Міністерство освіти і науки України
Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя
(повне найменування вищого навчального закладу)
Факультет інженерії машин, споруд та технологій
(назва факультету)
Кафедра будівельної механіки
(повна назва кафедри)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
до кваліфікаційної роботи

магістра
(освітній ступінь (освітньо-кваліфікаційний рівень))

на тему: **«Торгівельно-офісна будівля із скінченноелементним моделюванням роботи металевої покрівлі та монолітного каркасу»**

Виконав: студент II курсу, групи МБд-21
спеціальності (напряму підготовки) 192
«Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності (напряму підготовки))

	(підпис)	Гаврилюк Б.В. (прізвище та ініціали)
Керівник	(підпис)	Конончук О.П. (прізвище та ініціали)
Нормоконтроль	(підпис)	Данильченко С.М. (прізвище та ініціали)
Рецензент	(підпис)	(прізвище та ініціали)

м. Тернопіль – 2021

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

Факультет Інженерії машин, споруд та технологій
Кафедра Будівельної механіки
Освітній ступінь Магістр
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри _____
_____
«_____» _____ 2021 р.

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРА

Гаврилюк Богдан Васильович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту (роботи) Торгівельно-офісна будівля із скінченноелементним моделюванням роботи металевої покрівлі та монолітного каркасу

Керівник проекту (роботи) Конончук Олександр Петрович, к.т.н., доцент
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджені наказом по університету від « 28 » жовтня 2021 року № 4/7 – 917

2. Термін подання студентом проекту (роботи) 20.12.2021 р.

3. Вихідні дані до проекту (роботи) Торговий центр в м. Тернополі, триповерхова будівля, конструктивна схема – монолітний залізобетонний каркас з без балочним перекриттям, стіни в межах кожного поверху із газоблоків, фундаменти – монолітна залізобетонна плита, покрівля – алюмінієва об'ємна шашка, колони – залізобетонні 300х300 мм, утеплення – пінополістерол та мінеральна вата.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити)
Інженерно-геологічні і гідрологічні умови будівництва, генплан будівництва, об'ємно-планувалні рішення, конструктивні рішення, теплотехнічний розрахунок стін та покриття, визначення навантажень на горизонтальне перекриття та покриття будівлі, розрахунок металевого покриття будівлі, розрахунок залізобетонного каркасу будівлі, розрохунок фундаментної плити, розробка календарного графіка, розробка будгенплану зведення будівлі, постановка мети та задач досліджень, обробка отиманих результатів досліджень, аналіз отриманих результатів, заходи з охорони праці, безпека в надзвичайних ситуаціях.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)
Фасади торгового центру, плани поверхів та покрівлі, розрізи по сходовій клітці, схема армування плит перекриття та покриття, розрахункові схеми конструкцій, опалубочні креслення та схеми армування несучого залізобетонного каркасу будівлі та фундаментної плити, календарний графік на зведення торгового центру, мета, задачі та методика досліджень, результати досліджень, висновки.

6. Консультанти розділів проекту (роботи)

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Основна частина	Конончук О.П., к.т.н., доц.		
Охорона праці	Каспрук В.Б., к.т.н., доц.		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С., ст. викл.		
Нормоконтроль	Данильченко С.М., ст. викл.		

7. Дата видачі завдання 01.11.2021 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Термін виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Обґрунтування прийнятого рішення ТЕП. Архітектурно планувальне рішення ділянки.	05.11.2021	
2	Об'ємно-планувальне рішення.	10.11.2021	
3	Конструктивні рішення.	14.11.2021	
4	Теплотехнічний розрахунок стін та стелі.	17.11.2021	
5	Збір навантаження на конструкції будівлі.	20.11.2021	
6	Розрахунок металевого покриття будівлі.	23.11.2021	
7	Розрахунок залізобетонного каркасу будівлі.	25.11.2021	
8	Розрахунок фундаментної плити будівлі.	28.11.2021	
9	Розробка календарного графіку.	30.11.2021	
10	Постановка мети та задач досліджень.	05.12.2021	
11	Опрацювання результатів досліджень.	10.12.2021	
12	Аналіз експериментальних даних.	14.12.2021	
13	Розробка заходів охорони праці.	16.12.2021	
14	Розробка заходів безпеки в надзвичайних ситуаціях.	19.12.2021	

Студент _____ Гаврилюк Б.В.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Керівник проекту (роботи) _____ Конончук О.П.
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зміст

		Ст.
	Вступ……	**6**
	Розділ 1. Архітектурно-будівельний …….....	**8**
1.1	Загальна характеристика ділянки ...……...	8
1.2	Генеральний план …….....	9
1.3	Об’ємно-планувальні рішення ……...	10
1.4	Конструктивні рішення ……..	11
1.5	Теплотехнічний розрахунок стіни та перекриття …….....	12
1.6	Санітарно-технічне обладнання …….....	14
	**Висновки до розділу 1 ……... **	**16**
	**Розділ 2. Розрахунково-конструктивний …….. **	**17**
2.1	Визначення навантажень на горизонтальну проекцію покриття …...	17
2.2	Визначення навантажень на покриття з перепадами висоти ……..	17
2.3	Збір навантажень на конструкції будівлі …….....	20
2.4	Вітрові та сейсмічні навантаження …….....	23
2.5	Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки ……...	23
2.6	Розрахунок фундаментів ……	27
2.7	Розрахунок осідання фундаментів …….	29
	**Висновки до розділу 2 ……... **	**29**
	**Розділ 3. Науково-дослідний ……... **	**30**
3.1	Мета та задачі досліджень …….....	30
3.2	Розрахунок просторової конструкції покриття ……	30
3.2.1	Підготовка даних для розрахунку просторової конструкції покриття ……...	30
3.2.2	Результати розрахунку ……	34
3.3	Розрахунок залізобетонного каркасу будівлі ……...	37
3.3.1	Підготовка даних для розрахунку ……	37
3.3.2	Результати розрахунку ……	39
	**Висновки до розділу 3 ……... **	**45**

Розділ 4. Технологія і організація будівельного виробництва …. 46
4.1 Організаційно-технологічні схеми виробництва ……. 46
4.2 Визначення трудомісткості …… 47
4.2.1 Визначення термінів будівництва ……. 47
4.2.2 Визначення трудомісткості робіт 47
4.3 Календарний план будівництва ……. 48
4.4 Будівельний генеральний план …….. 49
4.4.1 Обґрунтування прийнятих рішень по будгенплану ……. 49
4.4.2 Схема руху транспорту і схема тимчасових доріг ……... 50
4.4.3 Розрахунок сумарної потреби в електроенергії для будівельного майданчика ……... 51
4.4.4 Розрахунок водопостачання для будівельного майданчика ……... 52
4.4.5 Розрахунок потреби в тимчасових будівлях ……. 52
4.4.6 Підбір крана та визначення зон впливу …… 53
Висновки до розділу 4 ……... 56
Розділ 5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях … 57
5.1 Основні положення з охорони праці ……..... 57
5.2 Вимоги з техніки безпеки ……..... 57
5.3 Організація будівельного майданчика і робочих місць …….. 58
5.4 Вказівки з безпечного провадження робіт для мулярів ……... 59
5.5 Встановлення риштувань ……... 60
5.6 Розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотньої засипки …….. 60
5.7 Безпека в надзвичайних ситуаціях …… 61
Висновки до розділу 5 ……... 64
Загальні висновки ……. 65
Бібліографія …… 66

ВСТУП

Актуальність теми роботи. Останнім часом в країні збільшується зведення будівель громадського призначення, таких як торгові центри. При цьому актуальним є вирішення питання їх архітектурної виразності та нестандартності планувальних і конструктивних рішень, що в перспективні подальшої експлуатації викличе підвищену цікавість до них потенційних клієнтів. Однією з таких споруд є торгівельно-офісна будівля, проект якої розглядається в цій роботі. При проектуванні даної будівлі застосовано сучасні програмні комплекси для досягнення економічності та надійності конструкцій, а також унікальну конструкцію покриття. Покриття будівлі виконано просторовим, що додає їх архітектурної привабливості.

Мета роботи: дослідження скінченноелементним моделюванням роботи просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

Для досягнення мети в роботі ставилися такі **задачі**:

- розробити скінченноелементну модель просторової конструкції покриття для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- розробити скінченноелементну модель монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- дослідити роботу моделі просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі під дією зовнішніх впливів;
- виконати розрахунок та конструювання просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

Об'єкт досліджень: просторове покриття та монолітний залізобетонний каркас.

Предмет дослідження: напружено-деформований стан просторового покритя та монолітного залізобетонного каркасу.

Методи дослідження: метод скінченних елементів, теоретичні дослідження, теоретико-емпіричні розрахунки.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота виконана у відповідності із науковою тематикою кафедри будівельної механіки Тернопільського національного технічнго університету ім. Івана Пулюя.

Наукова новизна отриманих результатів:

- отримало подальший розвиток дослідження напружено-деформованого стану просторового покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі;
- отримано нові дані скінченноелементного моделювання роботи просторового покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

Практичне значення отриманих результатів.

Отримані в роботі результати можуть бути використані проектними організаціями при проектування просторових покриттів та будівель з монолітного залізобетону.

Апробація. Окремі результати роботи доповідались на X Міжнародній науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», Тернопіль, ТНТУ, 24 – 25 листопада 2021 р.

Публікації. Дослідження напружено-деформованого стану монолітного залізобетонного каркасу будівлі МСЕ / О.П. Конончук, Б.В. Гаврилюк, М.Л. Дячук, О.Я. Прокопенко // Збірник тез доповідей X Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 24 – 25 листопада 2021 року — Т. : ТНТУ, 2021 — Том I. — С. 14-15.

Ключові слова. Просторове покриття, монолітний залізобетонний каркас, напружено-деформований стан, метод скінченних елементів.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ

1.1 Загальна характеристика ділянки

Рисунок 1.1 – Ситуаційна схема

Ділянка знаходиться в центральній частині міста Тернопіль у зоні змішаної житлової забудови по вулиці Митрополита Андрія Шептицького, 6.

Рельєф ділянки спокійний з незначним ухилом на південний захід. Зелені насадження відсутні, на ділянці розміщені металеві споруди, які підлягають демонтажу.

Згідно [1] місто Тернопіль входить до таких районувань:

– 4 вітровий район (характеристичний вітровий тиск – W_0 = 520 Па);
– 4 сніговий район (характеристичне снігове навантаження – S_0 = 1390 Па).

Згідно [2] м. Тернопіль належить до І-го архітектурно-будівельного кліматичного району.

Кліматичні показники протягом року:

– середня місячна температура найбільш спекотного місяця +17,8° С;
– середня місячна температура найбільш холодного місяця -5° С;
– абсолютний мінімум -40° С;

– абсолютний максимум +40 º С;
– найбільш холодна доба (забезпеченість 0,98) -26º С;
– найбільш холодна п'ятиденка (забезпеченість 0,98) -22º С;
– середньомісячна відносна вологість:
  - найбільш холодного місяця 85%;
  - найбільш спекотного місяця 74%.

В'їзд і виїзд з ділянки виконується з вул. Шептицького. У зв’язку з невеликою площею ділянки вона з’єднується з тротуаром та покривається тротуарною бруківкою. Проїжджу частину відділяє бортовий бетонний камінь.

Вертикальне планування ділянки забезпечується відведення поверхневих вод. Для організованого збору та відводу води передбачається влаштування бетонного лотка, який накривається сталевою решіткою. У зв’язку зі слабкими та неоднорідними ґрунтами (насипний з домішками будівельних відходів – інженерно-геологічний елемент №2, див. розділ 2) будівля розбивається двома деформаційними швами на три секції.

1.2 Генеральний план

Генплан ділянки складений на основі завдання на проектування, топографічної зйомки і містобудівних умов та обмежень [3]. Площа ділянки – 603м², площа забудови – 356,4 м².

Торговий центр по своїй конфігурації та формі відповідає формі ділянки і сформованій забудові.

В основу розробки генплану покладено раціональне використання ділянки з максимальним збереженням існуючого рельєфу і збереження розривів до існуючої забудови. Показники по генплану див. креслення, арк. 1.

У якості відмітки 0,000 прийнято рівень чистої підлоги першого поверху, що відповідає абсолютній відмітці 304,050.

В основу рішення вертикального планування ділянки покладено максимальне збереження існуючого рельєфу. Передбачається мощення підходів і

під’їздів, що за прийнятих ухилів забезпечує нормальний стік атмосферних опадів.

Додаткове озеленення ділянки не проводиться. Передбачається збереження існуючих дерев. Передбачено місце для контейнерів сміття.

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники по генплану

№ з/п	Найменування	Площа, м²	%
1	Площа забудови	356,4	59,1
2	Мощення тротуарною бруківкою	246,6	40,9
3	Загальна площа ділянки	603	100

1.3 Об’ємно-планувальні рішення

Архітектурно-планувальне рішення прийняте на основі геометрії ділянки, зокрема її невеликої ширини та значної довжини. Також враховувалась організація входів-виходів торгових приміщень для найбільш швидкої евакуації у випадку надзвичайних ситуацій.

Будівля триповерхова. На першому поверсі знаходяться торгові та два службових приміщення, на другому поверсі - торгові приміщення і санвузли, на третьому – три технічних приміщення та дві відпочинкові тераси. Будівля обладнується двома ліфтами моделі Gen2 Comfort.

Торгові приміщення призначені для виставки і продажу малогабаритних товарів. Усі габаритні товари відпускаються зі складів. Експлікацію приміщень див. креслення – арк. 2.

Опалювальна система знаходиться на третьому поверсі. Робота передбачається цілодобовою в автоматичному режимі без обслуговуючого персоналу.

Загальна площа всіх приміщень складає 946,1 м^2.

Проектом передбачена кладка з газоблоків в межах перекриття кожного поверху з наступним оздобленням. Вітражне засклення виконується

спеціалізованою фірмою по спеціальному замовленню. Зовнішня обробка стін – перхлорвінілове пофарбування по високоякісній штукатурці.

1.4 Конструктивні рішення

Конструктивна схема будинку – монолітний залізобетонний каркас з без балочними перекриттями.

Фундаменти будинку – монолітна залізобетонна плита.

Колони поперечним перерізом 300×300 мм.

Перекриття – монолітне залізобетонне.

Сходи – монолітні залізобетонні марші та площадки.

Покрівля – алюмінієва об’ємна шашка і фальц по металевих конструкціях, полімерна тротуарна плитка (тераса).

Утеплювачами покрівлі служать:

- екструдована пінополістирольна плита товщиною 50 мм;
- мінераловатні плити Domrock (Multirock) Rockwool товщиною 150 мм.

Зовнішні стіни торгового центру – не несучі:

- кладка з газоблоків товщиною 300 мм;
- сендвіч панелі ТПК – МВ товщиною 150мм.
- світлопрозорий фасад Alutech ALT F50.

Перегородки:

- кладка з газоблоків товщиною 100 мм;
- скляні стаціонарні перегородки.

У якості звукоізоляції між поверхами прийнято звукоізоляційну мембрану Tecsound SY-50, що влаштовується під підлогами другого та третього поверхів.

Підлоги - керамічна плитка (санвузли), мозаїчний бетон.

Віконні блоки металопластикові згідно діючих ТУ.

Двері – металопластикові згідно діючих ТУ, вхідні – металеві.

1.5 Теплотехнічний розрахунок стіни та перекриття

Товщину утеплювачів стіни та покрівлі розраховано комп’ютерною програмою. Вікно програми для введення даних про конструкцію стіни і покрівлі див. рис. 1.2 і 1.4 відповідно.

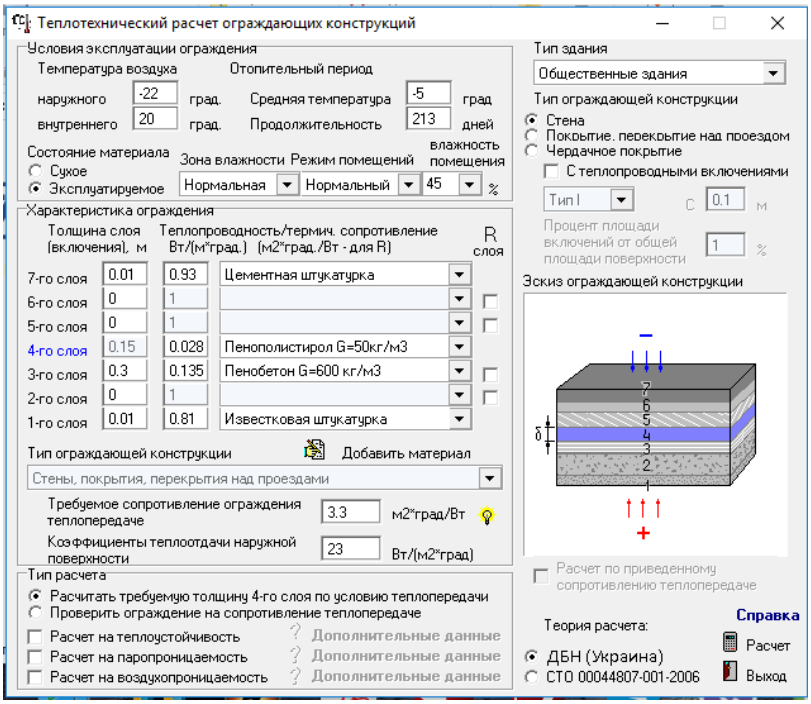


Рисунок 1.2 – Вікно введення даних про конструкцію стіни

Конструкція стіни:

– цементна штукатурка δ=10 мм;

– Екструдований пінополістирол ТехноНІКОЛЬ XPS CARBON PROF 300 RF (розраховується);

– кладка з пористого бетону марки D500 фірми SOLBET δ=300 мм;

– гіпсова штукатурка δ=10 мм.

Конструкція покриття:

– алюмінієве покриття (фальц або об’ємна шашка);

– Підкладочний гідроізоляційний килим TopGuard 500;

– Орієнтовано-стружкова плита OSB-3 Кроно-Україна δ=15 мм;

– Дифузійна мембрана Dorken Delta-Trela;

– Мінераловатна плита Domrock (Multirock) Rockwool (розраховується);

– Пароізоляційна плівка Silver.

У результаті розрахунку стіни отримано товщину пінополістиролу ТехноНІКОЛЬ, що складає 30 мм (конструктивну товщину прийнято 50 мм). Опір теплопередачі огородження 3,475 м^2×град/Вт. Температура точки роси 7,72º С.

У результаті розрахунку покриття отримано загальну товщину мінераловатної плити Domrock (Multirock) Rockwool, що складає 150 мм. Опір теплопередачі огородження 3,815 м^2×град/Вт. Температура точки роси 7,72º С.

Результати розрахунку стіни і покриття наведено на рис 1.3 і 1.5 відповідно.

