

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

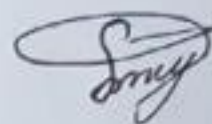
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом

Виконав: студент 2-го курсу, групи 1Б-23м
за спеціальністю 192 – «Будівництво та
цивільна інженерія»

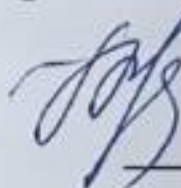


О. О. Шевчук

(підпис, ініціали та прізвище)

Керівник к.т.н., доц. Н. В. Блащук

(науковий ступінь, вчене звання,
ініціали та прізвище)

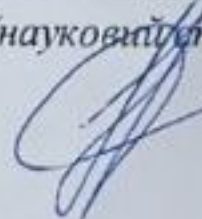


«18» 12 2024 р.

(підпис)

Опонент к.т.н. доц. Слободян Н. М.

(науковий ступінь, вчене звання, кафедра)
(підпис, ініціали та прізвище)



«18» 12 2024 р.



Вінниця ВНТУ – 2024 рік

Вінницький національний технічний університет
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет: будівництва, цивільної та екологічної інженерії
Кафедра: будівництва, міського господарства та архітектури
Рівень вищої освіти II-й (магістерський)
Освітньо-кваліфікаційний рівень _____
Галузь знань _____

Спеціальність 19 – Архітектура та будівництво
(шифр і назва)
192 – Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво



Завідувач кафедри Шевчук О.О.

“ 17 ” Вересня 2024 року

ЗАВДАННЯ

НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТА Шевчука Олександра Олексійовича

1. Тема роботи «Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом»
(прізвище, ім'я, по батькові)

керівник роботи Блащук Н. В., к.т.н., доцент

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від “17” вересня 2023 року №310.

2. Строк подання здобувачем роботи 01.12.2024 р.

3. Вихідні дані до роботи Фрагмент ситуаційного плану, карта місцевості, нормативна література

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація)

1 Зміцнення ґрунтів ін'єктуванням. Етапи підготовки до ін'єктування. Проблеми які можна вирішити методом ін'єктування ґрунту. Області застосування ін'єктування ґрунтів. Умови та обмеження для ін'єктування ґрунтів. Основні способи зміцнення ґрунтів методом ін'єктування. Полімерне ін'єктування. Устаткування. Технічні переваги. Порівняння ін'єктування ґрунтів з іншими методами зміцнення. Висновок до розділу 1

2 Огляд основних методів зміцнення ґрунтів. Підвищення несучої здатності ґрунту. Випалення ґрунту. Вакуумний метод. Метод віброущільнення. Висновок за розділом 2

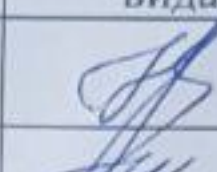
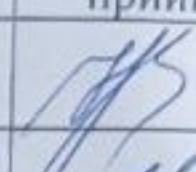
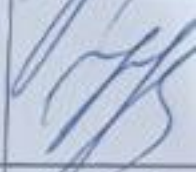
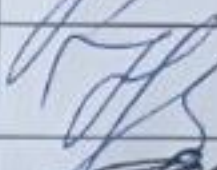
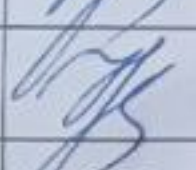
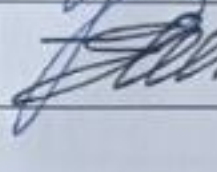
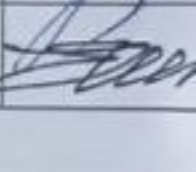
3 Оптимізація параметрів ґрунту та використання гелевих композитів для закріплення ґрунтових основ. Параметри ґрунту при закріпленні гелевим композитом. Основні переваги гелевого композиту перед іншими методами укріплення. Вибір оптимальної кількості свердловин для ін'єктування гелевого композиту. Моделювання ґрунту з гелем композитом. Висновок за розділом 3

4 Технічна частина. Архітектурно-будівельні рішення. Об'ємно-планувальні рішення. Архітектурно-конструктивні рішення. Теплотехнічний розрахунок. Зовнішнє оздоблення. Внутрішнє опорядження. Протипожежні заходи. Санітарні умови і вимоги. Інженерне обладнання. Технологічні рішення. Склад основних видів робіт. Вказівки до підготовки об'єкта. Роботи, що повинні бути виконанні до початку основних робіт. Методи та послідовність виконання робіт. Розбивка об'єкту на загарбки та яруси. Калькуляція трудових витрат і заробітної плати. Техніко-економічні показники. Висновок за розділом 4

5. Економічна частина. Висновки

5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)
 1. Науково-дослідний розділ – 5 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)
 2. Архітектурно-будівельні рішення – 3 арк. (візуалізація об'єкту дослідження, фасади, план першого поверху, план покрівлі, розріз 1-1, план фундаментів, план покриття, план перекриття)
 3. Розділ Технологічні рішення – 1 арк. (Графік виконання робіт, графік руху робітників, схема утеплення будівлі, схема кріплення мінераловатних плит до стіни, схема фасадного підйомника, схема руху фасадного підйомника по плоскій покрівлі, вказівки з техніки безпеки, вказівки до якості робіт, ТЕП.)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання прийняв
Вступ, науковий розділ 1-3	Блащук Н. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Архітектурно-будівельні рішення	Блащук Н. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 4. Технічна частина. Технологічні рішення	Блащук Н. В. к.т.н., доцент кафедри БМГА		
Розділ 5. Економічна частина	Лялюк О. Г. к.т.н., доцент кафедри БМГА		

7. Дата видачі завдання 12.10.2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітки
1	Складання вступу до МКР	14.10-17.10.24	Виконано
2	Науково-дослідна частина	02.09-13.10.24	Виконано
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	14.10-31.10.24	Виконано
4	Другий підрозділ технічної частини	01.11-12.11.24	Виконано
5	Економічна частина	13.11-24.11.24	Виконано
6	Оформлення МКР	25.11-28.11.24	Виконано
7	Подання МКР на кафедру для перевірки	29.11-30.11.24	Виконано
8	Попередній захист	02.12-03.12.24	Виконано
9	Рецензування	04.12-09.12.24	Виконано

Здобувач

(підпис)

Керівник роботи

(підпис)

Шевчук

(прізвище та ініціали)

Блащук

(прізвище та ініціали)

АНОТАЦІЯ

УДК 711.553

Шевчук О. О., Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Вінниця: ВНТУ, 2024. 75 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 31 назв; рис.:12; табл. 7.

У першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються основні методи зміцнення основ та проаналізована технологія ін'єктування як одного з найбільш ефективних способів підвищення стабільності обґрунтованих основ у будівництві.

У другому розділі роботи представлено огляд основних методів зміцнення основ та визначено їх переваги й недоліки залежно від інженерно-геологічних умов.

Третій розділ присвячено оптимізації параметрів основ при використанні гелевих композитів. Наведено результати моделювання та експериментального обґрунтування ефективності закріплення основ, а також запропоновано рекомендації щодо використання технології в складних геологічних умовах.

У розділі економіки складено кошторисну документацію, яка дозволяє оцінити економічну доцільність використання гелевих композитів для закріплення обґрунтованих основ.

Ключові слова: гелевий композит, закріплення ґрунту, ін'єктування, зміцнення основ, інженерно-геологічні умови.

ANNOTATION

Shevchuk O. O., Determination of soil base parameters when fixing with a gel composite. Master's qualification work in specialty 192 - "Construction and civil engineering. Vinnytsia: VNTU, 2024. 75 p.

In Ukrainian. Bibliography: 31 titles; Fig.: 12; Table. 7.

The first section of the master's qualification work considers the main methods of strengthening foundations and analyzes the injection technology as one of the most effective ways to increase the stability of grounded foundations in construction.

The second section of the work presents an overview of the main methods of strengthening foundations and identifies their advantages and disadvantages depending on engineering and geological conditions.

The third section is devoted to optimizing the parameters of foundations when using gel composites. The results of modeling and experimental substantiation of the effectiveness of foundation fixing are presented, and recommendations are offered for using the technology in difficult geological conditions.

In the economics section, an estimate documentation has been prepared that allows assessing the economic feasibility of using gel composites to consolidate grounded foundations.

Keywords: gel composite, soil consolidation, injection, strengthening of foundations, engineering and geological conditions.

ЗМІСТ

ВСТУП	4
РОЗДІЛ 1 ЗМІЦНЕННЯ ГРУНТІВ ІН'ЄКТУВАННЯМ	7
1.1 Етапи підготовки до ін'єктування	7
1.2 Проблеми які можна вирішити методом ін'єктування ґрунту.	8
1.3 Області застосування ін'єктування ґрунтів	10
1.4 Умови та обмеження для ін'єктування ґрунтів	11
1.5 Основні способи зміцнення ґрунтів методом ін'єктування	12
1.6 Полімерне ін'єктування	13
1.7 Устаткування	14
1.8 Технічні переваги	15
1.9 Порівняння ін'єктування ґрунтів з іншими методами зміцнення	16
Висновок за розділом 1	17
РОЗДІЛ 2 ОГЛЯД ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ГРУНТІВ	18
2.1 Підвищення несучої здатності ґрунту	18
2.2 Випалення ґрунту	20
2.3 Вакуумний метод	24
2.4 Метод віброущільнення	27
Висновок за розділом 2	35
РОЗДІЛ 3 ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ГРУНТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛЕВИХ КОМПОЗИТІВ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ГРУНТОВИХ ОСНОВ	36
3.1 Параметри ґрунту при закріпленні гелевим композитом	36
3.2 Основні переваги гелевого композиту перед іншими методами укріплення	37
3.3 Вибір оптимальної кількості свердловин для ін'єктування гелевого композиту	39
Висновок за розділом 3	40
РОЗДІЛ 4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	41
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	41

	3
4.1.1 Об'ємно-планувальні рішення	41
4.1.2 Архітектурно-конструктивні рішення	42
4.1.3 Теплотехнічний розрахунок	43
4.1.4 Зовнішнє оздоблення	45
4.1.5 Внутрішнє опорядження	45
4.1.6 Протипожежні заходи	46
4.1.7 Санітарні умови і вимоги	46
4.1.8 Інженерне обладнання	47
4.2 Технологічні рішення	48
4.2.1 Склад основних видів робіт	48
4.2.2 Вибір методів виробництва робіт, машин, механізмів, інструментів та пристроїв	50
4.2.3 Вибір монтажного крана і його параметрів	54
4.2.4 Вказівки до виконання робіт з техніки безпеки	56
Висновок за розділом 4	57
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	59
Висновок за розділом 5	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	69
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	70
ДОДАТКИ	74
ДОДАТОК А – Протокол перевірки магістерської кваліфікаційної роботи	75
ДОДАТОК Б – Відомість графічної частини	76

ВСТУП

Актуальність теми: Сучасне будівництво значною мірою підвищує міцність та стабільність основ, яка є фундаментом для будівництва будівель та інженерних об'єктів. Урбанізація, кліматичні зміни та зростання техногенного навантаження зумовлюють нагальну потребу у впровадженні інноваційних підходів до закріплення обґрунтувань. Застосування гелевих композитів для зміцнення відкриває нові перспективи, оскільки забезпечує високу стабільність ґрунту, водонепроникність, довговічність та стійкість до зовнішніх впливів. Це є особливим випадком при будівництві в складних геологічних умовах або в регіонах з підвищеним ризиком подання підстави.

Крім того, використання гелевих композитів сприяє оптимізації витрат на матеріали й енергоресурси, завершує екологічність процесу будівництва та покращує загальну безпеку споруд. Впровадження таких технологій дозволяє значно мінімізувати негативний вплив на навколишнє середовище, що є фактором у контексті сталого розвитку.

Основа дослідження параметрів при використанні гелевих композитів є ключовим напрямком для підвищення надійності сучасних будівельних проектів. Це забезпечує створення об'єктів, здатних відповідати сучасним вимогам безпеки, довговічності та адаптивності до змін зовнішніх умов, що підкреслює актуальність і перспективність подальших досліджень у цій галузі.

Мета дослідження: Розробити рекомендації щодо визначення параметрів основи при її закріпленні гелевим композитом у складних інженерно-геологічних умовах.

Завдання дослідження :

- ☐ Аналіз основних властивостей ґрунтових основ, що впливають на ефективність їхнього закріплення гелевими композитами.
- ☐ Дослідження характеристик гелевих композитів та оцінка їхнього впливу на міцність і довговічність ґрунтових основ.

□ Розробка методики визначення параметрів ґрунтових основ після закріплення гелевими композитами.

□ Моделювання процесу закріплення ґрунтів із використанням гелевих композитів у різних інженерно-геологічних умовах.

□ Підготовка практичних рекомендацій щодо застосування гелевих композитів у будівництві на основі отриманих результатів.

Об'єкт дослідження: Процес закріплення ґрунтових основ із використанням гелевих композитів у будівництві.

Предмет дослідження: Методологія закріплення основ із використанням гелевих композитів.

У дослідженні використовувались такі методи дослідження:

- Узагальнення та аналіз теоретичних і практичних досліджень із теми.
- Системний підхід як методологічна основа для вирішення поставлених завдань.
- Аналіз та моделювання при виконанні розрахунків теплотехнічних характеристик.

Новизна одержаних результатів: Отримані результати дозволяють адаптувати методику закріплення до різних геологічних умов і забезпечують підвищення стабільності обґрунтованих основ.

Практична значимість роботи: Розроблені рекомендації можуть бути використані при проектуванні та будівництві об'єктів на території зі складними геологічними умовами. Запропонована методика забезпечення підвищення надійності споруд, зменшення витрат на будівництво та експлуатацію, а також сприятиме вирішенню проблем деградації основ унаслідок урбанізації та техногенного впливу.

У дослідженні використовувались такі методи дослідження:

- Узагальнення та аналіз теоретичних і практичних досліджень із теми.
- Системний підхід як методологічна основа для вирішення поставлених завдань.

Особистий внесок магістранта: усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі [1] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на удосконалення розвитку міст.

Публікації:

Шевчук О. О. Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом [Електронний ресурс]/ О. О. Шевчук, Н. В. Блащук, // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20-22 листопада 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/viewFile/22651/18708>

РОЗДІЛ 1

ЗМІЦНЕННЯ ҐРУНТІВ ІН'ЄКТУВАННЯМ

Ін'єктування ґрунтів – це сучасна технологія, спрямована на зміцнення та покращення характеристик ґрунтових основ. Суть методу проста: за допомогою насосного обладнання під тиском в ґрунт вводиться ін'єкційний матеріал, який потім твердне, створюючи міцний та стабільний масив. Це дозволяє значно підвищити стійкість основи будівель, запобігти осіданню та іншим деформаціям, а також захистити споруди від негативного впливу ґрунтових вод та інших зовнішніх факторів.

1.1 Етапи підготовки до ін'єктування

Правильна підготовка забезпечує якісне виконання робіт. Основні кроки: проведення геологічних та геотехнічних досліджень для визначення характеристик ґрунту, рівня води, порожнин і тріщин. Ці дані допоможуть вибрати склад ін'єкційного розчину та точки введення [1].

Система ін'єктування. У проекті враховуються специфіка об'єкта, вимоги до ґрунту, типи матеріалів, тиск та точки введення. Також розраховуються обсяги матеріалів та планується послідовність робіт.

- Підготовка поверхні та обладнання: видалення сторонніх предметів та забезпечення доступу до точок ін'єктування.

- Перевірка та підготовка обладнання – насосів, шлангів, насадок та інших пристроїв.

- Пробне ін'єктування – це тестування на невеликій ділянці для оцінки ефективності методу, перевірки обладнання та коригування проекту за потреби (рис. 1.1).



Рисунок 1.1 – Ін'єктування ґрунтів

1.2 Проблеми які можна вирішити методом ін'єктування ґрунту

Розглянемо основні проблеми, які можна вирішити за допомогою цієї технології:

Осідання ґрунту. Одна з найпоширеніших проблем – це осідання ґрунту, яке може призвести до деформації та руйнування будівель та інфраструктури. Ін'єктування дозволяє заповнити порожнечі та ущільнити ґрунт, запобігаючи подальшому осіданню та стабілізуючи основу [2].

Нерівномірне усідання основ. Нерівномірне осідання основи може спричинити тріщини у стінах, деформацію конструкцій та зниження загальної стійкості будівлі. Ін'єктування допомагає вирівняти зміщення ґрунту, зміцнюючи ділянки ґрунту з недостатньою несучою здатністю та запобігаючи подальшому розвитку дефектів.

Поява порожнин і каверн. Порожнечі та каверни в ґрунті можуть утворюватися з різних причин, включаючи вимивання ґрунту ґрунтовими водами або неправильно проведені земляні роботи. Ін'єктування дозволяє ефективно заповнити ці порожнини, відновлюючи цілісність та міцність ґрунтового масиву.

Підвищена вологість ґрунту. Високий рівень ґрунтових вод та надмірна вологість можуть послабити ґрунт, що збільшує ризик осідання та руйнування

основи будівлі. Ін'єкційні матеріали можуть використовуватися для створення водонепроникного бар'єру, запобігаючи проникненню води та стабілізуючи ґрунт [3].

Деформації та тріщини в основі споруд. Внаслідок руху ґрунту або його ослаблення можуть виникати тріщини та деформації в основі будівель. Метод ін'єктування дозволяє зміцнити проблемні зони та відновити несучу здатність основи без необхідності проведення масштабних земляних робіт.

Усунення наслідків землетрусів. Після сейсмічних впливів ґрунти можуть втратити свою несучу здатність, що загрожує цілісності споруд. Ін'єктування допомагає відновити міцність ґрунту, усуваючи пошкодження та запобігаючи подальшим руйнуванням.

Вплив вібрацій та динамічних навантажень. Ґрунти під будинками, розташованими поряд із залізницями, автомагістралями або іншими джерелами вібрацій, можуть погіршуватись з часом фізико-механічні характеристики ґрунтів. Це також актуально для будівель, що піддаються сейсмічним ризикам [4]. Посилення ґрунтів у таких умовах допомагає запобігти осіданню та деформації основи під впливом динамічних навантажень (рис. 1.2).



Рисунок 1.2 – Деформації та тріщини в основі споруди при осіданні ґрунтів

Таким чином, ін'єктування ґрунтів є ефективним рішенням для безлічі проблем, пов'язаних з ослабленням ґрунтових основ. Цей метод дозволяє не

тільки усунути вже існуючі дефекти, але й запобігти їх виникненню в майбутньому, забезпечуючи надійність та довговічність будівельних об'єктів.

1.3 Області застосування ін'єктування ґрунтів

Житлові будівлі. Використовується при будівництві та ремонті для зміцнення основ, усунення осідання та запобігання тріщинам.

Промислові об'єкти. Застосовується для зміцнення основ під важкими спорудами, такими як заводи та електростанції, що допомагає витримувати значні навантаження та запобігає осіданню [5].

Інфраструктурні проекти. широко використовується для будівництва та ремонту мостів, тунелів, доріг та залізниць, стабілізуючи ґрунт та запобігаючи руйнуванням.

Гідротехнічні споруди. Зміцнює ґрунти під греблями, дамбами та каналами, запобігаючи фільтрації води та руйнуванню споруд.

Реставрація історичних будівель. Зміцнює основи старовинних будівель та пам'яток, зберігаючи їх цілісність із мінімальним втручанням.

Громадські будівлі. Необхідне для будівництва у складних ґрунтах, таких як рухомі або водонасичені. Попередження зсувів: Застосовується для стабілізації ґрунтів та запобігання карстових провалів та зсувів.

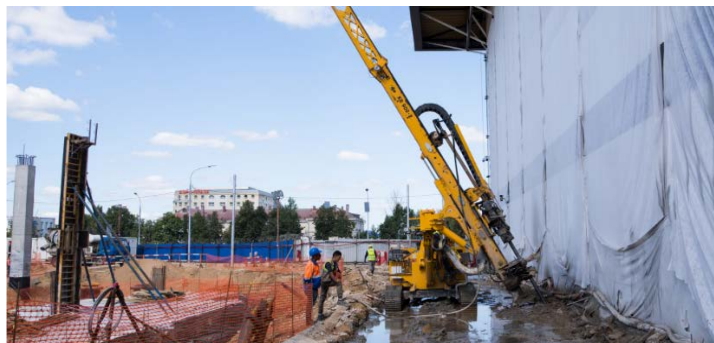


Рисунок 1.3 – Зміцнення ґрунтів ін'єктуванням під час будівництва промислового об'єкта

Цей метод ефективно зміцнює ґрунти та забезпечує довговічність конструкцій у різних умовах.

1.4 Умови та обмеження для ін'єктування ґрунтів

Основні фактори, що мають вплив: піщані та гравійні ґрунти легше піддаються ін'єктуванню завдяки своїй пористій структурі. Вода може заважати розподілу розчину та його ефективності: Старі або пошкоджені конструкції вимагають делікатного підходу, щоб уникнути деформацій та додаткових навантажень. Доступність ділянки. Обмежений простір та щільна забудова можуть ускладнити роботу. Кліматичні умови. Екстремальні температури можуть вплинути на властивості матеріалів [6].

Екологічні обмеження. При роботі в чутливих зонах слід мінімізувати вплив на навколишнє середовище та дотримуватись природоохоронного законодавства. Наявність підземних комунікацій та складна геометрія можуть ускладнити рівномірний розподіл розчину(рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Зміцнення ґрунтів ін'єктуванням у зимових умовах

1.5 Основні способи зміцнення ґрунтів методом ін'єктування

Цементне ін'єктування. Це один з найбільш поширених методів, при якому в ґрунт вводиться цементний розчин. Цементне ін'єктування застосовується для створення твердих та міцних масивів у слабких ґрунтах. Розчин заповнює порожнечі та тріщини в ґрунті, після чого застигає, утворюючи монолітну структуру [7]. Цей спосіб ефективний для зміцнення піщаних та гравійних ґрунтів, а також для стабілізації обводнених ділянок.

Ін'єктування методом струменевої цементації – цей метод полягає у введенні цементного розчину під високим тиском, що дозволяє зруйнувати структуру існуючого ґрунту та створити новий цементно - ґрунтовий масив. Струменева цементація використовується для створення вертикальних та горизонтальних укріплень, а також для герметизації ґрунтових масивів. Цей спосіб дозволяє контролювати форму та розміри укріпленої ділянки, що робить його ідеальним для складних проектів (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Зміцнення ґрунтів ін'єктуванням.

1.6 Полімерне ін'єктування

Полімерні матеріали, такі як поліуретан, використовуються для швидкого та ефективного зміцнення ґрунтів в умовах, що потребують мінімального втручання та швидких результатів. Наприклад, для усунення порожнеч під конструкціями - полімери швидко розширюються і тверднуть, забезпечуючи надійну стабілізацію ґрунту.

Силікатне ін'єктування. У цьому методі використовується розчин на основі водного скла, який взаємодіє з ґрунтом та створює твердий, водонепроникний шар [8]. Застосовується для захисту основ будівель від впливу ґрунтових вод, а також використовується для герметизації тріщин та запобігання фільтрації води в підземних спорудах.

Мікроцементне ін'єктування. спосіб відрізняється використанням дрібнодисперсного цементу, який здатний проникати в дрібні пори та тріщини у ґрунті. Застосовується для зміцнення ґрунтів з низькою проникністю, таких як глини та суглинки, а також для ремонту тріщин у існуючих підставах.

Гідроізоляційне ін'єктування. застосовується для створення водонепроникних бар'єрів у ґрунті, що особливо важливо для захисту основ від впливу ґрунтових вод. Гідроізоляційне ін'єктування може використовуватися у комбінації з іншими методами для забезпечення комплексного захисту та зміцнення. У цьому методі застосовуються спеціальні гідрофобні матеріали, які запобігають проникненню води.

Правильний вибір способу ін'єктування дозволяє досягти високої ефективності зміцнення ґрунтів та забезпечення безпеки та довговічності будівельних об'єктів [9].

1.7 Устаткування

Для ін'єктування ґрунтів використовується спеціалізоване обладнання, основні його види: Ін'єкційні насоси. Основні пристрої для подачі під тиском. Тип насоса вибирається залежно від матеріалу та тиску. Бурові установки створюють канали або свердловини для введення розчинів. Вибір установки залежить від глибини та типу ґрунту.

Системи подачі розчинів. Включають шланги та трубопроводи, які мають витримувати високий тиск та хімічну дію. Висконапірні шланги та трубопроводи з нержавіючої сталі забезпечують надійну подачу матеріалів.

Системи контролю та моніторингу. Манометри та датчики тиску контролюють процес ін'єктування, а датчики витрати та системи відео та геофізичного моніторингу стежать за розподілом розчину та станом ґрунту.

Додаткове обладнання. Міксери для підготовки розчинів, генератори для автономного живлення у віддалених районах та захисне обладнання для операторів (рис. 1.6).



Рисунок 1.6 – Устаткування для зміцнення ґрунтів ін'єктуванням

Правильний вибір та використання цього обладнання забезпечує ефективність та безпеку процесу ін'єктування. Основні переваги методу, які роблять його кращим вибором у різних будівельних та ремонтних проектах.

1.8 Технічні переваги

Підвищення несучої здатності. Збільшує міцність ґрунту, заповнюючи порожнечі та утворюючи монолітні структури, що важливо для слабких та рухомих ґрунтів. Мінімальні руйнування не потребують масштабних земляних робіт чи руйнування існуючих конструкцій, що ідеально для зміцнення будівель у щільній забудові [10].

- Гнучкість застосування. Підходить для різних типів ґрунтів та умов, включаючи піщані, глинисті та вологі ґрунти. Швидке зміцнення, що є важливим при аварійних або термінових ремонтах, без необхідності припинення експлуатації. Економічні та екологічні переваги:

- Зниження витрат. Більш економічний спосіб порівняно з іншими методами, уникає витрат на земляні роботи та демонтаж, знижує експлуатаційні витрати та збільшує термін служби.

- Мінімізація впливу на довкілля. Екологічно безпечний, не вимагає видалення великого об'єму ґрунту та не змінює ландшафт.

- Продовження терміну служби. Зміцнює будівлі та споруди, запобігає тріщинам та деформаціям, скорочуючи необхідність у подальшому ремонті.

- Можливість локального ремонту. Ефективно усуває локальні дефекти, заощаджуючи час та кошти на капітальному ремонті.

- Введення ін'єкційного розчину в ґрунт поєднує технічні, економічні та екологічні переваги, забезпечуючи надійне зміцнення за мінімальних витрат і впливу на навколишнє середовище.

1.9 Порівняння ін'єктування ґрунтів з іншими методами зміцнення

Ін'єктування ґрунтів проти пальового методу зміцнення вимагає забивання або буріння паль до твердих шарів. Його переваги включають високу несучу здатність і довговічність ґрунту. Ін'єктування ґрунтів у порівнянні з анкерними системами зміцнюють укоси та стіни, забезпечуючи додаткову підтримку. Вони довговічні та ефективні для запобігання зсувам.

Ін'єкційне поліпшення ґрунтів виділяється своєю універсальністю, економічністю та ефективністю, дозволяючи вирішувати завдання зміцнення з мінімальними витратами часу та ресурсів [11].

Етапи проведення робіт: процес ін'єктування ґрунтів включає кілька ключових етапів, які забезпечують надійне зміцнення основ.

Аналіз характеристик ґрунту та стану конструкції, вибір ін'єкційного матеріалу та технології, планування робіт. Буріння свердловин. Створення отворів у ґрунті для введення ін'єкційного розчину з урахуванням глибини та розташування.

Ін'єктування. Подача ін'єкційного матеріалу під тиском у свердловини для ущільнення та зміцнення ґрунту. Контроль та моніторинг. Оцінка рівномірності розподілу розчину та перевірка досягнутого зміцнення за допомогою датчиків та тестів (рис. 1.7).

Завершення робіт. Закриття свердловин, прибирання будівельного майданчика та складання підсумкового звіту про виконані роботи. Цей послідовний підхід гарантує ефективне та якісне зміцнення ґрунтів, мінімізуючи ризики та забезпечуючи довгострокову надійність конструкції.



