

**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)

**КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА**  
на здобуття освітнього ступеня

**магістра**

(освітньо-кваліфікаційний рівень)

на тему: Проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу  
в Івано-Франківську з дослідженням плити перекриття  
на опорних металевих балках

Виконала: студентка 6 курсу, групи МБм-61

напряму підготовки (спеціальності) 192«Будівництво  
та цивільна інженерія»

(шифр і назва напряму підготовки, спеціальності)

Павлючик В.А.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Керівник

к.т.н., доц. Ковальчук Я.О.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Нормоконтроль

ст. викл. Данильченко С.М.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Чубик В.Ф.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

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

Факультет Факультет інженерії машин, споруд і технологій  
(повна назва факультету)

Кафедра Будівельної механіки  
(повна назва кафедри)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

Ясній В.П.

(підпис)

(прізвище та ініціали)

« »

2020 р.

**ЗАВДАННЯ  
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ**

на здобуття освітнього ступеня Магістр  
(назва освітнього ступеня)

за спеціальністю 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва спеціальності)

студенту Павлючик Валерії Андріївні  
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу  
в Івано-Франківську з дослідженням плити перекриття на опорних металевих балках

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

Затверджені наказом ректора від « 28 » вересня 2020 року № 4/7-682

2. Термін подання студентом завершеної роботи 7.12.2020

3. Вихідні дані до роботи Проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу,  
Місце розташування – м. Івано-Франківськ, перекриття – по металевих балках

4. Зміст роботи (перелік питань, які потрібно розробити)

1. Архітектурний розділ. 2. Розрахунково-конструктивний розділ. 3. Науково-дослідна  
частина. 4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень, слайдів)  
8-10 листів формату А1 - плани поверхів, фасади, розрізи, плани фундаменту, деталі  
фундаментів, вузли, плани перекриття, схеми розміщення елементів перекриття

## 6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Каспрук В.Б. доцент		
Безпека в надзвичайних ситуаціях	Стручок В.С. ст. викладач		
Нормоконтроль	Данильченко С.М. ст. викладач		

7. Дата видачі завдання 29.09.2020

## КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів роботи	Термін виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурний розділ	12.10.2020	
2.	Розрахунково-конструктивний розділ	26.10.2020	
3.	Науково-дослідна частина	9.11.2020	
4.	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	02.12.2020	
5.	Графічне оформлення креслень	4.12.2020	

Студент

---

(підпис)

Павлючик В.А

---

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи

---

(підпис)

Ковальчук Я.О.

---

(прізвище та ініціали)

## Зміст

<b>Вступ</b> .....	<b>5</b>
<b>РОЗДІЛ 1 Архітектурно-будівельний розділ</b> .....	<b>8</b>
1.1 Дані про район і ділянку будівництва .....	8
1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва.....	8
1.1.2 Кліматичні умови.....	9
1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки .....	10
1.2 Генеральний план .....	10
1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення.....	10
1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів .....	12
1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки.....	12
1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану .....	13
1.3 Архітектурно-планувальні рішення.....	14
1.3.1 Характеристика функціонального процесу.....	14
1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування .....	15
1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення .....	19
1.3.4 Техніко-економічні показники .....	20
1.4 Опорядження будинку.....	21
1.5 Енергоефективність .....	21
1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності.....	21
1.5.2 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій.....	22
1.6 Конструктивні рішення .....	24
1.7 Інженерні мережі і обладнання .....	25
1.8 Висновки за розділом 1 .....	26
<b>РОЗДІЛ 2 Розрахунково-конструктивний розділ</b> .....	<b>27</b>
2.1 Визначення навантажень на усі конструкції, складання розрахункових схем .....	27
2.1.1 Збір кліматичних навантажень .....	27

2.2Збір навантажень та визначення розрахункових зусиль .....	28
2.3Підготовка даних для розрахунку .....	29
2.4Розрахунок металевої балки .....	31
2.5Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки.....	35
2.6Розрахунок фундаментів .....	38
2.6.1 Результати конструювання .....	40
2.7Висновки за розділом 2 .....	42
<b>РОЗДІЛ 3 Науково-дослідний розділ.....</b>	<b>43</b>
3.1Постановка задач дослідження.....	43
3.2Методика дослідження.....	44
3.2.1 Результати розрахунку безбалкового перекриття .....	45
3.2.2 Результати розрахунку перекриття по металевих опорних балках ....	47
3.3Висновки і узагальнення за результатами дослідження.....	49
<b>РОЗДІЛ 4 Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.....</b>	<b>50</b>
4.1Охорона праці.....	50
4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами .....	50
4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів.....	51
4.2Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	54
4.2.1 Розрахунок фактичного часу евакуації людей у випадку пожежі .....	55
4.2.2 Розрахунок критичного часу пожежі за умови досягнення небезпечними факторами пожежі гранично допустимих значень у зоні перебування людей у приміщеннях 3-го поверху. ....	58
<b>Загальні висновки.....</b>	<b>61</b>
<b>Бібліографія .....</b>	<b>63</b>

## ВСТУП

Одним з пріоритетних напрямів розвитку міста є відновлення закинутих колишніх промислових територій задля створення комфортного життєвого середовища. На одній з таких ділянок, було запропоновано розробити проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу. Створення такого об'єкту надасть розвиток спортивної інфраструктури в місті та можливість організації навчального та тренувального процесу дітей та молоді.

Велику цінність мають пошук раціонального та виразного об'ємно-планувального рішення об'єкту та застосування економічних сучасних конструктивних вирішень, зокрема – вирішення сталезалізобетонних конструкцій міжповерхового перекриття як альтернативі традиційним залізобетонним рішенням.

Класичні конструкції перекриття з залізобетону мають ряд недоліків – нераціональне застосування та бетону в розтягненій зоні (де він практично не працює та не враховується при розрахунках несучої здатності), та, як наслідок – перевитрата матеріалу та збільшення загальної ваги конструкції. У збірних перекриттях постає питання стиків та застосування великої кількості закладних деталей. Також завжди актуальним питанням є економічність використання опалубки для виготовлення збірних та монолітних залізобетонних конструкцій перекриття.

Дослідження світової практики житлового та громадського будівництва показує широке використання залізобетонних плит перекриття по металевих балках, що дозволяє використовувати переваги залізобетону та металу в єдиній конструкції. Залізобетонне перекриття являє собою поєднання профільної сталі, бетону та стрижневої арматури для їх сумісної роботи

**Метою роботи** є розроблення проекту багатофункціонального спортивно-навчального комплексу із моделюванням роботи плити перекриття на опорних металевих балках.

Відповідно до поставленої мети поставленні наступні **завдання дослідження:**

1. Розробити об'ємно-планувальні та конструктивні рішення багатофункціонального спортивно-навчального комплексу відповідно до поставленого проектного завдання
2. Провести аналіз напрацювань по темі
3. Розробити скінченно-елементну модель міжповерхового перекриття та провести розрахунок
4. Виконати порівняння з традиційним монолітним залізобетонним перекриттям

**Об'єктом дослідження** є залізобетонне перекриття по металевих опорних балках

**Предмет дослідження**- напружено-деформований стан перекриття з урахуванням спільної роботи перекриття та сталевих балок

**Методи дослідження** – в роботі використані експериментально-теоретичні методи, що включають підбір, вивчення, аналіз та узагальнення літературних джерел на основі яких сформулювались мета та завдання роботи та чисельно-розрахункові експерименти, метод скінченних елементів, опис.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в:

- удосконалено методику розрахунку перекриття по металевих опорних балках
- набуло подальшого розвитку методика моделювання та розрахунку плит перекриття, базуючись на методі скінченних елементів

**Практичне значення одержаних результатів:** розроблені практичні рекомендації на основі проведених результатів досліджень можуть бути використані при виконанні проектів цивільних будівель. Методика моделювання та розрахунку може бути використана при підготовці студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія».

**Апробація результатів** магістерської кваліфікаційної роботи. Результати роботи представлено на ІХ Міжнародній науково-технічній конференції молодих

учених та студентів «Актуальні задачі сучасних технологій», м. Тернопіль, 25-26 листопада 2020 року.

**Публікації по даній темі** опубліковано тези у збірнику тез доповідей наведеної вище конференції.

Робота виконана відповідно до тематики науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державних програм економічності та надійності будівельних виборів, конструкцій та матеріалів.

**Ключові слова:** залізобетонне перекриття, металеві балки, метод скінченних елементів.



## РОЗДІЛ 1

### АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

#### 1.1 Дані про район і ділянку будівництва

##### 1.1.1 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Підставою для розроблення проекту багатофункціонального спортивно-навчального комплексу є завдання на проектування. Ділянка проектування знаходиться в місті Івано-Франківськ, по вул. Індустріальна, 34. Територія розміщена в колишній промисловій зоні, яка на даний момент згідно з генпланом міста підлягає оновленню та наповненню громадськими функціями.

Ділянка проектування розташована в центральній частині міста та має зручну транспортну доступність - 15 хв. пішки від центру. До проєктованого об'єкту передбачається заїзд (виїзд) і пішохідний прохід з вул. Індустріальної.

Рельєф ділянки рівнинний з перепадом висот в 0,5 м в південному напрямку, характеризується відмітками від 254,75 до 255,2 м. Територія будівництва не підтоплювана.

На ділянці розташовані колишні промислові споруди, які є в незадовільному стані та підлягають знесенню. На сусідній земельній ділянці ведеться будівництво навчального комбінату, яке слід врахувати при проектуванні.

Через ділянку проходять інженерні мережі, які підлягають перенесенню. Зелені насадження – відсутні.

Ділянка не відноситься до історико-культурних охоронних зон пам'яток архітектури і містобудування, санітарно-захисних зон існуючих підприємств і джерел водопостачання.

Проаналізувавши розташування та існуючі умови, можемо визначити планувальні обмеження забудови земельної ділянки:

- Червоні лінії вулиці Індустріальна
- Протипожежні розриви від забудови на суміжних ділянках: будівлі навчального комбінату та гаражів.

Фотофіксація об'єкту представлена на рис. 1.1.



Рисунок 1.1 Фотофіксація ділянки проектування

### 1.1.2 Кліматичні умови

Згідно з [1] територія відноситься до Ша (Карпатський) будівельно-кліматичного району і характеризується сприятливими умовами. Клімат району помірно-континентальний, характеризується помірно-теплим літом та слабко-морозною зимою.

Будівельно-кліматична зона	I
Глибина промерзання ґрунту	0,8-0,96 м
Швидкісний напір вітру	52 кг/м <sup>2</sup>
Снігове навантаження	139 кг/м <sup>2</sup>
Розрахункова зимова температура:	
-найбільш холодної п'ятиденки	-20 °С
-найбільш холодної доби	-25 °С
Середня температура опалювального періоду	- 0,2 °С
Літня розрахункова температура	+ 24 °С
Зимова розрахункова температура для вентиляції	- 9 °С
Тривалість опалювального періоду	158 днів
Середня швидкість вітру в січні	5,1м/с
Зона вологості	нормальна

Згідно з даними про переважний напрям та повторюваність вітру в січні та липні [1] будуємо розу вітрів для м. Івано-Франківськ (див. рис 1.2):

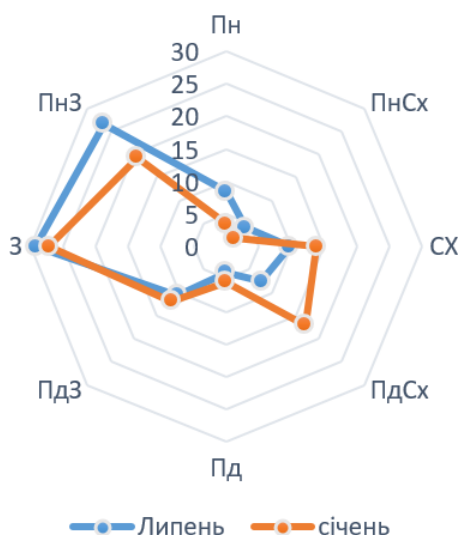


Рисунок 1.2 Роза вітрів для м. Івано-Франківськ

### 1.1.3 Інженерно-геологічні та гідрологічні умови ділянки

За схемою інженерно-геологічного районування України м. Івано-Франківськ відноситься до зони підвищеної складності будівельних умов. Ґрунти – насипні, злежані, шари суглинків та дресвяний ґрунт. Глибина промерзання ґрунтів 1,0 м. Ґрунтові води на майданчику зустрінуті на глибині 0,9...9,2 м від існуючої поверхні землі. Орієнтовна глибина залягання ґрунтових вод від проектованої поверхні ґрунту 4,0...6,0 м. По ступеню агресивного впливу на конструкції з бетону – води неагресивні.

Згідно з дод. А [2] ділянка розташована в сейсмічно-небезпечному районі (7 балів).

Детальніше дані про інженерно-геологічні умови розглянуті в розділі 2.1.

## 1.2 Генеральний план

### 1.2.1 Обґрунтування прийнятого рішення

При розробці генерального плану враховані наступні чинники:

- архітектурні та містобудівельні вимоги;
- перепад відміток існуючого рельєфу;

- розміщення проектних та існуючих будівель і споруд ;
- благоустрій території.

Розміри будівлі в крайніх осях 63,0 x 30,0 м. Площа забудови – 1372,0 м<sup>2</sup> . Будівля в плані має неправильну форму. Форма будівлі в деяких сторонах повторює контури ділянки з необхідними відступами від них. При цьому зовнішній периметр та будівля комплексу органічно інтегровані у зовнішній ландшафт з локальними зонами зручних та сучасних спільних просторів для різних категорій відвідувачів.

Головні фасади орієнтовані в південному напрямку. Під'їзд до будинків передбачений з південної сторони.

Також згідно з завданням передбачено будівництво 2 чергою приблокований житловий корпус, який міститиме готель для спортсменів та гуртожиток, логічно пов'язаний із основним корпусом, проте, відповідно до [3] буде планувально відокремлений та забезпечений окремими входами та горизонтальними і вертикальними комунікаціями. Під нього передбачено резервну територію на ділянці проектування.

Генпланом передбачені належні протипожежні розриви від розташованої поруч будівлі навчального комбінату, необхідні проїзди для пожежних машин.

Пішохідна і транспортна доступність до об'єкту забезпечена проходами та проїздами з твердим покриттям. В будівлі передбачено основний вхід на головному фасаді з вул. Індустріальна, поруч - окремий вхід до закладу харчування та ще один до групи спортивних приміщень (зі східної сторони), а також додатковий вихід з будівлі – з північної сторони. Також передбачено окремі господарські входи до службових приміщень групи громадського харчування (зі східної сторони).

Інженерні мережі і комунікації запроектовані з використанням матеріалів топографо-геодезичних вишукувань відповідно до рішень генплану. Прокладання інженерних мереж водопостачання, каналізації, електрокабелі та силові мережі - передбачене в проектних каналах.

### **1.2.2 Розрахунок кількості майданчиків та автостоянок для постійного та тимчасового зберігання автомобілів**

Кількість місць на відкритій автостоянці- 8 паркомісць. З них згідно з [4] - 1 машиномісце, яке розташоване біля основного входу в будівлю передбачене для використання осіб з інвалідністю.

Розрахунок майданчику для паркування проводився виходячи з таких нормативних параметрів: габарити місця для паркування (з врахуванням мінімально припустимих зазорів безпеки 0,5 м) легкових автомобілів - 2,3 м × 5,0 м, та 3,5 м × 5,0 м (для паркування транспорту та комфортного використання осіб з інвалідністю) [4–6]

Розміри велопарковок, що передбачені при основних входах прийняті з розрахунку на 28 місць по 0,9 м<sup>2</sup> на місце.

