

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет будівництва, архітектури та дизайну

(повне найменування факультету)

Кафедра будівельного виробництва та управління проектами

(повне найменування кафедри)

Пояснювальна записка

до дипломного проекту (роботи)

магістра

(ступінь вищої освіти)

на ТЕМУ ПРОЕКТ СЕМИПОВЕРХОВОЇ ЖИТЛОВОЇ МОНОЛІТНОЇ
БУДІВЛІ В М. ЗАПОРІЖЖЯ
PROJECT OF A SEVEN-STORY RESIDENTIAL MONOLITHIC
BUILDING IN ZAPORIZHZHIA CITY

Виконав: студент(ка) 2 курсу, групи БАД-113м
Спеціальності 192 Будівництво та цивільна
інженерія

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма (спеціалізація)

Промислове та цивільне будівництво

Марченко І.С.

(прізвище та ініціали)

Керівник Тимощук В.І.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

(прізвище та ініціали)

2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний університет «Запорізька політехніка»

Факультет Будівництва архітектури та дизайну
Кафедра будівельного виробництва та управління проектами
Ступінь вищої освіти другий (магістерський)
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(код і найменування)
Освітня програма (спеціалізація) Промислове та цивільне будівництво
(назва освітньої програми (спеціалізації))

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри БВУП, к.т.н, доц.

О.М. Назаренко

“ ” 20__ року

ЗАВДАННЯ
НА ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ (РОБОТУ) СТУДЕНТА(КИ)

МАРЧЕКНО Ілля Сергійович

(ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

1. Тема проєкту (роботи) Проект шестиповерхової житлової монолітної будівлі в м. Запоріжжя. The project of a six-story residential monolithic building in the city of Zaporizhzhia.

керівник проєкту (роботи) к.т.н., доцент ТИМОЩУК Василь Іполитович,
(науковий ступінь, вчене звання, ПРИЗВИЩЕ, ім'я, по батькові)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ ” 2024 року №__

2. Строк подання студентом проєкту (роботи) 12 грудня 2024 року

3. Вихідні дані до проєкту (роботи) рекомендована література, технічне завдання, природно-кліматичні умови

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) 1. Архітектурно-будівельний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Організаційно-технологічний розділ. 4. Охорона праці та цивільна безпека.

5. Науково-дослідний розділ.

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

Слайди презентації, графічний матеріал 9 аркушів А1 роздруковані на А3 зброшуровані

6. Консультанти розділів проєкту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	прийняв виконане завдання
Архітектурно-будівельний розділ	Тимошук В.І., доцент		
Розрахунково-конструктивний розділ	Тимошук В.І., доцент		
Організаційно-технологічний розділ	Тимошук В.І., доцент		
Охорона праці та цивільна безпека	Якімцов Ю.В., доцент		
Науково-дослідний розділ	Тимошук В.І., доцент		
Нормоконтролер	Бобраков А.А., доцент		

7. Дата видачі завдання “14” жовтня 2024 року.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проєкту (роботи)	Строк виконання етапів проєкту (роботи)	Примітка
1	Постановка завдань по роботі	1 тиждень	Завдання
2	Виконання науково-дослідної частини	2–3 тижні	Розділ 6
3	Розробка архітектурно-будівельних рішень.	4–5 тижні	Розділ 1
4	Розробка розрахунково-конструктивної частини.	6 тиждень	Розділ 2
5	Прийняття організаційно-технологічних рішень	7–8 тижні	Розділ 3
6	Розробка заходів з охорони праці та цивільної безпеки.	10 тиждень	Розділ 5
7	Оформлення пояснювальної записки та документів до неї	11 тиждень	
8	Оформлення графічної частини	12-13 тиждень	
9	Нормоконтроль та рецензування	14–15 тижні	
10	Захист роботи.	16 тиждень	

Студент(ка)

(підпис) Ілля МАРЧЕНКО
(ім'я ПРИЗВИЩЕ)

Керівник проєкту (роботи)

(підпис) Василь ТИМОЩУК
(ім'я ПРИЗВИЩЕ)



РЕФЕРАТ

Структура та обсяг роботи. Робота являє собою наукове дослідження, а також включає в себе вирішення інженерних задач на прикладі будівництва шестиповерхової житлової монолітної будівлі в м. Запоріжжі. Робота складається із вступу, шести розділів (Шостий розділ – наукові дослідження, інші – вирішення інженерних задач), висновків, списку використаних джерел та додатків.

Методи дослідження - у роботі проведено теоретичне дослідження з використанням комп'ютерних технологій і програмного забезпечення, операційних досліджень, когнітивної структуризації знань, системного аналізу, теорії прийняття рішень, а також методів лінійного та нелінійного програмування.

Об'єкт дослідження – засоби автоматизації Autodesk Revit.

Предмет дослідження – вплив Dynamo скриптів з плагінами Autodesk Revit.

Актуальність теми обумовлена необхідністю забезпечення оптимізації будівництва будівель у середовищі інформаційного моделювання.

Ключові слова: засоби автоматизації, Dynamo скрипти, плагіни.



ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ.....	9
1.1 Загальна характеристика ділянки.....	9
1.1.1 Загальна характеристика будинку	9
1.2 Об'ємно-планувальне рішення	10
1.3 Конструктивні рішення	11
1.3.1 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва 6-ти поверхового 48-ми квартирного житлового будинку.	12
1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.	14
1.4.1 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі.	15
1.4.2 Теплотехнічний розрахунки покриття будівлі.	17
1.5 Зовнішня та внутрішня обробка.....	20
1.6 Санітарно-технічне та інженерне встаткування.	20
РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ	22
2.1 Розрахунок та конструювання	22
2.2 Навантаження та впливи	23
2.3 Вітрове навантаження	25
2.4 Снігове навантаження	29
2.5 Статичний розрахунок	30
2.6 Аналіз статичних розрахунків	31
2.7 Розрахунки монолітної плити перекриття на рівні +3.600	37
2.8 Розрахунки монолітних стін на рівні +3.600	41
2.9 Розрахунок основ та фундаментів	44
2.9.1 Початкові розрахункові дані для розрахунку монолітної фундаментної плити	45
2.9.2 Розрахунки фундаментної плити.....	47
2.9.3 Створення розрахункової схеми фундаментної плити.....	48
2.9.4 Аналіз результатів розрахунків фундаментної плити по деформаціям	48

2.9 Розрахунки монолітних стін на рівні +9.800	49
РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ.....	79
3.1 Специфікація матеріалів по поверхам.....	79
3.2 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу бригади для виконання земляних робіт	83
3.3 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення підвального поверху.....	86
3.4 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення типового поверху.....	92
3.5 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення елементів конструкцій покрівлі	99
3.6 Технологія будівельних робіт.....	106
3.6.1 Опалубні роботи	106
3.6.2 Арматурні роботи	108
3.6.3 Арматурні роботи	109
3.6.4 Розпалубка конструкцій	110
3.7 Вибір вантажозахватних пристроїв.....	111
3.8 Визначення основних параметрів баштового крана.....	112
3.9 Будівельний генеральний план об'єкта	115
3.9.1 Будівельний генеральний план об'єкта	116
3.9.2 Розрахунки площ складів.....	117
3.9.3 Розрахунки потреби будівництва у воді	120
3.9.4 Забезпечення будівництва електроенергією	123
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ.....	125
4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику.	125
4.2 Техніка безпеки при проведенні опалубних робіт.....	130
4.3 Техніка безпеки при виробництві арматурних робіт.....	131
4.3 Техніка безпеки при проведенні бетонних робіт.....	132

4.4 Розрахунок захисного шару бетону для захисту арматури від дії екстремальної температури у 450 °C протягом однієї години.....	134
РОЗДІЛ 5. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ	136
5.1 Аналіз роботи скриптів.	136
5.2 Обґрунтування засобів автоматизації.	142
5.3 Теоретизовані засади з розробки плагіну для Revit	143
ВИСНОВКИ	147
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	149

ВСТУП

В Україні актуальною є проблема підвищення ефективності досліджень з оптимізації проектування будівель у інформаційному середовищі та вдосконалення технологій проектування у цілому.

Обсяги будівництва, які значною мірою відображають економічний розвиток країни, вимагають вдосконалення методів проектування та дослідження будівельних конструкцій, зокрема монолітних. На будівельні компанії сьогодні тиснуть як зовнішні економічні фактори, так і високий рівень конкуренції, що робить необхідним глибокий аналіз ризиків та прийняття рішень щодо оптимізації технологічних процесів у будівництві.

Ефективна адаптація до нових тенденцій та вдосконалення процесів проектування монолітних будівель, з урахуванням можливостей сучасних інструментаріїв вдосконалення оптимізації проектування, є ключовою для покращення економічних показників будівельної галузі.

Дослідження проводилось у рамках наукових робіт кафедри будівельного виробництва та управління проектами.

Мета роботи — розробити пропозиції вдосконалення інструментарних рішень на базі дослідження інформаційних технологій для оптимізації проектування будівель.

Об'єктом дослідження є засоби автоматизації Autodesk Revit.

Актуальність теми пов'язана з необхідністю вдосконалення технологій проектування на основі результатів дослідження скриптів Dynamo та плагінів Revit.

Наукова новизна одержаних результатів:

Досліджено скрипти Dynamo та плагіни Revit, приведено їх порівняння.

Запропоновані пропозиції вдосконалення інструментальних рішень на базі дослідження інформаційної складової ПК Revit.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальна характеристика ділянки

Місце будівництва шестиповерхової житлової монолітної будівлі у м. Запоріжжя, Бородинський район, вул. Медична.;

Температурна зона, згідно ДБН В.2.6-31.2021 - II.

Згідно ДБН В.2.1-10-2009 «Основи та фундаменти споруд» для визначення глибини промерзання ґрунту потрібно визначити за довідковими даними нормативну глибину сезонного промерзання ґрунту d_{fn} , м, за відсутності даних багаторічних спостережень потрібно визначати на основі теплотехнічних розрахунків, також її нормативне значення допускається визначати за формулою:

$$d_{fn}=d_0\sqrt{M_t}=0,62 \text{ м} \quad (1.1)$$

де d_0 – величина, що дорівнює, м, для суглинків і глин $d_0 = 0,23$;

M_t – безрозмірний коефіцієнт, що чисельно дорівнює сумі абсолютних значень середньомісячних негативних температур за зиму в даному районі, згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 він дорівнює 7,2;

Для м. Запоріжжя:

- температури холодної доби – (-27 °С);
- температури холодної п'ятиденки – (-23 °С);

Навантаження від снігу по III сніговому району – 1200 Па;

Район по тиску вітру – III, вітрове навантаження – 500 Па.

1.1.1 Загальна характеристика будинку

Будинок – житлова будівля;

Клас будинку по ступеню довговічності – I;

Клас будинку по ступеню вогнестійкості – II;
Конфігурація будинку в плані – прямокутна;
Довжина будинку в осях 1-9 – 31 м;
Ширина будинку в осях А0-Д – 20 м;
Висота будинку – 25,355 м від поверхні землі;
Кількість поверхів – 6;
Висота поверху – 3,4 м.

Конструктивний тип будівлі – це монолітний залізобетонний каркас, що складається з таких елементів, як діафрагми жорсткості (стіни), ліфтові шахти, плити перекриття та покриття, а також монолітні балки.

Просторова жорсткість будівлі досягається завдяки спільній роботі плит покриття і перекриття як горизонтальних дисків разом з діафрагмами жорсткості (стінами), монолітними балками та ліфтовими шахтами, які діють як вертикальні диски, утворюючи жорсткий каркас.

1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Проект передбачає будівництво житлового будинку. З першого по шостий поверх розміщені стандартні житлові приміщення. На покрівлі передбачені приміщення для інженерного обладнання, висота яких становить 2,4 м. У будівлі також є технічний підвал для розміщення комунікацій, висота якого складає 2,5 м. Загальна висота будинку від рівня чистої підлоги першого поверху становить 24,855 м. Передбачено встановлення двох ліфтів KONE N MONOSPACE (виробництва Фінляндії) від офіційного представника KONE Corporation: пасажирського та вантажного, з вантажопідйомністю 630 кг і 1000 кг відповідно.

Для забезпечення звукоізоляції внутрішніх кімнат квартири використовуються перегородки з керамічної цегли. Відповідно до ДБН В.2.2-40:2018 «Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення», при вході в будинок передбачено пандус для людей з інвалідністю, які пересуваються на кріслах-колясках. Проектні рішення забезпечують можливість підйому по

пандусу до тамбура, а також доступ до всіх приміщень будівлі. У будинку буде встановлено пасажирський ліфт з дверима, ширина яких відповідає вимогам для проїзду інвалідних візків.

1.3 Конструктивні рішення

Будинок спроектовано з жорстким каркасом, де основні несучі елементи складаються з горизонтальних дисків перекриттів і вертикальних діафрагм жорсткості (стін), а також монолітних балок. Просторова жорсткість забезпечується завдяки злагодженій роботі залізобетонного каркаса, монолітних перекриттів, діафрагм жорсткості та балок. Несучий каркас виконаний із монолітного залізобетону, проект розроблений на основі розрахунків у програмі «ЛІРА-САПР». Усі несучі конструкції виконуються з важкого бетону класу C25/30 та арматури класу A400C.

Фундамент запроектовано як монолітна залізобетонна плита товщиною 800 мм, виконана з бетону C25/30 і арматури класу A400C. Зовнішні стіни підвалу складаються з монолітного залізобетону завтовшки 500 мм з таким самим бетоном і арматурою. Вертикальна гідроізоляція включає кілька шарів: геотекстиль, дренажну геомембрану, теплоізоляцію з екструдованого пінополістиролу, та ПВХ-мембрану.

Вертикальна гідроізоляція влаштовується з декількох шарів гідроізоляції та теплоізоляційного шару та запроектована наступним чином:

- нетканий термічно скріплений геотекстиль;
- дренажна геомембрана;
- теплоізоляція з екструдованого пінополістиролу;
- захисний шар із нетканого голкопробивного геотекстилю;
- гідроізоляція з ПВХ-мембрани;
- рахисний шар із нетканого голкопробивного геотекстилю.

Стіни діафрагм жорсткості виконані з монолітного залізобетону класу C25/30, а зовнішні стіни – з самонесучих пінобетонних блоків товщиною 300 мм, щільністю 500 кг/м³. Зовнішнє утеплення виконано з теплоізоляційних плит

ROCKWOOL товщиною 200 мм, а зовнішня обробка включає армований штукатурний шар.

Товщина зовнішніх стін розрахована відповідно до вимог ДБН В.2.6-31.2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» і ДСТУ 9191:2022. Внутрішні перегородки виконані з керамічної цегли товщиною 120 мм і газобетону 300 мм.

Цоколь будівлі має монолітні стіни товщиною 500 мм, утеплені шаром у 200 мм і облицьовані цеглою. Перемишки виконані зі збірного залізобетону. Сходові марші та майданчики – монолітні залізобетонні, товщиною 200 мм.

Віконні прорізи заповнюються металопластиковими віконними блоками з трьохкамерними склопакетами Steko. Внутрішні двері – глухі металопластикові, зовнішні – з подвійним склінням. У приміщеннях з інженерним обладнанням передбачені протипожежні двері.

Плити перекриття і покриття – монолітні залізобетонні завтовшки 200 мм, з отворами для прокладання водопроводу, каналізації та інших комунікацій.

1.3.1 Визначення класу наслідків (відповідальності) та категорії складності об'єктів будівництва 6-ти поверхового 48-ми квартирного житлового будинку.

Визначаємо розрахункову кількість людей у залежності від площі квартири (за нормою 21 м² на людину плюс 10.5 м² на сім'ю).

Таблиця 1.1 – Просторові та кількісні параметри.

Кількість кімнат у квартирі	Площа квартири, м ²	Кількість квартир на будинок	Загальна площа квартир на будинок, м ²	Розселення на квартиру (розрахунковий коефіцієнт на заселення)	Розселення на будинок, осіб
2	73,54 (63,04)	6	441,24	3	18
2	77,25 (66,75)	6	463,5	3,17	20
2	100,4 (89,9)	6	602,4	4,2	26

3	116,58 (106,08)	6	699,48	5,05	31
Всього		24	2206,62		95

Кількість людей, які постійно перебувають у будинку N_1 95 осіб та 1 особа консьєрж, загальна кількість становить $95 + 1 = 96$ осіб.

За кількістю осіб, які постійно перебувають на об'єкті, житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Тимчасове перебування людей у житлових будинках не нормоване і в будь-якому випадку не повинно перевищувати 50% від людей, що постійно перебувають у будинку, тобто N_2 становитиме 48 осіб.

За кількістю осіб, які періодично перебувають на об'єкті, житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1 та I категорії складності.

Кількість людей, які перебувають поза об'єктом, зовні складається з людей які постійно знаходяться на об'єкті та періодично, отже кількість визначаємо таким чином:

$$N_3 = 96 + 48 = 144 \text{ осіб,}$$

За кількістю осіб, які перебувають зовні об'єкту, житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

Згідно з розрахунком кількість квадратних метрів в будинку дорівнює 2206,62.

Розрахункова вартість 1 m^2 приймається згідно наказу Міністерства розвитку громад, територій та інфраструктури України №351 від 23.04.2024 для Запорізької області - 20868 грн. за m^2 площі квартири.

Розрахункова вартість будинку складає:

$$20868 \times 2206,62 = 46\,047,746 \text{ тис. грн.}$$

Прогнозовані збитки визначаються за формулою

$$\Phi = 0,225 \sum_{i=1}^n P_i = 0,225 \times 46\,047,746 = 10\,360,742 \text{ тис. грн.} \quad (1.1)$$

Обсяг можливого економічного збитку у мінімальних заробітних платах (Відповідно до статті 8 Закону України «Про Державний бюджет України на

2024 рік» з 01.04.2024 розмір МЗП у місячному розмірі становитиме 8000 грн) складає:

$$10\,360,742 / 8 = 1\,295,09275 \text{ м.р.з.п.}$$

Відповідно до таблиці 1, ДСТУ 8855:2019 житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС1.

Будинок не розташований в охоронній зоні об'єктів культурної спадщини і не є об'єктом культурної спадщини.

Приймаємо, що відмова будинку не впливає на припинення роботи об'єктів транспорту, зв'язку, енергетики.

Висновок. Відповідно до ДСТУ 8855:2019 «Визначення класу наслідків (відповідальності)», клас наслідків (відповідності) об'єкту будівництва встановлюється за найвищою характеристикою можливих наслідків, отриманих за результатами розрахунків.

За критеріями таблиці 1 [1] «Можлива небезпека для здоров'я і життя людей, які постійно перебувають на об'єкті», «Можлива небезпека для життєдіяльності людей, які перебувають зовні об'єкта», «Обсяг можливого економічного збитку» 6-ти поверхова 24 квартирний житловий будинок відноситься до класу наслідків (відповідальності) СС2.

1.4 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.

Таблиця 1.2 - Кліматичні параметри м. Запоріжжя згідно ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Будівельна кліматологія.

№ п/п	Розрахункова зимова t зовнішнього повітря й зона вологості	Значення
1	2	3
1	Абсолютна мінімальна	-27
2	Найбільш холодної доби	-27
3	Найбільш холодної п'ятиденки	-23
4	Зона вологості	II (суха)

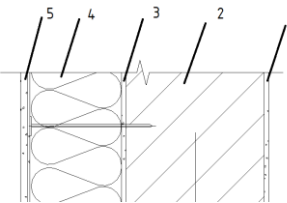
1.4.1 Розрахунки зовнішньої стіни будівлі.

Згідно ДБН В.2.6-31:2021 мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції буде складати $R_{qmin}=3,5$ $m^2 * K/Wt$

Так як зовнішня стіна буде складатись не тільки з газобетонних блоків, а і з монолітних залізобетонних стін товщиною 300 мм, приймаємо у розрахунках теплотехнічні характеристики залізобетону, як такі, які у розрахунку зменшують загальні показники супротиву теплопередачі огорожуючих конструкцій.

Законструюємо огорожувальну конструкцію стіни будівлі наступним чином.

Таблиця 1.3 - Конструкція стіни та розрахункові коефіцієнти.

Конструктивна схема стіни	Характеристика шарів			Розрахункове К.	
	№ шару	матеріал	t	$\lambda_p Bt/(m^*K)$	$S_1 Bt/(m^2*K)$
	1	Штукатурка цементно піщана $\rho=1600$ $кг/м^3$	0,01	0,7	8,69
	2	Залізобетон $\rho=2500$ $кг/м^3$	0,3	1,92	17,98
	3	Кам'яна вата ROCKWOOL $\rho_0=35$ $кг/м^3$	0,2	0,044	0,37
	4	Мінеральна штукатурка $\rho=1800$ $кг/м^3$	0,02	0,7	9,2

Зробимо розрахунок згідно формули ДСТУ 9191:2022 та визначемо опір теплопередачі і-ї термічно однорідної частини конструкції, m^2*K/Wt

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (1.2)$$

$h_{si} = 8,7 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$; - коеф. тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$h_{se} = 23 \frac{Вт}{м^2 \cdot К}$; - коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні;

$$\text{Отже: } R_{\text{зоє.Ст}} = \frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,7} + \frac{0,3}{1,92} + \frac{0,2}{0,044} + \frac{0,02}{0,7} + \frac{1}{23} = 4,9 \text{ (м}^2\text{*К)/Вт}$$

Приймаємо формулу 1 згідно ДСТУ 9191:2022 для визначення опору теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції.

$$R_{\Sigma \text{пр}} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1.3)$$

де, A_{Σ} - загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ укосів прорізів та відніманням площ прорізів, у проекті цей показник складе 1879,835 м²

A_i – площа i-ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, у проекті цей показник складе 1590,182 м²

R_{Σ} – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції м²*К/Вт, визначено вище та складає 4,9 (м²*К)/Вт

l_m – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення в м, виходячи з загального периметру будівлі, а також П-подібного профілю на кожний поверх, всього 6-ть поверхів $31*2+20*2=62+40=102*6=612$ м.

Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення Вт/(м*К), приймаємо згідно ДСТУ 9191:2022, Додатку Г, як для вузла примикання металевого несучого елементу каркаса 0,045 Вт/(м*К);

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j-го точкового теплопровідного включення Вт/К, приймаємо згідно ДСТУ 9191:2022, Додатку Д, як для вузла улаштування пластикового дюбелю з пластиковим стрижнем для кріплення

теплоізоляційного шару в фасадній системі з попорядженням штукатурками 0,045.

N_j – загальна килькість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх прорізів в шт, розраховуємо наступним чином на 1-ну мінераловатну плиту розміром $1,2 \times 0,6 = 0,72 \text{ м}^2$ килькість дюбелів, так як мінвата буде кріпитись на клейові суміші приймаємо 1-н дюбель, приймаємо загальну площу не прозорих огорожуючих конструкцій $1590,182 \text{ м}^2$, тоді визначемо загальну килькість мінераловатних плит $1590,182/0,72=2208,58$, приймаємо 2210 шт, визначаємо загальну килькість дюбелів на будівлю, $2210 * 1 = 2210$ шт.

Визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції.

$R_{\Sigma \text{пр}}=4,165 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, відповідає мінімально допустимому значенню приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції, який складає $3,5 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

1.4.2 Теплотехнічний розрахунок покриття будівлі.

Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі покрівлі згідно ДБН В.2.6-31:2021 буде складати $R_{qmin}=6 \text{ м}^2 * \text{К/Вт}$

Законструюємо огорожувальну конструкцію покриття будівлі наступним чином.

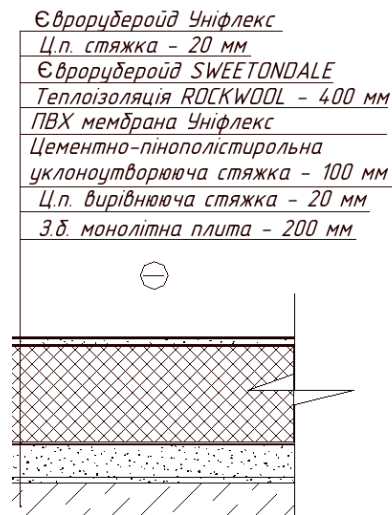


Рисунок 1.1 – Конструкція покриття.

Для розрахунку теплотехнічних характеристик покриття розглянемо матеріали що представлені в Таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Конструкція покриття та розрахункові коефіцієнти.

Характеристика шарів			Розрахункові коеф.	
№ шару	Матеріал	δ_i , м	λ_p Вт/(м*К)	S_1 Вт/(м ² *К)
1	з/б багатопустотна плита $\rho_0=2500$ кг/м ³	0,20	1,92	17,98
2	Ц.п. стяжка $\rho_0=1800$ кг/м ³	0,02	0,76	9,6
3	Цементно-пінополістирольна уклонуутворююча стяжка $\rho_0=600$ кг/м ³	0,10	0,12	2,33
4	Теплоізоляція – мінеральна вата 400 мм $\rho_0=100$ кг/м ³	0,4	0,042	0,53
5	Ц.п. стяжка $\rho_0=1800$ кг/м ³	0,02	0,76	9,6

Визначаємо термічний опір покрівлі на рівні 20.850.

Зробимо розрахунок згідно формули ДСТУ 9191:2022 та визначемо опір теплопередачі і-ї термічно однорідної частини конструкції, м²*К/Вт

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l R_i + \frac{1}{h_{se}} = \frac{1}{h_{si}} + \sum_{i=1}^l \frac{d_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{h_{se}}, \quad (1.4)$$

$h_{si} = 10 \cdot \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$; - коеф. тепловіддачі внутрішньої поверхні;

$h_{se} = 23 \cdot \frac{Bm}{m^2 \cdot K}$; - коеф. тепловіддачі зовнішньої поверхні;

Отже: $R_{\Sigma} = 9,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$

Приймаємо формулу 1 згідно ДСТУ 9191:2022 для визначення опору теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції.

$$R_{\Sigma np} = \frac{A_{\Sigma}}{\sum_i (A_i / R_{\Sigma i}) + \sum_m (l_m \cdot \Psi_m) + \sum_j (N_j \cdot \chi_j)}, \quad (1.3)$$

де, A_{Σ} - загальна площа огорожувальної конструкції, обчислена за внутрішнім виміром із додаванням площ укосів прорізів та відніманням площ прорізів, у проекті цей показник складе $565,9616 \text{ м}^2$

A_i – площа і-ої термічно однорідної частини непрозорої конструкції, що не містить площі внутрішніх укосів прорізів та площі ділянок зовнішніх огорожень будівлі, які контактують з іншими теплопровідними включеннями, у проекті цей показник складе $547,8576 \text{ м}^2$

R_{Σ} – опір теплопередачі термічно однорідної частини конструкції $\text{м}^2 \cdot \text{К}/\text{Вт}$, визначено вище та складає $9,46 \text{ (м}^2 \cdot \text{К)}/\text{Вт}$

l_m – лінійний розмір (проекція) m-го лінійного теплопровідного включення в м, виходячи з загального периметру покрівлі та ветниляційних виходів складає $146,668 \text{ м}$.

Ψ_m – лінійний коефіцієнт теплопередачі m-го лінійного теплопровідного включення $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$, приймаємо згідно ДСТУ 9191:2022, Додатку Г, як для вузла примикання металевого несучого елементу каркаса $0,045 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

χ_j – точковий коефіцієнт теплопередачі j-го точкового теплопровідного включення $\text{Вт}/\text{К}$, приймаємо згідно ДСТУ 9191:2022, Додатку Д, як для вузла улаштування пластикового дюбелю з пластиковим стрижнем для кріплення

теплоізоляційного шару в фасадній системі з попорядженням штукатурками 0,045.

N_j – загальна килькість j -их точкових теплопровідних включень, що розташовані на загальній площі огорожувальної конструкції без урахування площ внутрішніх прорізів в шт, розраховуємо наступним чином на 1-ну мінераловатну плиту розміром $1,2 \times 0,6 = 0,72 \text{ м}^2$ килькість дюбелів, так як мінвата буде кріпитись на клейові суміші приймаємо 1-н дюбель, приймаємо загальну площу не прозорих огорожуючих конструкцій $565,9616 \text{ м}^2$, тоді визначемо загальну килькість мінераловатних плит $565,9616 / 0,72 = 786,05$, приймаємо 787 шт, визначаємо загальну килькість дюбелів на будівлю, $786,06 \cdot 1 = 787$ шт.

Визначаємо приведений опір теплопередачі зовнішньої огорожувальної конструкції.

$R_{\Sigma \text{пр}} = 6,05 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$, відповідає мінімально допустимому значенню приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції, який складає $6 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$.

Висновок: покриття заданої конструкції задовольняє теплотехнічним вимогам.

1.5 Зовнішня та внутрішня обробка.

Для зовнішньої обробки застосовують фарбування водостійкими полімерними фарбами. Перед фарбуванням потрібно затерти шви, нерівності та раковини на зовнішній поверхні стін. Кладку перед фарбуванням слід обштукатурити цементним розчином і обробити ґрунтовкою.

1.6 Санітарно-технічне та інженерне встаткування.

У будинку передбачено гаряче і холодне водопостачання. Система водопостачання підключається до наявного міського господарсько-

протипожежного водопроводу. Для забезпечення необхідного тиску в мережі передбачено насосну станцію.

Джерелом теплопостачання слугують індивідуальний опалювальний пункт, а розрахункова температура теплоносія в системі опалення становить 105...70 °С.

Побутові стічні води відводяться на міські очисні споруди.

Для відведення дощової води на даху встановлені водоприймальні лійки, які з'єднані з стояками, що проходять всередині будівлі і розташовані біля колон каркаса.

Електропостачання організовано через розподільче обладнання, для чого передбачено електрощитову. Джерелами освітлення в приміщеннях є світильники з люмінесцентними лампами і лампами розжарювання. Напруга освітлювальної мережі складає 380/220 В. Управління освітленням здійснюється з групових щитків: централізовано (коридори, сходові клітки, входи) та індивідуально вимикачами при вході в приміщення. Передбачено централізоване відключення освітлення для всього будинку.

Для зовнішнього освітлення території використовуються світильники.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Розрахунок та конструювання

Шестиповерхова монолітна будівля, розташована в місті Запоріжжя, складається з наступних залізобетонних елементів:

- несучі стіни товщиною 300 мм, включно зі стінами ліфтових шахт;
- монолітні перекриття товщиною 200 мм;
- монолітна фундаментна плита товщиною 800 мм;
- монолітні балки з перетином 300х400 мм.

Конструкції розраховані відповідно до вимог ДБН В.1.2-2:2006, зокрема:

- нормативне снігове навантаження (III) — 1200 Па;
- нормативний швидкісний напір вітру (III) — 500 Па.

Конструктивні елементи виготовлені з бетону класу С25/30. Розрахункова модель будівлі була адаптована в програмному комплексі «САПФІР» на основі архітектурної моделі, створеної в Revit 2022 та конвертованої у формат IFC. Розрахунки виконані в ЛІРА-САПР, а результати триангуляції схеми будівлі на кінцеві елементи наведені на рисунку 2.1.

Масштаб: 1:100



Рисунок – 2.1 Розрахункова схема будинку.