Рисунок 1.7 – Зміцнення ґрунтів ін'єктуванням

Висновок за розділом 1

Метод ін'єктування основ зарекомендував себе як високоефективний і надійний спосіб зміцнення обґрунтованих основ у сучасному будівництві. Завдяки своїй універсальності, він дозволяє вирішувати широкий спектр інженерних проблем, включаючи стабілізацію основ, усунення осідання, захист від обґрунтованих вод і ліквідацію наслідків землетрусів.

Різноманітність технологій ін'єктування, таких як цементне, полімерне, силікатне та струменеве цементування, забезпечує можливість адаптації до різних типів основ та умов експлуатації. Сучасне обладнання та матеріали роблять процеси точнішим, швидким і мінімально інвазивним, що особливо важливо у випадках роботи в щільнозабудованих районах або в умовах обмеженого доступу.

Економічна ефективність та екологічна безпека цієї технології надають їй привабливості, дозволяючи знизити витрати на будівництво та ремонт без шкоди для довкілля. Усі ці переваги роблять надійне ін'єктування основ невід'ємним інструментом для підвищення довговічності, безпеки та якості будівельних об'єктів.

РОЗДІЛ 2

ОГЛЯД ОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ҐРУНТІВ.

2.1 Підвищення несучої здатності ґрунту

Для підвищення несучої здатності та зниження деформацій ґрунтових основ існує безліч способів штучного закріплення ґрунтів. Умовно розділимо їх на фізичні та хімічні.

Спосіб закріплення вибирають виходячи з ґрунтових умов району будівництва, а також виробничі можливості його виконання. До вибору методу варто підійти відповідально і врахувати всі переваги та недоліки. Перша аналізована група фізичні методи закріплення ґрунтів. Термічне закріплення ґрунту перетворення структурних зв'язків у ґрунті під впливом високих температур. Здійснюється або нагнітання в ґрунт під тиском повітря, підігрітого до температури 600-800 ° С, або в результаті спалювання палива (масло, мазут, природний газ і т.д.) в герметично закритих свердловинах, пробурені для цієї мети. Після закріплення зростають міцність та водостійкість ґрунтів, а також усуваються їх просадні властивості [1,10,11]. Відповідно до технології необхідно підтримувати в свердловині тиск від 15 до 50 кПа, що досягається подачею розпеченого повітря для посилення фільтрації розпечених газів у ґрунті та підтримуючи необхідну температуру. Діаметр свердловин приймають рівним 10-20 см, в той час як глибина коливається в межах від 6 до 15 м і більше. Залежно від навантажень та їх розподілу забудови визначають відстань між осями свердловин (рис. 2.1).

Методи посилення ґрунтів

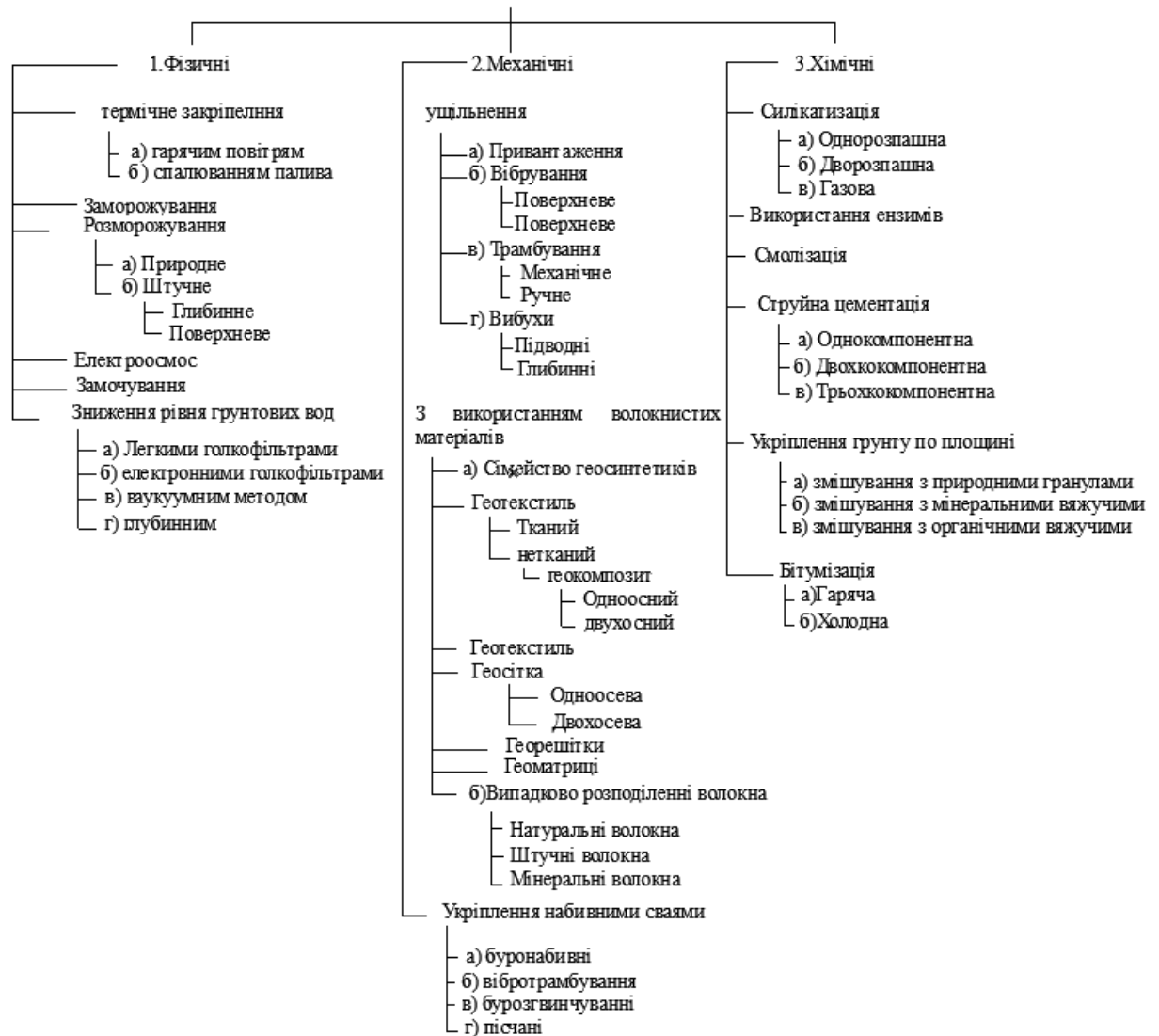


Рисунок 2.1 – Методи посилення ґрунтів

Таблиця 2.1 – Хімічні методи ущільнення ґрунту

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Термічне закріплення	Гаряче повітря, спалення палива	Лісоподібні, неводонасичені пілувато-глинисті ґрунти	Відносно швидкий набір міцності /Висока ціна
Заморожування	За допомогою азоту	Водонасичені ґрунти (від глинистих до скельних)	Можливе використання будь-яких водонасичених ґрунтів, на будь-якій глибині. Добре розвиненої науково-технічної бази. Невелика тривалість збереження ефекту (тільки при дії заморожування)

Продовження табл. 2.1

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки	Назва методу
Відтавання	Штучне	Природне	Ґрунти в замерзлому стані	Можливість виконання робіт у обмежених умовах, поблизу комунікацій, в аварійних умовах. Може відбуватися в будь-якому напрямку Значна трудомісткість, енергетичні витрати Економічність методу Обмеження протікання, тільки зверху вниз, неможливий контроль
Електроосмос			Водонасичені зв'язні ґрунти	Найбільш підходящий метод для водонасичених ґрунтів Необхідність періодичної зміни полярності
Зниження рівня ґрунтових вод	Вакуумний метод		Пісчані ґрунти	Водопониження глибиною від 4,5 до 12 м-коду. Швидкість дії. Мала трудомісткість Неможливість ведення робіт за близького залягання водотривких ґрунтів та близькому розташування споруд

2.2 Випалення ґрунту

Випалювання ґрунту триває від 5 до 10 діб. Навколо свердловини утворюється масив термічно закріпленого ґрунту діаметром 1,5–3 м при спалюванні 80–180 кг рідкого палива на 1 м глибини свердловини, щоб

уникнути проникнення ґрунтової води або водонасичених нестійких ґрунтів. Для заморожування ґрунтів зазвичай використовують холодильний агент або хладаген (найчастіше охолоджений водний розчин хлористого кальція). Головною функцією хладагену є здатність залишатися рідким при негативних температурах [12]. Хладаген, попередньо охолоджений на заморожувальній станції, по системі труб подають до колонок, що заморожують, які опущені в пробурінні свердловини.

Свердловини бурять по контуру через всю товщу водоносних ґрунтів. Їх кінець має бути заглиблений на 2-5 м у водотривкий ґрунт. Холодний хладаген насосами нагнітається в розподільник, звідки він рівномірно розходить по живильним трубам колонок, що заморожують. Після того, як хладаген опустився до дна колонки, він піднімається вгору по кільцевому простору між живильною трубою і колонкою, що заморожує, омиваючи її внутрішні стінки. Відбувається теплообмін, який призводить до заморожування ґрунту (хладоген віднімає тепло у ґрунту). Потім з колонки через оголовок хладаген надходить у колектор, а з нього на заморожувальну станцію, де знову охолоджується. В останні роки для штучного заморожування ґрунтів почали використовувати новий хладаген – рідкий азот. Він має дуже низьку температуру випаровування [13].

На відміну від інших промислових хладагенів, рідкий азот використовують одноразово (випаровується газ випускають в навколишнє середовище). Відтавання – метод зміцнення ґрунтів, при якому змінюється фазовий стан ґрунту (з мерзлого в талий). Природне розморожування не вимагає будь-яких технічних характеристик та заходів, на відміну від штучного, для якого застосовують пар, електроди і т.д. Паропрогрівання або водопрогрів застосовується при глибині промерзання до 1,5 м з потужністю голків, занурених у ґрунт, і за наявності поблизу джерела тепла (котелень, теплових мереж). Голки встановлюють попередньо пробурені в ґрунті шпури на відстані 1–1,5 м один від одного в один ряд при розробці траншеї та в

декілька паралельних рядів у шаховому порядку при розробці котлованів [2]. Парові голки занурюють на глибину 0,7-0,75 глибини мерзлого шару і підключають по 20-30 голок до магістрального трубопроводу. Сутність способу паропрогріву полягає у віддачі паром при охолодженні прихованої теплоти пароутворення. Електропрогрів ґрунту вертикальними стрижневими електродами можна вести зверху вниз, знизу вгору, а також комбінованим способом (одночасно). Електроди забивають на всю товщину мерзлого ґрунту так, щоб 5-10 см електродів увійшли в незамерзлий ґрунт.

Повне заглиблення електродів здійснюється на глибину 1,3–1,5 м, тому вертикальні електроди змінюють при глибині промерзання понад 0,7 м. Відстань між електродами залежить від напруги: при 220 В приймають 40-50 см, при 380 - 70-80 см. Електричний струм, пройшовши по талому ґрунту під мерзлим шаром (мерзлий ґрунт погано пропускає струм), виділяє тепло, яке акумулюється і розморожує вищележачі шари мерзлого ґрунту, процес йде знизу нагору. Електроосмос заснований на тому, що внаслідок пропускання через ґрунт постійного електричного струму, а також введення електроліту відбувається ряд фізико-хімічних процесів, що ведуть до осушення та зміцнення ґрунту. У ґрунтах відбувається рух води до негативного електрода (електроосмос) і водночас переміщення колоїдальних зважених у воді частинок ґрунту до позитивного електрода (електрофорез) під впливом постійного струму. Для зневоднення ґрунту в нього занурюють електроди на відстані 0,6-1,5 м один від одного. Як позитивні електроди використовують сталеві стрижні діаметром 150 мм, а як негативні діаметром 100 мм з отворами діаметром 3 мм [14]. Для посилення ефекту електрохімічного закріплення в ґрунт (у процесі обробки) вводять хімічний розчин (силікат натрію, хлористий калій та ін), що сприяє більш швидкому та кращому його перетворенню. Для проведення робіт найчастіше використовують ін'єктор (перфорований на трубу) та трансформатор.

Сутність методу водозниження ґрунтується на тому, що поверхня води у ґрунті набуває лійкоподібної форми з ухилом до місця відкачування ґрунтових вод, які надходять у свердловину. Воронкоподібної поверхні ґрунтових вод називається депресійною поверхнею, а депресійною лійкою називають простір між цією поверхнею та непониженою поверхнею ґрунтового потоку. Ґрунт, знаходячись нижче рівня ґрунтових вод, відчуває зважуючу дію води, знижується питома вага ґрунту. У такому випадку використовують штучне водопостачання.зниження, внаслідок чого ґрунт виявляється вище рівня ґрунтових вод, питома вага ґрунту збільшується, основа ущільнюється. Депресійна вирва збільшується по мірою відкачування води. Розвитку депресійної вирви не відбувається, настає стабілізація, якщо інтенсивність відкачування залишається постійною. З припиненням відкачування рівень ґрунтових вод відновлюється [15].

Основна мета водозниження підтримка депресійних воронок в осушеному стані протягом усього періоду зведення споруди. У ряді випадків водозниження застосовують для зняття надлишкового натиску водоносних ґрунтів, відокремлених від дна котловану шаром водостійкого ґрунту. При водозниженні використовують кілька методів: за допомогою легких та ежекторних голкофільтрів та вакуумний метод. Спосіб водозниження за допомогою легких голкофільтрів заснований на створенні та підтримці вакууму самоусмоктуючими насосами в широко розгалуженій мережі голкофільтрів, які занурюють у ґрунт і з'єднують гумовими шланги з колектором. Ґрунтова вода засмоктується через фільтри у всмоктуючий колектор і відкачується насосами за межі площі, що осушується. Легкий голкофільтр виглядає як колона труб діаметром 46–50 мм та довжиною до 8,5 м. У нижній частині колони знаходиться фільтрова ланка. Фільтрова ланка складається з двох труб – зовнішньої та внутрішньої труби. Зовнішня труба по всій поверхні має рівномірно розподілені отвори і обмотується спіраллю, поверх якої натягується фільтраційна сітка, а внутрішня має відкритий нижній

кінець. Закінченням ланки виступає наконечник із кульовим клапаном. Кожен голкофільтр занурюють у ґрунт за допомогою гідропідмиву, використовуючи тиск струменя води. Ежекторні голкофільтри мають спеціальний пристрій для під'єднання води - ежектор (водоструминний насос). Принцип роботи ежекторних голкофільтрів ґрунтується на дії водострумного насоса: струмінь води піднімає на більш високий рівень деяку кількість води, яку вона захопила з нижнього рівня.

2.3 Вакуумний метод

Сутністю вакуумного методу є створення стійкого вакууму на зовнішніх поверхнях водоприймальних пристроїв. Використання цього методу дозволяє посилити ефект водозниження під час виконання робіт у складних умовах (черговість водоносних шарів, у ґрунтах з малою водопроникністю, у ґрунтах неоднорідного додавання та ін). Друга група - механічні методи закріплення ґрунтів існування. Методи вважаються найбільш популярними, так як вони не припускають зниження властивостей ґрунтів під дією розчинів або фізичних полів, що досить складно контролювати [16].

Механічні методи припускають армування ґрунту готовими елементами з різних матеріалів, що мають високу міцність на розтяг.

У табл. 2.2 представлені основні методи цієї групи: ущільнення ґрунтів, укріплення геосинтетиками та випадково розподіленими волокнами, зміцнення палями. Також наведено різновид методів, рекомендовані ґрунтові умови, зазначені переваги та недоліки. Суть методу тимчасового навантаження полягає у додатку навантаження, внаслідок чого розрахункові опади із заданим ступенем консолідації завершаються за час, значно менший, ніж час при звичайній консолідації. Ефективність тимчасового навантаження

безпосередньо залежить від часу прискорення, а саме від стисливості основи, величини навантаження і вимагає ступеня консолідації.

Таблиця 2.2 – Механічні методи армування ґрунту

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Ущільнення	Привантаження	Просадні, набухаючі, техногенні, сильно стисливі, органічні, пухкі піщані	Відсутність потреби у спеціальній меху-нізації, можливість прискорення вторинної опади / Потреба у додаткових матеріалах, збільшують витрати. Висока трудом-кістка
	Вібрування	Піщані, піщано-гранілі ґрунти	Низький рівень шуму під час роботи, простота в експлуатації, маневреність / Ґрунт повинен володіти оптимальною вологістю. Щільність ґрунту по глибині нерівномірна
	Трамбування		Простота методу, можливість застосування у зимових умовах / Швидке зношування механізму лебідки та тросів
	Вибухи	Просадні ґрунти, піски, суглинки, лісові ґрунти	Простота виконання робіт. Можливість швидкого ущільнення. Невелика вартість Існує необхідність забезпечити вологість ґрунтів. Нерівномірне ущільнення по товщині шару. Обмеженість застосування поблизу будівель та споруд

Продовження табл. 2.2

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Сімейство геосинтетиків	Геотекстиль, геосітка, георешітка, геоматриці	Глинисті, просадочні, техногенні, на територіях зі складними гідрогеологічними кліматичними умовами	Простота виконання робіт. Застосування у стиснених умовах. Екологічність, низька матеріаломісткість та економічність методу. Складність у дбайливому поводженні з деякими матеріалами
Випадково розподілені волокна	Натуральні, мінеральні	Усі ґрунти (крім перезвожених)	Ізотропне збільшення міцності ґрунтового композиту. Відсутність потреби анкерування. Відсутність впливу погодних умов. Широкий спектр матеріалів. Відсутність стандартів. Складність контролю гомогенності суміші
Палі	Буронабивні	У всіх ґрунтах (виключаючи скельні, великоуламкові, обводнені, структурно-нестійкі)	Економія матеріалів (виготовляють будь-які довжини). Можливість виконання робіт поблизу будівель та споруд, відсутність значних динамічних впливів. По всій висоті палі неможливо контролювати монолітність і щільність бетону, можливий розмив ґрунтовими водами несхвачування бетону.
	Вібротрамбовані	Сухі зв'язкові ґрунти	Виготовлення палі з різною несучою здатністю. Шум, заборона виконання робіт поблизу існуючих будівель
	Бурозавінчувальні	У будь-яких геологічних та гідрогеологічних умовах	Швидкість та всесезонність монтажу. Використання на складних рельєфах і в будь-яких ґрунтах. Виробництво палей на заводі (зменшена вартість). Корозія, складний контроль якості зварних швів

Продовження табл. 2.2

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Палі	Пісчані	Водонасичені піски, що містять органічні домішки, та лесові просадні ґрунти.	Отримання геомасиву зі палі та навколишнього середовища ґрунту. Економічність. Створюється ущільнювачем основа із середнім модулем

2.4 Метод віброущільнення

Метод віброущільнення заснований на створенні вібрації, що передається від однієї частинки до іншої, тим самим наводить їх у рух. Машина вібраційної дії передають ґрунту коливальні рухи, через що руйнуються зв'язки між частинками. Через різні сили інерції та імпульсів відбувається ущільнення. Процес вібрації також значно зменшує умовні коефіцієнти вимушеного тертя ґрунтів, що знижує опір частинок тертя. Збільшення частоти коливань підвищує ефективність ущільнення. Наступний метод ущільнення ґрунту механічним способом – трамбування або пошарове ущільнення. Для ущільнення застосовують трамбування, які бувають механізованими та ручними. Механізоване ущільнення спеціальною будівельною технікою істотно збільшує кошторисну вартість будівництва, але за великих обсягів робіт застосування лише ручних механізмів недоцільно. Ущільнення ґрунтів за допомогою трамбування ведуть до тих пір, поки поверхня ґрунту при кожному наступному падінні не опускатиметься на одну й ту саму величину, яку називають «відмовою». Розмір відмови орієнтовно приймають рівним для пилувато-глинистих ґрунтів 1-1,5 см, для піщаних 0,5-1 см. Відмова досягається після 8-12 ударів по одному сліду. Режим ущільнення встановлюється експериментально і залежить від ґрунтових умов на будівельному майданчику. При застосуванні методу ущільнення просадних ґрунтів підводними та глибинними вибухами необхідне попереднє

замочування, щоб наблизити ґрунт до стану, близького до повного водонасичення [17]. Далі (відповідно в ґрунтовій або водному середовищі) виробляють вибух зарядів вибухової речовини, що сприяє зруйнуванню існуючої структури ґрунту і призводить до штучного ущільнення. Шар води, що знаходиться нижче заряду, розподіляє вибухову хвилю, що діє на ґрунт, у той час як стовп води, розташований вище заряду, гасить енергію вибуху, яка спрямована нагору. Використання волокнистих матеріалів, а саме – геосинтетиків, для зміцнення ґрунтових основ в даний час стало популярним. Цьому сприяє їх велика різноманітність, простота та ефективність технології. Існує декілька різновидів геосинтетичних матеріалів, що застосовуються з метою армування ґрунтів, та основ геотекстиль, геосітка, георешітка, геоматриця. Залежно від способу виготовлення і, як наслідок, підсумкових технічних характеристик розрізняють геотекстиль з тканини полімеру. Полімерний геотекстиль є плоскою структурою, яка складається з синтетичних волокон, скріплених між собою механічним методом. Такий матеріал не гниє, через нього не проростає коріння рослин, а структура забезпечує хороші міцні та фільтруючі властивості. Нетканинні матеріали були першим типом геосинтетиків, які випускалися текстильною промисловістю. До цих пір ці матеріали продовжують використовуватися в всьому світі при різних геотехнічних роботах [18]. Поділ, армування, фільтрація, дренаж, а також їхнє поєднання. Основні функції геотекстилю. Тканинний геотекстиль – має системну структуру, зіткана з кількох рядів синтетичних стрічок, які дозволяють отримати системні малорозмірні переплетення. Такий матеріал міцний у всіх напрямках, морозостійкий. При укладанні в земляну споруду тканий геотекстиль утворює складну конструкцію, де діє як арматура.

Геосітка – сітчаста плоска структура, утворена двома рядами волокон, що перекриваються від 3 до 15 мм, хрест-навхрест під кутом 60° і 90° , наступним зварюванням у точках контакту, коли полімер знаходиться ще

напіврідкому стані. Геосітки отримують екструзійним методом з термопластичних полімерів, їх також часто використовують; в комбінації з геотекстилем та з геомембранами.

Георешітка – це стільникова конструкція з поліетиленових стрічок, котрі з'єднані між собою зварними швами, що відрізняються високою міцністю, і мають шахову форму розташування. Вони використовуються насамперед для фортифікаційних споруд. Руйнування ґрунтових основ з метою зміцнення, враховуючи їх особливу будову, коли затиснутий між осередками георешітки ґрунт не може переміщатися від діючих навантажень і всі напруги, що розтягують, передаються на георешітки.

Геоматриці – новинка на європейському ринку, яка ще не отримала широкої популярності в інших країнах. Конструктивно геоматриці являють собою короб без верхньої кришки, до стін якого прикріплені геотекстильні стрічки. Перетинаючи, вони утворюють всередині короба прямокутні осередки [16–18]. Фіброармований ґрунт є сумішшю ґрунту з короткими волокнами різного походження (коріння дерев, полімерні волокна, відходи виробництва і т.д.). Окремі короткі волокна рівномірно змішують із ґрунтом для забезпечення ізотропного збільшення міцності ґрунтового композиту без площини найменшого опору. Змішування волокон з ґрунтом можна здійснювати за допомогою причіпного обладнання (наприклад, за допомогою роторного змішувача) [17,18]. Посилення масиву ґрунту може бути також здійснено за допомогою паль. З цією метою використовуються різні типи паль.

Конструкції паль, що застосовуються для посилення ґрунтів, і технології їх влаштування постійно вдосконалюються. Посилення палями являється одним з найбільш простих з технологічної точки зору способів і дозволяє забезпечити значну економію матеріалів порівняно з повним вилученням слабких ґрунтів та заміною їх на більш міцні. Загалом технологія посилення масиву ґрунту палями полягає у влаштуванні свердловин, утворених в результаті примусового витіснення ґрунту, та заповнення їх

бетонною сумішшю, великоуламковим ґрунтом або піском. Залежно від способу пристрою та конструкції палі можуть відігравати роль несучих елементів, що сприймають навантаження від споруди, або застосовуватися для ущільнення та покращення будівельних властивостей слабких водонасичених ґрунтів [19,20].

Третя група – хімічні методи закріплення ґрунтів, які досить популярні у наш час. Усі хімічні процеси відбуваються внаслідок хімічної взаємодії реагентів, що вводяться в ґрунт, між собою, а також з мінеральними частками. Економічна доцільність методів неоднозначна та вимагає ретельного аналізу у кожному конкретному випадку: з одного боку, досить дешеві розчини, з іншого – дороге обладнання.

У табл. 2.3 представлені основні методи цієї групи: силікатизація, смолізація, використання ензимів, струминна цементація та бітумізація. Також наведено різновидність методів, рекомендовані ґрунтові умови, зазначені переваги та недоліки.

Таблиця 2.3 – Хімічні методи армування ґрунту

Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
1	2	3	4
Силікатизація	Однерозчинна	Піски, пилюваті піски (плавуні), лісові, осадові ґрунти	надійність, довговічність, економічність. Відсутність впливу агресивних середовищ /Обмеження у вологості ґрунту Економія часу, висока міцність, більш однорідний масив Обмеження у вологості ґрунту
	Двухрозчинна		
	Газова		
Смолізація	Однорозчинна, дворозчинна	Піщані (середні, дрібні, пилюваті), лісові ґрунти	Висока міцність, швидкий набір міцності. Стійкість ґрунту до дії агресивних середовищ Виділення карбомідними смолами токсичного формальдегіду

Продовження табл. 2.3

1	2	3	4
Використання ензимів	–	Глинисті ґрунти	Економія витрат на етапах будівництва та експлуатації Відсутність нормативів, мала вивченість методу
Струменева цементация	Однокомпонентна, двокомпонентна, трикомпонентна	Гравілісті, великі та середньозернисті піски, глини	Висока швидкість, можливість працювати у стиснених умовах, гнучкість. Дороге обладнання
Бітумізація	Гаряча	Скельні породи	Можливість застосування ґрунтів з будь-якими агресивними водами, для великих скоростей водного потоку Складне технічне обладнання, підвищенні заходи безпеки
	Холодна	Скельні породи, піски	Економія палива, трудовитрат, бітуму Сильна плинність бітуму (можливість прориву бітумізаційної зависи під великим тиском ґрунтових вод)

На першому етапі нагнітається водний розчин клеючої речовини (у більшості випадків силікату натрію) або смоли. Нагнітання відбувається під тиском через спеціалізовані пристрої (ін'єктори) або свердловини. Другий етап передбачає застигання розчину. Ґрунт і клеюча речовина утворюють масив з покращеними характеристиками (твердий, однорідний). Як клеючі використовують різні речовини, від яких залежить назва методу: смолізація чи силікатизація. Склеювання ґрунтів може здійснюватися різними методами: послідовно –першим закачують клей (розчин смоли або рідке скло), далі - затверджувач, і од-одночасно - закачування в ґрунт клею та затверджувача, змішаних до початку процесу [21]. Зміцнення ґрунтів шляхом силікатизації досить поширене в Україні .Сутність методу силікатизації полягає в нагнітанні в ґрунт розчину рідкого скла, в результаті чого відбувається хімічна реакція і

випадає кремнієвий геотекстиль, який, у свою чергу, пов'язує частинки ґрунту на кшталт цементу.

Найміцніше закріплення досягається при послідовній подачі компонентів. У ґрунті існує природний затверджувач; при подачі рідкого скла, яке має більшу проникаючу здатність, з-поміж них відбувається процес схоплювання. При послідовній подачі компонентів відбувається значна економія часу, а також спрощення технології подачі розчину, так як тиск подачі відчутно нижче. При одночасному поданні основного компонента клею та затверджувача необхідно збільшити швидкість подачі розчину в ін'єктор, а також збільшити тиск, щоб композит досяг заданої глибини ін'єктування, адже при з'єднанні компонентів починається процес схоплювання компонентів клею, отже, збільшується в'язкість розчину і знижується його плинність.

Область застосування силікатизації та смолізації досить велика: наприклад, при підготовці ґрунтових основ для складних будівель і споруд, а також для зміцнення ґрунтів під існуючими будівлями та спорудами. Газова силікатизація використовується для сильно зволжених ґрунтів. Як затверджувач використовується вуглекислий газ CO_2 . Є кілька різновидів цього способу – без попередньої та з попередньою обробкою ґрунту вуглекислим газом [22].