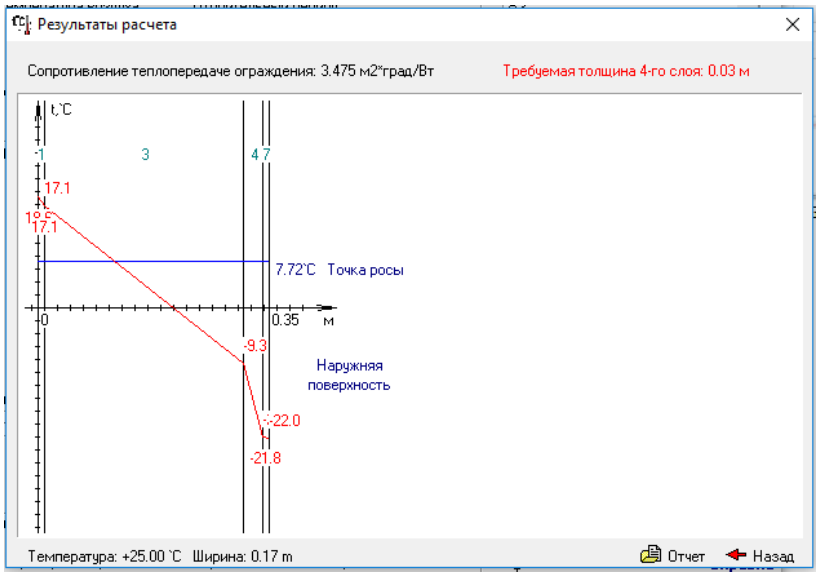


Рисунок 1.3 – Результат розрахунку стіни

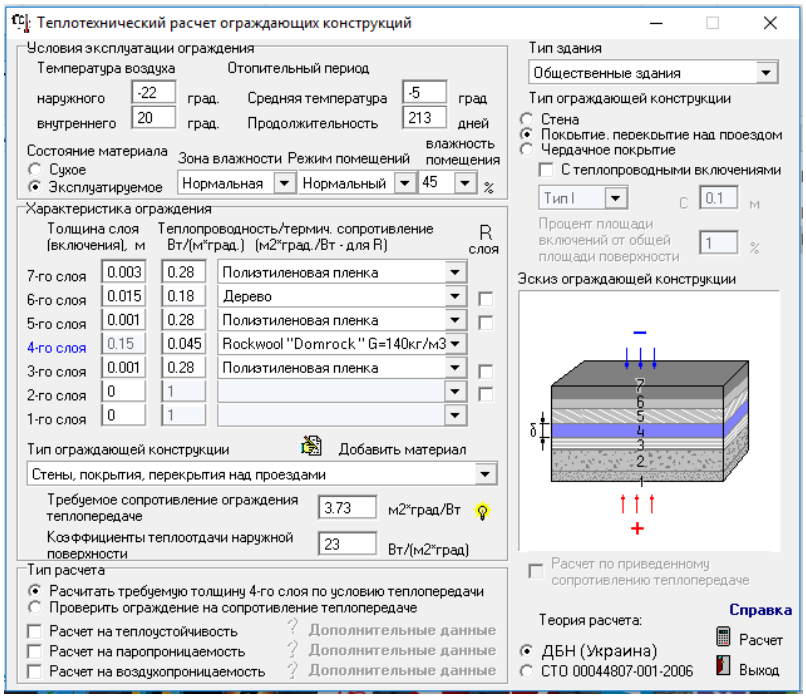


Рисунок 1.4 – Вікно введення даних про конструкцію покриття

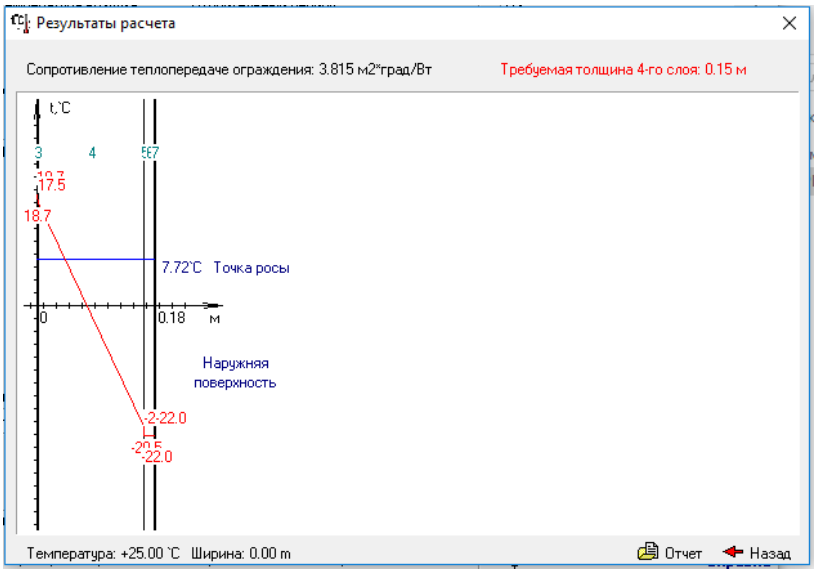


Рисунок 1.5 – Результат розрахунку покриття

1.6 Санітарно-технічне обладнання

Опалення торгового центру передбачено від опалювального обладнання технічного приміщення (третій поверх). Теплоносій – гаряча вода з параметрами 95-70ºС. Система опалення-двохтрубна горизонтальна. За нагрівальні прилади прийнято секційні радіатори «Прес», опалювальні конвектори типу КСЕ та опалювально-вентиляційні апарати Volcano VR-1.

Для регулювання тепловіддачі біля кожного нагрівального приладу (крім Volcano VR-1) передбачено встановлення термостатичних вентилів з термоголовками.

Повітровидалення здійснюється за допомогою автоматичних повітрозбірників та кранів Маевського.

Для випуску повітря з системи теплопостачання передбачено автоматичні повітрозбірники встановлені в найвищих точках.

Трубопроводи системи опалення та теплопостачання виконуються зі стальних електрозварних труб згідно ГОСТ 10704-91 та з металополімерних труб типу RAUTITAN flex. Магістральні трубопроводи систем опалення та теплопостачання після монтажу та випробування фарбуються олійною фарбою за два рази по ґрунтуванню ГФ-021 згідно ГОСТ 25 129-82 та теплоізолюються

напівциліндрами з базальтового волокна. Монтаж систем опалення і вентиляції виконується згідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 (СНиП 3.05.01-85, MOD).

У торгівельних і технічному приміщеннях передбачено припливно-витяжну систему з підігрівом. Припливна установка TA-2000HW, обладнана системою автоматики, яка контролює параметри припливного повітря, передбачає автоматичний перехід на зимовий-перехідний-літній періоди, звукову та світлову сигналізацію нормальної та аварійної роботи.

Витяжка повітря здійснюється канальним вентилятором TD-2000/315.

Витяжка повітря з туалетів здійснюється за допомогою каналів жалюзійними решітками типу ОРГ фірми VENT.

Монтаж системи вентиляції вести згідно ДСТУ-Н Б В.2.5-73:2013 «Настанова з монтажу внутрішніх санітарно-технічних систем» (СНиП 3.05.01-85, MOD). Повітропроводи системи вентиляції передбачені із тонколистової оцинкованої сталі по ГОСТ 24751-81.

Газопостачання торгового центру передбачене від вводу зовнішнього газопроводу низького тиску.

Газопровід низького тиску прокладається зі стальних електрозварних труб по ГОСТ 10704-91. Покриття для захисту газопроводу від атмосферної корозії повинно складатися з 2-х шарів ґрунтування та двох шарів емалі, призначеної для зовнішніх робіт при температурі -22 °С.

При перетині зовнішньої стіни газопровід прокладається у футлярі. Простір між трубою і футляром герметизувати згідно діючих норм.

Для опалення будинку передбачено встановлення двох настінних газових опалювальних котлів типу KT DUO100.

В комплект поставки котла входить автоматика, яка призначена для автоматичного захисту і регулювання теплових процесів. Автоматика забезпечує правильний порядок розпалювання і повну відсічку газу при виході головних параметрів, що характеризують роботу котлів, за межі діапазону.

Для контролю концентрації метану встановлюється сигналізатор загазованості Варта 2-ОЗА.

Пуск газу проводиться після випробування газопроводу у відповідності з ДБН В.2.5-20-2001, актів герметизації інженерних мереж.

Холодна вода подається до сантехнічного обладнання та пожежних кранів.

На вводі холодної води передбачається водомірний вузол з відключаючою арматурою і лічильником холодної води класу точності С типу Meitwin (комбінований) з передавачем імпульсів HRI та радіомодулем Scout P2, що дає можливість радіозйому показників за допомогою системи Sensus Scout.

Мережі водопостачання вмонтуються з поліпропіленових труб PN20.

Розподільні трубопроводи водопостачання і стояки монтуються зі стальних водогазопровідних труб згідно ГОСТ 3262-75. Розподільні трубопроводи теплоізолюються базальтовим волокном, стояки - ізоляцією Thermaflex.

Висновки до розділу 1

1. Розроблено основні об’ємно-планувальні рішення торгівельно-офісної будівлі в місті Тернопіль з урахуванням сучасних тенденцій та архітектурної виразності об’єкту.
2. Проведено теплотехнічний розрахунок зовнішніх стінових огороджуючих конструкцій та покриття.
3. Визначено основне санітарно-технічне обладнання для нормального функціонування об’єкту.

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ

2.1 Визначення навантажень на горизонтальну проекцію покриття

Граничне розрахункове значення навантаження від снігу на горизонтальну проекцію згідно [1]:

$$S_m = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C = 1{,}14 \cdot 1390 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}0 = 1{,}59 \text{ кПа},$$

де γ_{fm} – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаження, згідно п. 8.11 [1];

S_0 = 1390 Па – характеристичне значення снігового навантаження згідно додатку Е [1];

$C = \mu \cdot C_e \cdot C_{alt} = 1{,}0 \cdot 1{,}0 \cdot 1{,}0 = 1{,}0$,

де μ = 1,0 – додаток Ж [1];

C_e = 1,0 – п. 8.9 [1];

C_{alt} = 1,0 – п. 8.10 [1];

2.2 Визначення навантажень на покриття з перепадами висоти

Навантаження на поздовжній профіль покриття будівлі (рис. 2.1) розраховується послідовно згідно схем 8 і 9 додатку Ж [1].

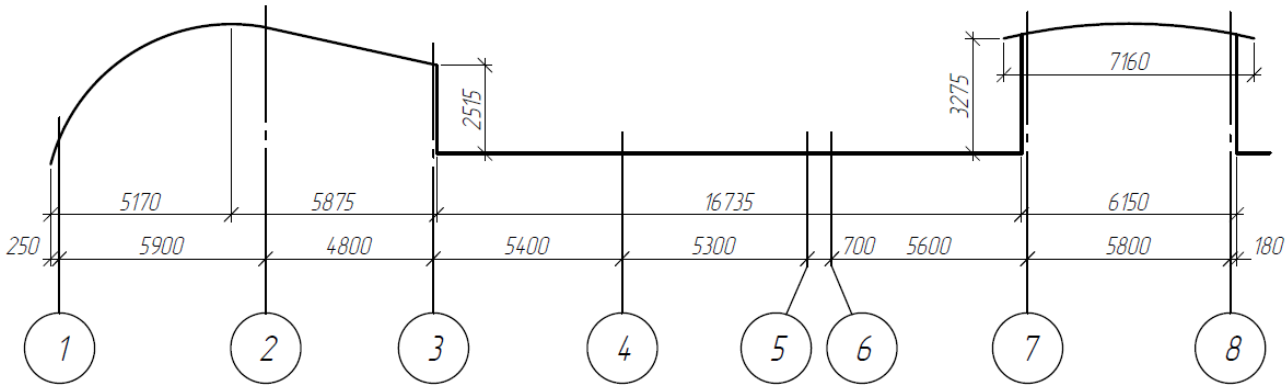


Рисунок 2.1 – Профіль покриття в осях 1-8

Розрахунок згідно схеми 8 (перепад висоти по осі 3):

$L_1' = 5,875$ м - довжина верхньої ділянки покриття;

$L_2' = 16,735$ м - довжина нижньої ділянки покриття;

$h = 2,515$ м - висота перепаду;

m_1, m_2 - частки снігу, які утворюють сніговий мішок, переносячись з ділянок L_1' і L_2' до перепаду висот (прийнято 0,4 виходячи з профілю ділянок покриття).

$$\mu_1 = 1 + \frac{1}{h}\left(m_1 L_1' + m_2 L_2'\right) = 1 + \frac{1}{2,515}\left(0,4 \cdot 5,875 + 0,4 \cdot 16,735\right) = 4,596$$

$$\mu_1 = 4,596 > \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 2,515}{1390 \cdot 10^{-3}} = 3,619,$$

тоді

$$b_1 = \frac{\mu - 1 + 2m_2}{\frac{2h}{S_0} - 1 + 2m_2} 2h = \frac{4,596 - 1 + 2 \cdot 0,4}{\frac{2 \cdot 2,515}{1390 \cdot 10^{-3}} - 2 \cdot 0,4} 2 \cdot 2,515 = 2,57 \text{ м.}$$

Згідно вимоги [1] для схеми 8 коефіцієнт μ_1 не повинен перевищувати $\frac{2h}{S_0}$, тоді $\mu_1 = 3,619$.

Розрахунок згідно схеми 8 (перепад висоти по осі 7):

$L_1' = 7,160$ м - довжина верхньої ділянки покриття;

$L_2' = 16,735$ м - довжина нижньої ділянки покриття;

$h = 3,275$ м - висота перепаду;

m_1, $m_2 = 0,4$.

$$\mu_2 = 1 + \frac{1}{h}\left(m_1 L_1' + m_2 L_2'\right) = 1 + \frac{1}{3,275}\left(0,4 \cdot 7,160 + 0,4 \cdot 16,735\right) = 3,918$$

$$\mu_2 = 3,918 < \frac{2h}{S_0} = \frac{2 \cdot 3,275}{1390 \cdot 10^{-3}} = 4,712,$$

тоді

$$b_2 = 2h = 2 \cdot 3,275 = 6,55 \text{ м.}$$

Згідно вимоги [1] для схеми 8 коефіцієнт μ не повинен перевищувати 4. Отже, прийнято $\mu_2 = 4$.

Остаточний розрахунок згідно схеми 9 [1]:

Частка снігу m_3 для схеми 9 приймається рівною частці m_2 схеми 8. Отже, $m_3 = m_2 = 0,4$.

$L_3 = L_2' = 16,735$ м > $b_1 + b_2 = 2,57 + 6,55 = 9,12$ м,

отже, навантаження прийнято згідно варіанту 1.

Тоді коефіцієнт $\mu_3 = 1 - 2m_3 = 1 - 2 \cdot 0,4 = 0,2$.

Граничне розрахункове значення навантаження від снігу для будівель з двома перепадами висоти:

$$S_{m\,1} = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C_1 = 1,14 \cdot 1390 \cdot 10^{-3} \cdot 3,619 = 5,73 \text{ кПа};$$

$$S_{m\,2} = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C_2 = 1,14 \cdot 1390 \cdot 10^{-3} \cdot 4,0 = 6,34 \text{ кПа};$$

$$S_{m\,3} = \gamma_{fm} \cdot S_0 \cdot C_3 = 1,14 \cdot 1390 \cdot 10^{-3} \cdot 0,2 = 0,32 \text{ кПа}.$$

$$C_1 = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_{alt} = 3,619 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 3,619;$$

$$C_2 = \mu_2 \cdot C_e \cdot C_{alt} = 4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 4;$$

$$C_3 = \mu_3 \cdot C_e \cdot C_{alt} = 0,2 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2.$$

Усі снігові граничні розрахункові навантаження на покриття зображені на рис. 2.2.

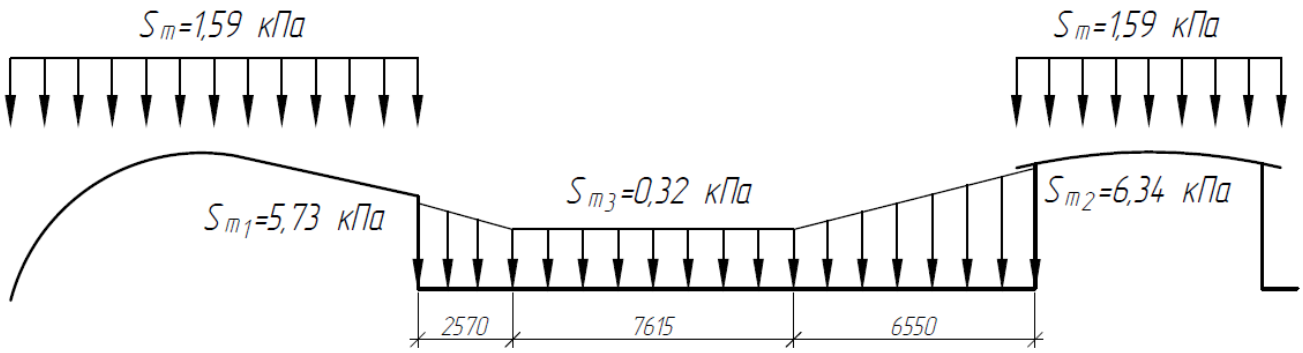


Рисунок 2.2 – Схема снігового навантаження по поздовжньому профілі будівлі

2.3 Збір навантажень на конструкції будівлі

Розрахунок будівлі складається з двох етапів:

1. Розрахунок металевих конструкцій покриття у ПК Ліра;
2. Розрахунок залізобетонного каркасу в ПК Мономах.

Власна вага проектованих конструкцій буде враховуватися автоматизовано програмними комплексами. Збір навантажень на елементи конструкції залізобетонного каркасу наведено в табл. 2.1-2.6.

Таблиця 2.1 – Навантаження на покриття між осями 3-7, 8-12

№ з/п	Вид навантаження, формула розрахунку	Характер. навантаж., кПа	Розрахункові навантаження, кПа			
			експлуатаційне		граничне	
			γ_{fe}	значення	γ_{fm}	значення
1	2	3	4	5	6	7
	Постійні (g)					
1	Тротуарна полімерна плитка δ=25 мм; ρ=17,65 кН/м^3	0,441	1,0	0,441	1,1	0,485
2	Цементно-піщана суміш δ=30 мм; ρ=24,52 кН/м^3	0,736	1,0	0,736	1,3	0,956
3	Геотекстиль Typar SF20 q=0,005 кПа	0,005	1,0	0,005	1,2	0,006
4	Дренажна профільована мембрана Изолит-05 q=0,006 кПа	0,006	1,0	0,006	1,2	0,007
5	Екструдований пінополістирол ТехноНіколь XPS CARBON PROF 300 RF δ=50 мм; ρ=0,35 кН/м^3	0,018	1,0	0,018	1,2	0,021
6	Руберойд Линокром ХКП q=0,025 кПа	0,025	1,0	0,025	1,2	0,030
7	Цементно-піщана стяжка δ=30 мм; ρ=18 кН/м^3	0,540	1,0	0,540	1,3	0,702

8	Керамзитобетон δ=50 мм; ρ=9 кН/м^3	0,450	1,0	0,450	1,3	0,585
	Разом (g_1)			**2,22**		**2,79**
	Змінні (v)					
1	Снігове навантаження	Складне (див. рис. 2.2)				
2	Короткочасне	1,500	1,0	1,500	1,3	1,950
	Разом (v_1)			**1,5**		**1,95**
	Всього по покриттю (q_1= g_1+ v_1)			**3,72**		**4,74**

Таблиця 2.2 – Навантаження на покриття між осями 1-3, 7-8, 12-14

№ з/п	**Вид навантаження, формула розрахунку**	**Характер. навантаж., кПа**	**Розрахункові навантаження, кПа**			
			експлуатаційне		**граничне**	
			γ_{fe}	**значення**	γ_{fm}	**значення**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	Постійні (g)					
1	Алюмінієве покриття (об'ємна шашка/фальц) q=0,026 кПа	0,026	1,0	0,026	1,2	0,031
2	Підкладочний гідроізоляційний килим TopGuard 500 q=0,025 кПа	0,005	1,0	0,005	1,2	0,006
3	Орієнтовано-стружкова плита (OSB) Кроно-Україна δ=15 мм; ρ=6,4 кН/м^3	0,096	1,0	0,096	1,2	0,115
5	Дифузійна мембрана Dorken Delta-Trela q=0,002 кПа	0,002	1,0	0,002	1,2	0,002
4	Z-профіль (h=180мм) з кроком 500мм (2×0,053кН/мп)	0,106	1,0	0,106	1,05	0,111
6	Мінераловатна плита Domrock (Multirock) Rockwool δ=150 мм; ρ=1,33 кН/м^3	0,200	1,0	0,200	1,2	0,239
7	Пароізоляційна плівка Silver q=0,002 кПа	0,002	1,0	0,002	1,2	0,002
	Разом (g_1)			**0,44**		**0,51**
	Змінні (v)					

1	Снігове навантаження	1,39	0,49	0,68	1,14	1,59
	Разом (v_1)			**0,68**		**1,59**
	Всього по покриттю (q_1= g_1+ v_1)			**1,12**		**2,10**

Таблиця 2.3 – Навантаження на перекриття

№ з/п	**Вид навантаження, формула розрахунку**	**Характер. навантаж., кПа**	**Розрахункові навантаження, кПа**			
			експлуатаційне		**граничне**	
			γ_{fe}	**значення**	γ_{fm}	**значення**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	Постійні (g)					
1	Мозаїчний розчин δ=30 мм; ρ=24 кН/м^3	0,720	1,0	0,720	1,3	0,936
2	Звукоізоляційна мембрана Tecsound SY-50 q=0,05 кПа	0,050	1,0	0,050	1,2	0,060
3	Цементно-піщана стяжка δ=30 мм; ρ=22 кН/м^3	0,660	1,0	0,660	1,3	0,858
	Разом (g_1)			**1,43**		**1,85**
	Змінні (v)					
1	Короткочасні	4,000	1,0	4,000	1,2	4,800
	Разом (v_1)			**4,00**		**4,80**
	Всього (q_1= g_1+ v_1)			**5,43**		**6,65**

Таблиця 2.4 – Погонне навантаження від світлопрозорого фасаду Alutech ALT F50

№ поверху	**Максимальна висота світлопрозорого фасаду на поверх, м**	**Характер. навантаж., кПа**	**Розрахункові навантаження, кН/м**			
			експлуатаційне		**граничне**	
			γ_{fe}	**значення**	γ_{fm}	**значення**
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**
	Постійні (g)					
1	3,9	1,000	1,0	1,000	1,2	4,680
2	3,6	1,000	1,0	1,000	1,2	4,320
3	2,8	1,000	1,0	1,000	1,2	3,360

Таблиця 2.5 – Погонне навантаження на конструкції металевого покриття

Поз. конструкції (розташування згідно креслень, див. арк. 5)	**Навантаження на покриття q_1, кН/м^2 (див. табл. 2.2)**	**Вантажний проліт, м**	**Навантаження на конструкцію кН/м**
1	**2**	**3**	**4**
Ф-1	2,10	0,49	1,02
Ф-2	2,10	0,37	0,77
Б-3 (верхня)	2,10	0,99	2,07
Б-3	2,10	1,00	2,10
Б-3 (нижня)	2,10	0,93	1,96
Ф-2 (по осі А)	2,10	0,18	0,38
Ф-3	2,10	0,43	0,91

Таблиця 2.6 – Погонне навантаження від сходових конструкцій

№ пове-рху	**Вид навантаження**	**Ширина опирання, м**	**Характер. навантаж., кН**	**Розрахункові навантаження, кН**				**Граничне погонне, кН/м**
				експлуатаційне		**граничне**		
				γ_{fe}	**значення**	γ_{fm}	**значення**	
1	**2**		**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	
	Постійні (g)							
1	Власна вага	1,280	25,250	1,0	22,250	1,1	27,775	21,70
	Змінні (*v*)							
1	Короткочасне	1,280	18,720	1,0	18,720	1,2	22,464	17,55

2.4 Вітрові та сейсмічні навантаження

Вітрове навантаження і сейсмічні впливи на будівлю моделюватимуться програмним комплексом Мономах на етапі розрахунку залізобетонного каркасу.

