південному напрямку.

Дослідженнями виявлено сім ґрунтових напластунків. Характеристики ґрунтів основи встановлювались під час камеральних робіт у лабораторії ґрунтових основ ТОВ «Кіровоградагропроект» (рис.1.3).

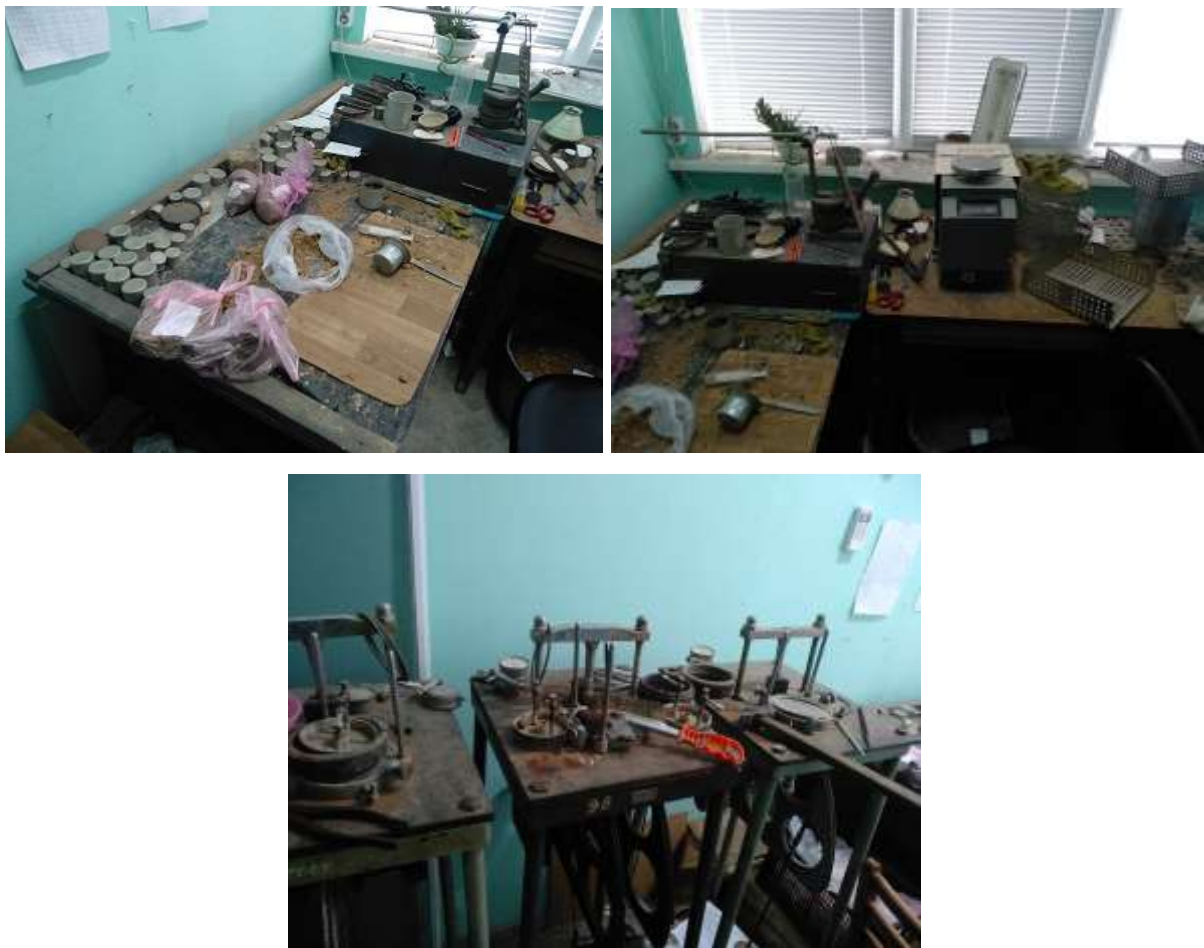


Рисунок 1.3 – лабораторія ґрунтів ТОВ «Кіровоградагропроект».

В результаті маємо наступні ґрунтові умови для майбутнього будівництва в межах будмайданчика:

- 1 Ґрунтове напластування. Місцями гумусовий рослинний шар, місцями насипний техногенний ґрунт, як залишки від сусіднього будівництва. Загальна

товщина мінімальне і максимальне значення по технічним свердловинам - 1,0...1,5м. Це не будівельний ґрунт.

- 2 Ґрунтове напластування. - Супісок пилюватий сірий з включеннями суглинку темнокоричневого, товщина шару 1350мм, $\rho=1550 \text{ кг/м}^3$, $C_{II}=1600 \text{ Па}$, $\rho_{\text{скелету}}=1860 \text{ кг/м}^3$, $E=13000 \text{ кПа}$.

- 3 Ґрунтове напластування. - Суглинок пилюватий, буро-червоний, товщина напластування – 1420мм, $\phi_{II}=27^\circ$, $C_{II}=18000 \text{ Па}$, $\rho=1900 \text{ кг/м}^3$, $E=14000 \text{ кПа}$.

- 4 Ґрунтове напластування. Пісок пилюватий, сіруватого відтінку, товщина пласту – 700мм, $\rho=1620 \text{ кг/м}^3$, $C_{II}=17000 \text{ Н/м}^2$, $\rho_{\text{ск}}=1920 \text{ кг/м}^3$, $E=13900 \text{ кН/м}^2$.

- 5 Ґрунтове напластування. Суглинок коричневого кольору, дрібний, майже пилюватий з плинною консистенцією, товщина напластування - 4596мм, $\rho=1820 \text{ кг/м}^3$, $\phi_{II}=24^\circ$, $C_{II}=1650 \text{ Н/м}^2$, $E=14500 \text{ кН/м}^2$.

- 6 Ґрунтове напластування. Пісок сірого кольору, дрібної фракції, дуже щільний, водонасичений, товщина напластування 6455мм, $\rho=1644 \text{ кг/м}^3$, $C_{II}=16950 \text{ Н/м}^2$, $\rho_{\text{ск}}=1890 \text{ кг/м}^3$, $E=13960 \text{ кН/м}^2$.

- 7 Ґрунтове напластування. Суглинок сірого кольору, що має лінзовані включення піску, полуватої фракції, товщиною нашарування 2222мм, $\phi_{II}=23^\circ$, $C_{II}=18100 \text{ кН/м}^2$, $\rho_{\text{ск}}=1893 \text{ кг/м}^3$, $E=15100 \text{ кН/м}^2$.

Глибше залягає кристалічний тріщинуватий гранітний масив.

1.6. Використання будівельних матеріалів місцевого походження, як шлях до зменшення кошторисної вартості будівельного об'єкту.

Виходячи з намагання забудовника, зменшити вартість капітальних вкладень під час будівництва даного будівельного об'єкту, передбачається якомога більше використання будівельних матеріалів місцевих виробників, або будівельних матеріалів місцевого походження. Сюди можна віднести: пісок

(кар'єр Катеринівка), щебінь (Суботцівський кар'єр, Новопавлівський кар'єр), глина і виготовлена з неї цегла (Аджамський кар'єр), залізобетонні вироби (фундаментні палі, плити перкриття, балконні плити, сходові клітини та майданчики, фундаментні блоки, ...), бетон - виробництва м. Кропивницький, силікатна цегла (виробництво Світловодський цегляний завод), металопластикові вікна та двері, м. Кропивницький, та інше.

Інші будівельні матеріали поступають на будівельний майданчик з низькими логістичними витратами, шляхом використання залізниці з сусідніх областей, що мають близьке розташування: це цемент та металопрокат з м.Кривий Ріг Дніпропетровська обл, теплоізоляційна та покрівельна продукція Техноніколь, м. Черкаси, дерев'яні вироби м. Тернопіль, Хмельницький, ...

2. ДОСЛІДНИЦЬКИЙ РОЗДІЛ

2.1. Загальні положення.

Сучасні умови житлового будівництва можна охарактеризувати двома головними тенденціями. Це намагання збудувати висотну будівлю з метою економії, та друга тенденція - це техногенний вплив на цю споруду, що обумовлений складними інженерно-геологічними умовами, високим рівнем ґрунтових вод, агресивністю ґрунтових вод до залізобетонних конструкцій підземної частини будівлі, впливом природних і кліматичних факторів, наявністю підземних виробок, вібрацією, містобудівною щільною забудовою та іншими техногенними факторами. Ці дві тенденції взаємосуперечні і їхнє компромісне взаємоіснування обумовлює надійність і довговічність функціонування будівельного об'єкту. Одним із можливих шляхів щодо врегулювання цих суперечностей є комплекс дослідницько-вишукувальних заходів, що має на меті завчасне виявлення та попередження процесів руйнування будівельних конструкцій в наслідок своєчасного виявлення та прийняття відповідних заходів.

Цим комплексом є геотехнічний моніторинг, що має за мету встановити всі фактори техногенного впливу на функціонування системи багатоповерхова будівля – пальово-стрічковий або плитний фундамент – ґрунтова основа.

Від того, як розташована будівля по відношенню до джерел техногенного впливу (рис.2.1), будуть залежати довговічність будівлі, її вартість при будівництві, витрати при експлуатації, комфорт та здоров'я мешканців. Під техногенними впливами у якійсь мірі, можна розуміти увесь комплекс факторів, що впливає на будівлю. Це: кліматичні впливи (опаді, перепади температур, сонячне випромінювання, вітер); сейсмічні впливи (природна і штучна сейсмічна активність); геологічні впливи (карсти, штучні підроблювані середовища, реологічні процеси, деформаційні процеси в основі);

гідрогеологічні процеси (вплив підземних вод на матеріал фундаментів, ґрунтову основу під будівлею та на бетон фундаментів, як на багатокомпонентну структуру); вплив розташованих поруч джерел шкідливих викидів, речовин (відходи промисловості і сільського господарства, тощо).

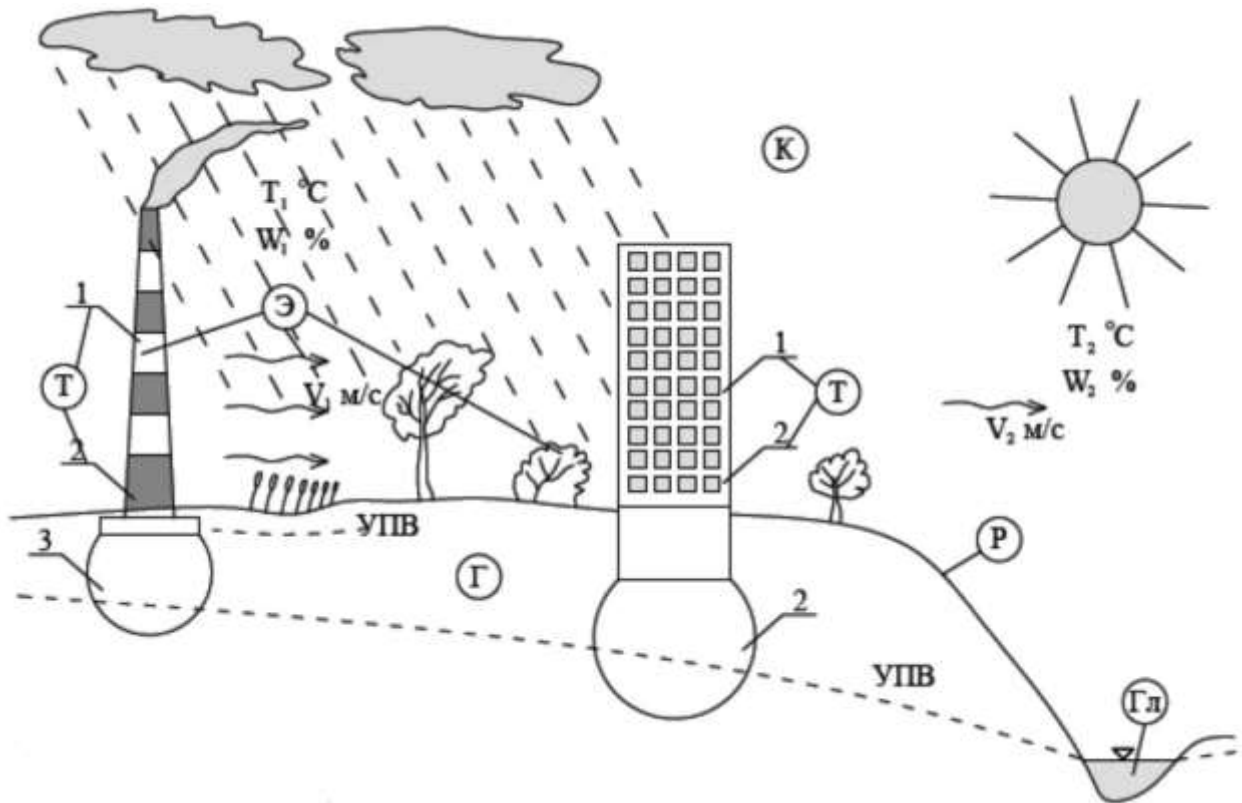


Рисунок 2.1 – Комплекс: споруда – техногенний вплив зовнішніх факторів [17]:

- 1 – частина будівельного об'єкту, що розташована над землею поверхнею.
- 2 – частина будівельного об'єкту, що розташована нижче земної поверхні.
- 3 – ґрунт, що сприймає вагу будівлі та знаходиться в напружено-деформованому стані.