Газова силікатизація дає можливість закріплювати ґрунти, ступінь вологості яких різна ($k_f = 0,1 \dots 0,2$ м / добу). Метод зміцнення ґрунтів за допомогою ензимів використовується для зміцнення ґрунтів під лінійні об'єкти будівництва (дороги, залізниці, трубопроводи тощо). Ензими можна віднести до високомолекулярних білків. У полімерній структурі ензимів є порожнини, які включають гідрофобні та гідрофільні радикали та угруповання. Поверхневий натяг води зменшується, якщо розчинити у ній фермент, оскільки ензими мають властивості ПАВ і діють як гідрофобізатори. В результаті молекулярна та електростатична взаємодія між частинками ґрунту посилюється, створюється щільніший ґрунт, оскільки структура води

змінюється, що сприяє її інтенсивного видалення. Через особливу будову ензимів при їх осіданні на частках ґрунту формуються міцні водневі зв'язки. Водний розчин з ензимами виготовляють із розрахунку 2 мл на 1 л води [19].

В даний час зустрічається все більше інформації про застосування методу струменевої цементації (Jet-grouting). Сутність технології полягає в одночасному руйнуванні ґрунту і змішуванні його з цементним розчином, що надходить у ґрунт під більшим тиском. В результаті після затвердіння цементного розчину утворюється новий матеріал – ґрунтобетон, який має якісні характеристики (міцними та деформаційними). Влаштування ґрунтоцементних паль проводиться в два етапи – у процесі прямого та зворотного ходу бурової колони. Під час прямого ходу бурять велику свердловину до проектної позначки. У процесі зворотного ходу подають цементний розчин під високим тиском у форсунки монітора, розташованого на нижньому кінці бурової колони і піднімають колону, одночасно обертаючи її.

Можна виділити три різновиди технології:

1. Однокомпонентна розробка (Jet 1). Ґрунт руйнують струменем цементного розчину. твору під тиском 400-500 атм. Ця технологія вимагає мінімального комплексу обладнання і вважається на порядок простіше, але діаметр паль, що вийшли, також є найменшим (600 мм для глин та 700–800 для піщаних ґрунтів) у порівнянні з іншими варіантами технології.

2. Двокомпонентна технологія (Jet 2). Для того щоб збільшити довжину водоцементного струменя, в цьому варіанті використовують енергію стисненого повітря [15]. З метою уникнення перемішування стиснутого повітря і цементної суміші використовують спеціальні двох порожнисті штанги (за зовнішньою порожниною подають цементний розчин, а за внутрішнім стиснене повітря). Діаметр паль у глинах становить близько 1200 мм, а в пісках – 1500 мм.

3. Трикомпонентна технологія (Jet 3) складається із двох етапів. На першому етапі виходить розмив ґрунту водоповітряним струменем для утворення порожнин. Другий етап передбачає заповнення отриманих порожнин цементно-піщаним розчином. Основною перевагою даного варіанту є отримання колон з чистого цементного розчину. До недоліків відносимо складність схеми, необхідність застосування потрійних штанг, а також додаткове технологічне обладнання. В результаті можливі палі діаметром 2500 мм. Технологічне обладнання, необхідне для даного методу, складається з мікростанції, цементувального насоса високого тиску, бадя для зберігання цементу та бурової установки. Для технології Jet 2 додатково необхідний компресор, а для технології Jet 3 – компресор та другий насос для нагнітання цементу.

4. Метод бітумізації відрізняється від цементації тим, що в ґрунти нагнітається рідкий бітум (гарячий чи холодний). Для нагнітання гарячого бітуму в ґрунт бурять свердловини діаметром 80-100 мм за контуром котловану на відстані 0,7-1,0 м одна від одної. Кожну свердловину необхідно заглибити до глибини, перевищує закладення котловану на 60-100 см, а потім прочистити і промити. У бурову свердловину опускають трубу - ін'єктор ($d = 40$ мм) з перфорованими отворами ($d = 15$ мм), через які бітум проникає у свердловину. У свердловині нижче зони, що підлягає бітумізації, влаштовують пробку (тампон) із цементу або дерева. Заповнюють тріщини породи гарячим бітумом (при температурі 200-220°C) під тиском до 8 атм. Для того щоб у бурових свердловинах температура бітуму не зменшилася (необхідна температура 180-220°C) і він не змінив свій агрегатний стан, в ін'єкторі на спеціальних фарфорових ізоляторах закріплюється металічний стрижень, з'єднаний із мережею постійного електричного струму. Найчастіше гаряча бітумізація поєднується з холодною, оскільки гарячий бітум не може проникнути у дрібні тріщини (менше 1 мм). Холодна бітумізація вважається успішніше, чим дрібніші частки бітуму в емульсії. Сутність способу холодної бітумізації

полягає в тому, що в ґрунт через скважини нагнітають тонкодисперсні бітумні емульсії. Даний метод застосовують для ущільнення як скельних порід, і піщаних ґрунтів. Концентрація емульсії залежить від фракції піску. До складу бітумної емульсії входять електроліти, які викликають процес коагуляції, і надають ґрунтам водонепроникність, заповнюючи пори та тріщини.

Висновок за розділом 2

У розділі було проведено аналіз основних методів зміцнення основ, які поділяються на фізичні, механічні та хімічні. Розглянуто їх переваги, недоліки, а також сферу застосування. Серед фізичних методів виділяється термічне закріплення, яке забезпечує високу міцність, проте потребує значних енергетичних ресурсів. Механічні методи, такі як ущільнення, армування основ геосинтетиками та палями, є універсальними та економічно вигідними. Хімічні методи, зокрема силікатизація, смолізація та струменева цементація, вимагають тривалого зміцнення, але вимагають використання складного обладнання та хімічних реагентів.

Найефективнішим є комбіноване використання методів зміцнення, що дозволяє врахувати геологічні умови та специфіку об'єкта. Усі основні методи спрямовані на підвищення несучої дієздатності основ, їхню стійкість до деформацій, зниження вразливості до впливу води та інших факторів. Це дозволяє забезпечити довговічність і безпеку будівельних споруд навіть у складних геологічних умовах.

РОЗДІЛ 3

ОПТИМІЗАЦІЯ ПАРАМЕТРІВ ҐРУНТУ ТА ВИКОРИСТАННЯ ГЕЛЕВИХ КОМПОЗИТІВ ДЛЯ ЗАКРІПЛЕННЯ ҐРУНТОВИХ ОСНОВ

3.1 Параметри ґрунту при закріпленні гелевим композитом

Визначення параметрів основи при закріпленні гелевим композитом є великим етапом у проектуванні та реалізації будівельних робіт. Гелевий композит використовується для зміцнення основ, підвищення їх несучої здатності та стабільності, особливо у випадку, коли природні властивості обґрунтовані не вимогам проекту.

Основні параметри ґрунтової основи

1. Механічні властивості ґрунту [22]:

Модуль деформації. Характеризує здатність ґрунту до деформації під навантаженням. Для армованих основ цей показник може збільшуватися на 60-70% в залежності від технології закріплення.

Міцність на зріз. Важливий для оцінки опору основи до зсувів.

Коефіцієнт Пуасона. Визначає сукупність поперечних і пізніх деформацій, які зазвичай знаходяться в межах 0,2-0,25 для ґрунтоцементу.

2. Фізичні властивості ґрунту.

Вологість. Впливає на несучу здатність і стабільність основи.

Гранулометричний склад. Визначає частину частин різного розміру в ґрунті, що впливає на його механічні властивості.

3. Хімічні властивості [20].

Вміст органічних речовин. Впливає на стабільність і міцність ґрунту.

Корозійна активність. Важлива для оцінки впливу агресивних середовищ на матеріали, що використовуються в будівництві.

Процес закріплення гелевим композитом.

При закріпленні гелевим композитом використовується метод ін'єктування, який дозволяє наситити ґрунтову основу спеціально підготовленими розчинами під тиском. Цей процес включає:

Контроль тиску : Ін'єкційний розчин піддається під тиском до 0,8 МПа, що дозволяє досягти високої проникності в ґрунт.

Склад розчину : Використовуються екологічно чисті компоненти, такі як портландцемент та інші добавки, що забезпечують високу міцність і довговічність закріпленої основи.

Тривалість тужавіння : Час затвердіння розчину може варіюватись від кількох до кількох хвилин діб, що дозволяє адаптувати технологію під конкретні умови.

3.2 Основні переваги гелевого композиту перед іншими методами укріплення

Гелевий композит, як метод укріплення, має кілька значних переваг у порівнянні з традиційними матеріалами. Ось основні з них [21]:

Основні переваги гелевого композиту.

Висока міцність і стійкість.

Механічна міцність. Гелеві композити забезпечують високу механічну міцність за рахунок своєї структури, що дозволяє витримувати значні навантаження.

Стійкість до вологи. Гелеві матеріали не бояться вологи, що робить їх ідеальними для використання в умовах підвищеної вологості.

Тривалий термін служби.

Довговічність. Гелеві композити мають тривалий термін служби, що знижує частоту необхідності ремонту або заміни.

Стійкість до старіння. Матеріали ці не підлягають старості так швидко, як традиційні композиції, завдяки своїм хімічним властивостям.

Легкість у використанні.

Простота застосування. Гелеві композити залишаються легкими в обробці та нанесенні, що спрощує процес укріплення.

Герметичність. Завдяки своїй структурі, гелеві композиції забезпечують герметичність, що запобігає потраплянню вологи та забруднення [23-25].

Екологічність.

Безпека для здоров'я. Гелеві композити часто виготовляються з безпечних для здоров'я матеріалів, що зменшує ризик інших реакцій.

Відсутність токсичних викидів. Вони не виділяють шкідливі гази під час експлуатації, що робить їх більш безпечними для використання у закритих приміщеннях.

Таблиця 3.1 – Порівняння з іншими методами укріплення

Параметр	Гелевий композит	Традиційні матеріали
Механічна міцність	Висока	Залежить від типу
Стійкість до вологи	Висока	зазвичай низка
Тривалість служби	Довга	Обмежена
Легкість у використанні	Висока	Залежить від матеріалу
Екологічність	Висока	Може бути низькою

Гелевий композит є ефективним вибором для укріплення завдяки своїм унікальним властивостям. Його використання може значно підвищити якість та сферу надійності конструкцій у різних.

3.3 Вибір оптимальної кількості свердловин для ін'єктування гелевого композиту

Визначення оптимальної кількості свердловини для ін'єктування є етапом у проектуванні інженерних систем, що забезпечує ефективну подачу рідини в підземні горизонти. Основні фактори, які впливають на це рішення, включають:

Фактори, що впливають на кількість свердловин [26]:

- Масштаб проекту. Розмір території, що підлягає ін'єктуванню, шукає потребу в мінімальних свердловинах. Для великих площ можна знадобитися більше свердловини для забезпечення рівномірного розподілу рідини.
- Геологічні умови. Тип основ та їх фізико-хімічні характеристики впливають на швидкість і ефективність ін'єкції. Наприклад, пористість і проникність обґрунтовано можуть вимагати корекції в кількості свердловин.
- Технологічні параметри. Вибір технології ін'єкції (гідравлічне або хімічне ін'єктування) також впливає на кількість свердловин. Різні методи можуть вимагати різної кількості точок дачі рідини.
- Споживання води. Неможливо втратити загальну потребу в воді для конкретного об'єкта або господарства. Наприклад, для родини з чотирьох осіб необхідно близько 400-600 літрів води на добу.

Для визначення оптимальної кількості свердловин можна використовувати наступний підхід:

- Оцінка добового споживання води. Підрахуйте загальну потребу в воді для всіх споживачів (домогосподарств, техніки тощо).
- Визначення дебіту. Розрахуйте необхідний дебіт кожної свердловини, враховуючи пікові навантаження (наприклад, вранці та ввечері). Мінімальний допустимий дебіт може становити 1,2-1,3 літра на хвилину.

- Розподіл обсягу. Загальне добове споживання поділитися на добовий дебіт однієї свердловини, щоб отримати кількість останніх свердловини.
- Запас. Рекомендується закладати запас у 20-30% від розрахованого матеріалу свердловин для покриття можливих коливань у споживанні або продуктивності.

Цей комплексний підхід дозволяє забезпечити ефективне та безперебійне водопостачання для запланованих потреб.

Висновок за розділом 3

Використання гелевих композитів для закріплення обґрунтованих основ є ефективним інженерним рішенням, що дозволяє підвищити несучу здатність, стабільність і довговічність конструкції. Проведений аналіз параметрів основ, фізико-хімічних властивостей матеріалів та методів моделювання, що підтверджують переваги цієї технології над традиційними методами.

Врахування процесів біодеградації полімерних гідрогелів з метою підвищення ефективності та тривалості впливу гелевих матеріалів, що особливо важливо для умов кліматичних змін. Таким чином, гелеві композити є перспективним рішенням для зміцнення основ у різних галузях будівництва.

РОЗДІЛ 4

ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Архітектурно-будівельні рішення

4.1.1 Об'ємно-планувальні рішення

Будівля школи, яка будується, має складну форму в плані та складається з трьохповерхової та одноповерхової частин, які взаємопов'язані між собою. Така структура зумовлена особливостями ділянки зі складним рельєфом. Дах будівлі шатрового типу, двосхилий. На стіні по осі "15" запроектовано застеклений напівкруглий еркер, який займає всю висоту стіни [27].

Внутрішнє планування будівлі розроблено відповідно до вимог нормативних документів щодо проектування шкільних навчальних закладів, а також з розрахунково-просторового рішення зовнішнього вигляду. Особливості планування забезпечують необхідний рівень освітленості приміщень і зручність їх розташування. Детальний перелік розміщення та їх площі подано в експлікацію графічної частини проекту [27].

У будівлі передбачено дві сходові клітини, спроектовані відповідно до вимог евакуації під час пожежі. Ширина сходових маршів становить 1200 мм, а відстань у просвіті між маршами – 100 мм. Коридори, виходи назовні та їх розміри також відповідають чинним нормам протипожежного захисту.

Розміри будівлі в осях становлять 59,10×92,00 м. Висота поверхів у трьох поверхових частинах становить 3,60 м, а в одноповерхових – 3,90 м. Площа забудови дорівнює 2714,6 м², будівельний об'єм – 13 190 м³, а загальна площа приміщень становить 3476,6 м².

4.1.2 Архітектурно-конструктивні рішення

Конструктивна схема школи базується на несучих зовнішніх та внутрішніх цегляних стінах і міжповерхових перекриттях зі збірних залізобетонних плит, що забезпечує просторову жорсткість завдяки їх спільній роботі. Фундаменти стін стрічкові, виконані зі збірних бетонних блоків шириною 0,5×0,6 м, які розташовуються на монолітній залізобетонній фундаментній плиті шириною 1,2-1,8 м і висотою 0,4 м. Для існуючих стін в осях “4-9”/“Ж-Л” стрічкові стрічкові фундаменти з бутобетонної кладки шириною 1,0 м [27].

Зовнішні стіни приймаються з керамічної цегли М100 на цементно-піщаному розчині М75, товщиною 510 мм, з утепленням мінераловатними плитами товщиною 120 мм. Існують зовнішні стіни колишньої будівлі манежу (в осях “4-9”/“Ж-Л”) мають товщину 770-900 мм. Зруйновані ділянки відновлюються новою кладкою, облицьованою мінераловатними плитами товщиною 100 мм. Внутрішні стіни виконані з керамічної цегли М100 на цементно-піщаному розчині М75, товщиною 380 або 510 мм, а існуючі стіни в цих самих осях мають товщину 830 мм. Перегородки забезпечуються з керамічної цегли М75 на цементно-піщаному розчині М50, товщиною 120 мм. Перемички збірні залізобетонні, брускового типу, мають перерізи 0,12×0,14 м, 0,12×0,22 м, 0,25×0,22 м.

Перекриття виконані зі збірних залізобетонних багатопустотних плит товщиною 220 мм, змонтованих на цементно-піщаному розчині. Для підвищення жорсткості перекриття анкеруються до зовнішніх стін і між собою за допомогою арматурних стержнів класу А240С, з'єднаних електрозварюванням з монтажними петлями. Покровля будівлі представлена дерев'яною кроквяною системою, яка включає кроквяні ноги перерізом 75×200 мм, стійки та підкоси перерізом 100×100 мм. В осях “4-9”/“Ж-Л” передбачено металеві трикутні ґратчасті ферми із парних кутиків, розташованих з кроком 3 м, а купол над головним входом виконується з металевого просторового

каркасу. Основне покриття конструкції виконується зі сталевих профільованих листів, тоді як купол покритий гнучкою бітумною черепицею.

Східні марші та майданчики виконані будівельні зі збірного залізобетону. Огородження сходів виготовляються за індивідуальним замовленням із сталевих профілю квадратного перерізу. Вікна та входні двері в будівлю є металопластиковими з двокамерним склопакетом із термоізоляційного скла. Міжкімнатні двері дерев'яні, заklenі або глухі.

4.1.3 Теплотехнічний розрахунок

Для теплоізоляції зовнішніх стін будівлі використовуємо утеплення мінеральною ватою.

В даному розділі розраховуємо товщину шару утеплювача з мінеральної вати для стіни із керамічної цегли товщиною 510 мм.

Район будівництва відноситься до I температурної зони [28].

Нормативне значення опору теплопередачі стін для даної температурної зони – $R_n = 4,0 \text{ [(м}^2\cdot\text{К)/Вт]}$ [28].

Опір теплопередачі огорожуючої конструкції знаходимо за формулою:

$$R_0 = \frac{1}{\alpha_a} + \sum R_i + \frac{1}{\alpha_n} \quad (4.1)$$

де, α_a – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні, $\alpha_a = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

α_i – коефіцієнт теплопередачі (для зимових умов) зовнішньої поверхні огорожуючої конструкції, $\alpha_n = 23 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot ^\circ\text{C}}$;

R_i – термічний опір i-го шару конструкції, який розраховується за формулою:

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_{i\text{ p}}}, \quad (4.2)$$

де, δ_i – товщина i -го шару конструкції, м,

$\lambda_{i\text{ p}}$ – теплопровідність матеріалу i -го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м·К).

Знаходимо значення термічного опору шару кам'яної кладки за формулою (4.2):

$$R_1 = 0,51 / 0,81 = 0,63 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К} \quad (4.3)$$

Знаходимо значення термічного опору стіни за формулою (4.1):

$$R_0 = \frac{1}{8,7} + 0,63 + \frac{1}{23} = 0,115 + 0,63 + 0,045 = 0,79 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$$

Так, як $R_0 = 0,79 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К} < R_{q\text{ пот}} = 2,80 \text{ м}^2/\text{Вт} \cdot \text{К}$, то зовнішня стіна не відповідає вимогам енергозбереження.

Необхідну товщину утеплювача δ_2 розраховуємо із різниці в потрібному та наявному термічному опорі:

$$\delta_2 = (R_{q,\text{н}0} - R_0) \cdot \lambda_2 \quad (4.4)$$

В якості утеплювача приймаємо мінераловатні плити об'ємною вагою $\gamma = 75 \text{ кг/м}^3$, коефіцієнт теплопровідності - $\lambda_2 = 0,055 \text{ Вт/(м} \cdot \text{К)}$ [28].

Знаходимо значення товщини утеплювача:

$$\delta_2 = (4,0 - 0,79) \cdot 0,055 = 0,15 \text{ м.}$$

Відповідно до результатів отриманого розрахунку приймаємо утеплення зовнішніх стін мінераловатними плитами товщиною 150 мм.

4.1.4 Зовнішнє оздоблення

Цоколь будівель оздоблені безшовним облицюванням із полірованих плиток, що імітують граніт. Цоколь існуючих стін прикрашається декоративним кам'яним мощенням.

Фасади вкриваються цементно-піщаною штукатуркою, нанесеною на кам'яну поверхню стіни, після чого виконується фарбування силіконовими фарбами. Для оздоблення існуючих стін використовується реставраційна вапняно-піщана штукатурка.

4.1.5 Внутрішнє опорядження

Внутрішнє оздоблення приміщень заплановано із застосуванням сучасних, високоякісних та безпечних для здоров'я матеріалів, які мають сертифікацію для використання в Україні [26].

Стіни приміщень оздобл високоякісною цементно-піщаною штукатуркою, яка вирівнюється шпаклівкою і покривається водоемульсійними фарбами або оздоблені шпалерами. У санвузлах і приміщеннях харчоблоку стіни облицьовуються керамічною плиткою на цементному клеючому розчині по всій висоті.

Стелі забезпечуються шляхом високоякісного шпаклювання поверхонь залізобетонних плит із наступним нанесенням водоемульсійних фарб. У санвузлах стелі підшиваються пластиковою вагонкою, закріпленою на дерев'яному каркасі.

Підлоги в сходових клітинах і коридорах обробляються мозаїчним бетоном. В останній приміщень підлоги забезпечуються з лінолеуму, укладеного на цементно-піщану стяжку. У санвузлах будівельні підлоги з керамічної плитки

4.1.6 Протипожежні заходи

Ступінь вогнестійкості будівлі відповідає II класу [26].

При проектуванні школи були враховані всі вимоги протипожежних норм та правил. Об'єкт забезпечено під'їзними шляхами для пожежних машин. Евакуація з приміщення проводиться через евакуаційні виходи із надземної частини будівлі. Для внутрішнього гасіння пожежі передбачено використання вогнегасників, розташованих у складі протипожежного комплексу. Зовнішнє гасіння забезпечується через протипожежні гідранти, розташовані на відстані менше 50 метрів від споруди.

У будівлі встановлено протипожежну сигналізацію із приладом ГТПС-3. Проектом передбачено автоматичне відключення проточно-витяжної вентиляції при спрацьовуванні сигналізації.

Електропостачання виконане кабелями типу АВВГ та ВВГ, прокладеними на скобах. Крім того, передбачено систему оповіщення людей про пожежу та управління евакуацією.

Ця система забезпечує:

- передача звукових сигналів;
- трансляцію голосових повідомлень про виникнення пожежі;
- інформування окремої зони приміщення про місце залучення,

шляхи евакуації та необхідні для забезпечення безпеки.

До складу технічних засобів системи входять комплект підсилювачів звуку, гучномовці, дзвінки та обладнання для їх керування [26].

4.1.7 Санітарні умови і вимоги

Параметри температури, відповідної вологості та швидкості руху повітря в приміщеннях споруд відповідають вимогам санітарно-гігієнічних норм і стандартів. Для забезпечення нормативного рівня температури повітря в холодний період року заплановано систему водяного опалення. Теплоносієм для цієї системи є гаряча вода з параметрами: $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$.

Приміщення забезпечене природним бічним освітленням через вікно, а також штучним освітленням за допомогою електричних ламп.

Основним джерелом шуму в районі будівлі є автотранспорт. Для зниження звукового тиску до нормативно-допустимого рівня передбачені такі заходи:

- використання в конструкції стін утеплювача з мінеральної вати;
- облаштування навколо будівлі зелених насаджень, які забезпечують функції звукового бар'єра;
- встановлення вікон із металопластикового профілю, конструкція, яка ефективно зменшує проникнення шуму та пилу в приміщення.

4.1.8 Інженерне обладнання

Опалення в будівлі централізовано, водяне, із застосуванням однотрубною схеми. Магістральні трубопроводи складаються в горищному просторі. Як опальні прилади використовують алюмінієві радіатори та металопластикові труби. Ділянки трубопроводу, що проходять через неопалювані приміщення, утеплюються для мінімізації тепловтрат.

Введення трубопроводів опалення в будівлю створено на рівнях підвального поверху, де розташований розподільчий пункт із системою обліку спожитої теплоти.

Джерелом води у школі є існуючі мережі холодного і гарячого водопроводу зі сталевими трубами діаметром 100 мм. У будівлі передбачено тупикову систему холодного та гарячого водопостачання, забезпечену водомірним вузлом на вводі водопровідних труб.

Системи вентиляції та повітрообмін у приміщеннях розроблені відповідно до санітарно-гігієнічних норм. Приплив повітря відбувається природним шляхом через відкриті стулки вікон і вентиляційні канали у стінах. Витяжка повітря організована через природні стінові канали, додатково на

сходових клітинах встановлено механізми для димовидалення. Розміри вентиляційних каналів становлять 140×120 мм і 140×270 мм.

Каналізація господарсько-фекальна, із самоплинною мережею пластикових труб, підключена до міських очисних споруд. Для облаштування каналізаційної системи використовують залізобетонні збірні елементи для колодязів.

Електропостачання споруд збудовано від існуючої трансформаторної підстанції. На вході передбачено обладнання для обліку електроенергії. Електроенергія використовується для освітлення приміщення, а також підключення побутових приладів. Напруга в електромережі становить 220 В.

Будівлю додатково оснащено слабострумними мережами, включно з телефонними та телевізійними кабелями, а також системою протипожежної сигналізації.

4.2 Технологічні рішення

4.2.1 Склад основних видів робіт

Виконання робіт нульового циклу включає роботи, присвячені розробці ґрунту і укладанню збірних залізобетонних фундаментів [29].

Для цього складемо технологічну карту, в якій зазначимо яким чином і за допомогою чого потрібно здійснити такі роботи.

Відведена ділянка розташована в безпосередній близькості до центра міста.

Згідно обстеження території рельєф ділянки пересічений.

Ґрунтові умови:

- насипний ґрунт товщиною 0,7...2,7 м;
- суглинок напівтвердий товщиною 4,9...8 м ;
- суглинок м'якопластичний 2,4 м.

Будівля має розміри в осях по ширині 12,6 м, по довжині 36,8 м.

Фундаменти закладаються на глибину нижче рівня підвалу і рівня промерзання ґрунту. Нижня позначка фундаменту –3,22 м.

Ґрунт розробляється і вивантажується на автотранспорт.

Виконується відповідний розрахунок параметрів і кількості будівельних машин [30].

Визначається місце для відвезення ґрунту з території будівельного майданчика.

Розраховується дистанція для поставки на об'єкт необхідних матеріально-технічних ресурсів.

Підготувавши майданчик, починаємо виконувати комплекс робіт нульового циклу.

До них відноситься:

- планування території під будівництво;
- зрізання рослинного шару;
- розробка ґрунтового масиву;
- транспортування ґрунтової маси;
- зачистка майданчика від недобору ґрунту;
- ручна доробка ґрунту;
- укладання підготовки;
- встановлення фундаментів;
- гідроізоляційні роботи;
- засипання пазух;
- трамбування ґрунту.

Таблиця 4.1 – Відомість об'ємів робіт

№ п/п	Найменування	Одиниця вимірювання	Об'єм робіт
1	2	3	4
1	зрізання рослинного шару	100 м ²	10,58
2	планування території під будівництво	100 м ²	10,58
3	розробка ґрунтового масиву	1 м ³	1911
4	зачистка майданчика від недобору ґрунту	100 м ²	9,00
5	ручна доробка ґрунту	100 м ²	0,57
6	укладання підготовки	100 м ²	0,09
7	встановлення фундаментних блоків	100 м ²	3,88
8	встановлення фундаментних плит	100 шт	0,82
9	горизонтальна гідроізоляція	100 м ²	3,98
10	вертикальна гідроізоляція	100 м ²	1,7
11	засипання пазух	100 м ²	0,037
12	Закриплення ґрунту гелевим композитом	100 м ²	0,024

4.2.2 Вибір методів виробництва робіт, машин, механізмів, інструментів та пристроїв

Першими роботами нульового циклу є планування території під будівництво і розробка ґрунту, які виконуються відповідно бульдозером і екскаватором.

Бульдозером також здійснюється зрізання рослинного шару і засипання пазух виїмок.

При виборі бульдозера враховуються розміри будівельного майданчика.

Приймаємо бульдозер ДТ-75, характеристики якого розміщені в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристики бульдозера ДТ-75

Найменування	Характеристика
базовий трактор	ДТ-75
тяговий клас	3 т
потужність	75 к.с.
відвал: довжина	2,52 м
висота	0,8 м
кут різання	55 о
висота підйому	0,6 м
висота опускання	0,2 м
маса обладнання	1070 кг
швидкість переміщення	10,8 км/год
довжина	4,55 м
ширина	2,52 м
висота	2,3 м
маса	6860 кг
управління	гідравлічне

Процес розробки ґрунту супроводжується вивантаженням його в кузов автотранспортного засобу.