2.5 Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки

У зв’язку з непридатністю для будівництва верхніх шарів ґрунту основою для фундаментів обрано інженерно-геологічний елемент №3. Характеристики ґрунтів див. табл. 2.7.

Таблиця 2.7 – Характеристики ґрунтів

№ ІГЕ	Найменування ґрунту	Модуль деформації E, т/м^2	Коефіцієнт Пуассона μ,	Питома вага ґрунту γ, т/м^3	Природна вологість W, доля	Показник текучості I_L	Коефіцієнт пористості e	Питоме зчеплення c, т/м^2	Кут внутрішнього тертя φ, °	Граничне напруження розтягу, т/м^2
1	2	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Суглинок з напливами гумусу									
2	Насипний з домішками будвідходів темно-сірий									
3	Суглинок текучопластичний	612	0.3	1.63	0.47	0.86	0.7	0.5	16	0.1
4	Суглинок тугопластичный	1800	0.35	1.87	0.17	0.26	0.68	2	18	0.4
5	Глина напівтверда	2200	0.42	1.92	0.02	0.15	0.8	5	16	1

У зв’язку зі значною довжиною будівлі прийнято 6 свердловин. Дані по свердловинах наведені в табл. 2.8. Схему розміщення свердловин див. рис. 2.3.

Таблиця 2.8 – Геологічні дані по свердловинах

№ ІГЕ	Найменування ґрунту	Абсолютна відмітка підошви	Потужність шару	Глибина залягання
1	**2**	**3**	**4**	**5**
Свердловина 1				
Координати (-1.50,-1.50)	Абсолютна відмітка устя 303.8[illegible]		[illegible]	7.10
1	Суглинок з напливами гумусу	303.23	[illegible]	[illegible]
2	Насипний з домішками будвідходів	302.23	1.00	1.60
1	**2**	**3**	**4**	**5**
3	Суглинок текучопластичний	300.53	1.70	3.30
4	Суглинок тугопластичний	298.33	2.20	5.50
5	Глина напівтверда	296.73	1.60	7.10
Свердловина 2				
Координати (30.65,-1.50)	Абсолютна відмітка устя 303.98		Глибина свердловини 7.10	
1	Суглинок з напливами гумусу	303.58	0.40	0.40
2	Насипний з домішками будвідходів	302.68	0.90	1.30

Продовження табл. 3.2

3	Суглинок текучопластичний	300.78	1.90	3.20
4	Суглинок тугопластичний	298.98	1.80	5.00
5	Глина напівтверда	296.88	2.10	7.10
Свердловина 3				
Координати (62.80,-1.50) Абсолютна відмітка устя 304.12 Глибина свердловини 7.10				
1	Суглинок з напливами гумусу	303.72	0.40	0.40
2	Насипний з домішками будвідходів	302.92	0.80	1.20
3	Суглинок текучопластичний	301.12	1.80	3.00
4	Суглинок тугопластичний	299.22	1.90	4.90
5	Глина напівтверда	297.02	2.20	7.10
Свердловина 4				
Координати (-1.50,7.20) Абсолютна відмітка устя 303.87 Глибина свердловини 7.10				
1	Суглинок з напливами гумусу	303.07	0.80	0.80
2	Насипний з домішками будвідходів	302.37	0.70	1.50
3	Суглинок текучопластичний	300.77	1.60	3.10
4	Суглинок тугопластичний	298.57	2.20	5.30
5	Глина напівтверда	296.77	1.80	7.10
Свердловина 5				
Координати (30.65,7.20) Абсолютна відмітка устя 304.24 Глибина свердловини 7.10				
1	Суглинок з напливами гумусу	303.74	0.50	0.50
2	Насипний з домішками будвідходів	302.64	1.10	1.60
3	Суглинок текучопластичний	301.24	1.40	3.00
4	Суглинок тугопластичний	299.44	1.80	4.80
5	Глина напівтверда	297.14	2.30	7.10
Свердловина 6				
Координати (62.80,7.20) Абсолютна відмітка устя 304.35 Глибина свердловини 7.10				
1	Суглинок з напливами гумусу	304.05	0.30	0.30
2	Насипний з домішками будвідходів	303.35	0.70	1.00
3	Суглинок текучопластичний	301.55	1.80	2.80
4	Суглинок тугопластичний	299.65	1.90	4.70
5	Глина напівтверда	297.25	2.40	7.10

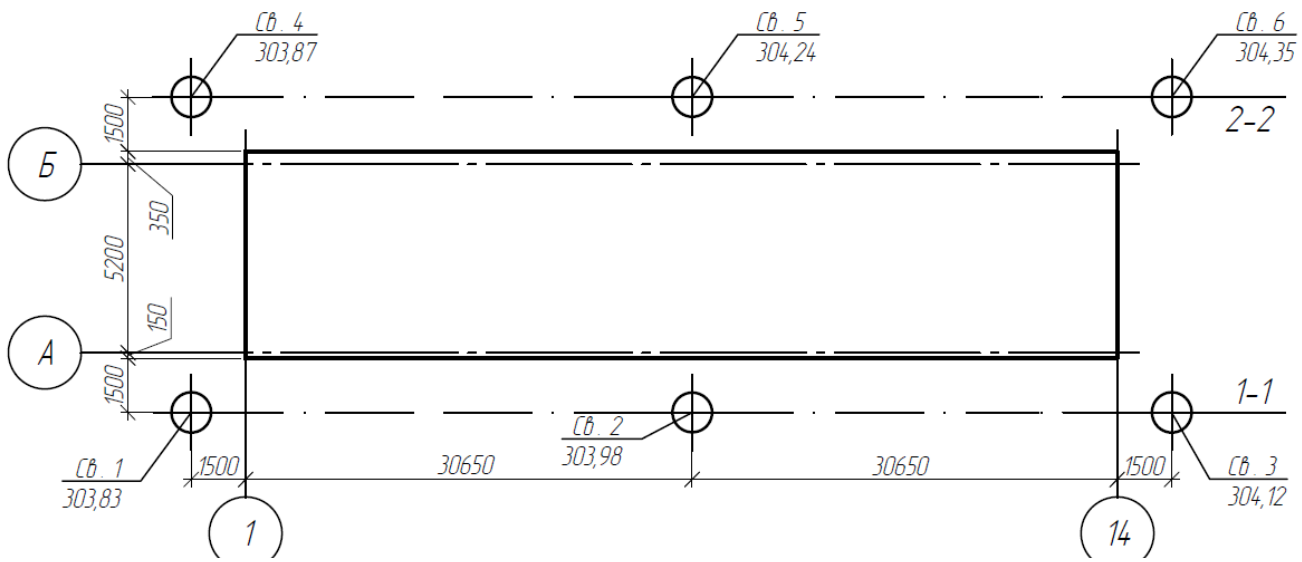
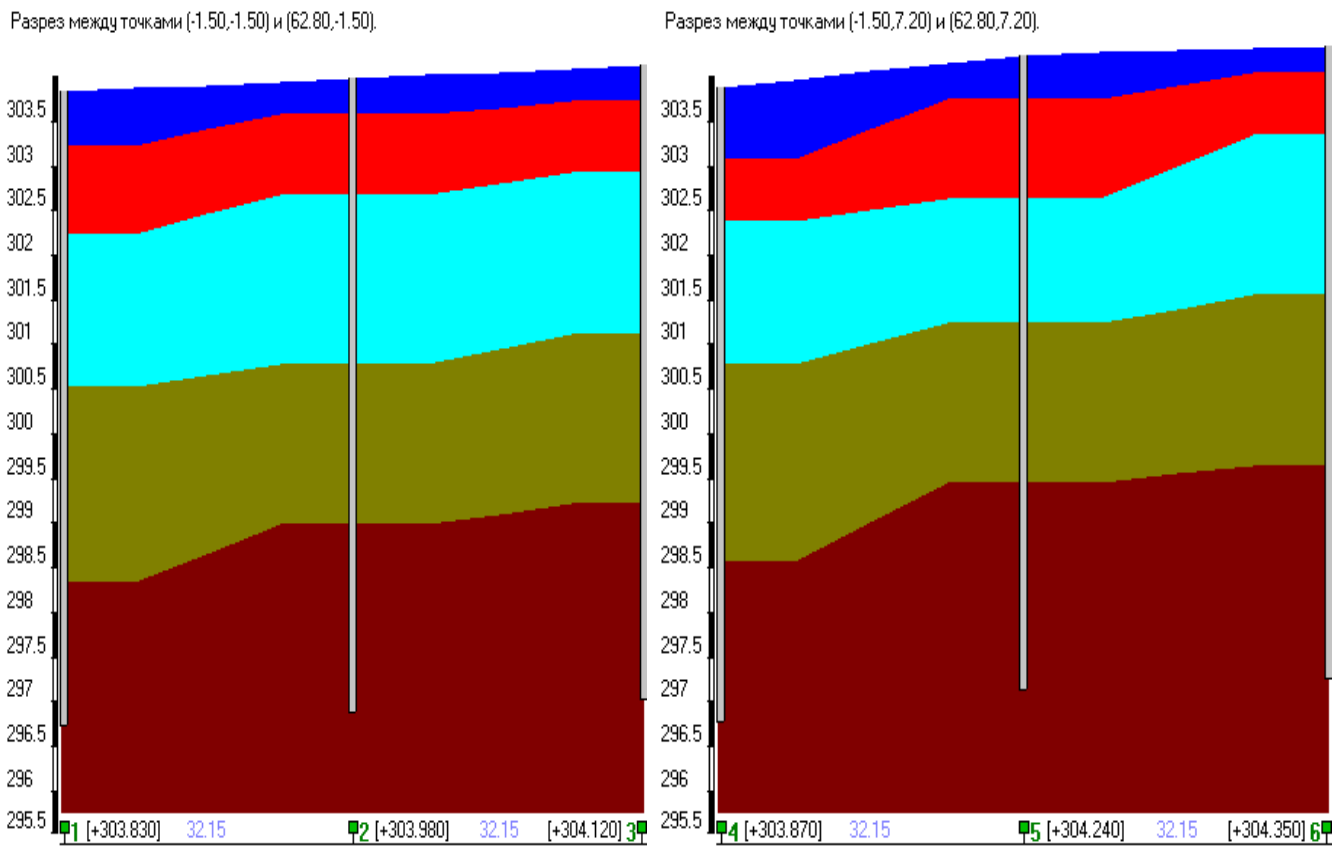


Рисунок 2.3 – Схема розміщення геологічних свердловин

У результаті експорту даних у підпрограму ПК Мономах – Ґрунт, отримано геологічні розрізи 1-1, 2-2 (див. рис. 2.4). Лінії розрізів див. рис. 2.3.



а) б)

Рисунок 2.4 – Геологічні розрізи:
а – розріз 1-1; б – розріз 2-2

2.6 Розрахунок фундаментів

Модель ґрунтової основи, що створена у підпрограмі Ґрунт (ПК Мономах) стикується з моделлю будівлі у програмі Компоновка (ПК Мономах). Виконується розрахунок методом скінченних елементів. В результаті розрахунку отримано файл моделі фундаментної плити для експорту у програму Плита. Також розрахунком отримані коефіцієнти постелі та тиск під підошвою фундаменту (див. рис. 2.5-2.6).

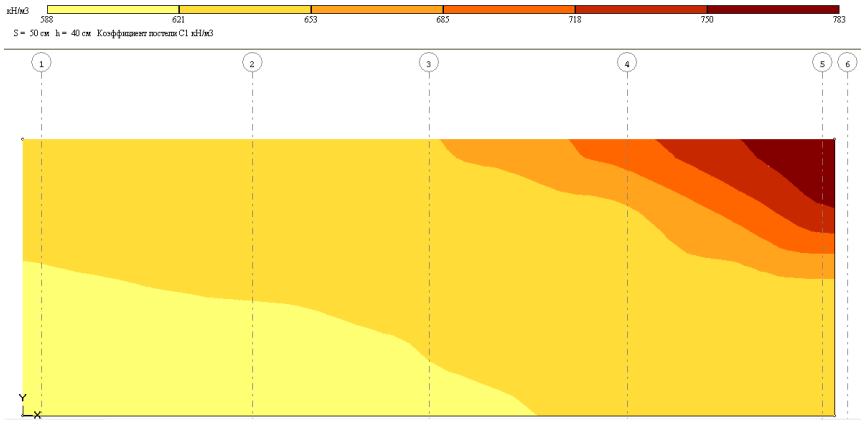


Рисунок 2.5 – Коефіцієнт постелі пружної основи С1, кН/м^3

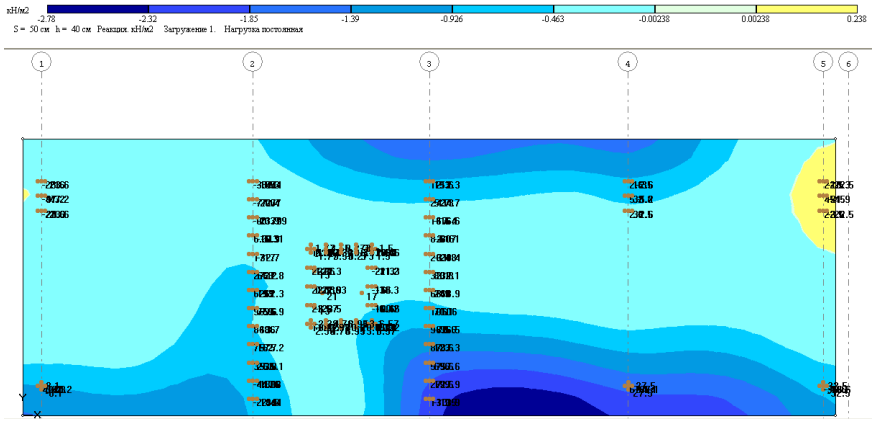


Рисунок 2.6 – Тиск під підошвою фундаменту, кН/м^2

Модель фундаментної плити після імпорту в підпрограму Плита (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує.

Прийняті такі основні параметри:

– бетон класу С20/25;

– арматура класу А400С.

У результаті розрахунку отримані ізополя армування згідно яких проектується армування плити (див. рис. 2.7 – 2.9).

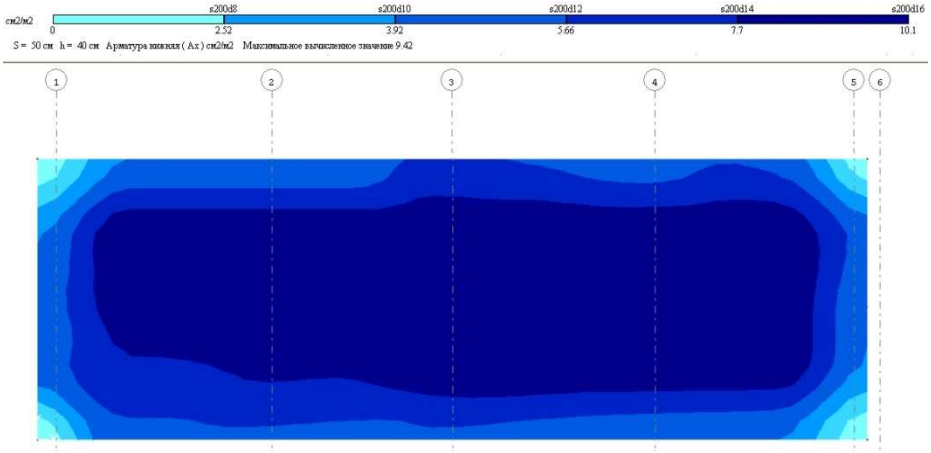


Рисунок 2.7 – Ізополя нижньої сітки арматури, см^2/м^2

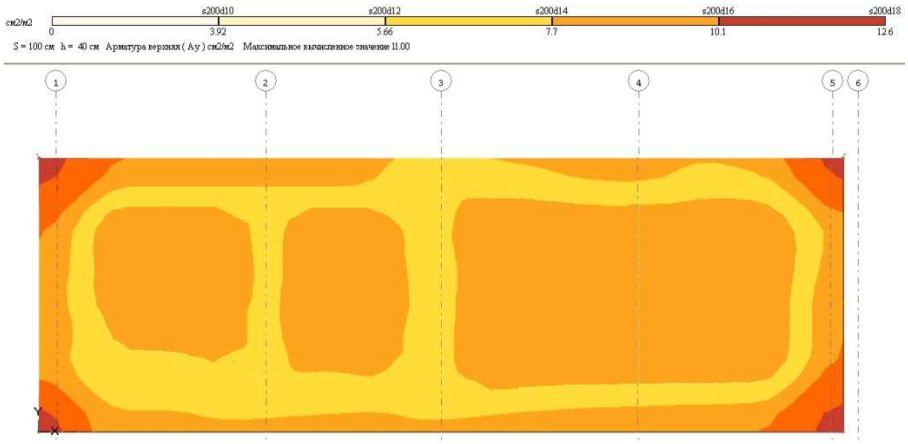


Рисунок 2.8 – Ізополя верхньої сітки арматури, см^2/м^2

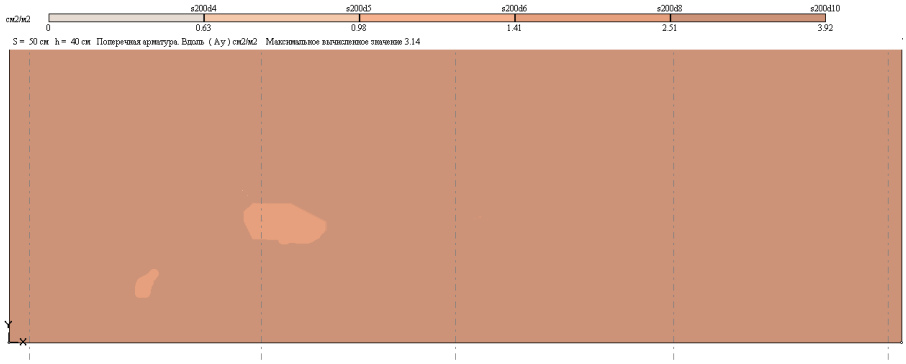


Рисунок 2.9 – Ізополя поперечного армування, см^2/м^2

Прийнято наступне армування:

– Верхня та нижня сітка плити – ∅16 А400С з кроком 200 мм.