2.2 Навантаження та впливи

Навантаження та впливи на будівлю були визначені відповідно до ДБН В.1.2-2:2006 «Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування» та автоматично передані з програмного комплексу «САПФІР» до розрахункової системи «ЛІРА-САПР». Збір навантажень подано в таблицях 2.1-2.2.

Навантаження від огорожувальних конструкцій та внутрішніх перегородок були автоматично імпортовані з Revit 22 у форматі IFC до «САПФІР», де їх скоригували та доповнили для подальшого передавання в «ЛІРА-САПР». Постійні та експлуатаційні навантаження були задані в «САПФІР». Власна вага залізобетонних конструкцій автоматично розраховується в «ЛІРА-САПР».

Таблиця 2.1 - Збір постійних та корисних навантажень

Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м³	Товщина м	Нормативне навантаження кг/м²	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м²
1	2	3	4	5	6
Підлога підвалу					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.05	90	1.3	117
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.05	5	1.3	6.5
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		150	1.3	195
Разом	Сума:		245		318,5
Підлоги першого поверху, коридори					
Вестибюль					
Мозаїчне покриття	2300	0.03	69	1.3	75.9

терраццо					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.05	90	1.3	117
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.05	5	1.3	6.5
Разом	Сума:		164	1.3	199,4
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		200	1.2	240
Разом	Сума:		364		439,4
Житлові приміщення типових поверхів					
Стяжка із цементно-піщаного розчину	1800	0.05	90	1.3	117
Теплоізоляція/ звукоізоляція – мінеральна вата	100	0.05	5	1.3	6.5
Мармур	2800	0.05	140	1.3	182
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		150	1.3	195
Разом	Сума:		385	1.3	500,5

Таблиця 2.2 - Збір постійних та корисних навантажень на покрівлю

Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м ³	Товщина м	Нормативне навантаження кг/м ²	Коеф. надійності по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м ²
1	2	3	4	5	6
Покриття					
Ц.п. стяжка	1800	0.02	36	1.3	46,8
Цементно-пінополістирольна уклонуутворююча стяжка	600	0.1	60	1.3	78
Теплоізоляція – мінеральна вата	100	0.4	40	1.3	52

Ц.п. стяжка	1800	0.02	36	1.3	46,8
Шари пароізоляції, гідроізоляції та ін.	1400	0.01	14	1.3	22,1
Разом	Сума:		186		245,7
Корисне навантаження					
Розподілена навантаження	-		50	1.3	65
Разом	Сума:		236		310,7

Таблиця 2.3 - Збір навантажень від огорожень

Збір навантажень від огорожень					
Найменування навантаження	Об'ємна вага кг/м ³	Площа перетину стіни b·h м ²	Нормативне навантаження кг/м ²	Коеф. надійності. по навантаженню	Розрахункове навантаження кг/м ²
1	2	3	4	5	6
Стіна зовнішня					
Піноблок	500	0.3	150	1.3	195
Утеплювач	100	0.2	20	1.3	26
Щтукатурка	1800	0.03	54	1.3	70,2
Разом		Сума	224		291,2
Міжкімнатна перегородка					
Цегла	1800	0.12	216	1.2	259,2
Разом			664		841,6

2.3 Вітрове навантаження

Визначення вітрового навантаження на раму багатоповерхової будівлі відбувається згідно ДБН В.1.2-2:2006.

Активне та пасивне навантаження на раму каркаса визначаємо відповідно за формулами

$$w_1 = w_m \cdot B \cdot \gamma_n, \quad (2.1)$$

$$w_2 = w'_m \cdot B \cdot \gamma_n, \quad (2.2)$$

де w_m і w'_m -- активне вітрове навантаження на 1 м² поверхні стін, яке визначається формулою:

$$w_m = w_0 \cdot c \cdot \gamma_{fm} \quad (2.3)$$

$$w_0 = 500 \text{ Па}$$

де w_0 – характеристичне значення вітрового навантаження, яке визначається у залежності від вітрового району за картою рисунку 9.1 ДБН. γ_{fm} – коефіцієнт надійності щодо граничного значення вітрового навантаження, визначається за таблицею 9.1 ДБН у залежності від середнього періоду повторювання T граничного навантаження; для об'єктів масового призначення середній період повторювання T приймають рівним встановленому строку експлуатації конструкції T_{ef} ; значення γ_{fm} у залежності від $T = T_{ef}$ надано у таблиці c – коефіцієнт, визначення якого обговорюється вище. Вітрове навантаження, яке через коефіцієнт C_h збільшується за висотою, часто приводять до зосереджених сил, що діють у вузлах рами, розташованих у рівні міжповерхових перекриття.

Визначаємо коефіцієнт C згідно пункту 9.7 ДБН В.1.2-2:2006

З навітряного боку

C1=	0,8	*	0,60	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	0,456
C2=	0,8	*	0,70	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	0,532
C3=	0,8	*	1,00	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	0,76
C4=	0,8	*	1,20	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	0,912
C5=	0,8	*	1,30	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	0,988
C6=	0,8	*	1,40	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	1,064
C7=	0,8	*	1,50	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	1,14

З підвітряного боку

C1=	-0,6	*	0,60	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,342
C2=	-0,6	*	0,70	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,399
C3=	-0,6	*	1,00	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,57
C4=	-0,6	*	1,20	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,684
C5=	-0,6	*	1,30	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,741
C6=	-0,6	*	1,40	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,798
C7=	-0,6	*	1,50	*	1,00	*	1,000	*	1,000	*	0,95	=	-0,855

Визначаємо розподілене вітрове навантаження згідно висоти поверхів.

З навітряного боку

$w_{m1} =$	1,14	*	500	*	0,456	=	260	Па
$w_{m2} =$	1,14	*	500	*	0,532	=	303	Па
$w_{m3} =$	1,14	*	500	*	0,760	=	433	Па
$w_{m4} =$	1,14	*	500	*	0,912	=	520	Па

$$\begin{aligned}
 W_{m5} &= 1,14 * 500 * 0,988 = 563 \text{ Па} \\
 W_{m6} &= 1,14 * 500 * 1,064 = 606 \text{ Па} \\
 W_{m7} &= 1,14 * 500 * 1,140 = 650 \text{ Па}
 \end{aligned}$$

З підвітряного боку

$$\begin{aligned}
 W_{m1} &= 1,14 * 500 * 0,342 = 195 \text{ Па} \\
 W_{m2} &= 1,14 * 500 * 0,399 = 227 \text{ Па} \\
 W_{m3} &= 1,14 * 500 * 0,570 = 325 \text{ Па} \\
 W_{m4} &= 1,14 * 500 * 0,684 = 390 \text{ Па} \\
 W_{m5} &= 1,14 * 500 * 0,741 = 422 \text{ Па} \\
 W_{m6} &= 1,14 * 500 * 0,798 = 455 \text{ Па} \\
 W_{m7} &= 1,14 * 500 * 0,855 = 487 \text{ Па}
 \end{aligned}$$

Зводимо інші розрахунки та відповідні коефіцієнти у таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Зведена таблиця вітрових коефіцієнтів та навантажень

Пов	B, м	h, м	Z, м	C _{aer}	C' _{aer}	C _{alt}	C _{rel}	C _{dir}	C _d	C _h	C _{навітр}	C _{підвітр}	W ₀ , Па	γ _{fm}	W _{m1} , Па	W _{m2} , Па	W ₁ , т/м	W ₂ , т/м	W _{1i} , т	W _{2i} , т
1	6,2	3,9	3,30	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	0,60	0,46	-0,34	500	1,14	259,92	-194,94	0,135	-0,101	0,460	-0,345
2	6,2	3,4	6,70	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	0,70	0,53	-0,40	500	1,14	303,24	-227,43	0,158	-0,118	0,536	-0,402
3	6,2	3,4	10,10	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	1,00	0,76	-0,57	500	1,14	433,20	-324,90	0,225	-0,169	0,766	-0,574
4	6,2	3,4	13,50	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	1,20	0,91	-0,68	500	1,14	519,84	-389,88	0,270	-0,203	0,919	-0,689
5	6,2	3,4	16,90	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	1,30	0,99	-0,74	500	1,14	563,16	-422,37	0,293	-0,220	0,996	-0,747
6	6,2	3,4	20,30	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	1,40	1,06	-0,80	500	1,14	606,48	-454,86	0,315	-0,237	1,072	-0,804
7	6,2	4,2	24,50	0,8	-0,6	1	1	1	0,95	1,50	1,14	-0,86	500	1,14	649,80	-487,35	0,338	-0,253	1,419	-1,064

2.4 Снігове навантаження

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на 1 м^2 покриття будівлі визначається за формулою:

$$S_m = S_0 \cdot C \cdot \gamma_{fm}, = 1,2 \cdot 1 \cdot 1,14 = 1,368 \text{ кН/м}^2 \quad (2,4)$$

де S_0 – характеристичне значення снігового навантаження, приймається залежно від снігового району по вказівкам ДБН, для м. Запоріжжя він складає 1200 Па. Строк експлуатації будівель громадського призначення $T_{ef} = 100$ років, промислового – 60 років.

Коефіцієнт C у формулі визначається добутком декількох коефіцієнтів:

$$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt}, = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \quad (2,5)$$

де μ – коефіцієнт переходу від ваги снігового покрій на поверхні землі до снігового навантаження на поверхні покрівлі, який залежить від обрису покриття і від кута α нахилу покрівлі: $\mu = 1$, якщо $\alpha \leq 25^\circ$; $\mu = 0$, якщо $\alpha > 60^\circ$;

Згідно Схеми 10. Покриття з парапетами, визначаємо μ за формулою:

$$\mu = (2h)/S_0 \quad (2,6)$$

де h – висота парапету від поверхні плоскої покрівлі, в нашому проекті вона дорівнює 760 мм, або 0,76 м

$$\text{Тоді } \mu = (2 \cdot 0,76)/1,2 = 1,6$$

C_e – коефіцієнт, що врахує режим експлуатації покрівлі. При відсутності даних про режим експлуатації $C_e = 1$; C_{alt} – коефіцієнт географічної висоти розташування будівлі; $C_{alt} \neq 1$ для об'єктів, які знаходяться у гірській місцевості.

$$\text{Тоді } C = 1,6 \cdot 1 \cdot 1 = 1,6$$

Тоді визначемо значення снігового навантаження біля парапетів, а саме: максимальне значення, яке буде знижуватись на відстані $2h$ від парапету тобто 1,52 м до значення $1,368 \text{ кН/м}^2$ і буде складати:

$$S'_m = 1,2 * 1,6 * 1,14 = 2,18 \text{ кН/м}^2$$

2.5 Статичний розрахунок

В основу розрахунків покладений метод кінцевих елементів. У якості основних невідомих прийняті наступні переміщення вузлів:

- X лінійне по осі X;
- Y лінійне по осі Y;
- Z лінійне по осі Z;
- UX кутове навколо осі X;
- UY кутове навколо осі Y;
- UZ кутове навколо осі Z.

Розрахунки плити проводиться в складі всього будинку з урахуванням жорсткого сполучення колон із плитою. Розрахунки виконані на наступні завантаження:

- завантаження 1,2,3 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як постійне навантаження (власна вага плит, вага підлоги, вага стін по контуру будинку);
- завантаження 4 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як тривале навантаження (корисне навантаження з повним розрахунковим значенням на перекриття.);
- завантаження 5 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як тривала (фактичне навантаження від перегородок);
- завантаження 6 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як снігове навантаження прикладене до каркасу;

- завантаження 7 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як вітрове навантаження прикладена до каркаса під кутом 90° уздовж осі X;

- завантаження 8 – статичне завантаження - дане завантаження враховується як вітрове навантаження прикладена до каркаса під кутом 90° уздовж осі Y.

Навантаження від власної ваги залізобетонних конструкцій у програмному розрахунковому багатфункціональному комплексі «ЛІРА-САПР» визначається автоматично.

Усі завантаження сформовані у програмному комплексі «САПФІР», що в цілому дало змогу зменшити час роботи у «ЛІРА-САПР».

Результати розрахунків підбору арматури до всіх елементів були еспортовані з програмного комплексу «ЛІРА-САПР» до програмного комплексу «САПФІР» де за результатами розроблені креслення армування конструкцій, що представлені у графічній частині роботи.

2.6 Аналіз статичних розрахунків

Результати розрахунків представлені на рисунках нижче.

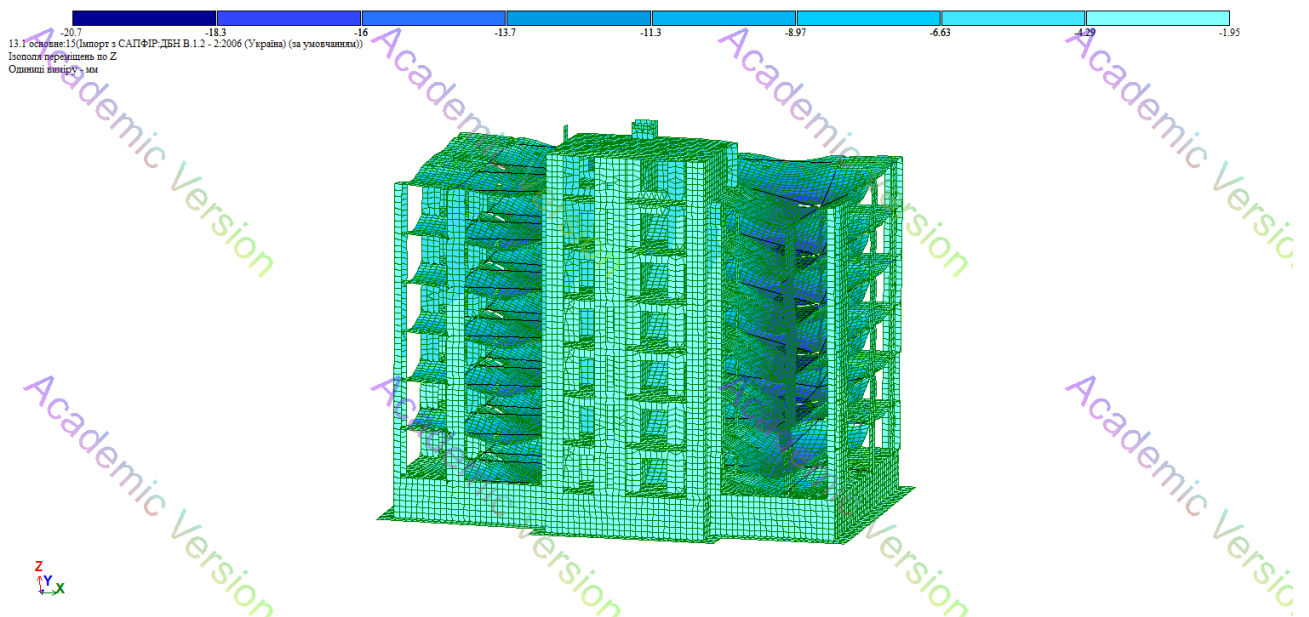


Рисунок 2.2 – Ізополя переміщень по осі Z

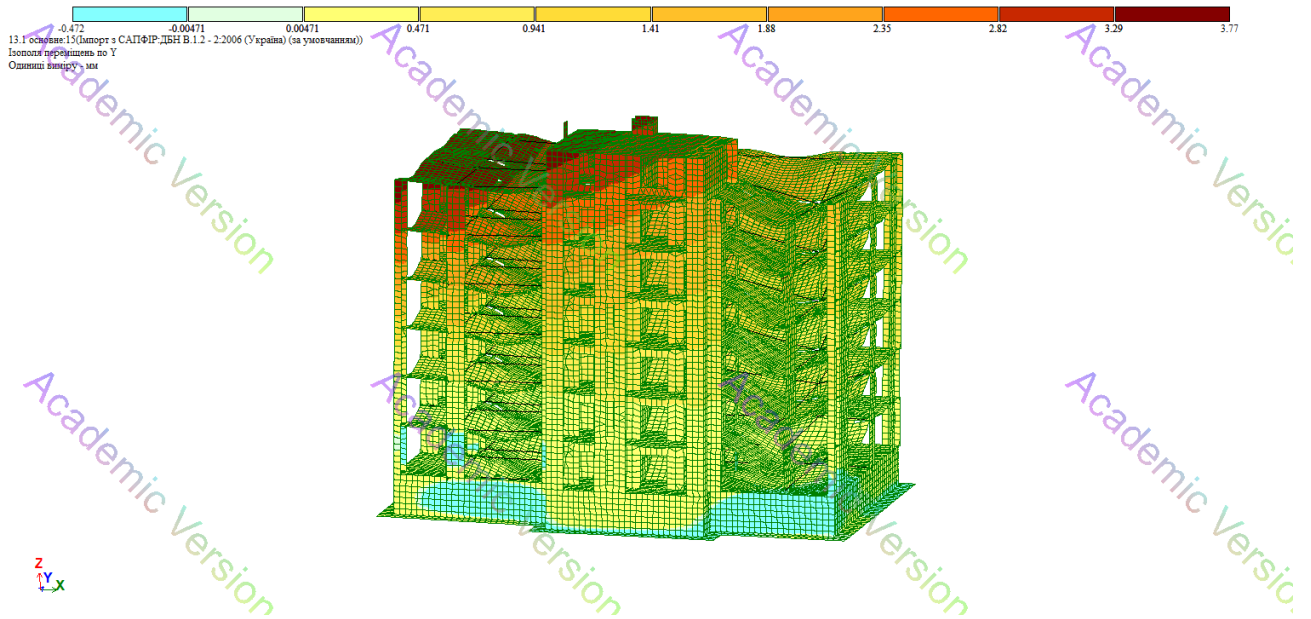


Рисунок 2.3 – Ізополя переміщень по осі Y

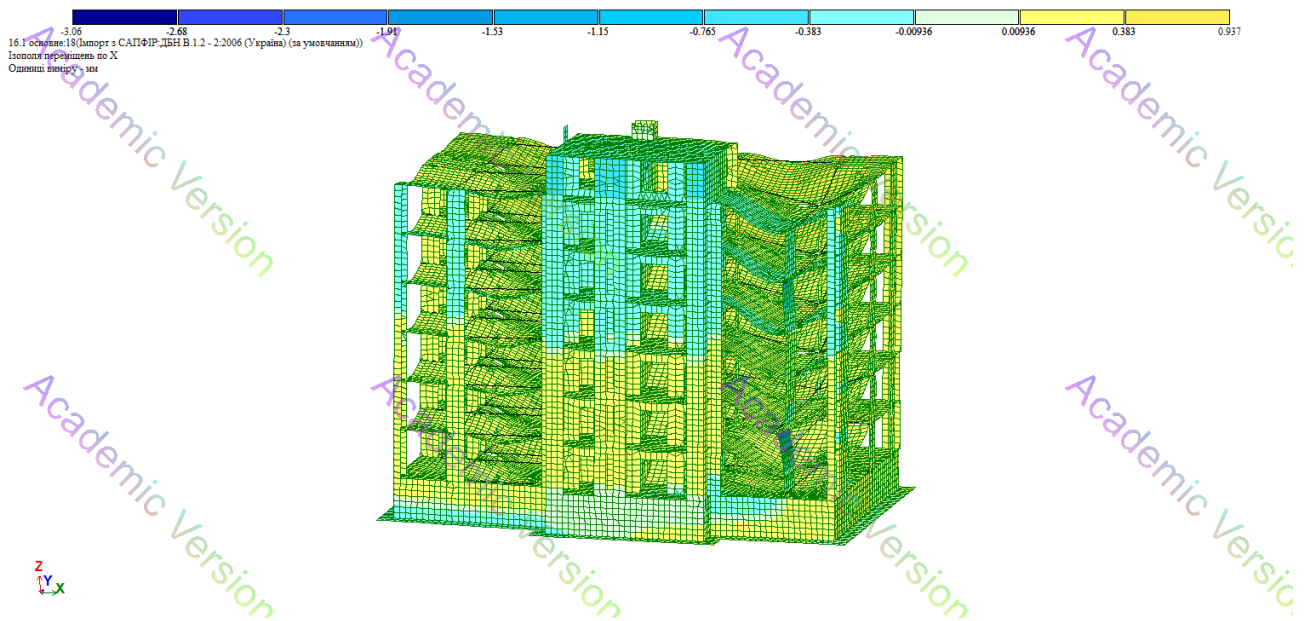


Рисунок 2.4 – Ізополя переміщень по осі X

Результати розрахунків по прогинах згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування», згідно п. 7 Горизонтальні граничні переміщення і прогини каркасних будівель.

$$f_u < [f_u] \quad (2.7)$$

$$f_u = 0,00326 < [f_u] = 24,6/500 = 0,0492$$

де f_u – граничне переміщення;

h – висота багатоповерхових будівель, що дорівнює відстані від верху фундаменту до осі ригеля покриття.

Для розглядаємої будівлі дорівнює $h = 24,6$ м.

Горизонтальні граничні переміщення задовольняють вимогам.

16.1 основне:18(Імпорт з САПФІР.ДБН В.1.2 - 2:2006 (Україна) (за умовчаними))
Епюра N
Опівити випірку - т

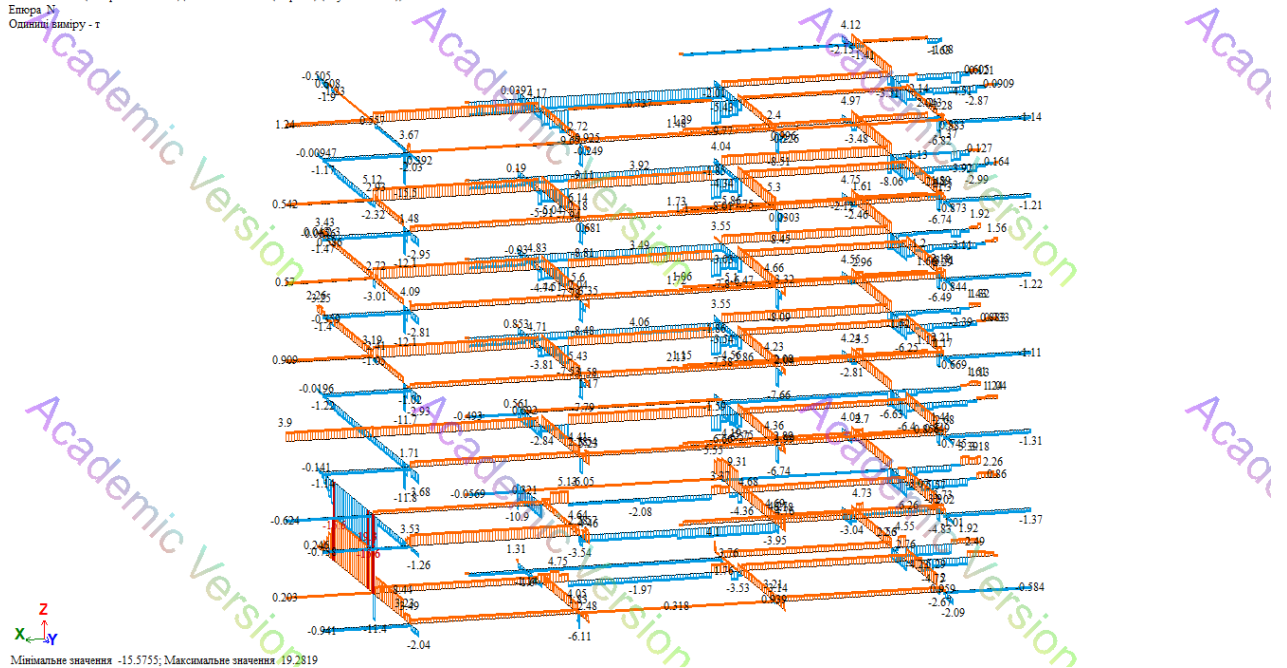


Рисунок 2.5 – Епюра N

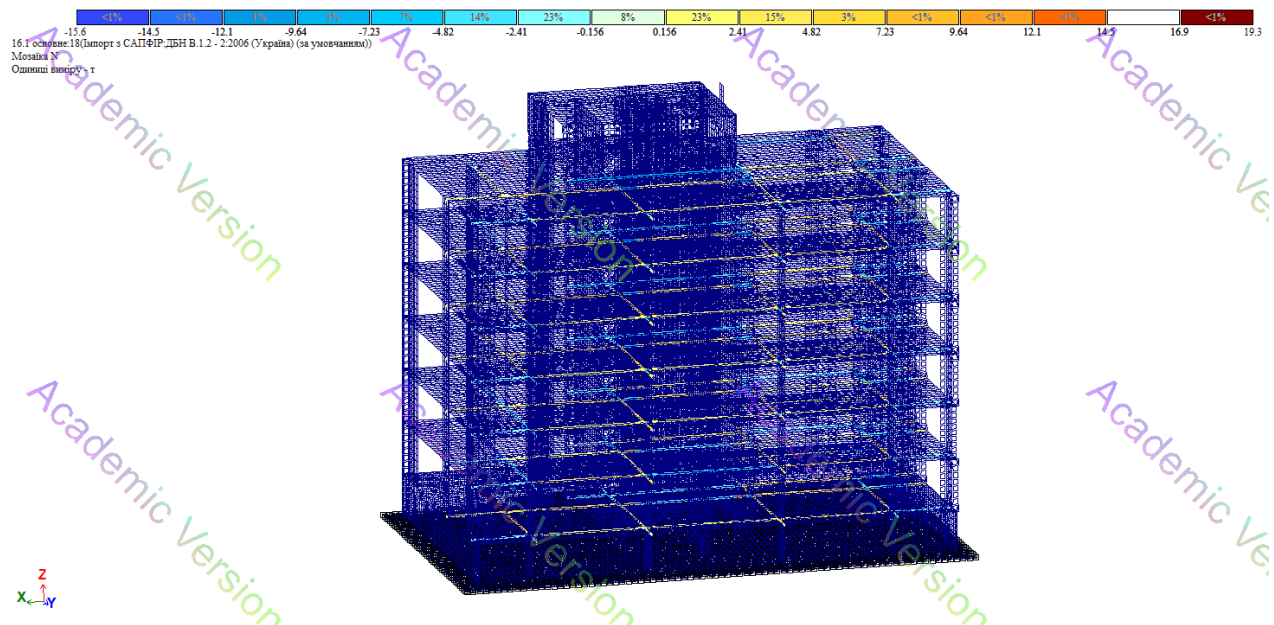


Рисунок 2.6 – Мозаїка N

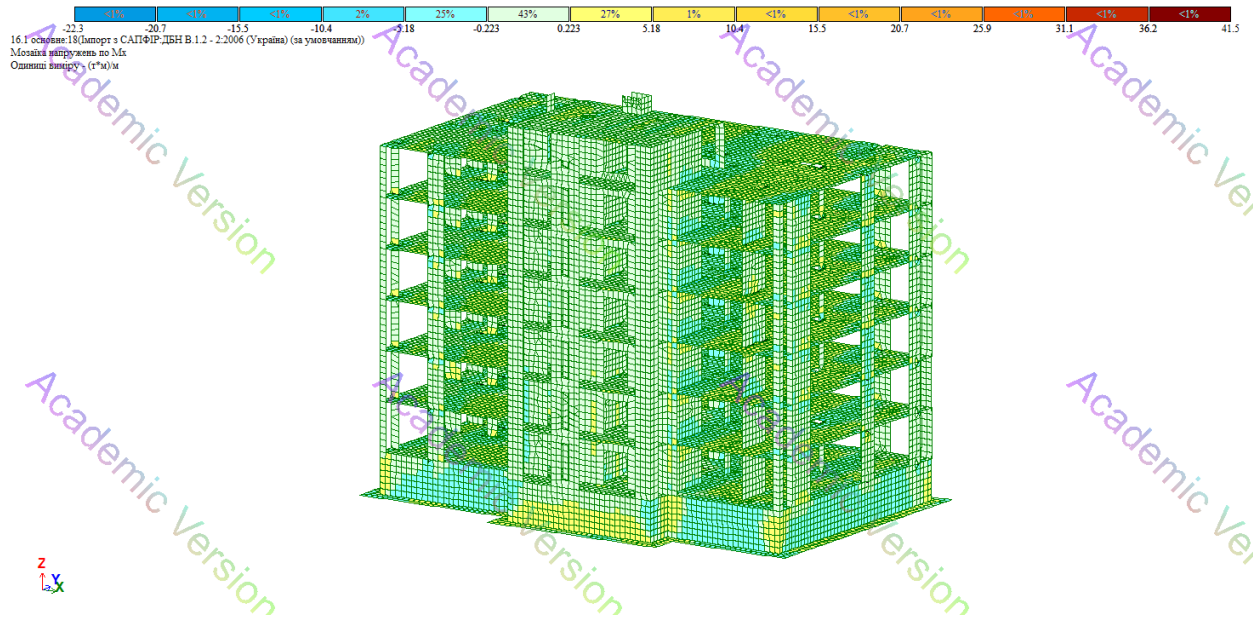
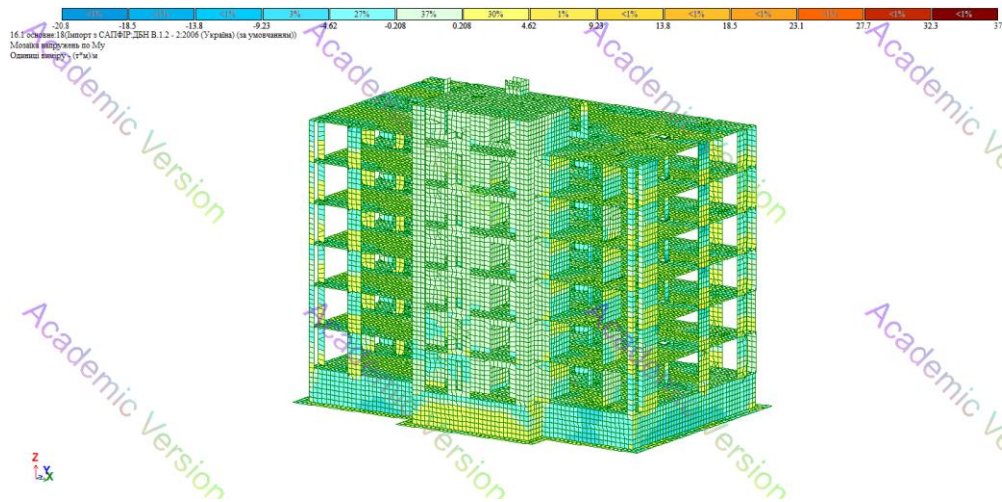
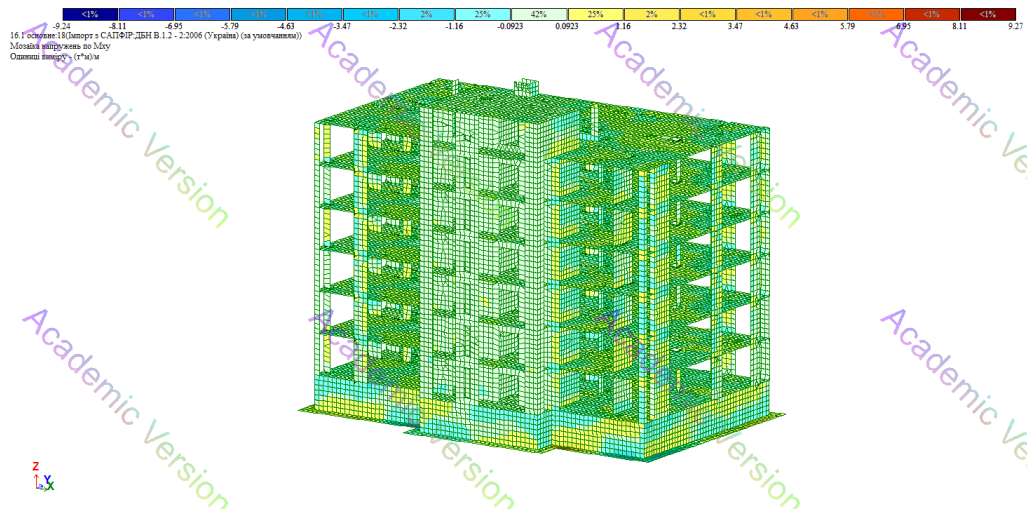
Рисунок 2.7 – Мозаїка напруг по M_x Рисунок 2.8 – Мозаїка напруг по M_y Рисунок 2.9 – Мозаїка напруг по M_{xy}

