

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Будівельний факультет

Кафедра металевих і дерев'яних конструкцій
(повна назва випускової кафедри)

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Білик С.І.

«_____» _____ 20__ р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

на тему:

Будівля складу промислових товарів з металевим

каркасом у м. Бориспіль Київської обл.

Галузь знань:

19 Архітектура та будівництво»

Спеціальність:

192 Будівництво та цивільна
інженерія

Освітньо-професійна програма:

«Промислове і цивільне
будівництво»

IV курс, група ПЦБ-20-4

Здобувач:

Статкевич М.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник

Склярів І.О.

(прізвище та ініціали)

Рецензент

Колякова В.М.

(прізвище та ініціали)

(підпис)

(підпис)

(підпис)

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
БУДІВНИЦТВА І АРХІТЕКТУРИ**

Факультет: будівельний
Кафедра: металевих і дерев'яних конструкцій
Ступінь вищої освіти: бакалавр
Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)
Галузь знань: 19 – Архітектура та будівництво»
Спеціальність: 192 – Будівництво та цивільна інженерія
Освітньо-професійна програма: «Промислове і цивільне будівництво»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри

д.т.н., проф. Білик С.І.

“11” травня 2024 року

**З А В Д А Н Н Я
НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Здобувач(ка) Статкевич Максим Богданович
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема кваліфікаційної роботи **Будівля складу промислових товарів з металевим каркасом у м. Бориспіль Київської обл.**

керівник роботи Склярів І.О., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від “ 09 ” травня 2024 року № 755/2

2. Термін подання роботи здобувачем 14 червня 2024 року

3. Вихідні дані:

- основні об'ємно-планувальні та конструктивні характеристики будівлі або споруди;
- завдання керівника кваліфікаційної роботи на спеціальну частину;
- паспорт кваліфікаційної роботи здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»;
- методичні вказівки до виконання кваліфікаційної роботи (до кожного розділу).

4. Перелік розділів основної частини кваліфікаційної роботи:

Вступ

- 1) Архітектурно-планувальні рішення
- 2) Будівельні конструкції
- 3) Основи і фундаменти
- 4) Технологія і організація будівництва
- 5) Охорона праці та навколишнього середовища
- 6) Економіка будівництва
- 7) Спеціальна частина
- 8) Висновки
- 9) Список використаних джерел

5. Об'єм основної частини та графічних додатків кваліфікаційної роботи

№ розділу	Найменування розділів кваліфікаційної роботи	Об'єм основної частини (аркушів ф. А4)	Об'єм графічних додатків (креслень) (аркушів ф. А1)
1	Архітектурно-планувальні рішення: - фасад; - плани поверхів; - розріз.	≤ 8	1
2	Будівельні конструкції: (залізобетонні / металеві / дерев'яні / кам'яні)	≤ 10	0,5
3	Основи і фундаменти	≤ 10	0,5
4	Технологія і організація будівництва		
4.1	Технологічна карта	≤ 10	1
4.2	Календарний графік будівництва	≤ 10	1
5	Охорона праці та навколишнього середовища	≤ 5	
6	Економіка будівництва	≤ 10	
7	Спеціальна частина	≤ 15	2
8	Висновки	1	
9	Список використаних джерел	1	
	Разом:	≤ 80	6

6. Консультанти розділів кваліфікаційної роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
АР	Панько О.М.		
БК	Склярів І.О.		
ОіФ	Ращенко А.М.		
ТБ і ОргБ	Осипов С.О.		
ОПтаНС	Касьянова О.М.		
ЕБ	Рудь К.М.		
СЧ	Склярів І.О.		

7. Дата видачі завдання _____ 11 травня 2024 року _____

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів виконання кваліфікаційної роботи	Термін виконання етапу роботи	Примітка
1	Вступ		
2	Архітектурно-планувальні рішення		
3	Будівельні конструкції		
4	Основи і фундаменти		
5	Технологія і організація будівництва		
6	Охорона праці та навколишнього середовища		
7	Економіка будівництва		
8	Спеціальна частина		
9	Висновки, список використаних джерел		
10	Попередній захист кваліфікаційної роботи		
11	Рецензування кваліфікаційної роботи		
12	Захист кваліфікаційної роботи	з 17.06.2024	

Здобувач(ка) _____

(підпис)

Статкевич М.Б.

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Склярів І.О.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП	3
АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ	6
Вихідні дані	7
Об'ємно-планувальні рішення.....	7
Конструктивна система	9
Теплотехнічний розрахунок	10
МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ	12
Опис конструкцій.....	13
Збір навантажень.....	16
Визначення зусиль в елементах конструкції	26
Епюри від граничних розрахункових значень навантажень	29
Розрахункові сполучення зусиль.....	38
Визначення максимального вертикального прогину ригеля рами	51
Визначення максимального горизонтального зсуву рами.....	51
Конструктивний розрахунок елементів каркасу будівлі	52
ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ	75
Гідрогеологічні умови ділянки.....	76
Інженерно-геологічний розріз	76
Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчика.....	76
Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів будівельного майданчика.....	79
Розрахунок фундаменту під металеву колону	79
Конструювання фундаменту і визначення напружень під його підшоною від розрахункових навантажень	82
ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ БУДІВНИЦТВА	85
Визначення об'ємів робіт.....	86
Калькуляція трудових витрат і машиновитрат	87
Технологічні вказівки по виготовленню конструкцій	88
Технологічні вказівки по монтажу конструкцій.....	88
Технологічні вказівки по монтажу сендвіч-панелей покриття	90
Технологічні вказівки по виконанню стінового огороження поелементної збірки	91

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							1
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА	93
Задача охорони праці в будівництві	94
Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на будівельному майданчику.....	95
Техніка безпеки під час монтажу металевих конструкцій	96
Електробезпека.....	98
Протипожежна безпека	98
Зведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів.....	99
Висновок	101
ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА	102
Визначення кошторисної вартості будівництва	103
СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА	113
Розрахунок прогону покриття із гофро-профілю	114
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ	117

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							2
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ВСТУП

Консультант _____ / **Склярів І.О.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							3
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ВСТУП

За проектом передбачається будівництво складської будівлі з металевим каркасом у м. Бориспіль Київської обл.

Одноповерхова будівля промислового типу, прямокутна в плані з розмірами по крайнім осям 36,0 x 69,0 м, висотою 16,0 м в верхній точці.

Будівля окремо стояча, розміщується на вільній від інших будівель території за межами населеного пункту біля автодороги Бориспіль — Чернігів.

Майданчик навколо будівлі заасфальтований. До неї присутні під'їзди з усіх сторін, а також достатньо площі для парковки транспортних засобів. По границях майданчику присутні додаткові споруди КПП, трансформаторна підстанція з дизель-електрогенератором, очисні споруди, насосна з пожежним резервуаром.

Корпус будівлі припіднятий на 1,2 м над рівнем майданчика.

Завантажувально-розвантажувальні роботи можуть бути здійснені через 6 воріт з транспортних засобів, що стоять безпосередньо біля будівлі.

Об'єм складу розбитий на 2 секції, що розділені цегляною стіною.

В будівлі присутня вбудована АПЧ, що відділена від об'єму складу протипожежною стіною. Підйом на поверхи відбувається по двом внутрішнім сходовим кліткам.

Вихід на покриття — по зовнішнім пожежним драбинам.

Будівля виконана в повному металевому каркасі, трипрогінна, основні прогони по 15,0 м, додатковий прогін для АПЧ — 6,0 м.

Висота внутрішнього об'єму складу — 12,0 м.

Висота приміщення АПЧ різна — 3,7...4,5 м.

Фундаменти під колони — окремо стоячі, стовпчасті.

Під стінами передбачені монолітні стрічкові фундаменти, що служать одночасно підпірними стінками.

Зовнішні стіни — із навісних сендвіч-панелей. Покриття — легке, двоскатне, ухил покрівлі 10%, також із сендвіч-панелей по сталевим прогонам.

Внутрішні стіни перегородок — цегляні.

Сходові марші із з.б. наборних сходів по металевим косоурам.

В складських приміщеннях підлога наливна, в АПЧ — лінолеум, в окремих місцях — плитка.

Вікна — металопластикові, двері — алюмінієві. Ворота підйомно-поворотні 3,0x3,2м.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							4
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Конструктивна частина проекту:

В проекті розроблені фундаменти під металеві колони з високим підколонником, квадратні в плані, з розмірами підошви 1,8м. Бетон фундаментів класу С12/15. Для кріплення колон в фундаментах передбачені анкерні болти, що зварені в блоки, в окремих місцях — протизсувні упори. Опирання колон на фундаменти прийнято шарнірним. База колон без траверс. Монтаж здійснюється на 4 анкерних болтах безвивірочним способом. Фундаменти під стіни виконуються шириною 400 мм і служать одночасно підпірною стінкою.

Вузли з'єднань колон з ригелями в поперечнику — жорсткі. З'єднання балок етажерки — шарнірне. Крок рам — 11,5 м (за вимог. технології 38 футів). Крок колон АПЧ і фахверкових стійок — 5,75 м.

Каркас виконаний в легких металевих конструкціях. Всі конструкції в повній заводській готовності, розміри елементів в габаритах автотранспортних перевозок, всі з'єднання — болтові. Крайні колони каркасу, ригелі покриття, фахверкові стійки і прогони — із зварних двотаврів з поперечно-гофрованою стінкою.

Висота стінки колони — 500 мм, ригеля — 750 мм, прогонів і стійок фахверків — 333 мм.

Колони середнього ряду — із круглої електрозварної труби Ø426 мм.

Конструкції виконані із сталі С245.

Прогони встановлені в рівні з верхнім поясом ригеля рами (понижене розміщення), крок прогонів — 2,0м.

Для забезпечення просторової жорсткості будівлі передбачені вертикальні порталні в'язі між колонами, а також горизонтальні в'язі по покриттю у торців і вздовж поздовжніх стін. Елементи горизонтальних в'язей виконані з квадратних гнутозварних труб.

Інженерно-геологічні умови:

В адміністративному відношенні:

Майданчик вишукувань розташований на ділянці в м. Бориспіль Київської області. В геоструктурному відношенні район належить до Українського кристалічного щита. Проведеними на майданчику дослідженнями в цілому підтверджена загальна характеристика інженерно-геологічних умов.

В геоморфологічному відношенні:

Майданчик вишукувань належить до другої та третьої надзаплавної тераси лівого берега р. Дніпро, що загалом мають спокійний, слабкохвилястий рельєф, що прорізається ярами, балками та долинами річок.

Ця територія характеризується як рівнинна.

Особливості умов будівництва (проектування): немає

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							5
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

АРХІТЕКТУРНО-ПЛАНУВАЛЬНІ РІШЕННЯ

Консультант _____ / **Панько О.М.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							6
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1. Вихідні дані.

За проектом передбачається будівництво складської будівлі з вбудованою адміністративно-побутовою частиною у м. Бориспіль Київської обл.

Район будівництва — місто Бориспіль.

В геоморфологічному відношенні район відноситься до Українського кристалічного щита. Проведеними на майданчику дослідженнями в цілому підтверджена загальна характеристика інженерно-геологічних умов.

2. Об'ємно-планувальні рішення.

Одноповерхова трипрогінна будівля прямокутної форми в плані, двоскатне, з внутрішнім організованим водовідводом. Габарити будівлі в осях 36,0 x 69,0 м, висотою в низькій частині — 12,0 м. Крок рам — 11,5 м. Прогони — 15,0+15,0+6,0 м. Шестиметровий прогін — триповерховий з розміщенням адміністративно-побутових служб. Висота першого поверху АПЧ — 4,2 м, другий поверх — 4,5 м, третій поверх — 2,76 м. Корисне нормативне навантаження на перекриття — 400 кг/м². Приміщення АПЧ відділені від приміщення складу протипожежною стіною. Приміщення складу розбиті на дві секції. Корпус піднятий над рівнем рельєфу на 1,2 м.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							7
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Тип будівлі		Складська із вбудованою АПЧ
Каркас		Металевий
Довжина будівлі	м	69,0
Ширина будівлі	м	15,0+15,0+6,0 = 36,0
Висота до низу несучих конструкцій покриття (в низькій частині)	м	12,0
Крок рам	м	11,5
Крок середніх колон	м	11,5
Крок колон АПЧ	м	5,75 x 6,0
Крок фахверкових стійок	м	5,75
Відмітки перекриттів АПЧ		+4.200; +8.700
Ухил покрівлі		6° (10%)
Будівля опалювальна / не опалювальна		Опалювальна
Наявність підйомно-транспортного обладнання		Відсутнє
Площа будівлі	м ²	3 330 (в т.ч 2 і 3 поверхи АПЧ — 830)
Покриття	м ²	2 620
Стінова огорожа	м ²	2 460
Вікна (металопластикові)	м ²	57 (1,5 x 1,9 – 20 шт.) 78 (1,05 x 4,65 – 16 шт.)
Світлові ліхтарі		Відсутні
Ворота	шт	6 (підйомно-поворотні 3,0 x 3,2)
Двері	шт	4 (протипожежні, алюмінієві)
Водостік	м	138 (внутрішній, організований)

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							8
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3. Конструктивна система.

Внутрішній організований водостік у парапетів зовнішніх поздовжніх стін — із сталевих утеплених лотків (в системі прогонів покриття), штуцерів, відводів, колекторів і стояків із круглих електрозварних труб Ду=150 мм в систему ливневої каналізації або викидом на відмостку. Окремі елементи водостоку можливі із пластикових труб.

Покриття — двоскатне, із покрівельних сендвіч-панелей «АлюТерм» П120МВ-0,7П товщиною 120мм, модульною шириною 1000мм, з утеплювачем із базальтового волокна «SANDWICH ROCK» $\gamma=117$ кг/м³ (негорючим), з обкладками із сталевого оцинкованого профлиста $t=0,7$ мм, з кольоровим полімерним покриттям з двох сторін панелей (колір зовні — сірий, всередині будівлі — білий). Ухил покрівлі — 6° (10%).

Сендвіч-панелі «АлюТерм» виготовляються за ТУ У В.2.6-28.1-32564237-001:2007.

Стінове огороження — тришарове, пошарової збірки: зовнішній шар і внутрішній шар — сталевий оцинкований профнастил С21-990-0,5 з кольоровим полімерним покриттям (колір зовнішніх листів — сірий, колір внутрішніх — білий) по стіновим ригелям із Z-подібних гнутих спарених профілів, кроком 1200 мм, мінераловатний утеплювач ROCKMIN $\gamma=45$ кг/м³ товщиною 150 мм, армовані полімерні плівки «паробар'єр» і «гідробар'єр».

Фундаменти — монолітні залізобетонні, окремо стоячі, стовпчасті, з анкерними болтами. Під стіни — монолітні з.б. рандбалки перерізом 400 x 300 (h) і підпірні стіни з фундаментних блоків.

Будівля виконується без цоколя, оскільки поле будівлі підняте над рівнем рельєфу.

Підлоги: ущільнювальна підготовка з щебню — 60 мм, бетонна підготовка класу В15 (М200) — 200 мм.

Відмостка з піщаного асфальтобетону шириною 1500 мм по основі з щебню товщиною 100 мм.

Парапетне огороження покрівлі по периметру будівлі височіє на 600 мм над покриттям.

Міжповерхові перекриття вбудовок — збірні багатопустотні з. б. плити по сталевим поздовжнім балкам. Балки поперечних рам (кроком 11,5 м) встановлені між плитами перекриттів.

Внутрішні перегородки — цегляні.

Сходи — із плоских металевих сходинок із заповненням плитками керамограніту по сталевим косоурам із прокатних профілів.

Зовнішні вхідні сходи — металеві із просічно-витяжного листа.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							9
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

4. Теплотехнічний розрахунок.

Необхідний спротив теплопередачі стінових огорожувальних конструкцій, що відповідають санітарно-гігієнічним і комфортним умовам, визначають за формулою:

$$R_0^{mp} = \frac{n \cdot (t_e - t_n)}{\Delta t^n \cdot \alpha_e} = \frac{1 \cdot (20 + 22)}{6,72 \cdot 8,7} = 0,718 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт},$$

де $n = 1$ — коефіцієнт, що приймають в залежності від положення зовнішньої поверхні огорожувальних конструкцій по відношенню до зовнішнього повітря за ДБН В.2.6-31:2021;

$t_b = 20 \text{ °C}$ — розрахункова температура повітря всередині приміщення, що приймається згідно ГОСТ 12.1.005-88 і нормам проектування відповідних будівель і споруд;

$t_n = -22 \text{ °C}$ — розрахункова зимня температура зовнішнього повітря, що дорівнює середній температурі найбільш холодної п'ятиднівки забезпеченістю 0,92 за ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010;

$\Delta t_n = 6,72$ — нормативний температурний перепад між температурою повітря всередині приміщення і температурою внутрішньої поверхні огорожувальної конструкції, що приймається за ДБН В.2.6-31:2021 в залежності від температури точки роси $t_p = 13,28 \text{ °C}$ (прийм. за ДБН В.2.6-31:2021) і $t_b = 20 \text{ °C}$;

$\alpha_b = 8,7$ — коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огорожувальних конструкцій, прийм. за ДБН В.2.6-31:2021.