T – техногенний вплив на елементи і конструкції об'єкту.

Γ – ґрунти основи.

K – кліматичні впливи.

Э – екосистема.

П – рельєф.

Гл – поверхневі води.

РГВ – ґрунтові води.

Варто зазначити, що сучасними нормативними документами для висотних будівель і споруд передбачається обов'язковий інженерно-технічний супровід [], що включає дуже важливу частину – моніторинг напружено-деформованого стану ґрунтової основи та конструкцій самого фундаменту з метою попередження просідання фундаментів, нерівномірного осідання, крену будівлі, деградації бетонів підземної частини, тощо.

Кваліфікований збір цих відомостей на стадіях розробки проекту, зведення будівлі та експлуатації, є вкрай необхідним елементом інженерних вишукувань.

Тому, метою роботи є практичний збір та аналіз реальної інформації щодо кліматичних, геологічних гідрогеологічних, радіаційних та інших техногенних умов будівельного майданчика, стосовно розроблення проекту багатоповерхового житлового будинку.

Для досягнення поставленої мети необхідно вирішити наступні задачі:

- виконати рекогносцировку майбутнього будмайданчика і прилеглих територій;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити інженерно-геологічні умови будмайданчика;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити рівень ґрунтових вод для будмайданчика та прилеглих територій і їх агресивність до бетону;
- виконати аналіз деформаційно-міцнісних характеристик ґрунтової основи;
- за даними ТОВ «Кіровоградагропроект» встановити ступінь виходу радону в межах будмайданчика та прилеглої території;
- виконати аналіз деформацій ґрунтової основи під багатоповерховими житловими будівлями з пальовими фундаментами за умов високого рівня ґрунтових вод;
- розробити комплекс превентивних конструктивних заходів щодо зменшення шкідливого впливу радону;

- розробити проект будівництва багатоповерхового житлового будинку з врахуванням результатів досліджень.

Об'єктом дослідження є - система «грунтова основа – пальово-розтвірковий або пальово-плитний залізобетонний фундамент – багатоповерхова житлова будівля» в умовах техногенного впливу навколишнього середовища.

Предметом дослідження є вплив геологічних, гідрогеологічних, кліматичних, радіологічних та інших техногенних умов на функціонування системи «грунтова основа- пальовий фундамент-багатоповерхова житлова будівля».

2.2. Кліматичне розташування будмайданчика.

Розташування Кропивницького на межі лісостепу (на північний захід до Черкас) та степу (на південний схід до Мелітополя) робить його унікальним. Умовна лінія, що відокремлює ці зони, пролягає через Кропивницький та сусідні міста Первомайськ і Красноград (рис. 2.2). Саме в цьому місті, на стику двох природних зон, заплановано нове будівництво.



Рисунок 2.2 – Територіальні зони і підзони країни.

Територія будівництва належить до Придніпровсько-приазовської області,



відомої своїми височинами та низовинами, утвореними внаслідок денудації. Зокрема, територія будівництва розташована на Центральнопридніпровській височині, яка сформувалася на відкладах різних геологічних епох. Рельєф Кропивницького, є результатом тривалої ерозії, характеризується як денудована рівнина, поділена густою мережею ярів та балок. Загалом, територія міста має незначний ухил у напрямку р.Інгул.

Рисунок 2.3 – Межі областей, підобластей.

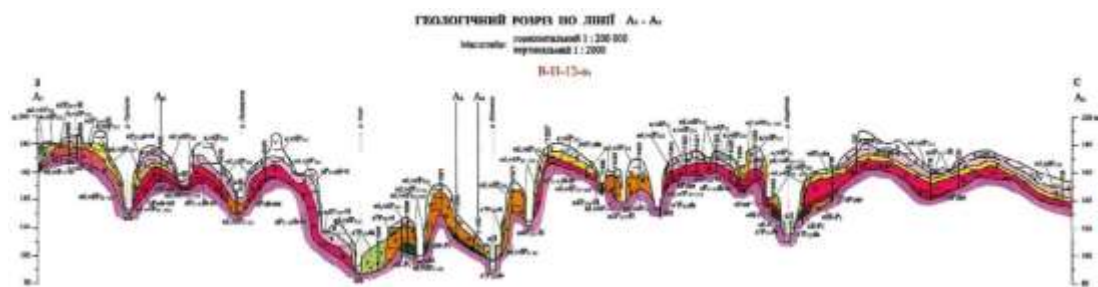


Рисунок 2.4 – Геологічні особливості рельєфу Кіровоградської обл.

Згідно з геоморфологічною картою України, область, позначена номером 4-4, представляє собою Центральнопридніпровську височину, сформовану в результаті тривалої ерозії древніх порід.

Будівництво планується на заході від центру міста, поряд з промисловим підприємством “Kernel” та лісопарку, в мікрорайоні Нова Балашівка (рис.2.5).

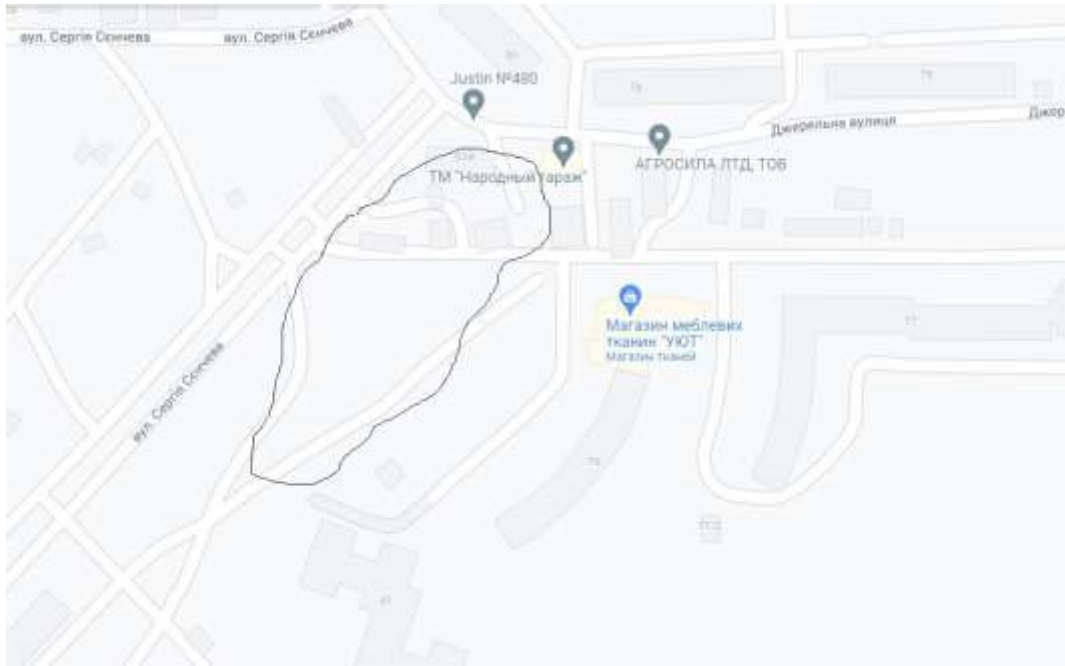


Рисунок 2.5 – розташування будмайданчика.

Наразі територія, що призначена для забудови – вільна, однак потребує очищення від самовільно встановлених гаражів.



Рисунок 2.6 – Загальний вид місця для будівництва по вул. Сергія Сенчева.

Місце будівництва знаходиться на правому березі р. Інгул. Дана територія має невеликий ухил у південному напрямку, що відповідає зміні висотних відміток від 153,24м...155,67 метрів над рівнем Балтійського моря. Для

забезпечення рівної поверхні під будівництво необхідне попереднє планування рельєфу.



Рисунок 2.7 – Територія майбутньої забудови (вид на захід).

Земельна ділянка, що виділена під житлове багатоповерхове будівництво, перебуває в досить таки складній містобудівній ситуації. Вона межує з промисловими підприємствами, лісопарковим невпорядкованим масивом та існуючою житловою забудовою. Цю територію можна розглядати як багатофункціональний простір, що включає зони різного призначення: житлову, транспортну, рекреаційну та резервну під майбутні об'єкти соціальної інфраструктури.

Відповідно до державних будівельних нормативів [], клімат Кропивницького відносять до помірно-континентального типу. Літній період характеризується теплою погодою, а зима – є відносно м'якою з незначним сніговим покривом та частими відлигами. Для проектування дев'ятиповерхового житлового будинку в таких кліматичних умовах було проведено детальний

аналіз всіх релевантних кліматичних умов на основі даних, наведених у нормативному документі ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія".

Отримані результати систематизовано в табл. 2.1.

Таблиця 2.1 – Визначні кліматичні показники будівельного майданчика.

Температура повітря, середньорічна	+8,1°C
Абсолютна максимальна температура	+39...+41°C
Абсолютна мінімальна температура	-35°C
Прогнозована глибина ґрунту, що промерзає в холодний період усереднена / найбільша	0,7/1,12 м
Тривалість періоду із середньою	175 день

добовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$	
Середня температура періоду із середньою добовою температурою повітря $\leq 8^{\circ}\text{C}$	$-0,3^{\circ}\text{C}$
Тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря $\leq 10^{\circ}\text{C}$	192 днів
Середня температура періоду із середньою добовою температурою повітря $\leq 10^{\circ}\text{C}$	$+0,5^{\circ}\text{C}$
Тривалість періоду із середньою добовою температурою повітря $\geq 21^{\circ}\text{C}$	32 днів
Середня температура періоду із середньою добовою температурою повітря $\geq 21^{\circ}\text{C}$	$+20,8^{\circ}\text{C}$
Розрахункові температури: - найбільш холодної доби - забезпеченням 0,98 0,92 - найбільш холодної п'ятиденки 0,98 0,92	$\rightarrow 30^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow 26^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow 25^{\circ}\text{C}$ $\rightarrow 22$
Вологість повітря відносна середня за рік	74%
Вологість повітря відносна по місячно (1,...12)	(86, 84, 79, 67, 62, 65, 66, 64, 68, 76, 86, 88)%
Середній фактор мутності атмосфери за рік	3,39
Фактор мутності атмсфери по місячно (1,...12)	(2.5, 2.8, 3.2, 3.7, 3.9, 4.25, 4.3, 4.25, 3.5, 2.9, 2.7, 2.7)