Дана робота виконується екскаватором.

При виборі екскаватора враховуються кількість ґрунтової маси, яку потрібно розробити і визначається продуктивність екскаватора за зміну.

Формула для розрахунку має вигляд

$$P_e = 3600 t_{зм} q_{кнап} k_n k_v t_{цс} k_{роз} [м^3 / зм], \quad (4.5)$$

До формули (4.5) входить: $t_{зм}$ – кількість годин за зміну; q - об'єм ковша; $k_{нап}$ - коефіцієнт наповнення ковша; k_v - коефіцієнт використання машин в часі; $t_{цс}$ - тривалість циклу екскавації; $k_{роз}$ - коефіцієнт розпушування ґрунту.

$$P_e = 3600 \cdot 8 \cdot 0,3 \cdot 0,7 \cdot 0,6 \cdot 1/15 \cdot 1,18 = 285,5 \text{ (м}^3 \text{ / зм)}.$$

Приймаємо екскаватор ЭО-3311Б, обладнаний оберненою лопатою, місткість ковша 0,3 м³.

Таблиця 4.3 – Характеристики екскаватора ЭО-3311Б

Найменування	Характеристика
місткість ковша	0,3 м ³
максимальна глибина копання	4,0 м
максимальний радіус копання	5,9 м
радіус вивантаження	6,2 м
максимальна висота вивантаження	4,3 м
потужність двигуна	13 кВт
тип ходового обладнання	пневмоколісн.
швидкість переміщення	16,5 км / год
тривалість циклу	12 с
маса	11 т

Розроблений ґрунт висипається в кузов автотранспортного засобу і вивозиться у визначене місце на відстань 1 км.

Виконаємо підбір машини для роботи в комплексі з екскаватором.

Запишемо формулу для визначення кількості автотранспортних засобів

$$N_{\text{тр}} = T_{\text{ц}} / t_{\text{н}} [\text{шт}], \quad (4.6)$$

У формулі (4.6): $T_{\text{ц}}$ - час, який витрачається на один цикл; $t_{\text{н}}$ - тривалість навантаження автотранспортного засобу.

Визначаємо час, який витрачається на один цикл

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{н}} + t_{\text{ман нав}} + t_{\text{ман роз}} \cdot 2 \cdot L / V_{\text{сер}} / 60 [\text{хв}]. \quad (4.7)$$

Формула (4.7) містить: $t_{\text{н}}$ - розрахунковий час; $t_{\text{ман нав}}$ - тривалість маневрування під час завантаження; L - відстань транспортування; $t_{\text{ман роз}}$ -

тривалість розвантаження з маневруванням; $V_{сер}$ - середня розрахункова швидкість до місця розвантаження і в зворотному напрямку.

Кількість ковшів

$$M = Q / q k_e [\text{хв}]. \quad (4.8)$$

До формули (4.8) включено: Q - вантажопідйомність; q - об'єм ковша; $k_e = 0,65$ - коефіцієнт використання місткості ковша.

Підставляємо значення і отримаємо:

- кількість ковшів

$$M = 5 / 0,3 \cdot 0,65 = 26 \text{ (шт)};$$

- час, який витрачається на один цикл

$$T_{ц} = 2,25 + 1,93 + 0,3 + 2 \cdot 1 / (20 / 60) + 0,6 + 1,8 = 12,9 \text{ (хв)};$$

- кількість циклів за хвилину

$$n_{т} = 60 / 12,9 = 5 \text{ (ц/хв)};$$

- тривалість навантаження автотransпортного засобу

$$t_{н} = 10 / 5 \cdot 0,9 = 2,25 \text{ (хв)};$$

- кількість автотransпортних засобів

$$N_{тр} = 12,9 / 2,25 = 5,7 \text{ (шт)}.$$

Згідно розрахунків приймаємо автосамоскид МА3-205 у кількості 6 штук.

Таблиця 4.4 – Характеристики автосамоскида МА3-205

Найменування	Характеристика
вантажопідйомність	5,0 т
довжина	6,06 м
ширина	2,62 м
об'єм кузова	3,6 м ³
радіус повороту	8,5 м
висота завантаження	2,14 м
тривалість маневрування під час завантаження	1,9 хв

Таким чином підібрані машини, які повинні працювати в комплексі - 1 екскаватор і 6 автосамоскидів.

Виконується ручна доробка ґрунту.

Перед встановленням фундаментів укладається підготовка, яка ретельно закріплюється гелевим композитом.

Встановлюються фундаменти краном і виконуються гідроізоляційні роботи.

Здійснюється засипання пазах виїмок вибраним бульдозером з наступним трамбуванням ґрунту засипки катком.

4.2.3 Вибір монтажного крана і його параметрів

Вихідними даними для вибору крана є розміри будівлі і прийняті збірні конструкції.

Розміри будівлі: висота 18,92 м, довжина 39,95 м, ширина 18,41 м. Маса конструкцій до 5 т.

Розрахунковими параметрами крана є вантажопідйомність, виліт стріли і висота підйому стріли.

Потрібну вантажопідйомність крана визначаємо з урахуванням того, щоб вантаж і вантажопідйомні пристрої не перевищували вантажопідйомні можливості крана.

Необхідну вантажопідйомність крана розраховуємо за формулою

$$Q = k_m g [T] \quad (4.9)$$

У формулі (4.9) k_m - коефіцієнт, який враховує масу вантажопідйомних пристроїв і величину її відхилення; g - найбільша маса конструкції.

Потрібний виліт стріли крана визначаємо з урахуванням ширини будівлі і відстані від крана до будівлі

Необхідний виліт стріли крана визначаємо по формулі

$$L = Шб + Вк \text{ [м]}. \quad (4.10)$$

Формула (4.10) містить Шб - поперечний розмір (ширина) будівлі з урахуванням виступів; Вк - відстань від осі крана до будівлі.

Потрібну висоту підйому стріли крана визначаємо з урахуванням висоти будівлі від стоянки крана, найбільшої висоти конструкції, зазору, який слід враховувати під час монтажу, висоти вантажопідйомних пристроїв.

Необхідну висоту підйому стріли крана розраховуємо згідно формули

$$Нп = h1 + h2 + h3 + h4 \text{ [м]}. \quad (4.11)$$

До формули (4.11) входить $h1$ - висота будівлі від стоянки крана; $h2$ - найбільша висота конструкції; $h3 = 1$ м - зазор, який слід враховувати під час монтажу; $h4$ - висота вантажопідйомних пристроїв.

Підставляємо значення і отримаємо:

- необхідну вантажопідйомність крана

$$Q = 1,1 \cdot 1,96 = 2,16 \text{ (т)};$$

- необхідний виліт стріли крана

$$L = 18,41 + 5 = 23,41 \text{ (м)};$$

- необхідну висоту підйому стріли крана

$$Нп = 16,5 + 0,22 + 1 + 3 = 20,72 \text{ (м)}.$$

Використовуючи номограму з довідника вибираємо кран на гусеничному ході СКГ-30 з висотою підйому стріли 27 м при визначеному вильоті стріли 23,41 м і вантажопідйомності до 5 т.

4.2.4 Вказівки до виконання робіт з техніки безпеки

Територію будівельного майданчика і зону роботи крану потрібно надійно огородити.

На огороженні закріпити написи з попередженнями.

Поставити стовпи з прожекторами.

Вмикати прожектори дозволяти лише електрику.

На час будівництва прокласти тимчасові дороги.

Провести інструктаж робітників з техніки безпеки.

Забезпечити робітників засобами захисту.

Роботи нульового циклу слід виконувати у повній відповідності до нині діючих норм. Кожний вид робіт потрібно контролювати і реєструвати в журналах.

Особливу увагу потрібно приділяти процесу встановлення фундаментів, що супроводжується перевіркою якості і здійснюється під наглядом виконроба, майстра, головного інженера.

Насамперед перевіряється правильність підготовлених поверхонь, працездатність будівельних машин і механізмів, відхилення від норм для фундаментів.

Будь-які відхилення положення фундаментів, у тому числі по вертикалі і горизонталі не повинні перевищувати 10 мм.

Під час розробки ґрунту потрібно знаходитись на безпечній відстані від екскаватора і не допускати сторонніх в радіус його дії.

Фундаменти встановлювати після перевірки стану укосів.

Не залишати вантаж без нагляду.

Машини і механізм повинні рухатись на нормованій відстані від виїмок.

Інструменти та інші матеріально-технічні засоби після кожної зміни повинні бути очищені.

Висновок за розділом 4

Розділ 4 демонструє практичне застосування архітектурно-будівельних рішень, технологічних методів і техніко-економічних показників для забезпечення ефективності будівельних процесів. Основні техніко-економічні показники включають термін виконання робіт, який складає 23 дні, витрати праці на виконання робіт у розмірі 199,97 люд.-днів, час роботи машин 64,75 маш.-змін, загальну суму заробітної плати 20 326,07 грн та коефіцієнт нерівномірності виконання робіт 1,6.

Архітектурно-будівельні рішення охоплюють будівлю, що складається з трьохповерхової та одноповерхової частин, дах із шатровим типом і двосхилим покриттям, фундаменти зі збірних бетонних блоків розмірами 0,5 × 0,6 м, розташовані на подушці шириною 1,2-1,8 м і висотою 0,4 м, а також зовнішні стіни з керамічної цегли товщиною 510 мм з утепленням мінераловатними плитами товщиною 120 мм. Інженерне обладнання включає систему опалення з алюмінієвими радіаторами з параметрами теплоносія $T_1 = 95^{\circ}\text{C}$, $T_2 = 70^{\circ}\text{C}$, а також водопровідні мережі зі сталевими трубами діаметром 100 мм.

Технологічні рішення передбачають ущільнення ґрунту шарами щебеню товщиною 50 мм за допомогою котка з гладкими вальцями та виконання земляних робіт екскаватором моделі ЕО-4321 В з об'ємом ковша 1 м³. Додатково у розділі розглянуто впровадження гелевих композитів, що забезпечують підвищену стабільність та довговічність ґрунтових основ, зокрема шляхом покращення водонепроникності та зменшення осідання ґрунту.

Представлені техніко-економічні показники свідчать про оптимізацію витрат праці, часу роботи машин і фінансових ресурсів. Використання сучасних будівельних матеріалів і технологій забезпечує підвищення енергоефективності та довговічності конструкцій. Інженерні рішення, такі як

централізоване водяне опалення, утеплення зовнішніх стін і використання гелевих композитів, сприяють досягненню нормативних параметрів теплового захисту та зниження експлуатаційних витрат.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

В даному розділі розглянуте обґрунтування методу застосування гелевих композитів для зміцнення фундаментів. Технологія виконання якого складається з етапів:

Гелевий композит вводиться під тиском у зону фундаменту та ґрунтів навколо нього.

Гель проникає у пори, тріщини та порожнини, утворюючи щільну структуру.

Переваги зміцнення гелевим композитом

1. Висока проникаюча здатність: Гелеві композити можуть проникати навіть у дуже дрібні пори та тріщини.

2. Зміцнення ґрунтів: Гель утворює міцну матрицю, яка покращує несучу здатність ґрунту.

3. Водонепроникність:

Гелеві композити забезпечують надійну гідроізоляцію фундаменту та ґрунту.

4. Екологічність:

Сучасні гелеві матеріали безпечні для навколишнього середовища.

5. Тривала ефективність: Після застигання гель зберігає свої властивості протягом десятків років.

6. Мінімальне втручання: Ін'єктування гелю виконується без значних земляних робіт або руйнування конструкцій.

Недоліки методу

1. Вартість: Гелеві матеріали та обладнання для їх ін'єктування можуть бути досить дорогими.

2. Вимоги до кваліфікації: Робота з гелевими композитами вимагає високої кваліфікації працівників.

3. Обмеження застосування: У деяких типах ґрунтів або в умовах значного водонасичення ефективність методу може бути нижчою.

Гелеві композити виграють за проникною здатністю порівняно з цементними розчинами.

У порівнянні з полімерними матеріалами, вони є екологічнішими.

Проте для дуже глибоких фундаментів може знадобитися комбінування гелю з іншими методами, як-от Jet Grouting чи палі.

Розглянемо для порівняння два варіанти підсилення фундаментів:
методу застосування гелевих композитів;
метод струменевої цементації.

Суть методу струменевої цементації: Ґрунт зміцнюється за допомогою цементного розчину, який вводиться під високим тиском (до 400 атмосфер), змішуючи ґрунт із розчином. Формуються міцні ґрунто-цементні стовпи.

Переваги:

Можливість зміцнення ґрунтів на великій глибині.

Висока несуча здатність отриманого матеріалу.

Підходить для різних типів ґрунтів, включаючи водонасичені.

Недоліки:

Висока вартість обладнання.

Складність виконання робіт у тісних умовах.

Велика витрата матеріалів.

Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу Будівельні технології (табл.5.1, табл.5.2) .

Вони розроблялися на основі [31]: ресурсних елементних кошторисних норм на будівельні роботи; кошторисних цін на матеріали, вироби та конструкції загально виробничі витрати розраховані відповідно до усереднених показників додатка Настанови.

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиробничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиробничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 5.1 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02-001-008

на	підсилення основи гелевим композитом. основний об'єкт	
	(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)	
ОСНОВА:	Кошторисна вартість	1.509 тис. грн.
креслення(специфікації)№	Кошторисна трудомісткість	0.00511 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	0.419 тис. грн.
	Середній розряд робіт	4.6 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслуговуванням машин	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ5-52-1	Буріння свердловин	1м свердловини	4.0	221.13	93.97	885	160	376	0.4800	1.92
					40.12	40.74			163	0.5393	2.16
2	КБ5-63-1	Заповнення гелевим композитом	1м3 конструктивного об'єму порожнин	0.125	3420.57	253.75	428	21	32	2.5500	0.32
					166.82	88.14			11	1.2565	0.16
Разом прямих витрат по кошторису							1313	181	408	2.24	
									174	2.32	
Разом прямі витрати						грн.	1313				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	724				
вартість ЕММ						грн.	408				
в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.		174			
заробітна плата робітників						грн.		181			

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

41_лк 02-001-008

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		всього заробітна плата				грн.		355			
		Загальновиробничі витрати				грн.	196				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах				люд-г					0.55
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		64			
		Всього по кошторису				грн.	1509				
		Кошторисна трудомісткість				люд-г					5.11
		Кошторисна заробітна плата				грн.		419			

Таблиця 5.2 - Локальний кошторисний розрахунок на будівельні роботи № 02

на	підсилення основи струменевої цементизації	
	(найменування робіт та витрат, найменування будівлі, споруди, лінійного об'єкта інженерно-транспортної інфраструктури)	
ОСНОВА: креслення(специфікації)№	Кошторисна вартість	1.533 тис. грн.
	Кошторисна трудомісткість	0.00524 тис. люд.-год
	Кошторисна заробітна плата	0.428 тис. грн.
	Середній розряд робіт	4.5 розряд

Складений в поточних цінах станом на 2024 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год. не зайнятих обслугову- ванням машин	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробітної плати	експлуа- тації машин	тих, що обслуговують машини	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	КБ5-52-1	Буріння свердловин	1м свердловини	4.0	221.13	93.97	885	160	376	0.4800	1.92
					40.12	40.74			163	0.5393	2.16
2	КБ5-63-1	Струменева цементизація	1м3 конструктивн ого об'єму порожнин	0.125	3585.34	253.75	448	29	32	3.5400	0.44
					231.59	88.14			11	1.2565	0.16
Разом прямих витрат по кошторису							1333	189	408	2.36	
									174	2.32	
Разом прямі витрати						грн.	1333				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів і комплектів						грн.	736				
вартість ЕММ						грн.	408				
в т.ч. заробітна плата в ЕММ						грн.		174			
заробітна плата робітників						грн.		189			

Будівельні Технології: Кошторис 8.3 Онлайн

41_лк 02-001-009

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		всього заробітна плата				грн.		363			
		Загальновиробничі витрати				грн.	200				
		трудоємність в загальновиробничих витратах				люд-г					0.56
		заробітна плата в загальновиробничих витратах				грн.		65			
		Всього по кошторису				грн.	1533				
		Кошторисна трудоємність				люд-г					5.24
		Кошторисна заробітна плата				грн.		428			

Порівняння варіантів фундаментів наведено в таблиці 5.3

Таблиця 5.3 – Порівняння варіантів фундаментів

Показники (дані)	Варіанти фундаментів	
	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, грн.	1313	1333
Кошторисна трудоємність, люд-год.	5,11	1353
Кошторисна заробітна плата, грн.	419	109847
Загальновиробничі витрати, грн.	196	51398
Усього за кошторисом, грн.	1509	1533

Отримані дані свідчать, що варіант підсилення основи 1 – застосування гелевих композитів є більш економічно вигідним.

Висновок за розділом 5

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних варіантів підсилення основ. Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу Будівельні технології. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю.

Порівнюючи кожний варіант із таблиці 5.3 ми бачимо, що найбільш економічним є 1 варіант підсилення фундаменту гелевими композитами (за результатами наукових досліджень). Кошторисна вартість на влаштування становить – 1,509 тис. грн., кошторисна трудоємність – 5,11 люд-год.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У магістерській кваліфікаційній роботі досліджено ефективність використання гелевих композитів для закріплення основ у будівництві. Це рішення має ключове значення для підвищення надійності та довговічності споруд у складних інженерно-геологічних умовах.

Основні результати дослідження:

- Аналіз сучасних методів закріплення основ показав, що ін'єктування є одним із найефективніших підходів, оскільки дозволяє адаптуватися до різних геологічних умов та скоротити обсяги земляних робіт.
- Вивчення властивостей гелевих композитів виявило їх переваги над традиційними матеріалами, зокрема підвищену водонепроникність, довговічність і стійкість основ у складних умовах, таких як високий рівень ґрунтових вод.
- Розроблено практичні рекомендації для застосування гелевих композитів у різних інженерно-геологічних умовах. Результати дослідження можуть бути використані при проєктуванні об'єктів у зонах підвищеного ризику осідання основ.
- Економічний аналіз підтвердив доцільність використання гелевих композитів завдяки зниженню витрат на ремонт і підвищенню довговічності споруд, що забезпечує окупність інвестицій.

Загалом, застосування гелевих композитів для закріплення основ є ефективним і раціональним рішенням, яке сприяє підвищенню стабільності, безпеки та економічності будівельних проєктів. Результати роботи мають значний теоретичний і практичний потенціал для сучасного будівництва.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Шевчук О. О. Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом [Електронний ресурс]/ О. О. Шевчук, Н. В. Блащук, // Матеріали міжнародної науково-технічної конференції «Інноваційні технології в будівництві» (2024), Вінниця, 20-22 листопада 2024 р. Електрон. текст. дані. 2024. Режим доступу: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2024/paper/viewFile/22651/18708>
2. Butlin J. Our common future. By World commission on environment and development. / London, Oxford University Press, 2007. 383p.
3. Kates R., Parris T., Leiserowitz A. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. – Environment: Science and Policy for Sustainable Development, № 3. – P.8-21
4. Aschwanden A., Fahnestock M., Truffer M. et al. Contribution of the Greenland Ice Sheet to sea level over the next millennium Science Advances / 2019, Vol. 5, no. 6, eaav9396 DOI: 10.1126/sciadv.aav9396
5. Резолюція Генеральної Асамблеї ООН «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року» / Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sdgs.un.org/2030agenda>
6. Global fires are up 13% from 2019's record-breaking numbers [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.independent.co.uk/climate-change/news/climate-crisis-fires-global-heating-amazon-california-eu-a9690146.html>
7. RetroFirst /Architect's Journal. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.architectsjournal.co.uk/news/retrofirst>
8. Share of deaths from air pollution [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ourworldindata.org/grapher/share-deaths-air-pollution?time=2017>

9. Sustainable consumption and production / ООН [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>
10. The Causes of Climate Change [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://climate.nasa.gov/causes/>
11. The global construction market was estimated to be around \$17140 billion as of 2017 [Електро-нний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.prnewswire.com/news-releases/the-global-construction-market-was-estimated-to-be-around-17140-billion-as-of-2017-300713756.html>
12. ECSC Report ‘LCA for steel construction’. Document RT913. July 2022. Steel Construction Institute
13. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector //Global Status Report 2017 UNEP. – 48p.
14. Франчук Г.М., Запорожець О.І., Архіпова Г. І. Урбоекологія і техноекологія: підручник – К.: Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2011. – 496с.
15. Life Cycle Design An Experimental Tool for Designers: F.Thiebat 2019. – 170p.
16. Lovelock J. The Vanishing Face of Gaia: A Final Warning: Enjoy It While You Can – Allen Lane, 2009 – 208p.
17. Paris Agreement. United Nations Treaty Collection. 8 July 2016. – 7p.
18. Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector //Global Status Report 2017 UNEP. – 48p.
19. Trabucco D., Wood A., Popa N., Vassart O., Davies D. Life Cycle Assessment of Tall Building
20. Structural Systems. Council on Tall Buildings and Urban Habitat: Chicago, 2015. – 191p. 1.35. Walter Z., Sillanpää M. Systems engineering as a holistic approach to life cycle designs/John Wiley & Sons, 2019. – 528p.

21. Kates R., Parris T., Leiserowitz A. What is Sustainable Development? Goals, Indicators, Values, and Practice. – Environment: Science and Policy for Sustainable Development, № 3. P.8-21
22. Aschwanden A., Fahnestock M., Truffer M. et al. Contribution of the Greenland Ice Sheet to sea level over the next millennium Science Advances / 2019, Vol. 5, no. 6, eaav9396 DOI: 10.1126/sciadv.aav9396
23. Xu Y. et al. Global warming will happen faster than we think, Nature, 2018 /564 (7734). – P.30-32
24. 4 факти про те, як глобальне потепління позначиться на українському сільському госпо-дарстві /2018 [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://businessviews.com.ua/ru/strategies/id/globalne-poteplinnja-i-ukrajina-1899>
25. Будівельна галузь увійшла у трійку лідерів за об'ємами вкладених інвестицій за підсумками 2018 року [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.unn.com.ua/uk/news/1787647-budivelnna-galuz-uviyshla-u-triyku-lideriv-za-obyemami-vkladenikh-investitsiy-za-pidsumkami-2018-roku>
26. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. [Чинний від 2019-01-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2018. 30 с. (Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів)
27. ДБН В.2.2-3:2018. Заклади освіти. Будинки і споруди- [Чинний від 2018-09-01] – К.: Мінрегіонбуд України, 2018. – 90 с. – (Державні будівельні норми України).
28. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021-05-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2021. 30 с.
29. Дудар І. Н., Потапова Т. Е., Прилипко Т. В. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт по зведенню надземної частини будівель та споруд : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2006. 132 с.

30. Сердюк В. Р., Ровенчак Т. Г. Розробка проекту виконання робіт для будівельного об'єкта: навчальний посібник. Вінниця : ВДТУ, 2002. 114 с.

31. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013. Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2014. 97 с.

ДОДАТКИ

ПРОТОКОЛ
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота
(БДР, МКР)

Підрозділ: кафедра БМГА, ФБЦЕІ
(кафедра, факультет)

Керівник: Блащук Н.В., доцент
(прізвище, ініціали, посада)

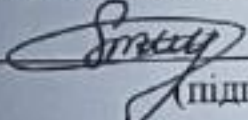
Показники звіту подібності

Turnitin	
Оригінальність, %	93
Загальна схожість, %	7

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

- ☒ Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
- ☐ Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Заявляю, що ознайомлений (-на) з повним звітом подібності, який був згенерований Системою щодо роботи (додається)

Автор 
(підпис)

Шевчук О.О.
(прізвище, ініціали)

Опис прийнятого рішення

Робота ухвалена перевірку
на плагіат та допущення до
захисту

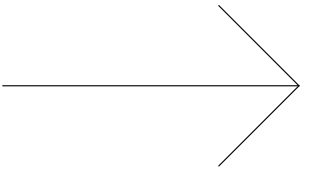
Особа, відповідальна за перевірку 
(підпис)

Блащук Н.В.
(прізвище, ініціали)

Додаток Б – Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, новизна
Лист №2	Струменева цементация ґрунтів та ін'єктування
Лист №3	Огляд основних методів зміцнення ґрунтів
Лист №4	Моделювання ґрунту з гелем композитом
Лист №5	Висновки наукової частини
Лист №6	Генеральний план , План озеленення пришкільної території
Лист №7	Фасад в осях 15-1, Фасад в осях 1-15, Фасад в осях Л-А, Фасад в осях А-Л, Відомість опорядження фасадів, Техніко-економічні показники, 1-1, 2-2
Лист №8	План на відмітці 0,000 , План на відмітці 3,600 , План на відмітці 7,200 , Експлікація приміщень 0,000 , Експлікація приміщень на відм. 3,600 , Експлікація приміщень на відм. 7200
Лист №9	Технологічна карта на підземний цикл

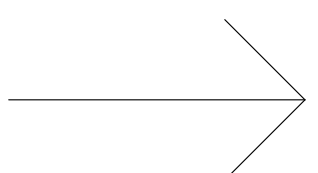
АКТУАЛЬ- НІСТЬ



Сучасне будівництво значною мірою залежить від міцності й стабільності обґрунтованих основ, які є основою для спорудження будівель та інженерних споруд. У зв'язку з урбанізацією, кліматичними змінами та зростанням техногенного впливу, існує потреба в ідеальних методах закріплення обґрунтувань. Закріплення основ із використанням гелевих композитів забезпечує високу стабільність ґрунту, його водонепроникність та довговічність, що особливо актуально для зведення об’єктів у складних геологічних умовах.

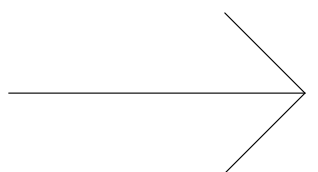
Водночас розробка й впровадження таких технологій сприяють зменшенню витрат матеріалів та енергії на будівництво, покращенню безпеки споруд та екологічних показників. Тому дослідження параметрів обґрунтованої основи при використанні гелевих композитів є успіхом для підвищення надійності будівельних проектів.

МЕТА



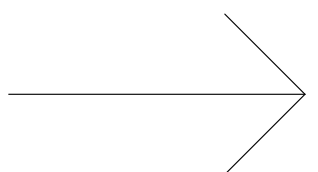
Розробити рекомендації щодо визначення параметрів основи при її закріпленні гелевим композитом у складних інженерно-геологічних умовах.

ЗАДАЧІ



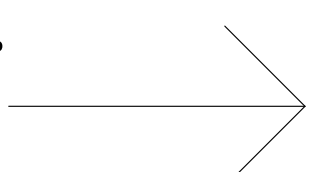
- Аналіз основних властивостей ґрунтових основ, що впливають на ефективність їхнього закріплення гелевими композитами.
 - Дослідження характеристик гелевих композитів та оцінка їхнього впливу на міцність і довговічність ґрунтових основ.
 - Розробка методики визначення параметрів ґрунтових основ після закріплення гелевими композитами.
 - Моделювання процесу закріплення ґрунтів із використанням гелевих композитів у різних інженерно-геологічних умовах.
- Підготовка практичних рекомендацій щодо застосування гелевих композитів у будівництві на основі отриманих результатів.

ОБ'ЄКТ



Процес закріплення ґрунтових основ із використанням гелевих композитів у будівництві.

ПРЕДМЕТ



Методологія закріплення основ із використанням гелевих композитів.

НОВИЗНА



Отримані результати дозволяють адаптувати методику закріплення до різних геологічних умов і забезпечують підвищення стабільності обґрунтованих основ.