Рисунок 2.12 – Площа повної арматури на 1пм оп осі X у верхній грані

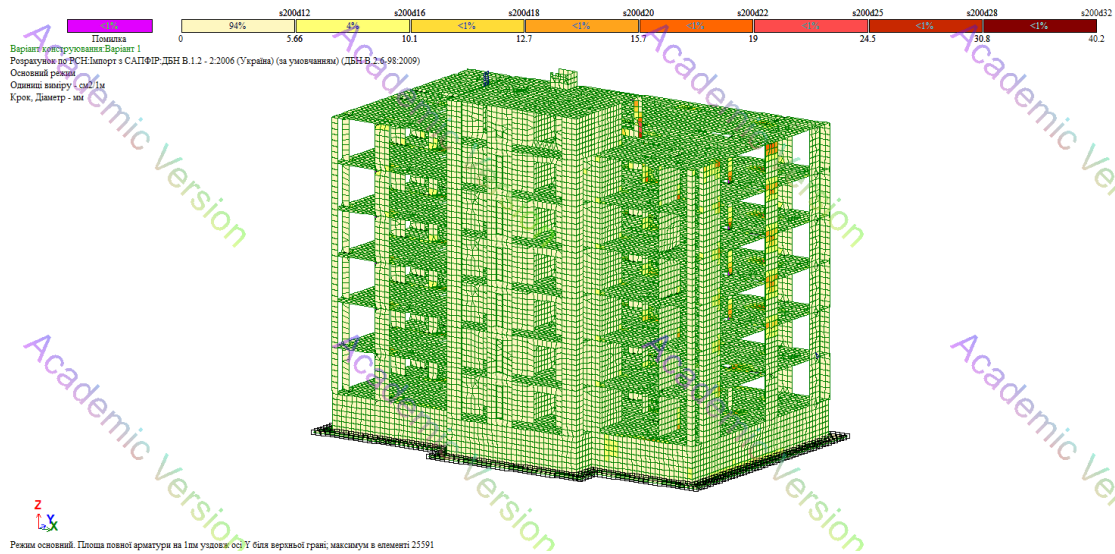


Рисунок 2.13 – Площа повної арматури на 1пм оп осі Y у верхній грані

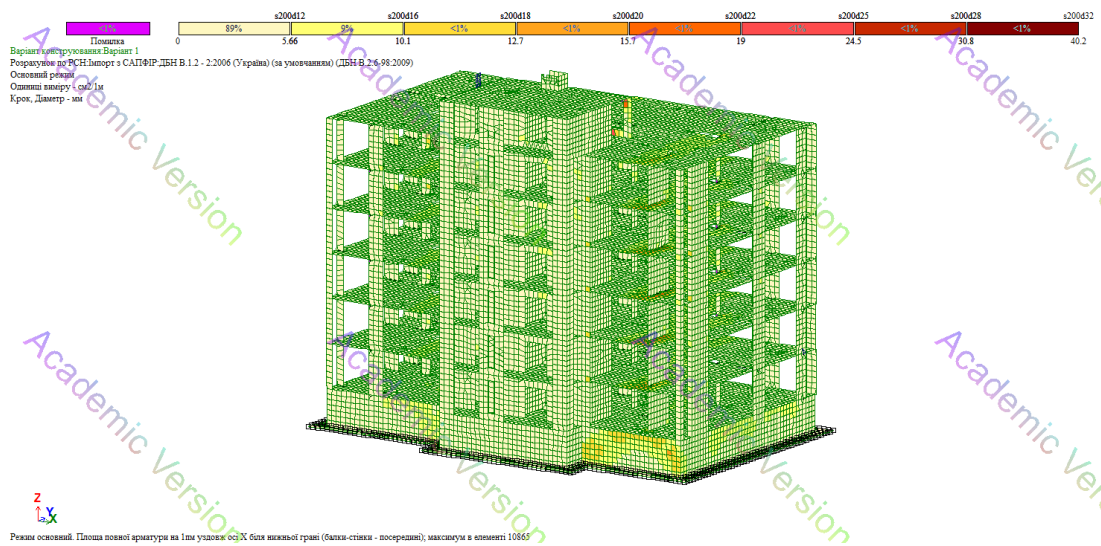


Рисунок 2.14 – Площа повної арматури на 1пм оп осі X у нижній грані

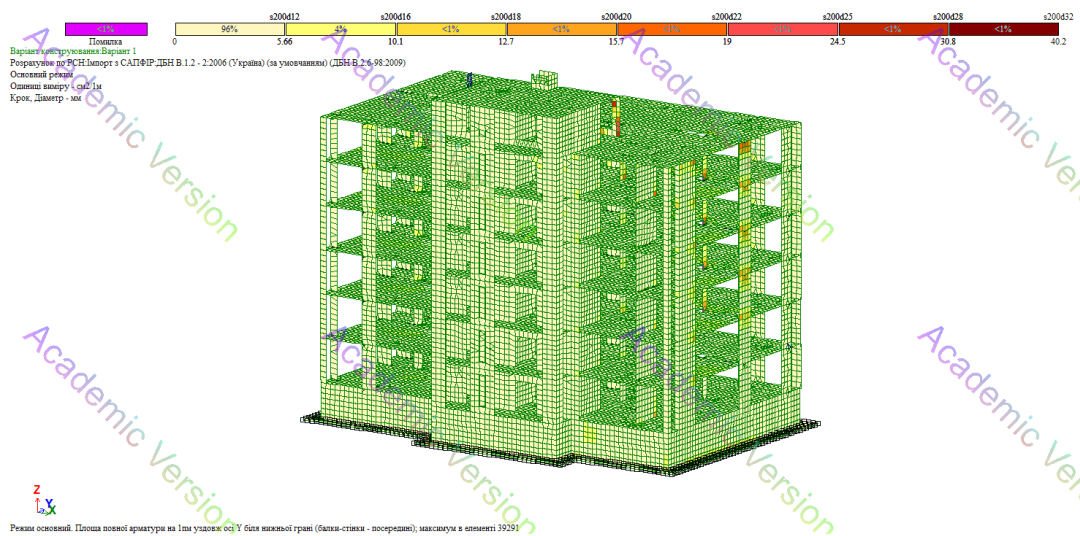
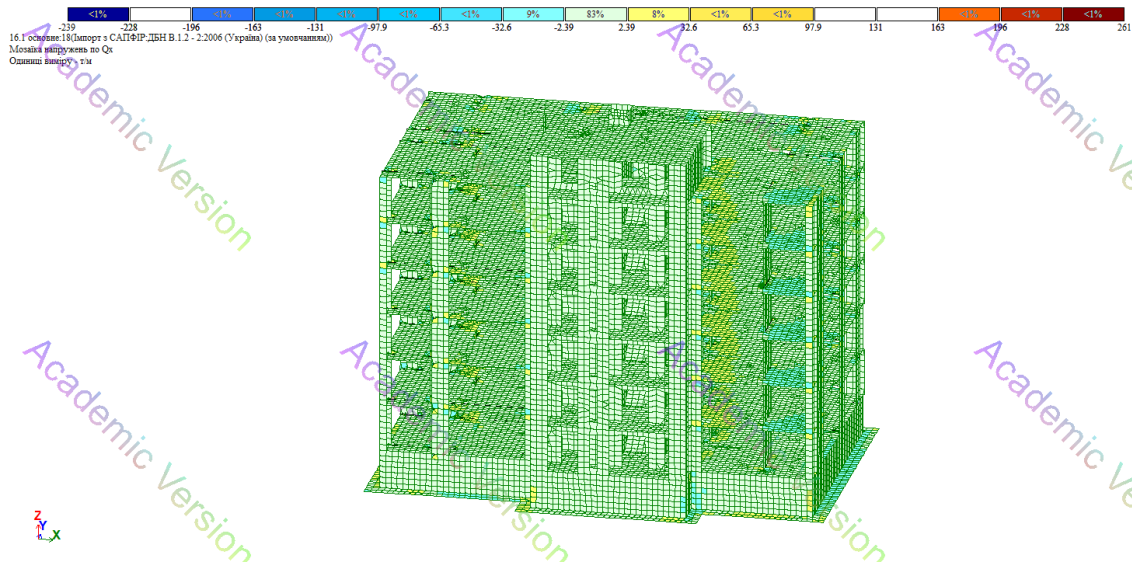
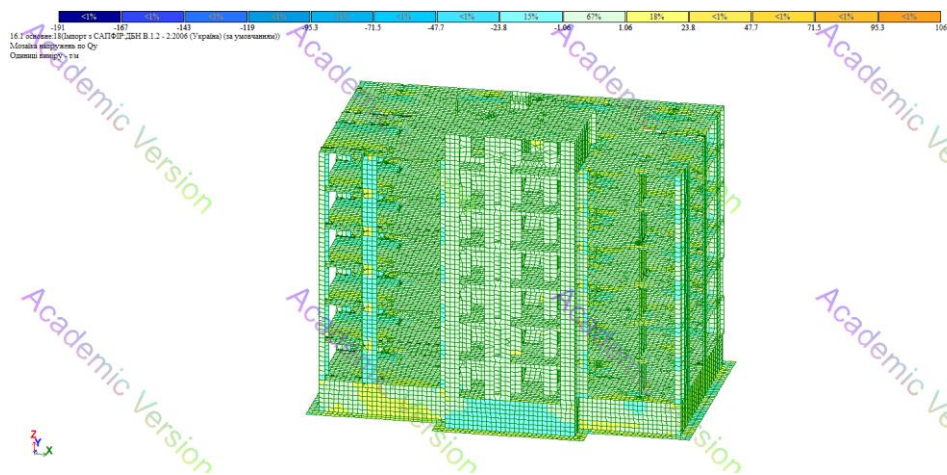


Рисунок 2.15 – Площа повної арматури на 1пм оп осі X у нижній грані

Рисунок 2.16 – Мозаїка напружень по Q_x Рисунок 2.17 – Мозаїка напружень по Q_y

2.7 Розрахунки монолітної плити перекриття на рівні +3.600

Розрахункова схема монолітної залізобетонної плити перекриття представлено на рисунку 2.18. Результати статичного розрахунку плити представлено на малюнках 2.18-2.25 і плита покриття виконані монолітними з бетону класу С25/30. Поздовжня арматура класу А-400, поперечна А-400 за ДСТУ 3760.

Розрахунок поздовжньої арматури в прольоті виконується за умовами нормальних перерізів під дією максимального позитивного згинального моменту.

Підбір арматури для монолітної плити перекриття здійснено за допомогою програми «ЛІРА-АРМ». Нижче наведені результати підбору арматури для монолітної плити перекриття на основі розрахунку за міцністю нормальних перерізів.

Армування плити виконується окремими стрижнями відповідно до ізополь та згинальних моментів.

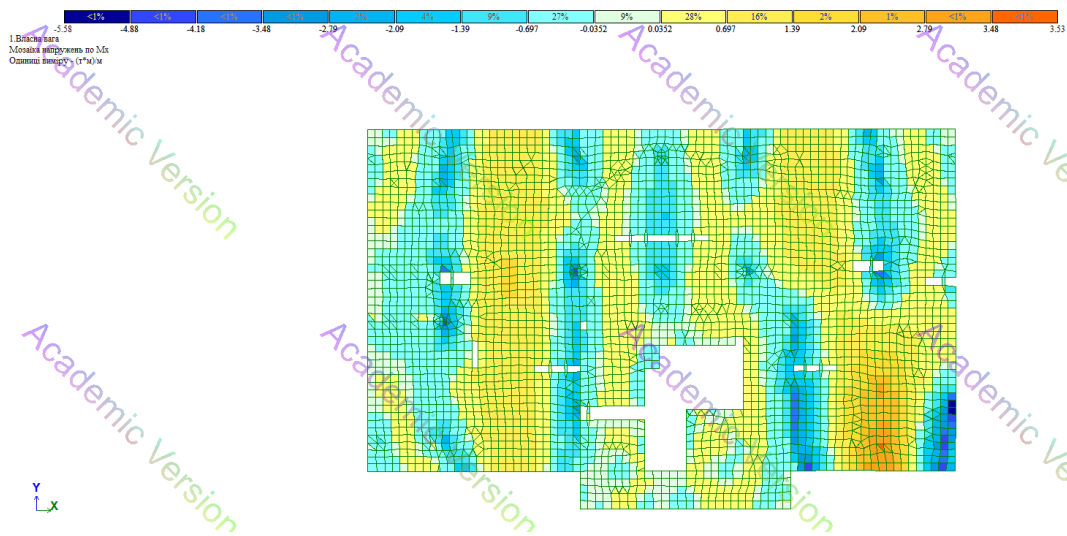


Рисунок 2.18 – Мозаїка напруг по Мх

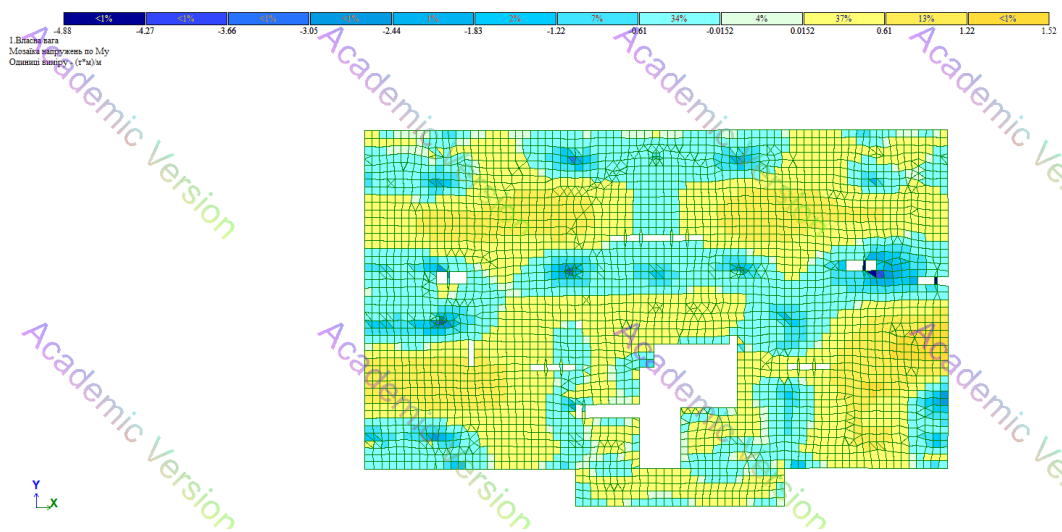


Рисунок 2.19 – Мозаїка напруг по My

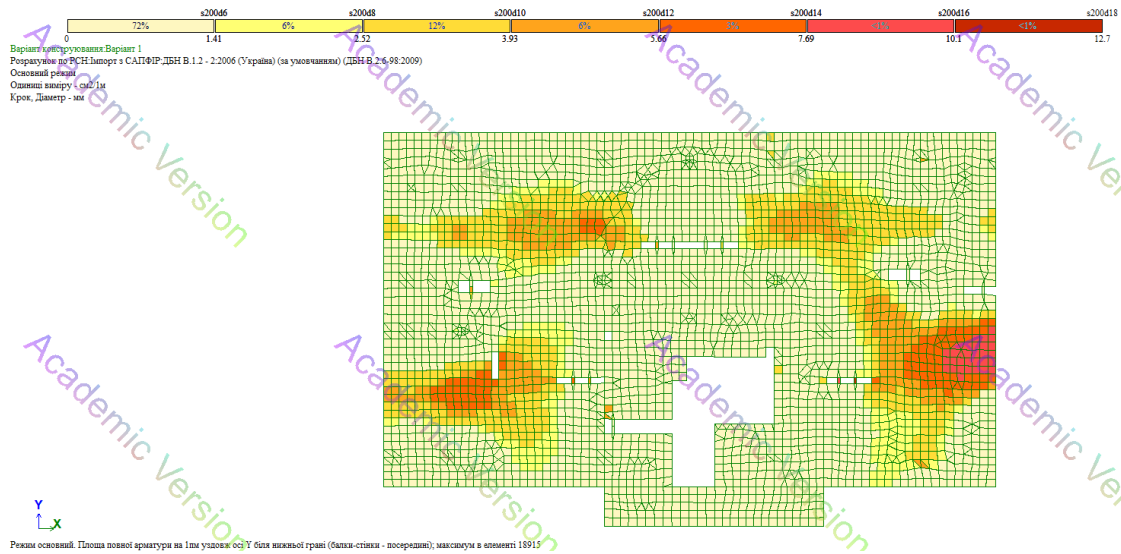


Рисунок 2.20 – Нижня арматура по осі Y

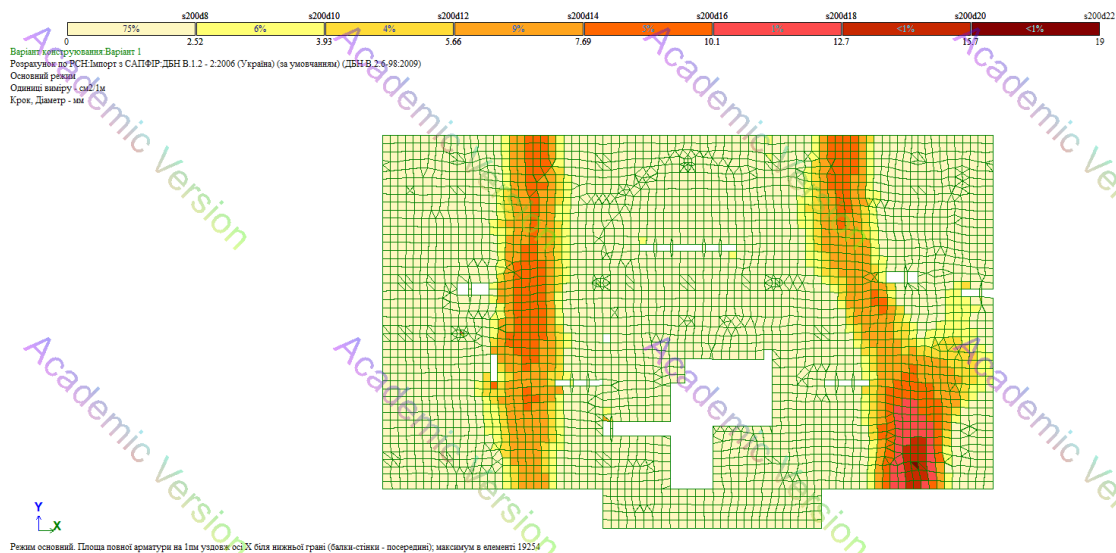


Рисунок 2.21 – Нижня арматура по осі X

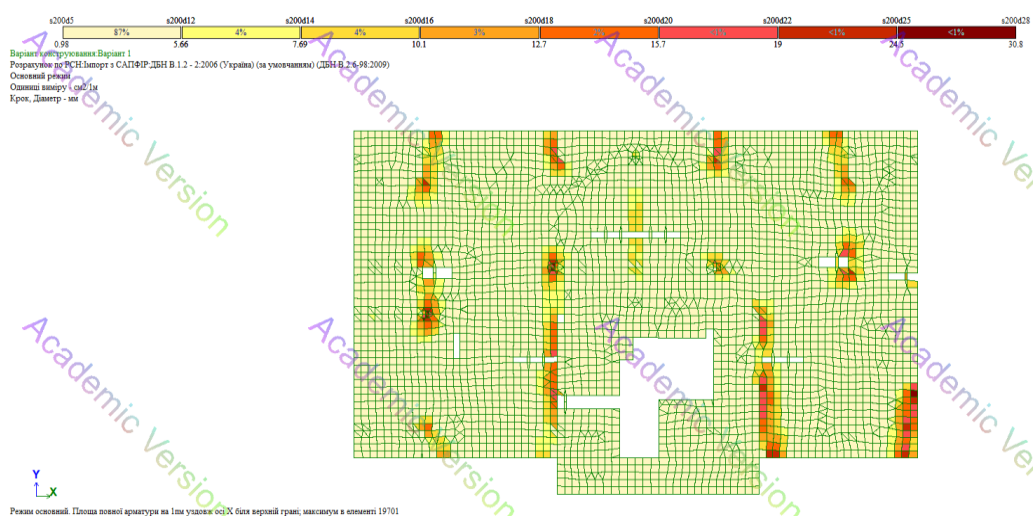


Рисунок 2.22 – Верхня арматура по осі X

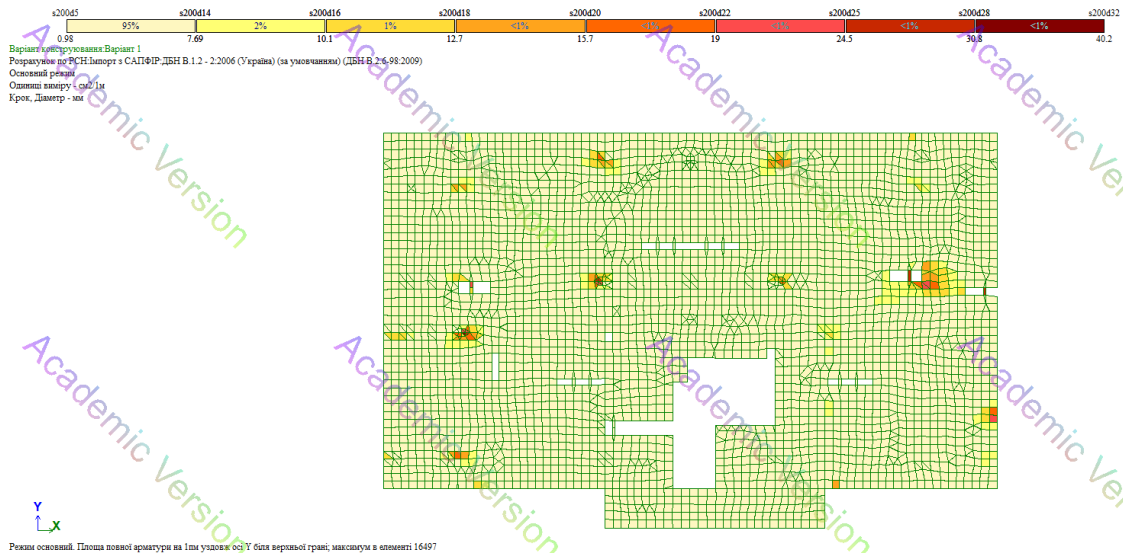


Рисунок 2.23 – Верхня арматура по осі Y

Арматура плити розміщується відповідно до епюри моментів у прольотних смугах, подібно до нерозрізних плит.

Оцінка прогинів плити перекриття виконана на основі просторового розрахунку, результати якого наведені на зображенні нижче.

Із розрахунку видно, що максимальне переміщення плити не перевищує допустимих значень.

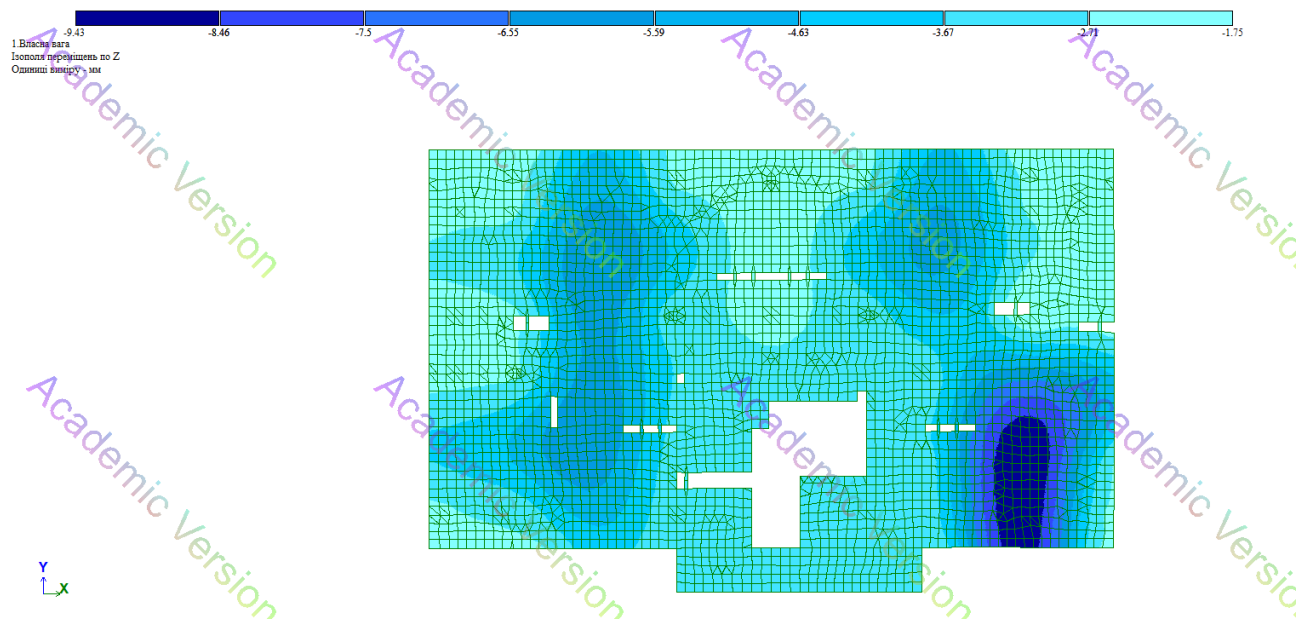


Рисунок 2.24 – Ізополю переміщень плити перекриття по осі Z

Результати розрахунків по прогинах згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення. Вимоги проектування».

$$f < [f] = \frac{1}{200} \cdot L , \quad (2.8)$$

$$f_u = 9,41 < [f_u] = (1/200) \cdot 8700 = 43,5 \text{ мм}$$

Жорсткість перекриття задовольняє вимогам норм.

За результатами підбору арматурам остаточно ухвалюємо:

При конструюванні плити перекриття ухвалюємо основне армування у верхній і нижній зоні $\varnothing 12$ А400С із кроком 200 мм у двох напрямках.

2.8 Розрахунки монолітних стін на рівні +3.600

Результати статичного розрахунку монолітних стін представлено на рисунках 2.25-2.27. Монолітні стіни виконані з бетону класу С25/30. Поздовжня арматура класу А-400, поперечна А-240С за ДСТУ 3760.

Підбір арматури для монолітної стіни перекриття здійснено за допомогою програми «ЛІРА-АРМ». Нижче наведені результати підбору арматури для монолітних стін на основі розрахунку за міцністю нормальних перерізів.

Армування стін виконується окремими стрижнями відповідно до ізополів та згинальних моментів та результатів підбору арматури у програмі.