Середня хмарність за рік/нижня хмарність (бали)☼	6,5/4,3☼	☼
По-місячно загальна/нижня (1,... 12)☼	(7,7/6; 7,5/5,6; 7,1/4,9; 6,7/3,6; 5,9/3; 5,9/3,1; 5,3/2,8; 4,8/2,5; 5,2/2,7; 6/3,8; 7,8/6,3; 8,1/6,7)☼	☼
Кількісна характеристика осадків: ☼ - у вигляді дощу☼ - у вигляді снігу☼	507мм☼ 373мм☼ 134мм☼	☼
Висота снігового покриву середня/максимальна☼	13/32см☼	☼
Снігове навантаження у відповідності до ДБН В.1.2-2:2006☼	1230 Па☼	☼
Вітрове навантаження/вітрове навантаження при ожеледі у відповідності до ДБН В.1.2-2:2006☼	400/210 Па☼	☼
Товщина ожеледі☼	22мм☼	☼
Сонячна радіація максимальна: ☼ пряма, вертикальна☼ пряма, горизонтальна☼ розсіяна, вертикальна☼ розсіяна, горизонтальна☼	☼ 472 МДж/м ² Жовтень, Південь☼ 650 МДж/м ² Червень☼ 135 МДж/м ² Липень, Захід☼ 216 МДж/м ² Липень☼	☼
Сумарна сонячна радіація за опалювальний період за середніх умов хмарності: ☼ поверхня вертикальна☼ поверхня горизонтальна☼	☼ ☼ ☼ 987 МДж/2 південь☼ 946 МДж/2 ☼	☼
Максимальне значення середньомісячної суми теплової радіації, що надходить на ☼ → горизонтальну поверхню; ☼ → вертикальну поверхню☼	☼ ☼ ☼ 900/950 МДж/2 липень, ясно/сер. хмарність☼ 1058/1077 МДж/2 липень, ясно/сер. хмарність☼	☼

Найбільш часті напрямки вітрів та їх повторюваність	Зах-16,8%·ПнЗах—17,8% Пн-20,2%·ПнЗах—24,7%
- зима	
- літо	
Повторюваність штилю в	9,6% 15,4%
Січні	
Липні	
Середня швидкість вітру у січні, м/с	Від 3,6 до 4,5 м/с
Середня швидкість вітру у липні, м/с	Від 3,4 до 4,0 м/с
Швидкість вітру, можлива:	
Протягом року	21 м/с
- 1 раз протягом періоду 5-10 років	Від 24 до 25 м/с
- 1 раз протягом періоду 15-20 років	Від 26 до 27 м/с
Погані погодні умови:	
- тумани	66 днів
- заметілі	19 днів
- грози	30 днів
- град	2,4 дня
Природна освітленість середньорічна сумарна/розсіяна/ та її тривалість	339/178 клк 14 год

2.3. Аналіз техногенного впливу.

В атмосферному повітрі Кропивницького є значні включення шкідливих речовин, що обумовлені промисловими викидами, вихлопними газами автотранспорту, а також підвищеними рівнями радіації та хімічних речовин.

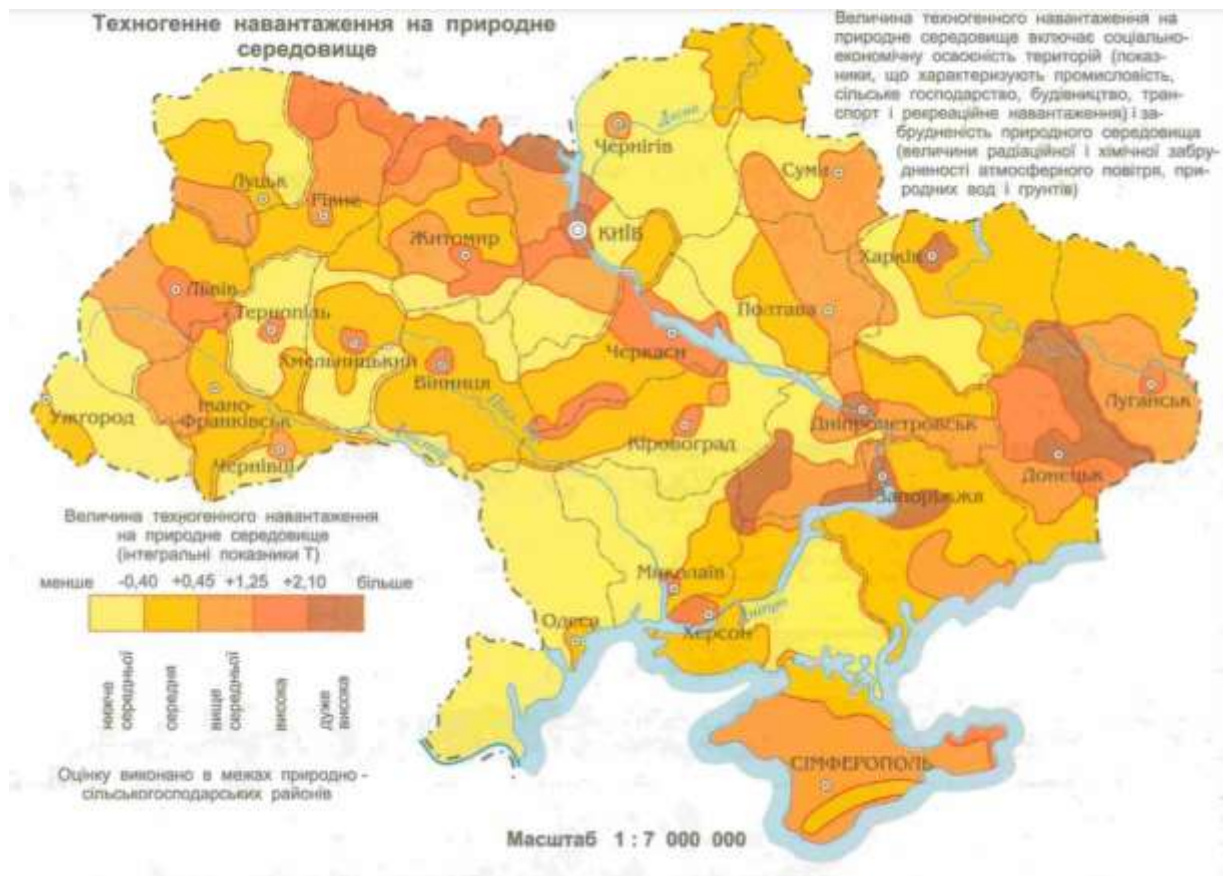


Рисунок 2.8 – Мапа, що розділяє території України за ступенем техногенного забруднення.

Техногенний вплив на будівельні конструкції проявляється особливо гостро у великих містах. Розташування об'єкта відносно джерел забруднення є одним з ключових факторів, що впливає на рівень техногенного впливу та деформаційно-міцнісні характеристики несучих конструкцій. Ділянка під забудову, розташована в екологічно сприятливому районі та має потенціал для створення комфортного житлового середовища. Але будівельні конструкції, зокрема бетонні і залізобетонні елементи підземних конструкцій перебувають під постійним впливом навколишніх шкідливих техногенних факторів. Сюди варто віднести: шкідливий вплив підземних вод, шкідливий вплив газу радон на мешканців будинку, особливо тих, що мешкають на перших поверхах, на фундаменти та несучі конструкції підвального приміщення, першого поверху, вплив на фасади.

2.4. Гідрологічні умови міста та будівельного майданчика.

Кропивницький розташований на дуже старій і твердій породі, так званому – «Українському гранітному щиті». Через особливості цієї породи, підземні води в регіоні розподілені нерівномірно і їх не так багато, як хотілося б. Вода накопичується переважно в тріщинах древніх гірських порід та в деяких осадових відкладах. Залягання водоносних горизонтів неглибоке, що негативно відображається на якості ґрунтових вод.

Підземні води в регіоні, як правило, мають гідрокарбонатний та сульфатний вміст, меша їх частина характеризується натрієво-кальцієвими домішками та володіє показником мінералізації - 0,38...1,08 г/л. Агресивність до бетону підземних частин будівель і споруд – низька.

Підземні води бадмайданчика не мають гідравлічного зв'язку з річками, так, як будівництво планується на підвищенні. Рівень ґрунтових вод присутній на майданчику на глибині 5,6м. Зафіксовано узгоджений рух підземних вод у напрямку ухилу рельєфу – на південь. На відстані 500м від майданчика будівництва, нижче за схилом є природне джерело, що живить невелике природне озерце, що знаходиться далі в південно-східному напрямку по балці.

З метою отримання повних даних щодо гідрогеологічних умов будівельного майданчика виконано взяття проб ґрунтових вод з джерела.

Відбір проб я намагався здійснювати у відповідності до вимог ДСТУ ISO 5667-6:2009 “Якість води. Відбирання проб, Частина 6, та Настанови щодо відбирання проб води з річок і струмків” або ДСТУ ISO 5667-9:2005 “Якість води. Відбирання проб”. Саме такими нормативними джерелами рекомендує керуватись настанова КМУ «Про затвердження Порядку перевірки, взяття проб води та проведення їх аналізу» від 21.09.2019р №828. [<https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/828-2019-п#Text>].

Проба води була набрана 23 жовтня 2024р. в 1,5л пластикову пляшку. Набір води здійснювався повільно, самотьком по внутрішній стінці пляшки для усунення ефекту бурління та штучного насичення води киснем. Пляшка

була набрана повною, без прошарку повітря під кришечкою для зменшення похибки результатів.

Аналіз був виконаний в лабораторії «Кіровоградський обласний лабораторний центр Міністерства охорони здоров'я України». В результаті аналізу встановлено наступне.

1. Перевищена норма вмісту сульфатів, показник склав 531,03 мг/дм³ за норми 500мг/дм³.
2. Концентрація нітратів склала 32,4мг/дм³, що не перевищує норму - 50мг/дм³.
3. У пробі води було виявлено перевищення гранично допустимої норми активності урану (1 Бк/кг) на 2% (значення показника склало 1.02 Бк/кг).
4. Незначно перевищена норма питомої активності Радону-222 (100 Бк/кг). Значення показника склало 108,6 Бк/кг.

Висновок Кіровоградського лабораторного центру МОЗУ щодо якості води з джерела біля вул. Героїв рятувальників наступний: «За санітарно-хімічними показниками (жорсткість, сухий залишок, сульфати, нітрати) та за вмістом радіонуклідів (уран, радон) не відповідає вимогам ДСанПін 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною», ДГН «Норми радіаційної безпеки України (НРБУ – 97)».

Тому, фундаменти будинку, підлога в підвалі, вентиляція підвалу, а також перекриття між підвальним і першим житловим поверхом, мають бути з передбаченим заздалегідь захистом.

Для питного водопостачання передбачається загально-міська мережа водогону із забором води з р. Дніпро.

2.5. Геологічні умови будмайданчика.

Геологічний склад та його обриси представлені на 2-х ІГР у двох взаємоперпендикулярних площинах. Глибина буріння технічних свердловин – 21м. Інженерно -геологічні розрізи наведені на рис. 2.9, 2.10.

Характеристики ґрунтових напластунків наведені в табл. 2.2. і 2.3.

Таблиця 2.2 – ІГР будмайданчика.

	Шар №1	Насипний ґрунт		1500мм
	Шар №2	Супісок темно-сірий, пілуватий	$\gamma=1,56 \text{ г/см}^3$; $c_{II}=16 \text{ кПа}$; $\gamma=1,86 \text{ г/см}^3$; $E=13 \text{ МПа}$	1300мм
	Шар №3	Суглинок буро-коричневий, пілуватий	$\phi_{II}=26^\circ$; $i=0,45$; $c_{II}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,89 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	1400мм
Розріз 1-1	Шар №4	Пісок сірий, пілуватий	$\gamma=1,61 \text{ г/см}^3$; $c_{II}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,91 \text{ г/см}^3$; $E=14 \text{ МПа}$	700мм
	Шар №5	Суглинок сірувато-коричневий, пілуватий, текуче-пластичний	$\phi_{II}=24^\circ$; $i=0,42$; $c_{II}=16 \text{ кПа}$; $\gamma=1,81 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	4600мм
	Шар №6	Пісок блакитно-сірий, мілкий, щільний, насичений водою	$\gamma=1,64 \text{ г/см}^3$; $c_{II}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,90 \text{ г/см}^3$; $E=14 \text{ МПа}$	6500мм
	Шар №7	Суглинок темно-сірий з прошарками супіску, пілуватий тугопластичний	$\phi_{II}=22^\circ$; $i=0,39$; $c_{II}=18 \text{ кПа}$; $\gamma=1,89 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	2200мм

Таблиця 2.3 – Основні характеристики ІГР будмайданчика.