						08-11МКР.017-Н						
						м. Вінниця						
Зм.	Київ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом			Сторін	Аркш	Аркшів	
Розробив	Швець В. В.									п	1	9
Перевірив	Блащук Н. В.											
Керівник	Блащук Н. В.											
Начк. контроль	Масловська І. В.									Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, новизна		
Опозначит	Слободян Н. М.											
Затвердив	Швець В. В.						ВНТУ, гр. 16-23м					

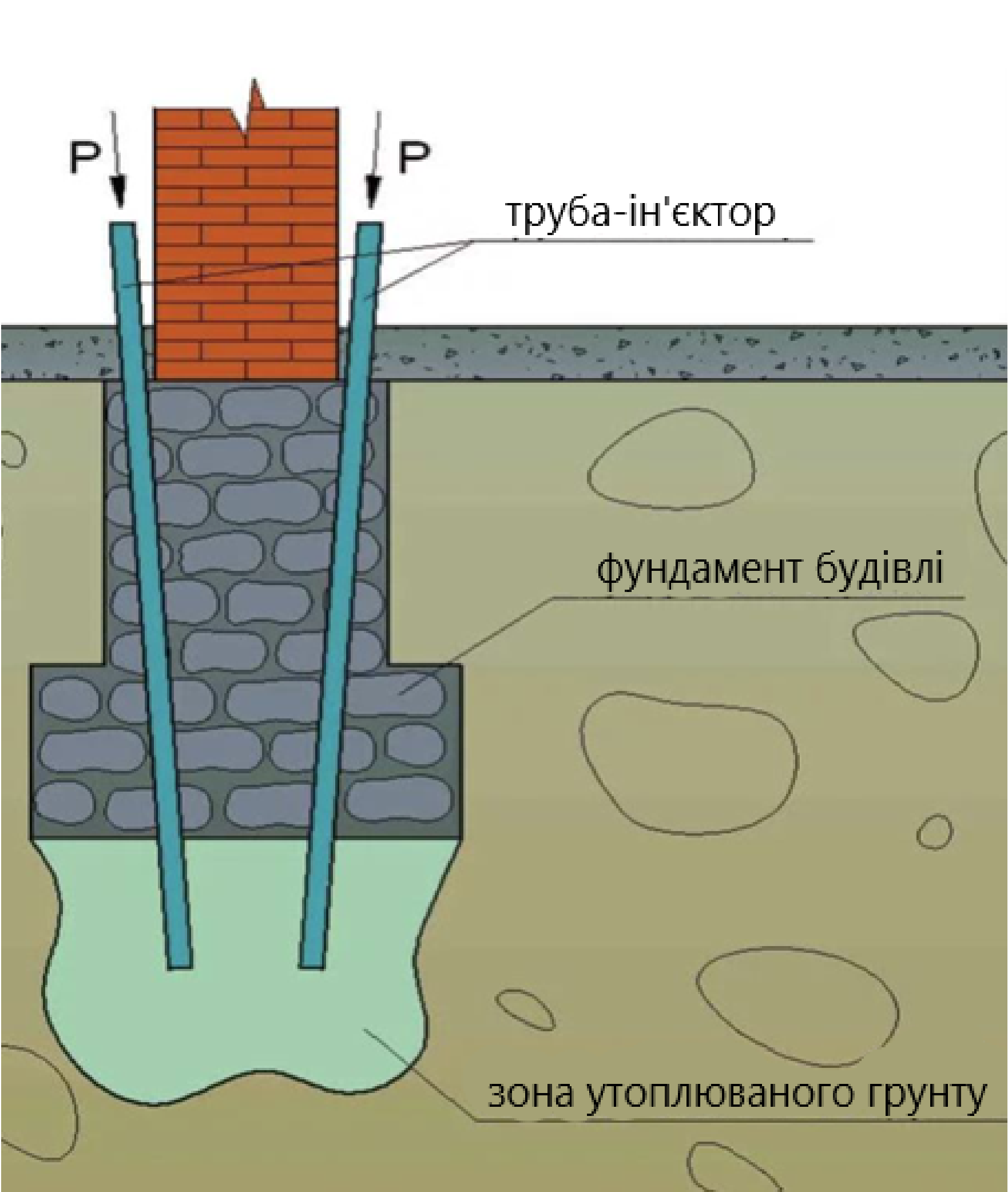
СТРУМЕНЕВА ЦЕМЕНТАЦІЯ ҐРУНТІВ ТА ІН'ЄКТУВАННЯ

Герметизація тріщин та підвищення їх ефективності.

Заповнення порожнин і порожнин у ґрунті (наприклад , карстові порожнини).

Захист від підтоплення та проникнення ґрунтових вод. Метод ін'єктування, існують різні методи ін'єктування для зміцнення ґрунту, що відрізняються вибором за твердіючим матеріалом і технологією його використання. Залежно від складу матеріалу можна виділити такі типи:

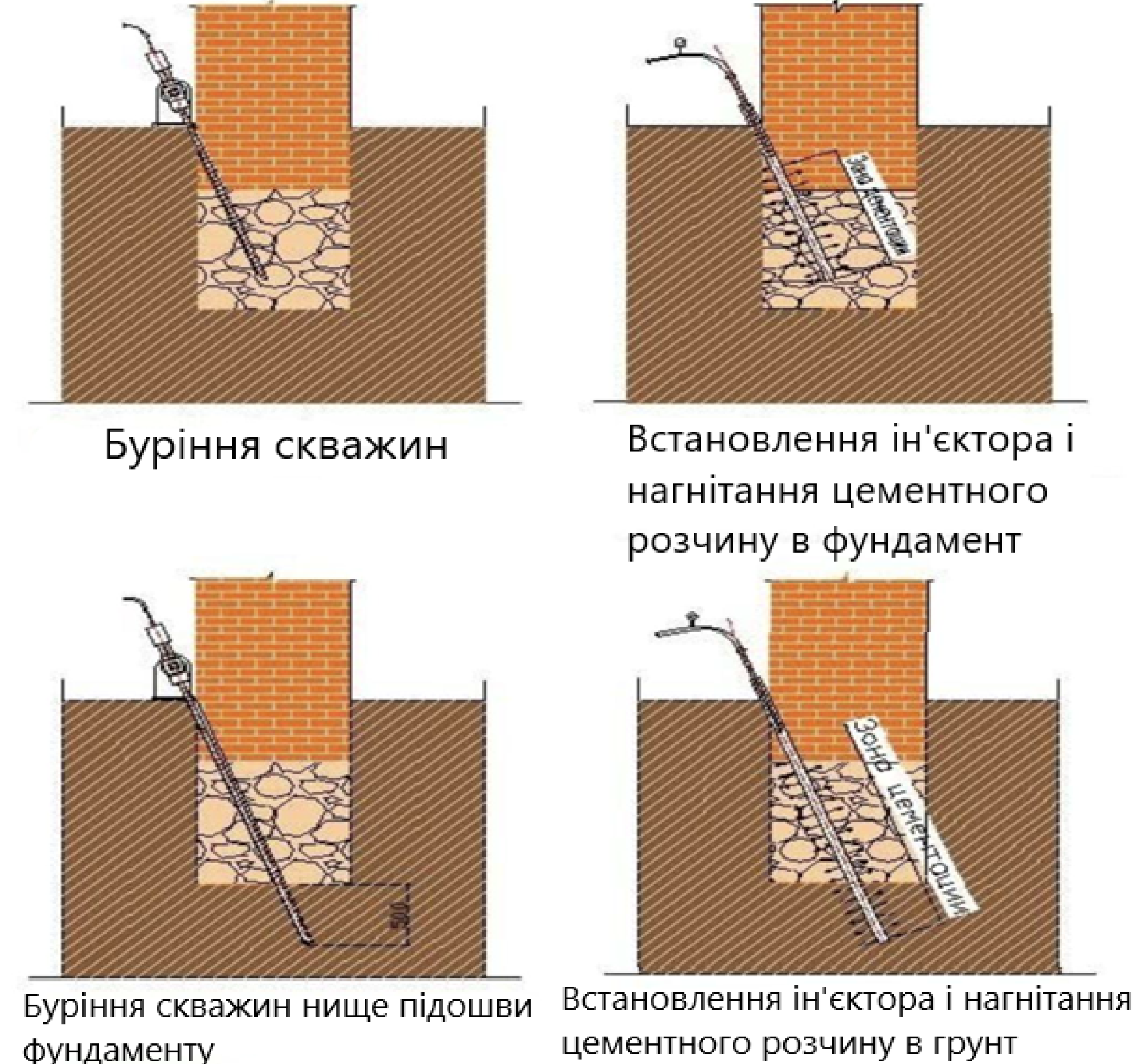
1. Цементация: Цементация є одним найпоширеніших методів ін'єктування. При цементации, цементный розчин вводиться впробурену свердловину. Після введення розчину, він починає тверднути, утворюючи міцну сполучену речовину, яка зміцнює ґрунт та забезпечує його стабільність
2. Силикатизация: Метод силикатизации включає введення в ґрунт силикату натрію, який змішується з кислотними або лужними отворами деталями. Метою цього методу є зміна властивостей ґрунту шляхом хімічної реакції між силикатом натрію та ґрунтом. Результатом є зміцнення ґрунту та підвищення його стійкості.
3. Смолизация ґрунту: Метод смолизации ґрунту включає використання полімерних смол, які попередньо змішуються зі слабкими кислотними затверджувачами. При ін'єктуванні такої сумішів в ґрунті, відбувається хімічна реакція, в результатами якої полімерні смоли тверднуть, утворюючи міцні сполучення . Це зміцнює ґрунт та підвищує його механічні властивості.



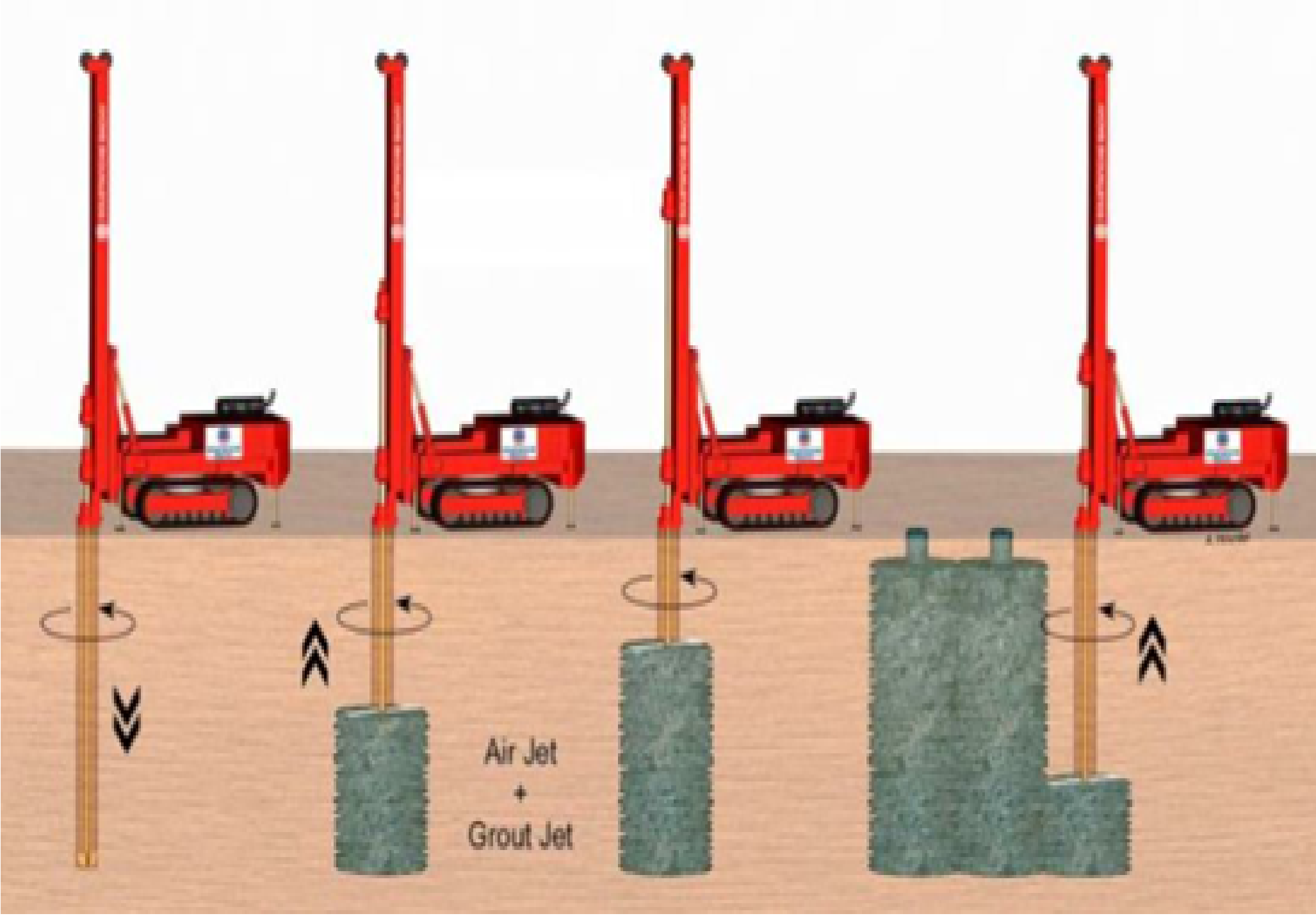
Метод смолизации ґрунту

Метод ін'єктування використовується для особистих цілей, включаючи гідроізоляцію, зміцнення ґрунту, заповнення порожнин та герметизацію тріщин. Принцип роботи методу ін'єктування заключається у введенні спеціальних розчинів або матеріалів у ґрунт, порожнини або тріщини з метою зміни чи поліпшення його властивостей. Процес ін'єктування зазвичай здійснюється за допомогою спеціальних насосів або ін'єкційних пристроїв. Розчини або матеріали, що подаються насосом, можуть бути різними залежно від необхідних властивостей та цілей інженерних робіт. Наприклад, для гідроізоляції можуть використовувати еластичні розчини, здатні утворювати водонепроникну мембрану або заповнювати тріщини, щоб запобігти проникненню вологи.

						08-11МКР.017-Н		
						М. Вінниця		
Зм.	Київ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом		
Розробил	Шефчик О. О.							
Перевірив	Блащук Н. В.					Склад	Аркш	Аркшів
Керівник	Блащук Н. В.					п	2	9
Нач. контроль	Масловська І. В.					Струменева цементация ґрунтів та ін'єктування		
Опонец	Слободан Н. М.							
Затвердив	Шефчик В. В.					ВНТУ, гр. 16-23м		



Метод цементации



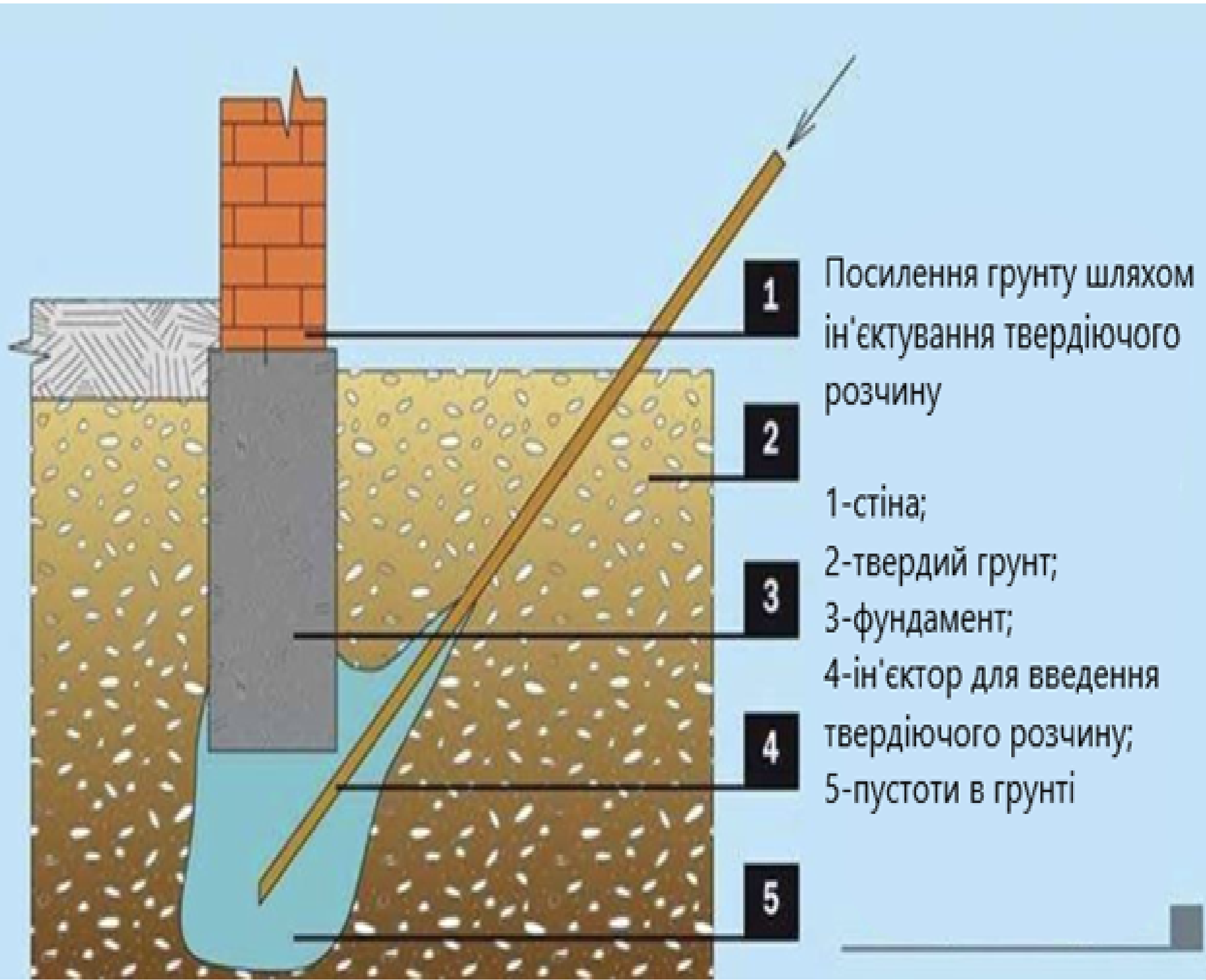
Принцип технології струминної цементации

Хімічні методи армування ґрунту			
Назва методу	Різновидність	Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Силикатизация	Однорозчинна	Піски, пілуваті піски (плавуні), лісові, осадові ґрунти	надійність, довговічність, економічність. Відсутність впливу агресивних середовищ /Обмеження у вологості ґрунтуЕкономія часу, висока міцність, більш однорідний масив Обмеження у вологості ґрунту
	Двухрозчинна		
	Газова		
Смолизация	Однорозчинна, дворозчинна	Піщані (середні, дрібні, пілуваті), лісові ґрунти	Висока міцність, швидкий набір міцності. Стійкість ґрунту до дії агресивних середовищ Виділення карбомідними смолами токсичного формальдегіду
Використання ензимів	—	Глинисті ґрунти	Економія витрат на етапах будівництва та експлуатації Відсутність нормативів, мала вивченість методу
Струменева цементация	Однокомпонентна, трикомпонентна	Гравілісті, великі та середньозернисті піски, глини	Висока швидкість, можливість працювати у стиснених умовах, гнучкість. Дороге обладнання
Бітумизация	Гаряча	Скельні породи	Можливість застосування ґрунтів з будь-якими агресивними водами, для великих скоростей водного потоку Складне технічне обладнання, підвищенні заходи безпеки
	Холодна	Скельні породи, піски	Економія палива, трудовитрат, бітуму Сильна плинність бітуму (можливість прориву бітумізаційної завіси під великим тиском ґрунтових вод)

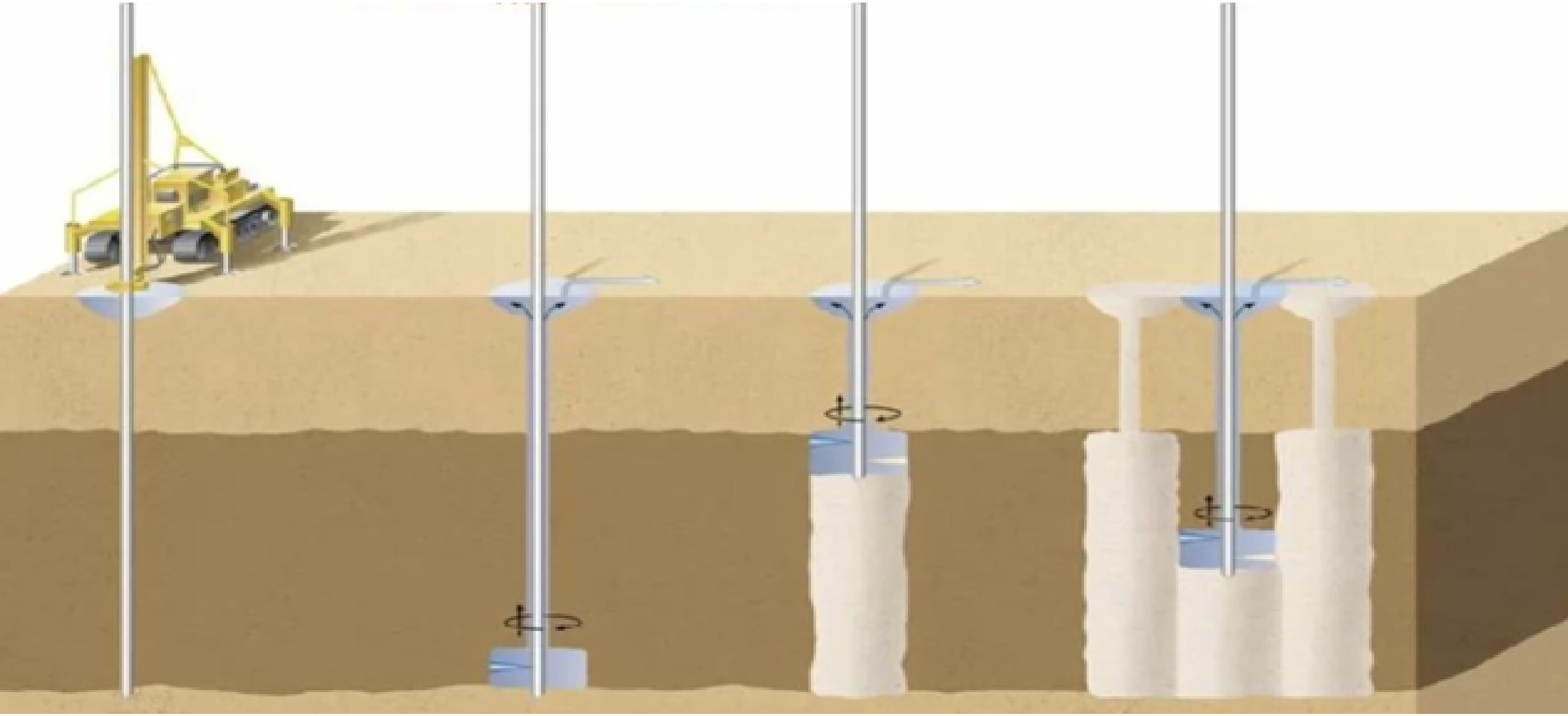
ОГЛЯДОСНОВНИХ МЕТОДІВ ЗМІЦНЕННЯ ГРУНТІВ.

Хімічні методи ущільнення ґрунту

Назва методу	Різновидність		Рекомендовані ґрунтові умови	Переваги/Недоліки
Термічне закріплення	Гаряче повітря, спалення палива		Лісоподібні, неводонасичені пилувато-глинисті ґрунти	Відносно швидкий набір міцності /Висока ціна
Заморожування	За допомогою азоту		Водоносні ґрунти (від глинистих до скельних)	Можливе використання будь-яких водоносів ґрунтів, на будь-якій глибині. Добре розвиненої науково-технічної бази Невелика тривалість збереження ефекту (тільки при дії заморожування)
Відтавання	Штучне	Природне	ґрунти в замерзлому стані	Можливість виконання робіт у обмежених умовах, поблизу комунікацій, в аварійних умовах. Може відбуватися в любому напрямку Значна трудомісткість, енергетичні Витрати Економічність методу Обмеження протікання, тільки зверху вниз, неможливий контроль
Електроосмос			Водонасичені зв'язні ґрунти	Найбільш підходящий метод для водонасичених ґрунтів Необхідність періодичної зміни полярності
Зниження рівня ґрунтових вод	Вакуумний метод		Пісчані ґрунти	Водопониження глибиною від 4,5 до 12 м-коду. Швидкість дії. Мала трудомісткість Неможливість ведення робіт за близького залягання водотривких ґрунтів та близькому розташування споруд



Метод інектування



Метод струминної цементації

Будівництво та інженерні роботи часто зіткаються з проблемами, пов'язаними з нестабільними або слабкими ґрунтами, недостатньою несучою здатністю фундаментів або протіканнями води. Ін'єктування стають невід'ємними методамими для зміцнення ґрунту, підвищення його несучої здатності та запобігання проникненню води. Ін'єктування потрібно, в основному, коли ґрунти на будівельному майданчику є проблемними для будівництва. Пісковики та супіски, що не містять в'язучих глинистих включень, заболочені та водонасичені ґрунти, які схильні до поступового розмивання водою, роздроблені скельні породи з порушеною структурою і недостатньою міцністю, Ін'єктування (рис. 1) - це процес введення спеці-ціальних розчинів, таких як цемент, силікати або смоли, в ґрунт або тріщини з метою зміцненнята герметизації. Шляхом ін'єктування створюється захисний шар або бар'єр, що перешкоджає проникненню води або покращує ґрунтові показники а також ґрунти з водоносними пластами, які можуть розмивати тверді породи. Запобігати розмиванню пластів при будівництві підземних споруд при будівництві як наземних, так іпідземних споруд.

Області застосування струменевої цементації та ін'єктування. Струменева цементація та ін'єктування знаходять застосування в різних галузях геотехніки та будівництва. Залежно від конкретних умові цілей, вибір методу може бути заснований на їхуніх унікальних характеристиках.Струменева цементація широко використовується в слідуючих випадках:

Зміцнення слабких ґрунтів з низькою несучоюздатністю.

Усунення просадок і нерівностей поверх-ності ґрунту.

Зміцнення та ущільнення ґрунтових основ перед будівництвом фундаментів або споруд, або вже після їх будівництва.

Зміцнення схилів та ярів.

Ін'єктування застосовується у наступнихвипадках:

Зміцнення ґрунтових основ та зниження їх водопроникності.