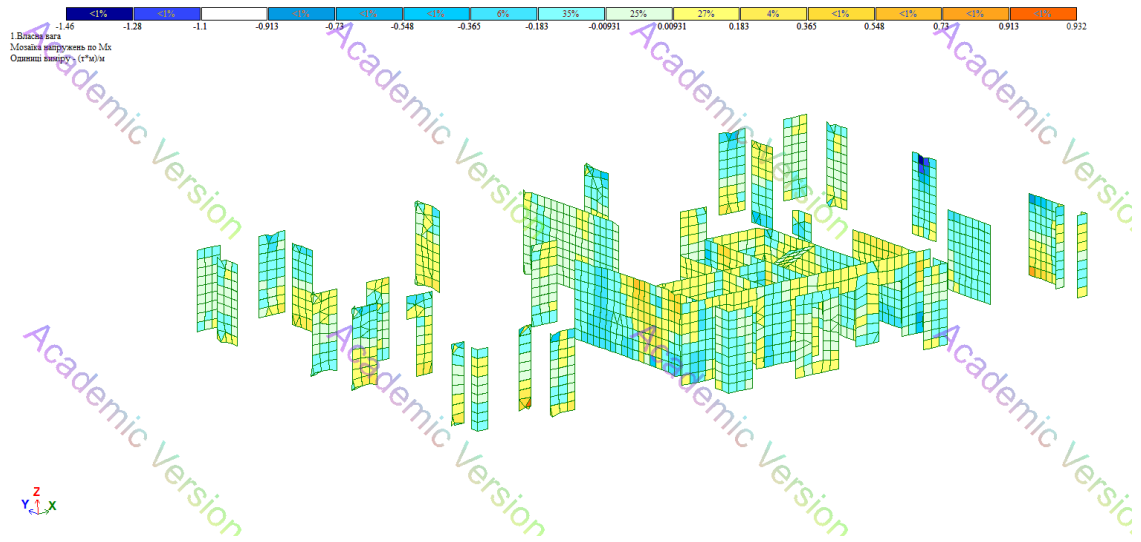
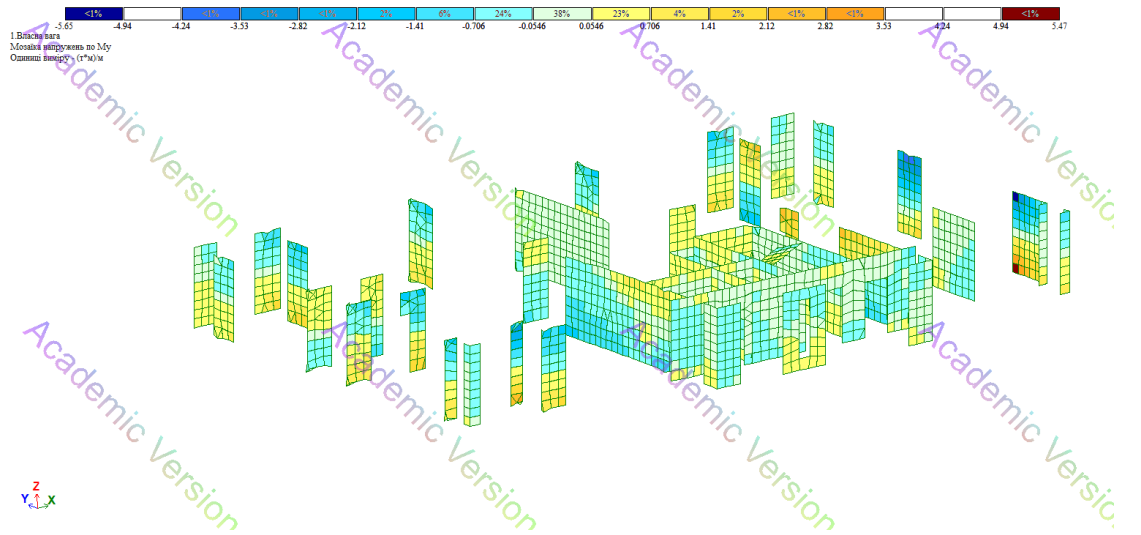
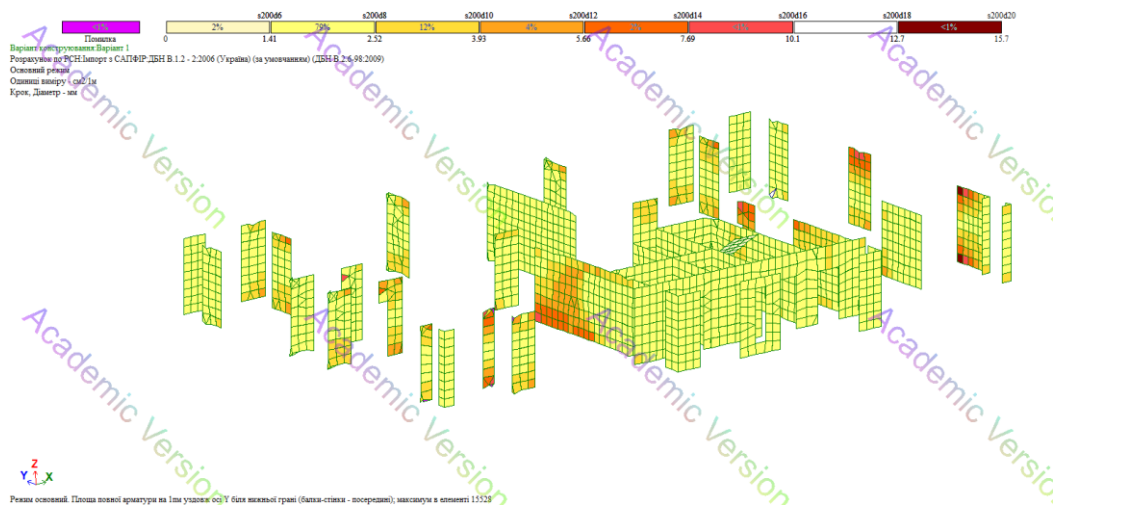
Рисунок 2.18 – Мозаїка напруг по M_x Рисунок 2.19 – Мозаїка напруг по M_y 

Рисунок 2.20 – Нижня арматура по осі Y

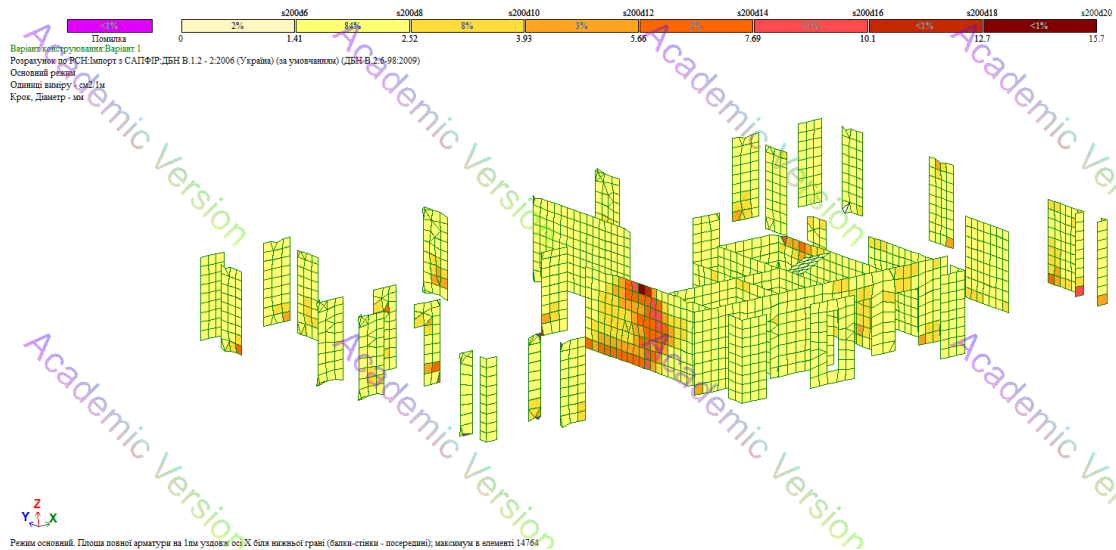


Рисунок 2.21 – Нижня арматура по осі X

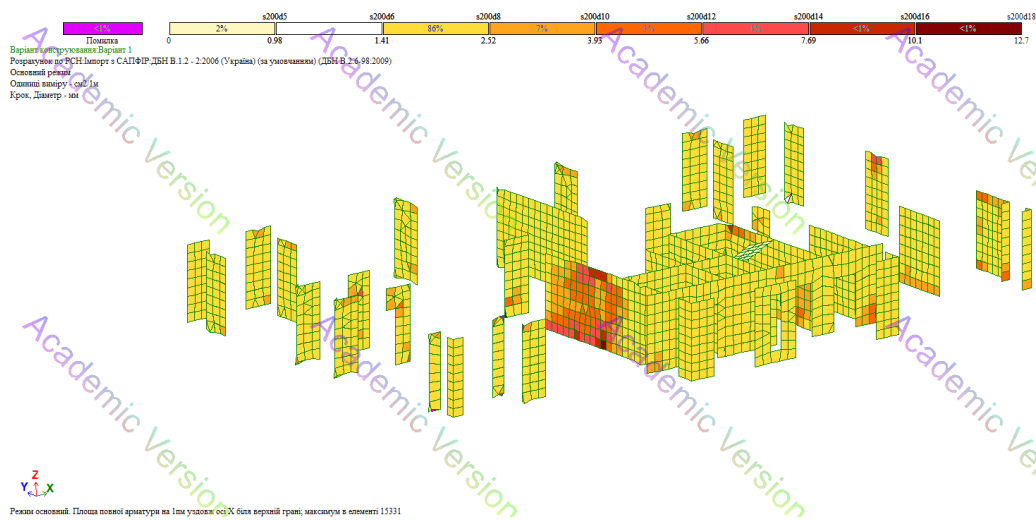


Рисунок 2.22 – Верхня арматура по осі X

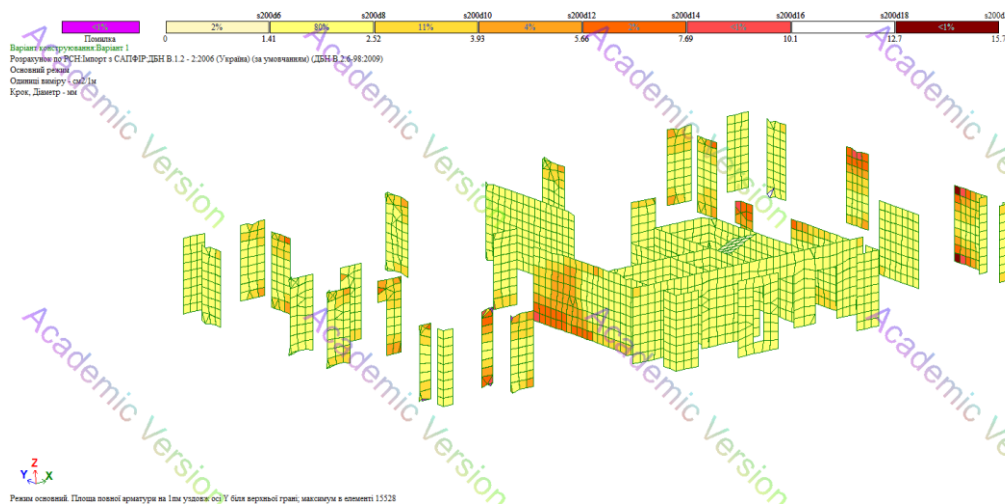


Рисунок 2.23 – Верхня арматура по осі Y

Арматура плити розміщується відповідно до епюри моментів у прольотних смугах, подібно до нерозрізних плит.

Оцінка прогинів плити перекриття виконана на основі просторового розрахунку, результати якого наведені на зображенні нижче.

Із розрахунку видно, що максимальне переміщення плити не перевищує допустимих значень.

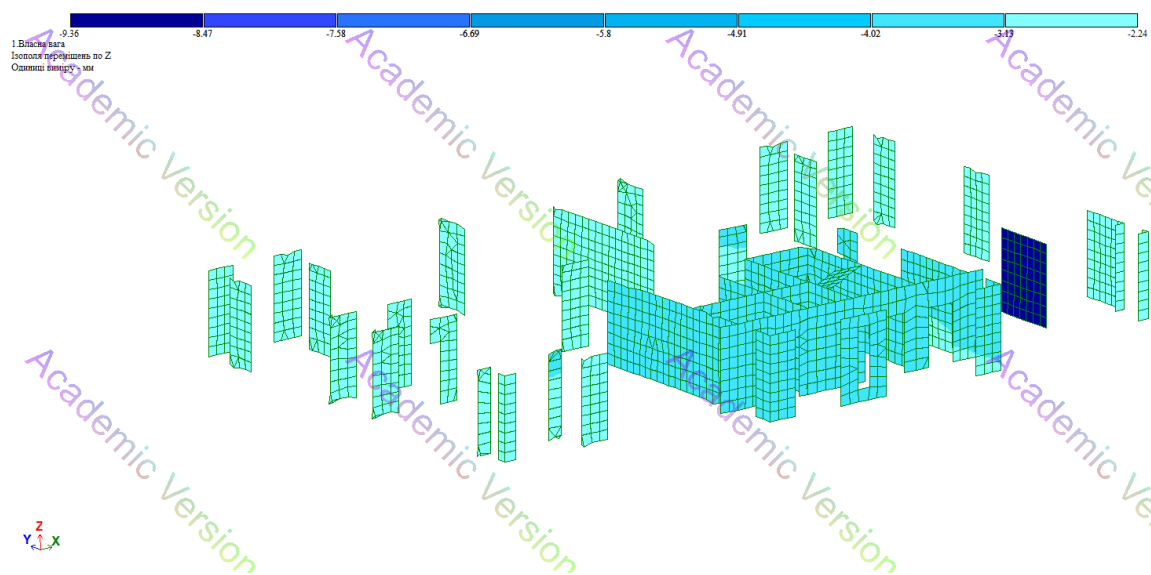


Рисунок 2.24 – Ізополя переміщень плити перекриття по осі Z

За результатами підбору арматурі остаточно ухвалюємо:

При конструюванні стін перекриття ухвалюємо основне армування у $\varnothing 12$ A400C із кроком 200 мм у двох напрямках.

2.9 Розрахунок основ та фундаментів

Сучасні монолітні будівлі мають різноманітні архітектурно-планувальні рішення, часто з нерегулярним розташуванням вертикальних несучих елементів та різною площею забудови на поверхах. Це призводить до нерівномірного навантаження на основу, тому найкращим варіантом є використання суцільних плитних фундаментів із монолітного залізобетону. Плитні фундаменти можуть

бути плоскими, ребристими або коробчатими залізобетонними плитами. Найбільш ефективними є плоскі плитні фундаменти, оскільки вони:

- рівномірно розподіляють навантаження на ґрунт з низьким питомим тиском;
- забезпечують міцну основу на нестабільних ґрунтах із високою рухливістю;
- можуть використовуватися як основа для підлоги в приміщеннях;
- мають високу довговічність і міцність завдяки армуванню;
- дозволяють зводити будівлі в умовах близького розташування ґрунтових вод, пучинистості ґрунтів або на заболочених ділянках, запобігаючи деформаціям основи.

2.9.1 Початкові розрахункові дані для розрахунку монолітної фундаментної плити

Для зменшення часу розрахунку до розрахункової моделі фундаментної плити були задані наступні фізичні характеристики:

- коефіцієнт пружної основи $C1 = 4000 \text{ тс/м}^3$
- задані одновузлові КЕ 51 пружної в'язі для осей x та y 0,5 т/м

$C1$ — це показник, який характеризує, наскільки жорстко ґрунт або основа реагує на прикладене до нього навантаження. Він відображає пружність ґрунту: чим більше значення $C1$, тим менше ґрунт деформується (просідає) під дією сили. І навпаки, якщо значення $C1$ невелике, ґрунт є м'якшим і більше прогинається під навантаженням.

У ЛПРА-САПР модель ґрунту включає інформацію про геологічні умови на кожній точці будівельного майданчика. Кожен інженерно-геологічний елемент (ІГЕ) описується в плаваючому вікні "Характеристики ґрунтів" системи ГРУНТ за такими параметрами:

- Модуль деформації E ;
- Коефіцієнт Пуассона ν ;

Питома вага ґрунту γ (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2);

Для врахування вологості або текучості ґрунту задаються такі характеристики:

Природна вологість (для піщаних ґрунтів) W ;

Показник текучості IL (для глинистих ґрунтів);

Коефіцієнт пористості e ;

Також враховуються:

Питоме зчеплення c (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2);

Кут внутрішнього тертя ϕ (для двох граничних станів — ГС1 і ГС2), а також інші параметри.

Розглядаються навантаження, що задаються в системі ГРУНТ або імпортуються з програми ВІЗОР-САПР. Для розрахунків використовується модель лінійно деформованого півпростору (задача Буссінеска). Осідання і глибина стисливої товщі визначаються відповідно до нормативних документів, обраних у параметрах розрахунку.

У точці з координатами (x, y) на глибині z_j для кожного k -го зовнішнього навантаження на ґрунт обчислюється додаткове вертикальне напруження $\sigma_{zp,jk}$.

Підсумовується загальне додаткове вертикальне напруження від усіх навантажень: $\sigma_{zp,j} = \sum \sigma_{zp,jk}$.

Крім того, у цій точці на глибині z_j розраховується вертикальне напруження від власної ваги ґрунту $\sigma_{zg,j}$.

Якщо на глибині z_j і нижче виконується умова $\sigma_{zp,j} < \lambda \cdot \sigma_{zg,j}$, фіксується глибина стисливої товщі $H_c = z_j$.

У спрощеному варіанті, одному із трьох, значення коефіцієнта пружності основи C_1 у розрахунковій точці з координатами (x, y) можна описати за формулою:

$$C_1 = \sigma_{zp,j} / s$$

де

$\sigma_{zp,j}$ - додаткове вертикальне напруження в точці (x, y) на глибині z_j ,

s – осідання основи в тій самій точці

Ця формула відображає залежність між напруженням та деформацією ґрунту, що використовується для визначення коефіцієнта пружності основи.

Одновузловий КЕ 51 пружної в'язі застосовується для введення пружної в'язі за одним напрямком чи навколо однієї з глобальних осей X , Y , Z чи місцевих осей координат елемента $X1$, $Y1$, $Z1$.

2.9.2 Розрахунки фундаментної плити

Розрахунок фундаментної плити на стислій основі, що використовується в сучасних монолітних будівлях із нерегулярним розташуванням вертикальних несучих елементів, виконується у кілька етапів. Оскільки нерівномірні навантаження вимагають точних інженерних рішень, особливо при застосуванні суцільних плитних фундаментів, процес розрахунку складається з наступних кроків:

Визначення навантажень на плиту: На основі результатів розрахунку каркаса будівлі визначаються розрахункові навантаження на фундаментну плиту.

Статичний розрахунок плити на стислій основі: Для визначення внутрішніх зусиль, переміщень плити та реакцій ґрунту під нею проводиться статичний розрахунок, враховуючи різні умови ґрунту, що може включати зсуви і осідання.

Перевірка деформацій: Виконується перевірка різниці вертикальних переміщень точок плити в місцях встановлення колон, віднесеної до відстані між ними, щоб уникнути небажаних деформацій конструкції.

Розрахунки проводилися за допомогою програмного комплексу «ЛПРА-САПР» та системи ГРУНТ, що дозволяє детально моделювати взаємодію плити з ґрунтом. Послідовність розрахунку у ПК «ЛПРА-САПР» включає:

- створення розрахункової схеми з розбиттям на кінцеві елементи;
- призначення характеристик елементів та задання зв'язків;
- введення зовнішніх навантажень;

- врахування додаткових параметрів для розрахунку деформованої схеми;
- введення розрахунків і аналіз результатів.

Ця методика дозволяє врахувати специфіку нерівномірних навантажень на плитні фундаменти сучасних будівель, забезпечуючи їх довговічність і надійність в умовах різних ґрунтових характеристик.

2.9.3 Створення розрахункової схеми фундаментної плити

На рисунку 2.25 показано розбиття плитного фундаменту на кінцеві елементи, виконане за допомогою автоматичної триангуляції в програмному комплексі «САПФІР» з подальшою передачею моделі в ПК «ЛІРА-САПР».

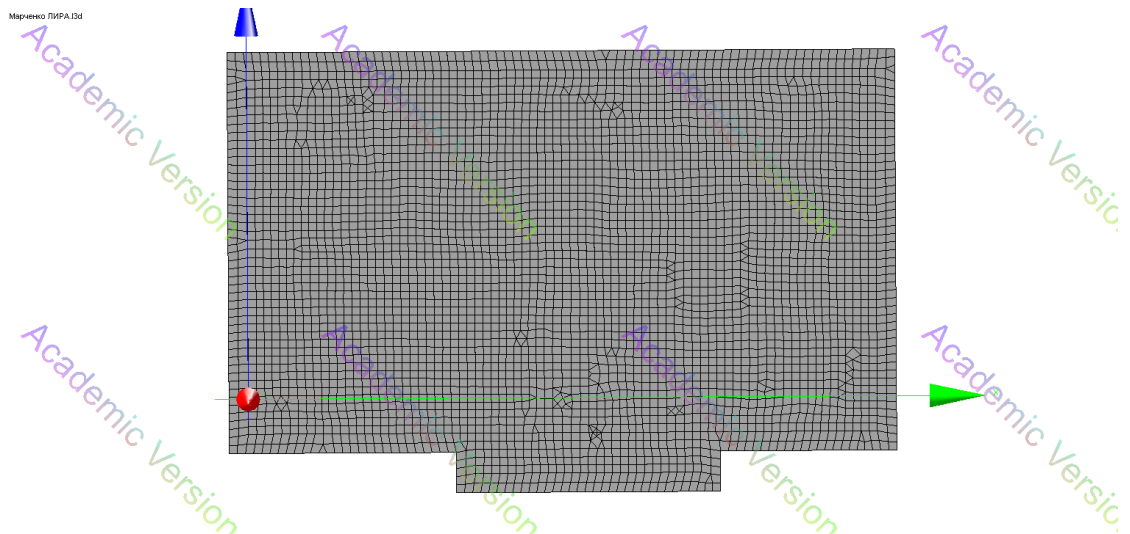


Рисунок 2.25 – Розбивка плитного фундаменту на кінцеві елементи

Для розрахунків фундаментної плити використана розрахункова схема у вигляді лінійно деформованого півпростору з умовним обмеженням глибини стисливої товщі.

2.9.4 Аналіз результатів розрахунків фундаментної плити по деформаціям

Результати розрахунків плити по деформаціям:

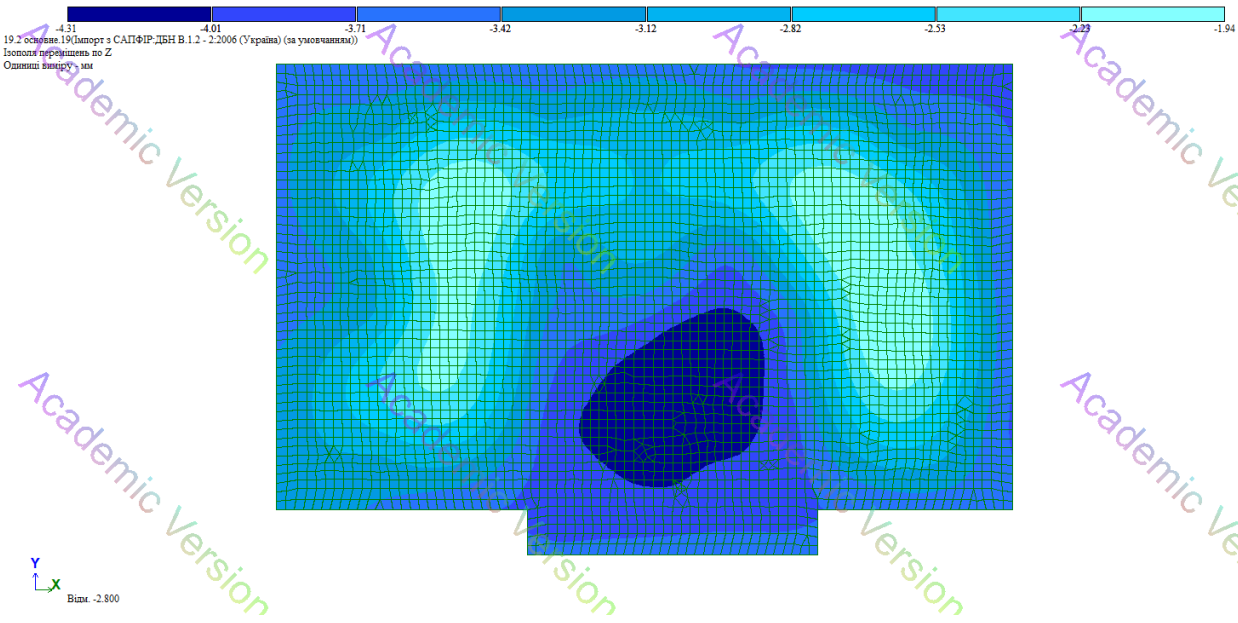


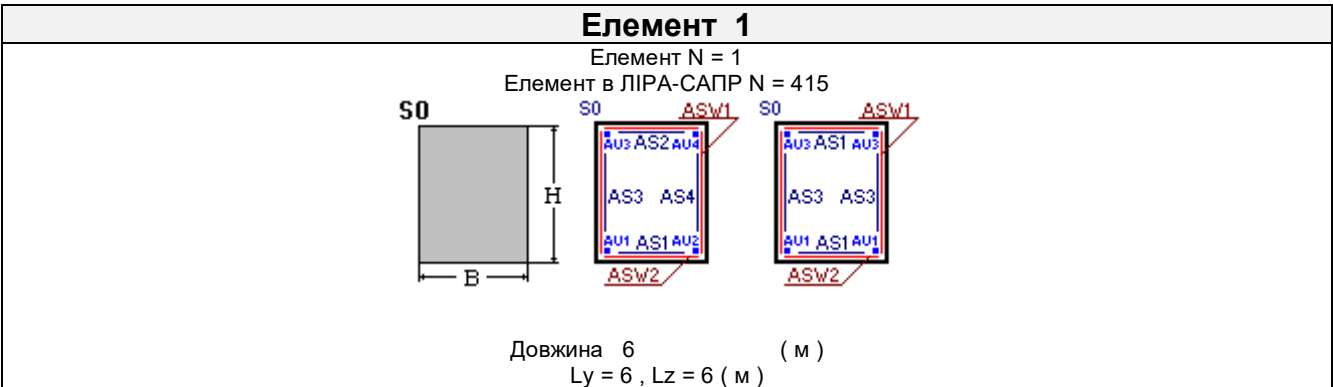
Рисунок 2.26 – Ізополя переміщень по осі Z

З розрахунку видно, що максимальні осадки фундаментної плити не перевищують 5 мм, що відповідає вимогам $S_{\max,u} = 15 \text{ см} > 0,5 \text{ см}$ за ДБН В.2.1-10:2018 «Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення», Додатку А, Таблиця А1.

2.9 Розрахунки монолітних стін на рівні +9.800

Розрахунок монолітної балки БМ – 6

ЛАРМ-САПР 2024 - локальний режим армування
Проект - Сапфир Марченко_2_415
Проект ЛІРА-САПР: Сапфир Марченко_2
ДБН В.2.6.-98:2009



Переріз - Прямокутник
 $B(D) = 30.0$, $H(D1) = 40.0$, $B1 = 0.0$, $H1 = 0.0$, $B2 = 0.0$, $H2 = 0.0$ (см)
Відстань до центру ваги арматури: знизу = 5 зверху = 5 збоку = 5. (см)

Вид елемента: Балка
Індекси матеріалів: загальні 3, бетон 3, арматура 2
Конструктивні вимоги НЕ враховувалися
Клас бетону - C25/30
Клас поздовжньої арматури X - A400C
Клас поперечної арматури - A240C
Максимальний діаметр 28.00 мм

ЗУСИЛЛЯ, СПОЛУЧЕННЯ (РСН (розрахункові сполучення навантажень))							
Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N, Qy, Qz - т; Mx, My, Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
1 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
2 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
3 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
4 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
5 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
6 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
7 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
8 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
9 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
10 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
11 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
12 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
13 A1		6.041	-0.049	0.041	0.756	-0.021	0.001
14 A1		4.520	-0.040	-0.264	0.817	-0.018	0.000
15 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
16 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
17 A1		4.517	-0.039	-0.280	0.822	-0.017	0.000
18 B1		4.503	-0.036	-0.275	0.820	-0.016	0.001
19 B1		5.879	-0.045	0.028	0.757	-0.020	0.001
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН							
1 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
2 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
3 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
4 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
5 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
6 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
7 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
8 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
9 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
10 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
11 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
12 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
13 A1		6.041	-0.049	0.358	0.618	-0.022	0.001
14 A1		4.520	-0.040	0.081	0.679	-0.018	0.000
15 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
16 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
17 A1		4.517	-0.039	0.067	0.683	-0.017	0.000
18 B1		4.503	-0.036	0.071	0.682	-0.016	0.001

19 B1	5.879	-0.045	0.345	0.618	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.611	0.479	-0.022	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.363	0.540	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.351	0.545	-0.017	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.354	0.543	-0.017	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.599	0.480	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 4 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.800	0.341	-0.022	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.580	0.402	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.570	0.407	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.573	0.405	-0.017	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.788	0.341	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 5 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000

9 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.926	0.202	-0.023	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.733	0.263	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.726	0.268	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.728	0.267	-0.017	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.914	0.203	-0.022	0.001
Елемент: 1 Переріз: 6 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.987	0.064	-0.023	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.823	0.125	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.818	0.130	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.819	0.128	-0.017	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.975	0.064	-0.022	0.001
Елемент: 1 Переріз: 7 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.984	-0.075	-0.023	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.849	-0.014	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.846	-0.009	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.846	-0.010	-0.018	0.001

19 B1	5.879	-0.045	0.973	-0.074	-0.023	0.001
Елемент: 1 Переріз: 8 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.918	-0.213	-0.023	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.810	-0.152	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.810	-0.147	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.809	-0.149	-0.018	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.907	-0.212	-0.023	0.001
Елемент: 1 Переріз: 9 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.788	-0.352	-0.024	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.708	-0.291	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.710	-0.286	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.709	-0.287	-0.018	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.777	-0.351	-0.024	0.001
Елемент: 1 Переріз: 10 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000

9 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.593	-0.490	-0.024	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.542	-0.429	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.546	-0.424	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.544	-0.426	-0.019	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.583	-0.489	-0.024	0.001
Елемент: 1 Переріз: 11 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.335	-0.629	-0.024	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.312	-0.568	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.318	-0.563	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.316	-0.564	-0.019	0.001
19 B1	5.879	-0.045	0.326	-0.628	-0.024	0.001
Елемент: 1 Переріз: 12 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	0.013	-0.767	-0.025	0.001
14 A1	4.520	-0.040	0.018	-0.706	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	0.026	-0.701	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	0.023	-0.703	-0.019	0.001

19 B1	5.879	-0.045	0.004	-0.766	-0.025	0.001
Елемент: 1 Переріз: 13 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
2 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
3 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
4 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
5 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
6 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
7 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
8 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
9 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
10 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
11 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
12 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
13 A1	6.041	-0.049	-0.373	-0.906	-0.025	0.001
14 A1	4.520	-0.040	-0.340	-0.845	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
16 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
17 A1	4.517	-0.039	-0.329	-0.840	-0.018	0.000
18 B1	4.503	-0.036	-0.333	-0.841	-0.020	0.001
19 B1	5.879	-0.045	-0.382	-0.905	-0.025	0.001
Елемент: 1 Переріз: 14 Зусилля або РСН						
1 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
2 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
3 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
4 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
5 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
6 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
7 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
8 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
9 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
10 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
11 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
12 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
13 A1	6.041	-0.049	-0.823	-1.044	-0.025	0.001
14 A1	4.520	-0.040	-0.761	-0.983	-0.018	0.000
15 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
16 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
17 A1	4.517	-0.039	-0.749	-0.978	-0.019	0.000
18 B1	4.503	-0.036	-0.753	-0.980	-0.020	0.001
19 B1	5.879	-0.045	-0.831	-1.043	-0.026	0.001

Нормативні значення							
Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
1 A2		4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
2 A2		4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
3 A2		4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
4 A2		4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
5 A2		4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000

6 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.013	0.692	-0.019	0.001
14 B2	4.108	-0.036	-0.243	0.744	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	-0.255	0.747	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	-0.254	0.747	-0.015	0.000
19 C2	5.249	-0.042	-0.002	0.694	-0.019	0.001
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.304	0.566	-0.019	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.071	0.618	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.061	0.621	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.062	0.621	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.289	0.568	-0.019	0.001
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.536	0.441	-0.020	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.327	0.492	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000

16 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.319	0.495	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.320	0.495	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.522	0.443	-0.019	0.001
Елемент: 1 Переріз: 4 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.710	0.315	-0.020	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.525	0.366	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.519	0.370	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.519	0.369	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.698	0.317	-0.020	0.001
Елемент: 1 Переріз: 5 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.826	0.189	-0.020	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.665	0.240	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.660	0.244	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.660	0.243	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.815	0.191	-0.020	0.001
Елемент: 1 Переріз: 6 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000

6 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.884	0.063	-0.020	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.747	0.114	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.744	0.118	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.744	0.118	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.874	0.065	-0.020	0.001
Елемент: 1 Переріз: 7 Зусилля або PCH						
1 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.884	-0.063	-0.021	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.771	-0.012	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.769	-0.008	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.769	-0.008	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.875	-0.061	-0.020	0.001
Елемент: 1 Переріз: 8 Зусилля або PCH						
1 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.826	-0.189	-0.021	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.737	-0.137	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000

16 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.736	-0.134	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.736	-0.134	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.818	-0.187	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 9 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.710	-0.315	-0.021	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.644	-0.263	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.645	-0.260	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.645	-0.260	-0.016	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.702	-0.313	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 10 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.536	-0.441	-0.021	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.493	-0.389	-0.016	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.496	-0.386	-0.016	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.496	-0.386	-0.017	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.529	-0.439	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 11 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000