### **1.2.3 Розпланування, забудова та організація рельєфу ділянки**

Організацію рельєфу ділянки вирішено методом проектних горизонталей з врахуванням природних умов, максимального збереження існуючого рельєфу, розміщенням під'їзних шляхів. Поперечний профіль проїздів прийнято міського типу з бетонним бортовим по краях, поперечний нахил - 20%, радіуси кривих по бортових краях проїздів у плані прийнято 6,0м.

Проектом прийнята суцільна система вертикального планування.

Відведення поверхневих вод здійснюється лотками запроектованих проїздів та твердого покриття  $i = 0,01-0,02\%$  з випуском у дощеприймальні колодязі зливової каналізації з подальшим виведенням в систему міської дощової каналізації..

Проектом передбачено комплекс робіт з благоустрою та озеленення [7]. Перелік елементів благоустрою включає:

- 3 типи твердого покриття доріжок і майданчиків, елементи сполучення поверхонь,

- улаштування проїздів з асфальтобетону;
- улаштування тротуарів з бетонної тротуарної плитки та асфальтобетону;
- улаштування пандусів.
- озеленення - посадка кущів і квітів, засівання газонів багаторічними травами;
- встановлення малих архітектурних форм: лавочок, сміттєвих урн та контейнери для збирання побутових відходів, сучасне загальне освітлювальне обладнання та прилади для архітектурно-декоративного освітлення, стійки для паркування велосипедів. Розміщення малих архітектурних форм відповідає їх функціональному призначенню.

Роботи по благоустрою слід виконувати після закінчення робіт з організації рельєфу, очищення будмайданчика від будівельного сміття. Озеленення ділянки виконується після прокладання інженерних мереж і вертикального планування. На газони родючий ґрунт укладається шаром 0,2м., на квітники шаром 0,25м.

#### 1.2.4 Техніко-економічні показники по генплану

Основні ТЕП по генплану наведені в таблиці 1.1

Таблиця 1.1 Техніко-економічні показники по генплану

Показник	Од.вимірювання	Значення	Примітка
Площа ділянки	м.кв	3310,0	0,331 га
Площа забудови	м.кв.	1372,0	Багатофункціональний спортивно-навчальний комплекс
	м.кв.	528,5	Резервні території для будівництва житлового корпусу
Щільність забудови	%	57,4	
Площа озеленення	м.кв	217,5	

Продовження таблиці 1.1

Площа твердого покриття	м.кв	1192,0	
Кількість паркомісць, в т.ч.для автомобілів для велосипедів	шт	8 28	

### 1.3 Архітектурно-планувальні рішення

#### 1.3.1 Характеристика функціонального процесу

Проектом передбачено будівництво «Багатофункціонального спортивно-навчального комплексу» в м. Івано-Франківськ. При розробці архітектурної концепції використано сучасний архітектурний стиль та запропоновано сучасне проектне рішення. Архітектурні рішення гармонійно поєднують багатофункціональний спортивно-навчальний комплекс з існуючою будівлею навчального комбінату.

Об'ємно - планувальне рішення, склад і площі приміщень запроектованої будівлі прийнято відповідно до завдання на проектування. Будівля комплексу включає в себе:

- 1) Вхідна частина із загальною рецепцією та холлом;
- 2) Спортивну частину із медичними приміщеннями, тренажерною залом, гімнастичним і руховим спортзалом, спортлабораторією, три роздягальні (2 чоловічі та 1 жіночу із душовими та санвузлами), інвентарну кімнату та зону рецепції;
- 3) Офісна частина, яка містить 4 офісні блоки по 120 м.кв. із спільними санвузлами та побутовою кімнатою), 2 конференц-зали (великий зал до 50 осіб та малий до 20 осіб) та загальну рецепцію;

- 4) Їдальню та ресторацію – їдальня на 200 осіб (в дві зміни) та ресторацію на 1-му поверсі на 50 осіб з групою необхідних службових приміщень;
- 5) Освітня частина на 150 осіб, яка включає в собі адміністративні приміщення (учительську, тренерську та директорську), 10 навчальних класів по 25 осіб в кожному класі та актову залу.

Також передбачено можливість подальшого розширення комплексу – добудова наступною чергою та логічне функціональне поєднання з проектним об'єктом, житлової групи, в якому розміститься гуртожиток на 16 кімнат із власними душовими та санвузлами та готельної частини – двозірковий готель на 50 осіб із 2-місними номерами (25 номерів) та окремим входом.

Будівля запроектована таким чином, щоб в ній могли розміститись чотири окремих функціональних об'єкти (спорт, офісна частина, навчання та громадське харчування) з незалежними доступами.

Доступ на другий та третій поверхи здійснюються двома розосередженими сходовими клітками (основна та евакуаційна) та пасажирським ліфтом в головному холі.

### **1.3.2 Опис прийнятого рішення та його обґрунтування**

Будівля в плані має неправильну форму. Форма будівлі в деяких сторонах повторює контури ділянки з необхідними відступами від них. Розміри будівлі в крайніх осях 1-6 - 30,0м, в осях А-П - 63,0 м.

Поверховість будівлі – чотири поверхи.

Загальна висота будівлі – 22,85 м.

Висота 1-го поверху прийнята 5,7 м, 2-3 поверху – 4,2 м.

Загальна площа будівлі – 5061,57 м<sup>2</sup>.

За відмітку 0,000 запроектованої будівлі прийнято рівень чистої підлоги першого поверху будівлі, що відповідає абсолютній відмітці +255,35.



Необхідні площі для кожного типу приміщень розраховані відповідно до профільних для кожного виду закладів Державних будівельних норм [4, 8–12], раціональні планувальні рішення згідно з [13].

Приміщення вестибюльно-приймальної групи включає:

- вестибюль;

- гардеробну зону для верхнього одягу за бар'єром, площу якої прийнято з розрахунку на одне місце  $0,08 \text{ м}^2$ . При цьому глибина гардеробної за бар'єром не перевищує 6 м згідно з нормами, а прохід між бар'єром та вішаками становить 1 м. [9];

- дві зони очікування та санвузли.

Склад та параметри основних приміщень спортивної частини запроектовані згідно з завданням на проектування та відповідно до [10].

- медичні приміщення – площею  $200 \text{ м}^2$  без розбивки на окремі приміщення;

- тренажерна зала  $-200 \text{ м}^2$ ;

- спортзал гімнастичний і руховий  $-200 \text{ м}^2$ , спортлабораторію- з параметрами  $10 \times 10 \text{ м}$ ;

- також передбачено роздягальні –3 од. (2 чоловічі і 1 жіноча) з душовими і санвузлами; [10]

- Інвентарна кімната  $-12 \text{ м}^2$ .

Розрахунок освітньої частини проводився згідно з ДБН В.2.2-3:2018 «Заклади освіти» [8]. Так згідно з табл. 1 [8], площу навчальних аудиторій слід приймати на 25 місць з розрахунку  $2,2 \text{ м}^2$  на одного учня. За завданням необхідно було запроектувати 4 навчальні аудиторії по 25 учнів в кожній. Відповідно, необхідна площа аудиторії становить:  $2,2 \times 25 = 55 \text{ м.кв.}$  Загальна кількість учнів згідно з завданням – 150 осіб, відповідно розрахунок допоміжних приміщень наведено в таблиці 1.2:

Таблиця 1.2 Розрахунок допоміжних приміщень освітньої частини комплексу

Приміщення	Одиниця виміру	Площа (не менше ніж), м <sup>2</sup>	Кількість санітарних приладів	Площа розрахункова
Вестибюль		0,25		37,5
Рекреаційні приміщення		0,5		75,0
Санітарні вузли	один учень, студент	0,25/0,2	один унітаз на 30 жінок, один унітаз і один пісуар на 40 чоловіків, один умивальник на два унітази, але не менше одного	37,5
Комори, технічні приміщення, приміщення прибирального інвентаря		0,12		18

У санітарних вузлах передбачено вбудовані шафи для прибирального інвентаря.

Площа актової зали згідно з табл.8 [8] при розрахунковій кількості студентів 150 осіб – 0,7 м.кв. на одне місце в залі ( $0,7 \times 150 = 105$  м.кв.), технічний центр при актовій залі –  $0,08 \times 150 = 12$  м.кв. згідно з табл.10 [8] , площа кабінету директора - 24 м.кв. та приймальної – 16 м.кв., площа учительської – 36 м.кв., тренерської – 36 м.кв.

Розрахунок приміщень громадського харчування. Розрахунок мінімально необхідних площ груп приміщень для відвідувачів проведено згідно з ДБН В.2.2-25:2009 [11]. Результати наведено в табл. 1.3.

Таблиця 1.3 Мінімально необхідні площі груп приміщень

Групи приміщень	Од вимірювання	Ресторація	їдальня
Приміщення для відвідувачів (за таблицею Г.1)	м <sup>2</sup>	96 м.кв.	422 ( У тому числі зала з роздавальною) 360 м.кв.
Безпосередньо виробничі приміщення (за таблицею Е.1)	м <sup>2</sup>	58/76 Форми виробництва напів-фабрикати	напів-фабрикати 78+150x0,6= 168
Приміщення приймання і зберігання продуктів (за таблицею И.1)	м <sup>2</sup>	22/24	40+150x0,3=85
Службово-побутові приміщення	м <sup>2</sup>	30/35	51 +150x0,38=108

Виробничі приміщення включають гарячий цех та холодний цех, доготівельний цех, мийну столового посуду та кухонного посуду, цех обробки зелені, приміщення для різання хліба, які розміщені в єдиній функціональній зоні. Виробничі приміщення передбачені для ресторації, яка розміщена на 1 поверсі та має вхід з будівлі та окремий вхід з двору, та їдальні, яка розташована на 2-му поверсі та обслуговує освітню частину (в дві зміни). Виробничі приміщення мають окремий вхід з господарського двору та поєднані службовими сходами між собою.

Офісна частина запроектована згідно з завданням - 4 офісні блоки по 120 м<sup>2</sup>. Відповідно до розрахунку 10 м.кв. на одного працюючого розрахункова місткість офісних приміщень –  $120/10 \times 4 = 48$  осіб. Площа вестибюля прийнята з розрахунку

0,2 м<sup>2</sup> на одного працюючого в найбільш численній зміні 48 х 0,2=9,6 (м.кв), але повинна бути не менше 18 м<sup>2</sup> [14]. Також передбачено приміщення для зберігання, очищення і сушіння прибирального інвентаря біля туалетів (їх площа прийнята з розрахунку 0,8 м<sup>2</sup> на кожних 100 м<sup>2</sup> площі поверху, але не менше 4 м<sup>2</sup>)

### **1.3.3 Забезпечення доступності маломобільних груп населення**

Доступність території об'єкту для маломобільних груп населення прийнято відповідно до ДБН В.2.2 – 40: 2018 «Інклюзивність будівель і споруд» [4].

Всі входи в будівлю (основний, допоміжні входи до будівлі, а також евакуаційні виходи) виконані в рівень з тротуаром для забезпечення безперешкодного доступу пандусом з уклоном не більше ніж 1:12 або 8 %. Підходи та входи позначаються міжнародними інформаційними логотипами. Передбачено влаштування тактильних знаків для маломобільних груп населення на фасадах будівлі (вздовж стіни, де запроектовані входи в приміщення).

Ширина дверних прорізів, а також всіх відкритих прорізів та всіх виходів із приміщень та коридорів у сходову клітку передбачені шириною 1,2 м (в чистоті). Вхідні дверні блоки на входах в приміщення влаштовуються без порогу, для запобігання виникнення перешкоди на шляху руху візка. Зовнішні вхідні двері запроектовані на завісах одnobічної дії з фіксаторами у положеннях "відчинено" і "зачинено". Механізм автозачинення вхідних дверей передбачає затримку закривання тривалістю не менше 5 с. Тамбур при головному вході розміром 3,5 м х 2,5 м має достатню маневрову площу для розвороту крісла.

Для сполучення між поверхами є дві сходові клітки з шириною маршу 1,35 м. Сходи запроектовані з параметрами 0,15 х 0,30 м (висота підйому х ширина). Для забезпечення безпечного пересування по сходах всі сходи є однаковими, рівними, без виступів, конструкція їх суцільна, поверхня – шорстка. Влаштовано поручні, які йдуть безперервною конструкцією та мають дотикове застережне позначення на початку та в кінці маршів (для незрячих). Також в будинку

передбачено для підйому з 1-го до 4-го поверхів пасажирський ліфт без машинного відділення.

Всі санвузли для учнів, які розміщені на кожному поверсі закладу, мають універсальну кабіну з розм. в плані 1,8x1,9м (ширина та довжина, відповідно) для використання її дітьми з інвалідністю [8]. У приміщенні санвузла поблизу з унітазом передбачено простір для розміщення крісла-коляски, а також гачки для одягу, милиць і іншого приладдя.

Місця для дітей з інвалідністю передбачені в навчальних аудиторіях, актовому залі та обідньому залі, розташовані поблизу від евакуаційного виходу в непрохідній зоні. В актовій залі площу на одне місце для дітей, що користуються колісними кріслами прийнято із розрахунку не менше ніж 1,8 м<sup>2</sup>. В обідньому залі їдальні місця прийняті із розрахунку від 2,0 м<sup>2</sup> до 3,0 м<sup>2</sup> на одне посадкове місце.

#### 1.3.4 Техніко-економічні показники

Основні техніко економічні показники наведені згідно з [9, 15]

Таблиця 1.4 Техніко-економічні показники багатофункціонального спортивного комплексу

Назва	Од. виміру	Показник
Найменування будинку, місце його розташування	-	Проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу в Івано-Франківську з дослідженням плити перекриття на опорних металевих балках
Характер будівництва		нове будівництво
Поверховість	поверх	4
Висота поверху	м	
1-го		5,7
2-5		4,2
Гранична висота	м	22,85

Продовження таблиці 1.4

Умовна висота	м	14,7
Ступінь вогнестійкості будинку		III
Площа ділянки	га	0,331
Площа забудови	м <sup>2</sup>	1372,0
Загальна площа	м <sup>2</sup>	5061,57
Корисна площа	м <sup>2</sup>	4965,70
Будівельний об'єм	м <sup>3</sup>	26561,92

#### **1.4 Опорядження будинку**

Для покращення опорядження будинку і більш чіткого вираження фасадів проектом передбачено:

- облицювання цоколя декоративною бетонною фасадною плиткою.

Фасади будівлі запроектовано комбіновані – система навісних сендвіч панелей та алюмо - пластикові навісні віконні системи;

Передбачено наступне внутрішнє оздоблення приміщень:

підлога – керамічна плитка, стіни – гіпсокартон, шпаклівка, фарбування; сендвічпанелі, стелі – підвісні системи типу «Армстронг».

Реклама виконується з світлопрозорих пластикових матеріалів (лайтбокси)

Покрівля будівлі – плоска суміщена.

#### **1.5 Енергоефективність**

##### **1.5.1 Заходи щодо підвищення енергоефективності**

Енергозбереження проектованого об'єкта будівництва виконана відповідно до [16] та [17].

На входах в проєктовані приміщення влаштовуються тамбури для захисту від проникнення холодного повітря в середину приміщень. Всі зовнішні двері мають механізми автозачинення.

Підлога утеплена пінополістирольними плитами. Для ущільнення столярних виробів, елементів покрівлі, вводів інженерних комунікацій застосовуються сучасні герметизуючі матеріали.

Проектні рішення забезпечують необхідні мінімальні значення опору теплопередачі  $R_{qmin}$  огорожувальних конструкцій, що для громадських будівель становлять:

- для зовнішніх стін  $3,3 \text{ м}^2\text{К/Вт}$
- для покриття (суміщеного)  $-6,0 \text{ м}^2\text{К/Вт}$
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій  $-0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Освітлення місць загального користування передбачено енергозберігаючими лампами з встановленням датчиків руху на вмикання. Зовнішнє освітлення будівлі та території виконане світильниками на основі сонячної енергії типу AN-SSL2-200W.