– Поперечне армування – ∅ 10 А400С з кроком 200 мм.

2.7 Розрахунок осідання фундаментів

Для отримання даних про осідання фундаментної плити використовується підпрограма Фундамент (ПК Мономах). Результати розрахунку подано на рис. 2.10. Осідання фундаменту складає 0,01 м, що не перевищує 0,08 для громадських будівель з повним залізобетонним каркасом згідно [4], а отже знаходяться в межах норм.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАСЧЕТА

НАПРЯЖЕНИЯ И ДЕФОРМАЦИИ ОСНОВАНИЯ

Расчетное давление под подошвой,тс/м2	12.74
Max напряжение под подошвой,тс/м2	9.61
Среднее напряжение под подошвой,тс/м2	7.85
Min напряжение под подошвой,тс/м2	6.02
Осадка фундамента,м	0.01
Просадка фундамента,м	0.00
Крен по оси X,рад	0.00
Крен по оси Y,рад	0.00
Глубина сжимаемой толщи,м	3.65

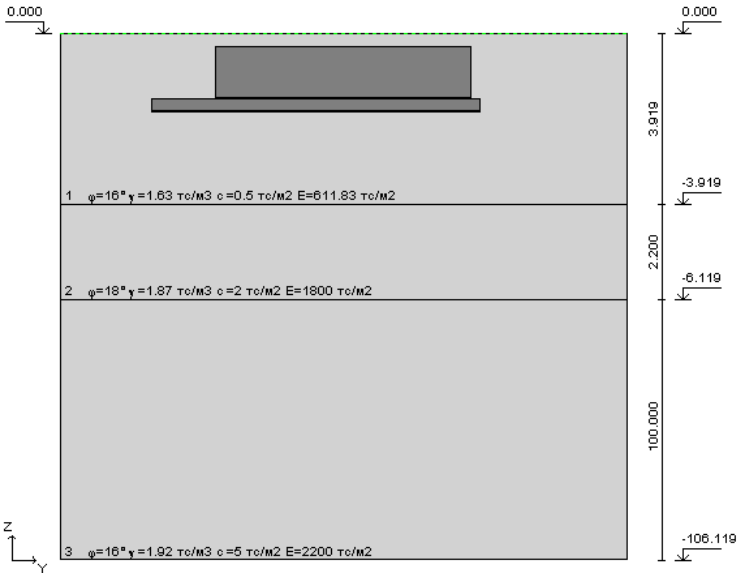


Рисунок 2.10 – Результати розрахунку на осідання фундаменту

Висновки до розділу 2

1. Побудовано розрахункові схеми покриття будівлі і її фундаментів та розроблено схеми врахування діючих навантажень на неї.
2. Проведено збір всіх діючих навантажень на просторову конструкцію покриття торгово-офісної будівлі та її фундаментів
3. Виконано моделювання робота та розрахунок фундаментної плити будівлі, а також визначено її осідання під дією навантаження.

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ

3.1 Мета та задачі досліджень

Метою даної роботи є дослідження скінченноелементним моделюванням роботи просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

Для досягнення зазначеної **мети** були поставлені наступні **задачі:**

- розробити скінченноелементну модель просторової конструкції покриття для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- розробити скінченноелементну модель монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі для дослідження її роботи при дії різного роду навантажень;
- дослідити роботу моделі просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі під дією зовнішніх впливів;
- виконати розрахунок та конструювання просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

Побудову скінченноелементних моделей просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі виконували за допомогою ПК ЛИРА.

3.2 Розрахунок просторової конструкції покриття

3.2.1 Підготовка даних для розрахунку просторової конструкції покриття

Конструкція покриття лівої секції проектується як металевий каркас. Для розрахунку використовується ПК Ліра. Скінченно-елементну модель див. рис. 3.1.

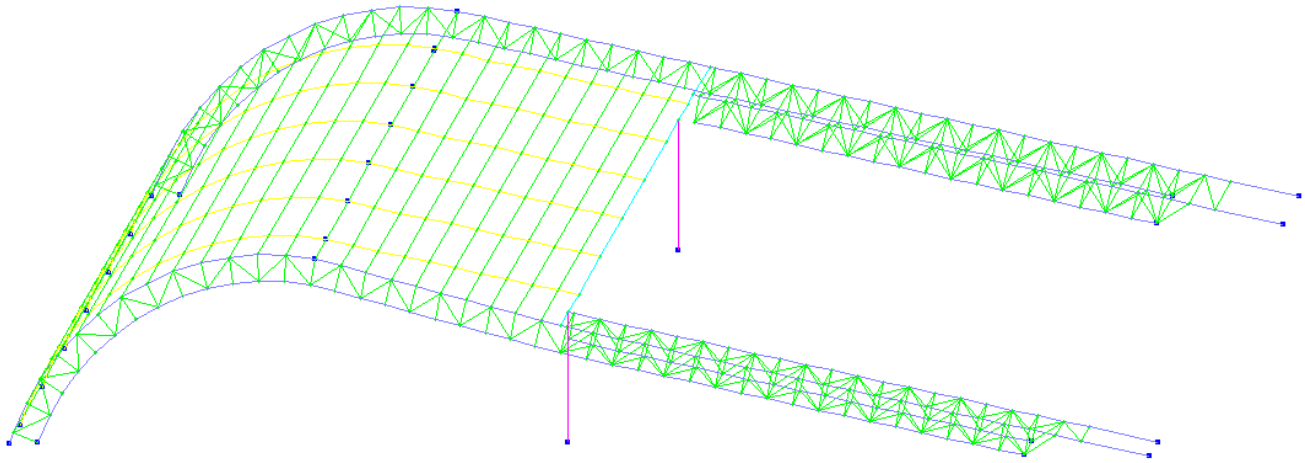


Рисунок 3.1 – Скінченно-елементна модель покриття в осях 1-6

Власну вагу розраховуваної конструкції ПК Ліра вираховує автоматизовано. Розрахунок власної ваги виконується методом поетапного наближення: першого разу конструкція розраховується з мінімально можливою власною масою, в результаті експорту моделі в підпрограму Лір-СТК (ПК Ліра) отримуються певні поперечні перерізи профілів, маса яких підставляється в наступний розрахунок. Таким чином цикл припиняється тоді, коли поперечні перерізи профілів, що отримані після певної кількості розрахунків не відрізняються від заданих. Загалом для даної моделі виконувалося три розрахунки, останній з яких виявився перевірочним.

Профілі, що задані для першого наближення див. рис. 3.2. Кольорове позначення елементів на рис. 3.1 відповідає кольорам на рис. 3.2. Характеристики заданих профілів див. рис. 3.3.

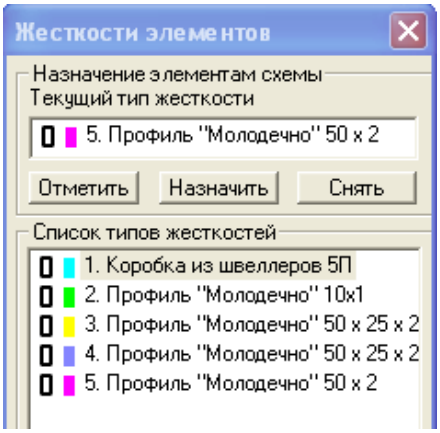


Рисунок 3.2 – Жорсткості елементів конструкції покриття

Тип жесткости	Имя	Параметры (сечения-(см) жесткости-(кН,м) расп.вес-(кН,м))
1	Коробка из швеллеров 5П	q=0.0949284
		EF=253792,EIy=93.9
		EIz=125,GIk=56
		Y1=1.54,Y2=1.54,Z1=1.48,Z2=1.48,RU_Y=0,RU_Z=0
2	Профиль "Молодечно" 10x1	q=0.00274586
		EF=7395.4,EIy=0.101
		EIz=0.101,GIk=0.0569
		Y1=0.273,Y2=0.273,Z1=0.273,Z2=0.273,RU_Y=0,RU_Z=0
3	Профиль "Молодечно" 50 x 25 x 2	q=0.0210843
		EF=56444,EIy=17.3
		EIz=5.77,GIk=5.36
		Y1=0.818,Y2=0.818,Z1=1.22,Z2=1.22,RU_Y=0,RU_Z=0
4	Профиль "Молодечно" 50 x 25 x 2	q=0.0210843
		EF=56444,EIy=17.3
		EIz=5.77,GIk=5.36
		Y1=0.818,Y2=0.818,Z1=1.22,Z2=1.22,RU_Y=0,RU_Z=0
5	Профиль "Молодечно" 50 x 2	q=0.0300108
		EF=80340,EIy=29.7
		EIz=29.7,GIk=17.3
		Y1=1.48,Y2=1.48,Z1=1.48,Z2=1.48,RU_Y=0,RU_Z=0

Рисунок 3.3 – Жорсткості елементів конструкції покриття

Навантаження на скінченно-елементну модель від власної ваги та зібраного у табл. 2.5 див. рис. 3.4 і 3.5 відповідно.

Після експорту в Лір-СТК скінченні елементи, що повинні складати один елемент конструкції об’єднуються в «конструктивний елемент» (перша літера позначення К). Інші елементи, поперечні перерізи профілів яких повинні бути однаковими, об’єднуються в «уніфіковані групи» (перша літера позначення У). Усім скінченним елементам присвоюється відповідний тип – фермовий, колона, балка (другі літери позначень Ф, К, Б відповідно). Присвоєні значення див. рис. 3.6-3.9.

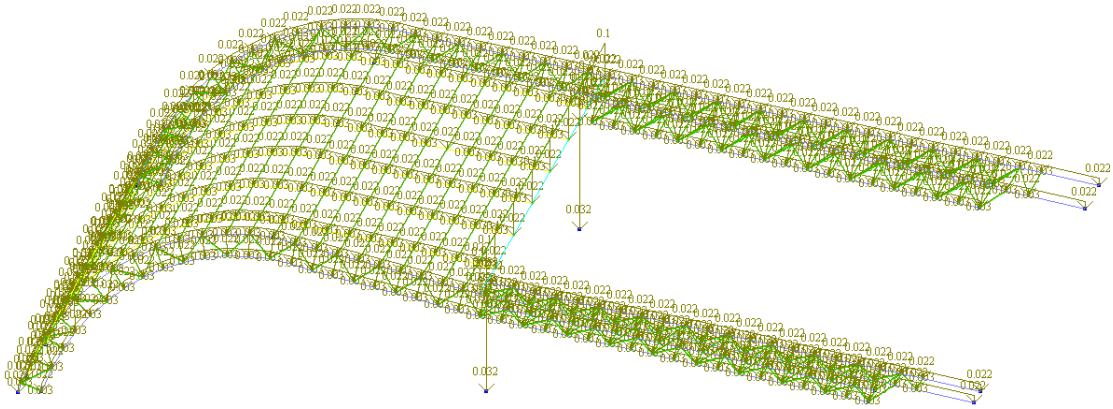


Рисунок 3.4 – Навантаження від власної ваги (І-ше наближення), кН

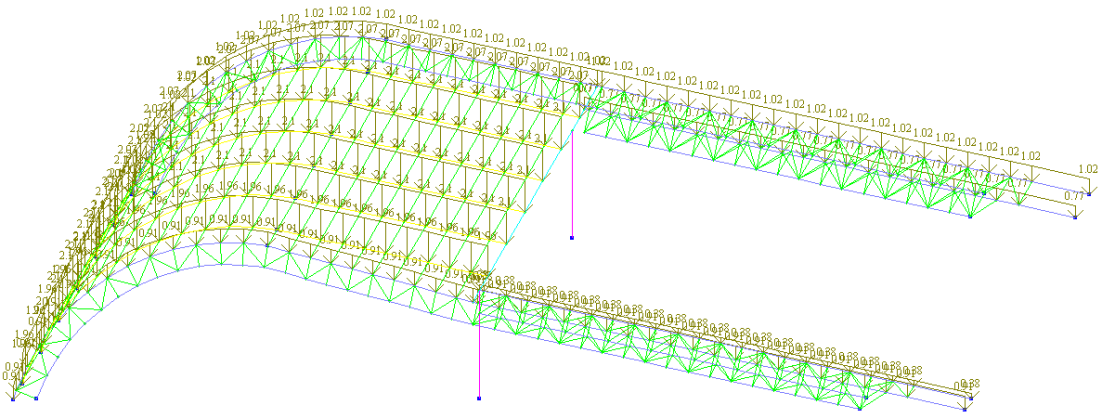


Рисунок 3.5 – Навантаження зібране у табл. 2.5 (І-ше наближення), кН

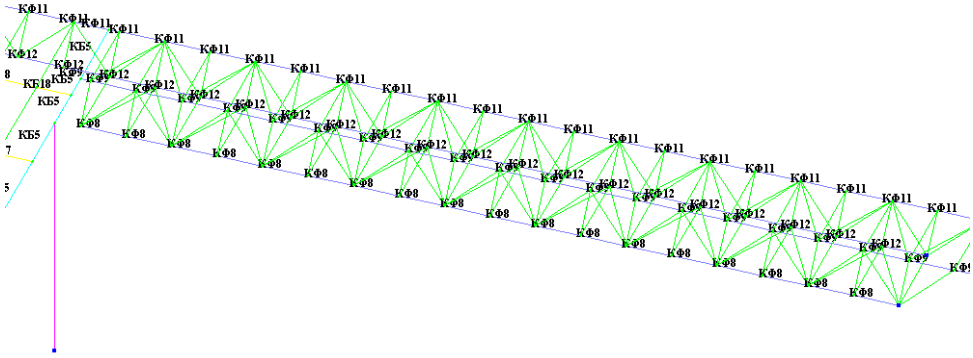


Рисунок 3.6 – Конструктивні елементи (фрагменти моделі №1)

Конструктивні елементи по можливості об’єднано в «уніфіковані групи конструктивних елементів» (перші літери позначення УГК). Присвоєні значення див. рис. 3.8.

Для розрахунку на прогин також задано розкріплення на кінцях скінченних і конструктивних елементів.

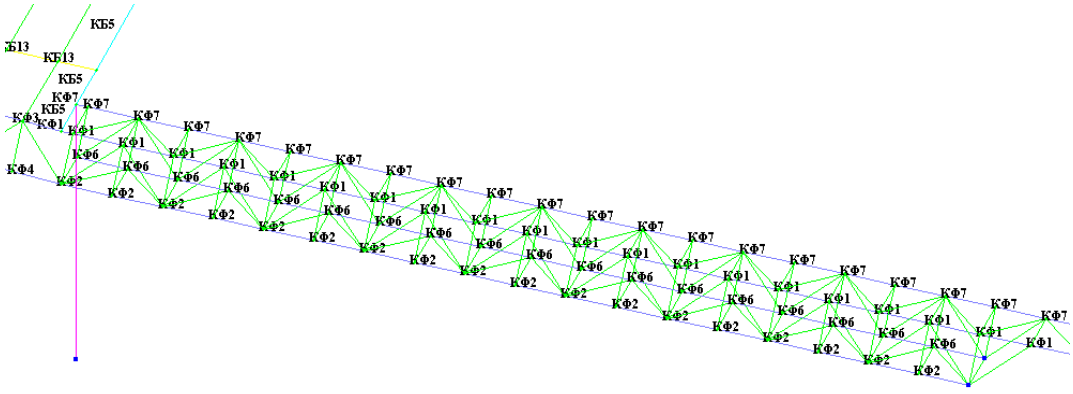


Рисунок 3.7 – Конструктивні елементи (фрагменти моделі №2)

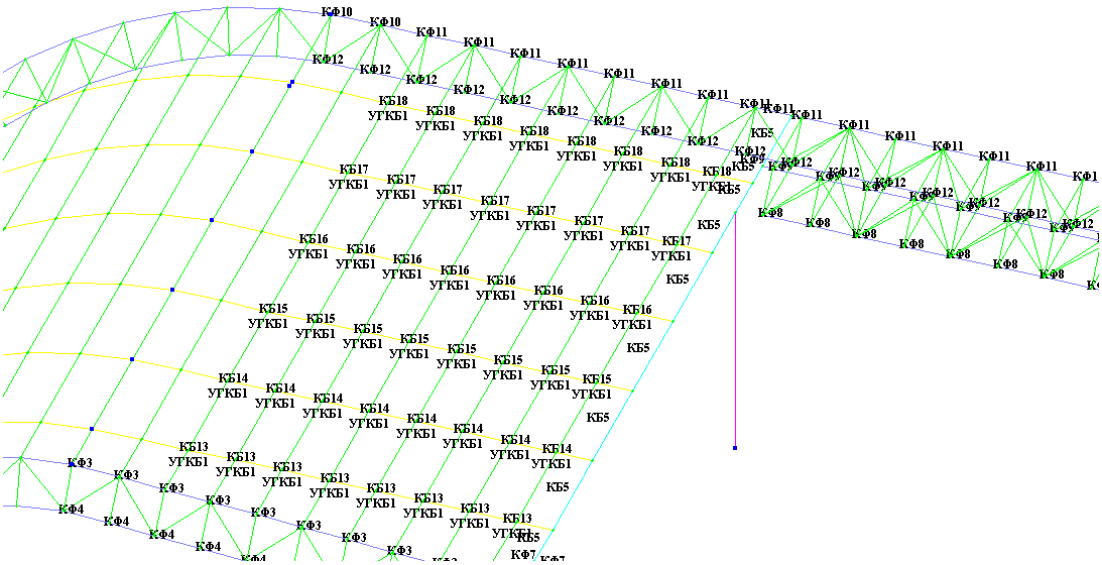


Рисунок 3.8 – Конструктивні елементи та їх уніфіковані групи

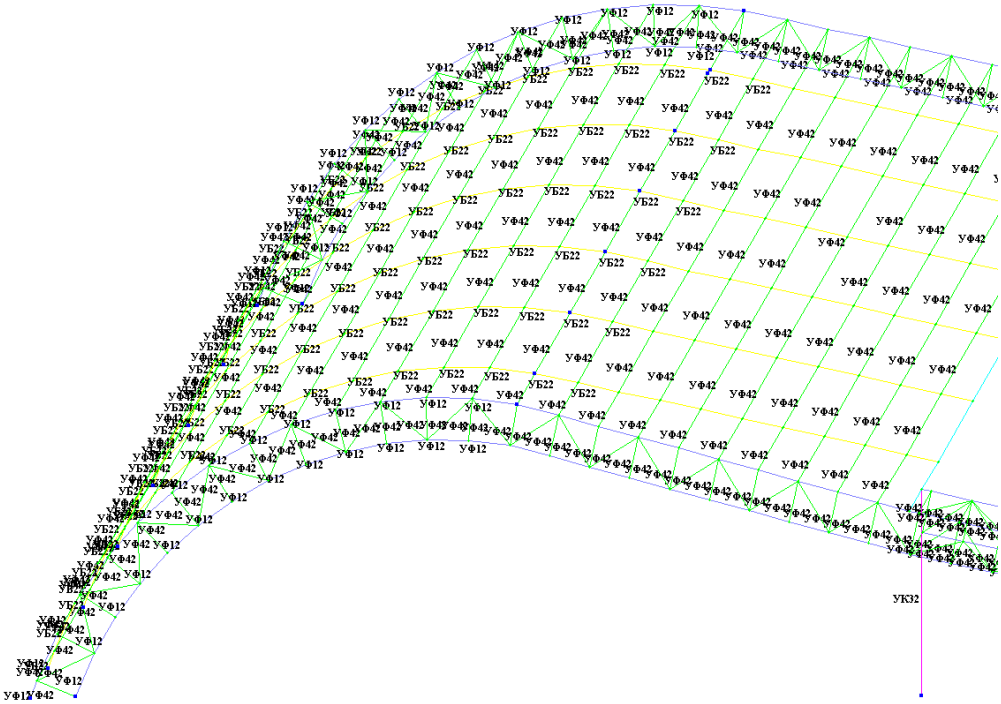


Рисунок 3.9 – Уніфіковані групи скінченних елементів

3.2.2 Результати розрахунку

Результатами розрахунку є підібрані поперечні перерізи металевих профілів (див. табл. 3.1).