6 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.303	-0.566	-0.022	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.285	-0.515	-0.017	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.289	-0.512	-0.017	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.289	-0.512	-0.017	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.298	-0.564	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 12 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
2 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
3 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
4 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
5 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
6 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
7 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
8 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
9 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
10 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
11 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
12 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
13 B2	5.377	-0.043	0.013	-0.692	-0.022	0.001
14 B2	4.108	-0.036	0.018	-0.641	-0.017	0.000
15 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
16 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
17 A2	4.106	-0.036	0.024	-0.637	-0.017	0.000
18 C2	4.103	-0.035	0.023	-0.638	-0.017	0.000
19 C2	5.249	-0.042	0.008	-0.690	-0.021	0.001
Елемент: 1 Переріз: 13 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
2 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
3 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
4 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
5 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
6 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
7 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
8 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
9 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
10 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
11 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
12 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
13 B2	5.377	-0.043	-0.336	-0.818	-0.022	0.001
14 B2	4.108	-0.036	-0.307	-0.767	-0.017	0.000
15 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000

16 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
17 A2	4.106	-0.036	-0.299	-0.763	-0.017	0.000
18 C2	4.103	-0.035	-0.300	-0.764	-0.017	0.000
19 C2	5.249	-0.042	-0.340	-0.816	-0.022	0.001
Елемент: 1 Переріз: 14 Зусилля або РСН						
1 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
2 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
3 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
4 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
5 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
6 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
7 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
8 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
9 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
10 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
11 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
12 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
13 B2	5.377	-0.043	-0.742	-0.944	-0.022	0.001
14 B2	4.108	-0.036	-0.690	-0.893	-0.017	0.000
15 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
16 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
17 A2	4.106	-0.036	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
18 C2	4.103	-0.035	-0.681	-0.889	-0.017	0.000
19 C2	5.249	-0.042	-0.745	-0.942	-0.022	0.001

АРМАТУРА Підбір арматури												
AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1	Asw2	Т.нетрив.	Т.трив.
Переріз: 1 Несиметричне армування												
1.32	1.32	1.21	1.21	0.02	0.02	0.02	0.02	0.43	0.32	0.32	0.26	0.30
0.48	0.48	0.43	0.43	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 2 Несиметричне армування												
1.52	1.52	1.13	1.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.45	0.32	0.32	0.22	0.30
0.62	0.62	0.29	0.29	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 3 Несиметричне армування												
1.79	1.79	1.05	1.05	0.02	0.02	0.02	0.02	0.48	0.32	0.32	0.11	0.30
0.71	0.71	0.15	0.15	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 4 Несиметричне армування												
2.28	2.28	0.97	0.97	0.02	0.02	0.02	0.02	0.55	0.32	0.32		0.29
0.78	0.78	0.13	0.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 5 Несиметричне армування												
2.28	2.28	0.97	0.97	0.02	0.02	0.02	0.02	0.55	0.32	0.32		0.29
0.90	0.90	0.07	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 6 Несиметричне армування												
2.34	2.34	0.97	0.97	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.32	0.32		0.29
0.90	0.90			0.02	0.02	0.02	0.02	0.16				
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30		
Переріз: 7 Несиметричне армування												

2.34	2.34	0.97	0.97	0.02	0.02	0.02	0.02	0.56	0.32	0.32	0.29
0.90	0.90			0.02	0.02	0.02	0.02	0.16			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 8 Несиметричне армування											
2.28	2.28	0.97	0.97	0.02	0.02	0.02	0.02	0.55	0.32	0.32	0.29
0.90	0.90	0.07	0.07	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 9 Несиметричне армування											
2.22	2.22	0.96	0.96	0.02	0.02	0.02	0.02	0.54	0.32	0.32	0.30
0.78	0.78	0.12	0.12	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 10 Несиметричне армування											
1.85	1.85	1.04	1.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.49	0.32	0.32	0.30
0.71	0.71	0.20	0.20	0.02	0.02	0.02	0.02	0.16			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 11 Несиметричне армування											
1.54	1.54	1.13	1.13	0.02	0.02	0.02	0.02	0.45	0.32	0.32	0.30
0.58	0.58	0.29	0.29	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 12 Несиметричне армування											
1.22	1.22	1.22	1.22	0.02	0.02	0.02	0.02	0.41	0.32	0.32	0.30
0.44	0.44	0.44	0.44	0.02	0.02	0.02	0.02	0.15			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 13 Несиметричне армування											
1.11	1.11	1.61	1.61	0.02	0.02	0.02	0.02	0.46	0.32	0.32	0.30
0.33	0.33	0.65	0.65	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	
Переріз: 14 Несиметричне армування											
0.96	0.96	2.28	2.28	0.02	0.02	0.02	0.02	0.55	0.32	0.32	0.30
0.12	0.12	0.84	0.84	0.02	0.02	0.02	0.02	0.17			
*				0.02	0.02	0.02	0.02		0.30	0.30	

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см²];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см²];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см²];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см²];

AS1 - арматура нижня [см²];

AS2 - арматура верхня [см²];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см²];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см²];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см²/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см²/м];

Т.кр - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкнутого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від кручення...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів

Рядок * - арматура від кручення

Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу

СУ, СЗ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

1 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
2 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
3 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
4 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
5 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
6 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
7 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
8 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
9 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
10 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
11 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
12 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
13 A1	1.377	-0.238	-1.166	1.117	0.006	0.007
14 A1	1.089	-0.196	-1.082	1.080	0.005	0.005
15 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
16 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
17 A1	1.082	-0.193	-1.069	1.076	0.005	0.005
18 B1	0.980	-0.195	-1.117	1.090	0.005	0.006
19 B1	1.261	-0.238	-1.212	1.130	0.006	0.007
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
2 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
3 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
4 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
5 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
6 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
7 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
8 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
9 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
10 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
11 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
12 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
13 A1	1.377	-0.238	-0.652	0.969	0.003	0.007
14 A1	1.089	-0.196	-0.586	0.932	0.002	0.005
15 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
16 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
17 A1	1.082	-0.193	-0.575	0.928	0.002	0.005
18 B1	0.980	-0.195	-0.615	0.942	0.003	0.006
19 B1	1.261	-0.238	-0.691	0.982	0.003	0.007
Елемент: 1 Переріз: 4 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
2 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
3 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
4 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
5 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
6 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
7 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
8 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
9 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005
10 A1	1.082	-0.193	-0.154	0.780	-0.001	0.005

1 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.676	0.377	-0.011	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.669	0.340	-0.009	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.672	0.336	-0.009	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.660	0.350	-0.008	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.663	0.390	-0.011	0.007
Елемент: 1 Переріз: 8 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.826	0.229	-0.015	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.800	0.192	-0.011	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.801	0.188	-0.011	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.797	0.202	-0.011	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.819	0.242	-0.014	0.007
Елемент: 1 Переріз: 9 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005

11 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.902	0.081	-0.018	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.858	0.044	-0.014	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.857	0.040	-0.014	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.860	0.054	-0.014	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.901	0.094	-0.017	0.007
Елемент: 1 Переріз: 10 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.906	-0.067	-0.021	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.844	-0.104	-0.017	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.840	-0.108	-0.017	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.850	-0.094	-0.017	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.911	-0.054	-0.021	0.007
Елемент: 1 Переріз: 11 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.836	-0.215	-0.025	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.756	-0.252	-0.019	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.750	-0.256	-0.020	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.768	-0.242	-0.019	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.848	-0.202	-0.024	0.007
Елемент: 1 Переріз: 12 Зусилля або РСН						

1 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.694	-0.363	-0.028	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.595	-0.400	-0.022	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.587	-0.404	-0.022	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.612	-0.390	-0.022	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.712	-0.350	-0.028	0.007
Елемент: 1 Переріз: 13 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
11 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.478	-0.511	-0.032	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.361	-0.548	-0.025	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.351	-0.552	-0.025	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.383	-0.538	-0.025	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.503	-0.498	-0.031	0.007
Елемент: 1 Переріз: 14 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
2 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
3 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
4 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
5 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
6 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
7 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
8 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
9 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
10 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005

11 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
12 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
13 A1	1.377	-0.238	0.189	-0.659	-0.035	0.007
14 A1	1.089	-0.196	0.054	-0.696	-0.028	0.005
15 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
16 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
17 A1	1.082	-0.193	0.042	-0.700	-0.028	0.005
18 B1	0.980	-0.195	0.082	-0.686	-0.028	0.006
19 B1	1.261	-0.238	0.220	-0.646	-0.035	0.007
Елемент: 1 Переріз: 15 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
2 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
3 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
4 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
5 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
6 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
7 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
8 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
9 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
10 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
11 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
12 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
13 A1	1.377	-0.238	-0.172	-0.807	-0.039	0.007
14 A1	1.089	-0.196	-0.326	-0.844	-0.030	0.005
15 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
16 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
17 A1	1.082	-0.193	-0.340	-0.848	-0.030	0.005
18 B1	0.980	-0.195	-0.293	-0.834	-0.030	0.006
19 B1	1.261	-0.238	-0.135	-0.794	-0.038	0.007
Елемент: 1 Переріз: 16 Зусилля або РСН						
1 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
2 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
3 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
4 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
5 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
6 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
7 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
8 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
9 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
10 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
11 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
12 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
13 A1	1.377	-0.238	-0.607	-0.955	-0.042	0.007
14 A1	1.089	-0.196	-0.779	-0.992	-0.033	0.005
15 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
16 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
17 A1	1.082	-0.193	-0.795	-0.996	-0.033	0.005
18 B1	0.980	-0.195	-0.741	-0.982	-0.033	0.006
19 B1	1.261	-0.238	-0.563	-0.942	-0.041	0.007

Нормативні значення							
Comb	Seis	N	Mx	My	Qz	Mz	Qy
N,Qy,Qz - т; Mx,My,Mz - т*м							
Елемент: 1 Переріз: 1 Зусилля або РСН							
1 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
2 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
3 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
4 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
5 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
6 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
7 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
8 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
9 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
10 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
11 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
12 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
13 B2		1.229	-0.213	-1.585	1.147	0.009	0.006
14 B2		0.988	-0.178	-1.498	1.115	0.007	0.005
15 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
16 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
17 A2		0.984	-0.176	-1.487	1.112	0.007	0.005
18 C2		0.965	-0.176	-1.498	1.115	0.007	0.005
19 C2		1.192	-0.211	-1.595	1.149	0.008	0.006
Елемент: 1 Переріз: 2 Зусилля або РСН							
1 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
2 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
3 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
4 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
5 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
6 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
7 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
8 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
9 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
10 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
11 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
12 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
13 B2		1.229	-0.213	-1.053	1.012	0.005	0.006
14 B2		0.988	-0.178	-0.981	0.981	0.004	0.005
15 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
16 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
17 A2		0.984	-0.176	-0.972	0.978	0.004	0.005
18 C2		0.965	-0.176	-0.981	0.981	0.004	0.005
19 C2		1.192	-0.211	-1.061	1.014	0.005	0.006
Елемент: 1 Переріз: 3 Зусилля або РСН							
1 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
2 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
3 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
4 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
5 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
6 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
7 A2		0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005

8 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
9 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
10 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
11 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
12 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
13 B2	1.229	-0.213	-0.587	0.878	0.002	0.006
14 B2	0.988	-0.178	-0.530	0.846	0.002	0.005
15 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
16 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
17 A2	0.984	-0.176	-0.522	0.843	0.002	0.005
18 C2	0.965	-0.176	-0.530	0.846	0.002	0.005
19 C2	1.192	-0.211	-0.594	0.879	0.002	0.006
Елемент: 1 Переріз: 4 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
2 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
3 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
4 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
5 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
6 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
7 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
8 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
9 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
10 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
11 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
12 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
13 B2	1.229	-0.213	-0.187	0.743	-0.001	0.006
14 B2	0.988	-0.178	-0.146	0.712	-0.001	0.005
15 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
16 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
17 A2	0.984	-0.176	-0.140	0.709	-0.001	0.005
18 C2	0.965	-0.176	-0.146	0.712	-0.000	0.005
19 C2	1.192	-0.211	-0.193	0.745	-0.001	0.006
Елемент: 1 Переріз: 5 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.147	0.609	-0.004	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.172	0.577	-0.003	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.177	0.574	-0.003	0.005

18 C2	0.965	-0.176	0.172	0.577	-0.003	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.141	0.610	-0.004	0.006
Елемент: 1 Переріз: 6 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.414	0.474	-0.007	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.424	0.443	-0.005	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.427	0.440	-0.005	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.424	0.442	-0.005	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.409	0.476	-0.007	0.006
Елемент: 1 Переріз: 7 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.615	0.340	-0.010	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.609	0.308	-0.008	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.611	0.305	-0.008	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.609	0.308	-0.008	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.610	0.341	-0.010	0.006
Елемент: 1 Переріз: 8 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005

8 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.749	0.205	-0.013	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.728	0.174	-0.010	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.728	0.171	-0.010	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.727	0.173	-0.010	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.746	0.207	-0.013	0.006
Елемент: 1 Переріз: 9 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.817	0.070	-0.016	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.780	0.039	-0.013	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.779	0.036	-0.013	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.780	0.039	-0.013	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.814	0.072	-0.016	0.006
Елемент: 1 Переріз: 10 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.818	-0.064	-0.019	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.766	-0.095	-0.015	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.764	-0.098	-0.015	0.005

18 C2	0.965	-0.176	0.766	-0.096	-0.015	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.817	-0.062	-0.019	0.006
Елемент: 1 Переріз: 11 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.754	-0.199	-0.022	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.686	-0.230	-0.018	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.682	-0.233	-0.018	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.685	-0.230	-0.018	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.753	-0.197	-0.022	0.006
Елемент: 1 Переріз: 12 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.622	-0.333	-0.025	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.539	-0.365	-0.020	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.534	-0.368	-0.020	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.538	-0.365	-0.020	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.623	-0.331	-0.025	0.006
Елемент: 1 Переріз: 13 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005

8 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.425	-0.468	-0.028	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.326	-0.499	-0.023	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.319	-0.502	-0.023	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.325	-0.499	-0.023	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.426	-0.466	-0.028	0.006
Елемент: 1 Переріз: 14 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
2 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
3 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
4 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
5 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
6 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
7 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
8 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
9 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
10 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
11 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
12 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
13 B2	1.229	-0.213	0.161	-0.602	-0.031	0.006
14 B2	0.988	-0.178	0.047	-0.634	-0.025	0.005
15 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
16 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
17 A2	0.984	-0.176	0.039	-0.637	-0.025	0.005
18 C2	0.965	-0.176	0.046	-0.634	-0.025	0.005
19 C2	1.192	-0.211	0.163	-0.601	-0.031	0.006
Елемент: 1 Переріз: 15 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
2 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
3 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
4 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
5 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
6 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
7 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
8 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
9 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
10 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
11 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
12 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
13 B2	1.229	-0.213	-0.169	-0.737	-0.035	0.006
14 B2	0.988	-0.178	-0.299	-0.768	-0.028	0.005
15 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
16 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005
17 A2	0.984	-0.176	-0.309	-0.771	-0.028	0.005

18 C2	0.965	-0.176	-0.300	-0.768	-0.028	0.005
19 C2	1.192	-0.211	-0.167	-0.735	-0.034	0.006
Елемент: 1 Переріз: 16 Зусилля або РСН						
1 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
2 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
3 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
4 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
5 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
6 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
7 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
8 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
9 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
10 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
11 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
12 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
13 B2	1.229	-0.213	-0.566	-0.871	-0.038	0.006
14 B2	0.988	-0.178	-0.711	-0.903	-0.030	0.005
15 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
16 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
17 A2	0.984	-0.176	-0.722	-0.906	-0.030	0.005
18 C2	0.965	-0.176	-0.712	-0.903	-0.030	0.005
19 C2	1.192	-0.211	-0.563	-0.870	-0.037	0.006

АРМАТУРА Підбір арматури												
AU1	AU2	AU3	AU4	AS1	AS2	AS3	AS4	%	Asw1	Asw2	Т.нетрив	Т.трив.
Переріз: 1 Несиметричне армування												
0.29	0.29	1.50	1.50	0.10	0.10	0.10	0.10	0.33	1.47	1.47		0.30
0.05	0.05	0.90	0.90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.19				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 2 Несиметричне армування												
0.35	0.35	1.38	1.38	0.10	0.10	0.10	0.10	0.32	1.47	1.47		0.28
0.05	0.05	0.66	0.66	0.10	0.10	0.10	0.10	0.15				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 3 Несиметричне армування												
0.35	0.35	1.14	1.14	0.10	0.10	0.10	0.10	0.28	1.47	1.47		0.29
0.05	0.05	0.42	0.42	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 4 Несиметричне армування												
0.42	0.42	0.90	0.90	0.10	0.10	0.10	0.10	0.25	1.47	1.47		0.30
0.12	0.12	0.24	0.24	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 5 Несиметричне армування												
0.90	0.90	0.42	0.42	0.10	0.10	0.10	0.10	0.25	1.47	1.47	0.12	0.27
0.24	0.24	0.12	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 6 Несиметричне армування												
1.08	1.08	0.35	0.35	0.10	0.10	0.10	0.10	0.27	1.47	1.47		0.29
0.36	0.36	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10				
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45		
Переріз: 7 Несиметричне армування												
1.14	1.14	0.35	0.35	0.10	0.10	0.10	0.10	0.28	1.47	1.47		0.29
0.48	0.48	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12				

* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	1.45	1.45		
1.20	1.20	0.35	0.35	Переріз: 8 Несиметричне армування				0.29	1.47	1.47	0.30
0.54	0.54	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
1.26	1.26	0.35	0.35	Переріз: 9 Несиметричне армування				0.30	1.47	1.47	0.29
0.54	0.54	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
1.26	1.26	0.35	0.35	Переріз: 10 Несиметричне армування				0.30	1.47	1.47	0.28
0.54	0.54	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
1.20	1.20	0.35	0.35	Переріз: 11 Несиметричне армування				0.29	1.47	1.47	0.30
0.54	0.54	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.13			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
1.14	1.14	0.35	0.35	Переріз: 12 Несиметричне армування				0.28	1.47	1.47	0.30
0.48	0.48	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
1.08	1.08	0.35	0.35	Переріз: 13 Несиметричне армування				0.27	1.47	1.47	0.29
0.36	0.36	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
0.75	0.75	0.45	0.45	Переріз: 14 Несиметричне армування				0.23	1.47	1.47	0.15
0.27	0.27	0.15	0.15	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			0.28
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
0.42	0.42	0.95	0.95	Переріз: 15 Несиметричне армування				0.26	1.47	1.47	0.14
0.12	0.12	0.29	0.29	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10			0.28
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	
0.35	0.35	1.20	1.20	Переріз: 16 Несиметричне армування				0.29	1.47	1.47	0.16
0.05	0.05	0.48	0.48	0.10	0.10	0.10	0.10	0.12			0.27
* 0.05	0.05	0.05	0.05	0.10	0.10	0.10	0.10		1.45	1.45	

У таблиці результатів армування

У таблиці результатів армування

AU1 - арматура кутова нижня (ліворуч) [см2];

AU2 - арматура кутова нижня (праворуч) [см2];

AU3 - арматура кутова верхня (ліворуч) [см2];

AU4 - арматура кутова верхня (праворуч) [см2];

AS1 - арматура нижня [см2];

AS2 - арматура верхня [см2];

AS3 - арматура бічна (ліворуч) [см2];

AS4 - арматура бічна (праворуч) [см2];

% - відсоток армування;

Asw1 - арматура поперечна вертикальна [см2/м];

Asw2 - арматура поперечна горизонтальна [см2/м];

Т.кр - ширина нетривалого розкриття тріщин [мм];

Т.дл - ширина тривалого розкриття тріщин [мм].

* (1*, 2*, 3*) - арматури від кручення.

* (1*, 2*, 3*) Поперечна арматура від кручення - площа перерізу замкнутого зовнішнього контуру.

Для норм СП 63.13330.2012/2018 арматура від кручення видається для кожної грані перерізу.

(Підібрана арматура від кручення не входить у результати повної арматури.)

+ - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

^ - арматура підібрана по сполученням прогресуючого руйнування

Рядок 1 - повна арматура, підібрана по I і II групам граничних станів, від кручення...

Рядок 2 - арматура, підібрана по I групі граничних станів
Рядок * - арматура від кручення
Рядок + - арматура підібрана з урахуванням вогнестійкості

** - Стержень змінного перерізу
CY, CZ - Координати центру перерізу, щодо якого розставлені арматурні стрижні.

РОЗДІЛ 3. ОРГАНІЗАЦІЙНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ

Організаційно-технологічний розділ присвячений розробленню організаційно-технологічних рішень з організації будівництва каркасу будинку та облаштування будівельного майданчика.

3.1 Специфікація матеріалів по поверхах

Головні обсяги будівельних матеріалів були сформовані автоматично у ПК "Сапфір"

План підвалу на від. -2.800

1. Залізобетон стін -	197,204	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	34707,2	кг				
16 A400						
- 13882,88 кг	20 A400 -	19088,96	кг	8 A400 -	1735,36	кг
Площа бокова (опалубка) -	487,11	м ²				
3. Цегла керамічна -	23	м ³				
4. Залізобетон ф. плит -	544,56	м ³				
5. Сталь арматурна ф. плит -	105100,08	кг				
12 A400						
- 42040,032 кг	32 A400 -	57805,044	кг	8 A400 -	5255	кг
Площа основи -	680,7	м ²	Площа бокова (опалубка) -	87,68	м ²	
6. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
7. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 A400						
- 1294,44 кг	20 A400 -	1779,855	кг	12 A400 -	161,805	кг
Площа бокова (опалубка) -	215,74	м ²	Грунт котловану -	2114,2	м ³	

План підвалу на від. 0.000

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг				
16 A400						
- 6573,6704 кг	20 A400 -	9038,7968	кг	8 A400 -	821,709	кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²				
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³				
4. Газобетон -	109,937	м ³				

5. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
6. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 A400						
- 1294,44 кг	20 A400 -	1779,855	кг	12 A400 -	161,805	кг
7. Залізобетон плит -	115,692	м ³				
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг				
12 A400						
- 8931,4224 кг	16 A400 -	12280,7058	кг	20 A400 -	1116,43	кг
Площа основи -	570	м ²	Площа бокова (опалубка) -	20,64	м ²	

План підвалу на від. +3.400

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг				
16 A400						
- 6573,6704 кг	20 A400 -	9038,7968	кг	8 A400 -	821,709	кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²				
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³				
4. Газобетон -	109,937	м ³				
5. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
6. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 A400						
- 1294,44 кг	20 A400 -	1779,855	кг	12 A400 -	161,805	кг
7. Залізобетон плит -	115,692	м ³				
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг				
12 A400						
- 8931,4224 кг	16 A400 -	12280,7058	кг	20 A400 -	1116,43	кг
Площа основи -	570	м ²	Площа бокова (опалубка) -	20,64	м ²	

План підвалу на від. +6.800

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг				
16 A400						
- 6573,6704 кг	20 A400 -	9038,7968	кг	8 A400 -	821,709	кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²				
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³				
4. Газобетон -	109,937	м ³				
5. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
6. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 A400						
- 1294,44 кг	20 A400 -	1779,855	кг	12 A400 -	161,805	кг

7. Залізобетон плит -	115,692	м ³				
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг				
12 А400						
- 8931,4224 кг	16 А400 -	12280,7058	кг	20 А400 -	1116,43	кг
Площа основи -	570	м ²	Площа бокова (опалубка) -	20,64	м ²	

План підвалу на від. +10.200

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг				
16 А400						
- 6573,6704 кг	20 А400 -	9038,7968	кг	8 А400 -	821,709	кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²				
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³				
4. Газобетон -	109,937	м ³				
5. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
6. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 А400						
- 1294,44 кг	20 А400 -	1779,855	кг	12 А400 -	161,805	кг
7. Залізобетон плит -	115,692	м ³				
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг				
12 А400						
- 8931,4224 кг	16 А400 -	12280,7058	кг	20 А400 -	1116,43	кг
Площа основи -	570	м ²	Площа бокова (опалубка) -	20,64	м ²	

План підвалу на від. +13.600

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³				
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг				
16 А400						
- 6573,6704 кг	20 А400 -	9038,7968	кг	8 А400 -	821,709	кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²				
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³				
4. Газобетон -	109,937	м ³				
5. Залізобетон балок -	18,492	м ³				
6. Сталь арматурна балок -	3236,1	кг				
16 А400						
- 1294,44 кг	20 А400 -	1779,855	кг	12 А400 -	161,805	кг
7. Залізобетон плит -	115,692	м ³				
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг				
12 А400						
- 8931,4224 кг	16 А400 -	12280,7058	кг	20 А400 -	1116,43	кг

Площа основи - 570 м² Площа бокова (опалубка) - 20,64 м²

План підвалу на від. +17.000

1. Залізобетон стін -	93,376	м ³			
2. Сталь арматурна стін -	16434,176	кг			
16 A400					
- 6573,6704 кг	20 A400 -	9038,7968	кг	8 A400 -	821,709 кг
Площа бокова (опалубка) -	272,81	м ²			
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³			
4. Газобетон -	109,937	м ³			
5. Залізобетон балок -	18,492	м ³			
6. Сталь арматурна балок -	0	кг			
16 A400					
- 0 кг	20 A400 -	0	кг	12 A400 -	0 кг
7. Залізобетон плит -	115,692	м ³			
8. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг			
12 A400					
- 8931,4224 кг	16 A400 -	12280,7058	кг	20 A400 -	1116,43 кг
Площа основи -	570	м ²		Площа бокова (опалубка) -	20,64 м ²

План підвалу на від. +20.850

1. Залізобетон стін -	51,257	м ³			
2. Сталь арматурна стін -	9021,232	кг			
16 A400					
- 3608,4928 кг	20 A400 -	4961,6776	кг	8 A400 -	451,062 кг
Площа бокова (опалубка) -	68,2025	м ²			
3. Цегла керамічна -	62,1	м ³			
4. Газобетон -	20,676	м ³			
5. Залізобетон плит -	115,692	м ³			
6. Сталь арматурна плит -	22328,556	кг			
12 A400					
- 8931,4224 кг	16 A400 -	12280,7058	кг	20 A400 -	1116,43 кг
Площа основи -	570	м ²		Площа бокова (опалубка) -	20,64 м ²

План підвалу на від. +24.045

1. Залізобетон стін -	1,4	м ³			
2. Сталь арматурна стін -	246,4	кг			
16 A400					
- 98,56 кг	20 A400 -	135,52	кг	8 A400 -	12,32 кг
Площа бокова (опалубка) -	30,3122	м ²			

3. Цегла керамічна -	0,096	м ³					
4. Газобетон -	6,786	м ³					
5. Залізобетон плит -	20,267	м ³					
6. Сталь арматурна плит -	3911,531	кг					
12 А400							
- 1564,6124	кг	16 А400 -	2151,34205	кг	20 А400 -	195,577	кг
Площа основи -	101,3	м ²	Площа бокова (опалубка) -	8,12	м ²		

3.2 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу бригади для виконання земляних робіт

Таблиця 3.1 - Вихідні дані для розрахунку

№ п\п	Вид робіт	Об'єм ґрунту, м ³
1	Розробка ґрунту при влаштуванні виїмок та насипів одноковшовими екскаваторами обладнаними прямою лопатою	2114,2

Об'єм робіт - 2114,2 м³

Підбираємо марку екскаватора - JCB JS220 LC

Таблиця 3.2 - Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п\п	Процес	Одиниця	Кількість	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудовісткість люд.- год.
1	Розробка ґрунту при влаштуванні виймок та насипів одноковшовими екскаваторами обладнаними прямою лопатою	100 м ³	21,142	Е2-1-8	1,8	Машиніст		38,0556
						V _{Ip} .	1	
						V _p .	1	

Таблиця 3.3 - Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п\п	Загальна трудовісткість маш.- год.	у тому числі з розбивкою за розрядами	
		V _{Ip} .	V _p .
1	Машиніст:		
	38,0556	19,0278	19,0278
	Разом:		

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – розробка ґрунту та визначаємо так:

$$T = \frac{Q}{8,2 \times \Pi_{\text{лан}}} = 2,3 \text{ зміни}$$

Приймаємо 3 змін

Загальна потреба робітників у складі механізованої бригади

$$N = \frac{T}{(8,2 \times \Pi)} = 1 \text{ люд.}$$

де T - трудовісткість робіт, люд-год

8,2 - тривалість зміни, год.

П - тривалість виконання робіт, зміни

Приймаємо 2 люд.

В тому числі за професіями:

Машиністів:

IV розряд: 19,0278 / $8,2 \cdot T =$ 1 приймаємо 1 люд.

V розряд: 19,0278 / $8,2 \cdot T =$ 1 приймаємо 1 люд.

Підсумковий склад бригади Пс - 2 людини

Машиністів:

VI розряд - 1 люд.

V розряд - 1 люд.

Розраховуємо кількість екскаваторів машин

К_е таким чином:

К_е = Пс/Склад ланки = 1 шт.

3.3 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення підвального поверху

Таблиця 3.4 - Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції		Об'єм опалубочних робіт, м ² / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних/цеглианих робіт, м ³
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита (масив)			
	м ²	2	мм	800	87,68	544,56
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	м ²	2	мм	3200	487,11	197,204
3	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Балки		Проста (для чотирьох вугільного перерізу)	
	м ²	2	мм	400	215,74	18,492
4	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Перекриття		Площа перекриття між осями, 10 м ²	
	м ²	2			569,97	115,692
5	Арматура		Монолітна плита (масив)		5,255004	-
	діаметр	8				
6	Арматура		Монолітна плита (масив)		42,040032	-
	діаметр	16				
7	Арматура		Монолітна плита (масив)		57,805044	-
	діаметр	32				
8	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м		1,73536	-
	діаметр	8				

9	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	13,88288	-
	діаметр	16			
10	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	19,08896	-
	діаметр	20			
11	Арматура		Балки	0,161805	-
	діаметр	12			
12	Арматура		Балки	1,29444	-
	діаметр	16			
13	Арматура		Балки	1,779855	-
	діаметр	20			
14	Звичайна цегляна кладка		Стіна	-	23
	Товщина у ц.	1			

Таблиця 3.5 - Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Одиниця	Кількість	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудовісткість люд.- год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	87,68	Е4-1-34	0,4	Тесляр		35,072
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	5,255004	Е4-1-46	17,5	Арматурники		91,96257
						Vр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	42,040032	Е4-1-46	8	Арматурники		336,320256
						Vр.	1	
						Пр.	1	

4	Встановлення і в'язка арматури Ø32мм А 400	т	57,805044	Е4-1-46	3,9	Арматурники		225,4396716
						Вр.	1	
						Пр.	1	
5	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м ³	544,56	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		119,8032
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
6	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	87,68	Е4-1-34	0,26	Тесляр		22,7968
						ІІІр.	1	
						Пр.	1	
7	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м ² (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м ²	487,11	Е4-1-34	0,25	Тесляр		121,7775
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	1,73536	Е4-1-46	24,5	Арматурники		42,51632
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	13,88288	Е4-1-46	11,5	Арматурники		159,65312
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	19,08896	Е4-1-46	11,5	Арматурники		219,52304
						Вр.	1	
						Пр.	1	
11	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м ³	197,204	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		236,6448
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
12	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	487,11	Е4-1-34	0,16	Тесляр		77,9376
						ІІІр.	1	
						Пр.	1	
13	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	215,74	Е4-1-34	0,28	Тесляр		60,4072
						ІВр.	1	
						Пр.	1	

14	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	0,161805	Е4-1-46	18,5	Арматурники		2,9933925
						Вр.	1	
						Пр.	1	
15	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	1,29444	Е4-1-46	14	Арматурники		18,12216
						Вр.	1	
						Пр.	1	
16	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	1,779855	Е4-1-46	10	Арматурники		17,79855
						Вр.	1	
						Пр.	1	
17	Укладання бетонної суміші в конструкції балок	м ³	18,492	Е4-1-49	0,89	Бетонярі		16,45788
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
18	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	215,74	Е4-1-34	0,13	Тесляр		28,0462
						ІПр.	1	
						Пр.	1	
19	Кладка стін із цегли (товщина стін в 1 цеглину)	м ³	23	Е4-1-34	3,2	Муляр		73,6
						ІПр.	2	
						Пр.	-	
20	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м ²	7,92	Е4-1-34	0,91	Тесляр		7,2072
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
21	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,188	Е4-1-46	18,5	Арматурники		21,978
						Вр.	1	
						Пр.	1	
22	Укладання бетонної суміші в конструкції сходових маршів та площадок	м ³	3,75	Е4-1-49	4,5	Бетонярі		16,875
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
23	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м ²	7,92	Е4-1-34	0,24	Тесляр		1,9008
						ІПр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.6 - Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п\п	Загальна трудомісткість чол.- год.	у тому числі з розбивкою за розрядами			
		V	IV	III	II
1	Теслярі:				
	224,4639		112,23195		112,23195
	130,6814			65,3407	65,3407
2	Арматурники:				
	1136,30708	568,1535401			568,1535401
3	Бетонярі:				
	389,78088		194,89044		194,89044
4	Муляри:				
	73,6			73,6	
Разом:		1954,833			

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – укладання бетонної суміші та визначаємо так:

$$T = Q / 8,2 \times \text{План} = 23,76712683 \text{ зміни}$$

$$\text{Приймаємо } 24 \text{ змін}$$

Загальна потреба робітників у складі комплексної бригади:

$$N = T / (8,2 \times \Pi) = 10,0304215 \text{ люд.}$$

де T - трудомісткість робіт, люд-год

8,2 - тривалість зміни, год.