### **1.5.2 Теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій**

Теплотехнічний розрахунок проводиться згідно з [17]

Івано-Франківськ належить до I температурної зони. Розрахункові значення температури й вологості приміщення для теплотехнічного розрахунку приймаємо:

- Розрахункова температура внутрішнього повітря  $t_{вн}=21^\circ\text{C}$ ,
- Розрахункове значення відносної вологості  $\phi_{в}=50\%$ ,
- Вологісний режим приміщень- нормальний
- Умови експлуатації матеріалу в огорожувальних конструкціях – Б
- Розрахункова температура зовнішнього повітря  $-22^\circ\text{C}$

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції необхідно розраховувати по формулі:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_з} = \frac{1}{\alpha_в} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_з}, \quad (1.1)$$

де  $\alpha_в, \alpha_з$  - коефіцієнти тепловіддачі внутрішньої і зовнішньої поверхонь огорожувальної конструкції, Вт/(м<sup>2</sup> · К);

$R_i$  - термічний опір і-го шару конструкції, м<sup>2</sup> · К/Вт;

$\lambda_{ip}$  - теплопровідність матеріалу і-го шару конструкції в розрахункових умовах експлуатації, Вт/(м · К);

$\delta_i$  – товщина шару, м.

Стіни будівлі запроектовано з сендвіч панелей підвищеної енергоефективності, з заповненням мінеральною ватою, прийнята загальна товщина утеплення становить 150 мм. Ефективна теплопровідність наповнювача  $\lambda_{Design}=0,043$  Вт/мК [18].

За формулою 1.1 фактичне значення опору теплопередачі зовнішньої стінової панелі становить:

$R_{ст}=1/8,7 + 0,15/0,043 + 1/23= 3,64$  (м<sup>2</sup>К/Вт) (теплопередачу листів сталі в даному розрахунку до уваги не беремо)

Фактичний опір теплопередачі повинен бути рівним або перевищувати мінімально допустиме значення для I температурної зони  $R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}$ ,  $3,64 > 3,3$ . Отже, умова виконується, стінова панель з заданими характеристиками відповідає теплотехнічним вимогам до огорожувальних конструкцій.

Для влаштування конструкції покрівлі прийнято покрівельні сендвіч-панелі з пенополіізоціануратним (PIR) наповнювачем. Товщина такої панелі - 210 /170 мм, ефективна теплопровідність наповнювача  $\lambda_{Design}= 0,022$  Вт/мК [18]. Опір теплопередачі становить:

$R_{ст}=1/8,7 + 0,17/0,022 + 1/23= 7,88$  (м<sup>2</sup>К/Вт) (теплопередачу листів сталі в даному розрахунку до уваги не беремо, розрахунок проводимо по найменшій товщині хвилі).

$R_{\Sigma пр} \geq R_{q \min}$ ,  $7,88 > 6,0$ . Отже, умова виконується, покрівельна панель з заданими характеристиками відповідає теплотехнічним вимогам до огорожувальних конструкцій.



Віконні навісні системи в будівлі запроектовано алюмо - пластиковими з коефіцієнтом теплопровідності не менше -  $0,94 \text{ м}^2 \times \text{К/Вт}$ .

## **1.6 Конструктивні рішення**

Конструктивна схема будівлі - каркасна.

Елементами каркасу є монолітні залізобетонні колони та монолітні сталезалізобетонні перекриття по металевих опорних балках.

Фундаменти прийняті палеві, із палей прямокутного перерізу січенням  $350 \times 350 \text{ мм}$ . Спосіб влаштування палей - забивними дизель-молотами. Палі влаштовані кущами в місцях розташування колон. По верху палі об'єднані монолітними залізобетонними ростверками, на які опираються колони та стіни. Фундаменти запроектовані згідно з даними інженерно-геологічних вишукувань. З'єднання палей із ростверками жорстке.

Колони запроектовані квадратні, перерізом  $400 \times 400 \text{ мм}$  із монолітного залізобетону класу С25/30 прямокутної форми в плані.

Перекриття – монолітні залізобетонні по профнастилах по несучих металевих балках (головних та другорядних). Армування перекриття виконане окремими стержнями. Стержні з'єднуються по довжині внапуск в'язальним дротом.

Сходи сходової клітки запроектовані монолітні по основі з металевих косоурів.

Жорсткі з'єднання конструктивних елементів (фундаментів з колонами) забезпечуються анкеруванням випусків робочої арматури.

## **1.7 Інженерні мережі і обладнання**

Опалення та вентиляція. Джерелом теплопостачання передбачено влаштування окремо розташованої котельні, яка обслуговуватиме існуючу будівлю навчального комбінату та проектний багатофункціональний спортивний комплекс. Нагрівальні прилади приміщень - радіатори опалювальні панельні.

Витяжка повітря здійснюється вентиляторами. Для припливу повітря запроектовані припливні установки. При зовнішніх входах для теплового і вітрового захисту передбачається встановлення теплових завіс АС 3, потужністю 1,5 кВт.

Водопостачання та водовідведення. Мережі водопостачання та каналізації, гаряче водопостачання передбачено від міських мереж. Каналізаційні стоки самопливом відводяться у зовнішні мережі каналізації. Місцем підключення є каналізаційний колектор. Водостоки для відведення дощових та талих вод з покрівлі запроектовані із поліетиленових труб діаметрами 140x8,3мм.

Зовнішнє пожежогасіння здійснюється від трьох пожежних гідрантів, розміщених в існуючому та проєктованому колодязі. Внутрішні мережі пожежогасіння запроектовані із сталевих водогазопровідних труб діаметрами 50 мм.

Дощові та талі води відводяться поверхневим методом у встановлену систему приймання та попередньої очистки дощових та талих вод типу «BIOTAL – AUTO. 80» та в подальшому частково використовуються для поливу території суміжної паркової зони; решта вивозиться на очисні споруди, для подальшого очищення.

Електротехнічна частина проєкту передбачає вирішення питання: електрообладнання і електроосвітлення, зовнішнього освітлення, телефонізації, радіофікації, замково-переговорного пристрою, телебачення, охоронної сигналізації, заземлення, зрівнювання потенціалів і блискавкозахисту.

Блискавкозахист. Згідно з міжнародним стандартом 62305-3, ІЕС:2010 для будівлі прийнято III клас LPS (блискавкозахисту). Для захисту будівлі від блискавки на даху будівлі передбачено влаштування блискавкоприймальних стрижнів M01/30. Стрижні з'єднуються між собою металевим оцинкованим кругом Ø 8 мм. Струмівідводи слід розташовувати по периметру будівлі на відстані не більше 15м один від одного (середня відстань). Вертикальні кріплення струмівідводів до стіни запроектовані на відстані 0,1м.

Охоронна сигналізація. Для охорони від проникнення сторонніх осіб в технічні приміщення та вихід на покрівлю прийнято приймально-контрольні

пристрої «Алай-0-4-01». Живлення приладів на напрузі 220В здійснюється від ввідно-розподільчого пристроїв ВРУ1-48М.

Блокування дверей на відкривання здійснюється за допомогою магніто-контактних здавачів типу СОМК-1. Сигнал «тривога» передається через пристрій узгодження по телефонній лінії на пульт централізованого нагляду Відділу служби охорони.

### **1.8 Висновки за розділом 1**

В даному розділі описано архітектурно-планувальні рішення багатофункціонального навчально-спортивного комплексу та вирішення по генеральному плану. Описано основні заходи, які вжиті в будівлі для забезпечення доступності та безбар'єрності для всіх категорій населення. Проведено теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій. Опір теплопередачі зовнішньої стіни з сендвіч панелей становить 3,64 м<sup>2</sup>К/Вт, покрівлі - 7,88 м<sup>2</sup>К/Вт. Ці значення відповідають нормативним (3,3 м<sup>2</sup>К/Вт для стіни та 6,0 м<sup>2</sup>К/Вт для покрівлі)

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

#### 2.1 Визначення навантажень на усі конструкції, складання розрахункових схем

##### 2.1.1 Збір кліматичних навантажень

Будівля споруджуватиметься в місті Івано-Франківськ, що належить до V району за значеннями ваги снігового покрив ( $S_0=1600$  Па), вітровий район – 3 (500 Па) . Типи місцевості - IV – міські території, на яких принаймні 15% поверхні зайняті будівлями, що мають середню висоту понад 15 м [19]

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на горизонтальну проекцію покриття (конструкції) обчислюємо за формулою (2.1) [19]

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C \quad (2.1)$$

де  $\gamma_{fm}$  – коефіцієнт надійності за граничним значенням снігового навантаженням,  $\gamma_{fm}=1$  ;

$C$  – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = \mu C_e C_{alt} \quad (2.2)$$

де  $\mu$  – коефіцієнт переходу від ваги снігового покриву на поверхні ґрунту до снігового навантаження на покрівлю,  $\mu=1$  дод. Ж [19]

$C_e$  – коефіцієнт, що враховує режим експлуатації покрівлі,  $C_e = 1$ ;

$C_{alt}$  – коефіцієнт географічної висоти,  $C_{alt}=1$ .

$$S_m = 1 \times 1,6 \times 1 = 1,6 \text{ (кПа)}$$

Граничне розрахункове значення вітрового навантаження визначаємо за формулою 2.3 [19]

$$W_m = \gamma_{fm} W_0 C \quad (2.3)$$

де  $\gamma_{fm}$  – коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням вітрового навантаження,  $\gamma_{fm}=1,14$ ;

$W_0$  – характеристичне значення вітрового тиску, що для м.Івано-Франківськ становить 500 Па;

$C$  – коефіцієнт, що визначається за формулою:

$$C = C_{aer} C_h C_{rel} C_{dir} C_d \quad (2.4)$$

визначаємо аеродинамічні коефіцієнти  $C_{aer}$ , за додатком І

$C_h$  - коефіцієнт висоти споруди,  $C_h = 1,5$

$C_{alt} = 1$  ( $H < 0,5$  км), — коефіцієнт географічної висоти

$C_{rel} = 1$ ,  $\varphi < 0,05$  приймаємо ухил — коефіцієнт рельєфу

$C_{dir} = 1$ , — коефіцієнт напрямку, що враховує нерівномірність вітрового навантаження за напрямками вітру

$C_d = 1$  — коефіцієнт, що враховує вплив пульсаційної складової вітрового навантаження і просторову кореляцію вітрового тиску на споруду.

Вітрове навантаження на горизонтальних ділянках покриття з від'ємним значеннями аеродинамічних коефіцієнтів у запас несучої здатності не враховуємо.

$$W_m = 1,14 \times 0,5 \times 1,5 = 0.855 \text{ (кПа)} \quad (2.5)$$

## 2.2 Збір навантажень та визначення розрахункових зусиль

Визначення навантажень виконуємо в стадії виконання та стадії експлуатації.

Після досягнення бетоном перекриття заданої міцності, профільований настил і бетон працюють спільно.

Визначення навантаження на  $1 \text{ м}^2$  перекриття в стадії виконання зведене в таблиці:

Таблиця 2.1 Навантаження на  $1 \text{ м}^2$  бетонного перекриття по профнастилу

№, п/п	Тип навантаження	Характеристичне значення навантаження, кН/м	$\gamma_{fm}$	Граничне значення навантаження,
1.	Вага профнастилу Н-80-674-1	0,16	1,05	0,168

Продовження таблиці 2.1

2.	Вага свіжовкладеного бетону $t=0,08$ м; $P=2,5$ т/м <sup>3</sup>	2,0	1,2	2,4
3.	Вага монтажного обладнання	0,028	1,2	0,0336
	Всього	2,188		2,6016

Розрахунок перекриття в стадії експлуатації

Таблиця 2.2 Навантаження на перекриття

№, п/п	Тип навантаження	Характеристичне значення навантаження, кН/м	$\gamma_{fm}$	Граничне значення навантаження,
1.	Плита перекриття	2,16	1,1	2,376
2.	Навантаження від перегородок	0,75	1,1	0,825
3.	Конструкція підлоги	0,4	1,2	0,48
4.	Цементний розчин	0,36	1,2	0,432
5.	Металева сітка	0,03	1,1	0,033
6.	Навантаження від людей та устаткування	4,0	1,1	4,4
	Всього	7,7		8,546

### 2.3 Підготовка даних для розрахунку

Залізобетонне перекриття компонуємо з поперечними головними та поздовжніми другорядними балками (див. рис. 2.1). Попередньо приймаємо крок головних балок 6 м, другорядних – 3 м., переріз головної балки – I50, другорядної I40.

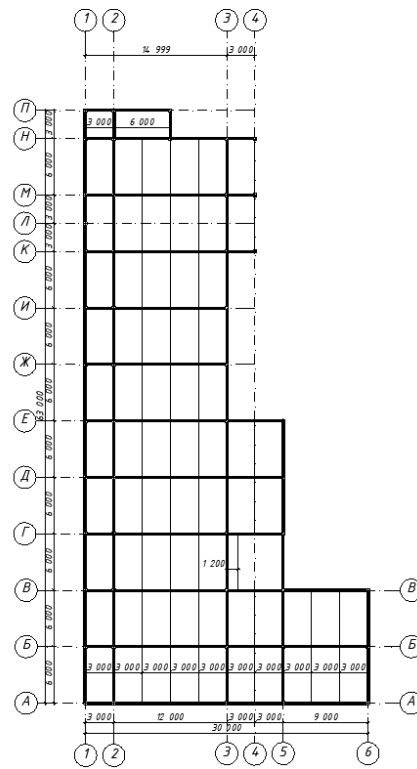


Рисунок 2.1 Схема розміщення елементів перекриття

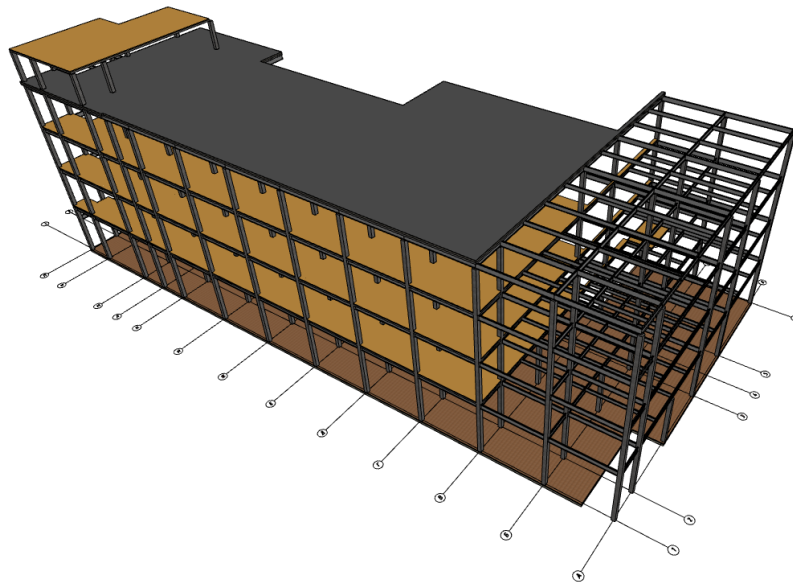


Рисунок 2.2 . Запропонована система перекриття

## 2.4 Розрахунок металевої балки

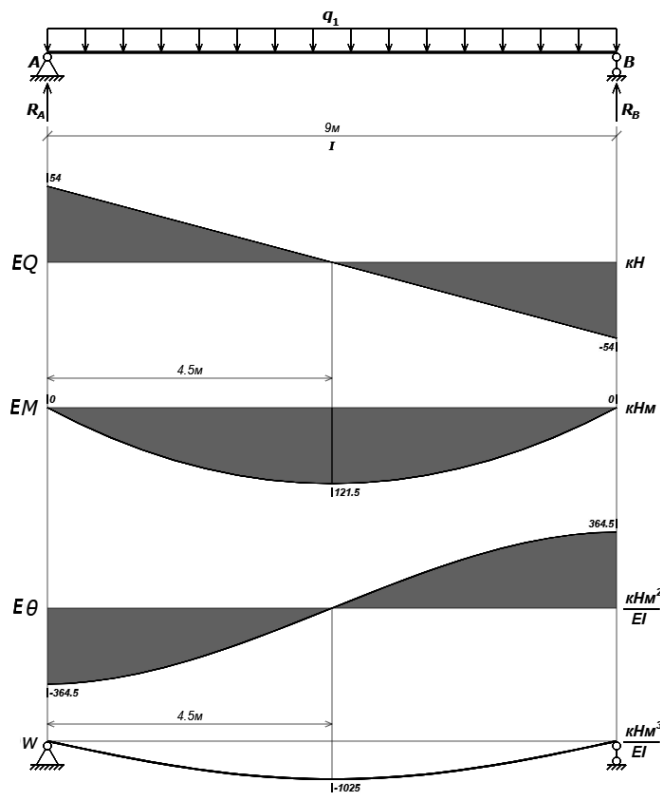


Рисунок 2.3 Епюри балки

Визначимо реакції опор

Сума моментів всіх сил щодо точки В повинна дорівнювати нулю:

$$\begin{aligned} \Sigma M^B &= -R_A L + \Sigma q_i (b_i - a_i) (2L - a_i - b_i) / 2 + \Sigma F_i (L - c_i) - \Sigma M_i = \\ &= -R_A L + q_1 (b_1 - a_1) (2L - a_1 - b_1) / 2 = -R_A \cdot 9 + 12 \cdot (9 - 0) \cdot (2 \cdot 9 - 0 - 9) / 2 \\ &= -R_A \cdot 9 + 12 \cdot 9 \cdot 4.5 = -R_A \cdot 9 + 486 = 0 \Rightarrow R_A = 486/9 = 54 \text{ кН}; \end{aligned}$$