							08-11МКР.017-Н		
							м. Вінниця		
Зм.	Київ.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом		
Розробив	Шефчук О. О.						Сторін	Аркши	Аркциф
Перевірив	Блащук Н. В.						п	з	9
Керівник	Блащук Н. В.								
Начк контроль	Масловська І. В.								
Опонецит	Слободян Н. М.								
Затвердив	Шефчук В. В.								
							Оглядь основних методів змінення ґрунтів		
							ВНТУ, гр. 16-23м		

Моделювання ґрунту з гелем композитом

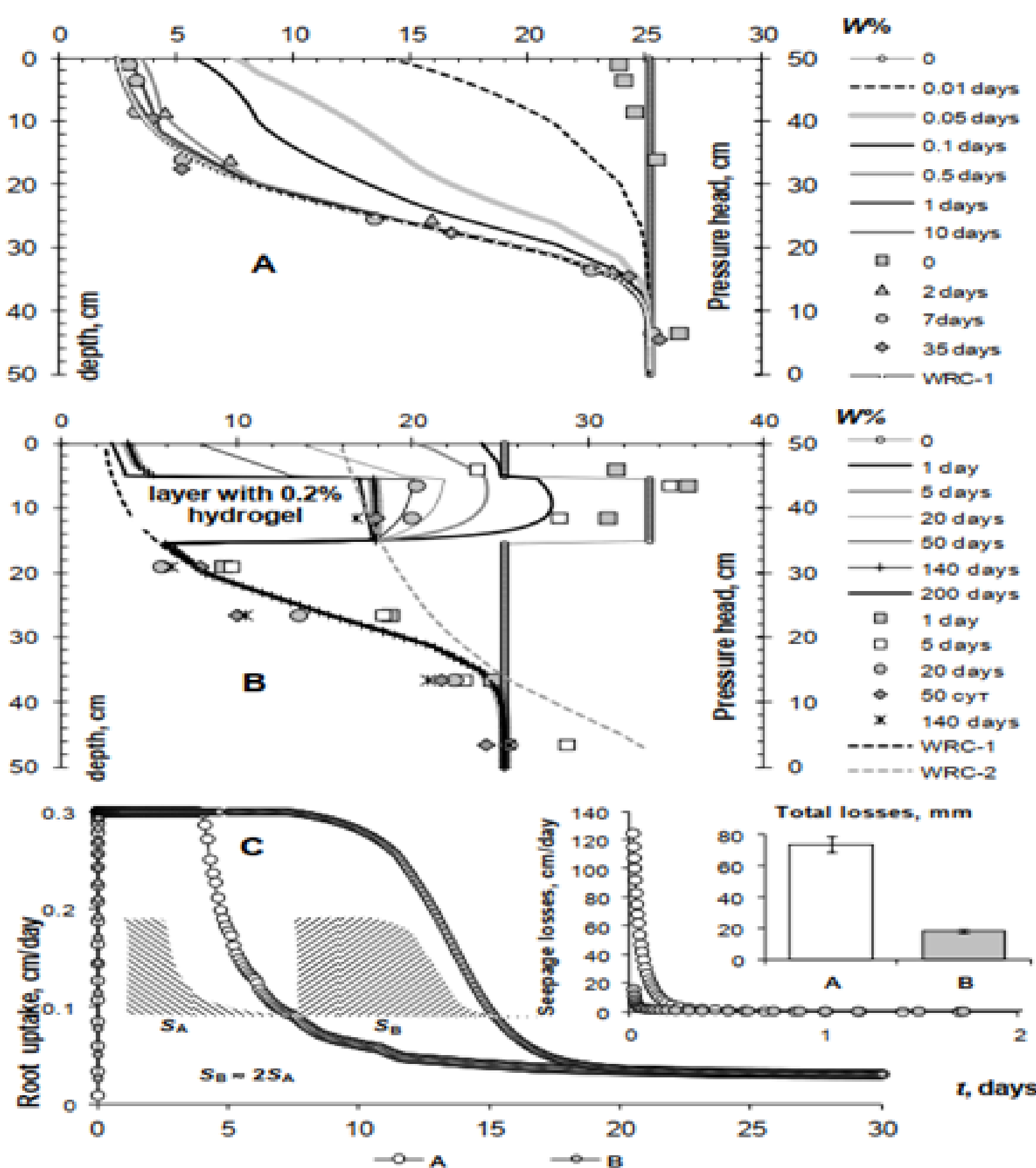


Рисунок 3.1 – Моделювання ґрунту з використанням HYDRUS-1D: (А) – необроблений контроль; (Б) – капілярний гелевий бар’єр; (С) – поглинання води корінням газону (основний малюнок), непродуктивні втрати води (вставка); WRC-1,2 – рівноважна водоутримувальність за WRC піщаного субстрату (1) та його складу. 0,2% гідрогелем (2). інші лінії на малюнках (А, В) є результатами моделювання динаміки води; символи – експериментальні дані вмісту води.

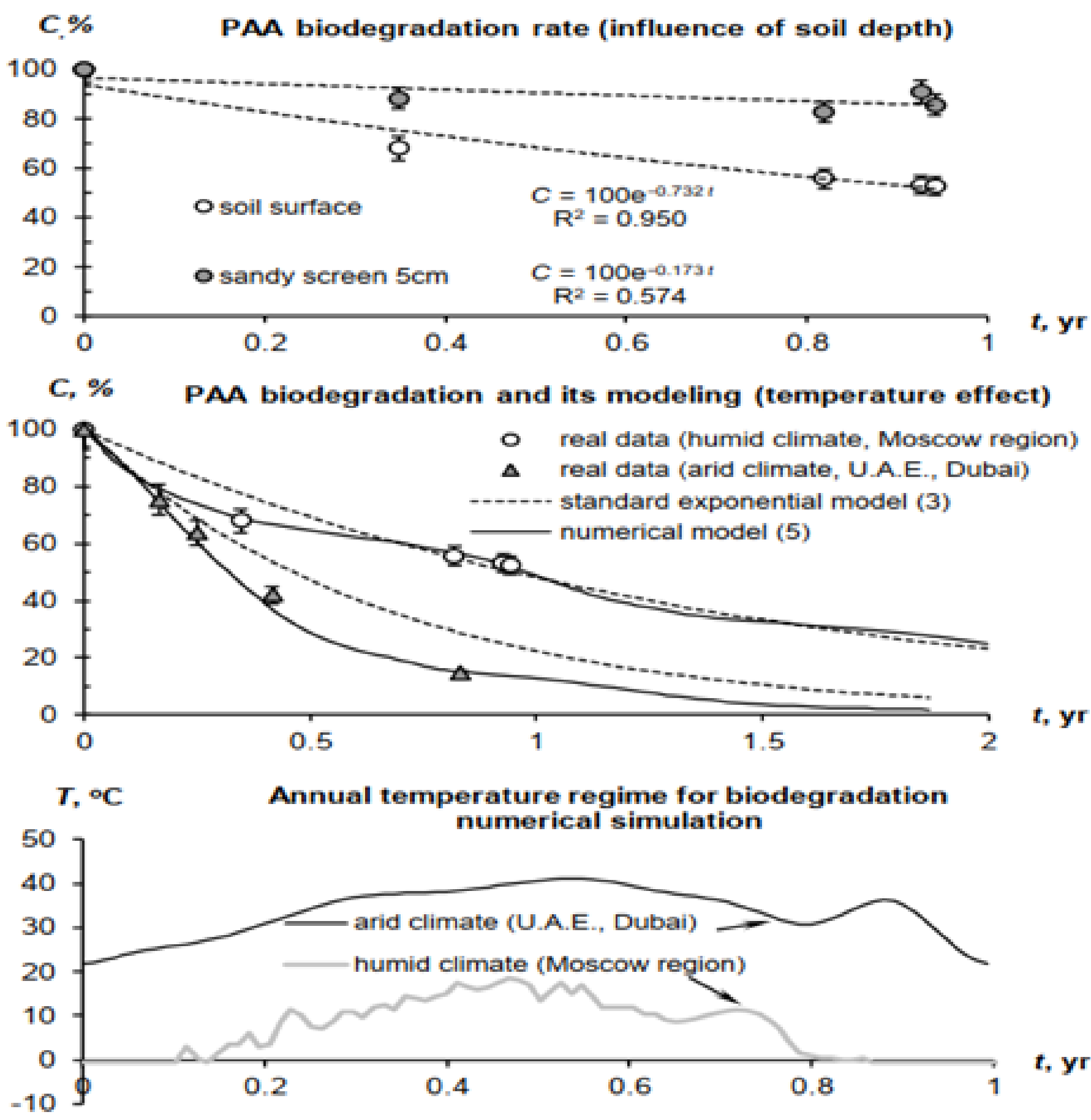


Рисунок 3.2 – Оцінка біодеградації та її комп’ютерне моделювання для гідрогелю ПАА. Використані параметри для експоненціальної моделі (3): $k = 0,732 \pm 0,097$ (поверхня ґрунту); $k = 0,173 \pm 0,067$ (глибина 5 см); д/в параметри для експоненціальної моделі (3): Параметри, що використовуються для чисельної моделі (5): $k_0 = 1,5 \text{ рік}^{-1}$, $Q_{10} = 2$, $T_m = 20$ (вологий клімат), $T_m = 30$ (посушливий клімат).

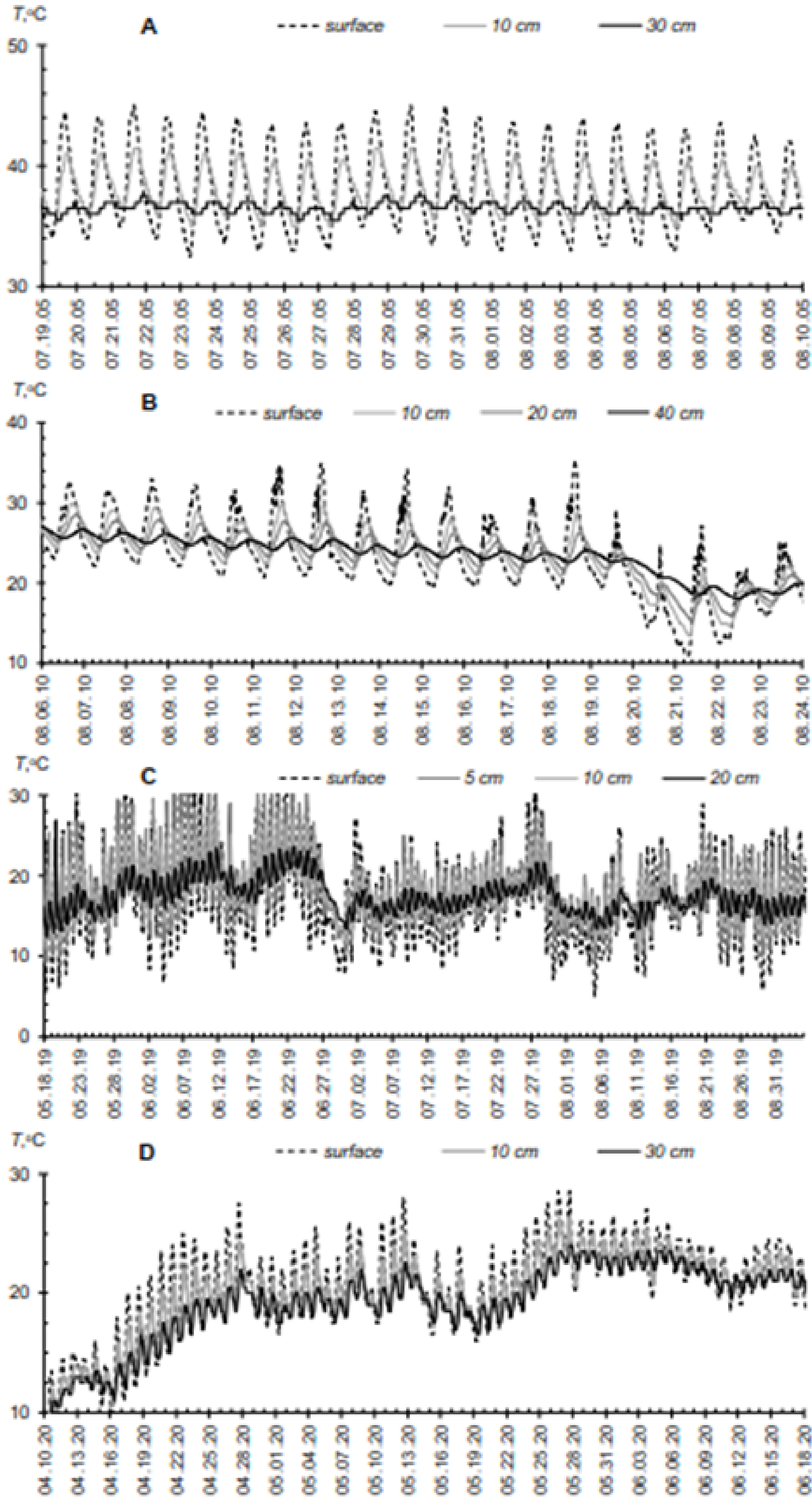


Рисунок 3.4 – Фрагменти моніторингу температури ґрунту (логери DS1923): (А) – Катар (2005); (Б,В) – Українська область (2010, 2019); (D) – Узбекистан (2020)

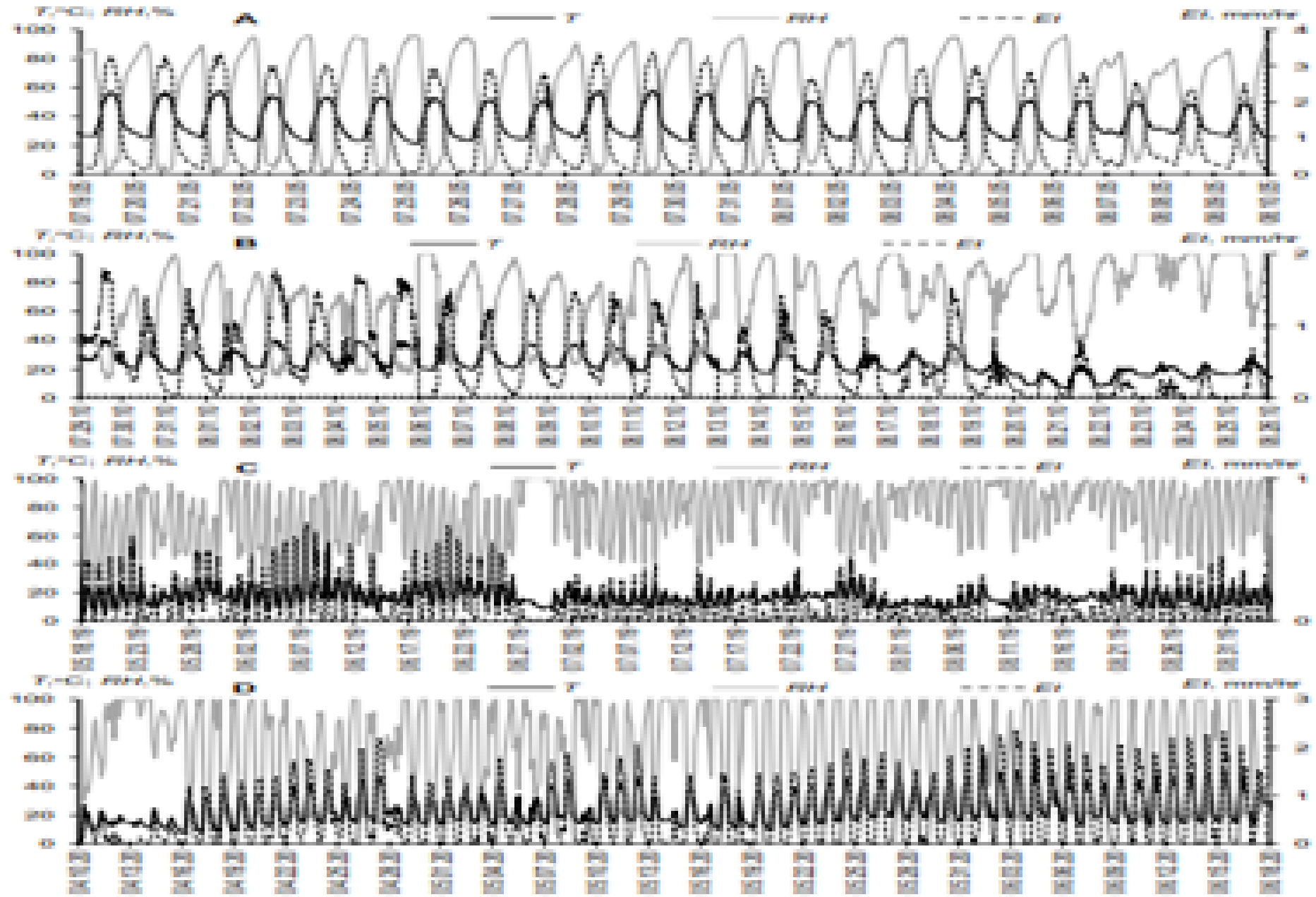


Рисунок 3.3 – Погодні умови вегетаційного періоду (фрагменти моніторингу DS1923): (А) – Катар (2005); (Б,В)–Українська область (2010, 2019); (D)– Узбекистан (2020).

					08-11МКР.017-Н		
				м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		
Розробив	Швець І. А.					Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом	Сторінка
Перевірив	Блащук Н. В.						п
Керівник	Блащук Н. В.						4
Начк. контроль	Масловська І. В.						9
Опонував	Слободан Н. М.						ВНТУ, гр. 16-23м
Затвердив	Швець В. В.						
Моделювання ґрунту з гелем композитом							

Висновки наукової частини

Висновок за розділом 1

Метод ін'єктування обґрунтувань рекомендував себе як високоефективний і надійний спосіб зміцнення обґрунтованих основ у сучасному будівництві. Завдяки своїй універсальності, він дозволяє вирішувати широкий спектр інженерних проблем, включаючи стабілізацію основ, усунення осідання, захист від обґрунтованих вод і ліквідацію наслідків землетрусів.

Різноманітність технологій ін'єктування, таких як цементне, полімерне, силікатне та струменеве цементування, забезпечує можливість адаптації до різних типів обґрунтувань та умов експлуатації. Сучасне обладнання та матеріали роблять процеси точнішим, швидким і мінімально інвазивним, що особливо важливо у випадках роботи в густозабудованих районах або в умовах обмеженого доступу.

Економічна ефективність та екологічна безпека цієї технології надають їй привабливості, дозволяючи знизити витрати на будівництво та ремонт без шкоди для довкілля. Усі ці переваги роблять надійне ін'єктування обґрунтувань невід'ємним інструментом для підвищення довговічності, безпеки та якості будівельних об'єктів

Висновок за розділом 2

У розділі було проведено аналіз основних методів зміцнення обґрунтувань, які поділяються на фізичні, механічні та хімічні. Розглянуто їх переваги, недоліки, а також сферу застосування. Серед фізичних методів виділяється термічне закріплення, яке забезпечує високу міцність, проте потребує значних енергетичних ресурсів. Механічні методи, такі як ущільнення, армування обґрунтувань геосинтетиками та палями, є універсальними та економічно вигідними. Хімічні методи, зокрема силікатизація, смолізація та струменева цементація, вимагають тривалого зміцнення, але вимагають використання складного обладнання та хімічних реагентів.

Найефективнішим є комбіноване використання методів зміцнення, що дозволяє врахувати геологічні умови та специфіку об'єкта. Усі основні методи спрямовані на підвищення несучої дієздатності обґрунтувань, їхню стійкість до деформацій, зниження вразливості до впливу води та інших факторів. Це дозволяє забезпечити довговічність і безпеку будівельних споруд навіть у складних геологічних умовах.

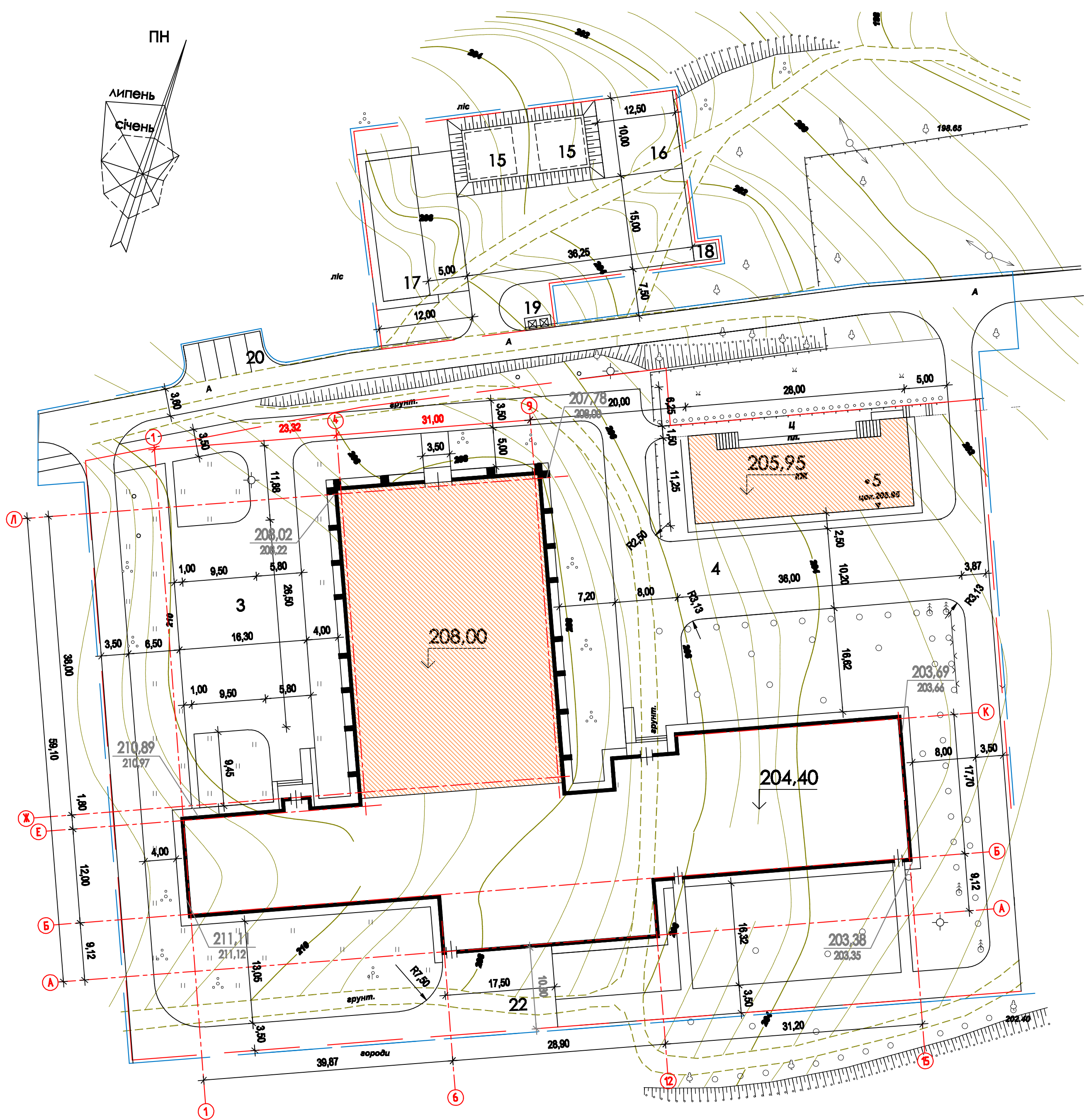
Висновок за розділом 3

Використання гелевих композитів для закріплення обґрунтованих основ є ефективним інженерним рішенням, що дозволяє підвищити несучу здатність, стабільність і довговічність конструкції. Проведений аналіз параметрів обґрунтування, фізико-хімічних властивостей матеріалів та методів моделювання, що підтверджують переваги цієї технології над традиційними методами. Комп'ютерне моделювання, зокрема за допомогою HYDRUS-1D, дозволяє оптимізувати розташування та концентрацію гелевих модифікаторів, забезпечуючи раціональне використання ресурсів та мінімізуючи витрати.

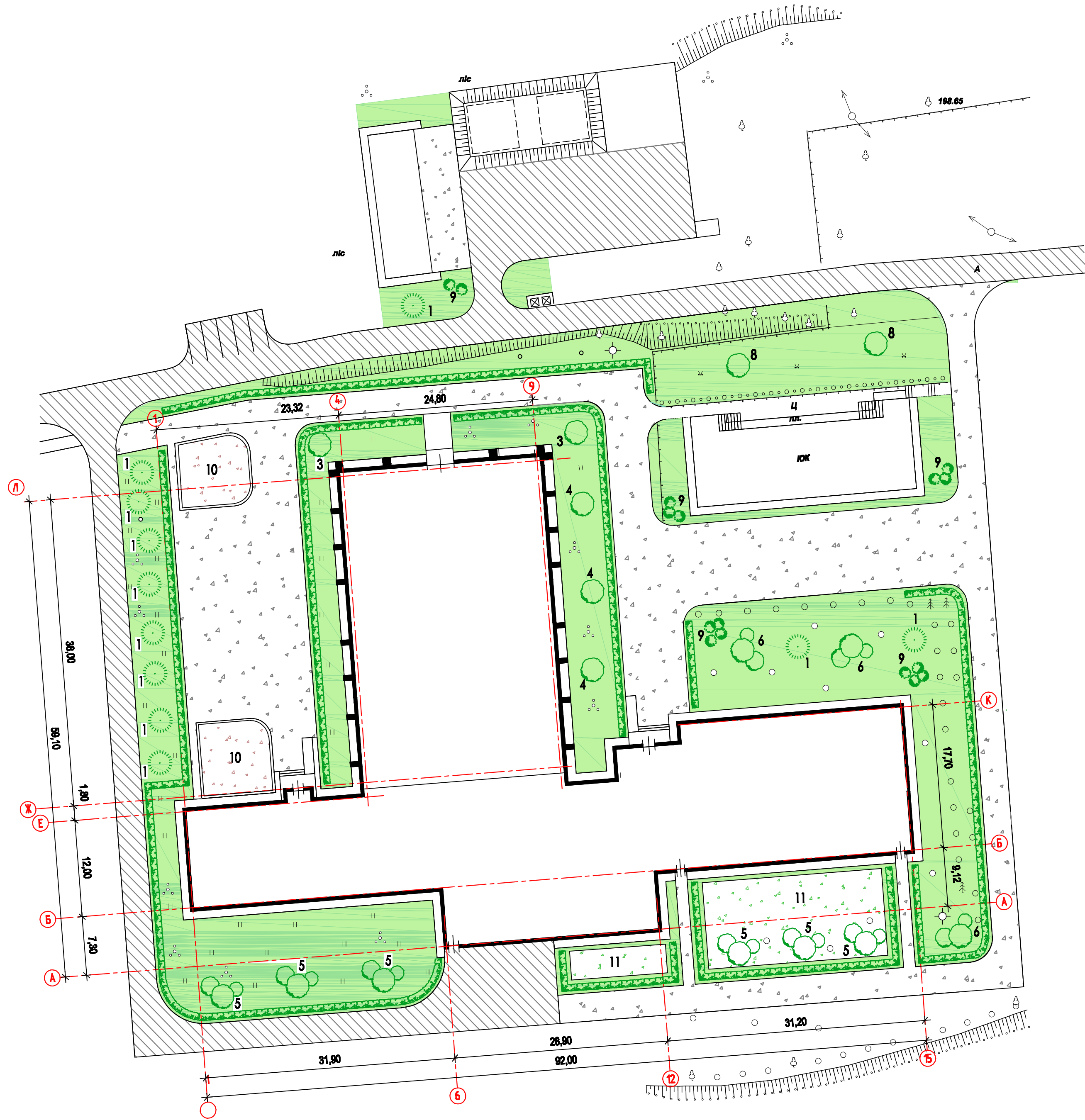
Врахування процесів біодеградації полімерних гідрогелів з метою підвищення ефективності та тривалості впливу гелевих матеріалів, що особливо важливо для умов кліматичних змін. Таким чином, гелеві композити є перспективним рішенням для зміцнення обґрунтувань у різних галузях будівництва.