П - тривалість виконання робіт, зміни

Приймаємо 10 людини.

В тому числі за професіями:

Ланка теслярів:

IV розряд:	112,23195	/	8,2*T =	0,575872013	приймаємо	1	люд.
II розряд:	177,57265	/	8,2*T =	0,911140895	приймаємо	1	люд.
III розряд:	65,3407	/	8,2*T =	0,335268882	приймаємо	1	люд.

Ланка арматурників:

V розряд:	568,1535401	/	8,2*T =	2,915245817	приймаємо	3	люд.
II розряд:	568,1535401	/	8,2*T =	2,915245817	приймаємо	3	люд.

Ланка бетонярів:

IV розряд:	194,89044	/	8,2*T =	1	приймаємо	1	люд.
II розряд:	194,89044	/	8,2*T =	1	приймаємо	1	люд.

Ланка мулярів:

III розряд:	73,6	/	8,2*T =	0,377648078	приймаємо	1	люд.
-------------	------	---	---------	-------------	-----------	---	------

**Підсумковий склад комплексної бригади -
теслярі:**

12 людини

IV розряд -	1	люд.
III розряд -	1	люд.

II розряд - 1 люд.

арматурники:

V розряд - 3 люд.

II розряд - 3 люд.

бетонярі:

IV розряд - 3 люд.

II розряд - 3 люд.

муляри:

II розряд - 1 люд.

3.4 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення типового поверху

Таблиця 3.7- Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції		Об'єм опалубочних робіт, м ² / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних/цеглианих робіт, м ³
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита перекриття			
	м ²	2	мм	200	590,61	115,692
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	м ²	2	мм	3200	272,81	93,376
3	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Балки		Проста (для чотирьох вугільного перерізу)	
	м ²	2	мм	400	215,74	18,492
4	Арматура		Монолітна плита перекриття		8,9314224	-
	діаметр	12				
5	Арматура		Монолітна плита		12,2807058	-

			перекриття		
	діаметр	16			
6	Арматура		Монолітна плита перекриття	1,1164278	-
	діаметр	20			
7	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	0,8217088	-
	діаметр	8			
8	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	6,5736704	-
	діаметр	16			
9	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	9,0387968	-
	діаметр	20			
10	Арматура		Балки	0,161805	-
	діаметр	12			
11	Арматура		Балки	1,29444	-
	діаметр	16			
12	Арматура		Балки	9,0387968	-
	діаметр	20			
13	Звичайна цегляна кладка		Стіна	-	62,1

	Товщина у ц.	1			
14	Кладка стін із бетонних каменів (Газобетон)		Стіна	-	109,937
	Товщина у к.	1			

Таблиця 3.8 - Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Одиниця	Кількість	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки	Трудовісткість люд.-год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	590,61	Е4-1-34	0,4	Тесляр	236,244
						IVр. 1	
						Пр. 1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	8,9314224	Е4-1-46	17,5	Арматурники	156,299892
						Vр. 1	
						Пр. 1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	12,2807058	Е4-1-46	8	Арматурники	98,2456464
						Vр. 1	
						Пр. 1	
4	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	1,1164278	Е4-1-46	3,9	Арматурники	4,35406842
						Vр. 1	
						Пр. 1	
5	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м ³	115,692	Е4-1-49	0,22	Бетонярі	25,45224
						IVр. 1	
						Пр. 1	
6	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	590,61	Е4-1-34	0,26	Тесляр	153,5586
						IIIр. 1	
						Пр. 1	
7	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м ²	м ²	272,81	Е4-1-34	0,25	Тесляр	68,2025
						IVр. 1	

	(Монолітна стіна висотою до 6 м)					Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,8217088	Е4-1-46	24,5	Арматурники		20,1318656
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	6,5736704	Е4-1-46	11,5	Арматурники		75,5972096
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	9,0387968	Е4-1-46	11,5	Арматурники		103,9461632
						Вр.	1	
						Пр.	1	
11	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м ³	93,376	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		112,0512
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
12	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	272,81	Е4-1-34	0,16	Тесляр		43,6496
						ІПр.	1	
						Пр.	1	
13	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	215,74	Е4-1-34	0,28	Тесляр		60,4072
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
14	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	0,161805	Е4-1-46	18,5	Арматурники		2,9933925
						Вр.	1	
						Пр.	1	
15	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	1,29444	Е4-1-46	14	Арматурники		18,12216
						Вр.	1	
						Пр.	1	
16	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	9,0387968	Е4-1-46	10	Арматурники		90,387968
						Вр.	1	
						Пр.	1	
17	Укладання бетонної суміші в конструкції балок	м ³	18,492	Е4-1-49	0,89	Бетонярі		16,45788
						ІВр.	1	

						Пр.	1	
18	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	215,74	Е4-1-34	0,13	Тесляр		28,0462
						ІІІр.	1	
						Пр.	1	
19	Кладка стін із цегли (товщина стін в 1 цеглину)	м ³	62,1	Е4-1-34	3,2	Муляр		198,72
						ІІІр.	2	
						Пр.	-	
20	Кладка стін із бетонних каменів (Газобетон)	м ³	109,937	ГНЗ-7.2	3,3	Муляр		362,7921
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
21	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м ²	7,92	Е4-1-34	0,91	Тесляр		7,2072
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
22	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,188	Е4-1-46	18,5	Арматурники		21,978
						Vр.	1	
						Пр.	1	
23	Укладання бетонної суміші в конструкції сходових маршів та площадок	м ³	3,75	Е4-1-49	4,5	Бетонярі		16,875
						ІVр.	1	
						Пр.	1	
24	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів сходових маршів та площадок	м ²	7,92	Е4-1-34	0,24	Тесляр		1,9008
						ІІІр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.9 - Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п\п	Загальна трудомісткість чол.-год.	у тому числі з розбивкою за розрядами			
		V	IV	III	II
1	Теслярі:				
	372,0609		186,03045		186,03045
	227,1552			113,5776	113,5776
2	Арматурники:				

	592,0563657	296,0281829			296,0281829
3	Бетонярі:				
	170,83632		85,41816		85,41816
4	Муляри:				
	561,5121		181,39605	198,72	181,39605
	Разом:	1923,621			

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – укладання бетонної суміші та визначаємо так:

$$T = Q / 8,2 \times \text{План} = 10,41684878 \text{ зміни}$$

Приймаємо 10 змін

Загальна потреба робітників у складі комплексної бригади:

$$N = T / (8,2 \times \Pi) = 22,52004592 \text{ люд.}$$

де T - трудомісткість робіт, люд-год

8,2 - тривалість зміни, год.

Π - тривалість виконання робіт, зміни

Приймаємо 27 людини.

В тому числі за професіями:

Ланка теслярів:

$$\text{IV розряд: } 186,03045 / 8,2 \times T = 2,177879388 \text{ приймаємо } 2 \text{ люд.}$$

II розряд:	299,60805	/	8,2*T =	3,507545117	приймаємо	4	люд.
------------	-----------	---	---------	-------------	-----------	---	------

III розряд:	113,5776	/	8,2*T =	1,329665729	приймаємо	2	люд.
-------------	----------	---	---------	-------------	-----------	---	------

Ланка арматурників:

V розряд:	296,0281829	/	8,2*T =	3,46563521	приймаємо	3	люд.
-----------	-------------	---	---------	------------	-----------	---	------

II розряд:	296,0281829	/	8,2*T =	3,46563521	приймаємо	3	люд.
------------	-------------	---	---------	------------	-----------	---	------

Ланка бетонярів:

IV розряд:	85,41816	/	8,2*T =	1	приймаємо	1	люд.
------------	----------	---	---------	---	-----------	---	------

II розряд:	85,41816	/	8,2*T =	1	приймаємо	1	люд.
------------	----------	---	---------	---	-----------	---	------

Ланка мулярів:

III розряд:	198,72	/	8,2*T =	2,326437376	приймаємо	3	люд.
-------------	--------	---	---------	-------------	-----------	---	------

IV розряд:	181,39605	/	8,2*T =	2,123623946	приймаємо	3	люд.
------------	-----------	---	---------	-------------	-----------	---	------

II розряд:	181,39605	/	8,2*T =	2,123623946	приймаємо	3	люд.
------------	-----------	---	---------	-------------	-----------	---	------

Підсумковий склад комплексної бригади - теслярі:

27	людини
----	--------

IV розряд -	2	люд.
-------------	---	------

III розряд -	2	люд.
--------------	---	------

II розряд -	4	люд.
-------------	---	------

арматурники:

V розряд -	3	люд.
------------	---	------

II розряд -	3	люд.
-------------	---	------

бетонярі:

IV розряд -	3	люд.
-------------	---	------

II розряд - 3 люд.

муляри:

III розряд - 3 люд.

IV розряд - 3 люд.

II розряд - 3 люд.

3.5 Розрахунок кількісного та кваліфікаційного складу комплексної бригади для зведення елементів конструкцій покрівлі

Таблиця 3.10- Розрахункові об'єми робіт

№ п/п	Вид опалубки / роботи		Вид конструкції		Об'єм опалубочних робіт, м ² / арматурних робіт, т	Об'єм бетонних/цегляних робіт, м ³
1	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна плита перекриття			
	м ²	2	мм	200	590,61	115,692
2	Дерев'яна щитова, площа щитів:		Монолітна стіна висотою до 6 м			
	м ²	2	мм	3200	68,2025	52,657
4	Арматура		Монолітна плита перекриття		8,9314224	-
	діаметр	12				
5	Арматура		Монолітна плита перекриття		12,2807058	-
	діаметр	16				
6	Арматура		Монолітна плита перекриття		1,1164278	-
	діаметр	20				
7	Арматура		Монолітна стіна висотою		0,4633816	-

			до 6 м		
	діаметр	8			
8	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	3,7070528	-
	діаметр	16			
9	Арматура		Монолітна стіна висотою до 6 м	5,0971976	-
	діаметр	20			
13	Звичайна цегляна кладка		Стіна	62,196	-
	Товщина у ц.	1			
14	Кладка стін із бетонних каменів (Газобетон)		Стіна	27,462	-
	Товщина у к.	1			

Таблиця 3.11 - Відомість витрат праці на об'єм робіт, що виконує бригада

№ п/п	Процес	Одиниця	Кількість	Норма	Норма часу люд.-год.	Склад ланки		Трудовісткість люд.- год.
1	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	590,61	Е4-1-34	0,4	Тесляр		236,244
						IVр.	1	
						Пр.	1	
2	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	8,9314224	Е4-1-46	17,5	Арматурники		156,299892
						Vр.	1	
						Пр.	1	
3	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	12,2807058	Е4-1-46	8	Арматурники		98,2456464
						Vр.	1	

						Пр.	1	
4	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	1,1164278	Е4-1-46	3,9	Арматурники		4,35406842
						Вр.	1	
						Пр.	1	
5	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м ³	115,692	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		25,45224
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
6	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	590,61	Е4-1-34	0,26	Тесляр		153,5586
						ІІр.	1	
						Пр.	1	
7	Обшивка каркаса щитами одночасно з двох боків 2 м ² (Монолітна стіна висотою до 6 м)	м ²	68,2025	Е4-1-34	0,25	Тесляр		17,050625
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
8	Встановлення і в'язка арматури Ø8мм А 400	т	0,4633816	Е4-1-46	24,5	Арматурники		11,3528492
						Вр.	1	
						Пр.	1	
9	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	3,7070528	Е4-1-46	11,5	Арматурники		42,6311072
						Вр.	1	
						Пр.	1	
10	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	5,0971976	Е4-1-46	11,5	Арматурники		58,6177724
						Вр.	1	
						Пр.	1	
11	Укладання бетонної суміші в конструкції стін	м ³	52,657	Е4-1-49	1,2	Бетонярі		63,1884
						ІВр.	1	
						Пр.	1	
12	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	68,2025	Е4-1-34	0,16	Тесляр		10,9124
						ІІр.	1	
						Пр.	1	
13	Кладка стін із цегли (товщина стін в 1 цеглину)	м ³	62,196	Е4-1-34	3,2	Муляр		199,0272
						ІІр.	2	

						Пр.	-	
14	Кладка стін із бетонних каменів (Газобетон)	м ³	27,462	ГНЗ-7.2	3,3	Муляр		90,6246
						IVр.	1	
						Пр.	1	
15	Улаштування дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	109,46	Е4-1-34	0,4	Тесляр		43,784
						IVр.	1	
						Пр.	1	
16	Встановлення і в'язка арматури Ø12мм А 400	т	1,5646124	Е4-1-46	17,5	Арматурники		27,380717
						Vр.	1	
						Пр.	1	
17	Встановлення і в'язка арматури Ø16мм А 400	т	2,15134205	Е4-1-46	8	Арматурники		17,2107364
						Vр.	1	
						Пр.	1	
18	Встановлення і в'язка арматури Ø20мм А 400	т	0,19557655	Е4-1-46	3,9	Арматурники		0,762748545
						Vр.	1	
						Пр.	1	
19	Укладання бетонної суміші в конструкцію монолітної фундаментної плити	м ³	20,267	Е4-1-49	0,22	Бетонярі		4,45874
						IVр.	1	
						Пр.	1	
20	Розбирання дерев'яної опалубки з готових прямокутних щитів площею понад 2 м ²	м ²	109,46	Е4-1-34	0,26	Тесляр		28,4596
						IIIр.	1	
						Пр.	1	

Таблиця 3.12 - Відомість витрати праці за розрядами робітників

№ п\п	Загальна трудомісткість чол.-год.	у тому числі з розбивкою за розрядами			
		V	IV	III	II
1	Теслярі:				
	297,078625		148,5393125		148,5393125
	192,9306			96,4653	96,4653
2	Арматурники:				

	416,8555376	208,4277688			208,4277688
3	Бетонярі:				
	93,09938		46,54969		46,54969
4	Муляри:				
	289,6518		45,3123	199,0272	45,3123
	Разом:	1289,616			

Тривалість виконання робіт беремо за ведучим процесом – укладання бетонної суміші та визначаємо так:

$$T = Q / 8,2 \times \text{План} = 11,35358293 \text{ зміни}$$

Приймаємо 11 змін

Загальна потреба робітників у складі комплексної бригади:

$$N = T / (8,2 \times \Pi) = 13,85203578 \text{ люд.}$$

де T - трудомісткість робіт, люд-год

8,2 - тривалість зміни, год.

Π - тривалість виконання робіт, зміни

Приймаємо 14 людини.

В тому числі за професіями:

Ланка теслярів:

$$\text{IV розряд: } 148,5393125 / 8,2 \times T = 1,595491962 \text{ приймаємо } 2 \text{ люд.}$$

II розряд:	245,0046125	/	8,2*T =	2,631646016	приймаємо	3	люд.
------------	-------------	---	---------	-------------	-----------	---	------

III розряд:	96,4653	/	8,2*T =	1,036154054	приймаємо	2	люд.
-------------	---------	---	---------	-------------	-----------	---	------

Ланка арматурників:

V розряд:	208,4277688	/	8,2*T =	2,238766453	приймаємо	2	люд.
-----------	-------------	---	---------	-------------	-----------	---	------

II розряд:	208,4277688	/	8,2*T =	2,238766453	приймаємо	2	люд.
------------	-------------	---	---------	-------------	-----------	---	------

Ланка бетонярів:

IV розряд:	46,54969	/	8,2*T =	0,5	приймаємо	1	люд.
------------	----------	---	---------	-----	-----------	---	------

II розряд:	46,54969	/	8,2*T =	0,5	приймаємо	1	люд.
------------	----------	---	---------	-----	-----------	---	------

Ланка мулярів:

III розряд:	199,0272	/	8,2*T =	2,137792969	приймаємо	2	люд.
-------------	----------	---	---------	-------------	-----------	---	------

IV розряд:	45,3123	/	8,2*T =	0,486708934	приймаємо	1	люд.
------------	---------	---	---------	-------------	-----------	---	------

II розряд:	45,3123	/	8,2*T =	0,486708934	приймаємо	1	люд.
------------	---------	---	---------	-------------	-----------	---	------

Підсумковий склад комплексної бригади -	17	людини
---	----	--------

теслярі:

IV розряд -	2	люд.
-------------	---	------

III розряд -	2	люд.
--------------	---	------

II розряд -	3	люд.
-------------	---	------

арматурники:

V розряд -	2	люд.
------------	---	------

II розряд -	2	люд.
-------------	---	------

бетонярі:

IV розряд -	1	люд.
-------------	---	------

II розряд -	1	люд.
муляри:		
III розряд -	2	люд.
IV розряд -	1	люд.
II розряд -	1	люд.

3.6 Технологія будівельних робіт

Перед початком робіт зі зведення надземної частини з монолітного залізобетону необхідно провести організаційно-підготовчі заходи згідно з ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Перед монтажем опалубки мають бути виконані такі роботи: виконано розбивку осей стін, нівелювання поверхонь стін і перекриттів, зроблено розмітку приміщень для стін відповідно до проєкту, на поверхню перекриттів нанесено фарбою ризики для фіксації робочого положення опалубки, підготовлено монтажне оснащення та інструменти, очищено основу від бруду та сміття.

Зведення будівлі відбувається поетапно: спочатку бетонуються колони та діафрагми жорсткості, плити перекриттів, викладаються зовнішні стіни та перегородки, монтуються сходи першого поверху. Далі аналогічні роботи виконуються для другого поверху — бетонуються колони, діафрагми жорсткості, плити перекриттів, викладаються зовнішні стіни та перегородки, встановлюються сходи другого поверху. Після бетонування плит витримується технологічна перерва на 3 доби, після чого здійснюється демонтаж опалубки.

3.6.1 Опалубні роботи

У сучасних умовах монолітного будівництва застосування опалубки відбувається за новими технологіями та стандартами, що відповідають вимогам ефективності, безпеки та екологічності. Опалубка є тимчасовою конструкцією, яка забезпечує точні геометричні параметри та форму майбутніх бетонних елементів. До опалубки висуваються такі основні вимоги:

- висока міцність і стійкість до навантажень;
- збереження форми при всіх робочих режимах;
- здатність витримувати тиск бетонної суміші без деформацій;
- легкість у монтажі, демонтажі та повторному використанні.

Для зведення монолітного каркасу будівель широко застосовують модульні системи опалубки, які дозволяють оптимізувати робочі процеси. Використовуються алюмінієві або сталеві панелі з багаторазовим використанням, що забезпечує стійкість і довговічність. При проектуванні опалубки перекриттів починають із розташування панелей на типовому плані перекриття з урахуванням колон, стін і балок. Сучасні технології дозволяють звести до мінімуму використання нестандартних елементів, завдяки чому досягається економія матеріалів та зменшуються відходи.

Розкладка опалубних панелей відбувається з урахуванням максимального використання стандартних елементів, а краї перекриттів закриваються за допомогою спеціальних панелей, щоб забезпечити рівномірний розподіл навантажень. Для кріплення опалубки використовуються швидкодіючі замкові системи, які значно скорочують час на монтаж та демонтаж. У Німеччині пріоритет надається легким і надійним системам опалубки, які можуть використовуватися повторно багато разів, що підвищує загальну екологічність будівельного процесу.

Завдяки впровадженню автоматизованих рішень та телескопічних стійок для підтримки опалубки, процес бетонування перекриттів стає швидшим та безпечнішим. Телескопічні стійки регулюються за висотою та забезпечують надійну підтримку головних балок. Для вертикальних елементів, таких як колони та стіни, застосовуються модульні щити з можливістю швидкої збірки й демонтажу.

Під час монтажу опалубки також використовуються екологічно чисті матеріали, такі як ламінована фанера, яка має високий ступінь повторного використання. Це відповідає сучасним вимогам Німеччини щодо сталого розвитку та мінімізації відходів у будівництві.

3.6.2 Арматурні роботи

Перед монтажем арматури необхідно виконати такі дії:

- ретельно перевірити, чи відповідає опалубка проектним розмірам та оцінити якість її виконання;
- оформити акт прийому опалубки;
- підготувати такелажне обладнання, інструменти та електрозварювальну апаратуру до роботи;
- очистити арматуру від іржі та бруду.

Арматурні стрижні, доставлені на будівельний майданчик, зберігають на стелажах у закритих приміщеннях, розсортованими за марками, діаметрами та довжинами. Арматурні сітки зберігають згорнутими в рулони у вертикальному положенні. Плоскі сітки та каркаси мають лежати штабелями на підкладках у зоні роботи баштового крана, при цьому висота штабеля не повинна перевищувати 1,5 метра. Плоскі та просторові каркаси масою до 50 кг подають до місця монтажу за допомогою баштового крана в пачках, а встановлюють вручну. Окремі стрижні транспортуються пучками, сітки подаються з використанням траверси по три штуки.

Перед встановленням арматурних каркасів на опалубці крейдою позначають місця їх розташування. Для закріплення каркасів до опалубки застосовуються струбцини. Тимчасове закріплення каркасів у вертикальному положенні, вирівнювання випусків арматури та коригування осевого зміщення зварюваних стрижнів також виконуються за допомогою струбцин. Після вивірки каркасів до них прив'язують горизонтальні стрижні дровими скрутками.

Для забезпечення захисного шару між арматурою та бетоном встановлюють фіксатори з кроком: для стін — 1-1,2 м, для перекриттів — 0,8-1,0 м. Стикування каркасів по вертикалі та горизонталі здійснюється металевим дротом або зварюванням.

Прийом змонтованої арматури проводиться перед укладанням бетонної суміші, з оформленням акту на приховані роботи. Для цього виконується зовнішній огляд і перевірка відповідності розмірів конструкцій кресленням. Розташування каркасів, стрижнів, їх діаметр, кількість і відстань між ними повинні точно відповідати проекту. Якість зварювальних стиків, вузлів і швів контролюють шляхом зовнішнього огляду та вибіркового випробувань.

3.6.3 Арматурні роботи

Перед початком укладання бетонної суміші необхідно виконати наступні підготовчі роботи:

- перевірити правильність встановлення арматури та опалубки;
- усунути всі виявлені дефекти опалубки;
- переконатися у наявності фіксаторів, які забезпечують потрібну товщину захисного шару бетону;
- оформити акти прийому всіх конструкцій і їх елементів, доступ до яких після бетонування стане неможливим для перевірки;
- очищення опалубки та арматури від сміття, бруду і іржі;
- перевірити справність всіх механізмів, інструментів та обладнання.

Доставка бетонної суміші на об'єкт здійснюється автобетонозмішувачами типу СБ-095, а подача до місця укладання – за допомогою бадді.

Процес бетонування включає:

- приймання та подачу бетонної суміші;
- укладання і ущільнення бетонної суміші під час бетонування колон та балок перекриттів;
- догляд за бетоном після укладання.

Бетонну суміш укладають шарами товщиною 30-40 см. Кожен шар ретельно ущільнюється за допомогою глибинних вібраторів. Глибина занурення вібратора у попередній шар повинна складати 5-10 см. Крок

переміщення вібратора має становити не менше 1,5 радіусів його дії. У кутах і біля стінок опалубки бетон додатково ущільнюють ручними трамбівками. Контакт вібратора з арматурою або опалубкою не допускається. Вібрацію завершують, коли припиняється осідання бетону і на поверхні з'являється цементне молоко. Вібратор потрібно витягати повільно, вимкненим, щоб бетон рівномірно заповнив простір під наконечником.

Перерва між етапами укладання шарів бетонної суміші повинна становити не менше 40 хвилин, але не більше двох годин.

Для ущільнення бетонної суміші в перекриттях використовують глибинні та поверхневі вібратори. Під час початкового твердіння бетону необхідно підтримувати оптимальний температурно-вологісний режим і запобігати його механічним пошкодженням. Ходити по свіжозалитих конструкціях і встановлювати на них опалубку дозволяється тільки після досягнення необхідної міцності бетону.

Контроль якості бетонної суміші здійснюється будівельною лабораторією, а результати заносяться до журналу виконання робіт. Контроль процесу вібрації здійснюється візуально за осіданням суміші, припиненням виходу повітряних бульбашок і появою цементного молока на поверхні бетону.

3.6.4 Розпалубка конструкцій

У комплексному технологічному процесі зведення монолітних конструкцій розпалублювання (демонтаж опалубки) є однією з ключових і трудомістких операцій. Цей процес потрібно виконувати обережно, щоб зберегти опалубку для повторного використання та уникнути пошкоджень бетону. Демонтаж розпочинають лише після досягнення бетоном необхідної міцності.

Бічні елементи опалубки, які не несуть навантажень, можна знімати після того, як бетон досягне міцності, яка гарантує збереження кутів, країв і

поверхонь. Точний час визначають на основі типу цементу та умов твердіння бетону на будівельному майданчику.

Навантажувальні елементи опалубки знімають після того, як бетон набуде достатньої міцності для забезпечення стійкості конструкції. Якщо фактичне навантаження на конструкцію становить менше 70% від розрахункового, то для плит з прольотом до 3 м і несучих конструкцій з прольотом до 6 м ця міцність повинна бути не менше 50% (при цьому частину підтримуючих стійок залишають під перекриттям).

Опорні стійки нижніх перекриттів можна повністю демонтувати тільки після досягнення проєктної міцності бетону.

Демонтаж несучої опалубки виконують поетапно, у 2-3 етапи або більше, залежно від прольоту та ваги конструкції.

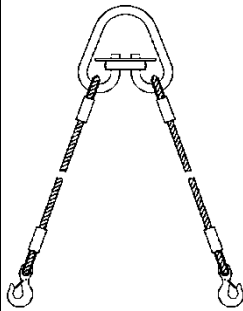
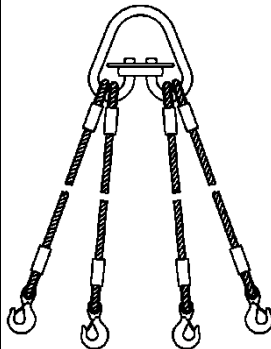
При знятті опалубки зі стін спочатку демонтують розпірки, замки й з'єднувальні болти, а потім відокремлюють окремі щити від бетону. Розпалублення плит перекриттів розпочинається зі зниження панелей та підтримуючих балок за допомогою спеціальних опор, потім видаляють підтримуючі стійки, залишаючи частину для підтримки.

Перед повторним використанням елементи опалубки ретельно очищають від залишків бетону та ремонтують у разі потреби.

3.7 Вибір вантажозахватних пристроїв

Для підйому поворотного контейнера з бетонною сумішшю використовуємо чотирьохвітковий строп вантажопідйомністю 5 тонн і довжиною 4,2 м. Для підйому на робочі місця ящиків з розчином та піддонів з газобетонними блоками обираємо строп вантажопідйомністю 5 тонн і довжиною 2 м. Для підйому арматурних стрижнів і каркасів застосовуємо двохвітковий строп.

Таблиця 3.13 - Відомість вантажозахватних пристроїв, інструмента й пристосувань.

№ п/п	Найменування встановлюваного елемента	Найменування пристосування, пристрою	Ескіз	Характеристика		Кіл- ть.
				Вантажопі діймність, т	Маса, кг	
1	2	3	4	5	6	8
1	Арматури, щити опалубки, піддони із цеглою, устаткування	Строп двухвітвева		5	47	1
2	Газобетонні блоки на піддоні, сантехкабини	Строп чотирьохвітвева		5	65	1

3.8 Визначення основних параметрів баштового крана

Таблиця 3.14 - Параметри пристосувань для розрахунків вантажопідйомності

№ п/п	Найменування й марка елемента	Габарити, мм			Маса, елемента, т.	Кіл- ть, шт.	Загальна маса, т.
		шир., мм	дов., мм	вис., мм			
1	Баддя з бетонною сумішшю $V=1\text{м}^3$	1200	1500	1500	2,7	1	2,7

Для проектованого складного будівельного процесу підбирається відповідний комплект машин і механізмів, який забезпечує доставку елементів і конструкцій від заводів-постачальників до їх монтажу на місці. Приготування бетонної суміші здійснюється на стаціонарному бетонному заводі, а її доставка до місця проведення бетонних робіт виконується автобетоновозами.

Подачу бетонної суміші проводять за допомогою бадді. Для забезпечення подачі бетонної суміші до всіх точок монолітних конструкцій використовується трисекційна Z-подібна розподільна стріла.

Максимальна висота вільного падіння бетонної суміші в опалубку обмежується: для перекриттів — до 1 м, для стін — до 4,5 м, а для неармованих конструкцій — до 6 м. Якщо висота перевищує ці значення, бетонну суміш подають через лотки або хоботи.

Для досягнення необхідних фізико-механічних характеристик бетону, укладену суміш ущільнюють. У процесі бетонування внутрішніх стін, колон і перекриттів суміш спочатку ущільнюється глибинними вібраторами, а потім обробляється поверхневими.