Розріз 2-2	Шар №1	Насипний ґрунт		1600мм
	Шар №2	Супісок темно-сірий, пілуватий	$\gamma=1,56 \text{ г/см}^3$; $c_{11}=16 \text{ кПа}$; $\gamma=1,86 \text{ г/см}^3$; $E=13 \text{ МПа}$	1000мм
	Шар №3	Суглинок буро-коричневий, пілуватий	$\phi_{11}=26^\circ$; $i=0,45$; $c_{11}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,89 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	1500мм
	Шар №4	Пісок сірий, пілуватий	$\gamma=1,61 \text{ г/см}^3$; $c_{11}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,91 \text{ г/см}^3$; $E=14 \text{ МПа}$	800мм
	Шар №5	Суглинок сірувато-коричневий, пілуватий, текуче-пластичний	$\phi_{11}=24^\circ$; $i=0,42$; $c_{11}=16 \text{ кПа}$; $\gamma=1,81 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	4500мм
	Шар №6	Пісок блакитно-сірий, мілкий, щільний, насичений водою	$\gamma=1,64 \text{ г/см}^3$; $c_{11}=17 \text{ кПа}$; $\gamma=1,90 \text{ г/см}^3$; $E=14 \text{ МПа}$	7500мм
	Шар №7	Суглинок темно-сірий з прошарками супіску, пілуватий тугопластичний	$\phi_{11}=22^\circ$; $i=0,39$; $c_{11}=18 \text{ кПа}$; $\gamma=1,89 \text{ г/см}^3$; $E=15 \text{ МПа}$	2300мм

Таблиця 2.4 – Класи наслідків []

Вимоги ДБН В.1.1-12		Вимоги ДБН В.1.2-14	
Карти ЗСР – 2004	Рівень відповідальності будівлі або споруди	Клас наслідків відмови	Коефіцієнт надійності за відповідальністю, γ_n (табл. 5 ДБН В.1.2-14)
A0 тільки для території АР Крим та Одеської обл.	Знижений	СС1/категорія складності I згідно з ДБН А.2.2-3	0,95
A	Нормальний	СС1	0,95
B	Підвищений	СС2	0,975
C	Особливої відповідальності	СС3	1,05

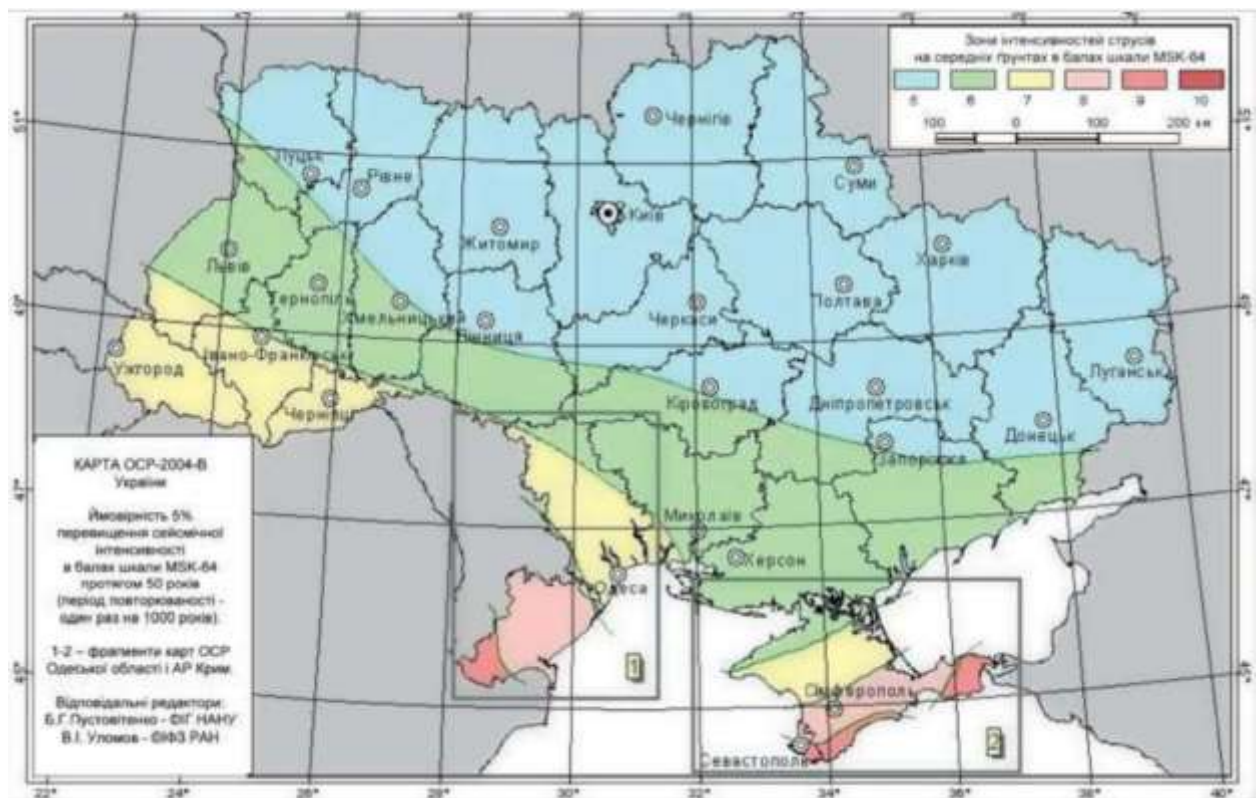


Рисунок 2.11 - Карта загального сейсмічного районування [].

У відповідності до викладених даних [] та рис. 2.11, територія Кропивницького відноситься до несейсмічної зони (5 балів).

2.6. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

Оцінка геологічних умов будівельного майданчика виконана у відповідності до загально прийнятих методів та представлена у додатку «А».

2.7. Техногенний вплив навколишнього природного середовища.

Техногенний вплив навколишнього середовища представлений у розділі «Охорона праці». Головний наголос, в межах цього підпункту, приділено наступним видам: радіоактивне випромінювання, вплив газу – радон, температурні впливи, зазорованість, запиленість, вплив сонячної активності.

2.8. Результати натурних спостережень за осіданнями багатоповерхових будівель на пальових фундаментах за даними Самородова О.В. [].

Наведені в даному підпункті мр. результати, отримані Самородовим О.В. [] під час геотехнічного моніторингу, за характером і факторами, що впливають на величини осідань багатоповерхових житлових будинків. Дослідження проводилися на будівельних майданчиках м. Харків. Дані дослідження проводилися в межах госпдоговірної тематики кафедри геотехніки ХНУБА [].

В магістерській роботі дана інформація буде використана з метою власного аналізу отриманих результатів, знайомства з методологією натурних наукових випробувань та досліджень з питань правил, методів та методик проведення практичних моментів геотехнічного моніторингу, камеральної обробки даних.

Використання даних даної роботи [] обумовлено високими вартісними показниками процесів натурних експериментів, проблемами з доступом здобувачів вищої освіти до натурних об'єктів, короткими часовими термінами, що відводяться на виконання магістерських робіт та бажанням при цьому володіти і виконувати роботу, що має практичні моменти будівництва.

Для проведення експериментальних досліджень були застосовані наступні прилади: нівелір Н-05, рейка РН05 світловідбивні марки. Величини осідання досліджуваних будівельних об'єктів фіксувалися протягом терміну зведення будівлі. Тобто, маємо результати першої фази навантаження, що характеризується найбільш інтенсивним ростом навантажень на ґрунтову основу і відповідно максимальними величинами осідань останньої.

Нівелювання здійснювалось у двох взаємно зустрічних напрямках. При цьому, різниця показань прямого та зворотнього нівелювань не перевищувала величини в 0,7мм. Дані вимірювань заносилися в програмний комплекс ARMGEO.

Під час проведення геодезичної розмітки основи, встановлювалося положення мінімум 4-х світловідбивних марок, що були наклеєні на рівні 1 – го поверху будівлі. Відмітки постійно контролювали та постійно, протягом терміну зведення будинків складались відомості осідань будівель.

2.8.1. житловий будинок, що має 16 поверхів, та запроектований на пальово-плитному фундаменті

Вихідні умови наступні:

- адреса об'єкту натурних випробувань – м. Харків, перехрестя вул. Ключківської та провулку Деркачівського;
- забудовник – ТОВ «Житлобуд-2»;
- ширина будівлі в осях - 19,8м.;
- довжина будівлі в осях- 40,3м.;
- висота будинку - 54,0м.

Об'єктом проведення досліджень з визначення деформаційно- міцнісних властивостей основ фундаментів багатоповерхових житлових будинків є 16-ти поверховий житловий об'єкт. Даний об'єкт передбачає наявність цокольного повертху і горіщного техповерху. Об'єкт має каркасну конструкцію. У якості

каркасу передбачено монолітний залізобетонний каркас з колон та суцільних бетонних плит перекриття.

У якості фундаменту – запроектовано пальово-розтвіркову конструкцію з жорстким з'єднанням колон з розтвірком. Конструктивними особливостями паль є їх тип - буроін'єкційні, що мають запроектований діаметр – 0,63м. та довжину 12,5м. Схема пальового поля передбачає рівномірне розташування паль під будівлею в місцях перетинів умовної сітки. Оголовки паль мають жорсткий зв'язок з монолітним залізобетонним розтвірком плитного типу. Товщина монолітного розтвірка, що має плитну форму, складала - 800мм.

Усі залізобетонні частини, що утворюють кістяк будівлі (колони, плити перекриття, діафрагми, ...) виготовлені з бетону класу В25, розтвірок плитного типу та палі - з бетону класу В30. Для армування цих елементів застосована арматура класів А400С, А500С (повздовжні частини залізобетонних конструкцій), А240С (поперечні елементи частин залізобетонних конструкцій).

Переріз інших конструктивних частин кістяку будівлі – 0,2м.

Колони будинку мають розміри поперечного перерізу: 0,35х0,6м, 0,3х0,5м, та виконані у монолітному варіанті. Деякі колони мають круглу форму поперечного перерізу. Їх діаметр складає – 0,5м. Товщина міжповерхового диску перекриття – 0,2м.

Визначення ваги залізобетонних конструктивних елементів будівлі прийнято на основі визначення їх фактичних розмірів та підрахунку їх об'єму. Потім, у відповідності до об'ємної ваги залізобетону, що прийнята рівною 2500кг/м³ відповідно визначалися їх маси.

Клас відповідальності споруди - СС2.

Категорія складності – 3-тя.

Категорія відповідальності конструкцій - А.

Час, протягом якого будівля має виконувати свої функції, запроектовано рівним сто р.

Схема пального поля для даної споруди наведена на рис. 2.12. На рис. 2.13 представлено розміщення паль серед інженерно-геологічних напластувань у виді ІГР.

Фізико-механічні властивості та характеристики ґрунтових напластувань під будівлею, представлені у табличній формі (табл. 2.6).