Сума моментів всіх сил щодо точки А повинна дорівнювати нулю:

$$\begin{aligned} \Sigma M^A &= R_B L - \Sigma q_i (b_i - a_i) (a_i + b_i) / 2 - \Sigma F_i c_i - \Sigma M_i = R_B L - q_1 (b_1 - a_1) \\ & (a_1 + b_1) / 2 = R_B \cdot 9 - 12 \cdot (9 - 0) \cdot (0 + 9) / 2 = R_B \cdot 9 - 12 \cdot 9 \cdot 4.5 = R_B \cdot 9 - 486 \\ & = 0 \Rightarrow R_B = 486/9 = 54 \text{ кН}; \end{aligned}$$

Для перевірки обчислимо суму проекцій всіх сил на вертикальну вісь:

$$\begin{aligned} \Sigma Y &= R_A + R_B - \Sigma q_i (b_i - a_i) - \Sigma F_i = R_A + R_B - q_1 (b_1 - a_1) = 54 + 54 - 12 \cdot (9 \\ & - 0) = 54 + 54 - 108 = 0; \end{aligned}$$



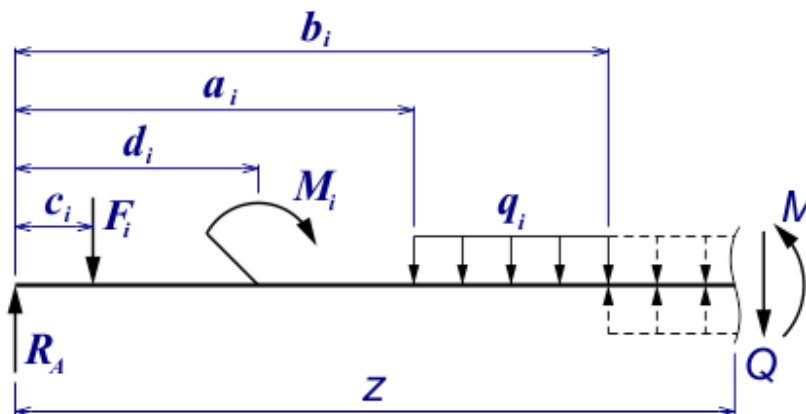


Рисунок 2.4 Методика побудови епюр

Поперечна сила  $Q$  в перерізі з координатою  $z$  дорівнює сумі проєкцій всіх сил, розташованих зліва від перетину, на вертикальну вісь:

$$Q(z) = R_A - \sum q_i(z - a_i)H(z - a_i) + \sum q_i(z - b_i)H(z - b_i) - \sum F_i H(z - c_i);$$

Згинальний момент  $M(z)$  дорівнює сумі моментів всіх сил, розташованих зліва від перерізу:

$$M(z) = R_A z - \sum q_i(z - a_i)^2 H(z - a_i) / 2 + \sum q_i(z - b_i)^2 H(z - b_i) / 2 - \sum F_i(z - c_i)H(z - c_i) + \sum M_i H(z - d_i);$$

Тут  $H(x)$  - функція Хевісайда (дорівнює 0 при  $x < 0$  і 1 при  $x > 0$ ), за допомогою якої враховуються тільки ті навантаження, які розташовані зліва від перетину.

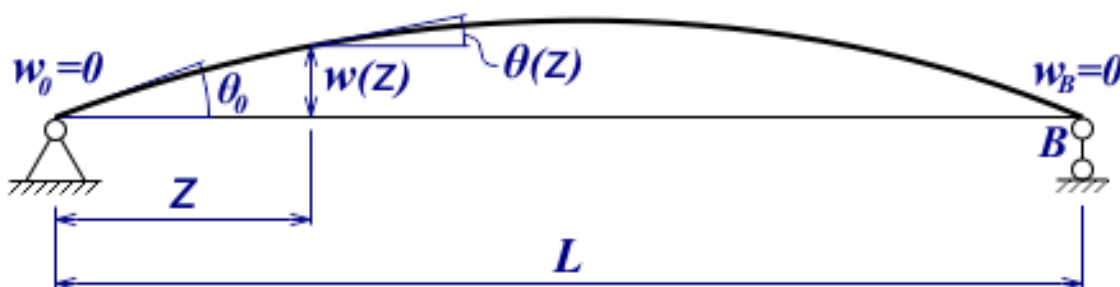


Рисунок 2.5 Схема визначення поворотів балки

Вирази кута повороту перетину  $\theta(z)$  і прогину  $w(z)$  виходять послідовним інтегруванням виразу  $M(z)$ :

$$EI\theta(z) = EI\theta_0 + R_A z^2 / 2 - \sum q_i(z - a_i)^3 H(z - a_i) / 6 + \sum q_i(z - b_i)^3 H(z - b_i) /$$

$$6 - \sum F_i (z - c_i)^2 H(z - c_i) / 2 + \sum M_i (z - d_i) H(z - d_i);$$

$$EIw(z) = EI\theta_0 z + R_A z^3 / 6 - \sum q_i (z - a_i)^4 H(z - a_i) / 24$$

$$+ \sum q_i (z - b_i)^4 H(z - b_i) / 24 - \sum F_i (z - c_i)^3 H(z - c_i) /$$

$$6 \sum M_i (z - d_i)^2 H(z - d_i) / 2;$$

Де  $E$  - модуль пружності матеріалу балки,  $I$  - момент інерції перерізу.

Тут враховано, що прогин над лівою опорою дорівнює нулю:  $w_0 = 0$ .

Побудова епюр

Складемо аналітичні вирази  $Q(z)$ ,  $M(z)$ ,  $EI\theta(z)$  і  $EIw(z)$  для кожної ділянки і обчислимо їх значення в характерних точках

Ділянка I ( $0 \leq z \leq 9$ ):

Поперечна сила  $Q$  :

$$Q_I(z) = R_A - q_1 (z - a_1) = 54 - 12 (z - 0) = -12z + 54;$$

Значення  $Q$  на краях відрізка:

$$Q_I(0) = -12 \cdot 0 + 54 = 54 \text{ кН};$$

$$Q_I(9) = -12 \cdot 9 + 54 = -54 \text{ кН};$$

На цій ділянці епюра  $Q$  перетинає горизонтальну вісь. Точка перетину:

$$Q_I(z) = -12z + 54 = 0 \Rightarrow z_1 = 54/12 = 4.5 \text{ м};$$

Згинальний момент  $M$  :

$$M_I(z) = R_A z - q_1 (z - a_1)^2 / 2 = 54z - 12 (z - 0)^2 / 2 = 54z - 6z^2 = -6z^2 + 54z;$$

Значення  $M$  на краях відрізка:

$$M_I(0) = -6 \cdot 0^2 + 54 \cdot 0 = 0;$$

$$M_I(9) = -6 \cdot 9^2 + 54 \cdot 9 = 0;$$

Локальний екстремум в точці  $z_1 = 4.5 \text{ м}$  :

$$M_I(4.5) = -6 \cdot 4.5^2 + 54 \cdot 4.5 = 121.5 \text{ кНм};$$

Кут повороту перетину  $\theta$  :

$$EI\theta_I(z) = EI\theta_0 + R_A z^2 / 2 - q_1 (z - a_1)^3 / 6 = -364.5 + 54z^2 / 2 - 12 (z - 0)^3 / 6 =$$

$$= -2z^3 + 27z^2 - 364.5;$$

Значення  $EI\theta$  на краях відрізка:

$$EI\theta_I(0) = -2 \cdot 0^3 + 27 \cdot 0^2 - 364.5 = -364.5 \text{ кНм}^2;$$

$$EI\theta_I(9) = -2 \cdot 9^3 + 27 \cdot 9^2 - 364.5 = 364.5 \text{ кНм}^2;$$

На цій ділянці епюра  $\theta$  перетинає горизонтальну вісь. Знайдемо точку перетину:

$$EI\theta_I(z) = -2z^3 + 27z^2 - 364.5 = 0;$$

Коріння кубічного рівняння знайдемо по тригонометричній формулою Вієта.

Наведемо рівняння до виду  $z^3 + az^2 + bz + c = 0$ , для чого розділимо його на -2:

$$z^3 - 13.5z^2 + 182.25 = 0;$$

$$a = -13.5; b = 0; c = 182.25;$$

обчислюємо  $Q, R$  і  $S$ :

$$Q = (a^2 - 3b) / 9 = 20.25;$$

$$R = (2a^3 - 9ab + 27c) / 54 = 0;$$

$$S = Q^3 - R^2 = 8303.77;$$

$S > 0 \Rightarrow$  рівняння має три корені:

$$\varphi = \arccos(R / Q^{1.5}) / 3 = 0.5236 \text{ рад};$$

$$z = -2Q^{1/2} \cos(\varphi) - a / 3 = -3.29423;$$

$$z = -2Q^{1/2} \cos(\varphi + 2\pi / 3) - a / 3 = 12.2942;$$

$$z = -2Q^{1/2} \cos(\varphi - 2\pi / 3) - a / 3 = 4.5;$$

Корені -3.29423 і 12.2942 не лежать всередині розглянутої ділянки.

$$z_2 = 4.5 \text{ м};$$

Прогин  $w$ :

$$\begin{aligned} EIw_I(z) &= EI\theta_0 z + R_A z^3 / 6 - q_1 (z - a_1)^4 / 24 = -364.5 z + 54 z^3 / 6 - 12 (z - 0)^4 / 24 \\ &= -364.5 z + 9 z^3 - 12 z^4 / 24 = -0.5 z^4 + 9 z^3 - 364.5 z; \end{aligned}$$

Значення  $EIw$  на краях відрізка:

$$EIw_I(0) = -0.5 \cdot 0^4 + 9 \cdot 0^3 - 364.5 \cdot 0 = 0;$$

$$EIw_I(9) = -0.5 \cdot 9^4 + 9 \cdot 9^3 - 364.5 \cdot 9 = 0;$$

Локальний екстремум в точці  $z_2 = 4.5 \text{ м}$ :

$$EIw_I(4.5) = -0.5 \cdot 4.5^4 + 9 \cdot 4.5^3 - 364.5 \cdot 4.5 = -1025.16 \text{ кНм}^3;$$

Прогини

Прогин над лівою опорою дорівнює нулю:  $w_0 = 0$ .

Кут повороту початкового перетину  $\theta_0$  визначимо з умови нульового прогину над опорою В:

$$EIw_B = EIw(L) = EI\theta_0 L + R_A L^3 / 6 - q_1 (L - a_1)^4 / 24 = EI\theta_0 \cdot 9 + 54 \cdot 9^3 / 6 - 12 \cdot (9 - 0)^4 / 24 = EI\theta_0 \cdot 9 + 3280.5 = 0 \Rightarrow EI\theta_0 = -3280.5 / 9 = -364.5 \text{ кНм}^2;$$

Переріз головної балки – І50, другорядної І40.

## 2.5 Інженерно-геологічні умови будівельної ділянки

Ділянка будівництва багатофункціонального комплексу розташована в північно-східній частині міста. Абсолютні відмітки поверхні змінюються від 254,75 до 255,2 м.

Бурінням 3 – ох свердловин глибиною 15,5 метрів та лабораторним аналізом визначено інженерно-геологічний склад. В геологічній будові майданчика виділено 4 інженерно-геологічних елементи (ІГЕ):

ІГЕ-1 – насипний ґрунт – глинисті ґрунти, будівельні відходи, злежаний, темно-сірий.

ІГЕ-2 – суглинок тугопластичний, сизий.

ІГЕ-3 – суглинок м'якопластичний, слабозаторфований темно-сірий, чорний.

ІГЕ-4 – дресвяний ґрунт –дресва крейди з суглинистим заповнювачем (суглинок тугопластичний до 50%), світло-сіра.

Для оцінки інженерно – геологічних умов і рекомендацій щодо влаштування фундаментів знаходимо всі характеристики ґрунтів

Таблиця 2.3 Фізико-механічні характеристики ґрунтів будівельного майданчика

Шар ґрунту	Тип ґрунту	Показник	коefficient	ступінь	модуль	кут внутр.	питоме	питома вага
		текучості,	пористості,	вологості,	деформації	тертя	зчеплення,	
		$I_L$	$e$	$S_r$	$E$ , мПа	$\varphi$ , °	$C$ , кПа	$\gamma$ , кН/м <sup>3</sup>
ІГЕ-1	глинисті ґрунти, будівельні відходи, злежаний, темно-сірий	-	-	-	-	-	-	17,0
ІГЕ-2	суглинок тугопластичний, сизий	0,33	0,75	0,76	13	18	20	18,6
ІГЕ-3	суглинок м'якопластичний, слабозаторфований темно-сірий, чорний	0,70	0,76	0,85	9	15	15	18,8
ІГЕ-4	дресвяний ґрунт – дресва крейди з суглинистим заповнювачем (суглинок тугопластичний до 50%), світло-сіра	0,44	0,70	0,84	16	21	23	19,2

Інженерно-геологічна будова майданчику представлена на розрізі на рисунку 2.6.



Рисунок 2.6 Інженерно-геологічний розріз

Категорія складності інженерно-геологічних умов відповідно до [20] – III (Складна)

На основі матеріалів польових вишукувань, а також по архівних та літературних відомостях зроблені такі висновки:

1. Майданчик, що досліджується, за комплексною геоморфологічною, геологічною та гідрогеологічною характеристиками є придатним для будівництва, що проектується.

2. Природньою основою для фундаментів будівель та споруд можуть слугувати ІГЕ-2, ІГЕ-3, ІГЕ-4. Ґрунти неперсіді – ІГЕ 2,4

3. Нормативна глибина промерзання ґрунтів 1,0 м.

4. В даних інженерно-геологічних умовах рекомендовано використовувати палеві фундаменти. Як основа для фундаментів буде слугувати ґрунт ІГЕ-4. Показник текучості  $I_L=0,44$ ; коефіцієнт пористості  $e=0.70$ ; ступінь вологості  $S_r=0.84$ ; модуль деформації  $E=16$  мПа; кут внутрішнього тертя  $\varphi=21^\circ$ ; питоме зчеплення  $C=23$  кПа; питома вага  $\gamma=19.2$  кН/м<sup>3</sup>.