Максимальна висота підйому гака баштового крана розраховується за формулою:

$$H_{кр} = h_0 + h_{зан} + h_{эл} + h_{стр} , \quad (3.1)$$

де $H_{кр}$ — відстань від рівня стоянки крана (верх головки рейки кранового шляху) до геометричного центру гака, м;

h_0 — рівень верхнього монтажного горизонту. При визначенні максимальної висоти підйому гака крана для будівель, що зводяться за допомогою розбірно-переставної або блочної опалубки, яка підіймається нагору, слід приймати за рівень монтажного горизонту висоту верхньої частини монолітної стіни останнього поверху будівлі; $h_0 = 25$ м;

$h_{зан}$ — запас висоти для підйому вантажу над найвищою перешкодою, приймається рівним $h_{зан} = 0,5$ м;

$h_{\text{ел}}$ — найбільша висота піднімаємого вантажу (опалубна панель або блок, збірний монтажний елемент); $h_{\text{ел}} = 1,5$ м;

$h_{\text{стр}}$ — розрахункова висота стропи, приймаємо $h_{\text{стр}} = 3,0$ м.

$$H_{\text{кр}} = 30 \text{ м}$$

Виліт стріли крана визначається за формулою:

$$L = (a/2) + b + c \quad (3.2)$$

де:

a — ширина підкранової колії. Оскільки на цій стадії невідома модель крана, яка буде використовуватися для виконання робіт, приймаємо $a = 6,0$ м;

b — відстань від найближчої підкранової рейки до найбільш виступаючої частини будівлі; $b = 5,6$ м;

c — відстань від центру ваги вантажу до найближчої виступаючої частини будівлі. При будівництві будівлі з використанням щитової та блочної опалубки і розташуванні кранів з одного боку, c дорівнює ширині будівлі; $c = 16,9$ м.

Отже, виліт стріли:

$$L = 6/2 + 5,6 + 16,9 = 28,5 \text{ м}$$

Необхідна вантажопідйомність крана розраховується за формулою:

$$Q = q_{\text{гр}} + q \quad (3.3)$$

де:

$q_{\text{гр}}$ — маса найважчого вантажу. Оскільки для бетонування використовуються переставні розподільні стріли для подачі бетонної суміші, слід враховувати підйом і перестановку бадді. Приймаємо $q_{\text{гр}} = 2,7$ т;

q — маса такелажного обладнання. Для підйому необхідно такелажне пристосування вантажопідйомністю не менше 5 т. Приймаємо $q = 0,1$ т.

$$Q_{\text{кр}} = 2,8 \text{ т}$$

Таблиця 3.15 - Характеристики баштового крана КБ-403Б4

Найменування характеристики	Одиниця виміру	Значення
Вантажопідйомність максимальна	т	8
Вантажопідйомність при максимальному вильоті	т	3
Виліт максимальний	м	30
Виліт при максимальній вантажопідйомності	м	16,5
Виліт мінімальний	м	5,6
Висота підйому при максимальному вильоті	м	80,5
Глибина опускання максимальної	м	5
Маса конструктивна	т	80,5
Маса противаги на платформі	т	30
База х колія	м	6 х 6

3.9 Будівельний генеральний план об'єкта

У цьому дипломному проєкті розроблено будівельний генеральний план (будгенплан) для етапу зведення надземних конструкцій.

На об'єктному будгенплані відображено план будівлі з прив'язкою осей до координатної сітки; розташування постійних і тимчасових транспортних шляхів, мереж електропостачання, водопостачання, тепlopостачання, каналізації; місця розташування монтажних кранів і механізованих установок із зазначенням кранових шляхів, напрямків руху кранів та зон монтажу з підвищеною небезпекою; майданчики для складування та попереднього складання конструкцій і обладнання; побутові приміщення, склади й інші необхідні споруди для будівництва, а також основні заходи з техніки безпеки.

Будгенплан розроблено відповідно до протипожежних норм будівельного проєктування, правил техніки безпеки та охорони праці.

Створення будгенплану здійснювалося з урахуванням прийнятих умовних позначень. Під час розробки будгенплану були виконані розрахунки:

- потреби в тимчасових будівлях і спорудах;
- площі складів і відкритих зон зберігання;

- освітлення будівельного майданчика;
- потреби у воді;
- потреби в електроенергії.

Усі розрахунки та обґрунтування прийнятих рішень наведені в пояснювальній записці.

3.9.1 Будівельний генеральний план об'єкта

Визначення потреби в тимчасових будинках виконується за наступною формулою для загальної чисельності працівників:

$$N=(N_{\text{раб}}+N_{\text{ИТР}}+N_{\text{МОП}}+N_{\text{служ}})*K, \quad (3.3)$$

де: $N_{\text{раб}}$ — чисельність робітників, яка розраховується згідно з графіком зміни їхньої кількості (календарним або сітковим) згідно розрахунку на основні роботи із зведення каркасу будівлі складає 23 людини;

$N_{\text{ИТР}}$ — чисельність інженерно-технічних працівників;

$N_{\text{МОП}}$ — чисельність молодшого обслуговуючого персоналу та охорони;

K — коефіцієнт, що враховує відпустки та інші фактори, прийнятий у межах 1,05–1,06.

Кількість інженерно-технічних працівників та службовців визначається залежно від типу будівництва. У цьому проекті йдеться про цивільний будинок. Співвідношення категорій працюючих (%): робітники — 85%; ІТП — 8%; службовці — 5%; охорона — 2%.

Таким чином, чисельністю працюючих N складає:

$$N=(23*100)/85= 27$$

Отже, 1% становить 0,27 чол., тоді:

$$N_{\text{ИТР}}=8*0,27=2 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{служ}}=5*0,27=1 \text{ чол.}$$

$$N_{\text{МОП}}=5*0,27=1 \text{ чол.}$$

Отже, загальна чисельність працівників

$$N_{\text{заг}} = (27 + 2 + 1 + 1) * 1,06 = 32$$

Результати розрахунків площ для тимчасових будинків і споруд зводяться в таблицю.

З описаних будівель формується побутове містечко. Його розташування на будгенплані організується так, щоб найвіддаленіша точка від зводимого об'єкта була не більше 150 м.

До тимчасових будинків підводяться тимчасові комунікації.

Таблиця 3.16 - Експлікація тимчасових будинків і споруджень

Наймен. тимчасових Б та С	Кіл-ть раб.	% одноч. польз.	Норм. показники на чол.м ²	Раб. площа м ²	Прийнята площа м ²	Кіл-ть будинків	Констр. хар. і тип будинку
1	2	3	4	5	6	7	8
Прорабська	1	-	9	9	27	1	Метав.блок-контейнер 9 м х 3 м
Приміщення для обігріву робітників	27	100	0,1	7,5	27	2	Метав.блок-контейнер 9 м х 3 м
Пост охорони	1	100	1	1	14,4	2	Сборно-Розбір. Дерев. 2,4 м х 3 м
Гардероб	27	70	0.7	12,8	27	2	Метав.блок-контейнер 9 м х 3 м
Умивальна	27	70	0.2				
Душова	27	50	0,54	23,8	27	1	Металевий блок-контейнер 9 м х 3 м
Туалет	5	100	0,1				

3.9.2 Розрахунки площ складів

Приоб'єктні склади створюються для тимчасового зберігання матеріалів, конструкцій, виробів, обладнання та інших ресурсів під час будівництва об'єктів. Обсяги матеріалів, що підлягають складуванню, зменшуються до

мінімуму завдяки раціональній організації будівництва, використанню сучасних методів виконання будівельно-монтажних робіт, контейнеризації вантажів та інших організаційно-технічних рішень.

При проектуванні приоб'єктних складів вирішуються такі завдання:

- визначення запасів матеріалів, конструкцій і виробів, що потрібно складувати;
- розрахунок площі складів для основних видів матеріальних ресурсів;
- вибір типу складів та їх розміщення на будівельному майданчику.

Розрахунки площ складів включають визначення їх площі з урахуванням приймальних і відпускних майданчиків, проїздів і проходів.

Основним типом складів на будівельному майданчику є відкриті майданчики, які розташовуються в зоні дії вантажопідйомного крана, призначеного для подачі вантажів на зводимий об'єкт. Місця для складування конструкцій, стінових матеріалів та інших ресурсів розташовуються уздовж тимчасових доріг. У місцях розвантаження транспортних засобів передбачаються розширення доріг.

Всі розрахунки представлені в таблиці 3.17.

Таблиця 3.17 - Розрахунки площ складів

Констр., виробу, матеріали	Од. вим.	Загальна потріб. $Q_{\text{общ}}$	Т дн.	Щонайвелика добова витрата	Коеф.		Запас матеріалів		Норм. зберігання 1 м^2	F	Коеф. складів	S м^2	Розміри складу	Харак. складу
					поступ. мат.	потреб. мат.	Норма	Розрахункова $Q_{\text{зап}}$						
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Арматури	т	77	262	1.25	1,1	1,3	10	17,87	1.8	10	0,6	17	6 м х 3 м	закритий склад
Газобетон. блоки	шт.	20000	12	625			5	4500	650	7		12	4 м х 4 м	закритий склад
Цегля	шт.	180000	12	10850			5	77500	700	110		185	19 м х 10 м	закритий склад
Опалуб. щити для перекриттів	м^2	215,74	262	1,08			10	15,44	0,8	19,3		32	6 м х 6 м	закритий склад
Щитова опалубка каркаса	м^2	272,81	262	0,91			10	13,1	0,8	16,4		41	9 м х 5 м	закритий склад
Опалубка балок	м^3	82,11	3	27,37			5	195,7	2,25	87		97	10 м х 10 м	в закритий склад

3.9.3 Розрахунки потреби будівництва у воді

Мережі тимчасового водопостачання призначені для забезпечення виробничих, господарських і протипожежних потреб під час будівництва.

При вирішенні питання тимчасового водопостачання будівельного майданчика важливо визначити схему розташування мережі та діаметр трубопроводів, які подаватимуть воду для наступних цілей: виробничих (Впр), господарсько-побутових (Вхоз-Побут), душових установок (Вдуш) та пожежогасіння (Впож). Загальна потреба у воді буде розрахована за формулою:

$$V_{\text{общ}} = 0,5 * (V_{\text{пр}} + V_{\text{хоз-бит}} + V_{\text{душ}}) + V_{\text{пож}} \quad (3.4)$$

Витрата води на виробничі потреби визначається на основі календарного плану та норм витрати. Для встановлення максимальної витрати води на виробничі потреби складається графік.

Таблиця 3.8 - Графік потреби води на виробничі потреби.

№	Споживачі води	Од. вим.	Кіл-ть у змін	Питома витрата води на од. вим.	Загальна витрата в змін
1	2	3	4	5	6
1	Поливання бетону й залізобетону в літню пору в кліматичних умовах середньої смуги	1 м ³ бетону/сут	4,85	400	1940
2	Кладка з готуванням розчину	1000 шт.	6,34	230	1458,2
3	Готування бетону в бетонозмішувачах	1 м ³ розчин	4	325	1300
4	Трактори в середньому	1 сут	12	600	7200
Разом:					11898,2

$$B_{np} = \frac{\sum \Sigma_i B'_{max}}{(t_i \cdot 3600)} \quad (3.5)$$

де $\sum B'_{max}$ – максимальна витрата води;

k_i – коефіцієнт нерівномірності споживання води, який дорівнює 1,5;

t_i – кількість годин роботи, за яку визначається витрата води.

Витрата води на господарсько-побутові потреби визначається на основі проектного будгетплану, кількості працюючих та норм споживання води.

$$B_{np} = \frac{11898,2 \cdot 1,5}{(8 \cdot 3600)} = 0,61$$

Секундна витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$B_{хоз-быт} = \frac{\sum B_{max}^2 \cdot k_2}{(t_2 \cdot 3600)}, \quad (3.6)$$

де $\sum B_{max}^2$ – максимальна витрата води в зміну на господарсько-побутові потреби;

$$\sum B_{max}^2 = N_{3AG} \cdot N = 27 \cdot 15 = 405$$

n – норма витрати на чіл л

k_2 – коефіцієнт неправомерности споживання, рівний 2;

t_2 – число годин роботи в зміну.

$$B_{хоз-быт} = ((405) \cdot 3) / (8 \cdot 3600) = 1215 / 28800 = 0,042$$

Секундна витрата води на душові установки:

$$B_{\text{душ}} = \frac{\sum B_{\text{max}}^3 \cdot k_3}{(t_3 \cdot 3600)}, \quad (3.10)$$

де $\sum B_{\text{max}}^3$ - максимальна витрата води на душові установки;

$$\sum B_{\text{MAX}}^2 = (N_{\text{ЗАГ}}/2) \cdot N = 540$$

n – норма витрати на чіл л

t_3 - тривалість роботи душової установки, ухвалюється 0,75 год;

k_3 - коефіцієнт нерівномірності споживання, рівний 1.

Розрахунки діаметра труб тимчасового водопроводу слід виконувати на період найбільшого водоспоживання з урахуванням витрати води для пожежогасіння.

$$B_{\text{душ}} = 540 / (0,75 \cdot 3600) = 0,14$$

Для невеликих об'єктів із площею забудови до 10 гектарів кількість води на пожежогасіння визначається на основі одночасної подачі двох струменів з гідрантів по 5 л/с.

$$B_{\text{общ}} = 0,5 \cdot (0,6 + 0,03 + 0,15) + 5 = 5,4 \text{ л/с}$$

Діаметр труб водогінної напірної мережі розраховують по формулі:

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 B_{\text{общ}}}{\pi v}}, \quad (3.11)$$

де v - швидкість руху води по трубах, м/с (ухвалюється рівної 1,5-2,0 м/с - для труб більших діаметрів; 0,7-1,2 м/с - для труб малих діаметрів).

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 1000 \cdot 5,4}{3,14 \cdot 1,2}} = 75,7 \text{ мм}$$

За ДСТУ 8936:2019 підбирається труба діаметром 100 мм, що відповідає вимогам пожежної безпеки.

3.9.4 Забезпечення будівництва електроенергією

Електроенергія на будівельному майданчику використовується для живлення машин, тобто для виробничих потреб, а також для зовнішнього і внутрішнього освітлення. Вимоги до електропостачання включають забезпечення будівництва необхідною кількістю електричної енергії відповідної якості (напруга, частота), гнучкість електричної схеми (можливість живлення споживачів у всіх зонах будівництва), надійність, безперебійність, мінімізацію витрат на тимчасові установки та зменшення втрат у мережі. Розрахункова потужність трансформатора в кВт визначається за формулою:

$$P_p = \alpha \left(\sum \frac{K_{1c} P_c}{\cos \alpha} \right) + \sum \frac{K_{2c} P_T}{\cos \varphi} + \sum K_{3c} P_{OB} + \sum P_{OH} \quad (3.12)$$

де α - коефіцієнт, що враховує втрати в мережі залежно від довжини, перетину, ухвалюють 1,05-1,1;

K_1, K_2 - коефіцієнти попиту, що залежать від числа споживачів;

P_c - потужність силових споживачів, кВт;

P_T - потужність для технологічних потреб, кВт;

P_{iv} - потужність пристроїв висвітлення внутрішнього, кВт;

P_{OH} - потужність пристроїв висвітлення зовнішнього, кВт;

$\cos \varphi$ - коефіцієнт потужності, що залежить від кількості й завантаження споживачів.

Таблиця 3.9 - Графік потужності установки для виробничих і технологічних потреб.

Найменування робіт і механізмів	Од. вим.	Кількість	Установлювана потужність, кВт	Загальна потужність, кВт
1	2	3	4	5
Баштовий кран	-	1	120	120
ел. Трамб. ПЕ - 4302	-	5	1.6	8
Агрегат 3 - 99	-	1	9.5	9.5
Агрегат зварювальний апарат	-	3	15	45

$$\sum \frac{K_{1C} \cdot P_C}{\cos \varphi} + \sum \frac{K_{2C} \cdot P_T}{\cos \varphi} = \frac{0,35 \cdot 120}{0,5} + \frac{0,25 \cdot 8}{0,3} + \frac{0,25 \cdot 9,5}{0,3} + \frac{0,35 \cdot 45}{0,4} = 140 \text{ кВт}$$

Таблиця 3.10 - Потужність мережі для зовнішнього або внутрішнього висвітлення

№	Споживачі електроенергії	Од. вим, м²	Норма освітленості, Вт	Потужність, кВт
1	2	3	4	5
1	Закриті склади	301	1.2	0,361
2	Відкриті склади	100	8	0,8
3	Територія будівництва	4460	0.4	1,8
4	Адміністративні й побутові приміщення	70	15	1,05
5	Душові й туалети	25	10	0,25

$$P_{OB} = 0,361 + 1,05 + 0,25 = 1,66 \text{ кВт}$$

$$P_{OH} = 0,8 + 1,8 = 2,6 \text{ кВт}$$

$$P_p = 1,1(140 + 0,8 \cdot 1,66 + 2,6) = 160 \text{ кВт}$$

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ В БУДІВНИЦТВІ

4.1 Аналіз небезпечних і шкідливих виробничих факторів на будівельному майданчику.

На будівельному майданчику на працівників можуть впливати небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Шкідливим виробничим фактором є той, що може призвести до захворювання або зниження працездатності працівника в певних умовах.

Класифікація шкідливих факторів у будівництві:

Мікроклімат. Джерелами мікрокліматичних параметрів є надто низька або висока температура, а також підвищена або знижена вологість повітря в робочій зоні. Вплив опадів на будівельному майданчику може викликати простудні захворювання або інші негативні наслідки для здоров'я працівників.

Освітлення. Невідповідність нормам природного або штучного освітлення, а також недостатнє висвітлення робочого місця можуть призводити до стомлення, погіршення самопочуття працівників, проблем із зором, швидкої втоми і зниження уваги, що, у свою чергу, зменшує продуктивність праці та збільшує ймовірність нещасних випадків.

Шум. Шум може впливати на:

- слухову функцію, викликаючи адаптацію, стомлення та втрату слуху;
- сприйняття звуків під час спілкування;
- викликати дратівливість, занепокоєння, порушення сну;
- змінювати фізіологічні реакції на стрес;
- впливати на психічне і соматичне здоров'я. Основними джерелами шуму на будівельному майданчику є бетонозмішувачі, роздавальні бункери з вібраторами, бетоноукладачі тощо.

Вібрація. Вплив вібрації на організм насамперед порушує роботу нервової системи та сенсорних систем: вестибулярної, зорової, тактильної. Це

може призводити до головного болю, запаморочення, порушень сну, зниження працездатності, а також серцевих проблем і зниження чутливості. Джерелами вібрації є бетонозмішувачі, ручний електроінструмент, компресори та ін.

Пил. Негативний вплив пилу може призводити до розвитку пневмоконіозу, алергійних захворювань і хронічних захворювань органів дихання, а також до проблем із зором і шкірою. Пил утворюється під час риття котлованів, монтажу, обробки та транспортування матеріалів.

Фізичні навантаження. Надмірні фізичні навантаження, одноманітність дій та відсутність перерв можуть призводити до зниження працездатності і швидкої стомлюваності працівників.

Напруженість трудового процесу. Це стосується навантаження на центральну нервову систему, органи чуттів та емоційну сферу працівника.

Небезпечні виробничі фактори - це ті, що можуть викликати тимчасову або стійку втрату працездатності (виробничі травми або професійні захворювання) чи навіть призвести до смерті.

Оцінюючи ризики травматизму, враховуються всі етапи роботи: підготовка, виконання та завершення. На будівельних майданчиках, як і в будь-якому виробництві, ці фактори присутні, і їх слід оцінювати з урахуванням специфіки виконуваних робіт.

Класифікація небезпечних виробничих факторів на будівельному майданчику:

Механічний вплив. Це вплив рухомих предметів, механізмів або машин, а також нерухомих їх частин.

Падіння. Це може бути падіння предметів на працівника або падіння самого працівника.

Вплив електричного струму. Джерелами поразки можуть бути незахищені електропроводи, пошкоджені електродвигуни та інше.

Термічний вплив. Це стосується нагріву або охолодження елементів устаткування.

Зони потенційно небезпечних виробничих факторів:

Територія поблизу будівель.

Поверхи будівель, де проходить монтаж або демонтаж конструкцій.

Зони переміщення машин та устаткування.

Місця, де вантажі піднімаються кранами.

Отже, працівники у будівництві часто працюють в умовах, де існує ризик впливу різних небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

Нові працівники будівельних організацій можуть бути допущені до роботи лише після проходження вступного (загального) інструктажу з техніки безпеки та виробничого інструктажу на своєму робочому місці.

Під час вступного інструктажу робітників ознайомлюють із загальними аспектами та виробничим середовищем конкретного будівництва, правилами внутрішнього розпорядку, необхідністю дотримання техніки безпеки та особистої гігієни. Також надається інформація про індивідуальні засоби захисту, правила електробезпеки та заходи надання першої допомоги в разі нещасних випадків.

Повторний інструктаж проводиться для всіх працівників не рідше одного разу на три місяці. Ці інструктажі мають на меті періодичну перевірку знань працівників щодо правил техніки безпеки. Оскільки будівельники виконують свої завдання в умовах, що постійно змінюються—зміна розташування робочих місць, нові виробничі процеси та механізми,—дотримання безпечних методів праці та виробничої дисципліни є критично важливими. В умовах постійних змін повторення знань щодо техніки безпеки має велике профілактичне значення.

При монтажі будівельних конструкцій виконуються кілька важливих процесів, серед яких: перевірка стану конструкцій, облаштування риштування для роботи монтажників на висоті, підготовка елементів до підйому, стропування конструкцій, підйом, установка, вирівнювання та закріплення конструкцій у проектному положенні.

Передусім необхідно правильно розмістити та скласти елементи конструкцій і монтажні пристосування, а також забезпечити встановлення

показчиків і огорожень небезпечних зон. Збірні елементи мають зберігатися в місцях, визначених будгепланом, і забороняється тримати великогабаритні конструкції поруч із штабелями виробів або стінами будівель.

У процесі монтажу збірних конструкцій потрібно забезпечити повну безпеку всіх працівників у зоні дії піднімальних механізмів. Роботи мають виконуватись відповідно до технологічних карт та проекту монтажних робіт.

При установці деталі (елемента) на місце кран повинен виконувати лише одну операцію. Під час перерв у роботі заборонено залишати вантаж висячим на гаку крана. Усі рухомі частини будівельних машин, які розташовані поблизу проходів та робочих місць, мають бути закриті знімними огороженнями.

Для висотних робіт на висоті більше 1,8 м необхідно використовувати засоби захисту. Працівники повинні бути захищені від падінь за допомогою поручнів, сіток безпеки або індивідуальних засобів запобігання падіння. Робота з приставних сходів, будівельних лісів і колисок підлягає спеціальним правилам техніки безпеки. Будівельники житлових будинків мають використовувати пояси безпеки, страховочні прив'язі (з поясом або без), стропи з карабінами для приєднання до гнучких анкерних ліній. Кожен з індивідуальних засобів запобігання падіння повинен бути перевірений на цілісність і справність. Обов'язково потрібно контролювати кріпильні з'єднання та вузли.

Заходи щодо забезпечення електробезпеки включають: захисне заземлення, занулення, вирівнювання потенціалів, мала напруга, електричне розділення мереж, захисне відключення, ізоляцію струмоведучих частин, компенсацію струмів замикання на землю, огорожувальні пристрої, попереджувальну сигналізацію, блокування, знаки безпеки, засоби захисту та запобіжні пристрої.

Оптимальне освітлення виробничих приміщень можна забезпечити шляхом:

- раціонального розміщення освітлювальних установок;
- поєднання природного та штучного освітлення;

- комбінації загального освітлення з місцевим;
- використання відповідного типу і потужності ламп;
- регулювання висоти установки світильників над робочою поверхнею;
- періодичного контролю освітленості (не рідше одного разу на рік);
- обслуговування освітлювальних установок (заміна ламп, очищення світильників);
- раціонального розміщення виробничого обладнання щодо вікон і освітлювальних установок.

Для забезпечення безпеки будівельників при роботі з хімічними та токсичними речовинами необхідно надавати працівникам засоби індивідуального захисту (рукавички, респіратори, окуляри та інший спецодяг) та організувати періодичне провітрювання приміщень, де проводяться роботи.

При проектуванні будинків слід знижувати вібрацію на джерелі за рахунок використання малошумного обладнання та вибору відповідного режиму його роботи. Під час будівництва та експлуатації будинків необхідно забезпечити технічну справність обладнання. Для зниження вібрації на шляху її поширення (віброізоляція обладнання, повітроводів, віброізолюючі майданчики) вживаються архітектурно-планувальні та акустичні заходи.

Методи зменшення шкідливих вібрацій для робітників можуть включати використання віброзахисного спецодягу.

Заходи щодо захисту від шуму доповнюються засобами індивідуального захисту, такими як навушники, вкладиші, шоломи, а також шумозахисними кожухами, екранами та глушниками на джерелах шуму.

Забезпечення нормального мікроклімату досягається правильним облаштуванням будівельного майданчика, захистом від несприятливих погодних умов та опадів.

Для запобігання перевтомі та стомленості працівників важливо виконувати роботи за графіком з перервами на відпочинок, а також організовувати роботу бригадами.

4.2 Техніка безпеки при проведенні опалубних робіт

Роботи з установки й розбиранню опалубки на будівельному майданчику виконують у строгій відповідності із правилами виробництва й приймання робіт і технікою безпеки в будівництві згідно ДБН А.3.2-2-2009.

Однчасне провадження робіт у дві й більш ярусах по одній вертикалі допускається при наявності між ними міжповерхових перекриттів.

До початку монтажу опалубку необхідно обстежити внизу на спец. майданчику.

Скупчення людей на риштованні й опалубці перекриттів не допускається.

Установку розбірно-переставної опалубки на висоті більш 1,5 м від землі або нижчележачого перекриття ведуть із риштовання збірно-розбірних, що мають нагорі майданчик з огороженням висотою не менш 1,1м.

При роботі без риштовання робітників постачають запобіжними поясами з карабінами й указують місця надійного закріплення запобіжного пояса.

За станом усіх конструкцій риштовання, у тому числі з'єднань, кріплень і огорожень, необхідно систематичне спостереження, яке повинен здійснювати, перед початком зміни, майстер, що керує відповідною ділянкою робіт на даному об'єкті.

Установлювати кранами Г-Г- образні секції опалубок і щити великощитовий, можна в тому випадку, якщо елементи становлять тверду систему.

Розбирання опалубки повинна проводитися після досягнення бетоном заданої міцності. Перед початком розбирання опалубки несучих конструкцій потрібно перевірити міцність бетону. Проводиться перевірка на відсутність тріщин і інших дефектів, що можуть спричинити неприпустимі прогини або обвалення конструкції при знятті опалубки.

При розбиранні опалубки необхідно вживати заходів проти падіння елементів опалубки. Обов'язкове стропування елементів опалубки зовнішніх

стін до початку демонтажу. При демонтажі об'ємно - переставної опалубки обов'язково дотримувати черговості демонтажу П образних секцій. Після демонтажу однієї П образної секції встановлювати підпірні стійки перекриттів, після чого допускається робити демонтаж другий П образної секції.

Готування й нанесення будь-яких змащень на поверхні опалубки необхідно виконувати в спецодязі із застосуванням засобів індивідуального захисту.

Під час грози й при вітрі силою більш 6 балів роботу на висоті необхідно припинити.

4.3 Техніка безпеки при виробництві арматурних робіт

Елементи каркасів арматури потрібно пакувати, враховуючи умови їх підйому, складування та транспортування до місця монтажу. Після встановлення арматури в опалубку її необхідно закріпити, при цьому перебувати на вже закріпленій арматурі заборонено.

В'язати або зварювати арматуру, стоячи на прив'язаних або приварених хомутах чи стрижнях, категорично заборонено. Перед установкою арматури в опалубку необхідно очистити її від бруду, сміття та окалини.

При монтажі арматури в стінах та інших вертикальних конструкціях на висоті понад 1,5 м слід облаштовувати підмості з настилом шириною не менше 1 м та огороженням висотою не менше 1,1 м. Ходити по армованому перекриттю дозволяється тільки по проходах шириною 0,3 і 0,4 м, встановленим на козлах.

Зберігати запаси арматури на риштуванні заборонено. При установці арматури поблизу електропроводів під напругою потрібно вжити заходів, щоб уникнути контакту арматури з проводами.

Допуск до виконання зварювальних робіт можливий лише після ознайомлення з технічною документацією та проведення інструктажу з

експлуатації обладнання та охорони праці. Перед початком електрозварювальних робіт необхідно перевірити:

- справність електрозварювального апарата та ізоляцію його корпусу;
- наявність і правильність заземлення зварювального апарата;
- відсутність легкозаймистих речовин поблизу зварювання.

Заборонено виконувати електрозварювальні роботи під відкритим небом під час дощу або снігопаду без навісів над зварювальним обладнанням та робочим місцем. Довжина електричного кабелю між живильною мережею та пересувним зварювальним агрегатом для ручного дугового зварювання має бути не менше 15 м. Не можна використовувати кабелі з пошкодженою оболонкою або ізоляцією.

Зварники, які працюють на висоті, повинні використовувати запобіжні пояси та вогнестійкі страхувальні фали з карабінами, а також мати спеціальні сумки для інструментів та збору недогарків електродів. Розкидати недогарки забороняється.

Робітники, які допомагають електрозварювачу, залежно від умов також повинні бути забезпечені щитками та окулярами. Регулярно слід перевіряти справність електрозварювальних апаратів та агрегатів, зокрема звертати увагу на відсутність напруги на їхніх корпусах у включеному стані.

При електрозварюванні плавленням тримачі електродів повинні мати надійне з'єднання зі зварювальним кабелем, мати добру ізоляцію та міцно затискати електрод. Забороняється доторкатися до струмоведучих частин при заміні електрода.

4.3 Техніка безпеки при проведенні бетонних робіт

Перед початком робіт потрібно перевірити такелажне обладнання кранів, підйомників та тари відповідно до правил експлуатації. Щодня, перед укладанням бетону в опалубку, необхідно оглянути стан тари, опалубки та підмощувальних засобів. Всі виявлені несправності слід усунути негайно.

При укладанні бетону в опалубку за допомогою бункера необхідно звертати увагу на затвор, який повинен забезпечувати:

- щільне закриття вигрузного отвору;
- можливість порційного вивантаження бетонної суміші;
- вільний поворот на опорах;
- зусилля на рукоятці не більше 60 Н;
- виключати можливість саморозвантаження бункера.

Відстань від дна бункера до поверхні, на яку укладається бетон, не повинна перевищувати 1 м.

Працювати з електровібраторами бетонник може лише в справних гумових чоботах та рукавичках. Провід від розподільного щитка до вібраторів повинен бути в захисному шлангу, а корпус вібратора обов'язково заземлюється на робочому місці. Для забезпечення безпеки вібратори живляться струмом низької напруги — 36...42 В.

Щодня після роботи вібратори потрібно очищати від бетонної суміші та бруду, обтирати та здавати на склад; заборонено мити вібратор водою.

Для ввімкнення електровібраторів використовуються пристрої закритого типу; штепсельні розетки не допускаються. Електричні рубильники повинні бути з захисними кожухами і зберігатися в ящиках, які зачиняються на замок. Металеві ящики слід заземлювати та захищати від попадання в них води.