Спротив теплопередачі R_o , $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ огорожувальної конструкції варто визначати за формулою:

$$R_o = \frac{1}{\alpha_e} + R_k + \frac{1}{\alpha_n},$$

де R_k — термічний опір огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, що визначається за формулою:

$$R_k = R_1 + R_2 + \dots + R_n,$$

де R_1, R_2, \dots, R_n — термічні опори окремих шарів огорожувальної конструкції, $\text{м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$, що визначаються за формулою:

$$R = \frac{\delta}{\lambda},$$

де δ — товщина шару, м;

λ — розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару, $\text{Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$,

$\alpha_n = 23 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{°C})$ — коефіцієнт тепловіддачі (для зимніх умов) зовнішньої поверхні огорожувальної конструкції.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							10
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$R_0^{mp} = \frac{1}{\alpha_e} + \frac{\delta_1}{\lambda_1} + \frac{\delta_{ym}}{\lambda_{ym}} + \frac{\delta_3}{\lambda_3} + \frac{1}{\alpha_n}$$

Стінове огороження (набірна сендвіч-панель) складається з трьох шарів:

- сталевий оцинкований профнастил С21-990-0,5 ДСТУ 8802:2018 товщиною $\delta_1 = 0,5$ мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_1 = 58$ Вт/(м °С);

- мінераловатний утеплювач ROCKMIN $\gamma = 45$ кг/м³ товщиною $\delta_{ym} = 150$ мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_{ym} = 0,042$ Вт/(м °С);

- сталевий оцинкований профнастил С21-990-0,5 ДСТУ 8802:2018 товщиною $\delta_3 = 0,5$ мм, коефіцієнт теплопровідності $\lambda_3 = 58$ Вт/(м °С);

$$\delta_{ym} = \left(R_0^{mp} - \frac{1}{\alpha_e} - \frac{\delta_1}{\lambda_1} - \frac{\delta_3}{\lambda_3} - \frac{1}{\alpha_n} \right) \cdot \lambda_{ym}$$

$$\delta_{ym} = \left(0,718 - \frac{1}{8,7} - \frac{0,0005}{58} - \frac{0,0005}{58} - \frac{1}{23} \right) \cdot 0,042 = 0,024 \text{ м} = 24 \text{ мм}$$

Приймаємо мінераловатний утеплювач ROCKMIN $\gamma = 45$ кг/м³ товщиною $\delta_{ym} = 150$ мм у відповідність з конструкцією вікон і забезпечення щільного заповнення простору стінових ригелів (між обшивками із профнастилу).

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							11
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

МЕТАЛЕВІ КОНСТРУКЦІЇ

Консультант _____ / **Склярів І.О.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							12

1. Опис конструкцій.

Конструктивне рішення каркасу виконане в легких металевих конструкціях, враховує оптимальну витрату металу, прості вузли, болтові з'єднання, красивий інтер'єр, використання профілів металургійних підприємств України і гофро-профілів (полегшених зварних двотаврів з гофрованою стінкою), що виготовляються за ТУ У В.2.6-28.1-30653953-007:2007, мінімальні об'єми робіт на монтажі, перевезення конструкцій автотранспортом.

Колони каркасу, колони вбудовки і стійки фахверків встановлюються на анкерні болти, монтаж — безвивірочний на болтах з подовженою нарізкою, що використовуються як домкрати.

Спирання колон на фундаменти прийняте шарнірне, вузол стику крайніх колон з ригелем — рамний. Крок рам — 11,5 м.

Крайні колони каркасу, стійки фахверків, колони вбудовки, балки перекриттів триповерхової вбудовки, прогони покриття $L=11,5$ м — із гофро-профілів. Середні колони між прогонами $L=15,0$ м — із круглих електрозварних труб. В'язі по колонам і покриттю — із гнutoзварних квадратних труб. Стінові ригелі — із спарених Z-подібних профілів.

Прогони покриття — в рівні верхніх поясів ригелів рам (понижене розміщення), крок прогонів — 2,0 м.

Всі конструкції мають бути очищені дробеструйною установкою, огрунтовані за два рази і пофарбовані в два шари емаллю ХВ-124 (ХВ-125).

Вогнезахист конструкцій (за необхідності) виконується спеціалізованою організацією після монтажу каркасу.

З'єднання стійок з ригелями в поперечнику — рамні, з'єднання стійок з фундаментами — шарнірне. З'єднання балок етажерки — шарнірне.

Жорсткість в поздовжньому напрямі забезпечується диском покриття (системою хрестових горизонтальних в'язей із закріпленням сендвіч-панелей), конструкцією стійок рам і фахверків, розносом анкерних болтів, порталами вертикальних в'язей і розпорок по колонам.

Закріплення колон до фундаментів — на анкерних болтах з подовженою нарізкою, що використовується для безвивірочного монтажу колон в якості домкратів, а також, у випадку необхідності при експлуатації, для рихтовки колон через просадку окремих фундаментів. При бетонуванні фундаментів суворо слідкувати за положенням анкерних болтів. Болти мають бути вивірені, зварені між собою в блоки, надійно закріплені до опалубки і на поверхні. Різьбова частина болтів має бути змазана і захищена від забруднень і механічних пошкоджень промасленим джгутом або спеціальними пластмасовими ковпачками. На болтах мають бути шайби, гайки з контргайками і встановочні гайки, які разом з анкерними плитками, що поставляються з конструкціями колон, закріплюють базу колон до фундаментів. Після закінчення бетонування має бути виконана геодезична зйомка і складений акт. Після приварювання випусків із рандбалок або поясу підірної стіни, бази колон забетонувати.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							13
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Покриття прийняте із сендвіч-панелей «АлюТерм» П120МВ-0,5П товщиною 120 мм, модульною шириною 1000 мм з утеплювачем із базальтового волокна «Sandwich Rock» $\gamma=117 \text{ кг/м}^3$, з обкладками із сталевого оцинкованого профлиста $t=0,5 \text{ мм}$, з кольоровим полімерним покриттям з двох сторін панелей (ТУ У В.2.6-28.1-32564237-001:2007), по прогонам із гофро-профілів, установлених кроком 2,0 м.

Прогони встановлені в рівні з верхнім поясом ригеля рами (понижене розміщення).

По завданню заказчика ухил покриття прийнятий 6° (10%). Стики панелей виконувати на герметику.

Стінове огороження — тришарове пошарової збірки: зовнішня і внутрішня обшивки — сталевий оцинкований профнастил С21-990-0,5 з кольоровим полімерним покриттям, армовані полімерні плівки — паро- і гідробар'єри, утеплювач «Техноблокстандарт» ТУ 5762-043-17925162-2006 $\gamma=45 \text{ кг/м}^3$ товщиною 150 мм, по стіновим ригелям із гнутих Z-подібних профілів кроком 1200 мм.

Креслення розроблені у відповідності з ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія», ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи», ДБН В.2.6-198:2014 «Сталеві конструкції», ДСТУ Б В.2.6-199:2014, ДСТУ Б В.2.6-200:2014, СНиП 2.03.11-85 «Захист будівельних конструкцій від корозії», ДБН В.2.6-14-97, «Покриття будівель і споруд».

Елементи кріплення для сендвіч-панелей і профнастилу мають бути оцинковані або кадмовані.

Всі елементи поставляються на монтаж із заводськими зварними з'єднаннями, якість зварювання яких (в т.ч. і з фізичними методами контролю) забезпечується заводською системою контролю якості і підтверджується заводськими сертифікатами на виробі. На монтажному зварюванні виконуються окремі елементи в'язей, стінових ригелів, верхній лист поздовжніх балок етажерки. Їхня відповідність проекту підтверджується актами на приховані роботи, журналом зварювання. Фізичних методів контролю (лабораторних) зварних монтажних з'єднань проектом не передбачено. Контроль — візуальний та інструментальний.

Болтові з'єднання в рамних вузлах виконуються на високоміцних болтах ГОСТ 22353-77 без контрольованої затяжки гайок. Прогони покриття, балки перекриттів і стінові ригелі — на болтах ГОСТ 7798-70.

Перевірку болтових з'єднань здійснювати згідно ДСТУ Б В.2.6-200:2014.

В комплекті стінового огороження і покриття передбачені всі необхідні ущільнювачі, прокладки, перехідні, замикаючі і оздоблювальні елементи із гнутої оцинкованої сталі з кольоровим полімерним покриттям, самосвердлярчі болти і комбіновані заклепки для кріплення панелей, профнастилу і декоративних елементів на несучому каркасі.

Для запобігання потраплянню пилу і волокон утеплювача в приміщення, мінераловатні плити, прийняті в якості утеплювача, у вузлах стикувань мають бути в герметичній упаковці з поліетилену, щілі ущільнені монтажною піною.

Всі сталеві елементи заґрунтувати шаром ГФ-021 ГОСТ 25129-82 і пофарбувати два рази емаллю ХВ-124 (ХВ-125) ГОСТ 10144-89 в світло-сірий колір. Періодичність відновлення фарбування в період експлуатації — один раз на 5 років.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							14
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Проект розроблений для виробництва робіт при додатній температурі середовища. Заходи для будівництва в зимніх умовах передбачаються в проекті виробництва робіт підрядної організації.

Проект розроблений у відповідності з діючими нормами і правилами. Технічні рішення відповідають вимогам екологічних, санітарно-гігієнічних, протипожежних та інших норм, що діють на території України, і забезпечують безпечну для життя і здоров'я людей експлуатацію об'єкта, в тому числі, вибухову, вибухово-пожежну і пожежну безпеку, при дотриманні передбачених проектом заходів і регламентованих правил експлуатації будівлі і обладнання.

Всі роботи виконувати згідно з проектом виробництва робіт, що розроблений підрядною організацією, з вимогами і допусками ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів», ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу», ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд» зі складанням відповідних актів і з суворим виконанням правил техніки безпеки за ДБН А.3.2-2-2009.

Ступінь вогнестійкості будівлі — ША. Клас відповідальності — II.

За ступенем пожежо- і вибухонебезпечності технологічних процесів згідно ДСТУ Б В.1.1-36:2016 будівля відноситься до категорії В.

У відповідності до СНиП 2.03.11-85 і ДБН В.2.6-31:2021 вологісний режим приміщень в будівлі — нормальний, ступінь агресивної дії газоподібного середовища на конструкції з металу — неагресивний.

Перекрыття вбудовок — із збірних з.б. пустотних плит по поздовжнім балкам.

Згідно ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи» характеристичне значення снігового навантаження $S_0=1570$ Па, вітрового навантаження $W_0 = 380$ Па, тип місцевості III.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							15
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2. Збір навантажень.

Збір навантажень виконується за ДБН В.1.2-2:2006 «Навантаження і впливи».

Власна вага сталевого каркасу.

Завантаження L1 — власна вага сталевого каркасу.

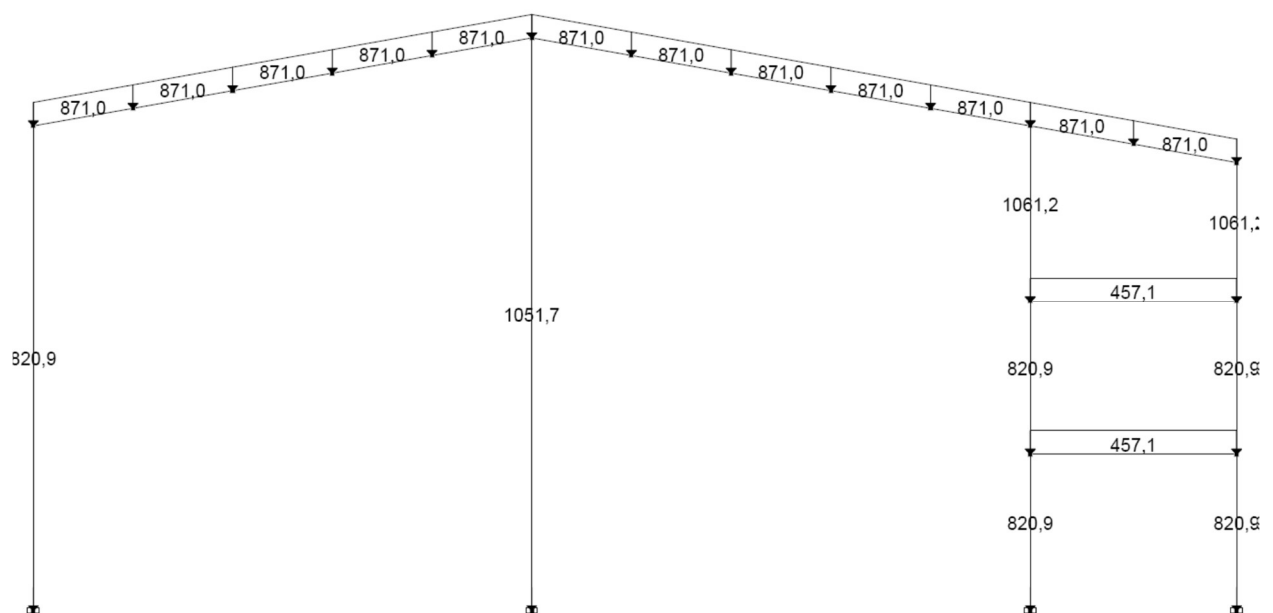
Коефіцієнт надійності по граничному значенню навантаження $\gamma_{fm} = 1,05$;

Коефіцієнт надійності по експлуатаційному значенню навантаження $\gamma_{fe} = 1$;

$$(\gamma_{fe}/\gamma_{fm}) = 0,95$$

Граничне розрахункове значення навантаження формується в розрахунковому комплексі SCAD по прийнятим перерізам елементів рами, з коефіцієнтом включення власної ваги 1,3 (враховуючий вагу вузлів, додаткових елементів, болтів і т.п.).

Одиниця вимірювання — Н/м.



Вага стінового огородження.

Завантаження L2 — вага стінового огородження.

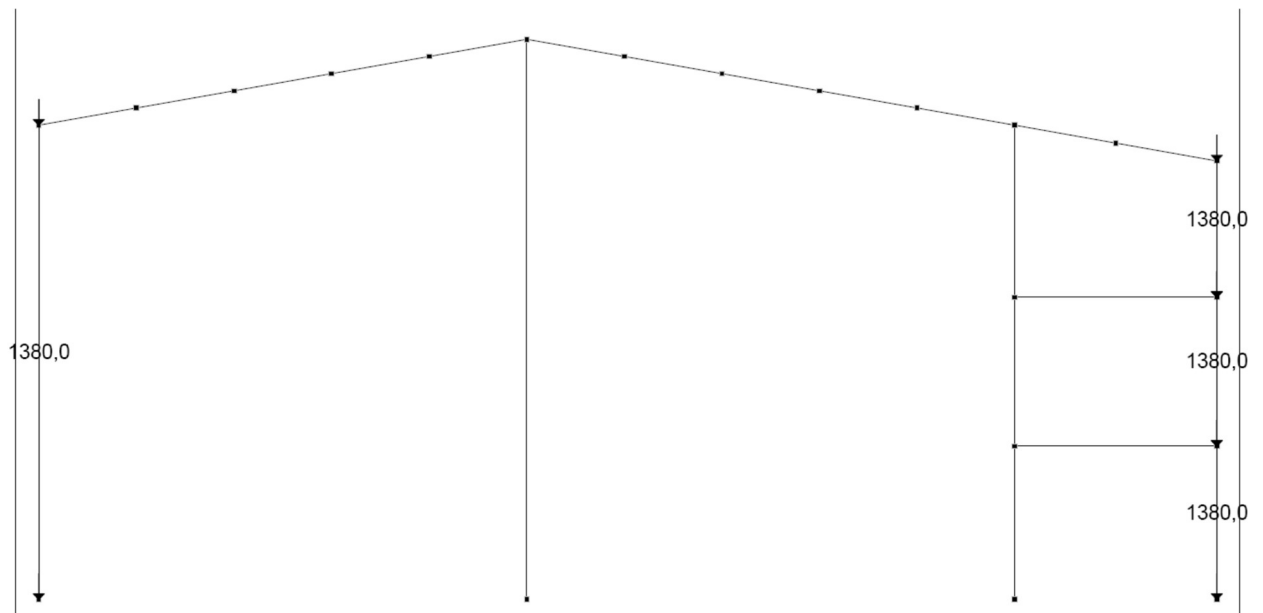
№з/п	Найменування	Характеристичне значення, кг/м ²	γ_{fm}	γ_{fe}	Розрахункове граничне значення, Па	Розрахункове експлуатаційне значення, Па
1	Профнастил С21-990-0,5	4,96	1,05	1	51,0	48,6
2	Мінвата 45 кг/м ³ x 150 мм = 6,75 кг/м ²	6,75	1,3	1	86,0	66,2
3	Профнастил С21-990-0,5	4,96	1,05	1	51,0	48,6
4	Стінові ригелі	5,0	1,05	1	51,5	49,0
Всього:					240	212

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата	КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							16

Граничне навантаження на раму: $Q_m = 240 \cdot 5,75 = 1380 \text{ Н/м}$.

Експлуатаційне навантаження на раму: $Q_e = 212 \cdot 5,75 = 1219 \text{ Н/м}$.

$$(Q_e/Q_m) = 1219/1380 = 0,88$$



Вага покриття.