Грунтові води на майданчику зустрінуті на глибині 0,9...9,2 м від існуючої поверхні землі. Орієнтовна глибина залягання ґрунтових вод від проєктованої поверхні ґрунту 4,0...6,0 м. По ступеню агресивного впливу на конструкції з бетону – води неагресивні.

Враховуючи ці дані в проєкті прийняте рішення всі бетонні вироби, що знаходяться нижче відмітки 0.000 (палі, ростверки, стіни) виконувати із бетону, який виготовлений з бетону класу C20/25 марки по водонепроникності W6

## 2.6 Розрахунок фундаментів

Будівля 5-ти поверхова, безпідвальна. Висота будівлі – 22,85 м. конструктивна схема будівлі – каркасна.

Збір навантажень проводиться в розрахунково – конструктивному розділі

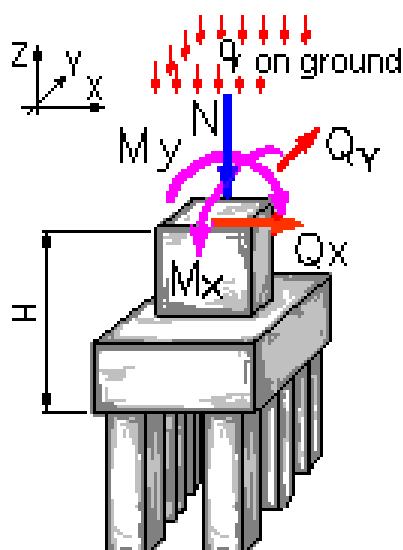


Рисунок 2.7 Схема дії навантажень на палевий фундамент

Результати розрахунку за допомогою прикладної програми для ЕОМ «Фундамент»

Тип фундаменту: Стівпчастий на палевій основі.

Спосіб визначення несучої здатності палі:

Розрахунком (коєф. Надійності по ґрунту  $G_k = 1.4$ )

Тип палі: висяча забивна

Вихідні дані для розрахунку:

Несуча здатність палі (без урахування  $G_k$ ) ( $F_d$ ) 150 кН

Несуча здатність палі на висмикування (без  $G_k$ ) ( $F_{du}$ ) 0 кН

Діаметр (сторона) палі 0.35 м

Висота фундаменту (H) 1.2 м

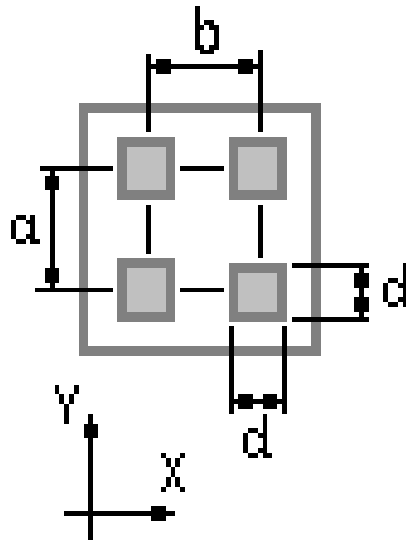


Рисунок 2.8 Схема розміщення палей в ростверку

Максимальні габарити (по осях крайніх палей) по довжині ростверку ( $b_{max}$ )=1.35 м

Максимальні габарити (по осях крайніх палей) по ширині ростверку ( $a_{max}$ )=1.35 м

Розрахункові навантаження:  $N=250$  кН.

Необхідні розміри ростверку:  $a = 1.05$  м  $b = 1.05$  м Кількість палей ( $n$ ) 4 шт.

Максимальне навантаження на палю 97.17 кН

Мінімальне навантаження на палю 97.17 кН

Прийнятий коефіцієнт надійності по ґрунту  $G_k = 1.4$



### 2.6.1 Результати конструювання

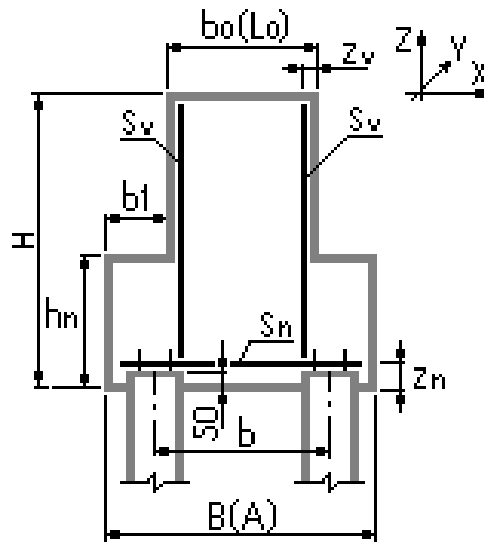


Рисунок 2.9 Схема армування ростверку

Таблиця 2.4

Найменування	Позначення	Величина	Од. виміру
Задана довжина підосви	(A)	1.6	м
Задана ширина підосви	(B)	1.6	м
Ширина перерізу підколонника	( $b_0$ )	0,9	м
Довжина перерізу підколонника	( $L_0$ )	0,9	м
Висота ступенів фундаменту	( $h_n$ )	0,6	м
Захисний шар підколонника	( $z_v$ )	3,5	см
Захисний шар арматури підосви	( $z_n$ )	7	см
Довжина ступені верхньої уздовж X	( $b_1$ )	0,35	м
Довжина ступені верхньої уздовж Y	( $a_1$ )	0,35	м
Клас бетону	( $R_b$ )	B12.5	

Ростверк ступінчастого виду. Розрахунок на продавлювання підколонником і верхньою ступеню при заданій геометрії не потрібно.

За результатом розрахунку несучої здатності ростверку на продавлювання палею додаткове армування не потрібно.

За результатом розрахунку несучої здатності ростверку на продавлювання кутовою палею додаткове армування не потрібно.

Підошва стовбчастого ростверку:

Робоча арматура уздовж X 8D 10 A 400

По міцності за нормальним перерізом армування достатньо.

Підошва стовбчастого ростверку

Робоча арматура уздовж Y 8D 10 A 400

По міцності за нормальним перерізом армування достатньо.

Підколонник стовпчастого фундаменту, межі вздовж X

Вертикальна робоча арматура 5D 12 A 400

По міцності за нормальним перерізом армування достатньо.

Підколонник стовпчастого фундаменту, межі вздовж Y

Вертикальна робоча арматура 5D 12 A 400

По міцності за нормальним перерізом армування достатньо.

Розрахункові навантаження: Основні поєднання

Згідно з розрахунками прийнято фундаменти палеві, із палей прямокутного перерізу січенням 350x350 мм. Спосіб влаштування палей - забивними дизель-молотами. Палі влаштовані кушами в місцях розташування колон. По верху палі об'єднані монолітними залізобетонними ростверками, на які опираються колони та стіни.

Нижнім кінцем палі опираються на ІГЕ-4 - дресвяний ґрунт - дресва крейди з суглинистим заповнювачем (суглинок тугопластичний до 50%), світло-сіра з наступними властивостями: показник текучості  $IL=0,44$ ; коефіцієнт пористості  $e=0.70$ ; ступінь вологості  $sr=0.84$ ; модуль деформації  $E=16$ ; кут внутрішнього тертя  $\varphi_{II}=21^\circ$ ; питоме зчеплення  $СII=23$  кПа; питома вага  $\gamma_{II}=19.2$  кН/м<sup>3</sup>.

З'єднання паль із ростверками жорстке.

## **2.7 Висновки за розділом 2**

В даному розділі аналітично розраховано зусилля в металевих балках. Підібрано двотаврові перерізи головних та другорядних балок. На підставі вивченого інженерно-геологічного аналізу запроектовано стовпчасті фундаменти на палевій основі. Палі прийнято прямокутного перерізу січенням 350x350 мм. Спосіб влаштування паль - забивними дизель-молотами. Палі влаштовані кушами в місцях розташування колон. По верху палі об'єднані монолітними залізобетонними ростверками, на які опираються колони та стіни.

## РОЗДІЛ 3

### НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

Одним із ефективних конструкцій для влаштування міжповерхового перекриття є влаштування сталезалізобетонних конструкцій по металевих опорних балках, які набули широкого розповсюдження в світовій практиці громадського будівництва в каркасних будівлях.

В таких конструкціях спільна бетонного перекриття влаштованого по профнастилу (який виступає незнімною опалубкою) забезпечується завдяки наявності виштамповок у вигляді опуклостей або вмятин чи отворів на листах. Робота перекриття з різними видами виштамповок досліджена в [21]. При цьому сталевий настил може працювати як зовнішня арматура плити перекриття. [22]

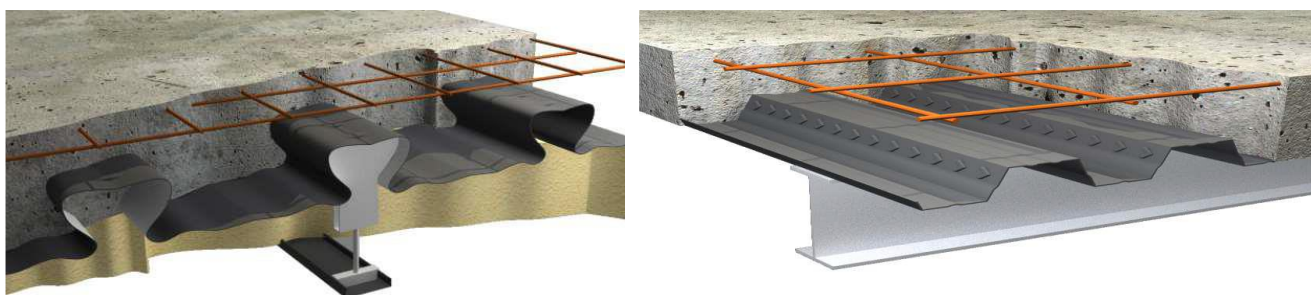


Рисунок 3.1 Приклади сталезалізобетонних перекриттів

Після досягнення бетоном перекриття заданої міцності, профільований настил і бетон працюють спільно.

Згідно з дослідженнями встановлено, що перевагами даного виду перекриттів є скорочення трудовитрат та металоємкості арматури на їх спорудження, зниження загальної ваги перекриття на 30-50%, можливості збільшити прольоти будівель.

#### 3.1 Постановка задач дослідження

Метою дослідження є моделювання роботи міжповерхового перекриття громадських будівель.

### 3.2 Методика дослідження

Моделювання роботи безбалкового перекриття та перекриття по металевих опорних балках.

Проектування архітектурної частини будівлі виконувалось з використанням BIM-технологій – системи автоматизованого проектування Graphisoft Archicad. У вихідному файлі створювалась скінченно-елементна модель всієї будівлі, задавались необхідні матеріали конструкцій та їхні фізико-механічні характеристики необхідні для міцнісного розрахунку. Для подальшої роботи над моделлю її було експортовано в формат IFC (Industry Foundation Classes), що дозволяє обмінюватись даними з різними програмними комплексами. Після цього модель було імпортовано в САПФІР-3D для підготовки аналітичної моделі. Таким чином, відсутня потреба створення геометричної та фізичної моделі безпосередньо в ПК ЛІРА. Вся необхідна інформація міститься у файлі експортування. Додатково задавались тільки граничні умови по краях плити перекриття та навантаження.

Теоретичною основою ПК ЛІРА є метод скінченних елементів (МСЕ) [23] конструкції. Бібліотека скінченних елементів (БСЕ) включає ряд елементів, що відтворюють в моделі роботу будівельних конструкцій – елементи стержнів, плити, оболонки, просторові фігури- тетраедр, паралелепіпед, тригранна призма.

Дослідження проводимо з метою порівняння розрахунку перекриття по металевих опорних балках на противагу конструкції класичного монолітного безбалкового перекриття - залізобетонної плити. Для дослідження використовується тривимірна модель МСЕ.

Для розрахунку перекриття по металевих опорних балках моделюємо плитну частину з головними та другорядними балками як пластини з заданими жорсткостями і товщиною.

Значення навантажень задані з обчислених в розділі 2.

### 3.2.1 Результати розрахунку безбалкового перекриття

На рисунках приведених нижче міститься інформація по необхідній площі армування безбалкового перекриття