Працювати з вібраторами, стоячи на приставних сходах, заборонено. При переході з електровібратором з одного місця на інше, а також під час кожної короткочасної перерви в роботі, вібратор обов'язково потрібно вимкнути. Заборонено переміщати вібратор, тягнучи за живильний провід.

4.4 Розрахунок захисного шару бетону для захисту арматури від дії екстремальної температури у 450 °С протягом однієї години

Щоб розрахувати товщину захисного шару бетону, необхідного для підтримання заданих параметрів (температури на внутрішній поверхні) протягом однієї години, використаємо закон теплопередачі.

Для цього нам потрібно врахувати:

1. Коефіцієнт теплопровідності бетону (λ): 1,7 Вт/(м·К).
2. Температура зовнішньої поверхні (T_1): 450 °С.
3. Температура внутрішньої поверхні (T_2): 20 °С.
4. Час (t): 1 година = 3600 секунд.
5. Площа стіни (A): 3,84 м².

Розрахунок теплового потоку

Спочатку визначимо, скільки тепла (Q) потрібно утримати протягом години:

$$Q = P \cdot t \quad (4.1)$$

де:

P - потужність (тепловий потік), яку ми раніше розраховували, приблизно 9289,6 Вт.

t - час (в секундах).

$$Q = 9289.6 \text{ Вт} \cdot 3600 \text{ с} = 33,432,000 \text{ Дж}$$

Розрахунок товщини захисного шару

Тепер використовуємо формулу для розрахунку товщини (d):

$$d = (\lambda \cdot A \cdot (T_1 - T_2) \cdot t) / Q \quad (4.2)$$

Підставимо значення в формулу

$$d = 1.7 \text{ Вт/(м}^{\circ}\text{К)} \cdot 3.84 \text{ м}^2 \cdot (450 - 20) \text{ К} \cdot 3600 \text{ с} / 33,432,000 \text{ Дж}$$

Розрахуємо

1. Обчислимо різницю температур:

$$T_1 - T_2 = 450 - 20 = 430$$

Тепер підставимо значення:

$$d = (1.7 \cdot 3.84 \cdot 430 \cdot 3600) / 33,432,000$$

Розрахуємо чисельник:

$$1.7 \cdot 3.84 \cdot 430 \cdot 3600 \approx 1,196,320,640$$

Тепер обчислимо товщину:

$$d = (1,196,320,640) / 33,432,000 \approx 35.7 \text{ мм}$$

Висновок

Для утримання температури на внутрішній поверхні 20 °С протягом однієї години при температурі зовнішньої поверхні 450 °С потрібно приблизно 35.7 мм товщини захисного шару бетону.

РОЗДІЛ 5. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

5.1 Аналіз роботи скриптів.

У Revit є три основні способи автоматизації:

Скрипти Dynamo (+ IronPython) Dynamo — це вбудований у Revit інструмент для графічного програмування. Його головна функція — створення нових програмних можливостей, які дозволяють аналізувати великі обсяги даних та оптимізувати рутинні завдання. Dynamo має інтерфейс, що складається з робочої області та бібліотеки функцій. Під час створення скрипта в робочій зоні розміщуються ноди — програмні елементи, які виконують конкретні операції. Ноди з'єднуються проводами (рисунок 5.1), передаючи результати з одного вузла на обробку в інший [18].

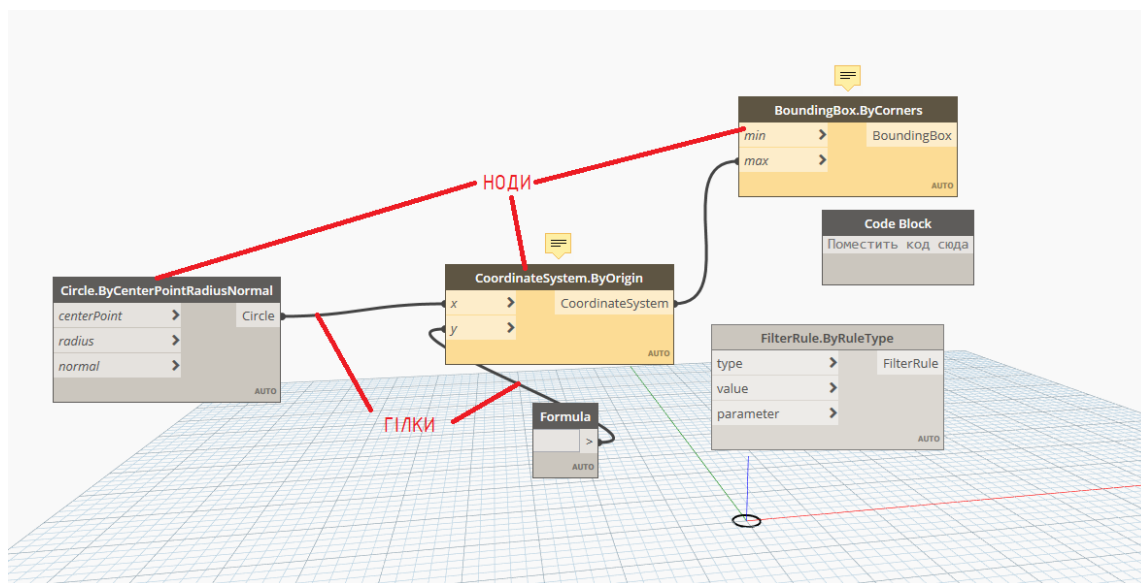


Рисунок 5.1 – Основні інструменти Dynamo

Більшість вузлів Dynamo мають п'ять основних компонентів і побудовані наступним чином (рисунок 5.2):

Ім'я вузла: складається за форматом «Категорія.Ім'я».

Основна частина вузла: при натисканні правою кнопкою миші відображаються параметри, які застосовуються тільки на рівні цього вузла.

Порти (вхід і вихід): роз'єми для підключення проводів, що передають вхідні дані до вузла і виводять результати виконаних операцій.

Значок переплетення: відповідає за параметр "Переплетення", що налаштовує обробку вхідних списків.

Значення за замовчуванням: доступне при натисканні правою кнопкою на порт введення; деякі вузли мають встановлені стандартні значення, які можна використовувати або ігнорувати.

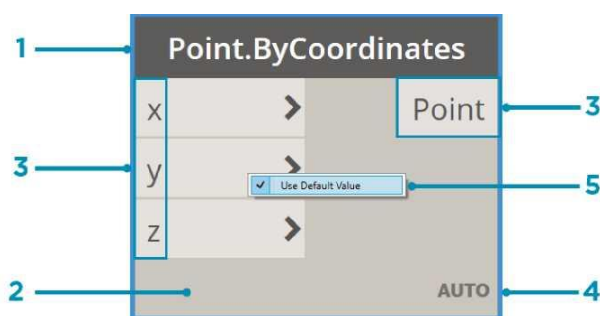


Рисунок 5.2 – улаштування нода Dynamo

Dynamo є досить простим у використанні. Для створення базових скриптів немає потреби вивчати мову програмування. Всі вузли згруповані за категоріями, і при наведенні на них з'являється підказка, що пояснює їхнє призначення, які вхідні дані вони потребують та які результати видають (рисунок 5.3). Навіть проектувальник без досвіду програмування може за кілька тижнів опанувати цей інструмент і створювати нескладні скрипти, що допоможуть спростити та прискорити його роботу.

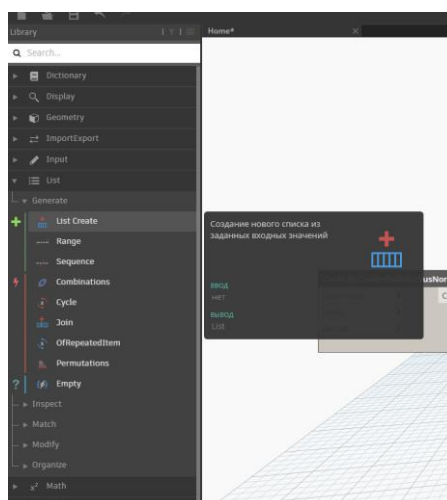


Рисунок 5.3 – Інтерфейс Dynamo

Для вирішення більш складних завдань, які не можна реалізувати за допомогою стандартних вузлів, можна використовувати ноди Python Script (рисунок 5.4). Завдяки можливості писати код на Python, ці ноди дозволяють значно розширити функціональність скрипта. Використання Python відкриває доступ до складніших обчислень, гнучкої роботи з даними та інтеграції зі сторонніми бібліотеками, що робить цей інструмент особливо корисним для автоматизації нестандартних процесів і створення індивідуальних рішень, які неможливо реалізувати за допомогою лише вбудованих засобів Dynamo.

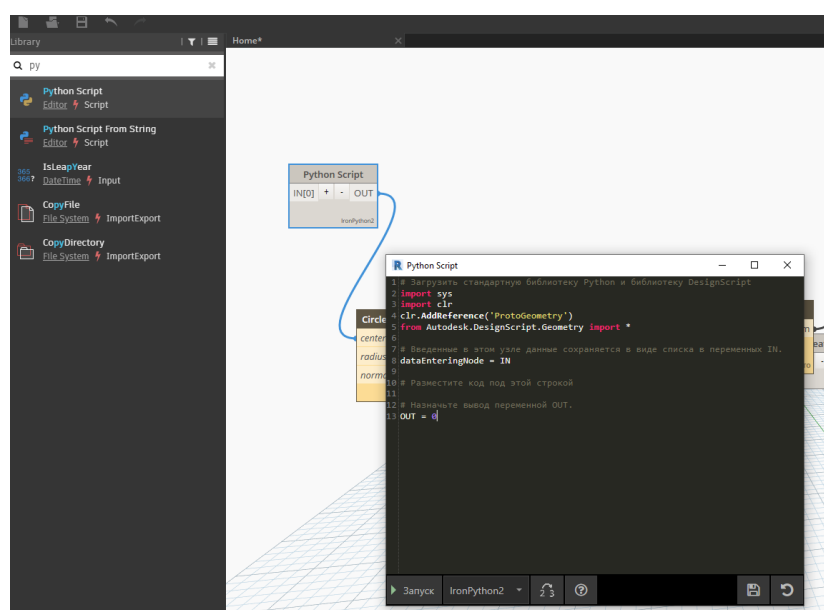


Рисунок 5.4 – Приклад ноди Python Script

Dynamo має значний недолік — це низька швидкість роботи, особливо при обробці складної геометрії. Крім того, його функціонал обмежений, тому підходить лише для найпростіших завдань автоматизації. Однак для складніших сценаріїв, що потребують більшої потужності або кастомізації, існують інші інструменти.

Макроси Revit — це вбудований інструмент для створення програмних алгоритмів, які можуть автоматизувати рутинні завдання в Revit. Макроси можна писати на чотирьох мовах програмування: C#, VB.NET, Ruby та Python [19]. Під час створення макросів використовується Revit API — бібліотека функцій, розроблена спеціально для взаємодії з моделями в Revit, що дає змогу

глибше контролювати та маніпулювати елементами моделі. Інтерфейс макросів виступає як диспетчер і середовище розробки (рисунк 5.5).

Крім автоматизації рутинних процесів, макроси дозволяють вирішувати завдання, пов'язані з кастомізацією інтерфейсу, управлінням параметрами проекту та створенням складних інструментів для аналітики, що робить їх потужним інструментом для досвідчених користувачів Revit.

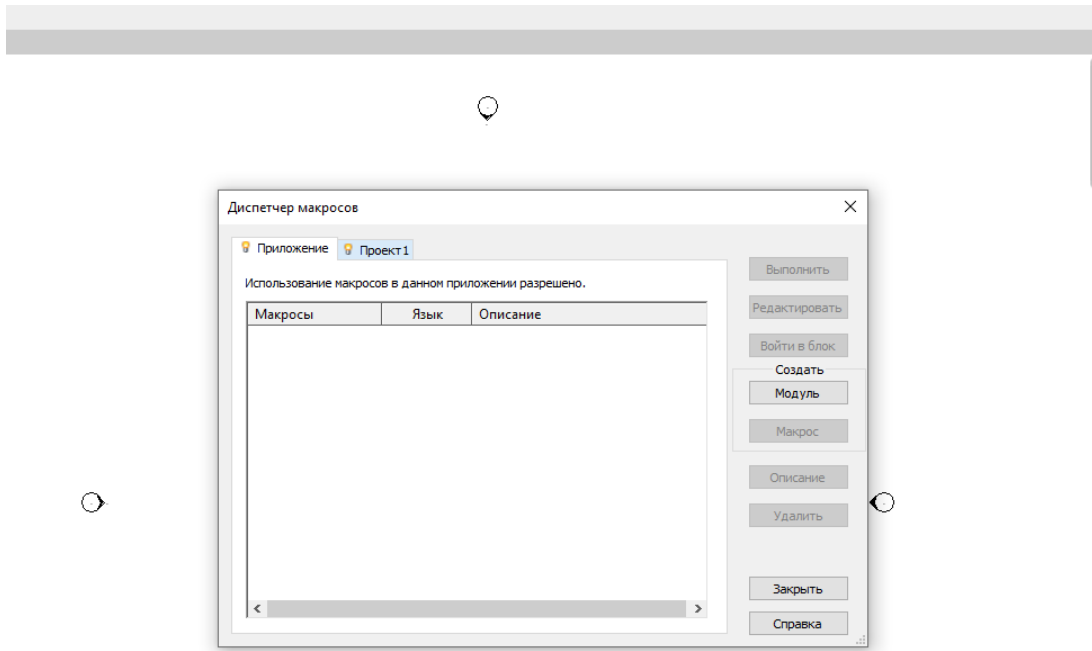


Рисунок 5.5 – Інтерфейс диспетчер макросів

Макроси дозволяють виконувати такі функції:

- створення та редагування елементів моделі;
- внесення змін і налаштувань у проект;
- експорт даних і багато іншого.

На відміну від скриптів Dynamo, макроси не потрібно передавати окремими файлами або стежити за сумісністю версій програмного забезпечення. Макрос можна вбудувати безпосередньо в проект Revit, і будь-який користувач, який відкриє цей проект, зможе запустити відповідне

розширення. Також можливості макросів набагато ширші за можливості Dynamo. Вони поєднують у собі потужний функціонал Revit API і можливості самої мови програмування, що дозволяє виконувати складніші завдання та налаштування.

Порівняно з Dynamo, макроси є складнішим інструментом для автоматизації. Створення макросів вимагає глибших технічних знань, тому часто розробкою макросів займаються BIM-розробники, а не звичайні BIM-фахівці чи проектувальники.

Плагіни — це програмні модулі, які підключаються до Revit для виконання специфічних завдань. Плагіни дозволяють розширювати функціональність Revit, додаючи нові інструменти та можливості для автоматизації й оптимізації робочих процесів. На рисунку 5.6 наведено приклад плагіна, інтегрованого в інтерфейс Revit.

Плагіни можуть використовуватися для виконання спеціалізованих операцій, таких як автоматичне створення звітів, обробка даних, інтеграція з іншими програмами або навіть для реалізації нестандартних процесів, які не можна здійснити за допомогою вбудованих інструментів або макросів.

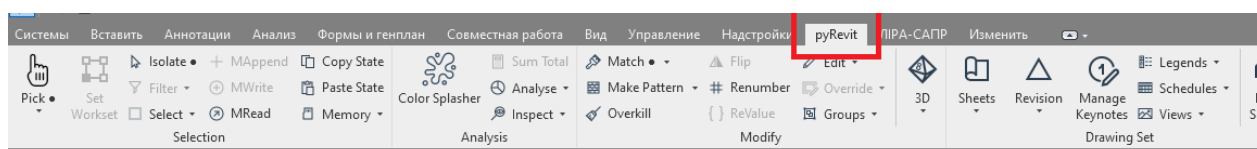


Рисунок 5.6 – Плагін в інтерфейсі Revit

Плагіни можуть бути створені за допомогою мов програмування C# і VB.NET. Як і макроси, вони використовують Revit API для автоматизації проектних процесів. Використовуючи API, плагіни можуть взаємодіяти з моделлю Revit на глибокому рівні, дозволяючи виконувати складні операції, автоматизувати рутинні завдання та розширювати функціонал програми.

Документація Revit API доступна на офіційному сайті Revit API Docs від Autodesk.

Окрім цього, плагіни мають значну перевагу в тому, що їх можна налаштувати під конкретні потреби проекту або компанії, створюючи індивідуальні інструменти для підвищення продуктивності. Завдяки можливості інтеграції з іншими програмами та базами даних, плагіни можуть виконувати завдання, які виходять за рамки стандартних можливостей Revit, включаючи автоматичний аналіз моделей, перевірку на відповідність стандартам і багато іншого.

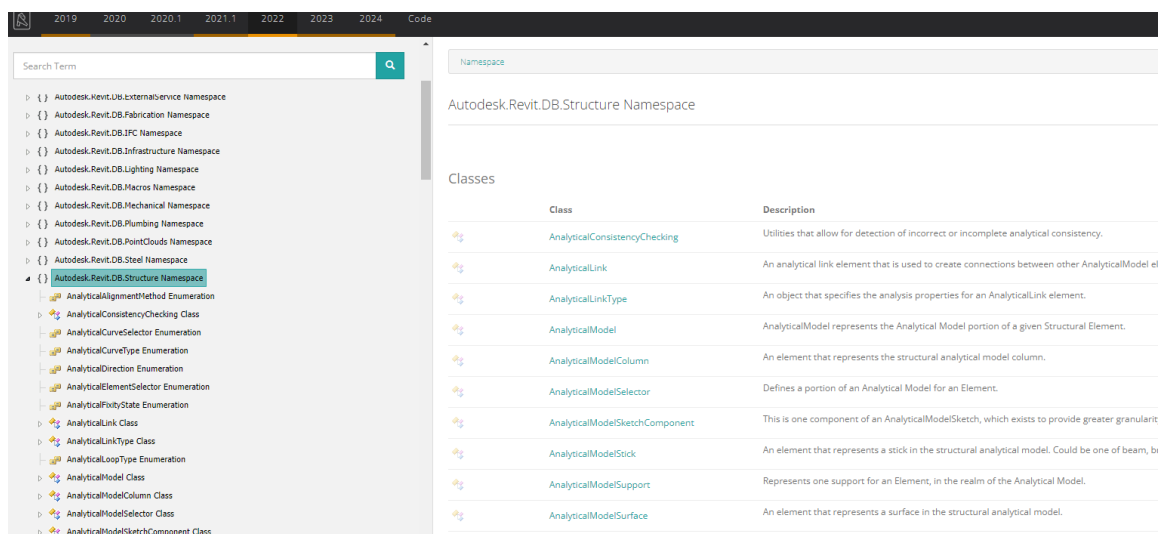


Рисунок 5.7 – Документація Revit API

Можливості плагінів включають:

- зміну геометричної та атрибутивної інформації елементів моделі;
- внесення налаштувань у проект;
- виконання обчислень і будівельних розрахунків;
- експорт даних, зокрема самої моделі, у різних форматах;
- валідацію моделі;
- створення користувацьких інструментів та інших функцій.

На відміну від скриптів Dynamo і макросів, плагіни можуть бути розроблені з інтуїтивним та привабливим інтерфейсом користувача, з можливістю налаштування доступу та ліцензування. Вони також підтримують інтеграцію із серверами та базами даних, дозволяють додавати різноманітні функції в один інструмент і можуть бути поширені разом з інсталяційними

файлами, які включають всі необхідні ресурси, такі як зображення, сімейства та інше.

Плагіни, створені на мові програмування C#, значно ефективніші та продуктивніші в порівнянні зі скриптами Dynamo, що робить їх оптимальним вибором для виконання складних і ресурсоемних завдань.

5.2 Обґрунтування засобів автоматизації.

В якості середовища для розробки скриптів було обрано Dynamo Revit. Цей вибір зумовлений кількома факторами:

Усі проектувальники компанії працюють над створенням інформаційних моделей у Autodesk Revit, і Dynamo є базовою надбудовою для цього програмного продукту.

Dynamo легко опанувати. Будь-який співробітник компанії з базовими знаннями цього інструменту може створювати та підтримувати скрипти, не потребуючи глибоких знань програмування або роботи з Revit API. Це дозволяє на початковому етапі дослідження обходитися без залучення додаткових спеціалістів, таких як програмісти.

Для більш складних завдань у Dynamo можна використовувати мову Python через вузли Python Script, що дозволяє писати код на мові програмування IronPython — це реалізація Python для .NET. Таким чином, Python (IronPython) є мовою програмування, яку можна застосовувати всередині Dynamo для виконання складніших операцій або розширення функціоналу.

Тож, мова програмування в Dynamo — це Python (через IronPython), але основний інтерфейс побудований на графічному програмуванні через вузли.

5.3 Теоретизовані засади з розробки плагіну для Revit

Використовуючи вузол Python Script та мову програмування IronPython розробимо код носій для розрахунку супротиву теплопередачі огорожуючих констуркцій та задамо вихідними даними Мінімально допустиме значення приведенного опору теплопередачі огорожувальної конструкції житлових та громадських будівель R_{qmin} згідно ДБН В.26-31:2021 в $3,5 \text{ м}^2\text{K/Вт}$.

```
# Введення значення мінімально допустимого опору теплопередачі
Rqmin = 3.5 # м2*K/Вт

# Функція для розрахунку супротиву теплопередачі
def calculate_heat_resistance(thickness, thermal_conductivity):
    """
    Розрахунок супротиву теплопередачі огорожуючої конструкції.

    :param thickness: товщина конструкції (м)
    :param thermal_conductivity: теплопровідність матеріалу (Вт/(м*K))
    :return: супротив теплопередачі (м2*K/Вт)
    """
    #  $R = d / \lambda$ 
    resistance = thickness / thermal_conductivity
    return resistance

# Приклад параметрів для розрахунку (можна змінити)
thickness = 0.2 # товщина конструкції (м)
thermal_conductivity = 0.04 # теплопровідність (Вт/(м*K)), наприклад, для
пінопласту)

# Розрахунок супротиву теплопередачі
```

```
R_actual = calculate_heat_resistance(thickness, thermal_conductivity)
```

```
# Порівняння з мінімально допустимим значенням
```

```
if R_actual >= Rqmin:
```

```
    result = "Супротив теплопередачі задовольняє вимоги."
```

```
else:
```

```
    result = "Супротив теплопередачі не задовольняє вимоги."
```

```
# Виведення результатів
```

```
OUT = (R_actual, result)
```

Введення параметрів: Задано мінімально допустиме значення R_{qmin}

Функція `calculate_heat_resistance`: Вона приймає товщину конструкції та теплопровідність матеріалу, а потім обчислює супротив теплопередачі за формулою $R=d/\lambda$, де d — товщина, а λ — теплопровідність.

Приклад параметрів: Задаються значення товщини та теплопровідності, які можна змінити відповідно до потреб.

Порівняння з R_{qmin} : врахунковий супротив порівнюється з мінімально допустимим значенням, і генерується відповідне повідомлення.

Виведення результатів: в результаті повертається значення супротиву та повідомлення про відповідність вимогам.

Як використовувати: створити вузол Python Script у Dynamo.

Скопіюйте і вставте цей код у редактор скриптів.

Потрібно запустити скрипт, щоб отримати результат.

Цікави може стати для проектувальників, розробка теоретизованих засад зі створення автоматизованих інструментаріїв для підрахунку та збору навантажень за щільністю та геометричним обрисом елементів будівель.

Нижче наведено один з прикладів скрипту на мові IronPython для збору навантажень через щільність будівельного матеріалу та його геометричні характеристики в середовищі Dynamo Revit за допомогою вузла Python Script,

що було розроблено у рамках роботи над цією тематикою для даної кваліфікаційної роботи магістра.

Функція для розрахунку навантаження на основі щільності та геометричних характеристик

```
def calculate_load(density, volume):
```

```
    """
```

```
    Розрахунок навантаження на основі щільності матеріалу та об'єму.
```

```
    :param density: щільність матеріалу (кг/м3)
```

```
    :param volume: об'єм (м3)
```

```
    :return: навантаження (Н)
```

```
    """
```

```
    # Вага = Щільність * Об'єм
```

```
    weight = density * volume # Вага в кг
```

```
    load = weight * 9.81 # Переводимо вагу в навантаження (Н),  $g \approx 9.81$ 
```

м/с²

```
    return load
```

Введення даних: щільність матеріалу та його геометричні характеристики

```
density = 2400 # Щільність (кг/м3), наприклад, для бетону
```

```
length = 0.5 # Довжина (м)
```

```
width = 0.3 # Ширина (м)
```

```
height = 0.2 # Висота (м)
```

```
# Розрахунок об'єму
```

```
volume = length * width * height # Об'єм (м3)
```

```
# Розрахунок навантаження
```

```
total_load = calculate_load(density, volume)
```

Виведення результату

OUT = total_load

Функція `calculate_load`: Ця функція приймає щільність та об'єм будівельного матеріалу, обчислює вагу матеріалу і переводить її в навантаження (в Ньютон). Формула ваги: $\text{Weight} = \text{Density} \times \text{Volume}$. Навантаження розраховується за формулою $\text{Load} = \text{Weight} \times g$, де $g \approx 9.81 \text{ м/с}^2$ — прискорення вільного падіння.

Введення даних: Задаються щільність матеріалу та геометричні характеристики (довжина, ширина, висота). У прикладі використано щільність бетону (2400 кг/м^3).

Розрахунок об'єму: Обчислюється об'єм матеріалу за формулою $\text{Volume} = \text{Length} \times \text{Width} \times \text{Height}$.

Розрахунок навантаження: Викликається функція `calculate_load`, щоб обчислити загальне навантаження.

Виведення результату: Значення загального навантаження повертається у вихід скрипта.

Використання:

- додати вузол `Python Script` у `Dynamo`;
- скопіювати і вставити цей код у редактор скриптів;
- запустити скрипт, щоб отримати значення навантаження;

Цей код можна модифікувати відповідно до специфічних потреб проекту, змінюючи значення щільності та геометричні характеристики матеріалів.

ВИСНОВКИ

Dynamo дозволяє користувачам без глибоких знань програмування автоматизувати рутинні процеси, використовуючи графічний інтерфейс і ноди. Це робить його доступним для широкого кола проєктувальників і фахівців BIM.

Використання вузлів Python Script на мові IronPython у Dynamo значно розширює функціональність, дозволяючи виконувати складні обчислення та налаштовувати скрипти під конкретні потреби проєкту. Це відкриває нові можливості для автоматизації, наприклад, для розрахунку супротиву теплопередачі та збору навантажень.

Для успішних розрахунків у будівництві, таких як супротив теплопередачі та навантаження, необхідно вводити точні дані про матеріали, їх геометричні характеристики та фізичні властивості (щільність, теплопровідність). Це підкреслює важливість ретельного підбору параметрів у проєктуванні.

Макроси та плагіни, розроблені з використанням Revit API, забезпечують ще більшу продуктивність і можливості автоматизації, ніж Dynamo. Вони можуть включати користувацькі інтерфейси, підтримувати інтеграцію з іншими системами та виконувати специфічні завдання, що робить їх важливими інструментами для досвідчених BIM-фахівців.

Використання комбінацій різних інструментів, таких як Dynamo, макроси та плагіни, дозволяє створювати комплексні системи автоматизації, які можуть задовольняти різноманітні потреби проєктування та будівництва. Це дає можливість інтегрувати різні аспекти проєкту та зменшити час на виконання рутинних завдань.

Хоча Dynamo і є простим у використанні, для розробки складніших рішень, таких як плагіни та макроси, потрібні глибші знання програмування. Це підкреслює важливість навчання та підвищення кваліфікації співробітників у сфері BIM-технологій.

Ця робота може слугувати основою для подальшої роботи в галузі автоматизації проектування, розширення знань про програмні інструменти та вдосконалення процесів в проектуванні та будівництві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Павліков А.М.. Залізобетонні конструкції: будівлі, споруди та їх частини : Підручник. Полтава, ПолтНТУ. 2017
2. Бамбура А.М. Проектування залізобетонних конструкцій : посібник / А.М. Бамбура, І.Р. Сазонова, О.В. Дорогова, О.В. Войцехівський; за ред. А.М. Бамбури. – К. : Майстер книг, 2018. 240 с.
3. Бліхарський З.Я., Кархут І.І., Струк Р.Ф. Розрахунок і конструювання нормальних та похилих перерізів залізобетонних елементів. Навчальний посібник. Львів: В-во Львівської політехніки, 2014. 144 с
4. Павліков А.М. Кам'яні та армокам'яні конструкції: Навчальний посібник / А.М. Павліков; Національний університет«Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», 2021. 212 с.
5. Лівінський О. М., Хоменко О.Г., Терещук М. О., Любченко І.Г., Ратушняк Г. С., Єсипенко А. Д. Металеві конструкції . Підручник для студентів вищих навчальних закладів.- К.: «МП Леся», 2018. 306 с.
6. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М., Стороженко Л.І. Металеві конструкції Львів: Світ, 2002 р. 312с.
7. Металеві конструкції: підруч. для студ. вищ. навч. закл. / О. О. Нілов [та ін.] ; під заг. ред. дійсн. чл. Акад. буд-ва України, проф. О. О. Нілова та засл. діяча науки і техн. України, д-ра техн. наук, проф. О. В. Шимановського. 2-е вид., переробл. І допов. К. : Сталь, 2010. 869 с.
8. Клименко В. З. Конструкції з дерева і пластмас: Підручник. К.: Вища школа, 2000. 304 с.
9. Гомон С.С. Г64 Конструкції із дерева та пластмас. Навчальний посібник. Рівне: НУВГП, 2016. 219 с
10. Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О.Парфентьева, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. Луцьк: ЛНТУ, 2017. 296с

11. Лучко Й. Й. Методи випробування та дослідження будівельних матеріалів, конструкцій будівель і споруд: [підручник] / Й. Й. Лучко ; за ред. д-ра техн. наук, проф. Й. Й. Лучка ; Львів. нац. аграр. ун-т. Львів : Світ, 2021. 485 с.
12. Zienkiewicz O.C., Taylor R.L. The Finite Element Method for Solid and Structural Mechanics. 7th Edition. Butterworth-Heinemann, 2013. 756 p.
13. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. Чернігів: ЧДТУ, 2007. 288 с.
14. Ковальчук Я.О. Технологія та організація будівництва: Навчальний посібник. Тернопіль, 2017. 191 с
15. Черненко В.К. Технологія будівельного виробництва./ Черненко В.К. і інші // К.: Вища шк., 2002. 430 с.
16. Ушацький С.А., Шейко Ю.П., Тригер Г.М. Організація будівництва : підручник. К. Кондор, 2007. 521 с.
17. Організація та управління будівництвом: підручник / О.А. Тугай та ін. Київ: Видавництво Ліра. К, 2024. 400 с.
18. The Dynamo Primer. Електронне посилання. URL: <https://primer.dynamobim.org/> (дата звернення: 20.10.2024).
19. Макроси. Електронне посилання. <https://help.autodesk.com/view/RVT/2024/RUS/?guid=GUID-6BC79239-1447-438B-8BD1-E5DC683B7CF8> (дата звернення: 20.10.2024).
20. Revit API Docs - online documentation for the Revit API. Електронне посилання. URL: <https://www.revitapidocs.com/> (дата звернення: 20.10.2024).