Таблиця 3.1 – Таблиця підібраних профілів

Позначення елемента	Підібраний профіль	Нормативний документ	Марка сталі
1	2	3	4
УФ42	Труба квадратна 25×2	ГОСТ 8639-82	С245
УФ12	Труба прямокутна 100×40×3	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ1	Труба прямокутна 100×40×3	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ2	Труба прямокутна 100×50×4	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ3	Труба прямокутна 100×40×4	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ4	Труба прямокутна 100×50×3	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ6	Труба прямокутна 100×50×4	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ7	Труба прямокутна 100×40×3	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ8	Труба прямокутна 100×50×3	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ9	Труба прямокутна 100×40×3,5	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ10	Труба прямокутна 90×60×4,5	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ11	Труба прямокутна 100×40×4	ГОСТ 30245-2003	С245
КФ12	Труба прямокутна 90×60×5	ГОСТ 30245-2003	С245
УКЗ2	Труба квадратна 140×6,5	ГОСТ 8639-82	С245
КБ5	Коробка зі швелерів №24П	ГОСТ 8240-97	С245
УГКБ1	Труба прямокутна 140×100×5	ГОСТ 8639-82	С245
УБ22	Труба прямокутна 140×100×4,5	ГОСТ 8639-82	С245

Для виконання умов ручного зварювання, профіль елемента УФ42 замінено на 25×3 мм.

Конструкція передбачає однаковість профілів ферм, а оскільки підібрані значення значно не відрізняються, то для елементів КФ1-КФ12, приймаємо однаковий поперечний переріз 100×50×4 мм. З таких же міркувань для елементів УГКБ1 і УБ22 прийнято поперечний переріз 140×100×5 мм.

Візуальною перевіркою правильності підібраних поперечних перерізів служить мозаїка переміщень в ПК Ліра. Для цього в модель третього наближення закладаються прийняті поперечні перерізи, а навантаження додаються.

Мозаїка вертикальних переміщень зображена на рис. 3.10.

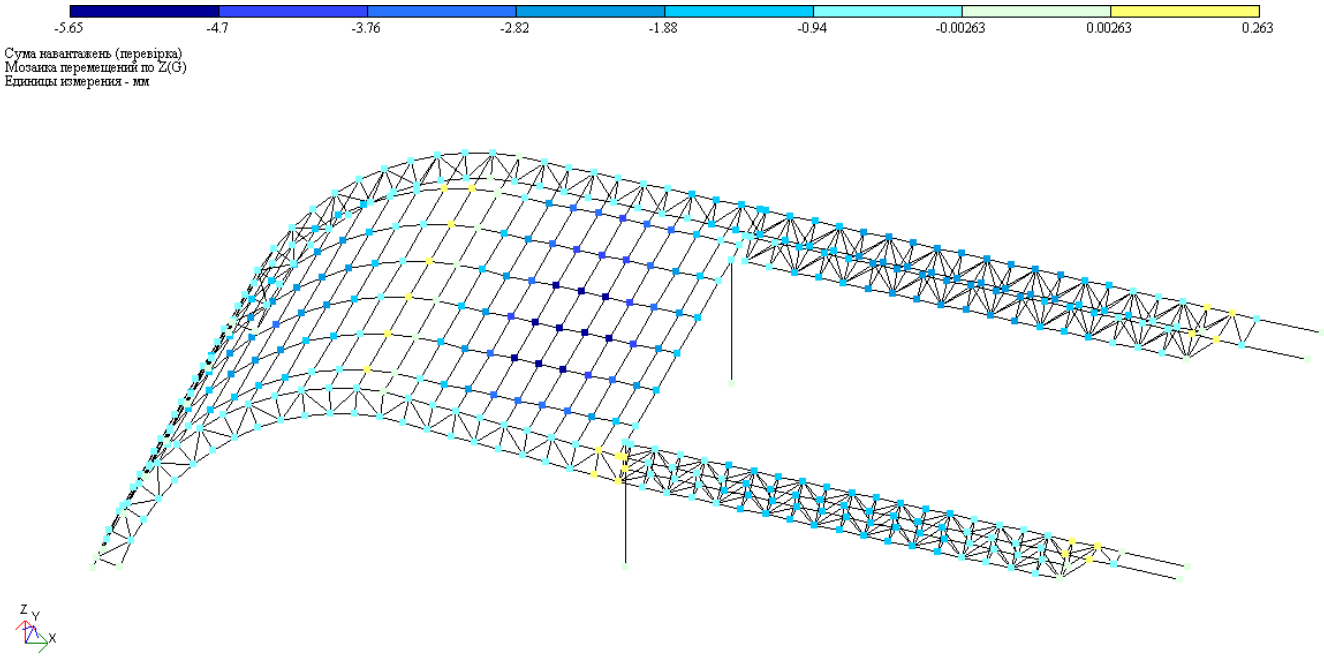


Рисунок 3.10 – Мозаїка вертикальних переміщень, мм

Навантаження, що передається від металевих конструкцій покриття на залізобетонний каркас будівлі визначено функцією «Розрахувати навантаження на фрагмент». Отримані дані наведені в табл. 3.2. Напрям навантаження визначається або згідно правил знаків, що прийняті в ПК Ліра, або з допомогою візуальної схеми. Фрагмент схеми зображено на рис. 3.11. Схеми прикладених навантажень наведені в пункті 3.2 (рис. 3.12).

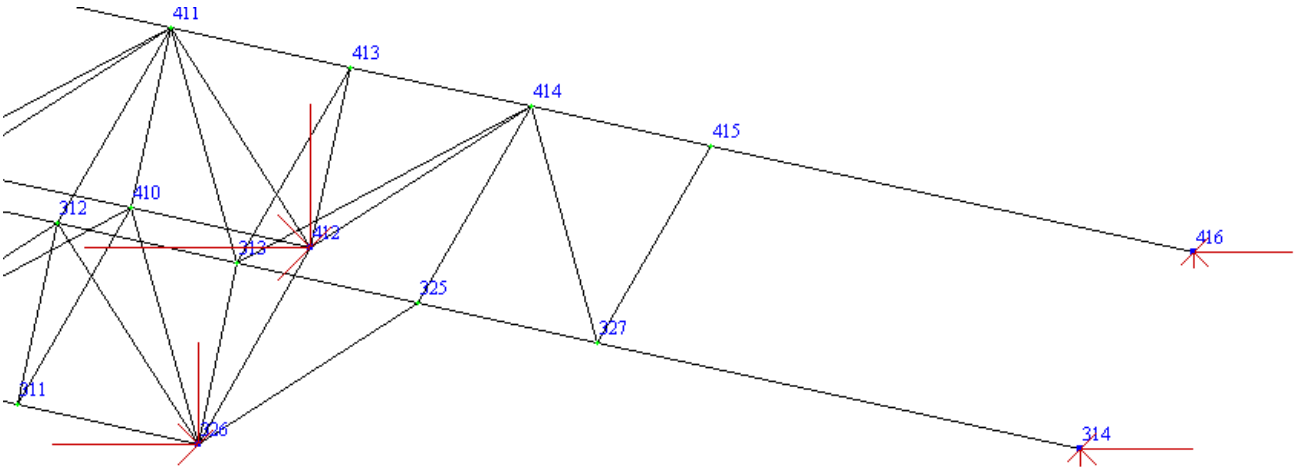


Рисунок 3.11 – Фрагмент схеми для визначення напряму навантажень

Таблиця 3.2 – Навантаження, що передаються на каркас будівлі через конструкції покриття

№ вузла	P_x, кН	P_y, кН	P_z, кН	№ вузла	P_x, кН	P_y, кН	P_z, кН
1	2	3	4	1	2	3	4
36	-17,610	0,855	10,618	209	4,535	-0,076	11,850
40	4,863	-0,001	-0,105	223	0,000	0,000	10,550
61	0,000	0,000	4,470	234	5,298	-0,097	12,352
62	0,317	0,002	1,092	247	0,000	0,000	9,548
65	1,651	0,050	4,963	258	-3,565	-0,282	36,049
91	-1,824	1,095	23,787	262	6,102	-0,084	12,792
128	-8,165	-0,083	6,385	275	6,318	0,091	3,922
132	6,919	-0,001	-1,089	314	10,607	-0,100	-1,547
134	5,295	0,032	11,625	326	-13,911	-0,748	9,633
148	0,000	0,000	8,516	329	3,051	-0,042	6,396
159	4,927	-0,002	12,109	332	1,443	-0,053	3,914
173	0,000	0,000	10,262	357	0,000	0,000	6,136
184	4,365	-0,036	11,737	412	-21,480	-0,366	13,587
198	0,000	0,000	10,836	416	9,396	-0,093	-1,013

3.3 Розрахунок залізобетонного каркасу будівлі

3.3.1 Підготовка даних для розрахунку

У якості розрахункової програми використовується ПК Мономах. Для розрахунку обрана ліва секція будівлі (частина будівлі в осях 1-6), див. рис. 3.12.

Власна вага конструкцій, що моделюються у ПК Мономах враховується на основі вже наявних і додатково заданих характеристик (див. рис. 3.12). Додатково вводилися характеристики прийнятих газоблоків і сендвіч панелей.

Моделюються усі конструкції будівлі окрім фасадної системи і сходів, навантаження від яких задаються як погонні. Навантаження від роботи та обслуговування ліфта задаються зосередженими силами згідно завдання виробника. Схеми прикладених навантажень див. рис. 3.14 - 3.15.

Материалы

Название	Тип	Модуль упругости, тс/м2	Коэф. Пуасссона	Объемный вес, т/м3	Код в ЦМО	Цена за м3	Детали	Исполь зуемость
1. Железобетон	Железобетон	3e+006	0.2	2.5	46		B25, A-III, A-I	Да
2. Газоблок	Неизвестный	172023	0.2	0.63	0	0		Да
3. Сендвіч панель	Неизвестный	2039.4	0.35	0.162	0	0		Да

Рисунок 3.12 – Задані матеріали та їх характеристики

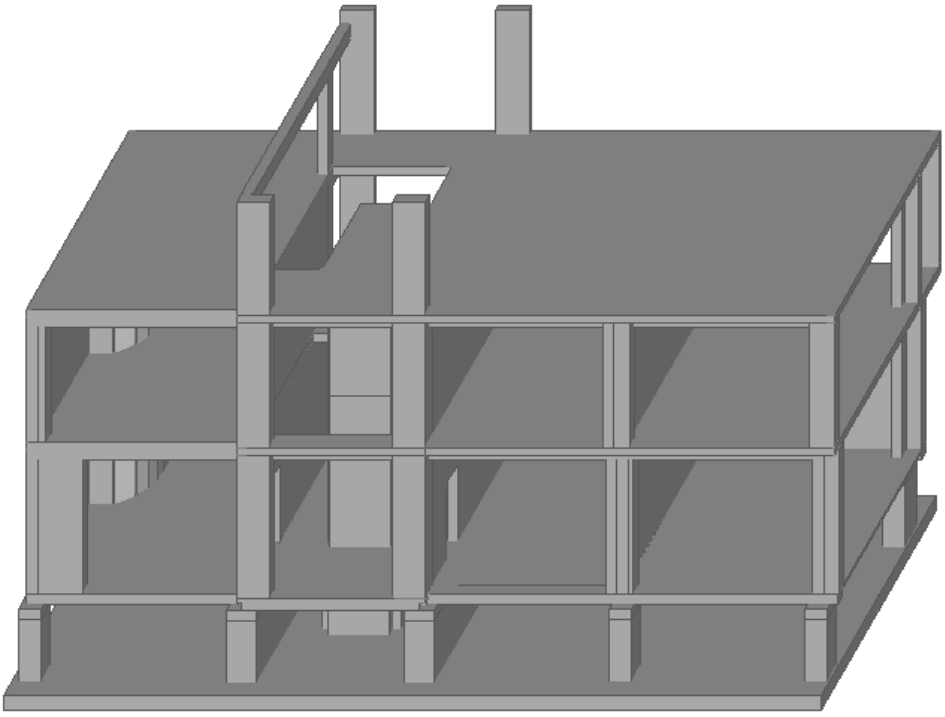


Рисунок 3.13 – Модель лівої секції будівлі

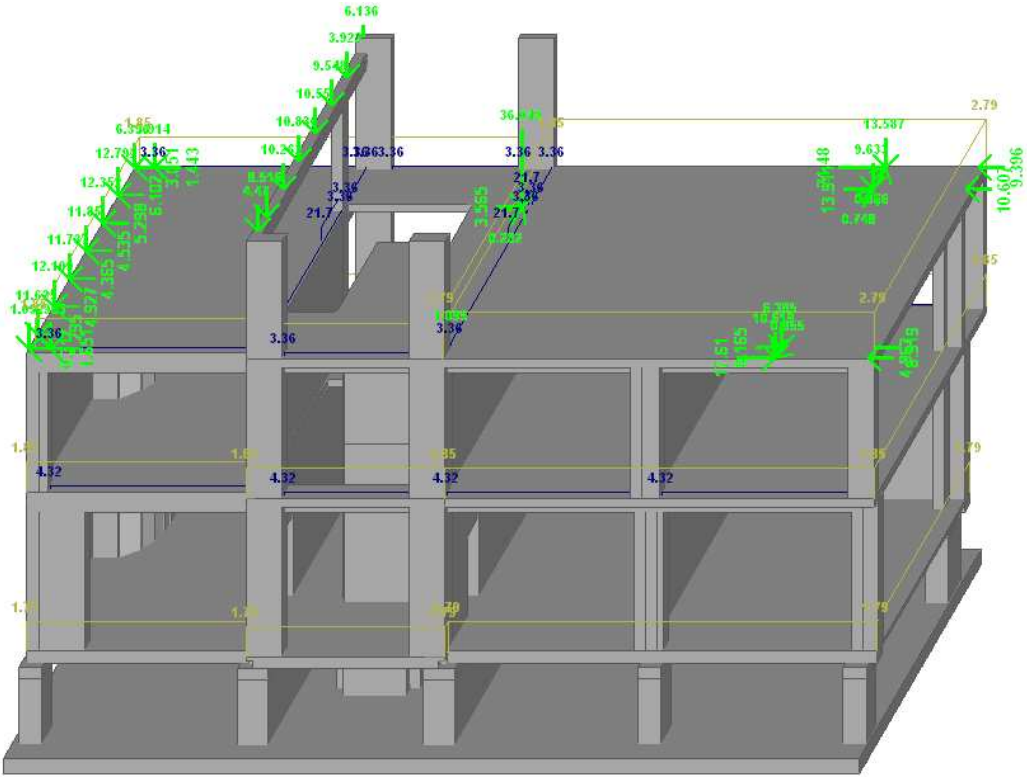


Рисунок 3.14 – Схема прикладення постійних навантажень, кН

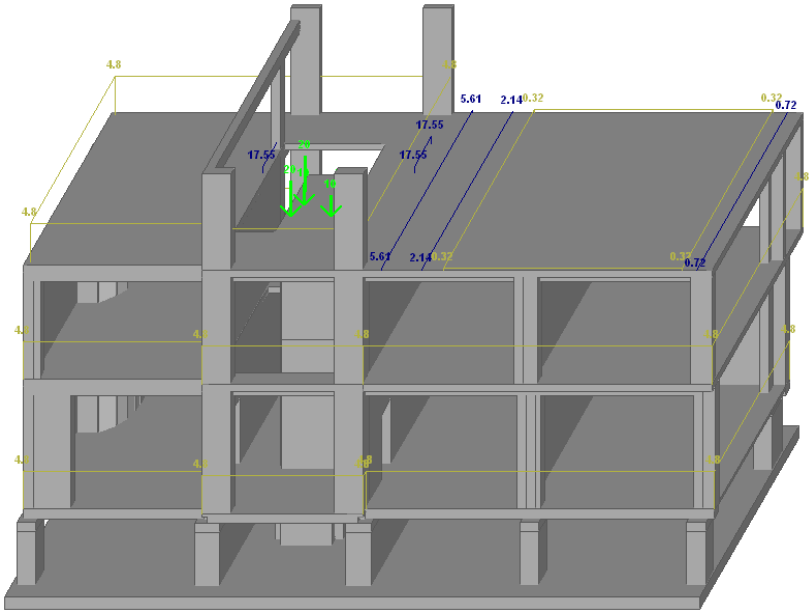


Рисунок 3.15 – Схема прикладення змінних навантажень, кН

3.3.2 Результати розрахунку

3.3.2.1 Результати розрахунку каркасу

Результатами розрахунку каркасу є файли, які експортуються в конструюючі підпрограми ПК Мономах. Надалі ці файли будуть використовуватися для розрахунку колони, плити перекриття, балки та фундаментів. Також в результаті розрахунку отримано дані про поведінку споруди (див. рис 3.16).

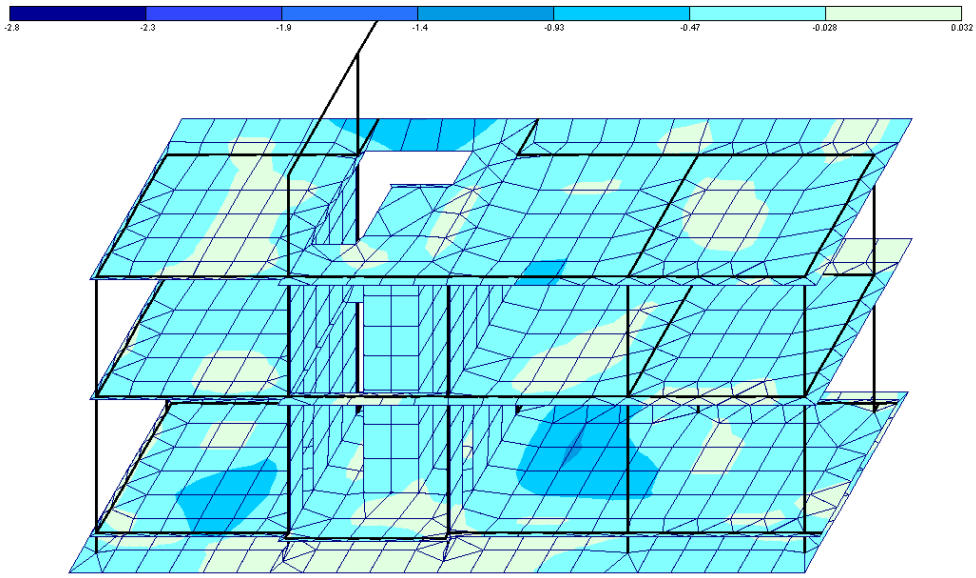


Рисунок 3.16 – Ізополя вертикальних переміщень від постійного навантаження

3.3.2.2 Результати розрахунку залізобетонної колони

Розраховується крайня колона на перетині осей А і 1, геометричні характеристики див. рис. 3.17. Модель колони після імпорту в програму Колона (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує.

Прийняті такі основні параметри:

– бетон класу С20/25;

– поздовжня арматура класу А400С;

– поперечна арматура класу А240С.