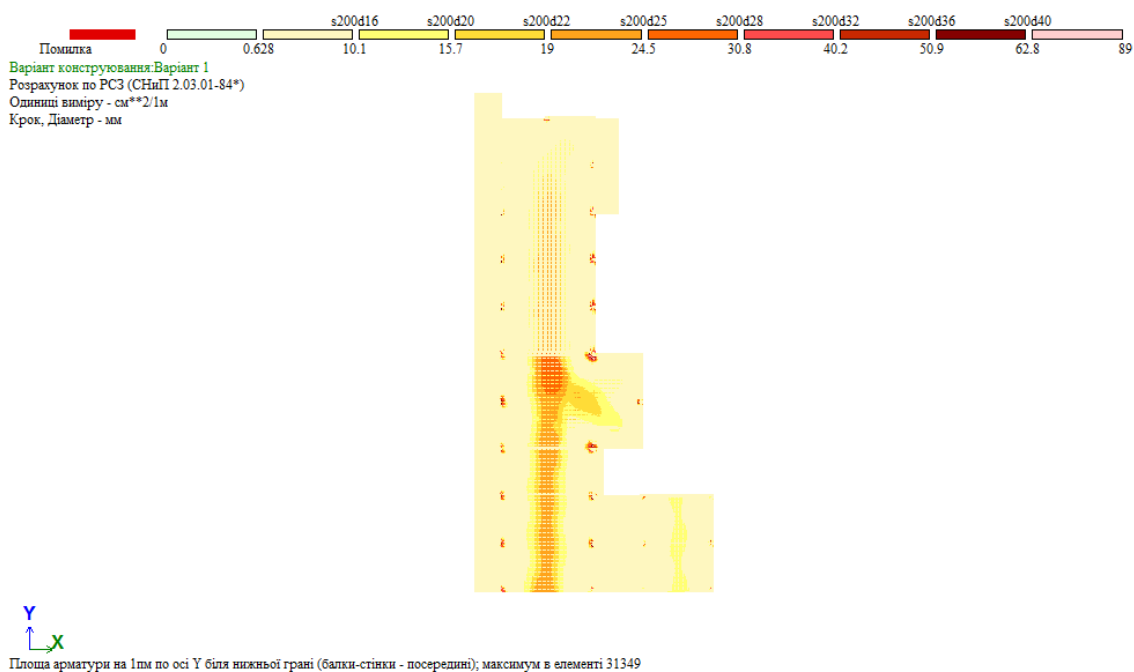


Рисунок 3.1 Площа армування безбалкового перекриття по осі Y біля нижньої грані

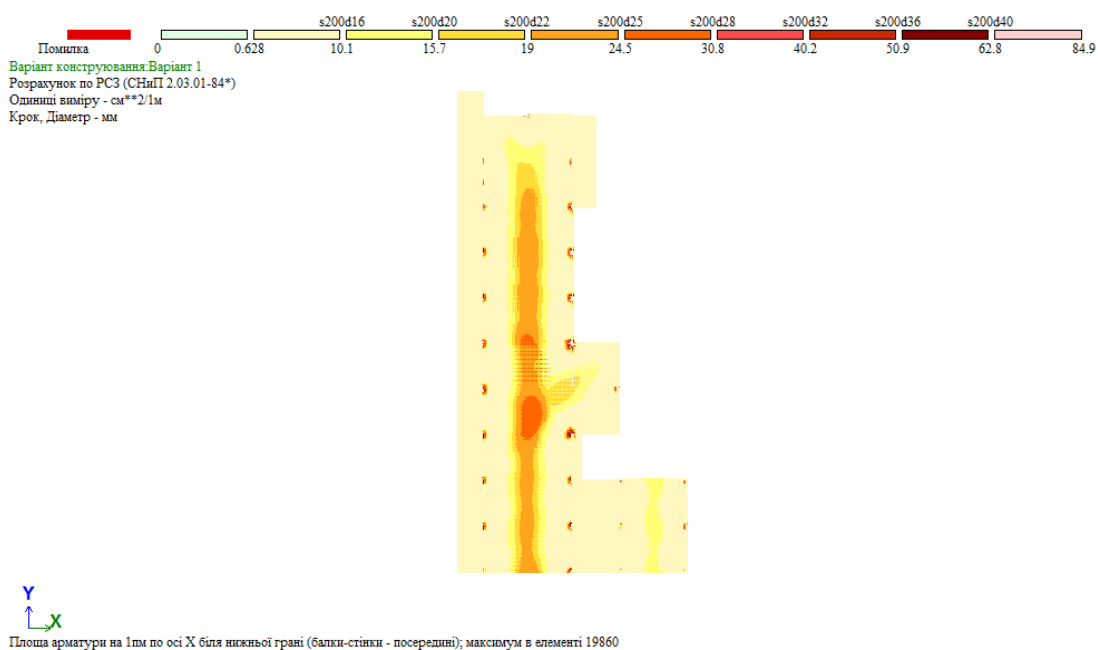
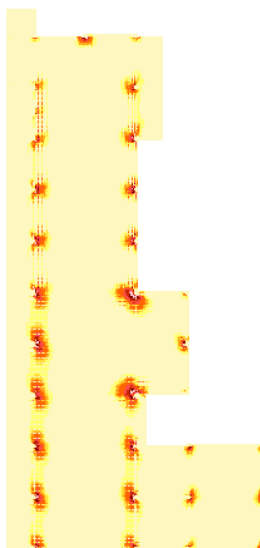
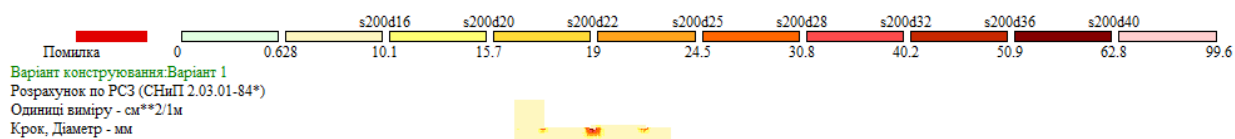
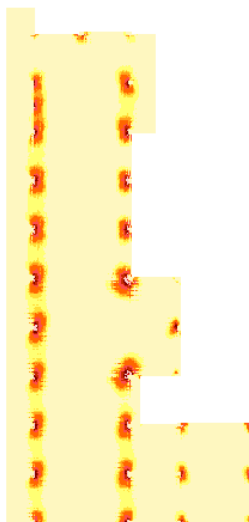
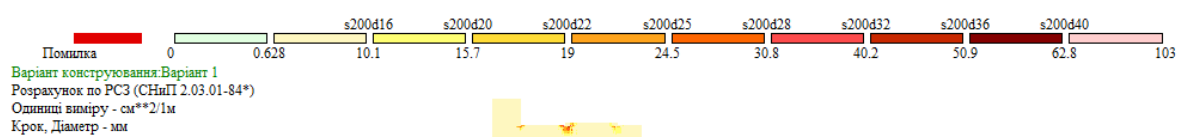


Рисунок 3.2 Площа армування безбалкового перекриття по осі X біля нижньої грані



Площа арматури на 1м по осі Y біля верхньої грані; максимум в елементі 11582

Рисунок 3.3 Площа арматури безбалкового перекриття по осі X біля верхньої грані



Площа арматури на 1м по осі X біля верхньої грані; максимум в елементі 20364

Рисунок 3.4 Площа арматури безбалкового перекриття по осі Y біля верхньої грані

Спостерігається значна площа армування в зонах продавлювання у верхній грані, в області розташування колон. Також, максимуми площі армування зосереджені в прольотній частині безбалкової плити по нижній грані.

### 3.2.2 Результати розрахунку перекриття по металевих опорних балках

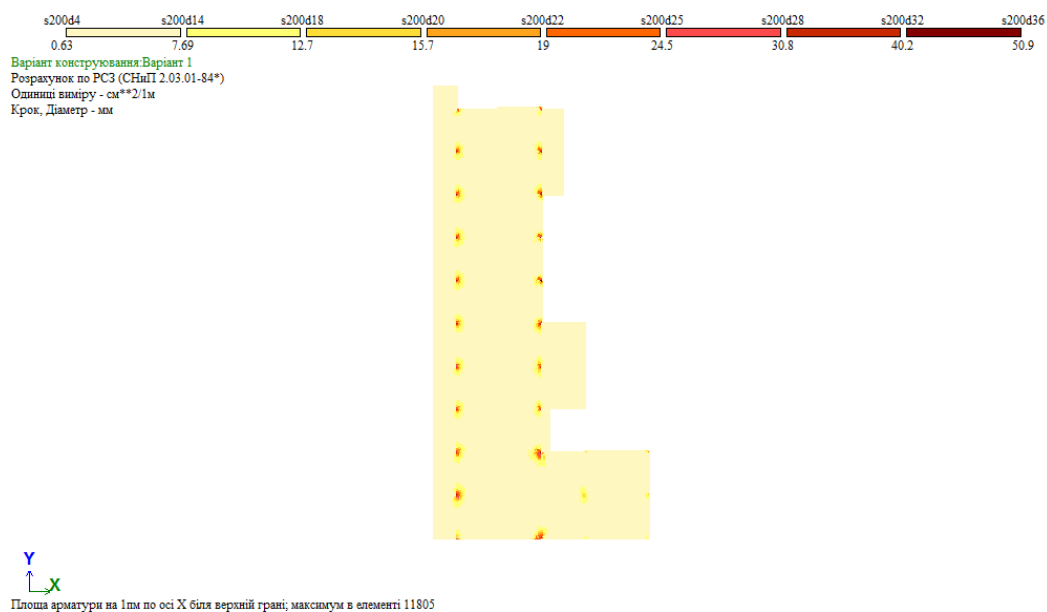


Рисунок 3.5 Площа арматури перекриття по опорних балках по осі X біля верхньої грані

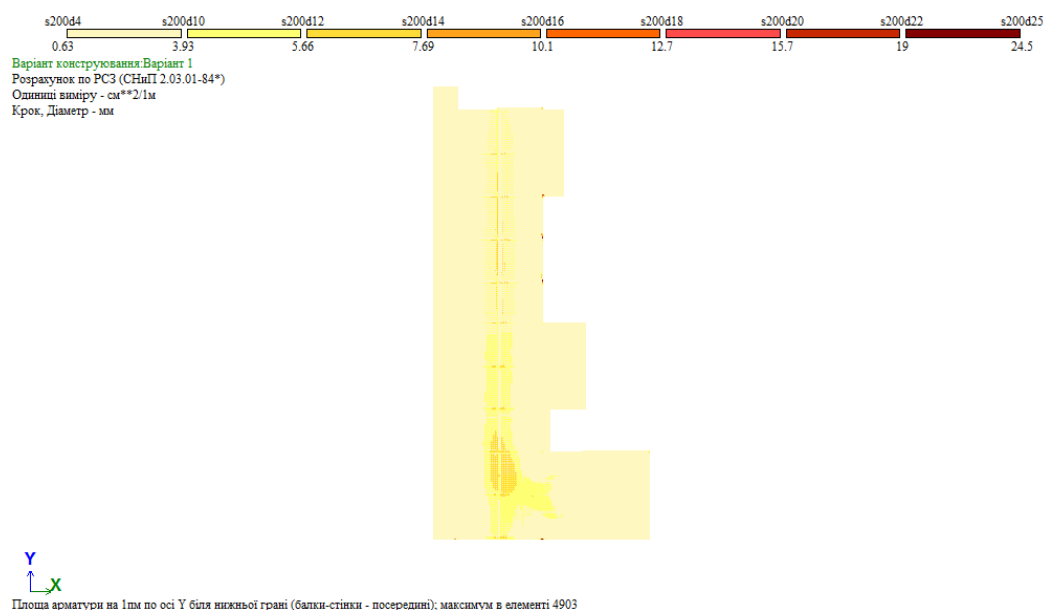


Рисунок 3.6 Площа арматури перекриття по опорних балках по осі Y біля нижньої грані



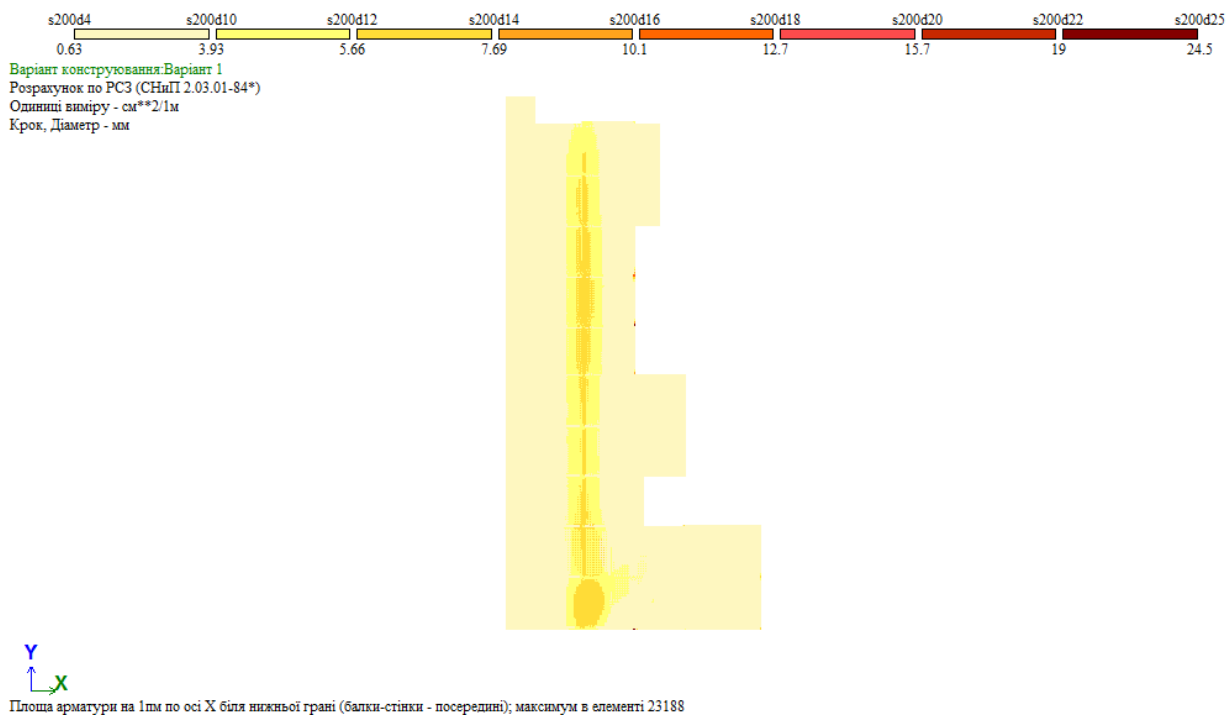


Рисунок 3.7 Площа арматури перекриття по опорних балках по осі X біля нижньої грані

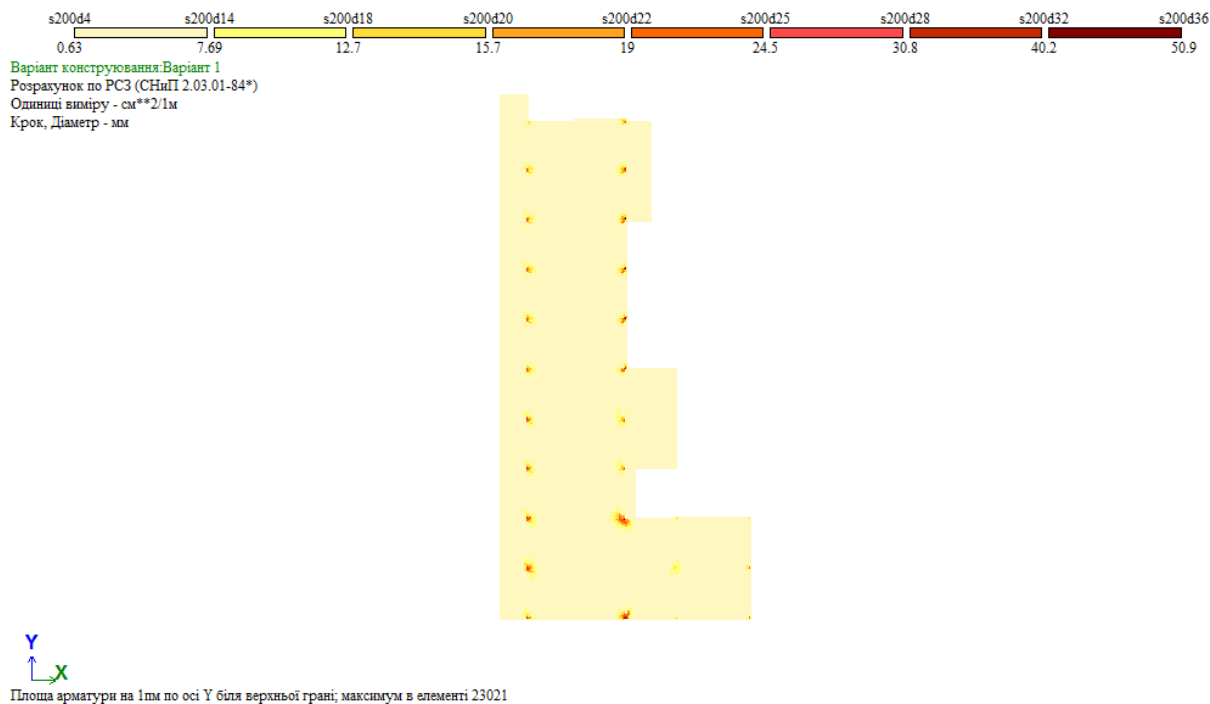


Рисунок 3.8 Площа арматури перекриття по опорних балках по осі Y біля верхньої грані

Як і в попередньому варіанті, максимуми арматури зосереджені в тих же областях, однак площа необхідного армування значно менша.

### **3.3 Висновки і узагальнення за результатами дослідження**

В результаті скінченно-елементного експерименту встановлено області найбільшої концентрації арматури. Так найбільша площа арматури розташовуються в зонах продавлювання колон та на прольотних частинах.

Однак, при обчисленні плити по металевих опорних балках спостерігається значне зниження площі армування, особливо в області продавлювання. Цей ефект зумовлений передачею частини зусиль на переріз балок.

Таким чином впровадження даної конструктивної схеми сприяє зниженню трудомісткості арматурних робіт.

## РОЗДІЛ 4

### ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

#### 4.1 Охорона праці

##### 4.1.1 Техніка безпеки при роботі із механізмами

Охорона праці та техніка безпеки при будівництві та експлуатації проєктованих об'єктів забезпечується прийняттям всіх проєктних рішень відповідно до “Правил влаштування електроустановок”, і “Охорони праці і промислової безпеки в будівництві. ДБН А.3.2-2-2009”, НПАОП 45.2-1.11-97 вимоги яких враховують умови безпеки праці, попередження виробничого травматизму, професіональних захворювань, пожеж та вибухів.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки проєктом передбачено:

5. використання технічно-досконалого обладнання,
6. розміщення обладнання так, щоб мати вільний доступ до нього при обслуговуванні,
7. планування заземлення елементів електропристроїв з нормованою по ПУЕ величиною опору і конструкцією, яка відповідає вимогам “Електричні пристрої. ДБН А.3.2-2-2009”.
8. використання при виконанні будівельно-монтажних робіт машин та механізмів, в конструкціях яких закладені принципи охорони праці, високий рівень механізації будівельно-монтажних робіт, виконання будівельно-монтажних робіт згідно типових технологічних карт.
9. встановлення автоматів і реле захисного відключення (АЗВ і РЗВ) у ввідно-розподільних щитках ВРУ1-48М, НШЛ і гаражних щитках ЩГ.