						08-11МКР.017-Н			
						м. Вінниця			
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом			
Розробив	Шевчук О. О.								
Перевірив	Блащук Н. В.					Сторін	Аркш	Аркшів	
Керівник	Блащук Н. В.					п	5	9	
Начк. контроль	Масловська І. В.					Висновки наукової частини			
Опозначит	Слободян Н. М.								
Затвердив	Шевць В. В.					ВНТУ, зр. 16-23м			

Генеральний план



План озеленення пришкільної території



Експлікація будівель та споруд (початок)

Номер на плані	Найменування	Примітка
1	Загальноосвітня школа І-ІІІ ступенів на 250 учнів	проектуєма
2	Будівля манежу, що зберігається	передбачена реконструкція під спортивний комплекс школи
3	Майданчик для лінійок	проектуємий
4	Майданчик для лінійок	—//—
5	Майстерні	реконструкція
6	Майданчик для рухомих ігор І-ІV класів	проектуємий
7	Майданчик для гімнастики І-ІV класів	—//—
8	Метеорологічний і географічний майданчик	—//—
9	Відділ польових і овочевих культур	—//—
10	Відділ квітково-декоративних рослин	—//—
11	Відділ плодового саду і розплідника	—//—

Умовні позначення:

- Межа введення земельної ділянки
- Межа благоустрою в обсягах робіт
- Наземна споруда, що проектується
- Існуюча будівля манежу, що підлягає реконструкції в спортивний комплекс школи
- Існуюча будівля школи, що підлягає реконструкції

Відомість елементів озеленення

№ п/п	Найменування виду насадження	Вік, років	Кіл.	Примітки
1	Ялина білокітна	5	12	Саджанці
2	Сосна звичайна	5	5	Саджанці
3	Клен гостролистий	5	2	Саджанці
4	Бук звичайний	5	8	Саджанці
5	Горобина звичайна	5	6	Саджанці
6	Акація біла	3	3	Саджанці
7	Вільха звичайна	5	4	Саджанці
8	Горіх чорний	5	3	Саджанці
9	Бузок угорський	3	5	Саджанці
10	Квітник	-	181 м ²	Багаторічні квіти
11	Газон	-	604 м ²	Газонні трави
Посів багаторічних трав		-	8900 м ²	М'ятник луговий, райгрес
Бірючина звичайна		2	620 м.п.	Жива огорожа

Умовні позначення

Існуючі зелені насадження

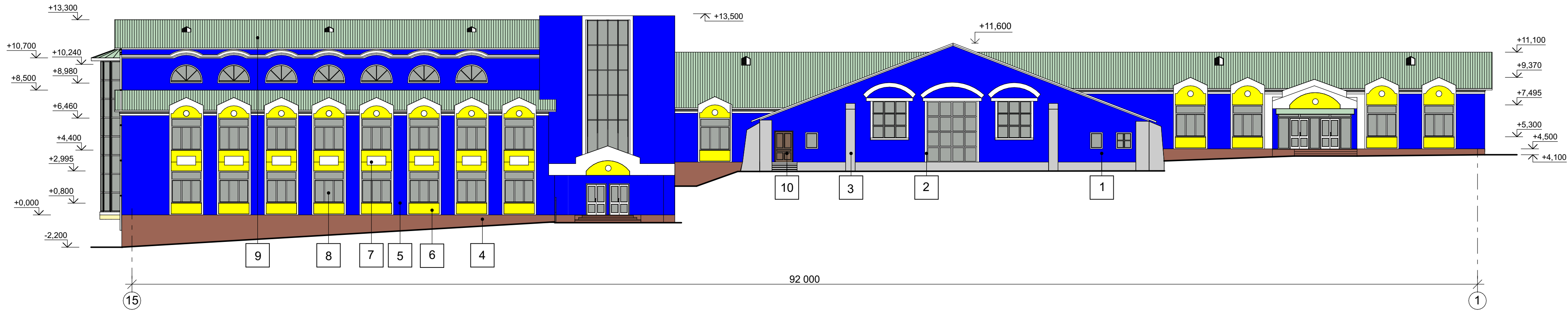
- Дерева листяних порід
- Дерева хвойних порід
- Окремі кущі
- Кущі групової посадки

Запроектовані зелені насадження

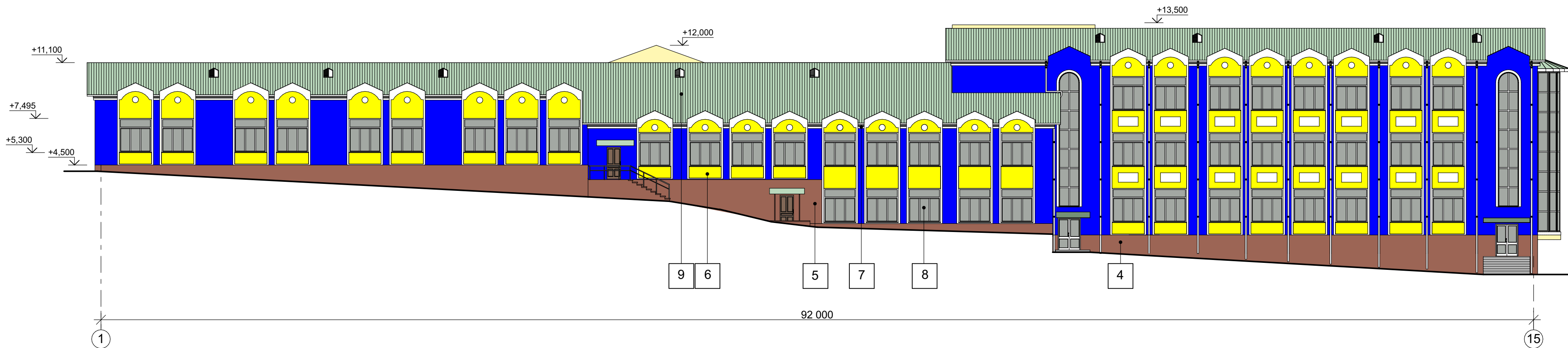
- Дерева листяних порід
- Дерева хвойних порід
- Кущі групової посадки
- Кущі рядової посадки
- Ділянки з посівом багаторічних трав
- Газони

						08-11МКР.017-АБ		
						М. Вінниця		
Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композиціям						Співвід.	Аркш.	Аркш.
Генеральний план, План озеленення пришкольної території						п	6	9
ВНТУ, гр. 16-23м								

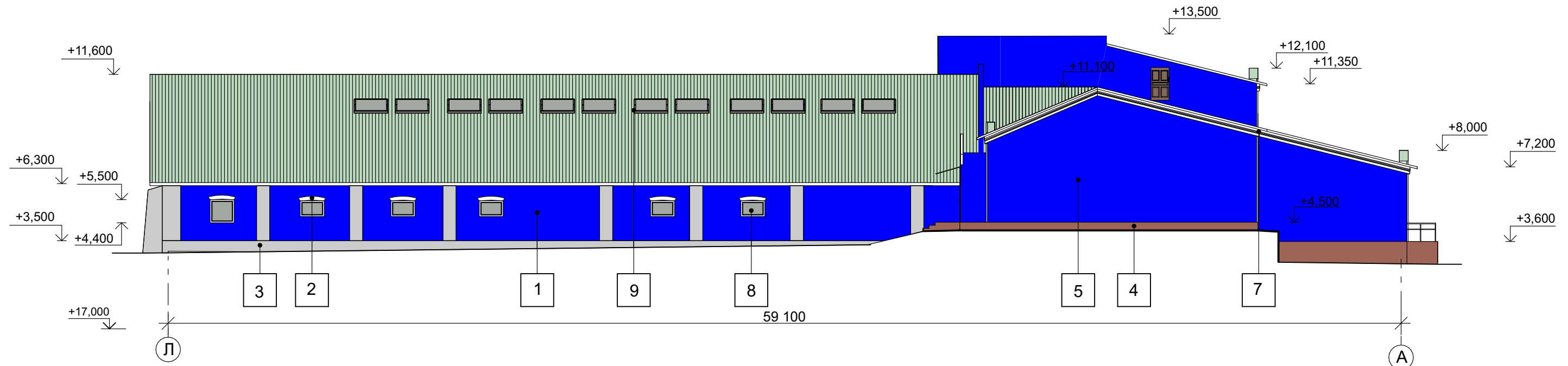
Фасад в осях 15-1



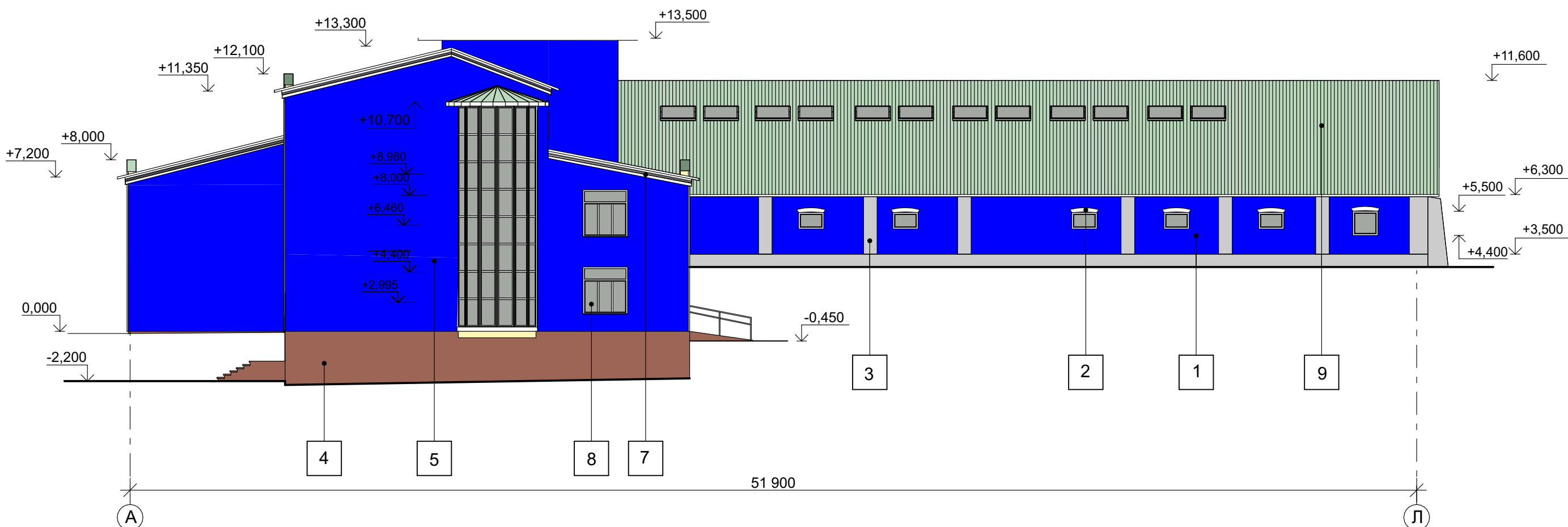
Фасад в осях 1-15



Фасад в осях Л-А



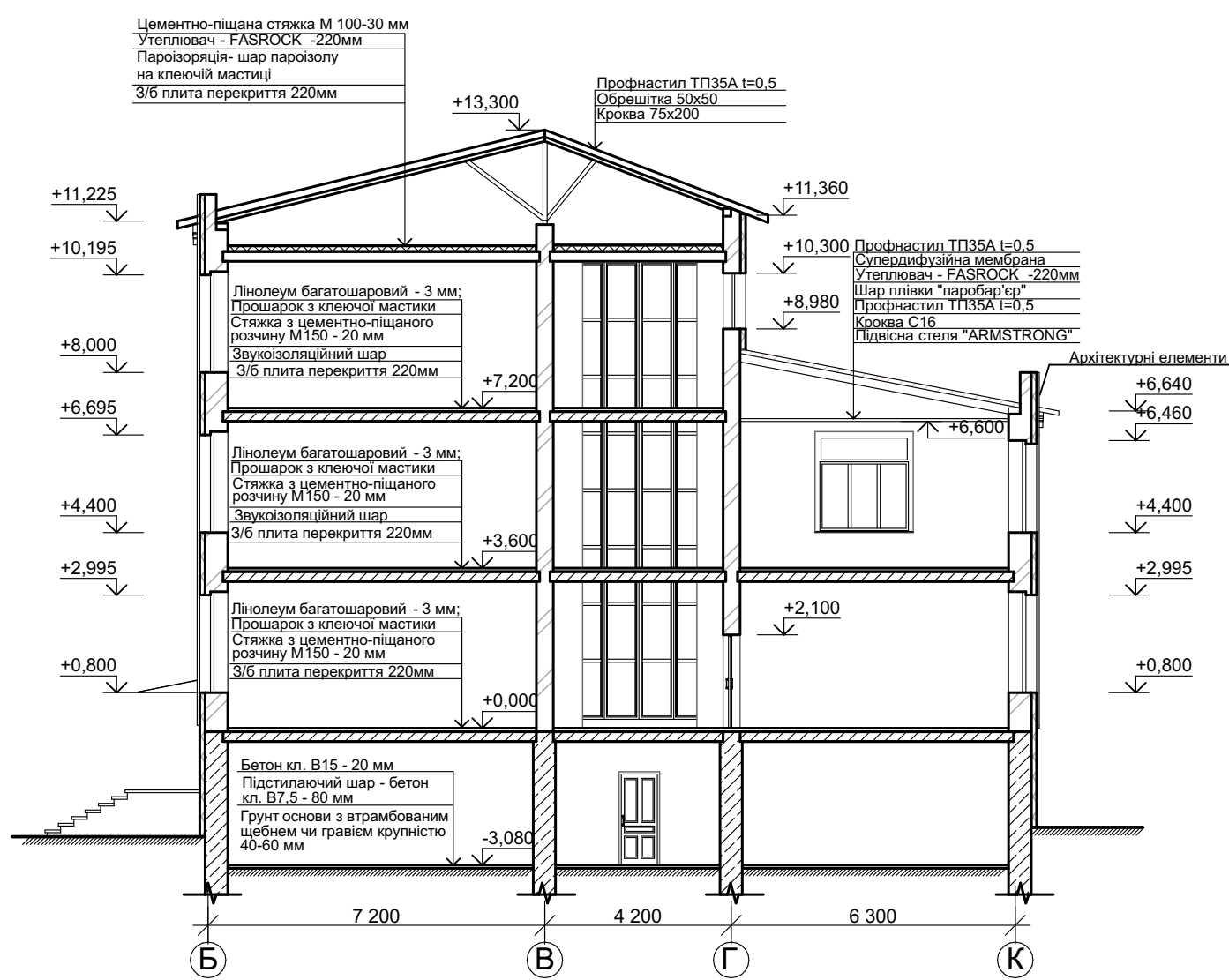
Фасад в осях А-Л



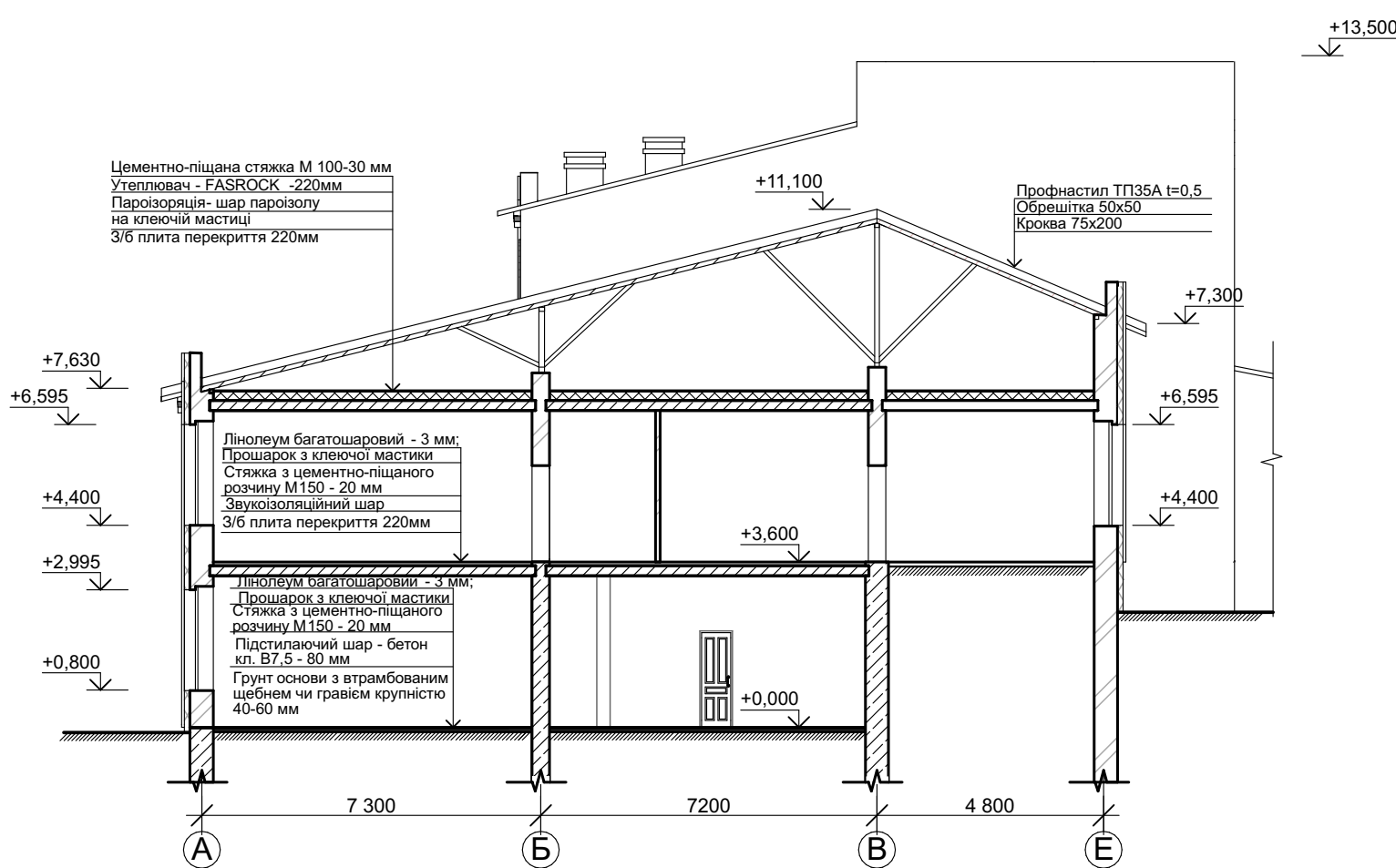
Відомість опорядження фасадів

№ поз.	Елементи будівлі	Вид оздоблення	Колір
1	Стіни пам'ятки архітектури	Штукатурка вапняна реставраційна "Петромикс ШР-3"	Колір по еталону
2	Декоративні елементи стін пам'ятки архітектури	Штукатурка вапняна реставраційна "Петромикс ШР-3"	Білий
3	Контрфорси, цоколь пам'ятки архітектури	Облицювання декоративним каменем	Колір по еталону
4	Цоколь будівлі	Безшовне облицювання полірованими плитами "штучний граніт"	Колір по еталону
5	Стіни будівлі	Декоративна штукатурка	Колір по еталону
6	Ділянки стін	Декоративна штукатурка	Колір по еталону
7	Декоративні елементи стін	Декоративна штукатурка	Білий
8	Вікна	З металопластикового профілю	Білий
9	Покрівля	Профнастил	Колір по еталону
10	Двері дерев'яні	Пофарбування емаллю ПФ-115 "Лакма" за 2 рази	Колір по еталону

1-1



2-2

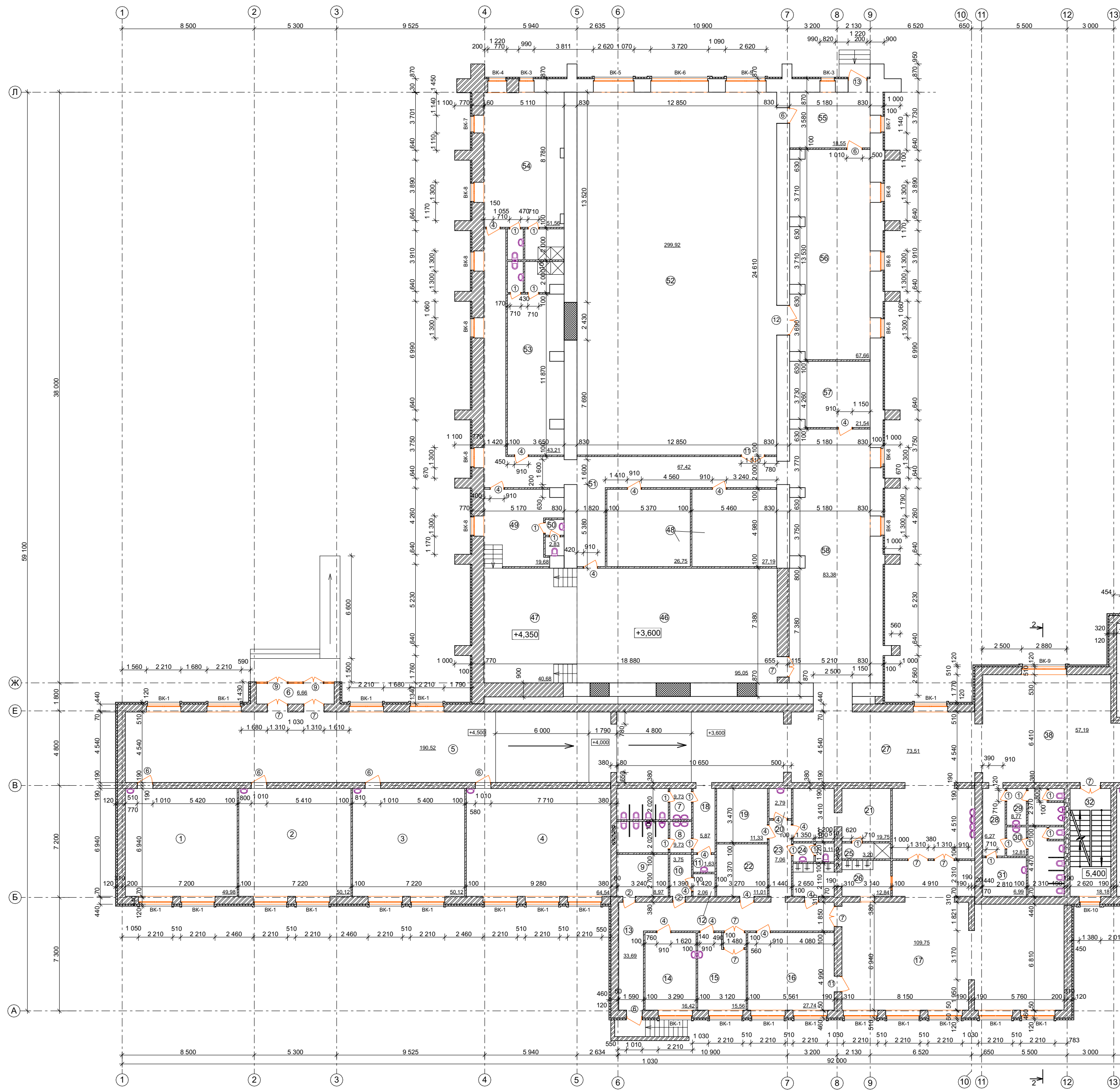


Техніко-економічні показники

№ п/п	Найменування	Од. вим.	Кіл.	Примітки
1	Клас будівлі		II	
2	Ступінь вогнестійкості		II	
3	Загальна площа	м ²	3331,0	
4	Будівельний об'єм	м ³	13 190	
5	Площа забудови	м ²	2714,6	

08-11МКР.017-АБ									
М. Вінниця									
Зн.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелієм композитом			
Розробив	Шефчук О. О.					Сторож	Архив	Архив	
Перевірив	Блощук Н. В.					п	7	9	
Керівник	Блощук Н. В.								
Нач. контроль	Масдасько І. В.								
Опонував	Слободян Н. М.								
Затвердив	Шефчук В. В.					ВНТУ, гр. 16-23м			

План на відмітці 3,600



Умовні позначення:

- запроектовані цегляні стіни
- стіни з пінобетонних блоків
- ділянки стін, що замуровуються
- утеплювач із мінераловатних плит
- цегляні перегородки
- перегородки з пінобетонних блоків
- металевий профлист

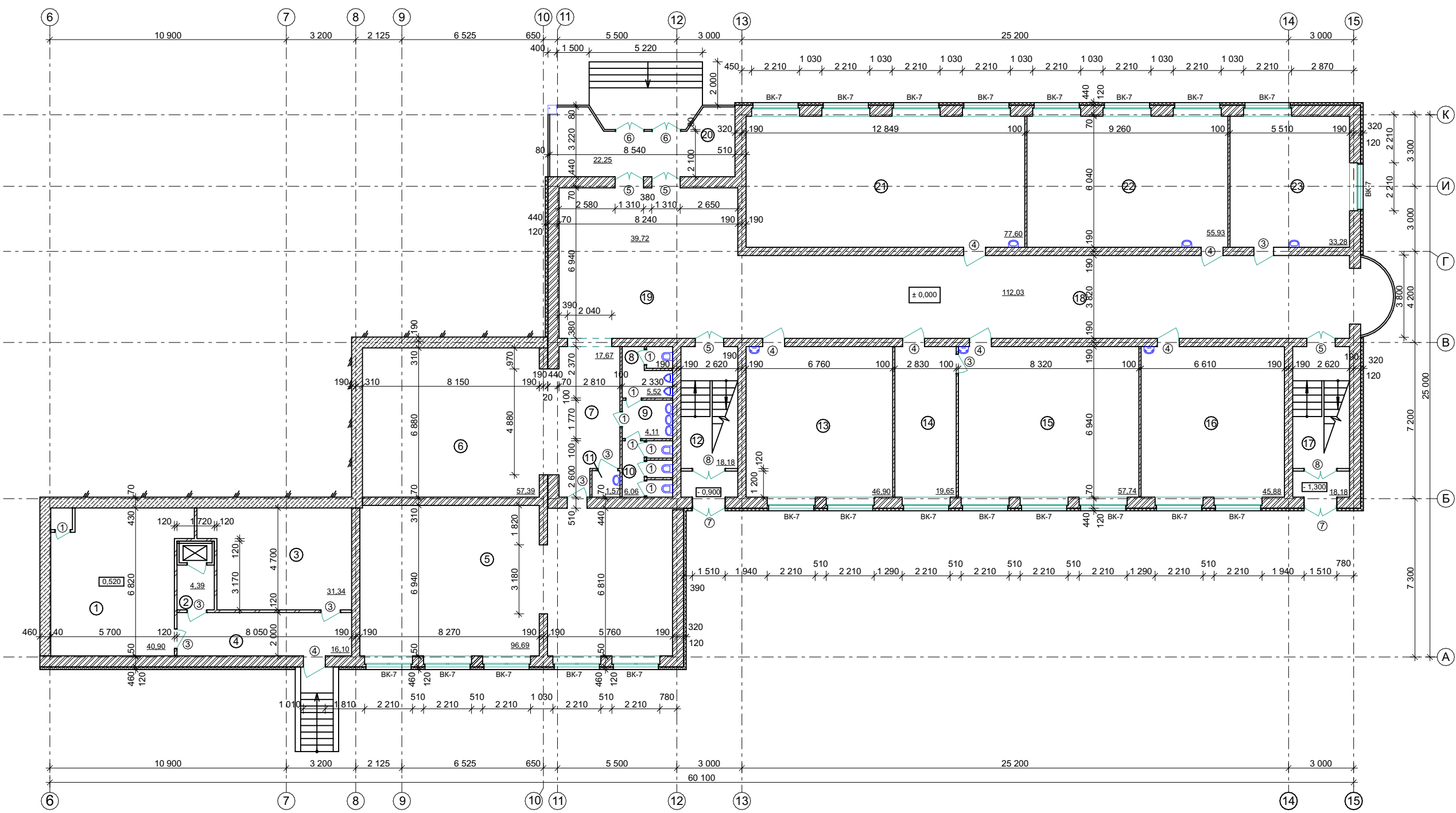
Експлікація приміщень на відм. 0,000

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 0,000			
1	Комора овочів харчоблоку	40,90	
2	Тамбур - шлюз ліфтовий	4,39	
3	Комора продуктів харчування	31,34	
4	Завантажувальна харчоблоку	16,10	
5	Кабінет обслуговуючих видів праці по обробці тканин і купілярів	96,69	
6	Гардероб для одягу учнів старших класів	57,39	
7	Коридор	17,67	
8	Санвузол для хлопців	5,52	
9	Тамбур	4,11	
10	Санвузол для дівчат	6,06	
11	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	1,57	
12	Сходові клітини №2 з тамбуром	18,18	
13	Універсальний кабінет на 18 учнів	46,90	
14	Препараторська	19,65	
15	Кабінет біології на 18 учнів	57,74	
16	Універсальний кабінет на 18 учнів	45,88	
17	Сходові клітини №1 з тамбуром	18,18	
18	Коридор - рекреація	112,03	
19	Вестибюль	39,72	
20	Тамбур	16,48	
21	Кабінет інформатики на 12 учнів	77,60	
22	Кабінет креслення та малювання на 15 учнів	55,93	
23	Вчительська	33,28	
Площа приміщень		823,31	