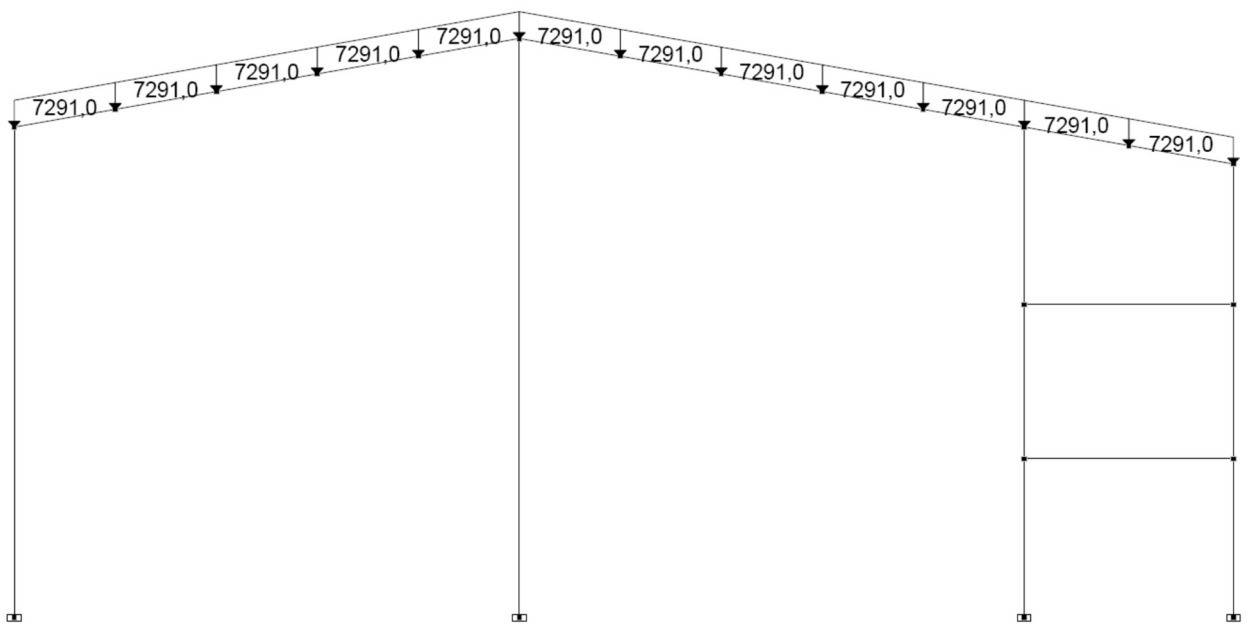
Завантаження L3 — вага покриття.

№з/п	Найменування	Характеристичне значення, кг/м ²	γ_{fm}	γ_{fe}	Розрахункове граничне значення, Па	Розрахункове експлуатаційне значення, Па
1	Сендвич-панель П120МВ-0,7П	24	1,3	1	305,8	235,2
2	Прогони покриття	10,12	1,05	1	104,1	99,2
3	В'язі покриття	2	1,05	1	20,6	19,6
4	Світильники, повітропроводи, дефлектори, підвісна стеля та ін. технологіч. обладнання	17,3	1,2	1	203,4	169,5
Всього:					634	524

Граничне навантаження на раму: $Q_m = 634 \cdot 11,5 = 7291 \text{ Н/м}$.

Експлуатаційне навантаження на раму: $Q_e = 524 \cdot 11,5 = 6026 \text{ Н/м}$.

$$(Q_e/Q_m) = 6026/7291 = 0,83$$



Навантаження на перекриття

Завантаження L4 — навантаження на перекриття.

№з/п	Найменування	Характеристичне значення, кг/м ²	γ_{fm}	γ_{fe}	Розрахункове граничне значення, Па	Розрахункове експлуатаційне значення, Па
1	Корисне навантаження	400	1,2	1	4704	3920
2	Наливна підлога 0,045м x 2000 кг/м ³ = 90 кг/м ²	90	1,1	1	970	882
3	Багатопустотна плита ПК 60.12-6АтVT	292	1,1	1	3148	2862
Всього:					8822	7664

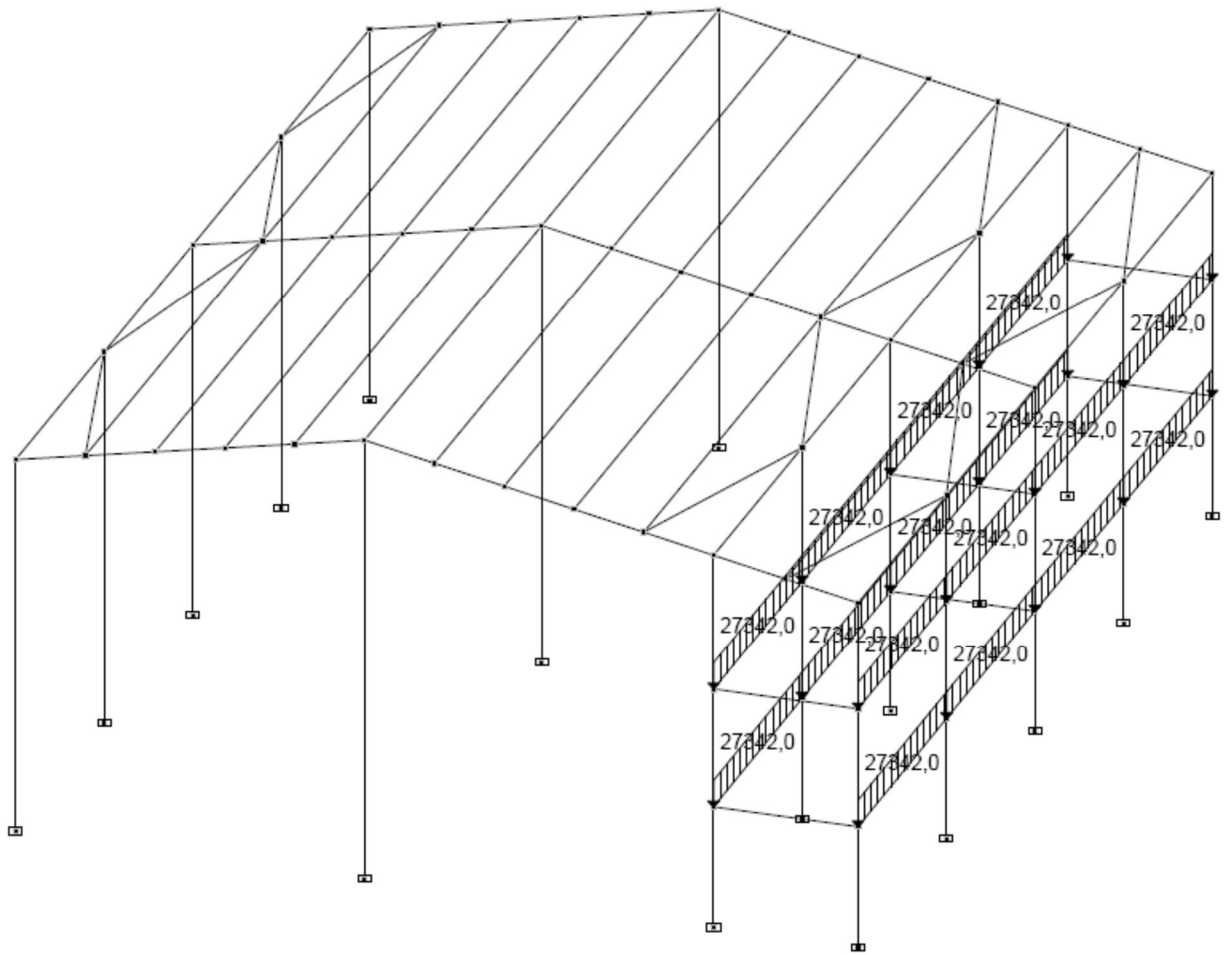
Розрахункове навантаження на плити перекриття: $400 \cdot 1,2 + 90 \cdot 1,1 = 579 \text{ кг/м}^2$.

У відповідності з типовою серією 1.141-1 «Панелі перекриттів залізобетонні багатопустотні» випуск 63 приймаємо в якості перекриттів багатопустотні плити ПК 60.12-6АтVT, розрахунковим навантаженням на плиту — $600 \text{ кг/м}^2 = 5880 \text{ Н/м}^2$, розрахункове навантаження з урахуванням маси плити — $930 \text{ кг/м}^2 = 9114 \text{ Н/м}^2$.

Граничне навантаження на балку перекриття: $Q_m = 9114 \cdot 3 = 27342 \text{ Н/м}$.

$$(Q_e/Q_m) = 7664/8822 = 0,87$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							18
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Снігове навантаження.

Коефіцієнт надійності по граничному значенню навантаження $\gamma_{fm} = 1,04$;

Коефіцієнт надійності по експлуатаційному значенню навантаження $\gamma_{fe} = 0,49$;

$(\gamma_{fe}/\gamma_{fm}) = 0,47$

Характеристичне значення снігового навантаження — 1570 Н/м^2 .

Граничне навантаження на покриття: $S_m = 1570 \cdot 1,04 = 1633 \text{ Н/м}^2$.

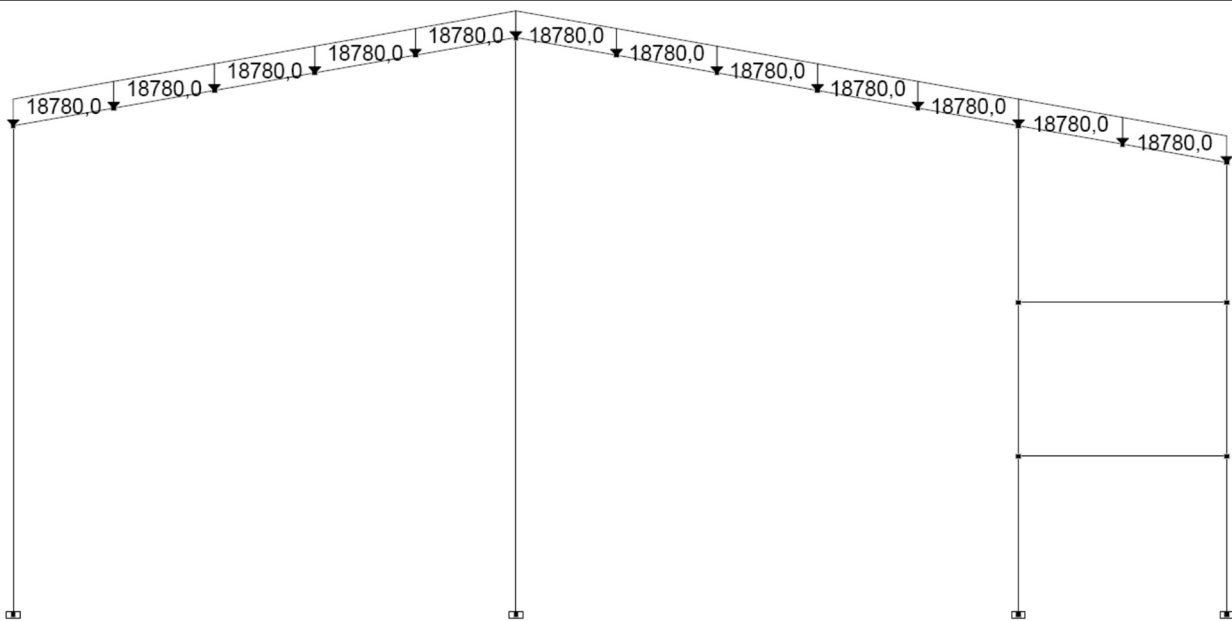
Експлуатаційне навантаження на покриття: $S_e = S_m \cdot (\gamma_{fe}/\gamma_{fm}) = 1633 \cdot 0,47 = 768 \text{ Н/м}^2$.

Граничне навантаження на раму: $Q_m = 1633 \cdot 11,5 = 18780 \text{ Н/м}$.

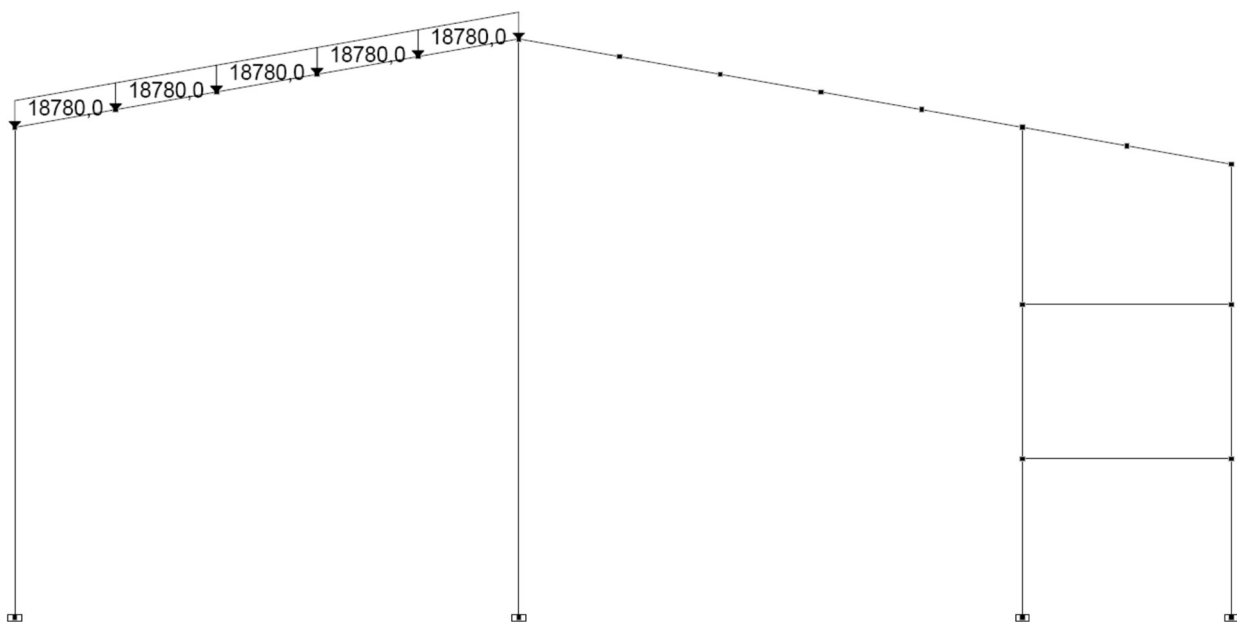
Експлуатаційне навантаження на раму: $Q_e = 768 \cdot 11,5 = 8832 \text{ Н/м}$

Завантаження L5 — снігове навантаження на всі прогони.

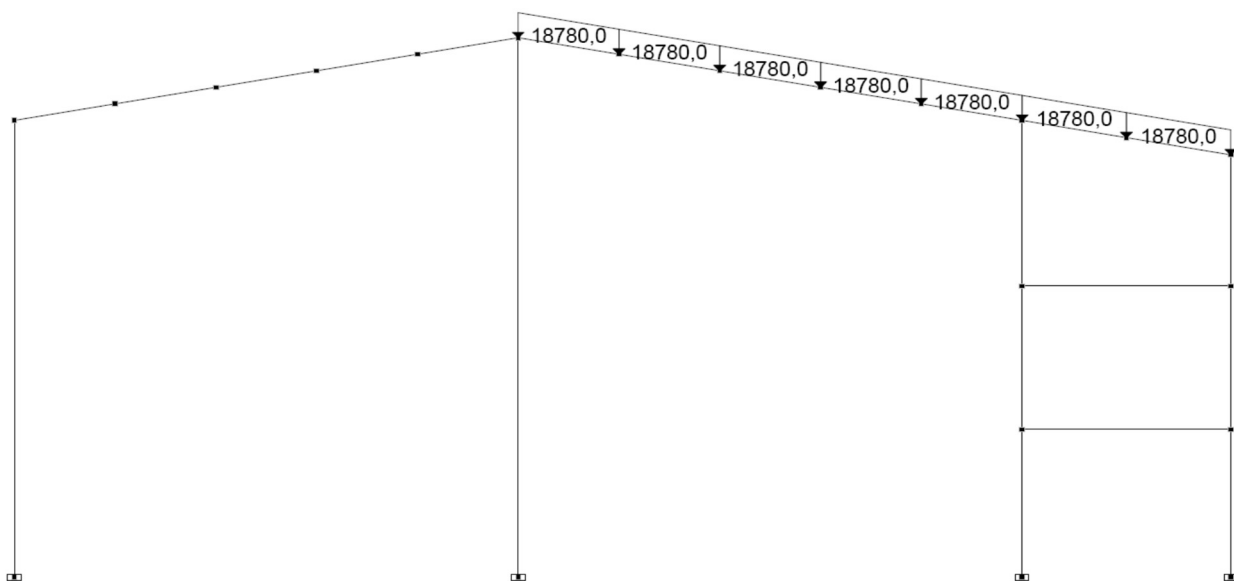
						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							19
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Завантаження L6 — снігове навантаження на лівий прогін.



Завантаження L7 — снігове навантаження на правий прогін.



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Вітрове навантаження.