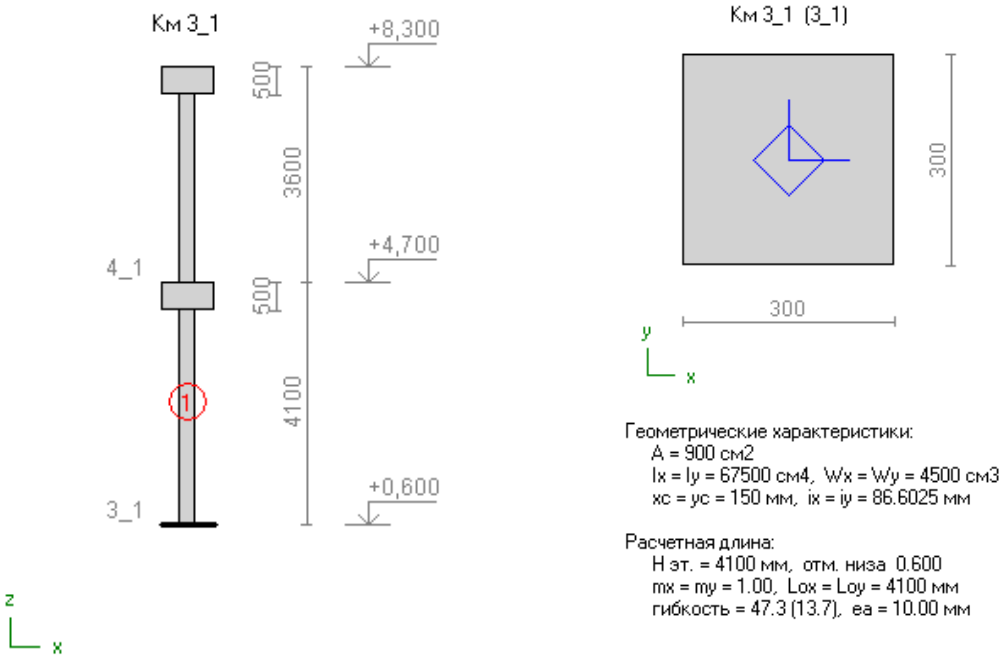


Рисунок 3.17 – Геометричні характеристики колони

У результаті розрахунку підібрано армування колони (див. рис. 3.18).

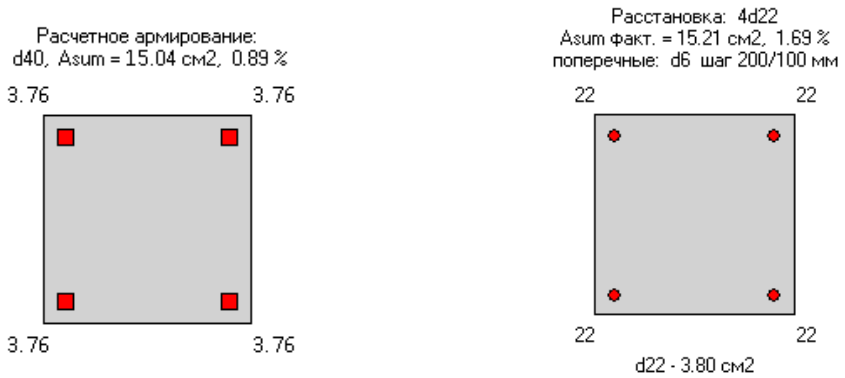


Рисунок 3.18 – Розрахункове армування колони

3.3.2.3 Результати розрахунку залізобетонного монолітного перекриття

Розраховується перекриття другого поверху. Модель плити перекриття після імпорту в програму Плита (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує. Отримані ізополя армування по яких підібрано армування (див. рис. 3.19-3.20).

Прийняті такі основні параметри:

– бетон класу С20/25;

– арматура класу А400С.

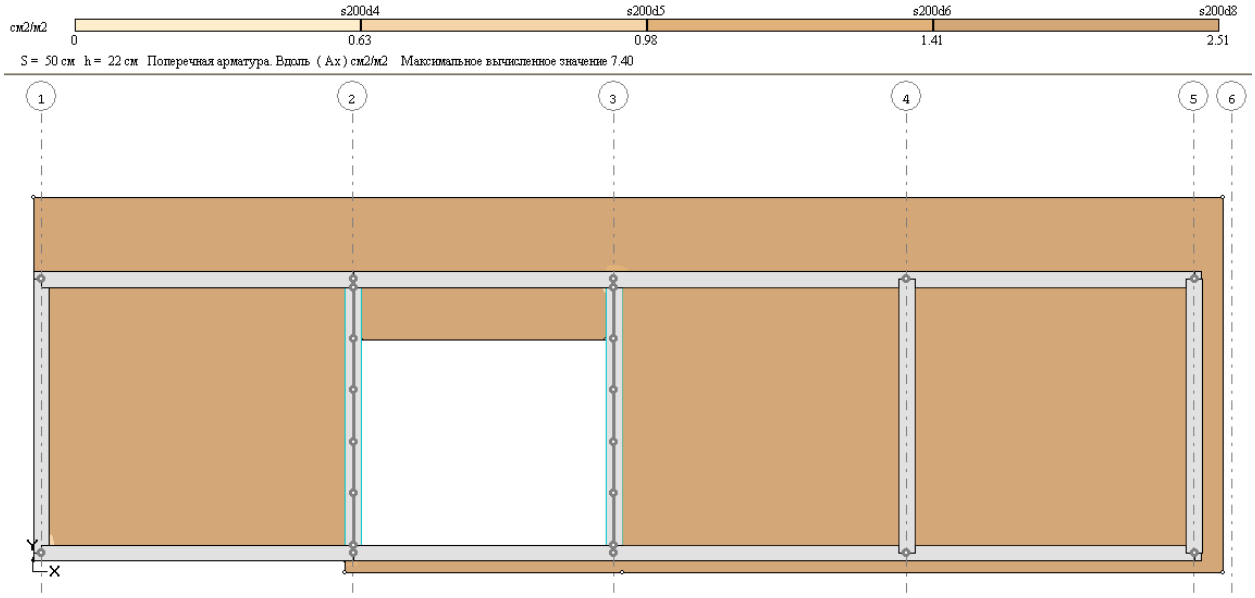


Рисунок 3.19 – Ізополя поперечної арматури, см^2/м^2

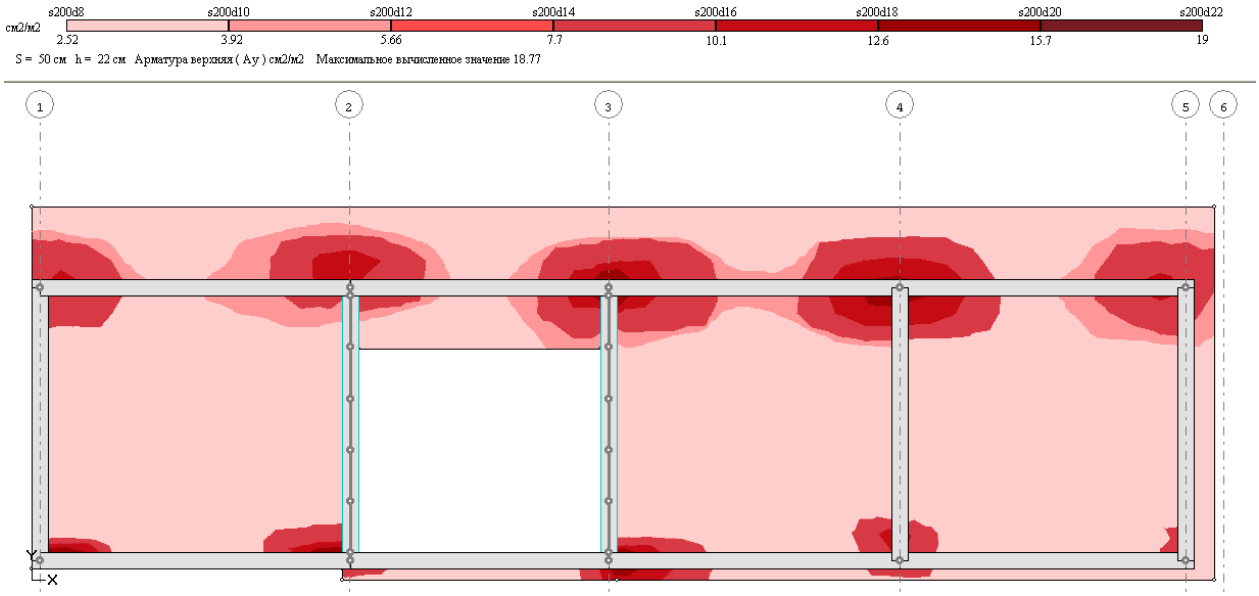


Рисунок 3.20 – Ізополя верхньої сітки арматури, см^2/м^2

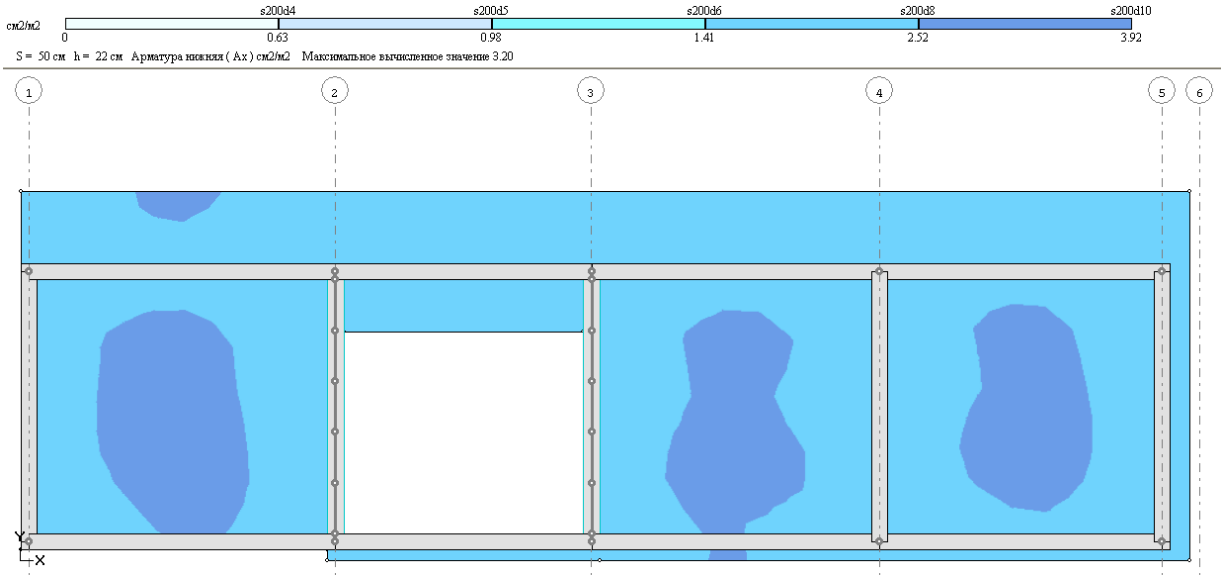


Рисунок 3.21 – Ізополя нижньої сітки арматури, см^2/м^2

Прийнято наступне армування:

– Верхня та нижня сітка плити – ∅10 А400С з кроком 200 мм.

– У рівні верхньої сітки для сприйняття зусиль консольною частиною плити запроектовані додаткові стержні ∅ 12 А400С з кроком 200 мм (див. креслення, арк. 4, поз. 17);

– У рівні верхньої сітки для сприйняття продавлюючих зусиль від колон запроектовані додаткові три стержні ∅ 22 А400С (див. креслення, арк. 4, поз. 17).

– Поперечне армування - ∅ 8 А400С з кроком 200 мм.

3.3.2.4 Розрахунок залізобетонної балки

Розраховується балка, що слугує опорою для металевих конструкцій покриття. Модель балки після імпорту в програму Балка (ПК Мономах) особливих коригувань не потребує.

Прийняті такі основні параметри:

– бетон класу С20/25;

– поздовжня арматура класу А400С;

– поперечна арматура класу А240С.

У результаті розрахунку отримані графічні матеріали (див. рис. 3.22-3.24) відповідно до яких проектується балка.

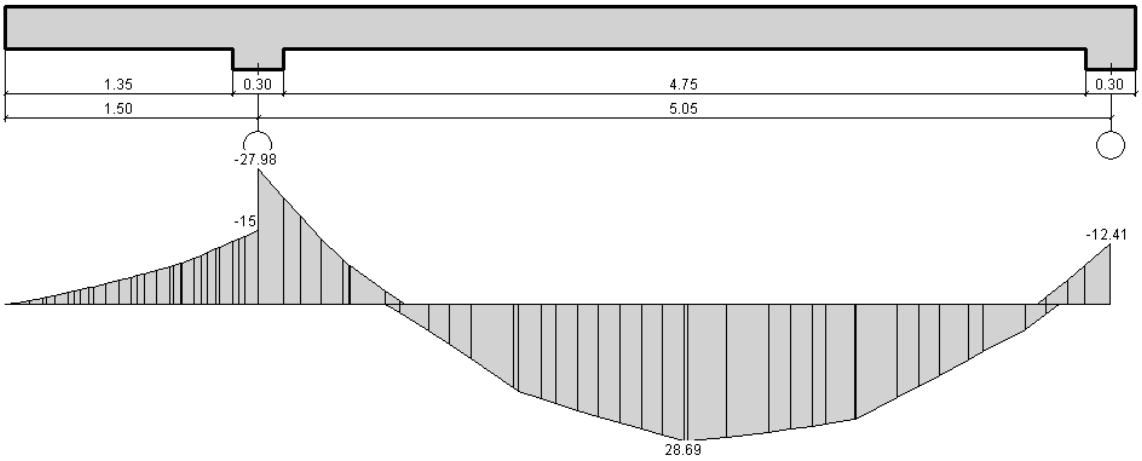


Рисунок 2.22 – Епюра моментів, кНм

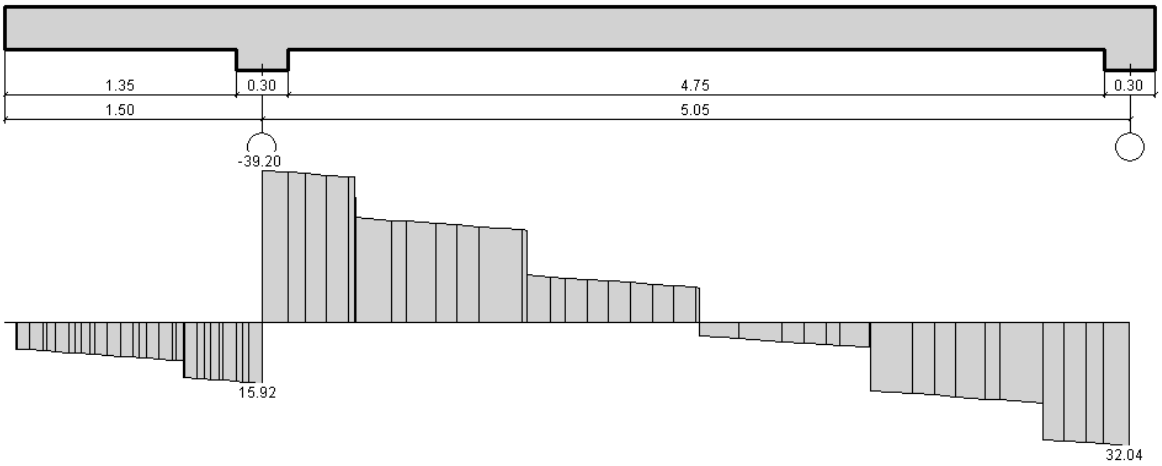


Рисунок 3.23 – Епюра поперечних сил, кН

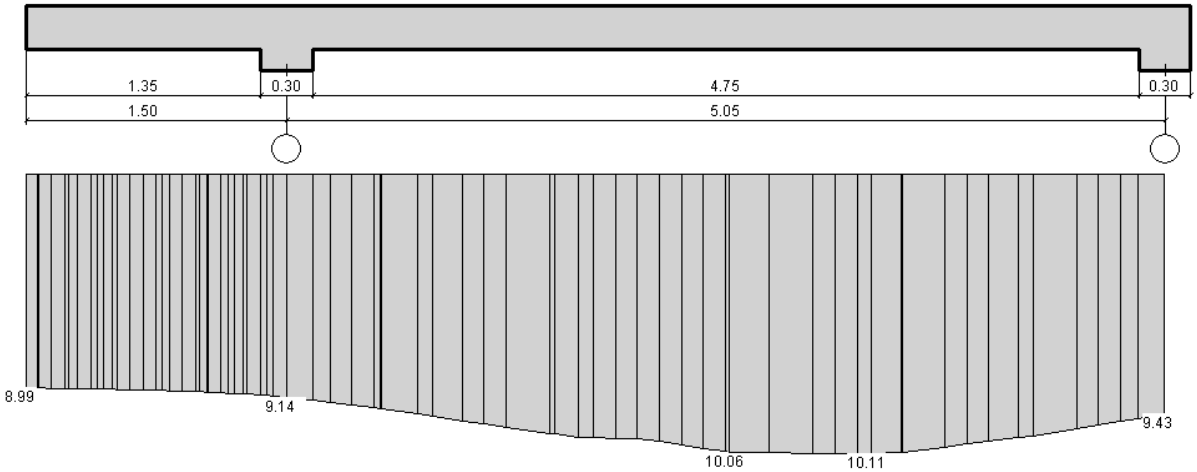


Рисунок 3.24 – Вертикальні переміщення, мм

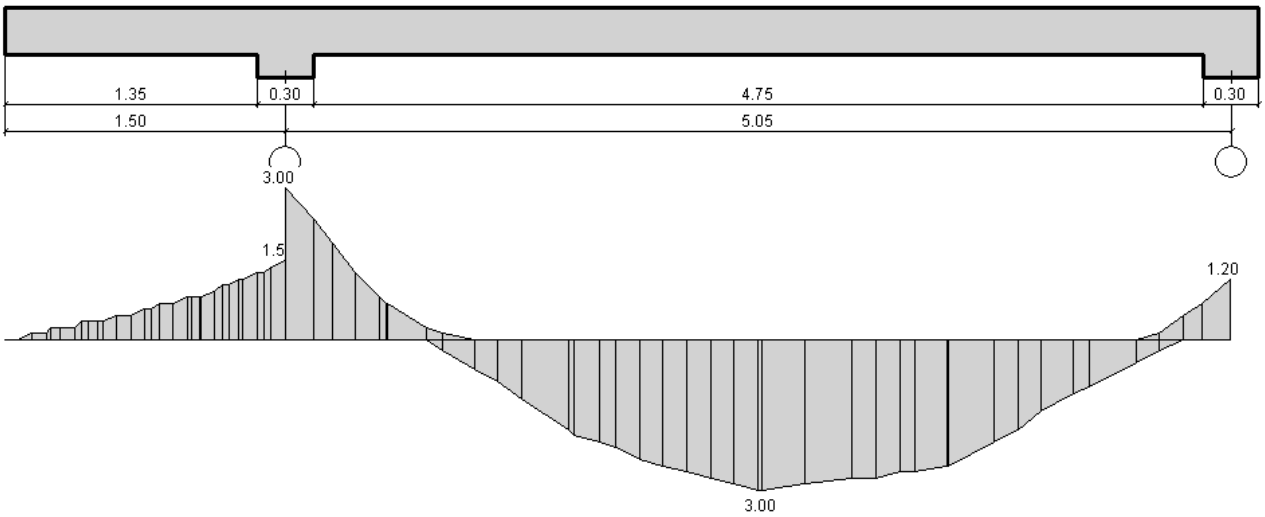


Рисунок 2.25 – Поздовжнє армування, см^2

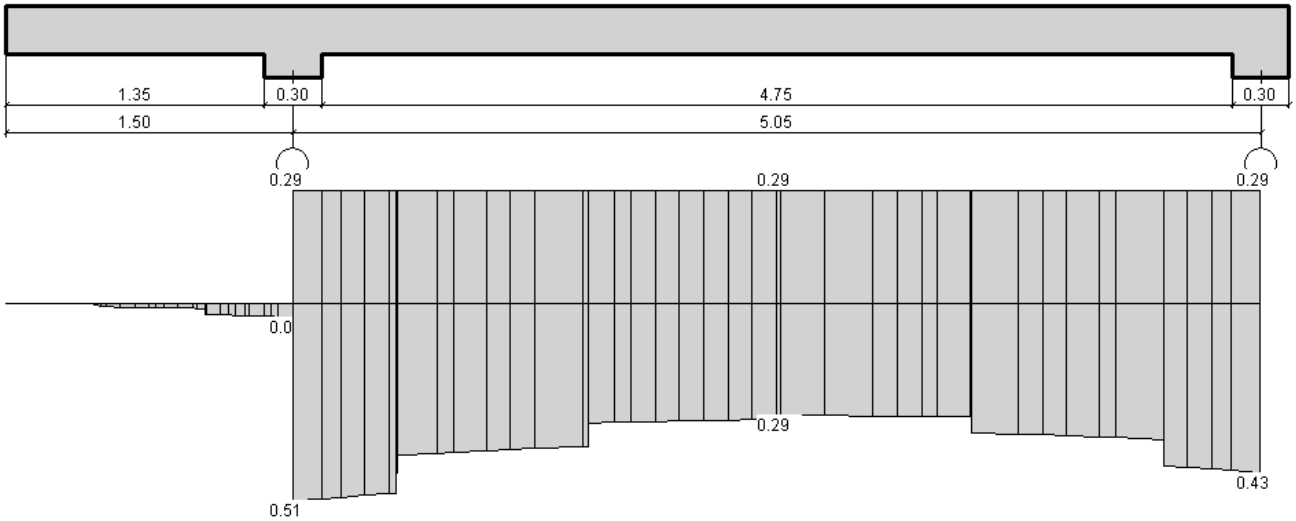


Рисунок 3.26 – Поперечне армування, см^2

Прийнято наступне армування:

– Верхня зона – 2∅10 А400С по довжині балки + 2∅10 А400С L=1000 мм в місці примикання лівої опори.