Для забезпечення охорони праці та техніки безпеки необхідно також, щоб будівельні, монтажні та налагоджувальні роботи та експлуатація електроустановок проводилась згідно з “Охороною праці і промислової безпеки у будівництві. ДБН

А.3.2-2-2009” і “Правил техніки безпеки при виробництві електромонтажних робіт на об'єктах Міненерго України” 1984р.

#### **4.1.2 Охорона праці під час виконання основних технологічних процесів**

Зони виробництва робіт необхідно обгородити і позначити попереджувальними знаками.

Позначити границю небезпечної зони будівлі, що будується (від його зовнішнього периметру). Проїзди, проходи, площадки і робочі місця необхідно регулярно очищати від снігу, льоду, а дороги посипати піском.

Швидкість руху автотранспорту на територію буд. майданчика не повинна перевищувати 10 км/год на прямих відрізках і 5 км/год на поворотах. Проходи з нахилом більше 20° повинні бути обладнані трапами або сходишками з огороженням. Ширина проходів до робочих місць і на робочих місцях повинна бути не менше 0,6 м., а висота проходу не менше 1,8 м. Входи в будівлю, яка будується, повинні бути захищені зверху суцільним навісом шириною не менше за ширину входу, віддаль не менше 2 м від стіни будинку. Кут, утворений між навісом і вище розташованою стіною над входом повинен бути в межах 70 – 75°

Робочі місця, площадки складування конструкцій в темний час доби повинні освітлюватися з силою освітленості не менше 50лк., проїзди і проходи не менше 10лк на рівні проїзної частини, працювати в неосвітлених місцях забороняється.

Забороняється залишати без нагляду заряджені балони і ацетиленовий генератор при перервах у роботі, а по закінченню робіт генератори і балони забрати у відведені місця для зберігання. Забороняється розпалювати відкритий вогонь, палити і запалювати сірники в межах 10 м від кисневих, ацетиленових балонів, генераторів. Будівельний майданчик повинен бути обладнаний засобами пожежогасіння, а також радіотелефонним зв'язком.

На період роботи крана наказом по будівельно-монтажній організації призначається особа з інженерно-технічних працівників відповідальна за безпечне

виробництво робіт, техніку безпеки і охорону праці. Вивісити на місцях виконання робіт перелік вантажів, що переміщуються механізмами з вказівкою їх маси, кранівникам і монтажникам такий перелік видати на руки.

До виконання монтажних робіт необхідно встановити порядок обміну умовними знаками між особами, які керують підйомами і машиністом крана. Всі сигнали подаються тільки однією особою (керівником підйомів), крім сигналу «Стоп», який може бути поданий кожним працівником, що помітив явну небезпеку. Зону виконання робіт необхідно позначити попереджувальними знаками встановленої форми.

Монтаж конструкцій і подача вантажів на будинок необхідно вести відповідно до проекту виконання робіт. Стропування конструкцій виконується інвентарними стропами випробуваними згідно з правилами Держохоронпраці. Гаки кранів обладнують запобіжним замикаючим пристосуванням. Робітники повинні знаходитись за контуром конструкції, що подається або вантажу з боку протилежної подачі її краном. Подану конструкцію опускають над місцем її встановлення не більше як на 30 см вище проектного положення. Після цього монтажники наводять конструкцію на місце обпирання. Під час переміщення, конструкцію необхідно утримувати від розгойдування і обертання відтяжками з пенькового канату. Розстроплювати конструкцію можна тільки після її проектного закріплення.

Не допускається виконання робіт краном при силі вітру більше 10м/сек, ожеледиці, тумані і сильному снігопаді та дощу.

У випадку виникнення при виконанні робіт аварійного стану монтажної оснастки, або несправностей в вантажопідіймальних кранах - роботи повинні бути негайно припинені до отримання вказівок по усуненню небезпеки.

При виконанні будівельно-монтажних робіт дотримуватися вимог ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві [24] і Правил пожежної безпеки при виконанні БМР" (ППБ 05-86).

Охорона праці при виконанні робіт в осінньо-зимовий період:

1. В зимових умовах на будівельному майданчику, а також в санітарно-побутових приміщеннях передбачаються приміщення для обігріву робітників, які повинні знаходитись поблизу робочих місць.

2. До початку виконання робіт в зимових умовах необхідно:

- Спустити воду і продути повітрям всі трубопроводи і апарати з метою недопущення замерзання в них води. Всі крани залишити відкритими.

- Закрити віконні отвори, закрити двері та інші отвори для запобігання виникнення протягів. Заготовити необхідну кількість піску для боротьби з ожеледицею. Очистити робочі місця від снігу, льоду, сміття.

- Для запобігання виникнення аварій і додаткових робіт в результаті просадок, фундаменти і трубопроводи та інші конструкції слід вкладати в сухий природній незамерзлий ґрунт.

3. Для запобігання падіння працюючих від ковзання необхідно систематично очищати від снігу і ожеледиці робочі місця, трапи, драбини, перекриття будівель, естакади і посипати їх піском, шлаком чи золою. Сніг і льодові бурульки повинні зніматися акуратно і тільки в огорожену зону.

4. Перед тим, як добратися на висоту, необхідно перевірити справність запобіжного поясу, справність і правильність установки риштувань, підмосток, драбин і т. д.

5. Перехід по балконах, ригелях на висоті без закріплення запобіжним поясом за туго натягнутий трос забороняється. Добиратися на висоту і працювати на висоті необхідно у взутті з неслизькими підшвами.

6. Забороняється працювати на висоті при силі вітру 6 балів і вище, при снігопаді, ожеледиці та інших несприятливих умовах.

7. Експлуатувати нагрівачі, електрокалорифери в побутових приміщеннях дозволяється тільки під наглядом назначеної для цього особи. Йдучи з побутових приміщень, електронагрівальні прилади необхідно відключати.

8. При температурі повітря мінус 20<sup>0</sup>С через кожну годину роботи необхідно робити перерви тривалістю 10 хв. При температурі повітря мінус 25<sup>0</sup>С через кожну годину роботи необхідно робити перерви тривалістю 10 хв. робочий день

скорочувати на 1 год. При температурі повітря мінус 30°C і нижче роботи припиняти.

9. З метою попередження обмороження, роботи в зовнішніх умовах необхідно проводити в теплому і сухому одязі і взутті. При перших проявах обмороження потерпілому необхідно надати медичну допомогу і відправити в поліклініку для надання медичної допомоги.

## **4.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях**

Згідно з ДСТУ 3891-99 «Безпека у надзвичайних ситуаціях» [25] надзвичайною ситуацією є порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинене аварією, катастрофою, стихійним лихом або іншими чинниками, що призвели (чи можуть призвести) до загибелі людей, тварин і рослин, значних матеріальних збитків та (або) завдати шкоди довкіллю.

Надзвичайна ситуація залежно від джерела небезпеки може бути: природна, техногенна, соціально-політична, воєнна. небезпека у надзвичайних ситуаціях – це стан, за якого існує наявна або ймовірна загроза виникнення уражальних чинників і їх впливу (дії) на населення, об'єкти економіки та довкілля. Можливі види небезпеки: радіаційна, хімічна, геологічна, пожежна, біологічна (епідеміологічна), метеорологічна і гідрологічна.

Захист населення організовується і здійснюється відповідно до вимог Конституції України (1996 р.), Законів України:

"Про цивільну оборону України" (1999 р.);

"Про захист людини від впливу іонізуючих випромінювань" (1998 р.);

"Про захист населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного і природного характеру" (2000 р.)

"Про правовий режим надзвичайного стану";

Концепції "Про захист населення і територій при загрозі і виникнення надзвичайної ситуації", схваленої наказом Президента України від 26.03.1999 р., інших нормативно-правових актів із захисту населення в надзвичайних ситуаціях.

Основним завданням цивільної оборони під час виникнення надзвичайних ситуацій є захист населення. Захист населення – це створення необхідних умов для збереження життя і здоров'я людей у надзвичайних ситуаціях. Головна мета захисних заходів – уникнути або максимально знизити ураження населення.

#### 4.2.1 Розрахунок фактичного часу евакуації людей у випадку пожежі

Відповідно до методичних підходів, розрахунковий час евакуації людей з приміщень та будинків встановлюється за розрахунком тривалості руху одного або декількох людських потоків через евакуаційні виходи від найбільш віддалених місць розміщення людей до виходу назовні.

Для евакуації з будь-якого поверху будівлі передбачено два незалежних евакуаційних виходи. Також передбачено ряд запобіжних заходів, а саме: влаштування спринклерної системи пожежогасіння і всіх приміщеннях, влаштування автоматичної пожежної сигналізації I категорії та мовне оповіщення про пожежу, влаштування пожежного посту з цілодобовим чергуванням. Також проектним рішенням передбачено влаштування вікон з необхідною площею для димовидалення.

Приймаємо найбільш небезпечний варіант, а саме пожежу на третьому поверсі, де розміщені 4 навчальні аудиторії, учительська, кабінет директора та конференцзал на 25 осіб та актову залу на 144 глядачі. З приміщень сполучені із загальним коридором поверху з якого є вихід у дві розосереджені сходові клітки.

1. Визначаємо розрахункову тривалість евакуації людей із приміщень будівель і споруд із застосуванням спрощеної аналітичної моделі руху людського потоку.

Розрахункову тривалість евакуації людей  $t_p$  визначають як суму тривалість руху людського потоку по окремих ділянках шляху  $t_i$  за формулою:

$$t_p = t_1 + t_2 + t_3 + \dots t_i, \quad (4.1)$$

де  $t_1$  - тривалість руху людського потоку на першій (початковій) ділянці, що найбільш віддалена від евакуаційного виходу, хв;



$t_2, t_3, t_4, \dots, t_i$  — тривалість руху людського потоку на кожній із наступних після першої ділянки шляху, хв.

Тривалість руху людського потоку по першій ділянці шляху  $t_1$ , хв, розраховують за формулою:

$$t_1 = \frac{l_1}{V_1} \quad (4.2)$$

де  $l_1$  — довжина першої ділянки шляху, м;

$V_1$  — швидкість руху людського потоку горизонтальним шляхом на першій ділянці, м/хв (визначається за таблицею А.1 [26] залежно від щільності  $D$ ).

Щільність однорідного людського потоку на першій ділянці шляху  $D_1$  розраховують за формулою:

$$D_1 = \frac{N_1 * f}{l_1 * b_1} \quad (4.3)$$

де  $N_1$  — кількість людей на першій ділянці, люд.;

$f$  — середня площа горизонтальної проекції людини,  $m^2/люд.$  (за табл. А.5 [26] приймаємо площі горизонтальної проекції дітей і підлітків у вуличному одязі зі шкільною сумкою, віком 14-16 років –  $f = 0,16 m^2/ос$ , Площа горизонтальної проекції дорослих людей в літній (в приміщенні) -  $0,10 m^2/ос$ )

$b_1$  — ширина першої ділянки шляху, м.

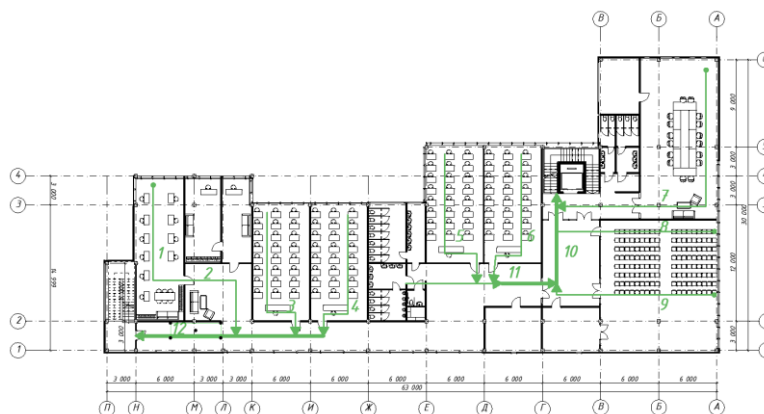


Рисунок 4.1 Розрахункова схема приміщень 3 поверху для визначення параметрів шляхів евакуації.

Умовні позначки:  $N$  — кількість людей;  $b$  — ширина;  $l$  — довжина;  $b_0$  — ширина прорізу.

Дані розрахунків щільності однорідного людського потоку по кожній ділянці евакуаційного шляху (див. рис. 5.1) занесено в таблицю:

Таблиця 4.1 Визначення щільності однорідного людського потоку

№ діляк и	Довжина ділянки шляху, l, м	Ширина ділянки шляху, В, м	Кількість людей на ділянці N, осіб	середня площа горизонтальної проекції людини, м <sup>2</sup> /люд., f	Щільність однорідного людського потоку D
<b>1</b>	13	2,5	10	0,1	<b>0,03</b>
<b>2</b>	11,1	3,4	12	0,1	<b>0,03</b>
<b>3</b>	15,7	1,2	26	0,16	<b>0,2</b>
<b>4</b>	15,7	1,2	26	0,16	<b>0,2</b>
<b>5</b>	15,7	1,2	26	0,16	<b>0,2</b>
<b>6</b>	15,7	1,2	26	0,16	<b>0,2</b>
<b>7</b>	29	2,5	25	0,16	<b>0,06</b>
<b>8</b>	16,2	0,9	72	0,16	<b>0,8</b>
<b>9</b>	16,2	1,5	72	0,16	<b>0,5</b>
<b>10</b>	9,8	6	196	0,16	<b>0,6</b>
<b>11</b>	8,2	4,4	52	0,16	<b>0,3</b>
<b>12</b>	19,5	2,8	64	0,16	<b>0,2</b>

Визначаємо розрахункову тривалість евакуації людей тривалість руху людського потоку  $t_p$ , хв, для двох евакуаційних шляхів:

$$t_{p1} = t_1 + t_2 + t_3 + t_{12} = \frac{l_1}{V_1} + \frac{l_2}{V_2} + \frac{l_3}{V_3} + \frac{l_4}{V_4} + \frac{l_{12}}{V_{12}} = \frac{13}{100} + \frac{11,1}{100} + \frac{15,7}{47} + \frac{19,5}{60} = 1,23 \text{ хв}$$

$$t_{p2} = t_5 + t_6 + t_7 + t_8 + t_9 + t_{10} + t_{11} = \frac{15,7}{47} + \frac{15,7}{47} + \frac{29}{100} + \frac{16,2}{19} + \frac{16,2}{33} + \frac{9,8}{28} + \frac{8,2}{47} = 2,82$$

хв

Результати визначення необхідного евакуації відповідно до схем евакуації наведено на рис.



Рисунок 4.2 Схема та розрахунковий час евакуації людей з 2-го поверху

#### **4.2.2 Розрахунок критичного часу пожежі за умови досягнення небезпечними факторами пожежі гранично допустимих значень у зоні перебування людей у приміщеннях 3-го поверху.**

Згідно з вихідними даними, площа приміщень в яких перебувають люди, коридору та сходової клітки складає  $999.72 \text{ м}^2$ .

Висота приміщень дорівнює  $3,0 \text{ м}$ . Загальний об'єм приміщень становить  $2999.16 \text{ м}^3$ . Вільний об'єм відповідно вимог становить  $80\%$  від загального об'єму приміщення, та дорівнює  $2999.16 \text{ м}^3$ .

За даними, що наведені в [27] нижче представлені показники пожежної небезпеки : найнижча теплота згорання:  $13,8 \text{ МДж/кг}$ ; лінійна швидкість полум'я:  $0,0045 \text{ м/с}$ ; питома швидкість вигорання:  $0,0145 \text{ кг/(м}^2 \cdot \text{с)}$ ; витрата кисню ( $\text{O}_2$ ):  $-1,437 \text{ кг/кг}$ ; Вихід газу: двооксид вуглецю ( $\text{CO}_2$ ):  $1,285 \text{ кг/кг}$ ; оксид вуглецю ( $\text{CO}$ ) або чадний газ:  $0,002 \text{ кг/кг}$ ; хлористий водень ( $\text{HCl}$ ):  $0,006 \text{ кг/кг}$ ; димоутворювальна здатність:  $82 \text{ Нп} \cdot \text{м}^2/\text{кг}$ .