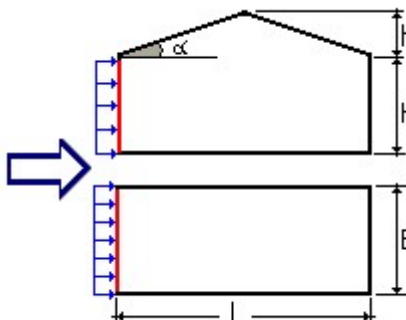
Коефіцієнт надійності по граничному значенню навантаження $\gamma_{fm} = 1,035$;

Коефіцієнт надійності по експлуатаційному значенню навантаження $\gamma_{fe} = 0,21$;

$$(\gamma_{fe}/\gamma_{fm}) = 0,20$$

Вихідні дані

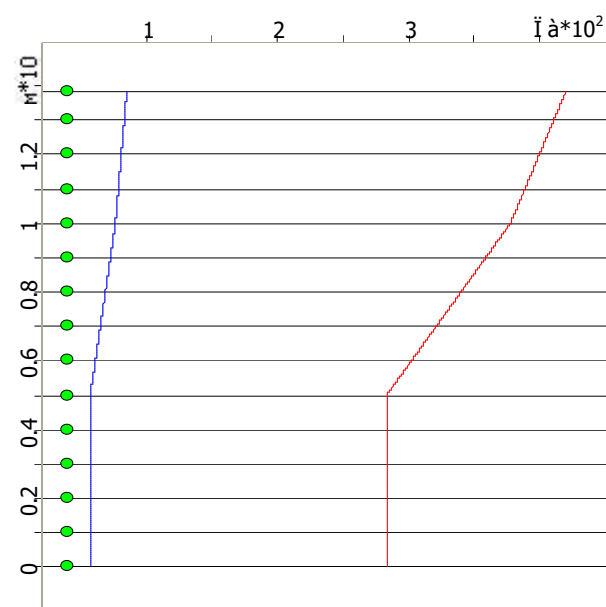
Характеристичне значення вітрового тиску	380 Па
Тип місцевості	III — приміські і промислові зони, протяжні лісові масиви
Тип споруди	Однопрогонні будівлі без ліхтарів
Висота розміщення будівельного об'єкту над рівнем моря	0 км



Параметри

Поверхня	Ліва стіна
Крок сканування	1 м
Коефіцієнт надійності по граничному розрахунковому значенню γ_{fm}	1,035
Коефіцієнт надійності по експлуатаційному розрахунковому значенню γ_{fe}	0,21

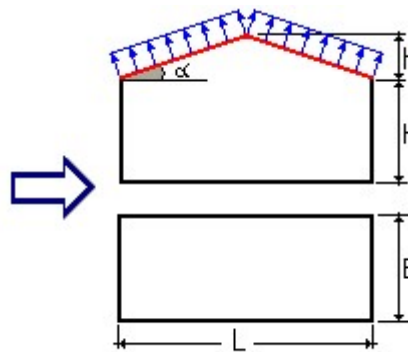
H	13,85	м
B	69	м
α	6	град
L	36	м



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

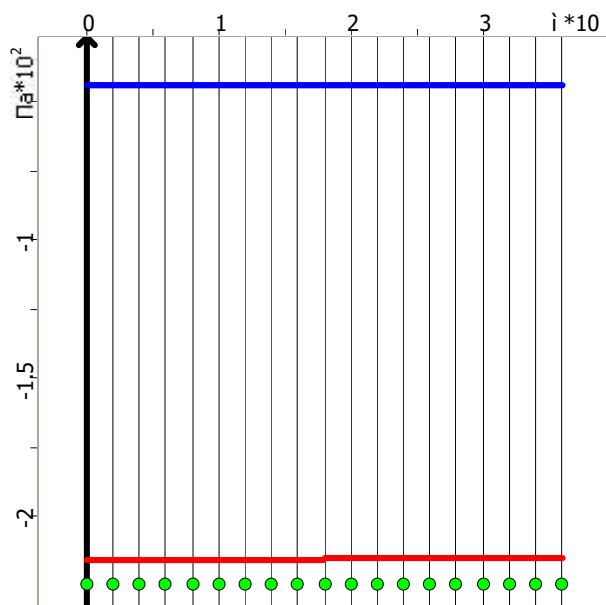
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Висота (м)	Експлуатаційне значення (Па)	Граничне значення (Па)
0	57,456	283,176
1	57,456	283,176
2	57,456	283,176
3	57,456	283,176
4	57,456	283,176
5	57,458	283,184
6	61,286	302,054
7	65,117	320,933
8	68,947	339,811
9	72,778	358,69
10	76,607	377,561
11	78,842	388,58
12	81,077	399,593
13	83,311	410,605
13,85	85,21	419,966

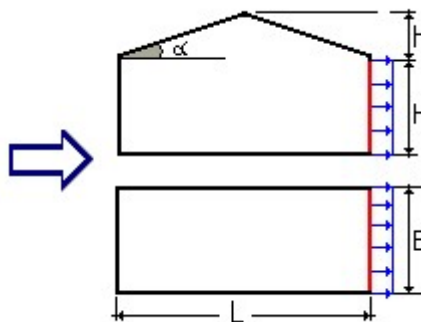


Параметри		
Поверхня	Покрівля	
Крок сканування	2 м	
Коефіцієнт надійності по граничному розрахунковому значенню γ_{fm}	1,035	
Коефіцієнт надійності по експлуатаційному розрахунковому значенню γ_{fe}	0,21	
H	13,85	м
B	69	м
α	6	град
L	36	м

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							22
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Відстань від краю покрівлі (м)	Експлуатаційне значення (Па)	Граничне значення (Па)
0	-43,844	-216,088
2	-43,844	-216,088
4	-43,844	-216,088
6	-43,844	-216,088
8	-43,844	-216,088
10	-43,844	-216,088
12	-43,844	-216,088
14	-43,844	-216,088
16	-43,844	-216,088
18	-43,662	-215,191
20	-43,662	-215,191
22	-43,662	-215,191
24	-43,662	-215,191
26	-43,662	-215,191
28	-43,662	-215,191
30	-43,662	-215,191
32	-43,662	-215,191
34	-43,662	-215,191
36	-43,662	-215,191

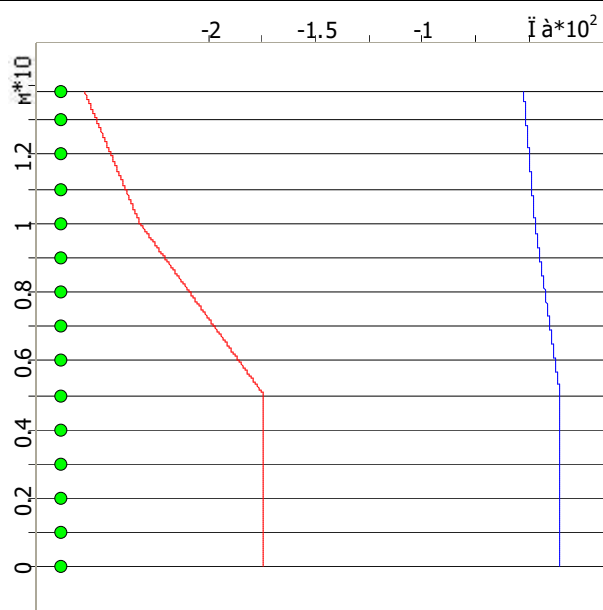


Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

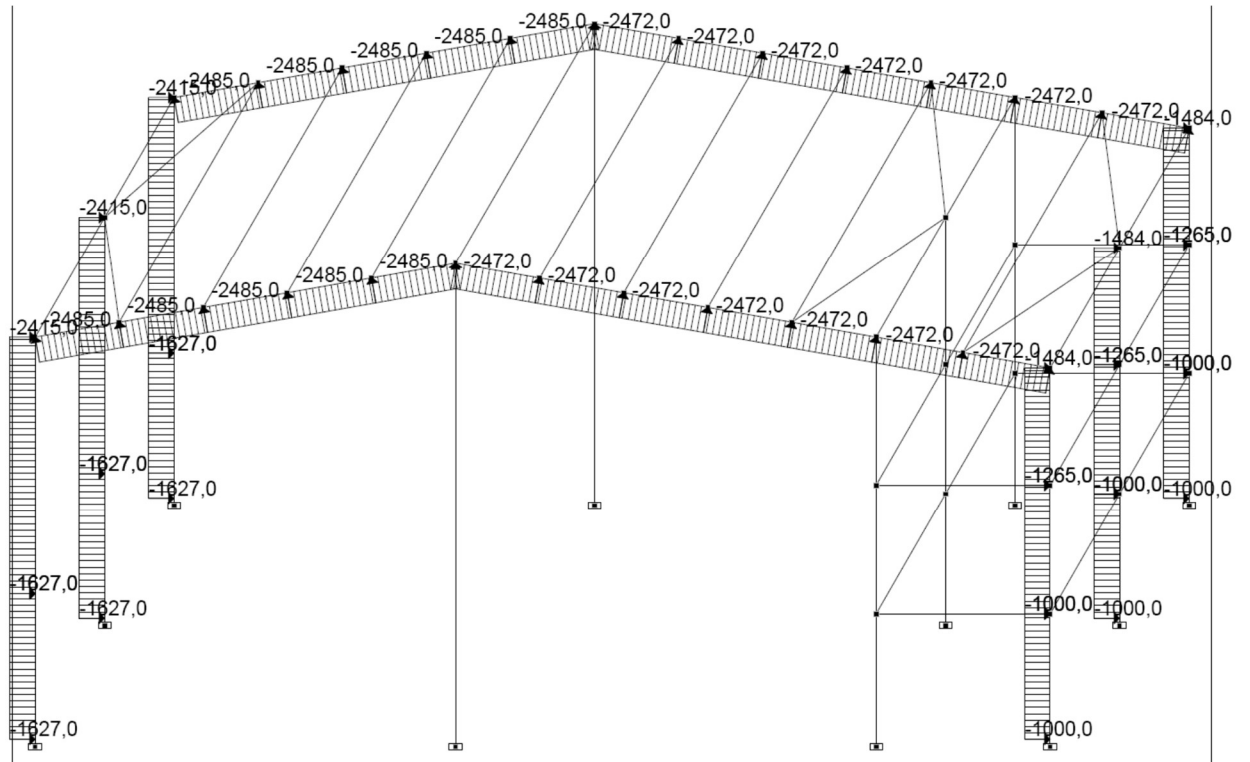
Параметри

Поверхня	Права стіна	
Крок сканування	1 м	
Коефіцієнт надійності по граничному розрахунковому значенню γ_{fm}	1,035	
Коефіцієнт надійності по експлуатаційному розрахунковому значенню γ_{fe}	0,21	
H	13,85	м
B	69	м
α	6	град
L	36	м

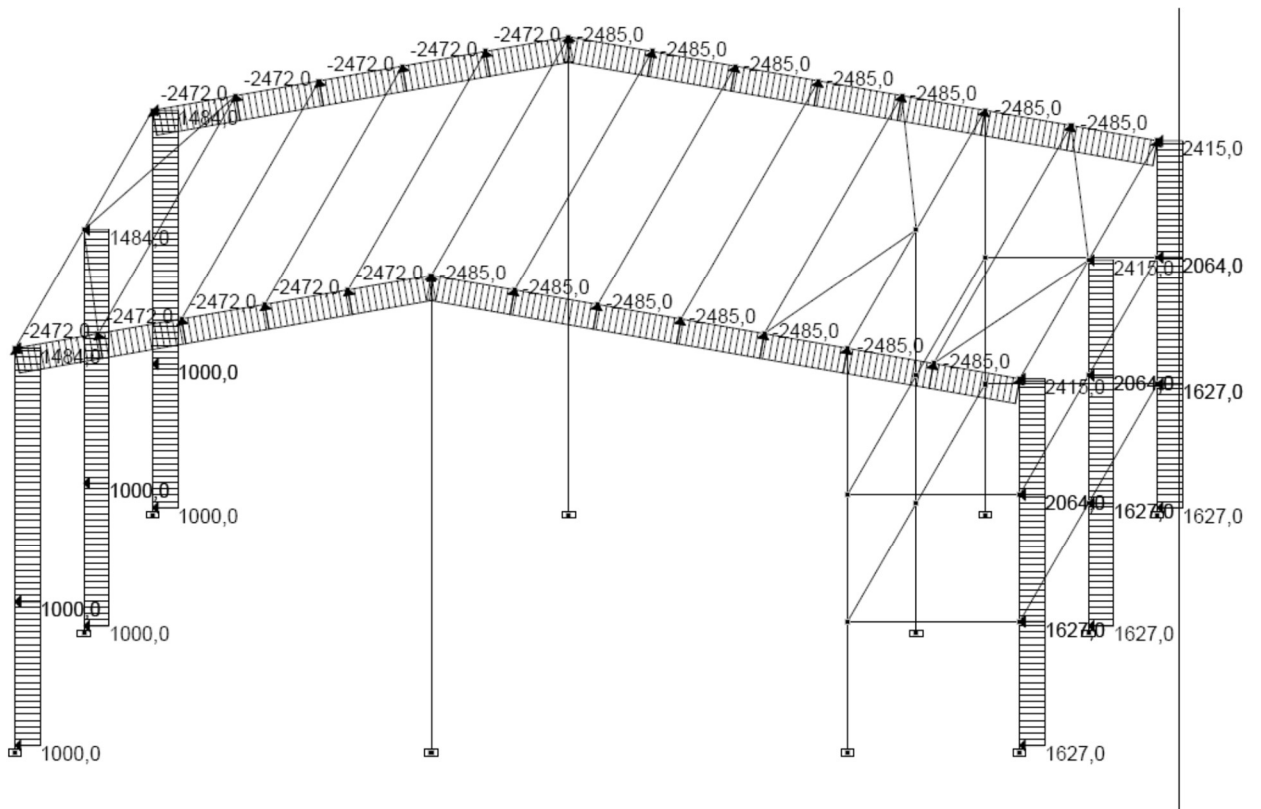


Висота (м)	Експлуатаційне значення (Па)	Граничне значення (Па)
0	-35,312	-174,035
1	-35,312	-174,035
2	-35,312	-174,035
3	-35,312	-174,035
4	-35,312	-174,035
5	-35,313	-174,04
6	-37,666	-185,638
7	-40,02	-197,24
8	-42,374	-208,842
9	-44,728	-220,445
10	-47,081	-232,043
11	-48,455	-238,815
12	-49,828	-245,583
13	-51,202	-252,351
13,85	-52,369	-258,104

Завантаження L8 — вітер зліва.



Завантаження L9 — вітер справа.



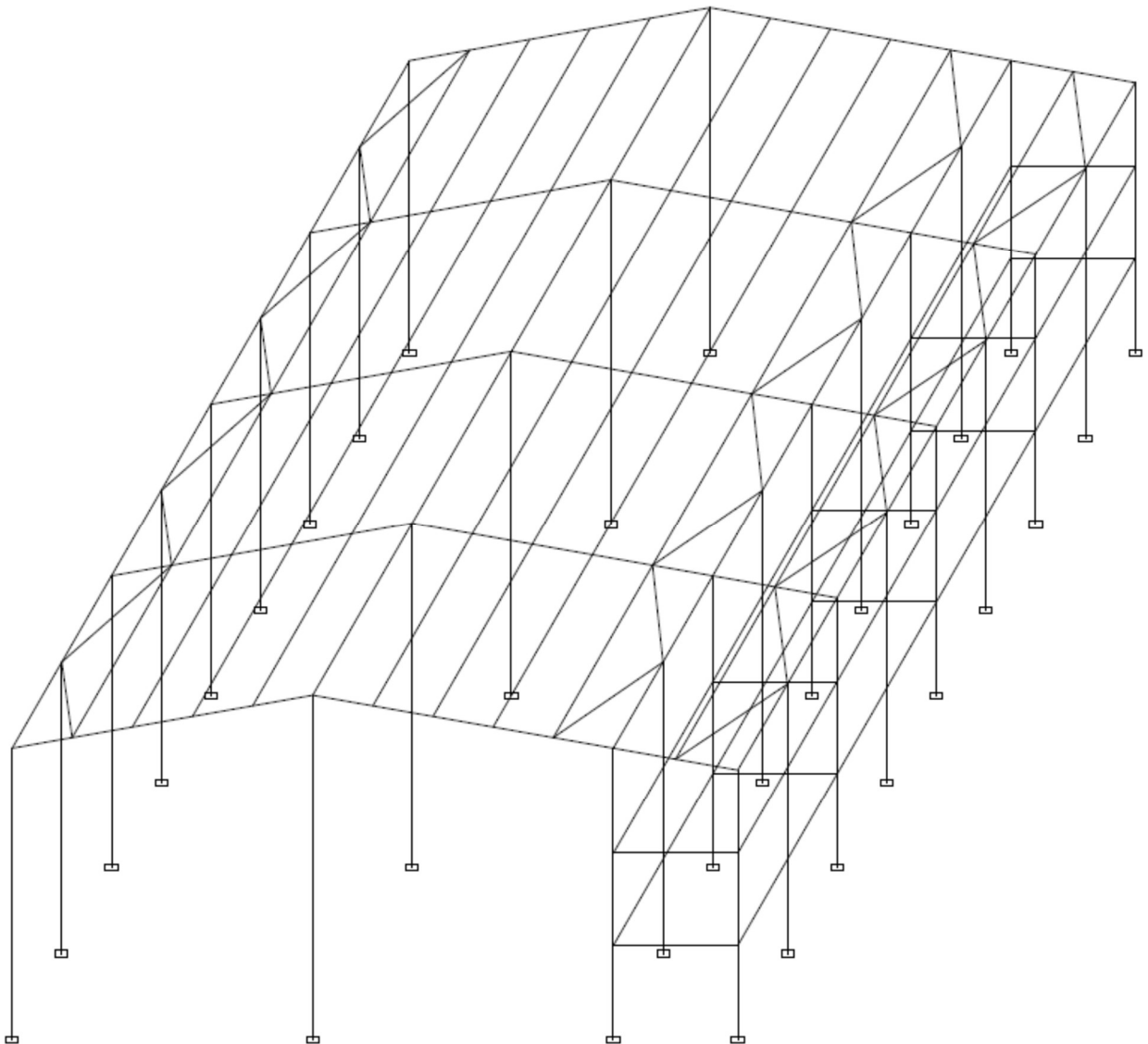
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

3. Визначення зусиль в елементах конструкції.

Для визначення зусиль в елементах конструкції використовуємо просторову розрахункову модель. Аналіз конструкції виконуємо в розрахунковому комплексі SCAD.