– Нижня зона - 2∅14 А400С.

Поперечне армування - ∅ 6 А240С з кроком 200 мм (конструктивно).

Висновки до розділу 3

1. Розроблено скінченноелементні моделі просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі для дослідження їх роботи при дії різного виду навантажень.

2. Враховано різні види всіх діючих навантажень та змодельовано роботу просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.

3. Побудовано ізополя напружено-деформованого стану просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу від дії зовнішніх впливів.

4. На підставі отриманих даних, розроблено конструктивні рішення основних несучих елементів просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу.

РОЗДІЛ 4. ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВЕЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА

4.1 Організаційно-технологічні схеми виробництва

Організація будівельного виробництва повинна забезпечувати цілеспрямованість всіх організаційних, технічних і технологічних рішень на досягнення кінцевого результату – введення об’єкта в експлуатацію з необхідною якістю та у встановлені терміни.

До початку будівництва об'єкта повинні бути виконані роботи та заходи по підготовці будівельного виробництва в обсязі, що забезпечує здійснення будівництва запроектованими темпами, включаючи проведення загальної організаційно – технічної підготовки, підготовки до будівництва об'єкта, підготовки будівельної організації і підготовки до виконання будівельно-монтажних робіт.

При організації будівельного виробництва повинні забезпечуватися:

– узгоджена робота всіх учасників будівельного процесу з координацією їх діяльності генеральним підрядчиком;

– комплексна поставка матеріальних ресурсів;

– виконання БМР з дотриманням технологічної послідовності і технічно -обґрунтованого сумісництва їх з термінами будівництва;

– дотримання правил техніки безпеки.

Будівництво має вестися в технологічній послідовності відповідно до календарного плану, з урахуванням обґрунтованого сумісництва окремих видів робіт.

Забороняється починати роботи по зведенню конструкцій будівлі до повного завершення влаштування підземних конструкцій і зворотної засипки траншей з ущільненням ґрунту до щільності його у природному стані.

Підготовка до будівництва об'єкта передбачає вивчення проектно-кошторисної документації, умов будівництва, розробку ПВР, виконання робіт підготовчого періоду.

4.2 Визначення трудомісткості

4.2.1 Визначення термінів будівництва

Згідно ДСТУ Б А.3.1-22:2013 для розрахунку обрано метод екстраполяції. Документ встановлює термін будівництва для каркасно-монолітних торговельних будівель з загальною площею 1000 м^2 – 8 місяців. Загальна площа проектованого об’єкта становить 946,1 м^2.

Зменшення загальної площі становить: 100% – (946,1×100% / 1000) = 5,4%.

Зменшення тривалості будівництва становить: 5,4% × 0,3 = 1,6%.

Тривалість будівництва становить: 8-0,016×8=6,72=7,98 місяця. Прийнято тривалість будівництва 8 місяців.

4.2.2 Визначення трудомісткості робіт

Основні тривалості будівництва об'єкта:

– Нормативна тривалість будівництва об'єкта, становить 8 місяців;
– Фактична тривалість об'єкта становить 162 дні.

Таблиця 4.1 – Визначення трудомісткості робіт

№ з/п	Найменування робіт і процесів	Одиниця вимірю-вань	Об'єм робіт	Трудо-витрата, люд-год.	Трудо-місткість, люд-дн.
1	2	3	4	5	6
1	Підготовчий період	%	5	682,303	85,288
2	Розробка ґрунту екскаватором	1000 м^3	0,970	49,570	6,196
3	Зачистка котловану	100 м^3	0,539	194,730	24,341
4	Водовідлив з котлованів	100 м^3	0,620	114,680	14,335
5	Влаштування підготовки	100 м^3	0,309	68,410	8,551
6	Влаштування фундаментів	100 м^3	1,618	475,040	59,380
7	Зворотня засипка ґрунту	1000 м^3	0,624	82,380	10,298
8	Влаштування колон І-го поверху	100 м^3	0,093	158,060	19,758
9	Влаштування діафрагм І-го поверху	100 м^3	0,250	250,435	31,304

10	Влаштування балок І-го поверху	100 $м^3$	0,013	154,920	19,365
11	Влаштування перекриття над І-им поверхом	100 $м^3$	0,244	489,000	61,125
12	Влаштування колон ІІ-го поверху	100 $м^3$	0,081	158,060	19,758
13	Влаштування діафрагм ІІ-го поверху	100 $м^3$	0,250	250,435	31,304
14	Влаштування балок ІІ-го поверху	100 $м^3$	0,013	154,920	19,365
15	Влаштування перекриття над ІІ-им поверхом	100 $м^3$	0,220	440,100	55,013
16	Власштування колон ІІІ-го поверху	100 $м^3$	0,009	15,806	1,976
17	Власштування стін з газоблоків	1 $м^3$	142,750	865,840	216,460
18	Власштування перегородок з газоблоків	1 $м^3$	139,900	131,920	32,980
19	Влаштування перегородок звукоізоляційних алюмінієвих сплавів	100 $м^2$	0,256	90,020	11,253
20	Монтаж перегородок збірно-розбірних зі склінням	100 $м^2$	1,482	716,190	89,524
21	Опорядження стін європанелями	100 $м^2$	3,692	891,830	111,479
22	Встановлення зовнішніх інвентарних риштувань	100 $м^2$	6,256	429,975	53,747
23	Монтаж фасадних елементів	100 $м^2$	5,765	2785,040	696,260
24	Зняття зовнішніх інвентарних риштувань	100 $м^2$	6,256	429,975	53,747
25	Заповнення віконних прорізів круглими готовими блоками	$м^2$	0,035	6,580	0,823
26	Заповнення дверних прорізів готовими дверними блоками	100 $м^2$	0,321	43,880	5,485
27	Улаштування покрівлі з об'ємної шашки та фальцу	100 $м^2$	4,292	270,520	33,815
28	Влаштування покрівлі (тераса)	100 $м^2$	1,786	389,420	97,355
29	Влаштування підлог І-го та ІІ-го поверхів	100 $м^2$	4,650	3538,320	884,580
30	Електротехнічні роботи	%	4,5	614,073	76,759
31	Благоустрій	%	5	682,303	85,288
32	Здача об'єкту в експлуатацію	%	1	136,461	17,058

4.3 Календарний план будівництва

Календарний план є проектною розробкою визначальною послідовністю виконання будівельних процесів на зведення будівельного об'єкта.

Задача календарного плану полягає в організаційній і технологічній ув'язки робіт із урахуванням раціонального забезпечення цих робіт всіма видами

трудових і матеріально-технічних ресурсів, дотримання встановлених термінів введення об'єкта в дію і організації виробництва робіт безперервними потоками.

На підставі календарного плану ведуть контроль за ходом роботи і координують роботу виконавців. Вихідними даними для складання календарного плану є нормативні трудомісткості на окремі види робіт за кошторисом. На основі наявних кошторисних трудомісткостей, шляхом підсумовування трудовитрат на окремі види робіт отримуємо укрупнений список трудовитрат, відповідний традиційної технології будівництва.

Будівництво груп об'єктів ведеться із застосуванням послідовно-паралельного методу організації робіт.

4.4 Будівельний генеральний план

4.4.1 Обґрунтування прийнятих рішень по будгенплану

Будгенплан є основним документом проекту виконання робіт (ПВР). Він являє собою план будівельного майданчика, на якому окрім проектованих будівель, показано розташування тимчасових будівель і споруд, комунікацій і доріг, майданчиків складування і монтажного крана. Тимчасові будівлі зводяться в підготовчий період будівництва і виділяються на будгенплані умовними позначеннями.

Раціональне використання будівельного майданчика:

– обсяг будівництва тимчасових будівель і споруд повинен бути мінімальним;

– розміщувати тимчасові будівлі і споруди необхідно, згідно, техніки безпеки і протипожежним норм;

– протяжність мереж тимчасового водопостачання і енергопостачання повинна бути мінімальною;

– тимчасові дороги та майданчики складування потрібно розміщувати, так щоб число переміщень будівельних вантажів було мінімальним.

Вихідними даними для складання будгенплану є:

– генплан ділянки;

– календарний план зі зведеним графіком потреби в робочих;

– перелік будівельних машин і механізмів;

– відомість потреби будівельних конструкцій і матеріалів;

– нормативні дані з проектування будгенплану.

При в'їзді на будмайданчик встановлюється щит, схеми будмайданчика із зазначенням будівельно-монтажних бригад, начальника дільниці, виконроба і майстра.

Розрахунок будгенплану здійснюється в наступній послідовності:

1. Нанесення існуючих споруд, під'їзних шляхів та інженерних мереж.

2. Попереднє визначення кордонів будгенплана.

3. Виконання розрахунків інвентарних будівель і складського господарства.

4. Розташування інвентарних, адміністративних виробничих приміщень.

5. Нанесення трас внутрішніх тимчасових доріг, проїздів підходів.

Визначення та нанесення тимчасових мереж енергопостачання та водопостачання будівельного майданчика, телефонізація та диспетчерський зв'язок.

4.4.2 Схема руху транспорту і схема тимчасових доріг

Схема повинна забезпечити під'їзд в зону дії монтажних і вантажно - розвантажувальних механізмів, до засобів вертикального транспорту, складі, побутових приміщень. Будівельні дороги повинні бути кільцевими або з розворотного, майданчиками. При трасуванні доріг повинні дотримуватися мінімальні відстані, м:

– між дорогою і складським майданчиком - 0,5...1,0;

– між дорогою і траекторією руху крана - 6,5... 12,5;

– між дорогою і парканом, огороджувальних будівельний майданчик, - не менше 1,5;

– між існуючим будинком і небезпечною зоною роботи крана - 1,5...2 (якщо умова не дотримується, слід обмежити роботу крана в цьому напрямку шляхом попереджуючих знаків).

На будгенплані повинні позначатись відповідними умовними знаками в'їзди транспорту, напрямку руху, стоянки при розвантаженні, розміри прив'язок, місця установки знаків.

Забезпечений під'їзд в зону дії монтажних і вантажно-розвантажувальних механізмів та складів. Будівельні дороги – з розворотним майданчиком. Відстань між дорогою і складської майданчиком – 1 м. Ширину проїжджої частини прийнято для односмугових доріг - 3,5 м. Радіуси заокруглення доріг: виходячи з маневрових властивостей автомашин. Будівельні тимчасові дороги прийнято з гравійним покриттям.

4.4.3 Розрахунок сумарної потреби в електроенергії для будівельного майданчика

Електропостачання будмайданчика здійснюється від проектної ТП.

$$P = \frac{1{,}1}{\cos\Psi}\left(K_1 \cdot \sum P_1 + K_2 \cdot \sum P_2 + K_3 \cdot \sum P_3 + K_4 \cdot \sum P_4\right) =$$

$$= \frac{1{,}1}{0{,}75}[1 \cdot (9 \cdot 1 + 1 \cdot 2) + 1 \cdot 0 \cdot 1 + 1 \times 0{,}25 + 1 \cdot 0{,}4] = 17{,}3\ кВт$$

1,1 – коефіцієнт, що встановлює втрати потужності в мережах;

K_1 , K_2 , K_3 , K_4 – коефіцієнти одночасності, залежності від виду і кількості споживачів; приймаються 0,6…1;

P_1 – силова потужність, що споживається будівельними машинами, інструментами, механізмами, кВт:

- Апарати зварювальні, потужність 9 кВт (1 шт.);
- Агрегати фарбувальні високого тиску для фарбування поверхонь конструкцій, потужність 1 кВт (2 шт.).

P_2 – споживана потужність на технологічні потреби (електропідігрів бетону), кВт: електропідігрів не використовується (0 кВт).

P_3 =0,25 – споживана потужність для внутрішнього освітлення приміщень, кВт;

P_4 – споживана потужність для зовнішнього освітлення шляхів, проїздів, фронту робіт, кВт: охоронне освітлення по периметру – 0,5 кВт;

$\cos\Psi$ – коефіцієнт потужності, в середньому рівний 0,75.

4.4.4 Розрахунок водопостачання для будівельного майданчика

Для розрахунку прийнято наступні дані:

Кількість змін – 2;

Кількість автомашин – 1;

Кількість працюючих – 7 (середня кількість по календарному графіку);

Приготування вапняного, цементного та інших розчинів – 300 л/м^3;

Малярні роботи – 1 л/м^2.

а) Витрата води для виробничих потреб:

$$Q_1 = K_1 \frac{q_1 \cdot n_1 \cdot K_j^{'}}{t_1 \cdot 3600} = 1{,}2 \frac{(400 \cdot 1 + 300 \cdot 5 + 1 \cdot 100) \cdot 1{,}5}{8 \cdot 3600} = 0{,}13\ л/с.$$

б) Витрата води на господарсько-побутові потреби:

$$Q_2 = K_2 \frac{q_2 \cdot n_2 \cdot K_2}{t_1 \cdot 3600} + \frac{q_2^{'} \cdot n_2^{'}}{t_2} = 1{,}5 \frac{15 \cdot 7 \cdot 1{,}5}{8 \cdot 3600} + \frac{30 \cdot 4}{45 \cdot 60} = 0{,}06\ л/с.$$

Водопостачання для виробничих і господарсько-побутових потреб здійснюється від існуючого водопроводу.

Потреби в теплі та стиснутому повітрі немає.

4.4.5 Розрахунок потреби в тимчасових будівлях

Потреба в тимчасових побутових і адміністративних приміщеннях визначена по укрупнених нормативних показниках табл. 5 «Посібника з розробки ПОБ і ПВР» згідно [5].

Максимальна чисельність працюючих на будівельній ділянці 17 чол., в тому числі:

А=17 чол. - кількість робітників;

Б=3 чол. – кількість службовців, охорони;

$А_i$=А×0,7=17×0,7=12 чол. – кількість робітників в найбільш чисельну зміну;

В=А×0,7+Б×0,8×0,5=13 чол. – кількість працюючих у найбільш чисельну зміну;

Г=Б×0,5=3×0,5=2 чол. – кількість службовців і охорони, які приймаються при розрахунку контор.

Медичне обслуговування робітників відбувається за місцями їх прописки та при знаходженні у відрядженні за місцем тимчасового проживання.

Загальна потреба будівництва в тимчасових побутових приміщеннях:

1. Прорабська – 8 $м^2$;
2. Гардеробна – 11,9 $м^2$;
3. Душова – 9,18 $м^2$;
4. Умивальна – 3,4 $м^2$.

4.4.6 Підбір крана та визначення зон впливу

Небезпечні зони доріг – ділянки доріг, по яких здійснюється рух транспортних засобів. Вони повинні бути позначені сигнальними орієнтирами, плакатами.

Будівельно-монтажні роботи організовуються таким чином, щоб на період будівництва, всі виконувалися почергово, без простоїв крана. Причому кран виконує всі види робіт на даний період не змінюючи місце стоянки, що призводить до економії часу. У зв’язку з обмеженою площею будівельної площадки монтаж конструкцій виконується з коліс.

Вибір крана проводиться на підставі необхідних робочих параметрів, які визначаються на основі монтажних характеристик.

Необхідно підібрати наступні параметри: вантажопідйомність, виліт стріли та її висоту підйому.

Висота підйому стріли:

$$H = H_м + H_{ел} + H_з + H_{стр} + H_{пол} = 7,5 + 5,46 + 1 + 0,5 + 1,5 = 15,96 \text{ м},$$

де $H_м$ – рівень монтажної відмітки, на яку монтується елемент, м;

$H_{ел}$ – висота монтажного елементу, м;

$H_з$ = 0,5-1 м – запас за висотою, що вимагається за умовами безпеки монтажу, м;

$H_{стр} = 0,5$ м – висота стропування, тобто відстань від верху монтованого елемента до гака крана;

$H_{пол}$ – висота поліспаста (мінімальна відстань від гака крана до стріли крана), $H_{пол} \approx$ 1,5-2 м.

Прийнято висоту підйому стріли 16 м.

Виліт стріли:

$$L = L_{буд} + L_{зап} + \frac{1}{2} L_{ш.к.} = 7 + 0,7 + \frac{1}{2} 4,5 = 9,95 \text{ м},$$

де $L_{буд}$ – ширина будівлі, м;

$L_{зап} = 0,7$ м – мінімально допустима відстань між будівлею та поворотною частиною крана, м;

$L_{ш.к.}$ = 4,5 м – середня ширина будівельного крана (параметр уточнюється у разі підбору крана з більшими геометричними характеристиками), м;

Прийнято виліт стріли 10 м.

Вантажопідйомність:

$$P_м = P_e + \sum P_{пр} = 1,07 + 0,3 = 1,37,$$

де P_e – маса елемента, т;

$\sum P_{пр} = 0,3$ т – маса стропуючих пристроїв і пристосувань, встановлених на монтуємому елементі до підйому.

Для будівельно-монтажних робіт приймаємо самохідний гусеничний кран кран КТА-18 з технічними характеристиками, що подані в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Характеристики крана КТА-18

Найменування показника	Значення
Довжина стріли, м	9-21
Виліт, м: – найменший	 2,85
– найбільший	18,9
Вантажопідйомність, т – При найбільшому вильоті – При найменшому вильоті	 2,4 18,0
Тип стріли	телескопічна
Висота підйому гака, м: – при найменшому вильоті – при найбільшому вильоті	 22,0 10,0
Потужність двигуна, кВт	105,8
Габарити, м (довжина × ширина × висота)	12,0×4×2,5
Маса крана, т	11,4

Робоча зона (простір, що знаходиться в межах лінії, описуваної гаком крана): з крайніх стоянок крана проводяться півкола радіусом рівним 8 м.

Зона переміщення вантажу (простір, що знаходиться в межах можливого переміщення вантажу, підвішеного на гаку крана): з крайніх стоянок крана проводяться півкола радіусом рівним вильоту стріли плюс половина довжини найдовшого переміщуваного вантажу.

R=10+14,15=24,15 м.

Небезпечна зона роботи крана (простір, де можливе падіння вантажу при його переміщенні з урахуванням ймовірного розсіювання при падінні) (згідно ДБН А.3.2-2-2009 до траєкторії переміщення максимальних габаритів вантажу в разі його падіння слід додати 2 м).

R=10+14,15+2=26,15 м.

Висновки до розділу 4

1. Визначено обсяги будівельно-монтажних робіт їх трудомісткість і машиноємність, а також потребу в будівельних матеріалах та конструкціях при зведенні торгово-офісної будівлі в місті Тернопіль.
2. Розроблено календарний графік та будівельний генеральний план зведення торгово-офісної будівлі. Визначено основні техніко-економічні показники та термін будівництва.

РОЗДІЛ 5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Основні положення з охорони праці

Охорона праці на будмайданчику забезпечує собою дотримання техніки безпеки, трудового законодавства та санітарії. Перелічені пункти забезпечують безпечні та здорові умови праці при виконанні будівельно-монтажних робіт.