Відповідно показник ступеня, враховуючий зміну маси матеріалу що згорає, від часу дорівнює  $n=3$ .

Визначення розмірного параметру  $A$ , що враховує питому масову швидкість вигорання горючого матеріалу для випадку кругової форми горіння проводиться за формулою [26]:

$$A=0,0145*0,0045^2=3,0830625E-7.$$

Розмірний комплекс  $B$ , що залежить від теплоти згорання пожежного навантаження та вільного об'єму приміщення визначаємо як:

$$B=353*0.001*1617,48/((1-0,6)*13,8*0,95)=108,881$$

Безрозмірний параметр  $Z$ , що враховує нерівномірність розповсюдження небезпечних чинників пожежі по висоті приміщення знаходимо як:

$$Z=(1,7/4,5)*\text{Exp}(1,4*1,7/4,5)=0,64$$

Час досягнення критичної для людини температури за підвищеною температурою визначається за формулою [26]:

$$t_{\text{кр}}^T=[(108,881/3,0830625E-7)*\ln(1+(70-20)/((273+20)*0,64))]^{(1/3)}=436,81,\text{c}$$

Час досягнення критичного для людини вмісту кисню визначається за формулою [26]:

$$t_{\text{кр}}^{\text{O}_2}=[(108,881/3,0830625E-7)*\ln(1-0,044/((108,881*(-1,437))/1617,48+0,27)*0,64)^{-1}]^{(1/3)}=562,64,\text{c}$$

Час досягнення критичної для людини втрати видимості за формулою [26]:

$$t_{\text{кр}}^D=[(108,881/3,0830625E-7)*\ln(1-(1617,48*\ln(1,05*0,3*50)/((20*108,881*82*0,64)^{-1}))^{-1}]^{(1/3)}=241,19,\text{c}$$

Час досягнення критичної для людини концентрації диоксиду вуглецю визначаємо за формулою:

$$t_{\text{кр}}^{\text{CO}_2}=[(108,881/3,0830625E-7)*\ln(1-(1617,48*0,11/((108,881*1,285*0,64)^{-1}))^{-1})]^{(1/3)}$$

Під логарифмом від'ємне число. Відповідно цей небезпечний чинник пожежі не містить загрози.

Час досягнення критичної для людини концентрації оксиду вуглецю визначаємо за формулою [26]:

$$t_{\text{кр}}^{\text{CO}}=[(108,881/3,0830625E-7)*\ln(1-(1617,48*0,00116/((108,881*0,002*0,64)^{-1}))^{-1})]^{(1/3)}$$

Під логарифмом від'ємне число. Відповідно цей небезпечний чинник пожежі не містить загрози.

Час досягнення критичної для людини концентрації HCl визначаємо за формулою [26]:

$$t_{кр}^{HCl} = [(108,881/3,0830625E-7) * \ln(1 - (1617,48 * 0,000023 / ((108,881 * 0,006 * 0,64) - 1))^{1/3})] = 320,27, c$$

Із отриманих результатів розрахунків критичної тривалості пожежі обирають мінімальне.

Необхідний час евакуації людей ( $t_n$ ) визначають з урахуванням коефіцієнту безпеки за формулою [26]:  $t_{необх} = (t_{кр}^D / 60) * 0,8 = 3,22$  хв

Отже, необхідний час евакуації людей, які знаходяться у приміщеннях 3-го поверху становить 192,95 с, або 3,22 хв, за умови горіння вогнища пожежі кругової форми, що збільшується у часі. Найбільшу небезпеку для людей за обраного сценарію пожежі являє втрата видимості внаслідок задимлення приміщення.

### **Висновки:**

Враховуючи наведені вище результати виконаної роботи необхідний час евакуації людей, які знаходяться у приміщеннях 3-го поверху становить 192,95 с, або 3,22 хв, фактичний час евакуації з приміщень 3-го поверху на два розосереджені виходи становить 1,23 хв та 2,82 хв. Отже, евакуація людей з приміщень об'єкту «Проект багатофункціонального спортивно-навчального комплексу в Івано-Франківську з дослідженням плити перекриття на опорних металевих балках» при пожежі буде безпечною У даній будівлі на випадок виникнення пожежі передбачені евакуаційні шляхи і виходи відповідно до вимог і норм.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

В архітектурно-будівельній частині розроблено об'ємно-планувальні та конструктивні рішення та рішення по генплану багатофункціонального спортивно-навчального комплексу в м. Івано-Франківськ відповідно до поставленого проектного завдання та чинних нормативних документів. Виконано теплотехнічний розрахунок огорожуючих конструкцій та встановлено, що навісні стіни з сендвіч-панелей з мінераловатним наповнювачем товщиною 150 мм та покрівельні панелі з пенополізоціануратним наповнювачем товщиною 210/170мм відповідають нормативним мінімальним опорам зовнішніх конструкцій для даної кліматичної зони.

В розрахунково-конструктивному розділі аналітично розраховано зусилля в металевих балках. Підібрано двотаврові перерізи головних та другорядних балок. На підставі вивченого інженерно-геологічного аналізу запроєктовано стовпчасті фундаменти на палевій основі. Палі прийнято прямокутного перерізу січенням 350x350 мм. Палі влаштовані кушами в місцях розташування колон. По верху палі об'єднані монолітними залізобетонними ростверками, на які опираються колони та стіни.

В науково-дослідному розділі проведено аналіз напрацювань по темі дослідження. Розроблено скінченно-елементну модель міжповерхового перекриття та проведено його розрахунок. Виконано порівняння з традиційним монолітним залізобетонним перекриттям В результаті скінченно-елементного експерименту встановлено області найбільшої концентрації арматури. Визначено, що найбільша площа арматури розташовуються в зонах продавлювання колон та на прольотних частинах. При цьому, при обчисленні плити по металевих опорних балках спостерігається значне зниження площі армування, особливо в області продавлювання. Цей ефект зумовлений передачею частини зусиль на переріз балок. Таким чином впровадження даної конструктивної схеми сприяє зниженню трудомісткості арматурних робіт.

На основі аналізу отриманих розроблено практичні рекомендації щодо застосування перекриття по опорних металевих балках. Визначено, що використання плит перекриття по металевих балках зменшують загальну вагу конструкції та трудоемкість виконання арматурних робіт. Такі конструктивні рішення визначають необхідність подальшої апробації конструкції на будівельному майданчику та повноцінного впровадження в будівельну галузь.

В розділі охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях розглянуто питання щодо організації праці та створення безпечних умов при роботі з механізмами та під час виконання основних технологічних процесів. Виконано розрахунок часу евакуації у випадку пожежі.

**БІБЛІОГРАФІЯ**

1. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010. – [Чинний від 2011-11-01]. - К.: МінрегіонбудУкраїни, 2011.– 123 с. – (Національний стандарт України).
2. Будівництво у сейсмічних районах України: ДБН В.1.1-12:2014. – К.: МінрегіонбудУкраїни, 2014. – 109 с.
3. ДБН В.2.2-20:2018 Будинки і споруди. Готелі К.: МінрегіонбудУкраїни, 2018. – 109 с.
4. Інклюзивність будівель і споруд. Основні положення. [Чинний від 2019-04-01]. Вид. офіц. Київ, 2018. 64 с.
5. Державні будівельні норми України Споруди транспорту. Автостоянки і гаражі для легкових автомобілів. ДБН В.2.3-15:2007. - Київ, 2007. - 38с.
6. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування і забудова територій. К., МінрегіонУкраїни, 2019.
7. Благоустрій територій: ДБН Б.2.2-5:2011. – [Чинний від 2012–09–01]. – К. Мінрегіон України, 2012. – 44 с.
8. Державні будівельні норми України [Текст] будинки і споруди. Заклади освіти. ДБН В.2.2-3:2018. Видання офіційне (витяг) // Директор школи для керівників середніх навчальних закладів. - 2018. - N 19/20. - С. 14-64.
9. ДБН В.2.2-9:2018 Громадські будинки та споруди, ДБН В.2.2-9:2018. Громадські будинки та споруди. Основні положення. [Чинний від 2019-06-01]. Вид. офіц. Київ, 2019. 43 с.
10. ДБН В.2.2-13-2003. Спортивні та фізкультурно-оздоровчі споруди. - На заміну На заміну ВСН 46-86 ; Введ. з Чинні від 01.03.2004. - К. Держбуд України, 2004. - 105, 107 с. - (Будинки і споруди). - 122.50 р., 0122.50 р.
11. Будинки і споруди. Підприємства харчування, Будинки і споруди. Підприємства харчування. Заклади ресторанного господарства ДБН В.2.2-25:2009. – (Державні будівельні норми України).
12. Будинки та споруди. Будинки адміністративного та побутового призначення. ДБН В.2.2-28-2010. Основні положення. – [Чинний від 01-10-2011].



Міністерство регіонального розвитку та будівництва від 30.12.2010 № 570. – 28 с. – (Національний стандарт України).

13. Будівельне проектування: Пер. з нім. Сорокове вид., перероблене і доповнене/Е.Нойферт. – Київ: «Видавництво «Фенікс», 2017. – 624 с.:іл.

14. ДБН в.2.2-20:2018 «Будинки і споруди. готелі».

15. Склад та зміст проектної документації на будівництво: ДБН А.2.2-3-2014. – К.:Мінрегіонбуд України, 2014. – 34 с.

16. ДСТУ Б А.2.2-8:2010. Проектування. Розділ Енергоефективність, Розділ «Енергоефективність» у складі проектної документації об'єктів: ДСТУ Б А.2.2-8:2010. – [Чинний від 2010-01-20]. - К.: Мінрегіонбуд України, 2010.– 30 с. – (Національний стандарт України).

17. ДБН В.2.6-31:2016. Теплова ізоляція будівель. [На заміну ДБН В.2.6-31:2006, чинні з 2017-05-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 30 с.

18. Rauta. Надійні рішення. Сендвіч-панелі: веб-сайт. URL: <https://rautagroup.com/uk/products/sandwich-panels-uk/> дата звернення: 03.10.2020).

19. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. – [чинні від 2007-01-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2006. – 77 с. (Державні будівельні норми України).

20. ДБН А.2.1-1-2014 «Інженерні вишукування для будівництва», Київ Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2014. 128 с.

21. Баранецька Д. С. Напружено-деформований стан сталезалізобетонних перекриттів із застосуванням зовнішнього армування різними видами профільованого настилу дис. канд. техн. наук 05.23.01 - будівельні конструкції, будівлі та споруди / Національний авіаційний університет – Київ, 2019. – 162 с.

22. Гольшев А. Б. Теория и расчет железобетонных сборно-монолитных конструкций с учетом длительных процессов монография / А. Б. Гольшев, В. И. Колчунов, И. А. Яковенко. – К. «Талком», 2013. – 337 с.

23. Клованич С. Ф. Метод конечных элементов в механике железобетона: монография / С. Ф. Клованич, И. Н. Мироненко. – Одесса, 2007. – 110 с.

24. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека в будівництві, Охорона праці і промислова безпека у будівництві: ДБН А.3.2-2-2009. – [Чинний від 2012-04-01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2009. – 122 с. – (Державні будівельні норми України).

25. ДСТУ 3891-99. Безпека у надзвичайних ситуаціях., Безпека у надзвичайних ситуаціях. Терміни та визначення основних понять: ДСТУ 3891-99. – [Чинний від 2000-01-01] – К. Держстандарт України, 1999 – 21 с. – (Державні стандарти України).

26. ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення, ДСТУ 8828:2019 Пожежна безпека. Загальні положення.

27. АА.А Абашкин, А.В. Карпов, Д.В. Ушаков, М.В. Фомин, А.Н. Гилетич, П.М. Комков. Пособие по применению «Методики определения расчетных величин пожарного риска в зданиях, сооружениях и строениях различных классов функциональной пожарной опасности» - М.: ВНИИПО, 2012. – 83 с.

28. Сталезалізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6-160:2010. – К. Мінрегіонбуд України, 2011. – 55 с.

29. Правила виконання архітектурно-будівельних робочих креслень: ДСТУ Б А.2.4-7:2009 [Чинний від 2010-01-01]. - К: Мінрегіонбуд України, 2009. – 71 с. – (Національні стандарти України).

30. Семко О.В. Методи врахування перерозподілу зусиль у нерозрізних сталезалізобетонних балках / О.В. Семко, С.А. Гудзь, В.В. Дарієнко // Дороги і мости: Збірник наукових праць. – К.: ДерждорНДІ, 2008. – Вип. 9. – С. 234–241.

31. Інженерне обладнання будинків і споруд. Природне і штучне освітлення. ДБН В.2.5-28-2006. [Чинний від 1 жовтня 2006 р.]. – К.: Мінбуд України, 1996. – 62 с.

32. ДБН В.1.2-14:2018. Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель і споруд. – [чинні від 2019-01-01]. – К.: Мінрегіон України, 2018. – 29 с. (Державні будівельні норми України).

33. Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення: ДБН В.2.6.-98:2009. - [Чинний від 2009-12-24]. - К.: Укрархбудінформ, 2009. – 71 с. - (Національний стандарт України).

34. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. Київ: Мінрегіон України, ДП «Укрархбудінформ», 2018. 36 с.

35. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги. [Чинний від 2017-06-01]. Вид. Український науководослідний інститут цивільного захисту УкрНДІЦЗ, 2017. 35 с.

36. Баранецька Д.С. Дисертація напружено-деформований стан сталезалізобетонних перекриттів із застосуванням зовнішнього армування різними видами профільованого настилу. Дисертація на здобуття наукового ступеня к.тех.н.

37. Стороженко Л.І. Залізобетонні конструкції в незнімній опалубці: монографія / Л.І. Стороженко, О.І. Лапенко. – Полтава: АСМІ, 2008.– 312 с.

38. Методичний посібник для виконання кваліфікаційної роботи магістра за спеціальністю 192 “Будівництво та цивільна інженерія”// Ковальчук Я.О., Крамар Г.М., Мещерякова О.М., Тернопіль, 2020. – 56 с.

39. Айрумян Э. Л. Особенности расчета монолитных плит сталежелезобетонных перекрытий по профилированному стальному настилу / Э. Л. Айрумян, Н. И. Каменщиков, И. А. Румянцева // Промышленное и гражданское строительство. – 2015. – № 9. – С. 21–26.

40. Барабаш М. С. Компьютерное моделирование процессов жизненного цикла объектов строительства монография / Мария Сергеевна Барабаш. – К. :Изд-во «Сталь», 2014. – 301 с.

41. ДБН А.3.1-5:2016. Організація будівельного виробництва. [На заміну ДБН А.3-1-5-2009, чинні з 2017-01-01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2008. 46 с.

42. Под ред. Мельникова Н.П., (1980) Справочник проектировщика. Металлические конструкции, Москва, Стройиздат, 776.

43. Лапенко О. І. Особливості роботи залізобетонних плит по профільованому настилу / О. І. Лапенко, Д. С. Скребнева, С. М. Скребнева, А. І. Глушаниця // Проблеми розвитку міського середовища: Наук.-техн. збірник. – 2017. – Вип. 2 (18). – С. 89–96.

44. Избаш М. Ю. Конструкции сталежелезобетонных перекрытий для продления ресурса зданий // Науковий вісник будівництва. – 2003. – № 23. – С.109-115.

45. Бліхарський З. Я. Реконструкція та підсилення будівель та споруд навч. посібник / З. Я. Бліхарський. – Львів Львівська політехніка, 2008. – 108 с.