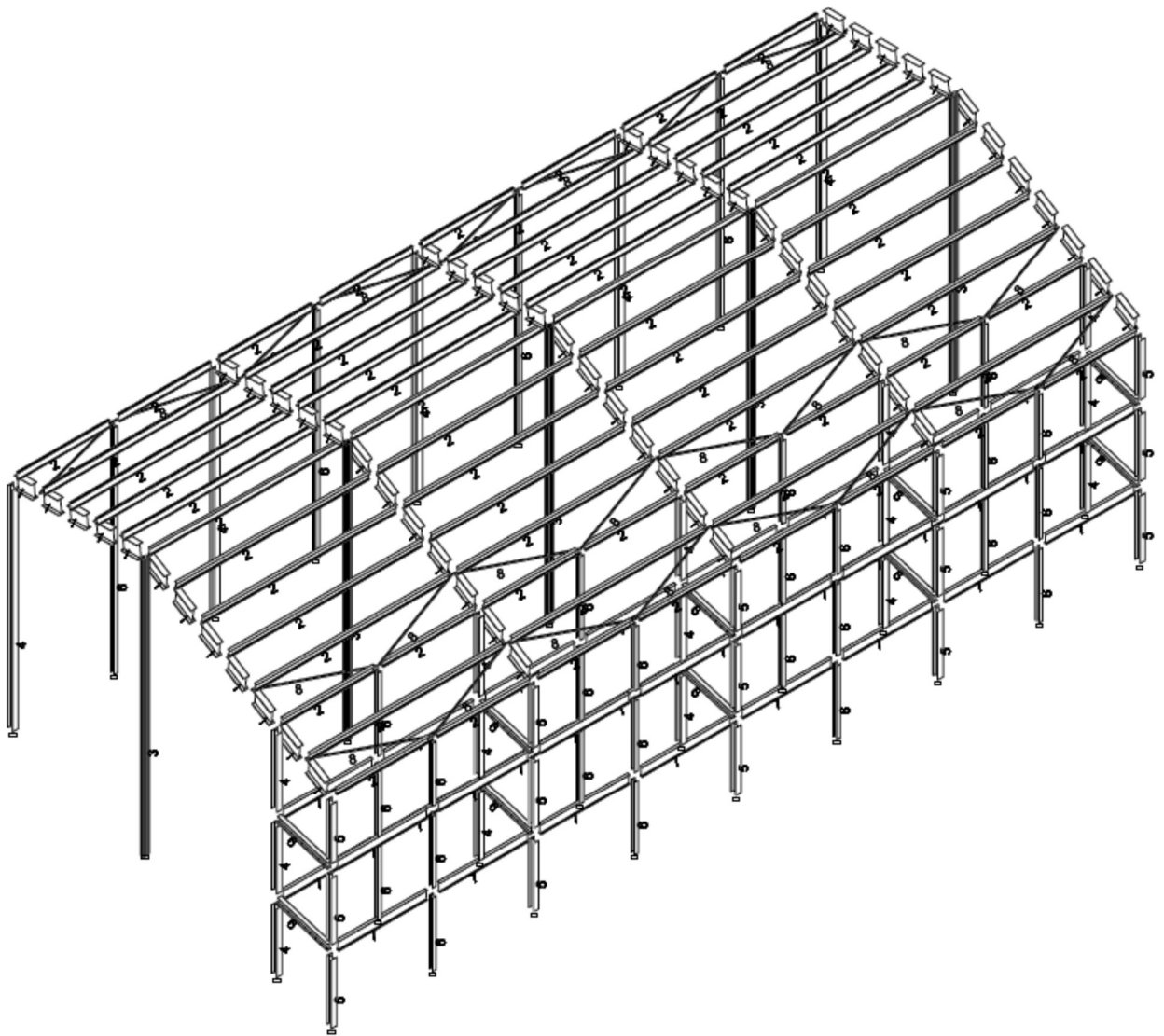
Загальний вигляд розрахункової моделі:



З'єднання колон двотаврового перерізу з ригелями в поперечнику — рамні, з'єднання колон з круглої труби з ригелем — шарнірне, з'єднання колон з фундаментами — шарнірне. З'єднання балок етажерки — шарнірне.

Попередньо назначаємо жорсткість елементів конструкції:

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							26
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Типи жорсткості елементів:

№	Профіль	Найменування
1	Гофро-профіль WTB750-300x12	Ригелі рами
3	Тр.Ø426x6	Колони середнього ряду
4	Гофро-профіль WTB500-300x12	Колони крайнього ряду та етажерки
5	Гофро-профіль WTB500-300x16	Колони крайнього ряду
6	Гофро-профіль WTA333-200x10	Колони фахверка
7	Гофро-профіль WTA500-200x10	Балки перекриттів

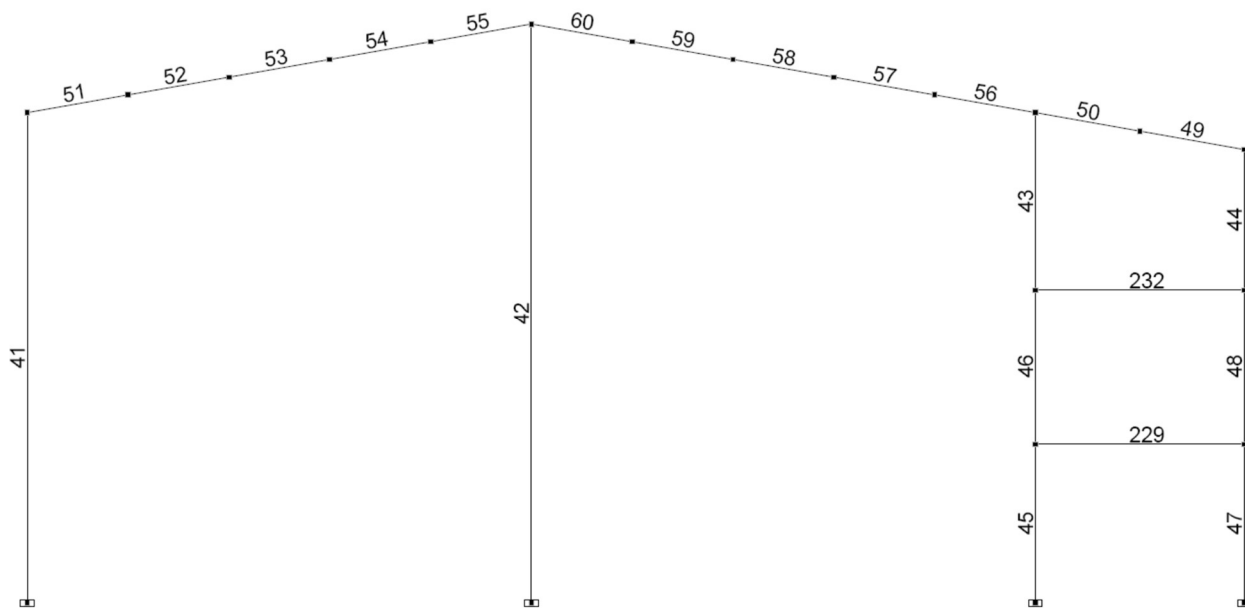
Характеристики перерізів гофро-профільованих див. в розділі Конструктивний розрахунок елементів.

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

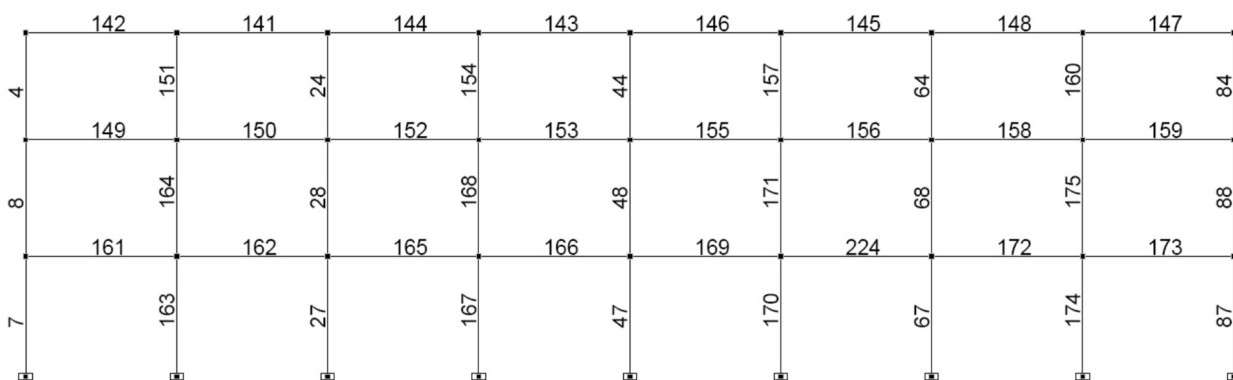
Для аналізу зусиль в елементах рами фрагментуємо схему по одній із поперечних рам.

Нумерація елементів:



Для аналізу зусиль в балках перекриттів фрагментуємо схему в поздовжньому напрямі по зовнішньому ряду балок перекриттів.

Нумерація елементів:

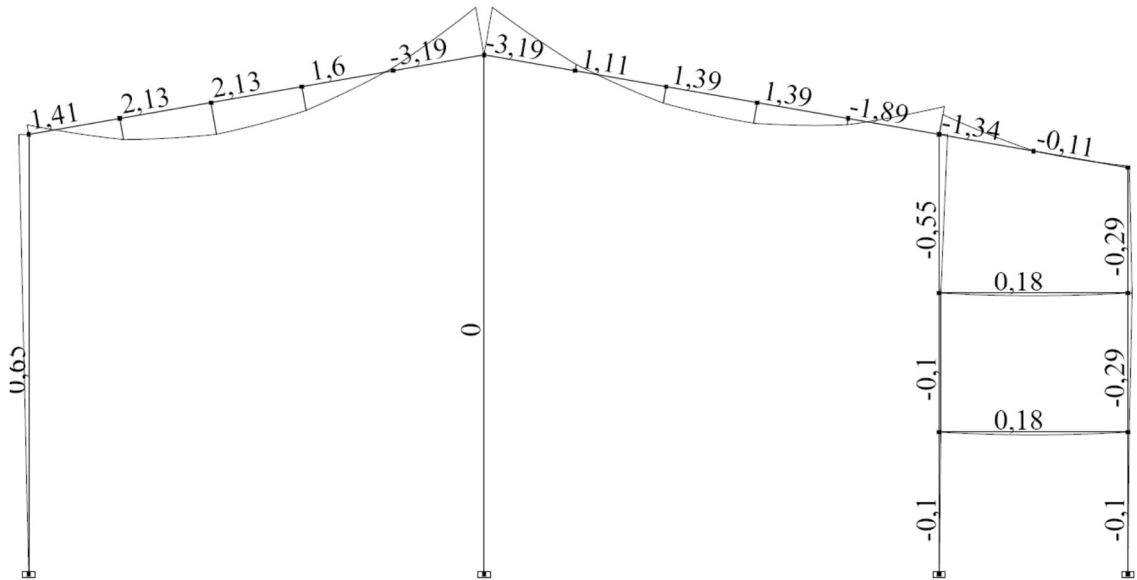


Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

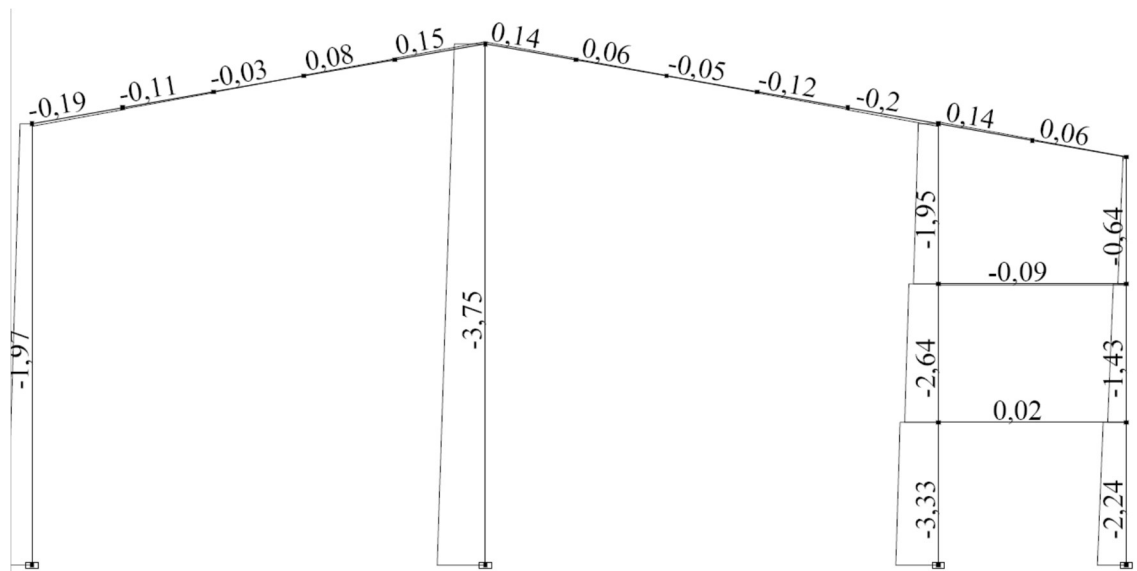
КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Епюри від граничних розрахункових значень навантажень.

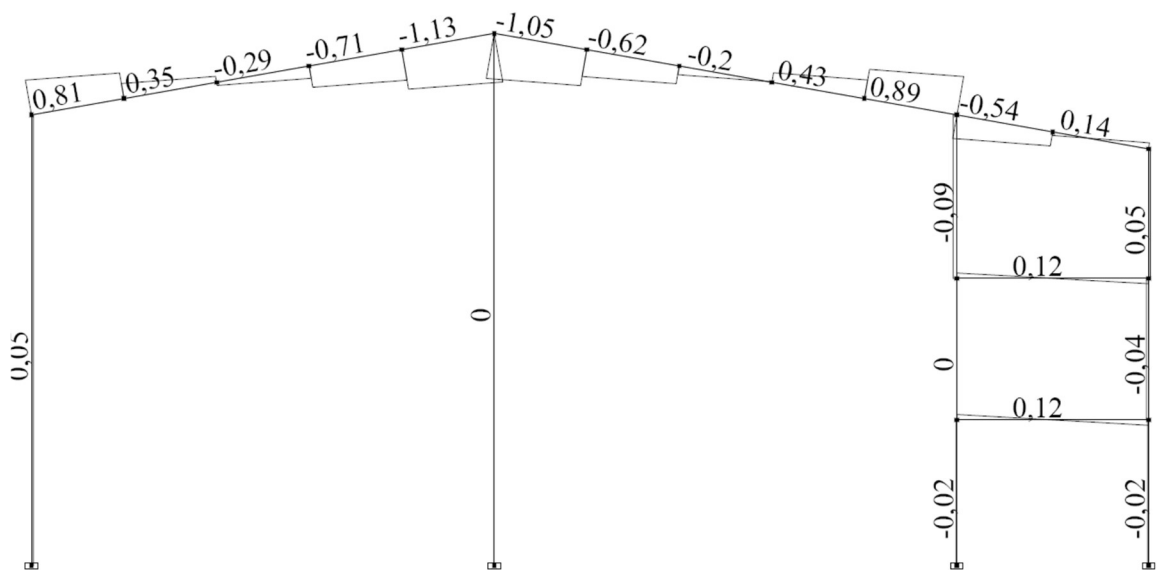
Завантаження L1. Епюра M_y , тс · м:



Завантаження L1. Епюра N_x , тс:



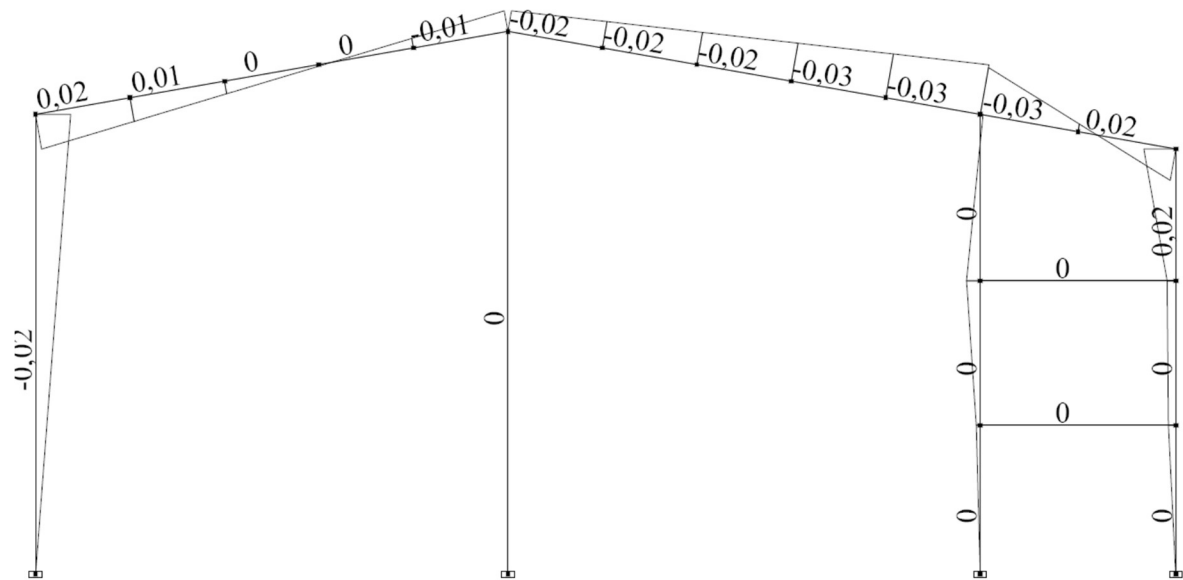
Завантаження L1. Епюра Q_z , тс:



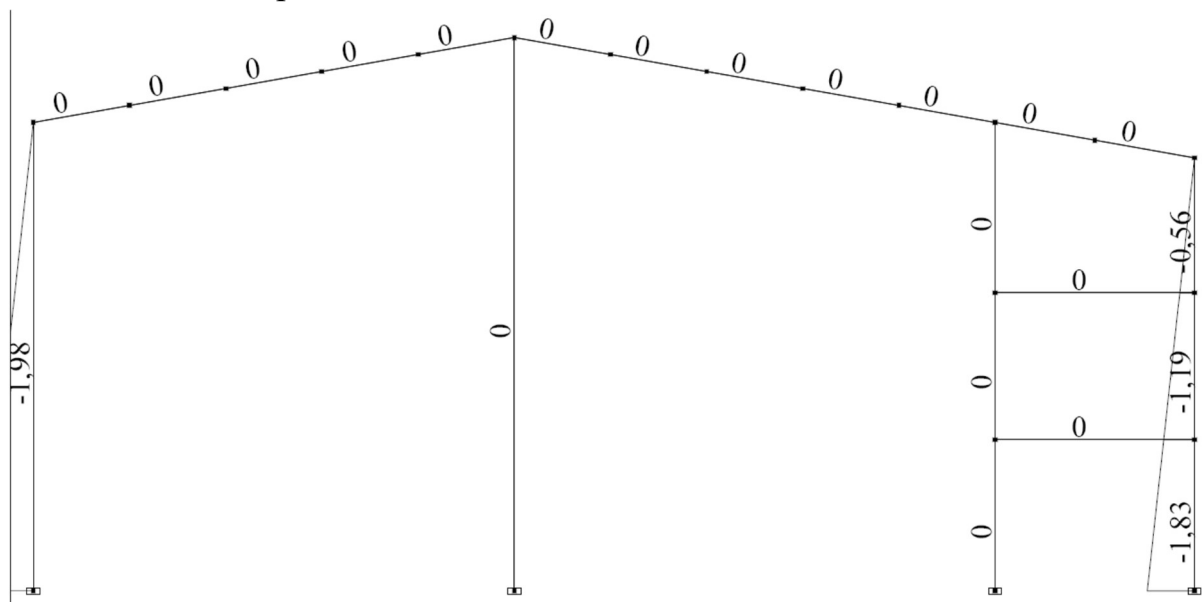
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

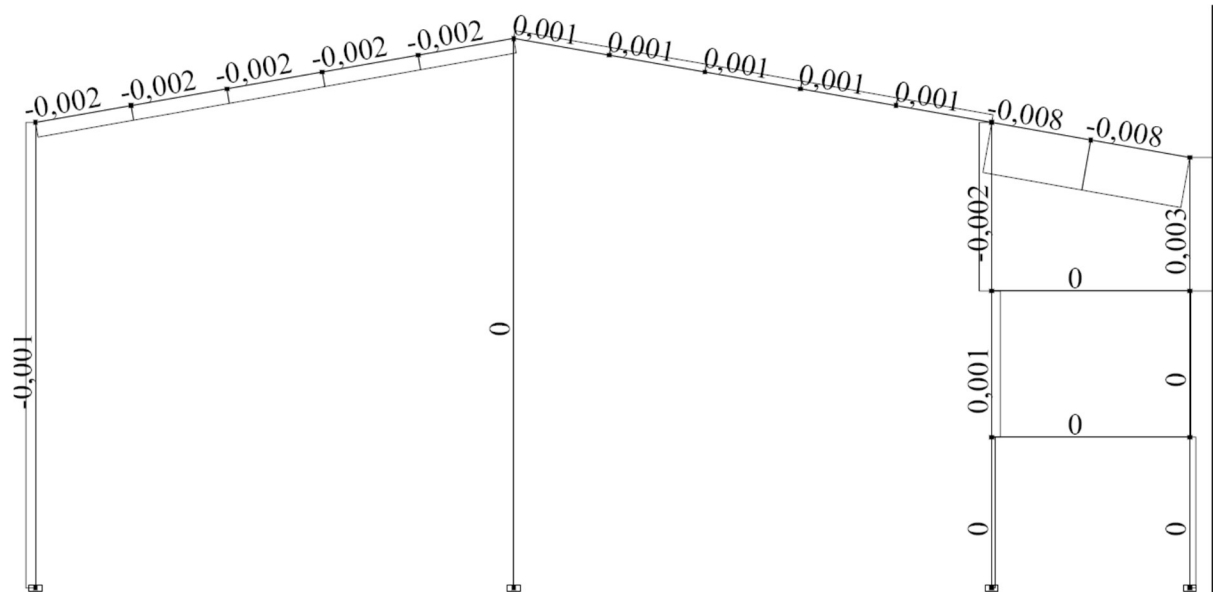
Завантаження L2. Епюра M_y , тс · м:



Завантаження L2. Епюра N_x , тс:



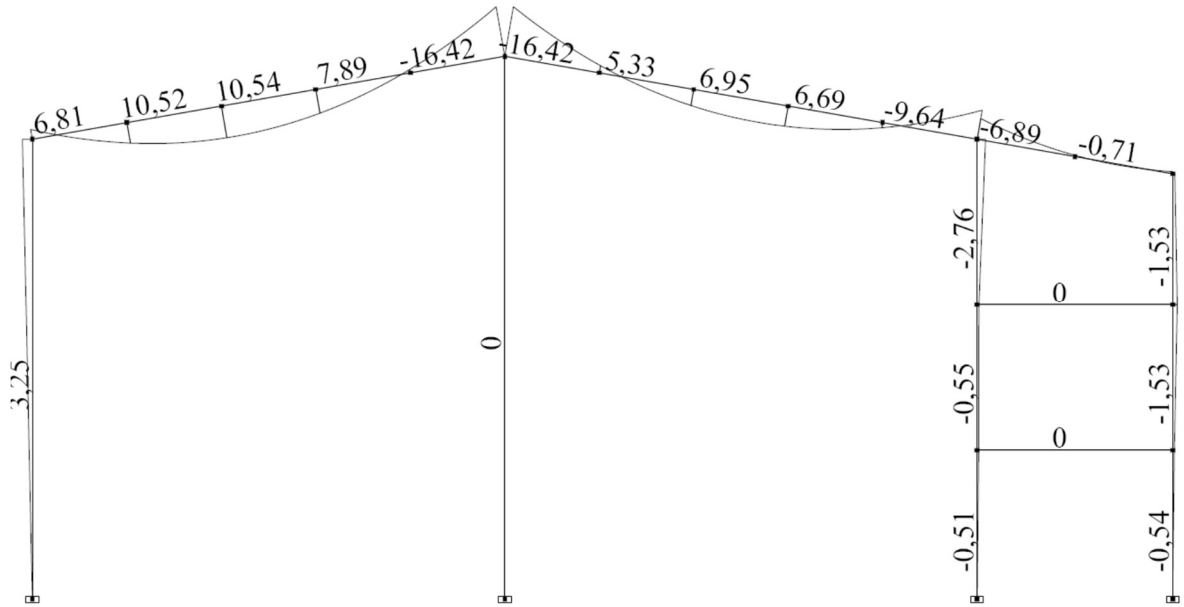
Завантаження L2. Епюра Q_z , тс:



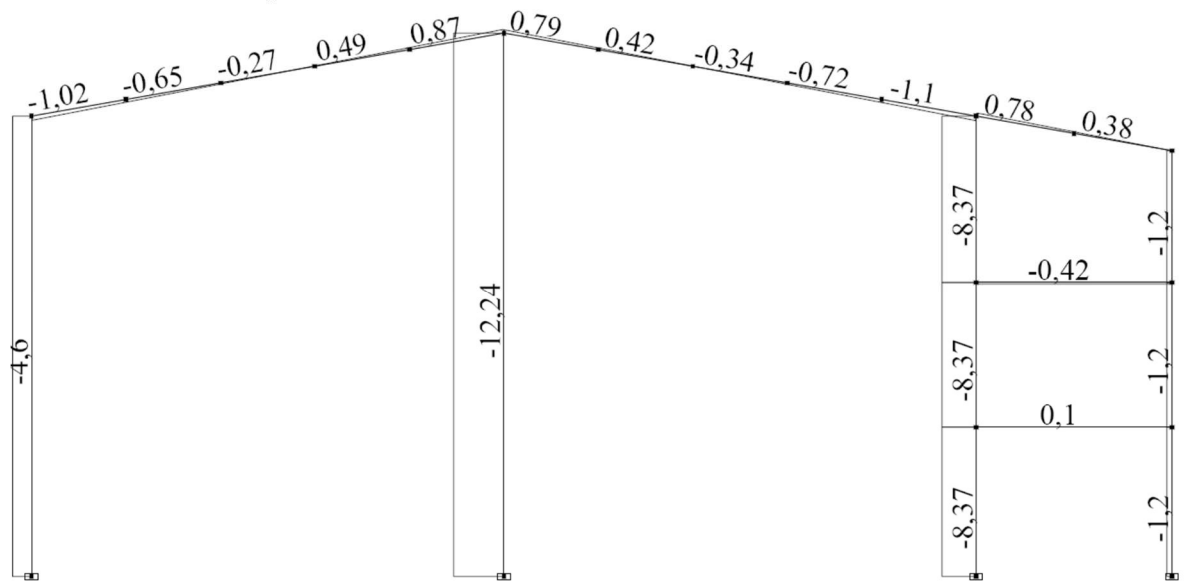
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

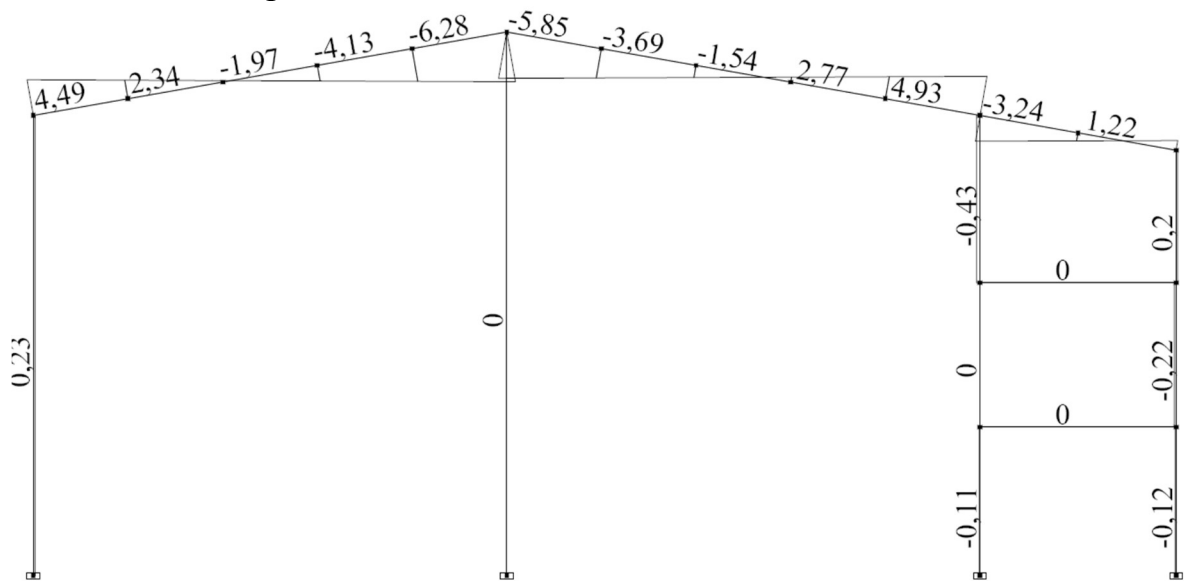
Завантаження L3. Епюра M_y , тс · м:



Завантаження L3. Епюра N_x , тс:



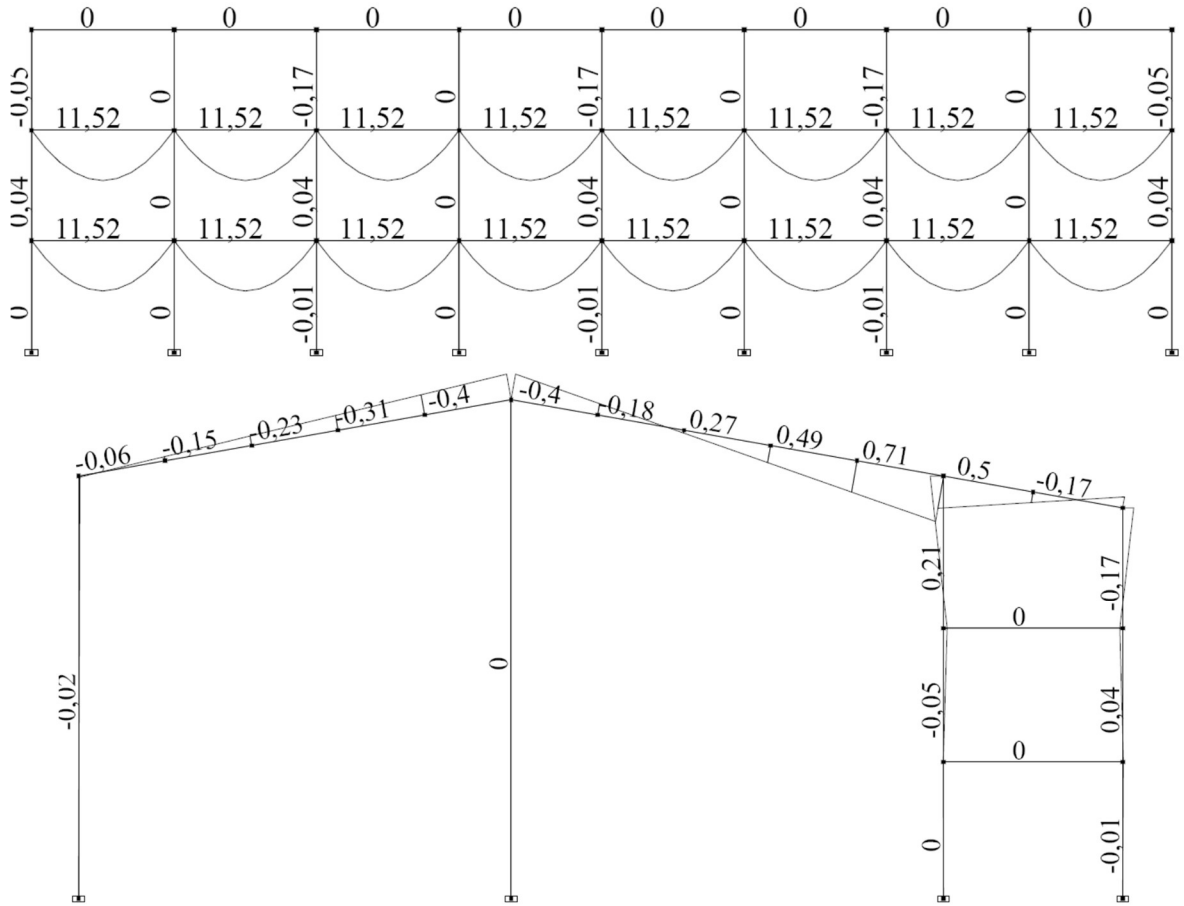
Завантаження L3. Епюра Q_z , тс:



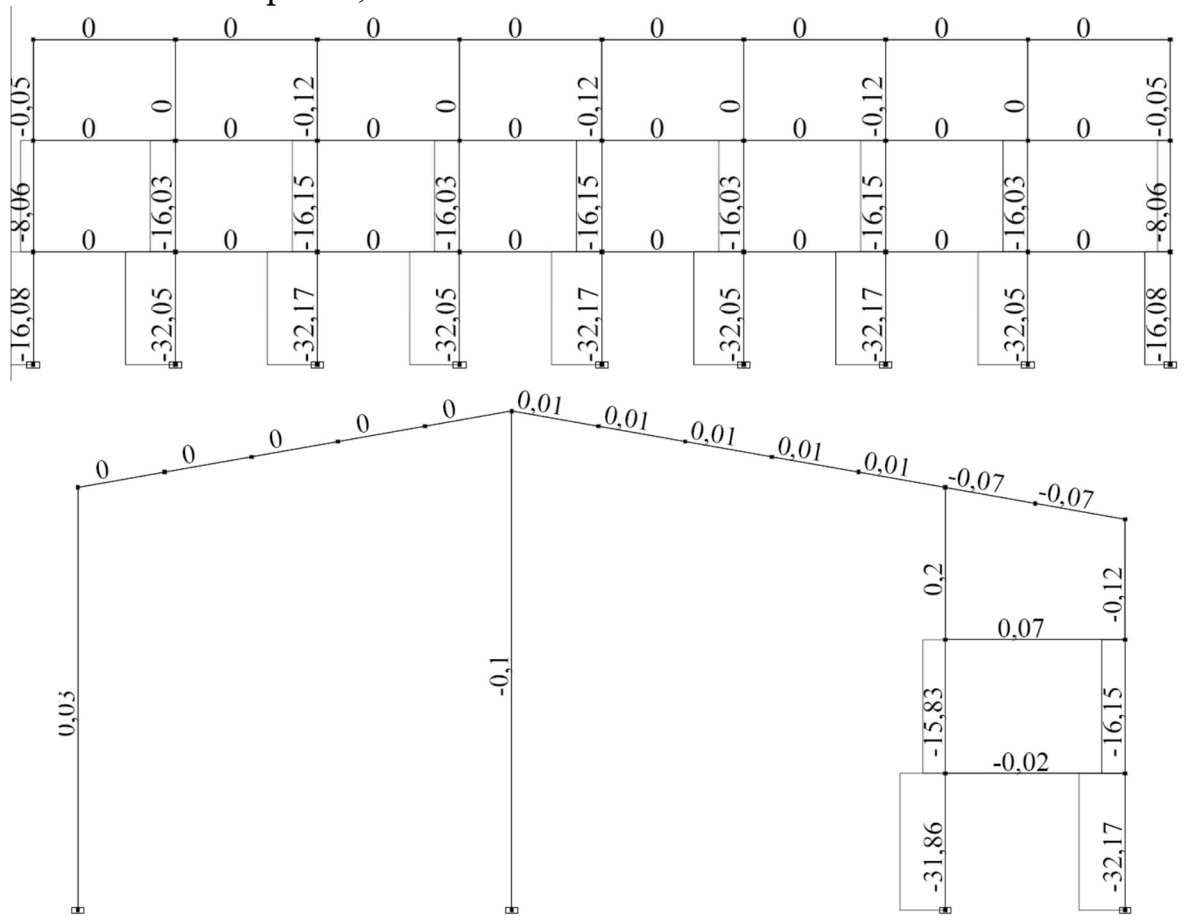
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Завантаження L4. Епюра M_y , тс · м:



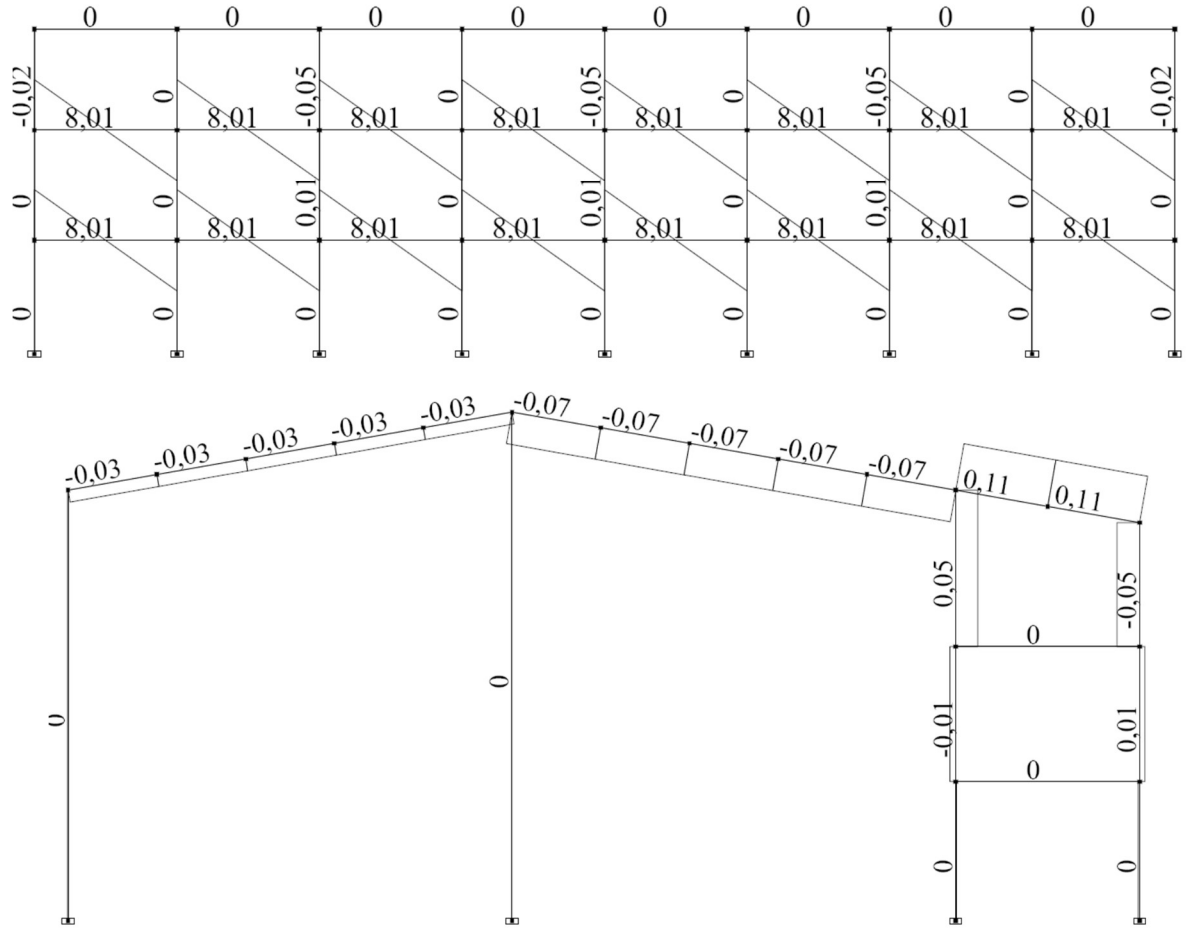
Завантаження L4. Епюра N_x , тс:



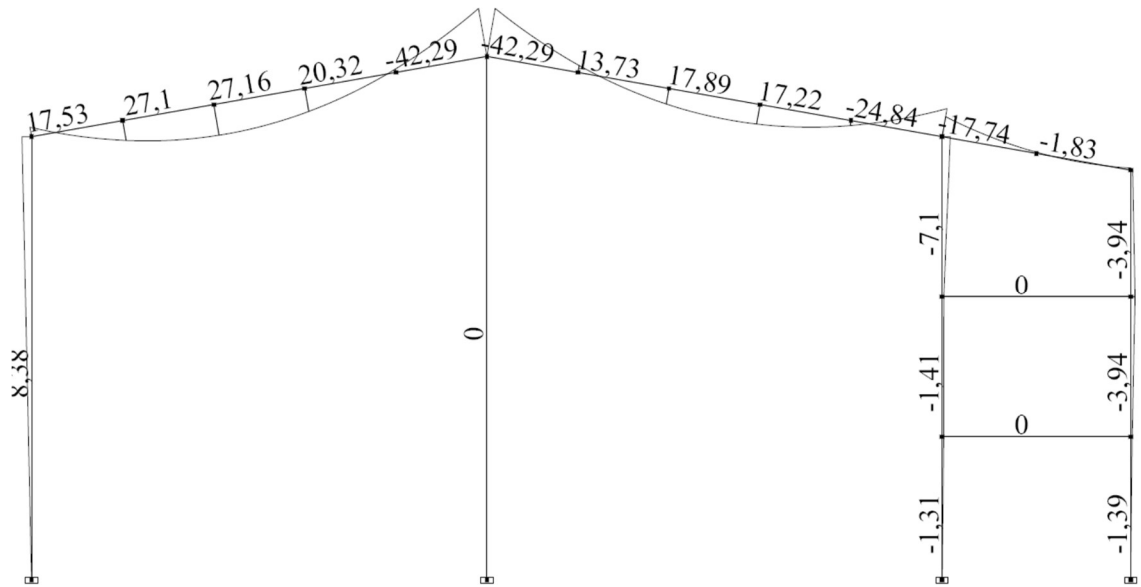
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

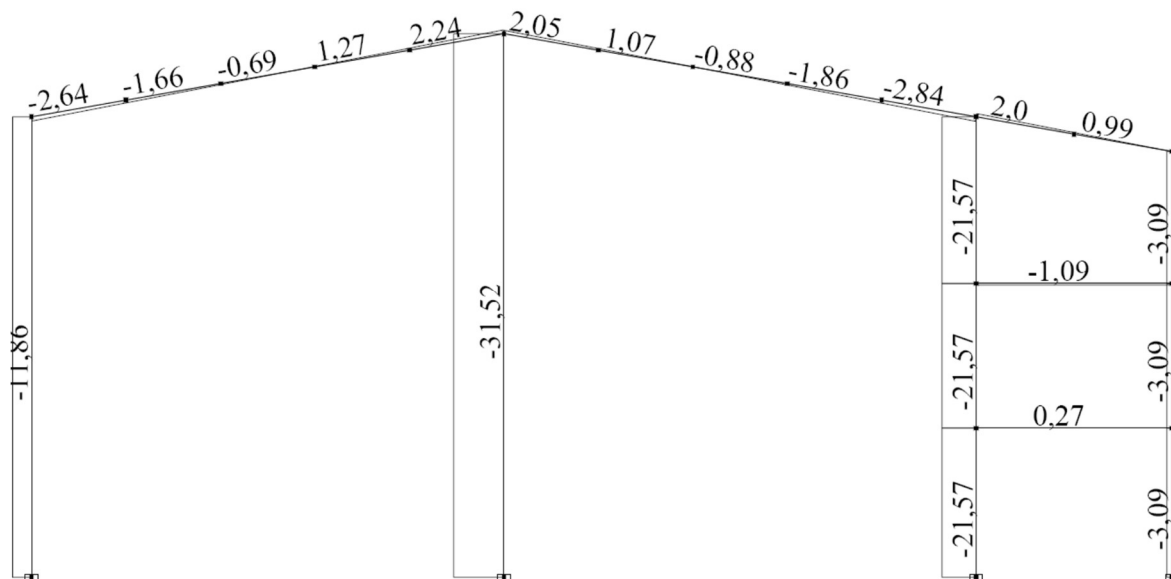
Завантаження L4. Епюра Qz, тс:



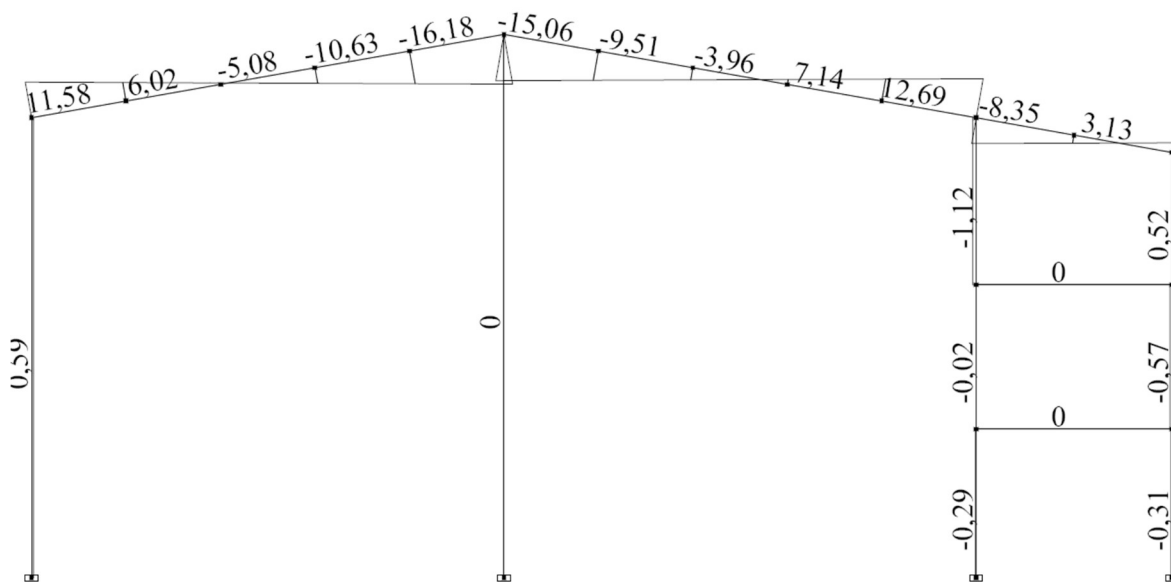
Завантаження L5. Епюра Mu, тс · м:



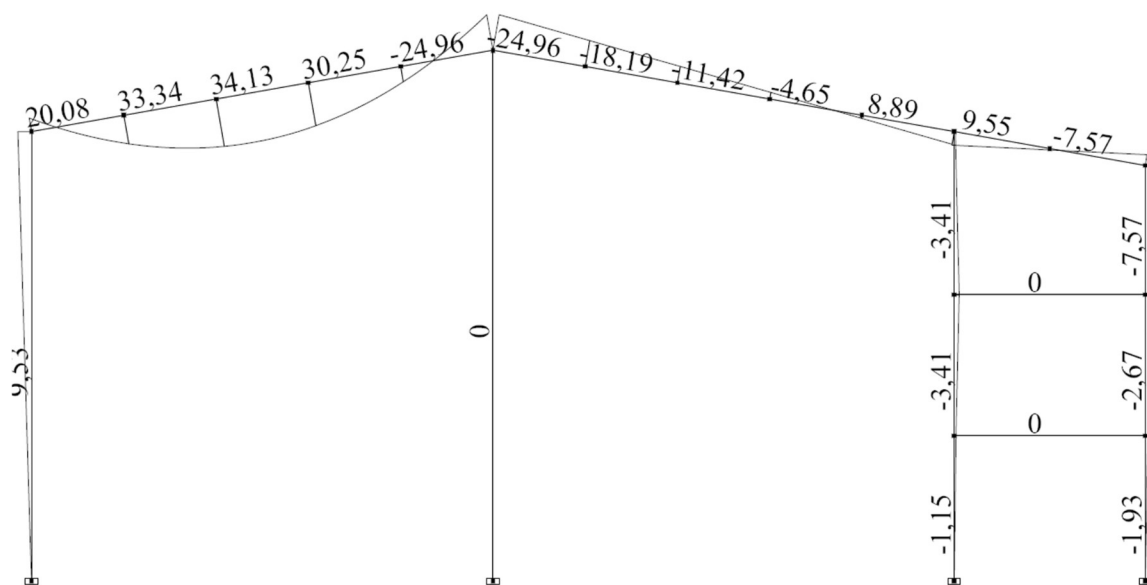
Завантаження L5. Еюра N_x , тс:



Завантаження L5. Еюра Q_z , тс:



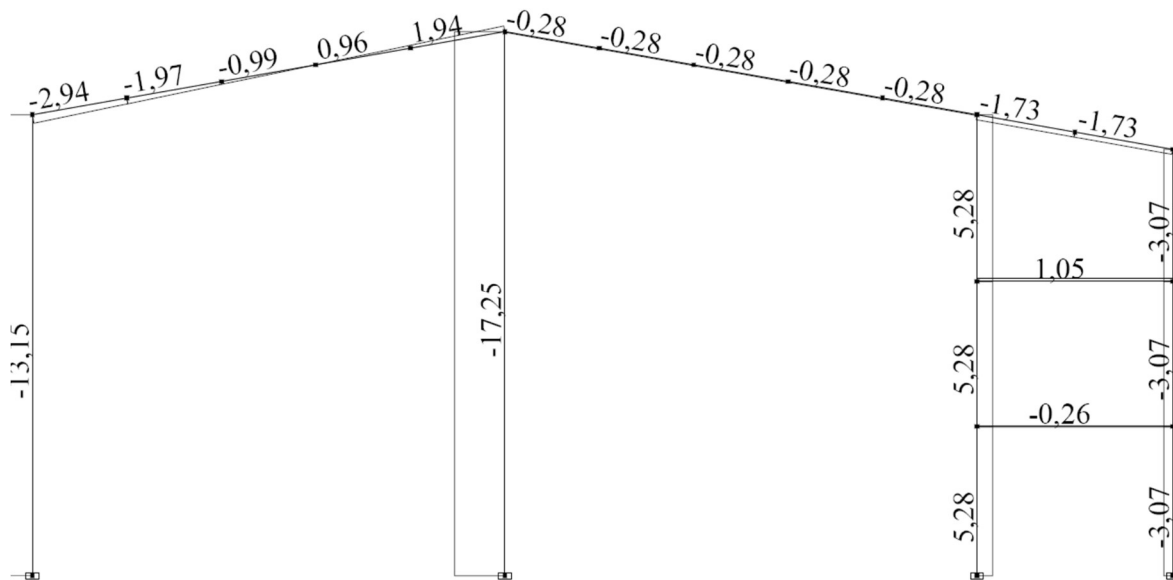
Завантаження L6. Еюра M_y , тс · м:



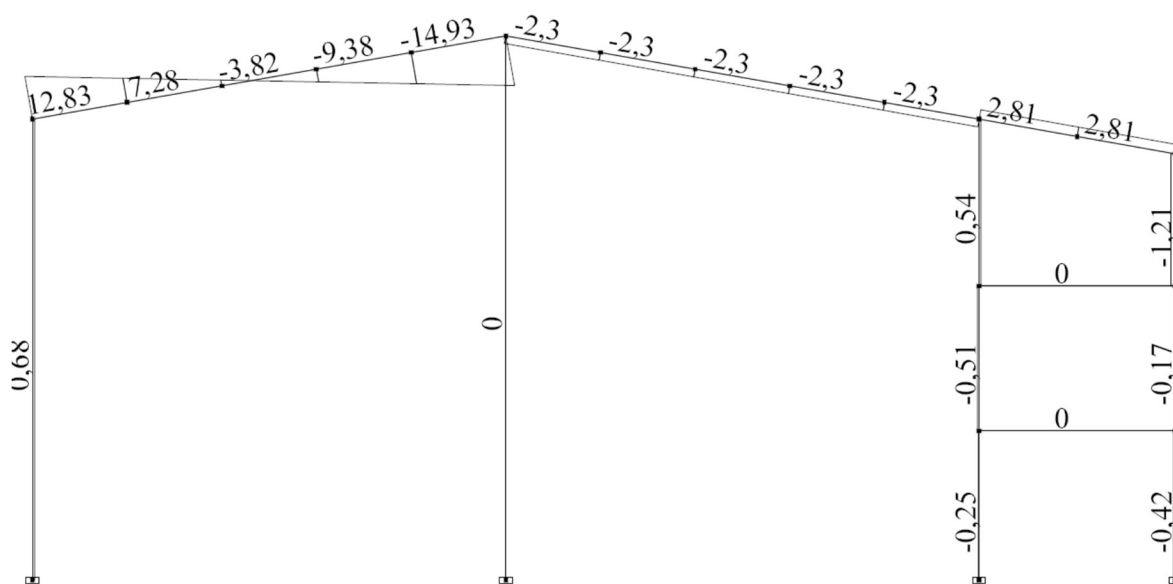
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