Для ведення безпечного будівництва будівельна площадка повинна задовільняти вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві». Роботи з використанням будівельних кранів повинні виконуватись згідно НПАОП 0.00-1.01-07 «Правила будови і безпечної експлуатації вантажопідіймальних кранів».

Границю будівельної площадки і небезпечну зону роботи крана позначити добре видимими попереджувальними знаками безпеки і написами встановленої форми згідно ГОСТ 12.4.026-76* «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности» та ДСТУ ISO 6309:2007 «Протипожежний захист. Знаки безпеки».

Небезпечні зони потрібно огородити, або поставити на їхніх межах попереджувальні написи і сигнали, які було б видно у день і вночі.

Для потреб пожежогасіння під час будівництва встановити щити з протипожежним інвентарем, бочки з водою, ящики з піском.

5.2 Вимоги з техніки безпеки

Адміністрація до початку будівництва повинна узгодити дозвіл на будівництво з технічною інспекцією, санстанцією, пожнаглядом.

Усі особи, що знаходяться на будівельному майданчику зобов'язані носити захисні каски по ГОСТ 12.04.087-84. Перед допуском до роботи нових робочих їм повинно бути забезпечено навчання і проведення інструктажу по техніці безпеки у відповідності з ГОСТ 12.0.004-79. Повторний інструктаж необхідно проводити

не менше одного разу на три місяці. Керівництво не пізніше 1-го місяця з дня зачислення робочих в штат зобов'язані навчити їх безпечних методів виконання робіт.

5.3 Організація будівельного майданчика і робочих місць

Зони постійно діючих небезпечних виробничих факторів повинні бути огороджені у відповідності з ГОСТ 23407-78.

Зони потенційно діючих небезпечних виробничих факторів потрібно огороджувати сигнальною огорожею у відповідності з ГОСТ 23407-78.

Межі небезпечних зон поблизу рухомих частин робочих органів машин визначають відстанню в межах 5 м.

Будівельний майданчик в населених місцях повинен бути огородженим у відповідності з ГОСТ 23407-78. Огородження, що примикають до місць масового проходу людей необхідно обладнати суцільним захисним козирком.

Пожежна безпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватись у відповідності з вимогами ДБН В1.1-7-2002 «Пожежна безпека об'єктів будівництва».

Електробезпека на будівельному майданчику повинна забезпечуватись у відповідності з ГОСТ 12.1.004-78.

Будівельний майданчик, робочі місця, проїзди повинні бути освітленими у відповідності з інструкцією по проектуванню електричного освітлення.

Колодязі, шурфи та інші виїмки повинні бути закритими міцними щитами або огороджені. В темний час доби огородження повинно позначатись сигнальними лампами напругою не більше 42 В.

Біля в'їзду на площадку повинна бути встановлена схема руху засобів транспорту.

Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше 60 см, а висота проходів у світлі - не менше 180 см.

Входи в проектовану будівлю, повинні бути захищеними зверху суцільним навісом шириною не менше ширини входу з вильотом на відстані не менше 2 м від стіни будинку. Кут, утворений між навісом (над входом) і стіною, що вище нього повинен бути в межах 70-75°.

Прорізи в перекриттях повинні бути закриті суцільним настилом або мати огородження.

Не допускається користуватися відкритим вогнем в радіусі менше 50 м від місця застосування і складування матеріалів, що містять легкозаймисті або вибухонебезпечні речовини.

При суміщенні робіт по одній вертикалі нижче розміщені робочі місця повинні бути обладнані відповідними захисними улаштуваннями (настили, сітки, козирки), встановленими на відстані не більше 6 м по вертикалі від вищерозміщеного робочого місця.

Пиловидні матеріали належить зберігати в закритих ємкостях, приймаючи міри проти розпилювання в процесі навантаження та розвантаження.

Матеріали, які містять шкідливі або вибухонебезпечні розчини необхідно зберігати в герметично закритій тарі.

5.4 Вказівки з безпечного провадження робіт для мулярів

Кладка стін на рівні перекриття повинна виконуватись з риштування, яке знаходиться на нижньому поверху.

При кладці першого ярусу стін (починаючи з другого поверху) безпосередньо з перекриття муляри повинні працювати зі страхуючими поясами. Страхуючий пояс кріпити карабіном за трос, натягнутий уздовж зовнішніх стін. Відстань від стіни до троса - 800 мм.

Забороняється залишати матеріали та інструменти на стінах під час перерви.

Між стіною, складеними матеріалами і встановленим інвентарем, потрібно залишати прохід шириною не менше 60 см.

До встановлення фасадної системи віконні і дверні прорізи огородити.

В інших випадках виконувати вимоги ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека в будівництві».

5.5 Встановлення риштувань

Встановлення риштувань виконують від кута будівлі. Послідовність монтажу елементів є поетапною згідно паспорта та інструкції з експлуатації. Стійки-портики встановлюють на опорні підкладки січенням не менше 5×20 см при довжині 1,5 м.

Риштування кріпляться до стіни, не менше одного кріплення на 20 м^2 проекції риштувань на стіну.

Для підйому і спуску людей риштування повинні бути обладнані драбини по ГОСТ 26887-86, розміщеними на відстані не більше 40 м одна від одної. Риштування довжиною більше 40 м повинні бути обладнані не менше ніж двома драбинами. Кут нахилу драбини до горизонтальної площини повинен бути не більше 60°.

5.6 Розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотньої засипки

Розрахунок виконується згідно [6]. Ущільнення виконують протягом усієї зміни. Ніякий інший вібронебезпечний інструмент для ущільнення не застосовують.

У якості машини для ущільнення прийнята віброплита Wiber UGMS-12:

- частотою вібрації – 100 Гц;
- вібраційне прискорення на ручки машини – U_1=210 м/с^2.

Нормативне значення вібраційного навантаження при локальній дії протягом зміни визначаємо згідно табл. 12 [6]. Для найближчого значення частоти - 125 Гц нормативне значення складає U=10,7 м / с^2.

Коректоване почастотне значення контрольованого параметра U:

$$\tilde{U} = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} (U_i \cdot K_i)^2} = 210 \cdot 0{,}125 = 26{,}3 \text{ м/с}^2,$$

де K_i=0,125 - ваговий коефіцієнти і-тої частотної смуги для середнього квадратичного значення контрольованого параметра (прийнято для найближчого значення частоти - 125 Гц).

Оскільки $\tilde{U} = 26{,}3$ м/с^2 > U=10,7 м/с^2, то необхідну тривалість роботи необхідно зменшити. Розрахункове значення більше нормативного в 2,5 рази.

Згідно табл. 2.6 [6] обираємо допустиму тривалість роботи. Для найбільш близького перевищення - 2,8 рази допустима тривалість роботи становить 120 хв.

5.7 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Торговий центр (далі – ТЦ), як і будь-яка цивільна будівля з великою кількістю людей, що в ній перебувають, стикається з істотної суспільною відповідальністю за цілий ряд ризиків: від нещасних випадків до ризику виникнення пожежі. Пожежна безпека зокрема не є новою віхою в забезпеченні загальної безпеки масових скупчень людей.

Сходові клітки проектованої будівлі необхідно обладнати системами управління димом з метою підтримання вільного від диму шляху евакуації. Також будівля повинна обладнуватись сучасними системами мовного оповіщення та аварійного освітлення, що відіграє життєво важливу роль в загальній моделі протипожежного захисту.

З погляду пожежної безпеки, ТЦ, як правило, найбільш складна структура дрібних приміщень, що є непростим об’єктом для забезпечення зв'язку між активними системами, такими як, автоматичні системи пожежогасіння, управління димом, резервні джерела живлення, аварійного освітлення і системи автоматичного оповіщення центрів пожежогасіння міста.

ТЦ по вул. Шептицького, 6, як і будь-який інший центр роздрібної торгівлі ставить ряд проблем всі з яких мають бути враховані в процесі проектування і

будівництва, а саме – системи виявлення та знешкодження осередків пожежі на її початкових стадіях для забезпечення максимальної безпеки пасажирів ліфта, клієнтів та персоналу торгових приміщень. При цьому бажано зберегти цілісність будівлі, де це можливо.

Проектована будівля є нетиповим рішенням сучасного ТЦ, і передбачає установку ряду систем, багато з яких працюють в поєднанні одна з одною у разі надзвичайної ситуації пов'язаної з пожежею.

Будівля обладнується системи виявлення і оповіщення пожежі LoopSense, що розроблена у відповідності із прийнятим у Великобританії стандартом пожежної безпеки BS 5839-1:2013 та відповідає вимогам «Правил улаштування, експлуатації та технічного обслуговування систем раннього оповіщення надзвичайних ситуацій та оповіщення людей у разі їх виникнення», затверджених наказом МНС України від 15.05.2006 р. №288. LoopSense використовує мережевий ряд інтелектуальних адресних панелей разом з комбінацією інтелектуальних адресних димових і теплових датчиків, сповіщувачів та інтерфейсів, які об'єднують широкий спектр пристроїв і механізмів, таких як кондиціонер, пожежні заслінки і спринклерні системи в єдину систему виявлення пожежі і протипожежного захисту.

У цілому площа ТЦ захищена інтелектуальною системою точкового типу оптичних датчиків диму. Система виявлення сполучена з системою оповіщення, так що, у випадку пожежі в будь одній зоні, система передає повідомлення до цієї зони, плюс у сусідні зони.

У ТЦ і роздрібних торгових точках, будівельні норми і правила підкреслили важливість обладнання будівель системами забезпечення безпеки життєдіяльності. ТЦ по вул. Шептицького, 6 володіє загальною площею 994,1 м^2, що може представляти високий ризик при певній кількості людей, розподілених по всій будівлі в будь-який момент часу.

Час евакуації для торгових центрів може бути тривалим. Багато що залежить від ефективності персоналу, щоб керувати процесом евакуації та системами безпеки, яка включає в себе ряд елементів: системи виявлення пожежі,

у тому числі ручні сповіщувачі, електронні датчики диму і температури, які активують звукові сигнали тривоги та можуть бути запрограмовані, щоб попередити місцеві центри пожежогасіння автоматично. Для гасіння пожежі, будівля повинна обладнуватись також ручними вогнегасниками, які є частиною загальної системи пожежогасіння.

Захисні заходи включають в себе автоматичне відключення систем вентиляції та ліфтів і поділ будинку на райони вільні від диму.

Будівля обладнується двома ліфтами моделі Gen2 Comfort, які виділяються з поміж інших підвищеною безпекою транспортування. Дана модель ліфта оснащена запатентованою система евакуації, що працює від акумуляторної батареї, з електронним контролем швидкості руху кабіни, яка сприяє безпечній і швидкій евакуації застряглих в кабіні пасажирів у випадку відключення електроенергії. З метою підвищення безпеки гальмівна система лебідки оснащена двома датчиками, аби не допустити рух ліфта до того, як гальмо буде повністю розблоковано. Якщо кабіна зупинилася між поверхами спеціальний пристрій, запобігає відкриванню дверей та запобігає їх відкриванню зсередини кабіни пасажирами.

Будівля ТЦ спроектована так, щоб люди які знаходяться на першому поверсі мали вихід з кожного торгового приміщення окремо – кожне таке приміщення має свій вхід-вихід з будівлі та відокремлене перегородками з негорючих матеріалів від інших приміщень. Така система забезпечує високу швидкість евакуації для першого поверху та дозволяє не навантажувати евакуаційні виходи, що призначені для другого і третього поверхів. План евакуації повинен узгоджуватись з місцевим центром будівельного контролю та територіальною інспекцією цивільного захисту, і забезпечувати надійність евакуації протягом усього терміну експлуатації ТЦ.

Висновки до розділу 5

1. Розглянуто та проаналізовано комплекс заходів з охорони праці при зведенні торгово-офісної будівлі в місті Тернопіль.
2. Виконано розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотньої засипки пазух фундаментів.
3. Запропоновано ряд заходів щодо забезпечення безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Запроектовано об’ємно-планувальні та конструктивні рішення торгово-офісної будівлі в місті Тернопіль з урахуванням сучасних тенденцій та архітектурної виразності об’єкту.
2. Виконано моделювання робота та розрахунок фундаментної плити будівлі, а також визначено її осідання під дією навантаження.
3. Розроблено скінченноелементні моделі просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі для дослідження їх роботи при дії різного виду навантажень.
4. Враховано різні види всіх діючих навантажень та змодельовано роботу просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу торгово-офісної будівлі.
5. Побудовано ізополя напружено-деформованого стану просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу від дії зовнішніх впливів.
6. На підставі отриманих даних, розроблено конструктивні рішення основних несучих елементів просторової конструкції покриття та монолітного залізобетонного каркасу.
7. Виконано розрахунок вібраційного впливу при ущільненні ґрунту на етапі зворотньої засипки пазух фундаментів.

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. Навантаження і впливи: ДБН В.1.2-2:2006. – [Чинний з 2007-01-01]. – Мінрегіонбуд України, 2006. – 49с. – Державні будівельні норми України.
2. Будівельна кліматологія: ДСТУ-Н Б В.1.1–27: 2010. – [Чинний з 2011-11-01]. – Мінрегіонбуд України. – К.: Укрархбудінформ, 2011. – 123 с. – Національний стандарт України.
3. Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. Зміни №1-10: ДБН 360-92** – [Чинний від 2014-01-01] - К.: Мінрегіонбуд України, 2002. – 136 с. – Державні будівельні норми України.
4. Основи та фундаменти споруд: ДБН В.2.1-10-2009. - [Чинний з 2009-07-01]. – Мінрегіонбуд України, 2009. – 161с. – Державні будівельні норми України.
5. Організація будівельного виробництва: ДБН А.3.1-5-2009 – [Чинний з 2009-12-25]. –Мінрегіонбуд України, 2011. – 67с. – Державні будівельні норми України.
6. Жидецький В. Ц. Основи охорони праці. — Вид. друге, стериотипне. Джигирей В. С., Мельников О. В. — Львів: Афіша, 2000. — 348 с.
7. Збірник показників емісії (питомих викидів) забруднюючих речовин в атмосферне повітря різними виробництвами. Том 1-3. Донецьк: Український науковий центр технічної екології, 2004. – 178 с.
8. ДБН В.2.6.-98:2009. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2009. – 97с.
9. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування // Мінрегіонбуд України, Київ, 2010. – 166с.
10. Проектирование железобетонных сборно-монолитных конструкций. Справочное пособие к СНиП. – М: Стройиздат, 1991. – 68 с.
11. Рекомендации по обеспечению долговечности и надежности строительных конструкций гражданских зданий из камня и бетона с помощью

композиционных материалов // НИЛЭП Одесского инженерно-строительного института. М., -1988. – С.43–52.

12. Семенюк С.Д. Расчет прочности нормальных сечений изгибаемых железобетонных элементов, усиленных наращиванием сжатой зоны, при действии малоцикловых нагружений / С.Д. Семенюк, Ю.Г. Болошенко // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: збірник наукових праць. – Рівне, 2012. – Вип. 23 – С. 523 – 532.
13. Сталь арматурная. Методы испытания на растяжение: ГОСТ 12004-81*. – М.: Издательство стандартов, 1986. – 14 с.
14. Пиндус Ю.І. Скінченноелементне моделювання підсилення згинальних залізобетонних конструкцій вуглепластиковою стрічкою / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: зб. наук. пр. – Рівне: НУВГП, 2014. – Вип. 29. – С. 621 – 629.
15. Kononchuk O., Skyba O.: Computer software system as a tool for simulating the building constructions operation. Monografia. Projekt interdyscyplinarny projektem XXI wieku. Wydawnictwo Naukowe Akademii Techniczno-Humanistycznej w Bielsku-Białej. – 2017. – Tom 1. – pp. 155 – 162.
16. Пиндус Ю.І. Застосування методу скінченних елементів при дослідженні згинальних залізобетонних конструкцій підсилених вуглецевим полотном / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук // Прогресивні матеріали та технології в машинобудуванні, будівництві та транспорті: збірник тез доповідей III наукової конференції механіко-технологічного факультету Тернопільського національного технічного університету імені Івана Пулюя., (Тернопіль, 21 травня 2015 р.). – Тернопіль: Вид-во ТНТУ імені Івана Пулюя, 2015. – С. 7 – 8.
17. Застосування сучасних програмних комплексів при вивченні роботи підсилених залізобетонних конструкцій / Ю.І. Пиндус, О.П. Конончук, А.Б. Ковбасник, І.В. Кузик, А.І. Красовський // Збірник тез доповідей VI Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», 16-17 листопада 2017 року — Т. :

ТНТУ, 2017 — Том І. — С. 123-124. — (Сучасні технології в будівництві, машино- та приладобудуванні).

18. Гандзюк М. П., Желібо Е. П., Халімовський М. О. Основи охорони праці / За ред.. Гандзюка М. П. - К.: Каравела 2003 - 405 с.
19. Ткачук К. Н., Халімовський М. О., Зацарний В.В., та інші. Основи охорони праці: Підручник. -К.: Основа, 2006. -444 с.
20. Справочник по охране труда на промышленных предприятиях, Ткачук К.Н. и др.-К.: Техника, 1991 -285 с.
21. Жидецький В.Ц. Основи охорони праці: Підручник. - К.: Основа, 2002. - 320 с.
22. Савельев П. С. Пожары и катастрофы. -М.: Стройиздат, 1994-432 с.
23. Пожежна безпека. Навч. посіб. /За ред. Рожкова А. П. — К.: Пожінформтехніка, 1999-255 с.
24. Ротань В. Г., Зуб І. В., Стичинський Б. С. Науково-практичний коментар до законодавства України про працю. Восьме видання. Доповнене та перероблене. — К.: Видавництво А.С.К., 2007. - 944 с.
25. Стадницкий Г.В.Экология / Г.В. Стадницкий, А.И. Родионов. — М.: Высшая школа, 1998. — 272 с.
26. Носовський ТА. Основи промислової екології / Т.А. Носов-ський. — К.: ІСДО, 1996. — 80 с.
27. Торочешников Я.С. Техника защиты окружающей среды / Н.С. Торочешников и др. — М. : Химия, 1981. — 368 с.
28. Шариков А.П. Охрана окружающей среды : справочник / А.П. Шариков. — Л.: Судостроение, 1978. — 314 с.
29. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього середовища : навч. посіб. / В.С. Джигирей. — 5-те вид., виправл. і допов. — К. : Т-во "Знання", КОО, 2007. — 422 с.
30. Джигирей В.С. Основи екології та охорона навколишнього природного середовища / В.С. Джигирей, В.М. Сторожук, Р.А. Яцюк. — Л.: Афіша, 2000. — 272 с.

31. Методичні вказівки до виконання дипломних проектів спеціалістів та дипломних робіт магістрів / Розробники: Ковальчук Я.О., Конончук О.П., Дубіжанський Д.І. — Тернопіль : ТНТУ , 2014 — 51 с.
32. Металлические конструкции. Общий курс: Учебник для вузов / Е.И.Беленя, В.А.Балдин, Г.С.Веденников и др.., Под общ.ред. Е.И.Беленя. – 6-е узд., перераб. и доп. – Стройиздат, 1986. – 560 с., ил.
33. Справочник конструктора металлических конструкций // В.Т.Васильченко, А.Н.Рутман, Е.П.Лукьяненко. – 2-е изд., перераб. И доп. – К.: Будивэльнык, 1990. – 312 с.: ил.
34. Мандриков А.П, Примеры расчёта металлических конструкций: Учебное пособие для техникумов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1991. – 431 с.: ил.
35. Клименко Ф.Є., Барабаш В.М. Металеві конструкції: Підручник. – Львів: Світ, 1994. – 280 с.
36. Лёгкие конструкции стальных каркасов зданий и сооружений / М.М.Сахновский. – К.: Будивэльнык, 1984. – 160 с.
37. Лёгкие конструкции одноэтажных производственных зданий / Е.Г.Кутухтин, В.М.Спиридонов, Ю.Н.Хромец. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1988. – 269 с.: ил. – (Справочник проектировщика).
38. Расчёт стальных конструкций: Справочное пособие / Я.М. Лихтарников, Д.В.Ладыженский, В.М.Клыков. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Будівельник, 1984. – 368 с.