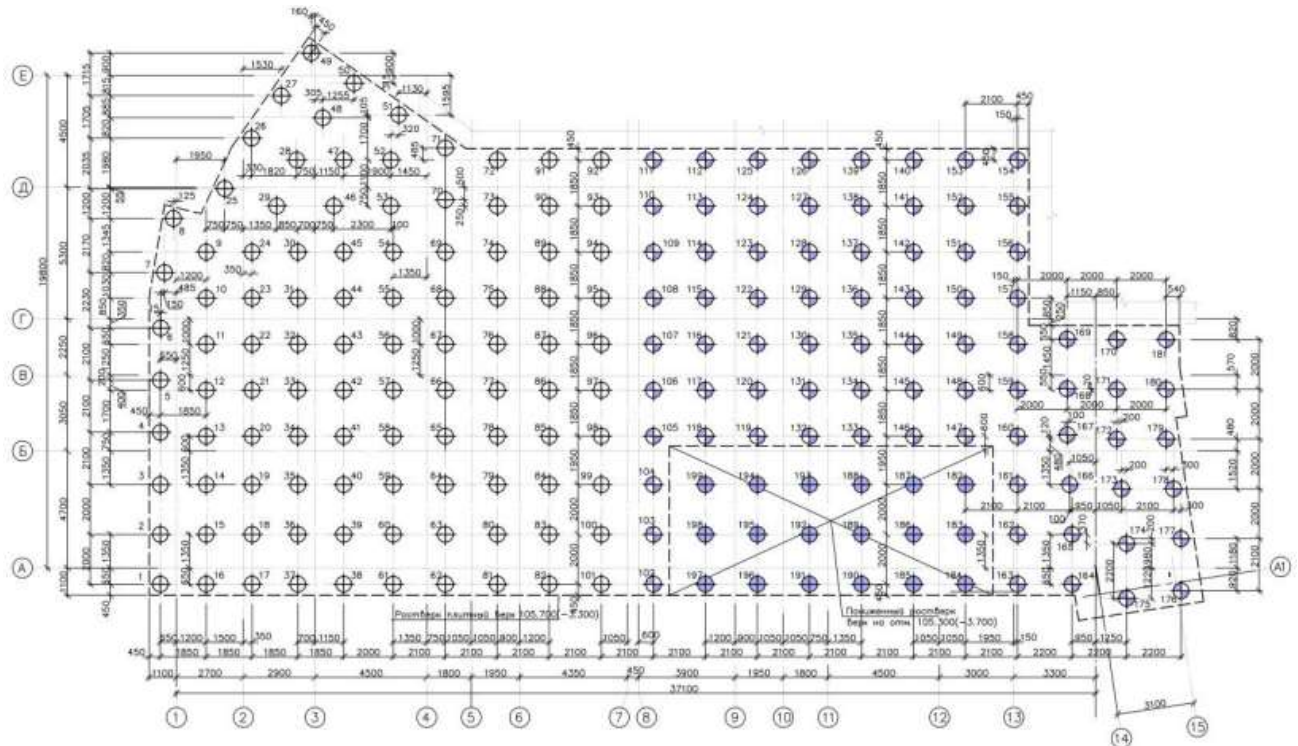


Рисунок 2.12 – Схема пального поля [].

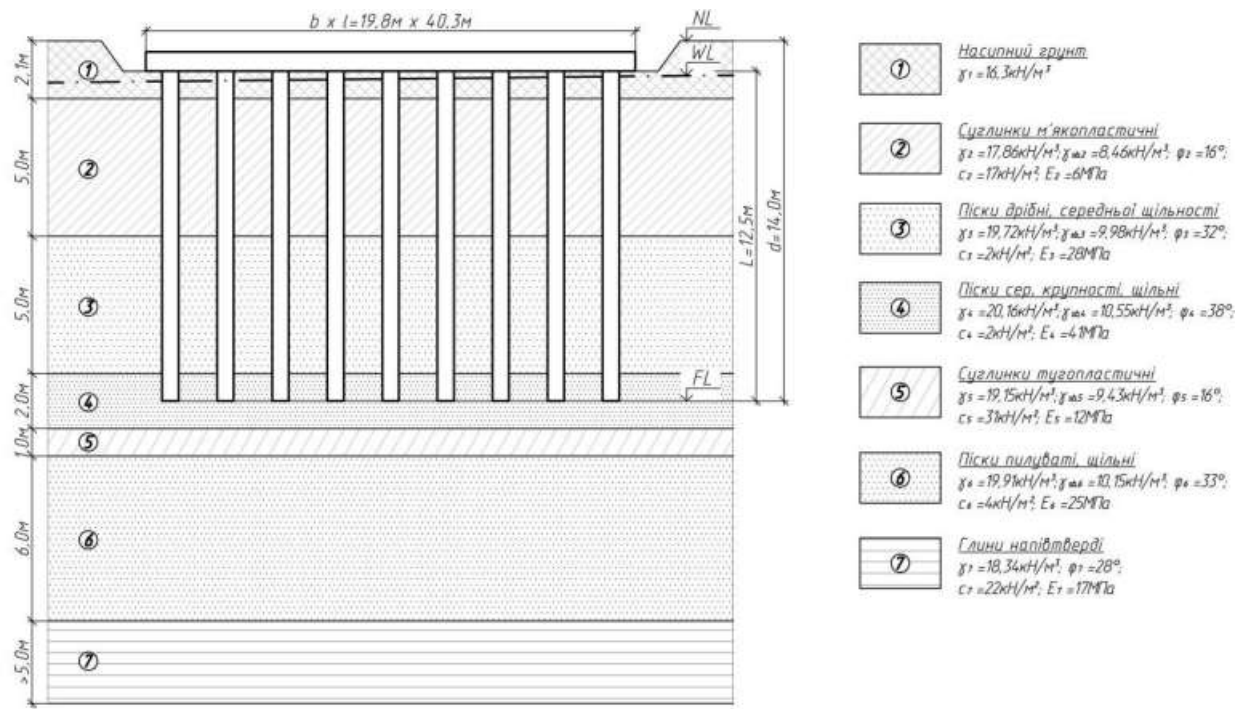


Рисунок 2.13 – Схема розміщення паль серед товщі інженерно-геологічних напластувань [1].

Таблиця 2.6 – Фізико-механічні властивості та характеристики ґрунтових напластувань під будівлею [1].

Найменування	Ум. позначення.	Од. вим.	Шар						
			1 – насипний ґрунт	2 – суцільні м'якопластичні	3 – піски дрібні, середн. щільн.	4 – піски середн. крупн., щільні	5 – суцільні тугопластичні	6 – піски піщаві, щільн.	7 – глини алевр., напівтверд.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Пит. вага ґрунту	γ	кН/м ³	16,3	17,86	19,72	20,16	19,15	19,91	18,34
Пит. вага водонас. гр.	γ_{sat}	кН/м ³	-	17,91	19,72	20,16	19,15	19,91	18,35
Пит. вага часток ґрунту	γ_s	кН/м ³	-	24,89	26,09	26,17	25,11	26,0	25,87
Пит. вага зваж. у воді гр.	γ_{sb}	кН/м ³	-	8,46	9,98	10,55	9,43	10,15	8,90
Природна вологість	w	д.од.	-	0,28	0,24	0,19	0,22	0,21	0,28
Коеф. пористості	e	д.од.	-	0,76	0,64	0,53	0,59	0,58	0,78
Пит. зчепл. ґрунту	c	кПа	-	17	2	2	31	4	22
Кут внутр. тертя	ϕ	град.	-	16	32	38	16	33	28
Модуль деформації	E	МПа	-	6	28	41	12	25	17
Показник текуч.	I_L	д.од.	-	0,49	-	-	0,31	-	0,09
Число пласт.	I_p	д.од.	-	0,15	-	-	0,13	-	0,11

Експериментальні дослідження проводилися протягом терміну будівництва, з 2014 р. до середини 2015 р.



Рисунок 2.14 – Зовнішній вид 16-ти поверхового житлового будинку під час провадження будівельно-монтажних робіт [1].

Результати випробувань наведені у табличній формі (табл.2.6). За наведеними в табл. 2.6 експериментальними даними, побудовані графічні залежності (рис. 2.15) осідання світловідбивних марок від ступеневого збільшення навантаження в процесі зведення нових поверхів. Також на рис. 2.15 наведено графічну теоретичну залежність осідання паль на стадії «проект».

Таблиця 2.6 – Результати експериментальних випробувань та теоретичних розрахунків, порівняння [1].

Пальново-плитний фундамент (натурні спостереження)			Одиноч- на паля	Пальново-плитний фундамент (теоретичний розрахунок за ДБН)				
Дата замірювання	Поверховість	Середнє значення осідань будівлі	Натурні випробування	Реакції в палях		Тиск під подошвою умовного фундаменту	Стислива товща	Середнє осідання
мм/рр	N	s , мм	s , мм	R_p , кН	ΣR_p , кН	p , кН/м ²	H , м	s , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
04/2014	2	0.00	-1.30	219.87	43754.54	57.33	0.00	0.00
05/2014	6	-2.65	-2.10	382.60	76137.38	99.75	5.20	-3.26
06/2014	8	-3.35	-2.80	463.99	92333.40	120.97	7.70	-5.86
07/2014	11	-7.93	-3.90	586.07	116627.51	152.80	10.20	-49.22
09/2014	16	-11.03	-6.90	783.05	155827.04	204.16	12.70	-81.88
10/2014	17	-16.90	-7.80	839.26	167012.01	218.82	13.40	-92.60
12/2014	17	-28.33	-7.80	839.26	167012.01	218.82	13.40	-92.60
03/2015	17	-29.03	-7.80	839.26	167012.01	218.82	13.40	-92.60

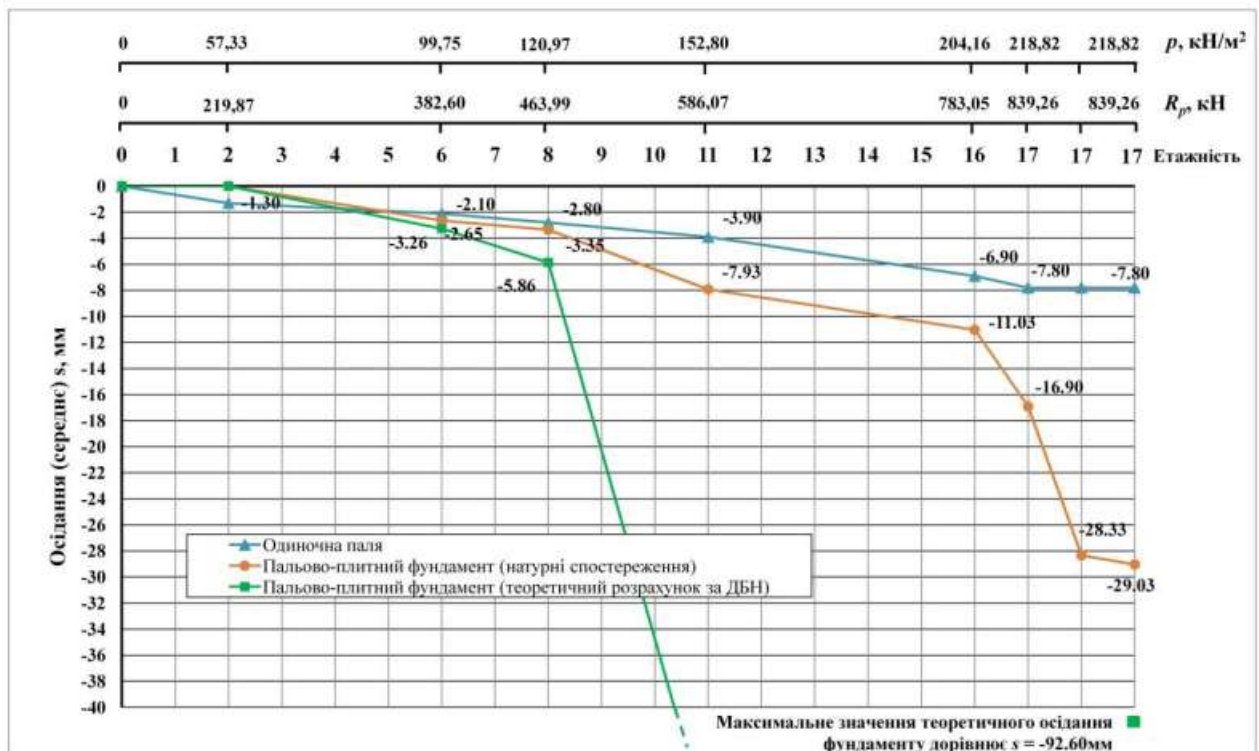


Рисунок 2.15 – Графічне представлення результатів експериментальних натурних випробувань [].

2.8.2. Спостереження та фіксування даних осідань 19-ти поверхової житлової споруди на розтвірко-пальовому жорсткому фундаменті.