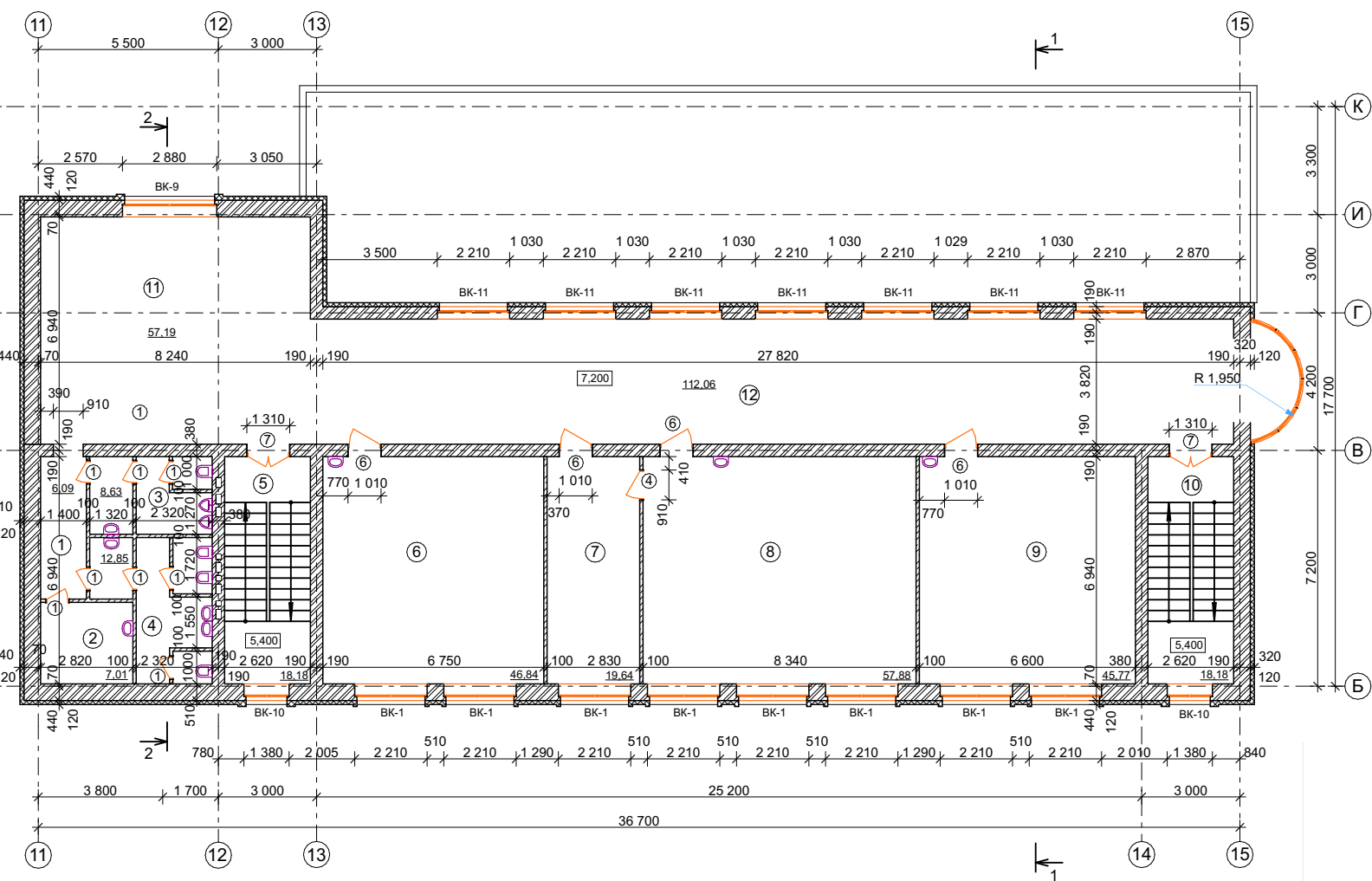
Експлікація приміщень на відм. 3,600

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 3,600			
1	Приміщення 4-го класу	49,98	
2	Приміщення 3-го класу	50,12	
3	Приміщення 2-го класу	50,12	
4	Приміщення 1-го класу	64,54	
5	Коридор - рекреація початкових класів з вбудованими шафами для одягу учнів	190,52	
6	Тамбур	6,66	
7	Санвузол для дівчат молодших класів	9,73	
8	Санвузол для хлопчиків молодших класів	9,73	
9	Електрощитова	8,97	
10	Шлюз	3,75	
11	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	1,63	
12	Приміщення тимчасового утримання харчових відходів	2,06	
13	Коридор харчоблоку	33,69	
14	М'ясо - рибна дільниця	16,42	
15	Овочова дільниця з ліфтом	15,56	
16	Доготовочна	27,74	
17	Обідня зала на 60 місць з роздаточною	109,75	
18	Коридор	5,87	
19	Приміщення для холодильних шаф	11,33	
20	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	2,79	
21	Гардероб персоналу харчоблоку	19,75	
22	Дільниця підготовки яєць	11,01	
23	Коридор	7,06	
24	Санвузол персоналу харчоблоку	3,11	
25	Душова персоналу харчоблоку	3,20	
26	Мийна столового та кухонного посуду	12,84	
27	Коридор	73,51	
28	Коридор	6,27	
29	Санвузол для коняків	8,77	
30	Санвузол для дівчат	12,81	
31	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	6,95	
32	Сходові клітини №2	18,18	
33	Універсальний кабінет на 18 учнів	46,84	
34	Препараторська	19,64	
35	Кабінет фізики на 18 учнів	58,58	
36	Універсальний кабінет на 18 учнів	45,81	
37	Сходові клітини №1	18,18	
38	Хол	57,19	
39	Коридор - рекреація	112,03	
40	Медпункт	17,75	
41	Промісловий	19,39	
42	Кабінет директора	18,48	
43	Приміщення	17,64	
44	Кабінет звуку	18,84	
45	Бібліотека	72,78	
46	Активний зал на 150 пос. місць	95,05	
47	Сцена	40,68	
48	Артистичні	53,94	
49	Костюмерна	19,68	
50	Санвузол костюмерної	2,83	
51	Коридор	67,42	
52	Спортивний зал	299,92	
53	Роздягальня для хлопчиків з душовими та санвузлом	43,21	
54	Роздягальня для дівчаток з душовими та санвузлом	51,56	
55	Тамбур	18,55	
56	Снарядна	67,66	
57	Кімната інструкторів	21,54	
58	Коридор - рекреація	83,36	
Площа приміщень		2242,97	

План на відмітці 0,000



План на відмітці 7,200

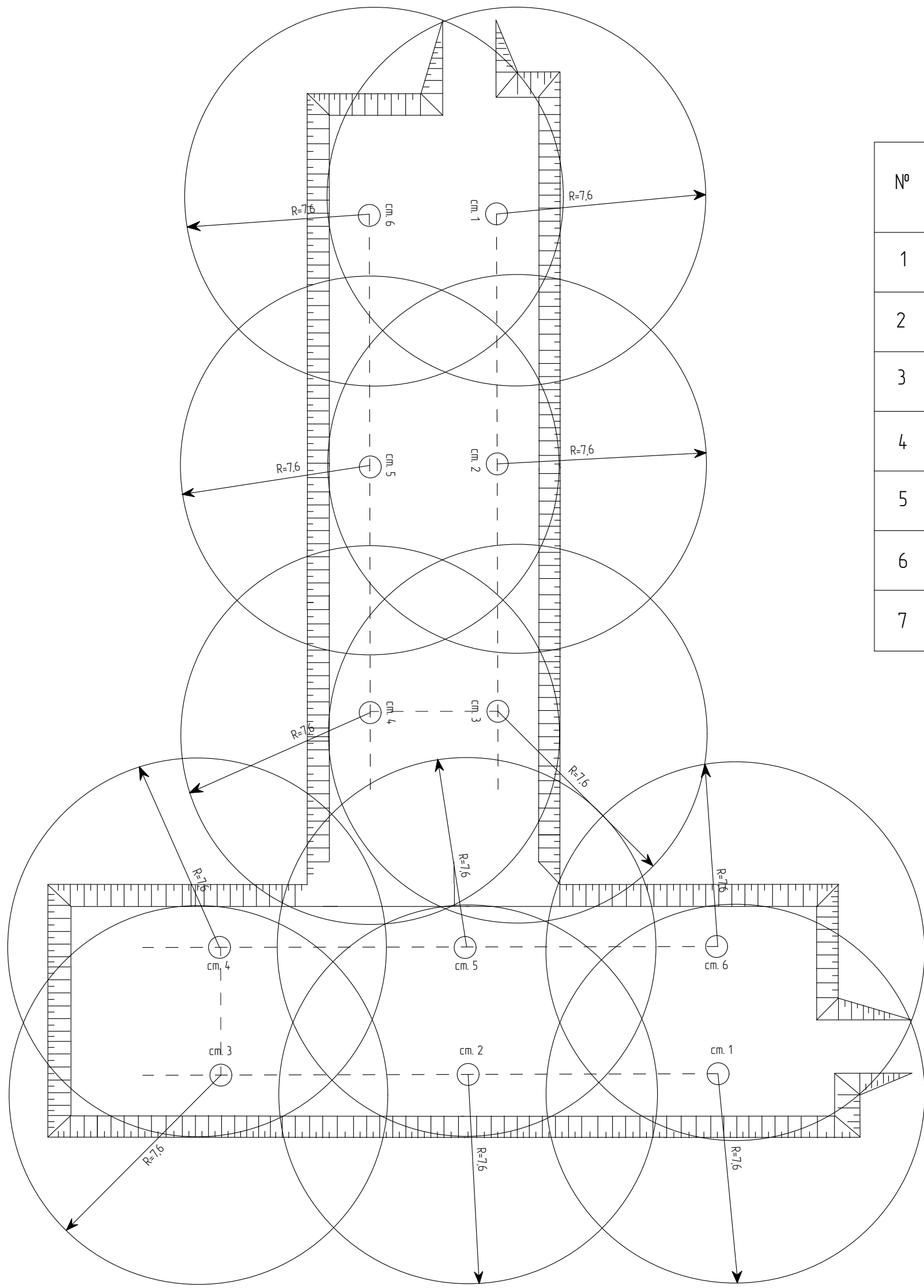


Експлікація приміщень на відм. 7,200

№ п/п	Назва приміщення	Площа, м²	Примітки
План на відм. 7,200			
1	Коридор	6,09	
2	Приміщення прибирального інвентаря та дезрозчинів	7,01	
3	Санвузол для хлопців	8,63	
4	Санвузол для дівчат	12,85	
5	Сходові клітини №2	18,18	
6	Кабінет іноземної мови на 12 учнів	46,84	
7	Препараторська	19,64	
8	Кабінет хімії на 18 учнів	57,88	
9	Універсальний кабінет на 18 учнів географії, історії та ін.	45,77	
10	Сходові клітини №1	18,18	
11	Хол	57,19	
12	Коридор - рекреація	112,06	
Площа приміщень		410,32	

08-11МР.017-АБ						м. Вінниця		
Зм.	Київ.	Львів.	№ док.	Підпис.	Дата.	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом		
Розробив	Шевчук О. О.					Спеціал.	Арх.	Арх.
Перевірив	Блажук Н. В.					п	8	9
Керівник	Блажук Н. В.					ВНТУ, гр. 16-23м		
Нач. контролю	Масюк І. В.							
Опонує	Слободян Н. М.							
Затвердив	Шевчук В. В.							

Схема розробки ґрунту екскаватором



Техніко-економічні показники

№	Назва показника	Од. виміру	Показник	
			Норматив.	Прийнят.
1	Об'єм котловану	м³	814,96	815
2	Трудомісткість	люд./зм	149,4	148
3	Продуктивність праці	%	100	100,9
4	Заробітна плата	грн.	28536	28536
5	Заробітна плата в змін	грн.	191	193
6	Тривалість виконання робіт	дні	22	22
7	Виробіток на розробку ґрунту	м³/люд.зм	1,15	1,15

Календарний графік виконання робіт

№ п/п	Назва робіт	Од. виконання	Об'єм робіт	Трудомісткість		К-ть робітників у змін	Тривалість робіт, дні	К-ть змін на добу	Робочі дні																					
									05																					
									05																					
1	Планування площ бульдозерами	1000м²	0,421	0,13	1/1	2	0,5	1	2x1/0,5																					
2	Розробка ґрунту екскаваторами та зрізання недобору ґрунту у виїмках	1000м³	0,906	8,13/7,38	8/7	2	2	2	2x2/2																					
3	Ущільнення ґрунту	1000м³	0,247	0,63	1/1	2	0,5	1																						
4	Улаштування бетонної подушки під фундамент	100м²	1,394	0,5/0,13	1/1	2	0,5	1																						
5	Монтаж фундаментних плит та блоків	100шт	2,51	37,5/27,3	36/27	4	4,5	2																						
6	Збирання та розбирання опалубки	100м²	3,26	21,38/0,5	20/1	4	2,5	2																						
7	Укладання монолітних ділянок фундаментів	100м³	0,684	4,5/2	4/2	4	0,5	2																						
8	Улаштування вертикальної та горизонтальної гідроізоляції	100м²	4,14	21,51/0,75	20/1	4	2,5	2																						
9	Влаштування збірних перекриттів	100м³	0,589	48,75/9,25	48/9	4	6	2																						
10	Засипка котловану бульдозером	1000м³	0,414	0,38	1/1	2	0,5	1																						
11	Закріплення ґрунту гелевим композитом	100м³	3,11	7,13/2,13	8/2	2	2	2																						

Схема укладання фундаментних блоків

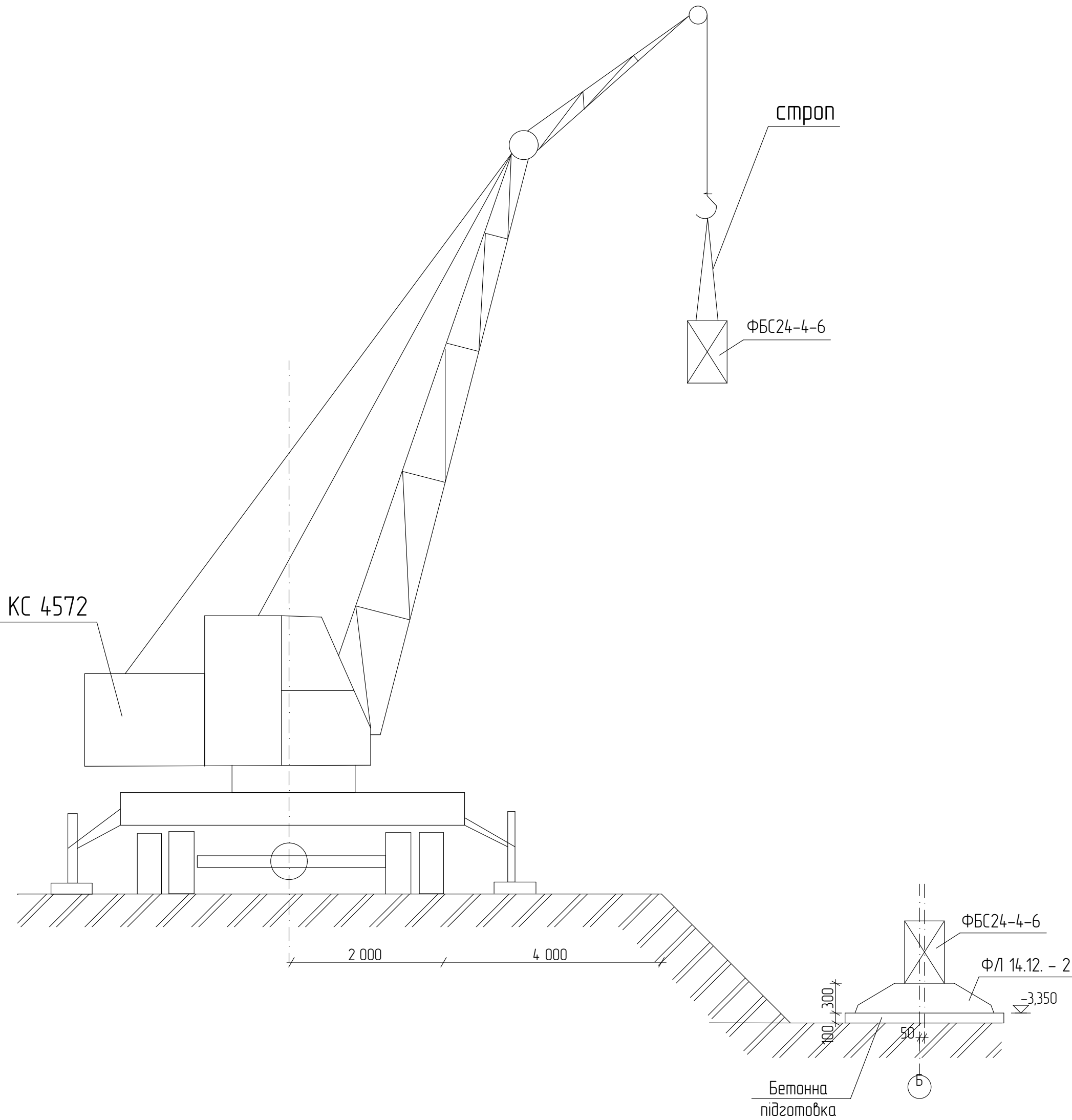
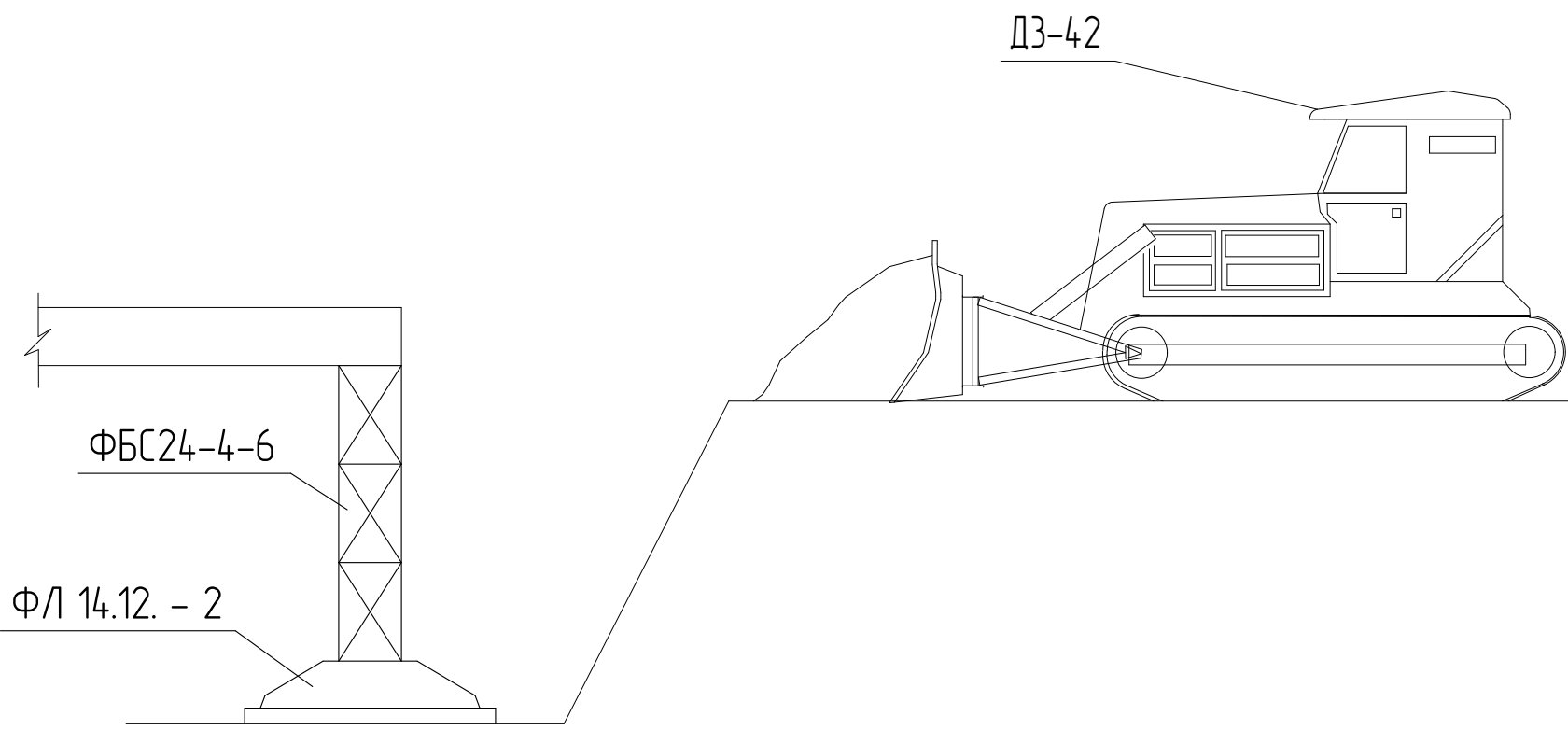
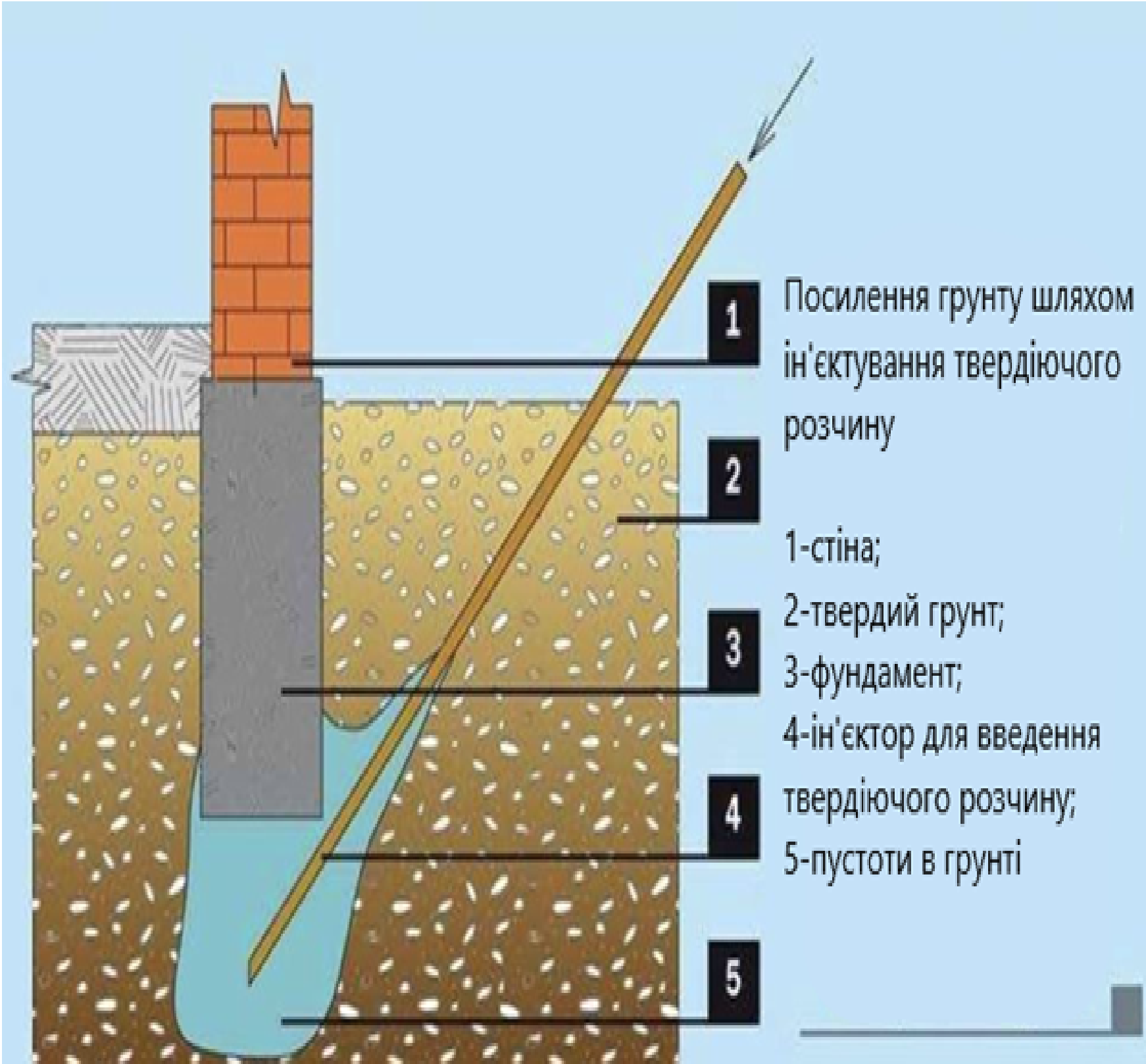


Схема зворотної засипки ґрунту



Закріплення ґрунту гелевим композитом



08-11МКР.017-ПВР						м. Вінниця		
Зм.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом		
Розробив	Шевчук О. О.					Склад	Архив	Архив
Перевірив	Блащук Н. В.					п	9	9
Керівник	Блащук Н. В.					Технологічна карта на підземний цикл		
Нач. контролю	Масловська І. В.					ВНТУ, гр. 16-23м		
Опечник	Слободян Н. М.							
Затвердив	Шевць В. В.							

Відгук керівника
на магістерську кваліфікаційну роботу
здобувача Шевчука Олександра Олексійовича

на тему: «Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом»

Тема МКР відповідає напрямку наукових досліджень кафедри БМГА. Магістерська кваліфікаційна робота є актуальною і присвячена важливим питанням розробки та реалізації новітніх технологій, що сприяють зменшенню витрат матеріалів та енергії на будівництво, покращенню безпеки споруд та екологічних показників. Тому дослідження параметрів основи при використанні гелевих композитів є успіхом для підвищення надійності будівельних проектів.

У процесі виконання здобувач Шевчук О. О. успішно застосовував програмні комплекси для обробки аналітичного та графічного матеріалу. У підготовці роботи проявив старанність та наполегливість. Самостійно, базуючись на сучасних нормативних вимогах розробив напрямки оптимізації параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом.

Здобувач дотримувався графіку виконання магістерської кваліфікаційної роботи, вчасно представив роботу на попередньому захисті.

Результати досліджень представлені у магістерській кваліфікаційній роботі апробовані на міжнародній науково-технічній конференції ВНТУ «Інноваційні технології в будівництві» у 2024 році.

Магістерська робота повністю відповідає встановленим методичним вимогам щодо змісту, структури та оформлення.

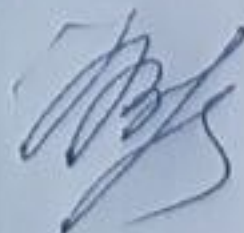
У магістерській кваліфікаційній роботі наявні такі недоліки:

- наявні незначні недоліки в оформленні архітектурних креслень на аркуші 7 графічної частини;
- не всі методи підсилення ґрунтів описані у науковому розділі, достатньо обґрунтовані та представлені в проектній частині роботи

Проте вказані недоліки не впливають на позитивне враження від роботи.

Висновки: якість підготовки здобувача Шевчука О. О. відповідає вимогам освітньої програми підготовки «Промислове та цивільне будівництво» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», газує знань «Архітектура та будівництво» і при відповідному захисті заслуговує присвоєння ступеня магістра та на оцінку «Е» 63 бали.

Керівник магістерської
кваліфікаційної роботи к.т.н., доцент



Н. В. Блащук

ВІДГУК ОПОНЕНТА

на магістерську кваліфікаційну роботу
здобувача Шевчука Олександра Олексійовича

на тему: «Визначення параметрів ґрунтової основи при закріпленні гелевим композитом»

Магістерська кваліфікаційна робота, яку подано на опонування, відповідає затвердженій темі та завданню, виконана вчасно та у повному обсязі. Тема магістерської роботи – актуальна так, як пов'язана із підвищенням надійності споруд, зменшенням витрат на будівництво та експлуатацію, вирішенням проблем деградації обґрунтувань унаслідок урбанізації та техногенного впливу.

У першому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розглядаються основні методи зміцнення обґрунтувань та проаналізована технологія ін'єктування як одного з найбільш ефективних способів підвищення стабільності обґрунтованих основ у будівництві.

У другому розділі роботи представлено огляд основних методів зміцнення обґрунтувань та визначено їх переваги й обмеження залежно від інженерно-геологічних умов. Третій розділ присвячено оптимізації параметрів обґрунтування при використанні гелевих композитів. Наведено результати моделювання та експериментального обґрунтування ефективності закріплення основ, а також запропоновано рекомендації щодо використання технології в складних геологічних умовах.

У розділі економіки складено кошторисну документацію, яка дозволяє оцінити економічну доцільність використання гелевих композитів для закріплення обґрунтованих основ.

Текстова та графічна частина роботи виконана на листах формату А4 і в свою чергу складається з 5 розділів пояснювальної записки. Висновки і пропозиції, викладені в магістерській роботі, є достатньо аргументованими.

В магістерській кваліфікаційній роботі наявні недоліки:

- не на всі нормативні документи, наведені в тексті пояснювальної записки є посилання.
- недостатньо обґрунтовані переваги гелевого композиту перед іншими методами укріплення ґрунтових основ.

Проте вказані недоліки не впливають на цінність та значимість магістерської роботи.

Магістерська кваліфікаційна робота в цілому виконана на достатньому рівні та у відповідності з завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки (D) 64 бали, а її автор Шевчук Олександр Олексійович – присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», згідно освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво».

Доцент кафедри ІСБ, к.т.н., доцент

посада, науковий ступінь, вчене звання)



Слободян Н. М.

(ініціали, прізвище)