Вихідні умови наступні:

- адреса об'єкту натурних випробувань – м. Харків, вул. Клочківська, 117 (1-а черга будівництва. 1-ий пусковий комплекс);
- забудовник – ТОВ «Житлобуд-2»;

Об'єктом проведення досліджень з визначення деформаційно-міцнісних властивостей основ фундаментів багатоповерхових житлових будинків є 19-ти поверховий житловий об'єкт. Даний об'єкт передбачає наявність цокольного повертху і горіщного техповерху. Об'єкт має каркасну конструкцію. У якості каркасу передбачено монолітний залізобетонний каркас з колон та суцільних бетонних плит перекриття.

У якості фундаменту – запроектовано пальово-розтвіркову конструкцію з жорстким з'єднанням колон з розтвірком. Конструктивними особливостями паль є їх тип - буроін'єкційні, що мають запроектований діаметр – 0,62м. та довжину 11,0м. Схема пальового поля (рис.2.16) передбачає рівномірне розташування паль під будівлею в місцях перетинів умовної сітки. Оголовки паль мають жорсткий зв'язок з монолітним залізобетонним розтвірком плитного типу. Товщина монолітного розтвірка, що має плитну форму, складала – 0,85м.

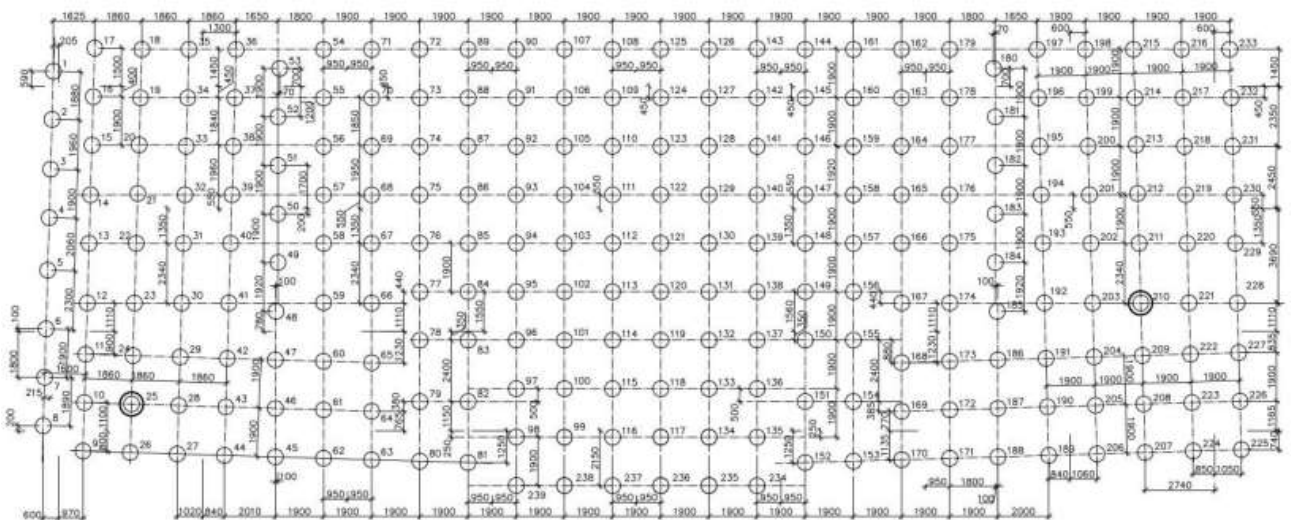


Рисунок 2.16 – Схема пальового поля під 19-ти поверховий житловий будинок [].

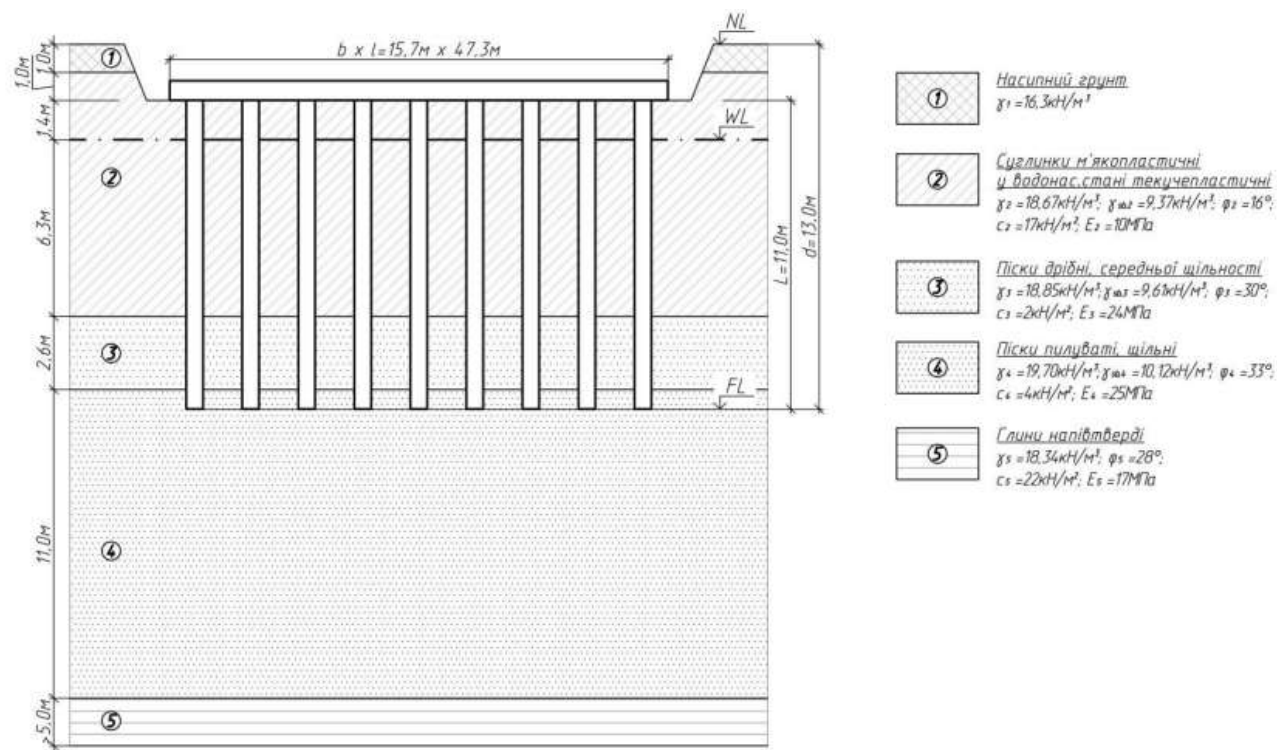


Рисунок 2.17 – Розміщення паль фундаменту для 19-ти поверхового будинку в ґрунтовій основі [].

Основні характеристики ґрунтової основи наведені в табличній формі табл. 2.7.

Таблица 2.7 – Основні характеристики ґрунтової основи 19-ти поверхового житлового будинку [].

Найменування	Умов. познач.	Од. вим.	Шар				
			1 – насипний ґрунт	2 – суглинки м'якопласт., в водонас. стані текучопластичн.	3 – піски дрібні, середн. щільн.	4 – піски пилюв., щільні	5 – глини алевр., тверді
1	2	3	4	5	6	7	8
Пит. вага ґрунту	γ	кН/м ³	16,3	18,67	18,85	19,70	18,34
Пит. вага водонас. ґрунту	γ_{sat}	кН/м ³	-	19,05	19,23	19,61	18,35
Пит. вага часток ґрунту	γ_s	кН/м ³	-	26,59	26,09	26,0	25,87
Пит. вага зваж. у воді гр.	γ_{sb}	кН/м ³	-	9,37	9,61	10,12	8,90
Природна вологість	w	д.од.	-	0,24	0,23	0,21	0,28
Коеф. пористості	e	д.од.	-	0,74	0,70	0,58	0,78
Пит. зчепл. ґрунту	c	кПа	-	17	2	4	22
Кут внутр. тертя	φ	град.	-	16	30	33	28
Модуль деформації	E	МПа	-	10	24	25	17
Показник текуч.	I_L	д.од.	-	0,9	-	-	0,09
Число пласт.	I_p	д.од.	-	0,1	-	-	0,11

Натурні випробування та фіксування величин осідань проводились під час будівництва даного 19-ти поверхового житлового будинку протягом 2015 р. (рис. 2.18).



Рисунок 2.18 – Зовнішній вигляд 19-ти поверхового житлового будинку, що будувався по вул Клочківській 117 [1].

Результати випробувань наведені у табличній формі (табл.2.8). За наведеними в табл. 2.8 експериментальними даними, побудовані графічні залежності (рис. 2.19) осідання фундаментів будівель від ступеневого збільшення навантаження в процесі зведення нових поверхів. Також на рис. 2.19 наведено графічну теоретичну залежність осідання двох довільних паль на стадії «проект».

Таблиця 2.8 – Результати експериментальних випробувань та теоретичних розрахунків, порівняння [].

Пальново-плитний фундамент (натурні спостереження)			Одиноч- на паля	Пальново-плитний фундамент (теоретичний розрахунок по ДБН)				
Дата замірювання	Поверховість	Середнє значення осідань будівлі	Натурні випробування	Реакції в палях		Тиск під подошвою умовного фундаменту	Стислива товща	Середнє осідання
мм/рр	N	s , мм	s , мм	R_p , кН	ΣR_p , кН	p , кН/м ²	H , м	s , мм
1	2	3	4	5	6	7	8	9
09/2015	4	0.00	-0.15	142.95	34164.86	42.36	0.00	0.00
10/2015	7	-2.28	-0.25	250.16	59788.51	74.12	0.00	0.00
02/2016	11	-3.40	-0.73	393.11	93953.37	116.48	6.00	-4.47
04/2016	13	-6.43	-1.30	464.58	111035.80	137.66	7.80	-6.87
05/2016	15	-6.98	-1.40	536.06	128118.23	158.84	9.40	-47.78
07/2016	16	-8.63	-1.50	571.80	136659.44	169.42	10.00	-54.22
10/2016	19	-8.93	-2.20	679.01	162283.09	201.19	11.60	-75.28

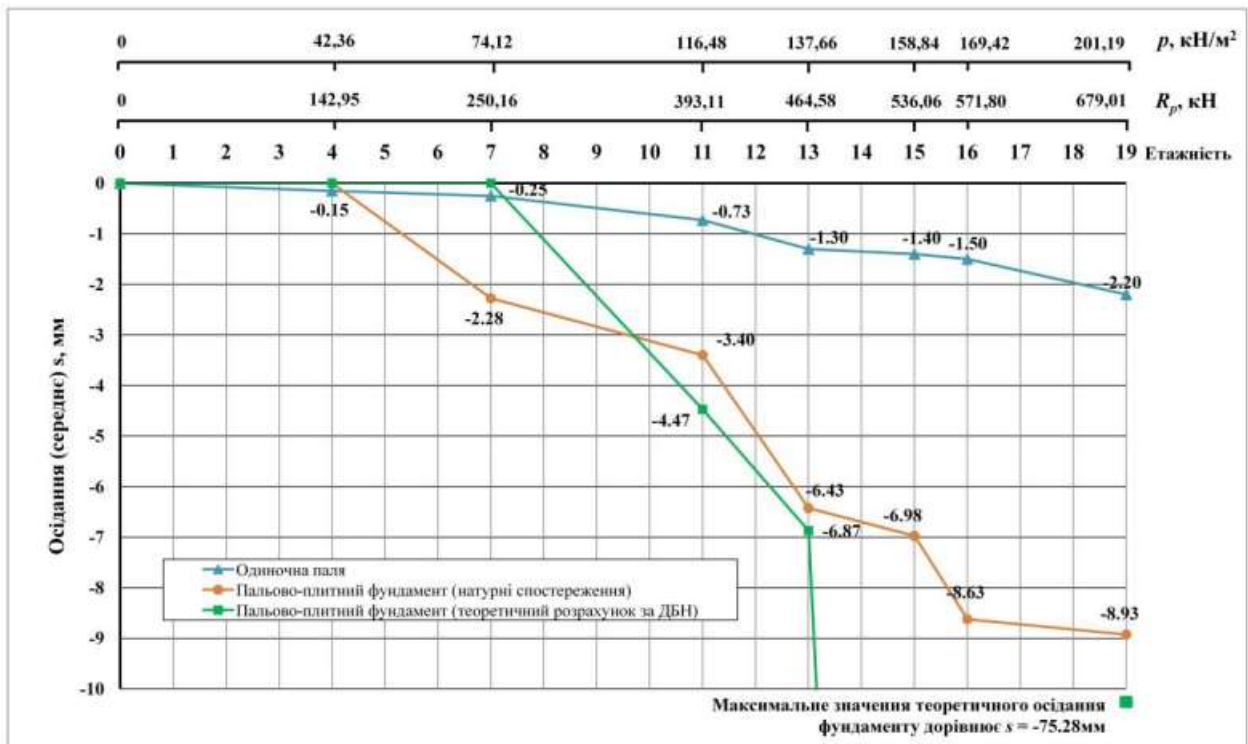


Рисунок 2.19 – Графічне представлення результатів експериментальних натурних випробувань [].

Аналіз графічних експериментальних залежностей $S=f(\text{кількість поверхів})$ (див. рис.2.15, 2.19) свідчить про наявність резервів несучої здатності пальово-плитного фундаменту. Так, масимальне значення осідання S для умов навантаження від 19 поверхів склало лише 8,93мм. Практичні значення осідань значно менше теоретично розрахованих за методикою ДБН, що свідчить про суттєвий запас закладений у розрахунок та будівельні норми.

Величина осідання в 8,93мм відповідає максимальному ефективному осіданню (5...10мм) для найбільшої ефективності роботи висячої палі боковою частиною (для розтвірка і вістря палі межею ефективності, є величина осідання відповідно 40 і 20мм [доповідь проф. І.П. Бойко на дев'ятій всеукраїнській наук.-техн. конференції «Механіка ґрунтів, геотехніка та фундаментобудування: проблеми, інновації та імплементація Єврокодів в Україні» (м. Дніпро, 3.10.2016 р.)] (рис.2.20).

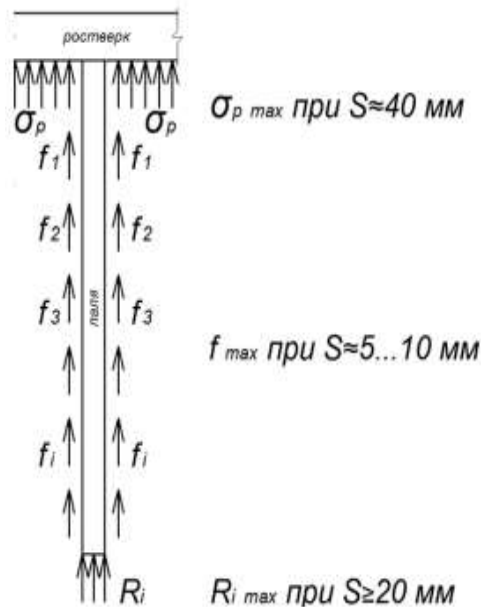


Рисунок 2.20 – Схема умов для ефективної сумісної роботи елементів ростверко-пального фундаменту [проф. І.П. Бойко].

За умови жорсткого з'єднання паль з плитним роствірком і класичного навантаження [] пального фундаменту (рис.2.21), без застосування технології почерговості [], маємо суттєвий потенціал несучої здатності на основі серії натурних випробувань. Пальново плитний фундамент є досить оптимальним рішенням (досить ефективним та не дорогим) для будівель до 20...25 поверхів, а це відповідно висота - 60...75м. Тому перспективним напрямком подальших досліджень є спроби розділити класичну схему навантаження жорстко з'єданого пальново-плитного фундаменту на елементи: плита ростверку та палі не будуть мати жорсткого з'єднання. Натомість конструктивного зв'язку між ними не буде, а навантаження до пальново-плитного фундаменту будемо прикладати почергово, щоб реалізувати практично головну ідею доповіді проф. Бойко І.П. (див. рис. 2.20).

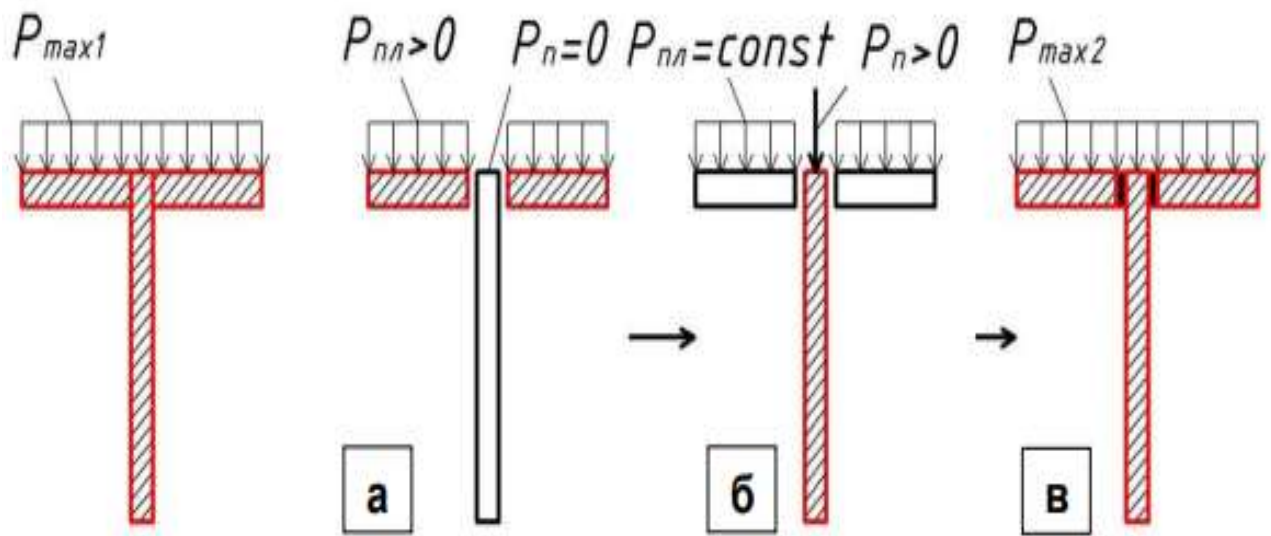
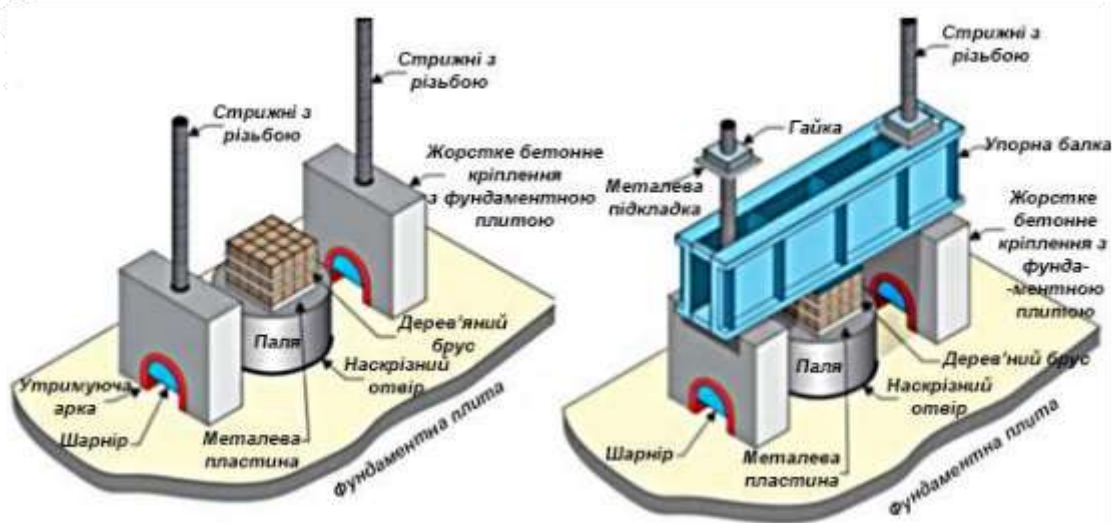


Рисунок 2.21 – Варіанти ростверко-пального фундаменту [] (зліва класичне жорстке з'єднання і навантаження), а – з'єднання плита - палі відсутнє, початково навантажується плита ростверку (осідання плити не має перевищити оптимальне – 40мм, див. рис.2.20), б – навантаження на плиту зафіксовано, передається навантаження на палю (осідання палі не має перевищити значення в 10мм, див. рис.2.20), в – решта навантаження додається на плиту ростверка і палю так, щоб спільні осідання плити ростверка, та вістря палі не перевищували значень відповідно 40мм і 20мм.

Ця ідея є наскрізною в дослідницькій роботі Ковби В.В. [], де представлені також фото відомих з 1960-х років, практично втілюваних конструкцій не жорстких з'єднань палі з плитою ростверка (рис.2.22).





б)

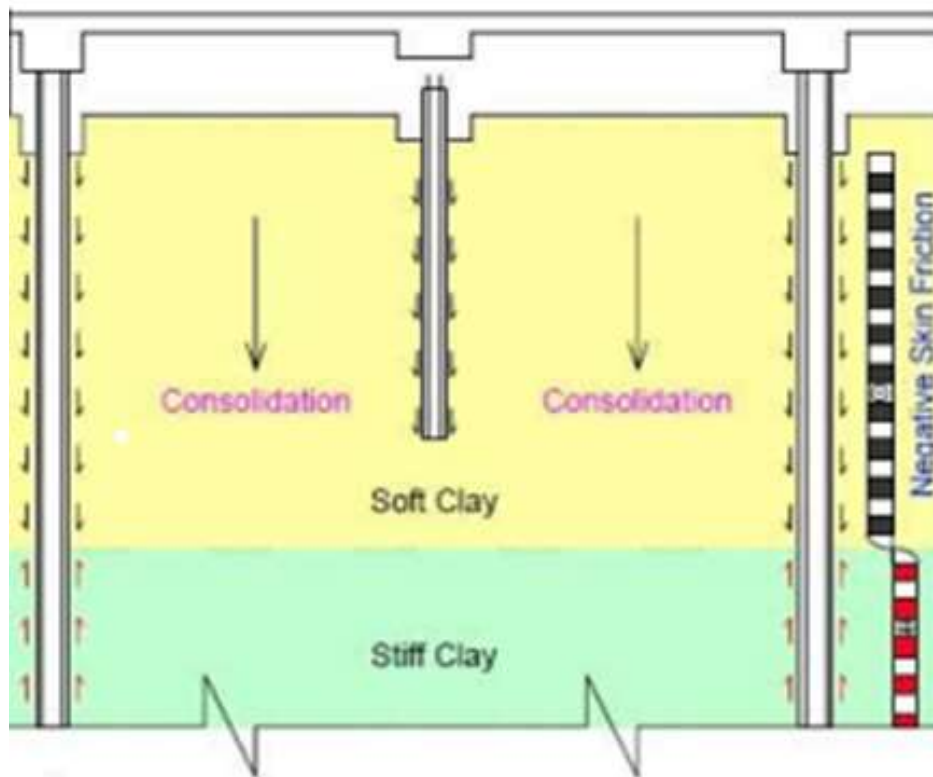
Рисунок 2.22 – Конструктивна схема паль за системою F. Gonzalez – а); загальний вид (фото з підвалу будівлі) – б) [].

Це конструктивне виконання частково реалізує пропонований спосіб оптимального, почергового навантаження елементів пальово-розтвіркового фундаменту, а також дозволяє виконувати коригування величини навантаження на палю в процесі експлуатації будівлі. Дана конструкція пальового фундаменту запропонована мексиканським дослідником Гонсалесом. Цей тип фундаментів отримав відповідну назву, на честь автора, та в даний час ця система має назву F. Gonzalez. Система успішно апробована в Мексиці при побудові і експлуатації високих будинків.

Традиційне жорстке з'єднання паль з плитою ростверка до початку передачі навантаження та в умовах повного використання несучої здатності має суттєві недоліки, що проявляються у виникненні непередбачувано великих напружень та як наслідок деформаційних процесів у місцях жорсткого з'єднання паль з плитами ростверків (рис.2.23). Ці напруження і деформації нерідко призводять до втрати цілості зєднання плити роствірка і палі. Іншими словами – відбувається відрив палі від ростверка та утворення зони просідання під ростверком.



а)



б)

Рисунок 2.23 – Результат прояву ефекту відємного тертя (показано фото вирваної паліз ростверку в наслідок ефекту відємного тертя): а) – натурне фото; б) – схема процесу [3].

Варто при цьому зауважити, що додаткові напруження, величина яких у деяких випадках перевершувала міцність жорсткого залізобетонного з'єднання палі з ростверком, виникали у більшій мірі у фундаментів, що завантажені навантаженням, близьким до несучої здатності фундаменту (поверховість від

20). Це саме ті випадки, коли фундамент спроектований правильно та економічно.

Ефект просідання ґрунту в міжпальовому просторі з виникненням т.з. «негативного тертя» пояснюється перевищенням величини ефективної деформації ґрунту по бічній поверхні палі f_{max} при $S \approx 5 \dots 10$ мм. (див. рис.2.20). Виникнення ефекту «негативного тертя» додатково навантажує палі, та у більшості випадків призводить до додаткових напружень та деформацій у місцях з'єднання палі з ростверком, аж до її відриву.

На рис.2.21, *а,б,в* наведено традиційну схему навантаження і з'єднання елементів пальового фундаменту при почерговому навантаженні елементів пальового фундаменту, що не мають жорсткого з'єднання.

Конструктивні і технологічні заходи щодо узгодженого почергового навантаження дозволяють зменшити загальне осідання будівлі на такому фундаменті до 20%. Прикладом технічної реалізації даних ідей є конструкції ростверко-пальових фундаментів за системою F. Gonzalez []. Відомий досвід практичного втілення в будівництво фундаментів за цією конструкцією. До переваг варто віднести можливість підтягування, вирівнювання навантажень на палі в процесі експлуатації будівлі. Це дає змогу усувати ефекти нерівномірних осідань, кренів, ..., в умовах будівлі, що певний термін вже експлуатується.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

1. Отримані практичні навички щодо геотехнічного моніторингу ділянки майбутнього будівництва для виявлення джерел техногенного впливу на майбутній будівельний об'єкт.

2. Встановлено, що для м. Кропивницький основними техногенними факторами, що впливають на довговічність та функціональність несучих конструкцій багатоповерхового будинку є ґрунтові та гідрологічні умови

будмайданчика. Тому найбільш небезпечним місцем впливу техногенних факторів є підземна та цокольна частина багатоповерхового будинку.

3. В результаті аналізу натурних експериментів д.т.н. Самородова О.В. щодо експериментального визначення осідань багатоповерхових житлових будинків встановлено, що пальово-ростверкові фундаменти володіють достатніми резервами щодо їх ефективного застосування. Однак, мають значний недолік – класичне завантаження та жорстка класична схема влаштування пальово-розтвіркових фундаментів створюють умови для виникнення ефекту «негативного тертя» в міжпальовому пальовому просторі.

4. Встановлено, що периферійні палі пальового поля в 2 рази більше навантажені ніж палі, що розташовані в середині пальового поля.

5. Проаналізовано схему почергового навантаження пальово-ростверкового фундаменту, що не має жорсткого зв'язку між ростверком і палями.

6. Встановлено взаємозв'язок між осіданнями палі від величини осідань ростверку. Доведено можливість контролю і керування осіданнями в процесі експлуатації будівлі.

7. Встановлено, що почергове навантаження елементів пальово-ростверкового фундаменту тричі змінює напрям сил тертя по бічній поверхні палі та дозволяє повністю завантажити палю.

8. Встановлено, що найбільші напруження та деформації виникають в місці спряження палі з ростверком.

9. Проект будівництва багатоповерхового будинку в м. Кропивницький розроблено з врахуванням техногенних факторів та результатів аналізу роботи пальово-плитного фундаменту.

GENERAL CONCLUSIONS ON THE WORK

1. Acquired practical skills regarding geotechnical monitoring of the future construction site to identify sources of technogenic influence on the future construction site.

2. It was established that for m. Kropyvnytskyi, the main man-made factors affecting the durability and functionality of the load-bearing structures of a multi-story building are the soil and hydrological conditions of the construction site. Therefore, the most dangerous place of influence of man-made factors is the underground and basement part of a multi-story building.

3. As a result of the analysis of field experiments, Ph.D. Samorodova O.V. regarding the experimental determination of settlements of multi-story residential buildings, it was established that pile-grid foundations have sufficient reserves for their effective use. However, they have a significant drawback - classical loading and a rigid classical arrangement scheme of pile-slotted foundations create conditions for the occurrence of the effect of "negative friction" in the inter-pile pile space.

4. It was established that the peripheral piles of the pile field are 2 times more loaded than the piles located in the middle of the pile field.

5. The scheme of alternating loading of the pile-grid foundation, which does not have a vertical connection between the grid and the piles, is analyzed.

6. The relationship between the settlement of the pile and the magnitude of the settlement of the grating was established. The possibility of control and management of subsidence during the operation of the building has been proven.

7. It was established that the alternating loading of the elements of the pile-grid foundation changes the direction of the frictional forces on the lateral surface of the pile three times and allows the pile to be fully loaded.

8. It was established that the greatest stresses and deformations occur at the junction of the pile with the grid.

9. The project of the construction of a multi-storey building in Kropyvnytskyi was developed taking into account man-made factors and the results of the analysis of the pile-slab foundation.

Список використаної літератури¶

¶

1. ДБН В.2.2-15:2019 "Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення". Київ. Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України 2019р. 43с.¶
2. ДБН В.2.2-12:2018 "Планування та забудова територій". Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2018р. 54с. ¶
3. ДБН Б.2-5:2011 "Благоустрій територій". Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2011р. 64с.¶
4. ДБН В.1.2-14:2009 Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ. Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2009р. 42с.¶
5. ДБН В.2.6-220:2017 "Покриття будівель і споруд". Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2017р. 38с.¶
6. ДСТУ –Н Б А.3.1-23:2013 «Проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель. Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2013р. 76с.¶
7. ДБН В.1.2-2:2006 "Навантаження і впливи". Київ. Міністерство РРБ та ЖКГ України 2006р. 75с.¶
8. ДБН В.1.1-12:2014 Будівництво у сейсмічних районах України. Київ. Мінрегіонбуд України 2014р. 116с.¶
9. ДСТУ-Н Б Б.1.1-10:2010 Настанова з виконання розділів Охорона навколишнього природного середовища у складі містобудівної документації. Склад та вимоги. Київ. Мінрегіонбуд України 2011р. 25с».¶
10. Посібник до ДБН В. 1.4-2.01-97 "Система норм та правил зниження рівня іонізуючих випромінювань природних радіонуклідів в будівництві. Радіаційний контроль будівельних матеріалів та об'єктів будівництва". Київ. 1997-78с.¶

11. ДБН А.3.2-2:2009 "Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення" Київ: Міністерство РРБ та ЖКГ України, 2009р. 56с.¶
12. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 "Будівельна кліматологія". Київ: Мінрегіонбуд України, 2010р. 101с.¶
13. ДБН В.1.1-7:2016 "Пожежна безпека об'єктів будівництва". Київ: Мінбудархітектури України, 2016р. 45с.¶
14. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. — К.: Мінрегіонбуд України. — 2018. — 36с.¶
15. ДСТУ-Н Б В.2.2-9:2013 Настанова щодо розподілу територій мікрорайонів (кварталів) для визначення прибудинкових територій багатоквартирної забудови. Київ. 76с.¶
16. ДСТУ-Н Б В.2.2-27:2010 Настанова щодо обстеження будівель і споруд для визначення та оцінки їх технічного стану. Київ. 65с.¶
17. Методическое пособие по учебной геологической практике. Московский государственный строительный университет. Москва. 2014. 306с. Режим доступу: <http://surl.li/arukb>¶
18. Пояснювальна записка. Документація. Додатки, арх. № 18332. Спасов Ю.А., Соболева З.В. Детальний план території в районі вулиці Роднікової у м. Кропивницькому. ТОВ «Інститут ХАРКІВПРОЕКТ» Харків. 2017р. 51с. Режим доступу: <http://surl.li/aruiy>¶
19. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи, норми проектування. — К.: Мінбудархітектури України, 2006. — 75 с.¶
20. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти: підручник / Л.М. Шутенко, О.Г. Рудь, О.В. Кічаєва та ін.; за ред. Л.М. Шутенка; пер. з рос.; Харків: нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О.М. Бекетова. — Харків: ХНУМГ ім. О.М. Бекетова, 2017. — 563 с. Режим доступу: <https://core.ac.uk/download/pdf/83143677.pdf>¶
21. Поклонський С.В. «Вплив методики випробувань на характеристики стисливості ґрунтів» - Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за

спеціальністю 05.23.02. — «Основи і фундаменти, підземні споруди» у спеціалізованій вченій раді Державного підприємства «Державний науководослідний інститут будівельних конструкцій» / С.В. Поклонський — К.: 2018. — 169с. Режим доступу: <http://www.niisk.com/spezhrada/poklonskiy/dis Poklonsky .pdf>¶

22. Гольдштейн М.Н. Механические свойства грунтов / М.Н. Гольдштейн — М.: Стройиздат, 1979. — 304 с. ¶

23. Далматов Б.И. Механика грунтов. Основания и Фундаменты. / Б.И. Далматов // Учебник для вузов. — М.: Стройиздат, 1981. — 319 с. ¶

24. Денисенко В.В. Анализ методов компрессионных испытаний грунтов / В.В. Денисенко, П.А. Ляшенко. // Научные труды. — КубГТУ, 2015. — №2. — С. 104–125. ¶

25. ДБН А.2.1-1-2008. Інженерні вишукування для будівництва. — К.: Мінбуд України, 2008. — 72 с. ¶

26. ДБН В.1.2-14-2009. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та основ / Мінрегіонбуд України. — [К.: Укрархбудінформ](#), 2009. — 37 с. ¶

27. ДБН В.1.2-2:2006. Зміна № 1 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування, 2007. — 2 с. ¶

28. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. — 82 с. ¶

29. ДБН В.2.1-10-2009. Основи та фундаменти споруд. Основні положення проектування. Зміна 1 / Мінрегіонбуд України. — [К.: Укрархбудінформ](#), 2011. — 55 с. ¶

30. DIN 18196 Earthworks and foundations. — Soil classification for civil engineering purposes. — May 2011. — 13 p. ¶

31. ДСТУ Б В.2.1-7-2000 (ГОСТ 20276-99). Грунти. Методи полевого определения характеристик прочности и деформируемости. — 81 с. ¶

32. ДСТУ Б В 2.1-3-96 (ГОСТ 30416-96). Грунти. Лабораторні випробування. Загальні положення. — 26 с. ¶
33. ДСТУ Б В.1.2-3:2006. Прогини і переміщення вимоги проектування. — 14 с. ¶
34. ДСТУ Б В.2.1-2-96 (ГОСТ 25100-95). Грунти. Класифікація. — 47 с. ¶
35. ДСТУ Б В.2.1-4-96. Грунти. Методи лабораторного визначення характеристик міцності і деформативності. — К.: Мінбуд України, 1996. — 102 с. ¶
36. ДСТУ Б В.2.1-7-2000 (ГОСТ 20276-99). Грунты. Методы полевого определения характеристик прочности и деформируемости. — 81 с. 146 ¶
37. ДСТУ Б В.2.1-8-2001 (ГОСТ 12071-2000). Грунты. Отбор, упаковка, транспортирование и хранение образцов. — 21 с. ¶
38. ДСТУ Б В.2.1-9-2002 (ГОСТ 19912-2001). ГРУНТИ. Методи польових випробувань статичним і динамічним зондуванням. — 21 с. ¶
39. Инженерные решения по охране труда в строительстве. / Под ред. Г.Г. Орлова. — М.: Стройиздат, 1986. ¶
40. ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві» ¶
41. Русин В.И. Охрана труда в строительстве. Инженерные решения. — К.: Будівельник, 1990. ¶

ДОДАТКИ