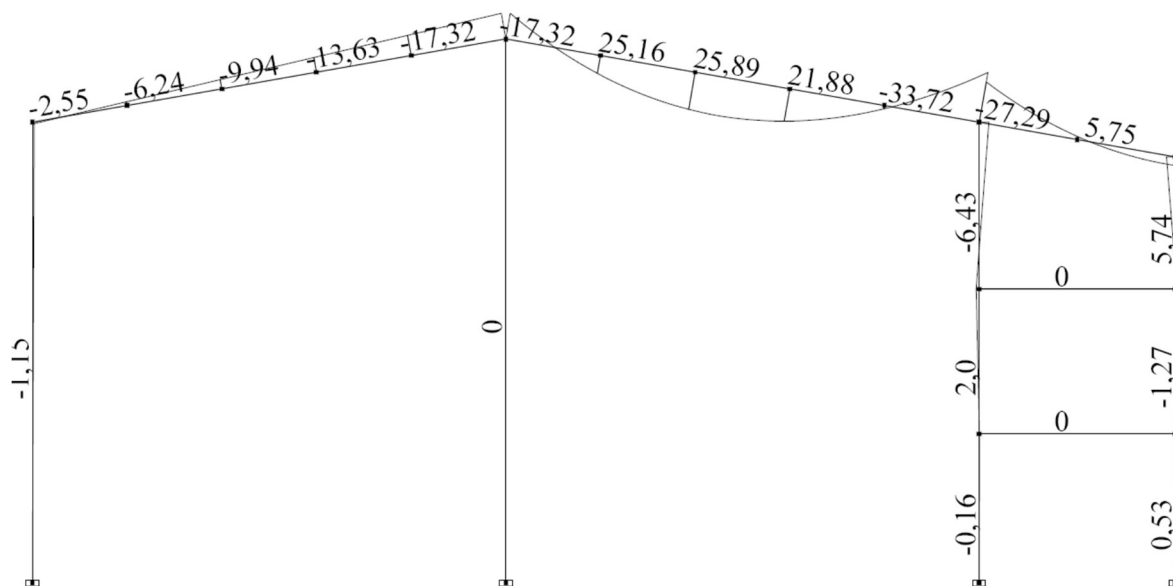
Завантаження L6. Еюра N_x , тс:



Завантаження L6. Еюра Q_z , тс:



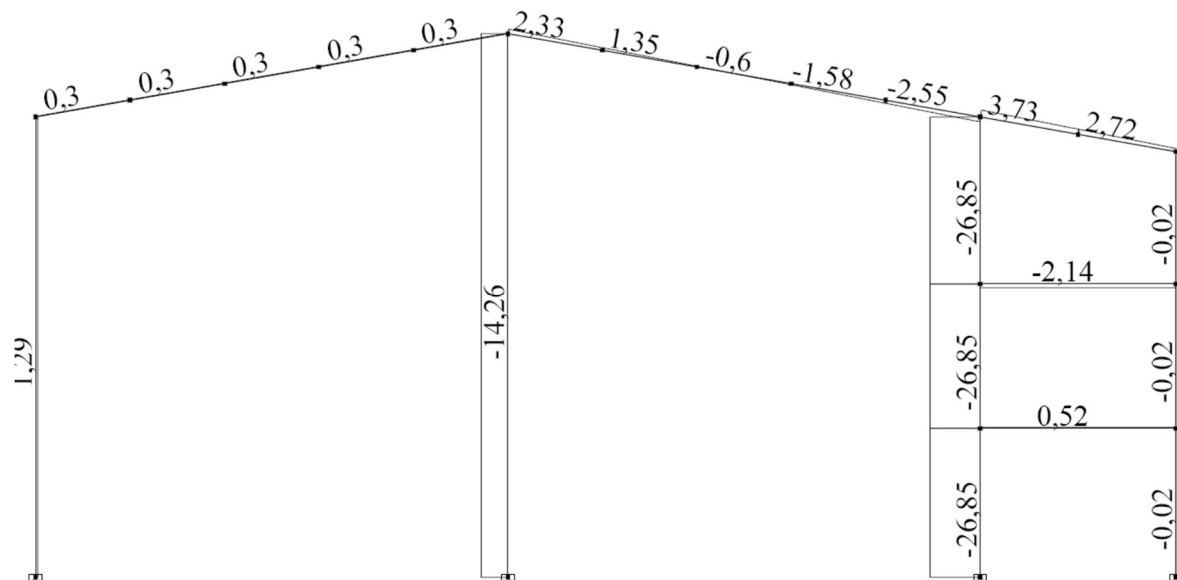
Завантаження L7. Еюра M_y , тс · м:



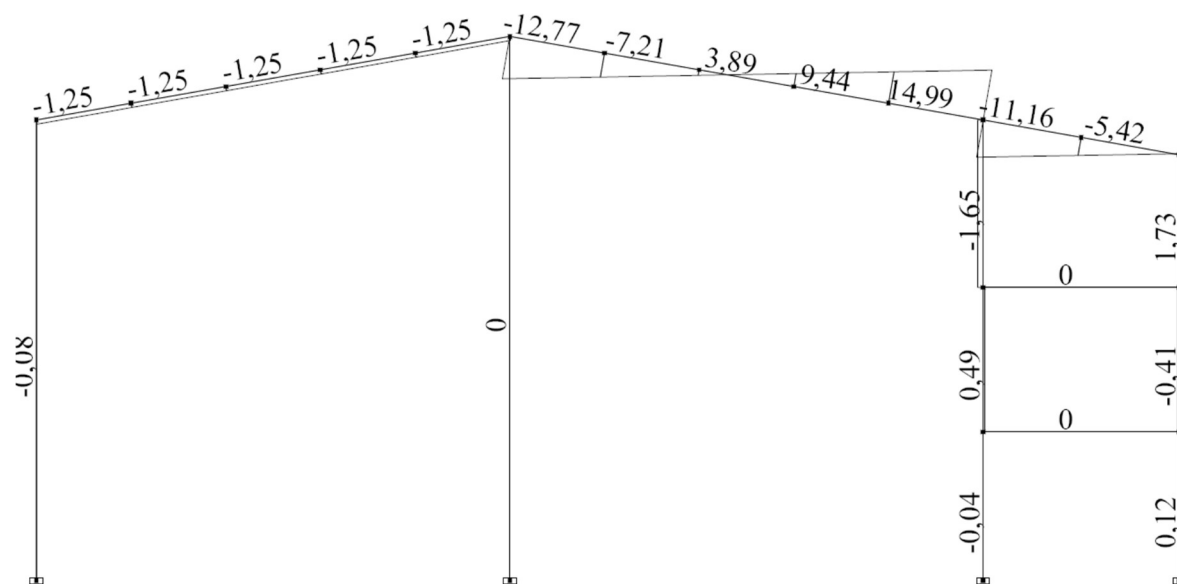
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

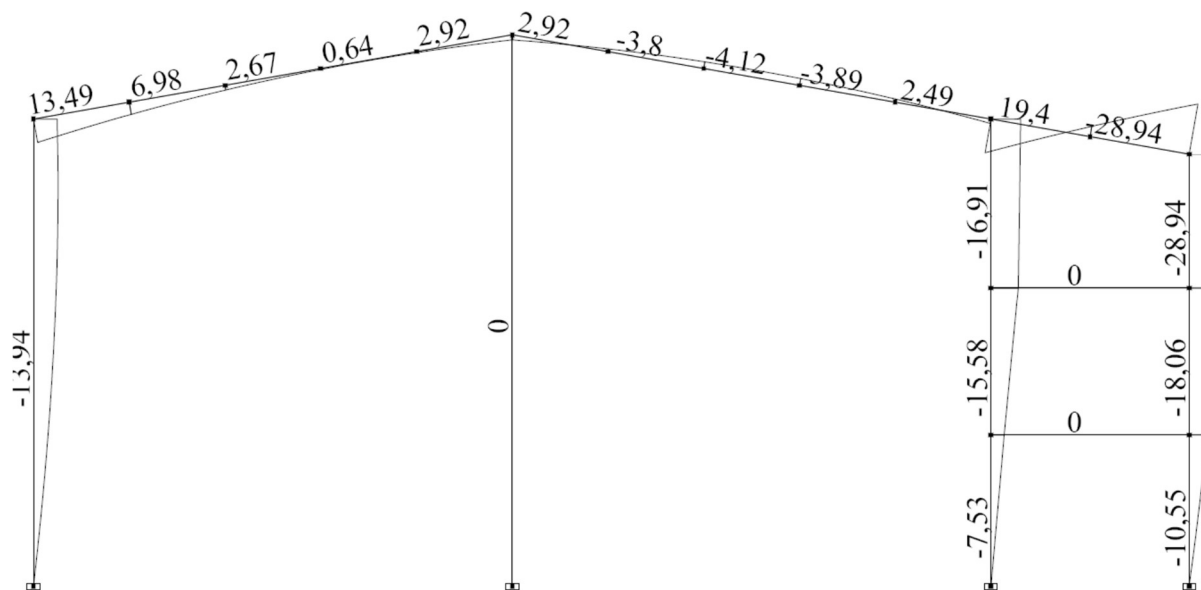
Завантаження L7. Епюра N_x , тс:



Завантаження L7. Епюра Q_z , тс:

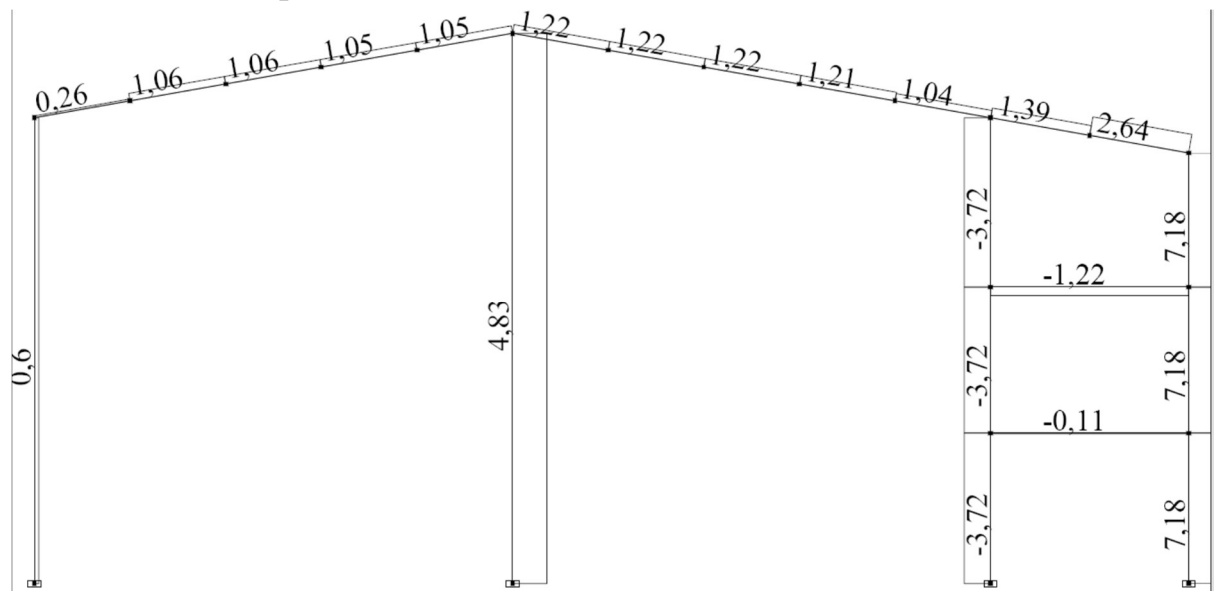


Завантаження L8. Епюра M_y , тс · м:

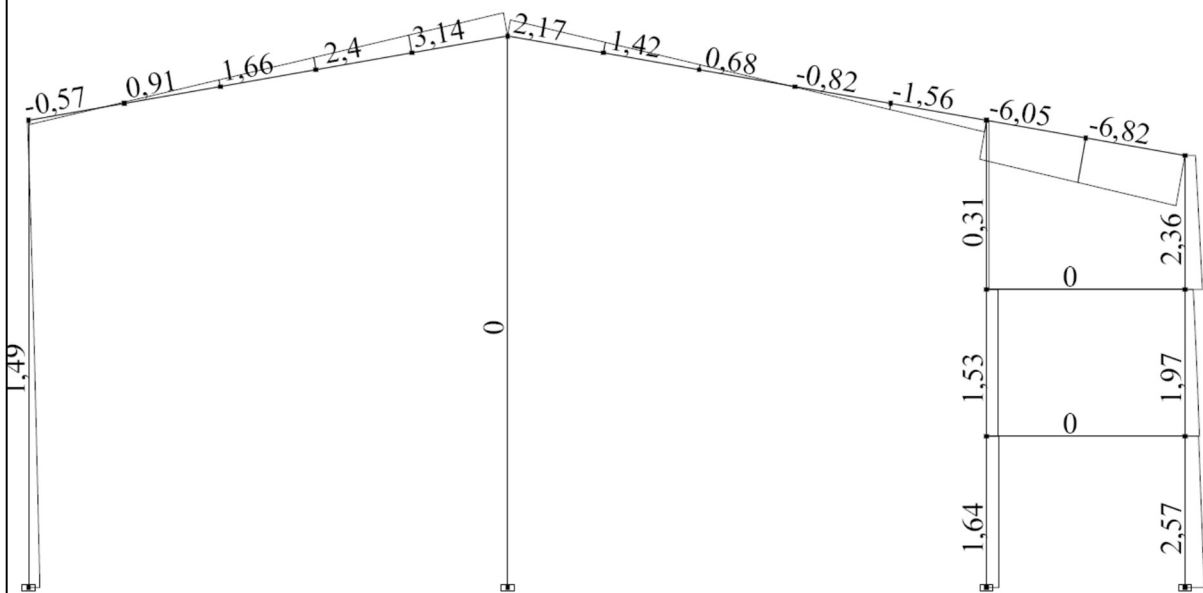


Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Завантаження L9. Еюра Nx, тс:



Завантаження L9. Еюра Qz, тс:



4. Розрахункові сполучення зусиль.

Таблиця розрахункових сполучень зусиль. Одиниці виміру: Т, м.

Найменування елемента	Номер ел-ту	Номер перер.	Значення			Формула
			N	My	Qz	
Балки перекриттів	153	1	0,04	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L8
	153	1	-0,02	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L9
	153	1	4,77E-04	0	8,13	L1+L2+L3+L4
	153	2	0,04	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L8
	153	2	-0,02	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L9
	153	3	0,04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L8

153	3	-0,02	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L9
153	3	4,77E-04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4
155	1	0,04	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L8
155	1	-0,02	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L9
155	1	4,77E-04	0	8,13	L1+L2+L3+L4
155	2	0,04	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L8
155	2	-0,02	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L9
155	3	0,04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L8
155	3	-0,02	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L9
155	3	4,77E-04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4
166	1	0,01	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L9
166	1	-0,02	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L8
166	1	-3,09E-04	0	8,13	L1+L2+L3+L4
166	2	0,01	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L9
166	2	-0,02	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L8
166	3	0,01	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L9
166	3	-0,02	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L8
166	3	-3,09E-04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4
169	1	0,01	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L9
169	1	-0,02	0	8,13	L1+L2+L3+L4+L8
169	1	-3,09E-04	0	8,13	L1+L2+L3+L4
169	2	0,01	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L9
169	2	-0,02	11,69	0	L1+L2+L3+L4+L8
169	3	0,01	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L9
169	3	-0,02	0	-8,13	L1+L2+L3+L4+L8
169	3	-3,09E-04	0	-8,13	L1+L2+L3+L4

Розпорки	229	1	0,63	0	0,12	L1+L2+L3+L4+L7
	229	1	-0,26	0	0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	229	1	0,11	0	0,12	L1+L2+L3+L4
	229	2	0,63	0,18	2,90E-17	L1+L2+L3+L4+L7
	229	2	-0,26	0,18	2,90E-17	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	229	3	0,63	0	-0,12	L1+L2+L3+L4+L7
	229	3	-0,26	0	-0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	229	3	0,11	0	-0,12	L1+L2+L3+L4
	232	1	1,88	0	0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	232	1	-3,48	0	0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	232	1	-0,45	0	0,12	L1+L2+L3+L4
	232	2	1,88	0,18	2,90E-17	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	232	2	-3,48	0,18	2,90E-17	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	232	3	1,88	0	-0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	232	3	-3,48	0	-0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	232	3	-0,45	0	-0,12	L1+L2+L3+L4
	Колона крайнього ряду	41	1	-21,67	2,04E-15	0,95
41		1	-19,82	4,56E-15	2,22	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
41		1	-5,99	0	-1,89	L1+L2+L3+L4+L8
41		2	-18,31	13,55	1,59	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
41		2	-4,48	-9,45	-0,74	L1+L2+L3+L4+L8
41		2	-20,16	6,7	0,95	L1+L2+L3+L4+L6
41		2	-6,41	10,08	1,06	L1+L2+L3+L4+L9
41		2	-3,58	-8,82	-0,71	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
41		3	-16,8	21,98	0,76	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
41		3	-2,97	-9,62	0,77	L1+L2+L3+L4+L8
41		3	-15,06	0,3	1,33	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
41		3	-18,65	13,39	0,95	L1+L2+L3+L4+L6
41		3	-4,9	14,46	0,13	L1+L2+L3+L4+L9

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							40
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

	41	3	-2,07	-9,31	0,64	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
Колонна середнього ряду	42	1	-47,61	0	0	L1+L2+L3+L4+L5
	42	2	-46,94	0	0	L1+L2+L3+L4+L5
	42	3	-46,27	0	0	L1+L2+L3+L4+L5
Колони етажерки середні	43	1	-13,86	13,62	-0,16	L1+L2+L3+L4+L9
	43	1	-19,97	-15,99	-1,71	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	43	1	4,2	-17,79	-0,22	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	43	1	-37,66	13,99	-1,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	43	1	-8,73	9,12	0,29	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	43	1	-24,73	-12,91	-2,19	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	43	2	-13,67	13,2	-0,16	L1+L2+L3+L4+L9
	43	2	-19,78	-20,35	-1,71	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	43	2	4,38	-18,35	-0,22	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	43	2	-37,47	9,7	-1,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	43	2	-8,55	9,86	0,29	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	43	2	-24,54	-18,51	-2,19	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	43	3	-13,49	12,79	-0,16	L1+L2+L3+L4+L9
	43	3	-24,35	-24,11	-2,19	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	43	3	0,88	-20,01	-0,73	L1+L2+L3+L4+L8
	43	3	-8,36	10,6	0,29	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	43	3	4,57	-18,92	-0,22	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	43	3	-37,28	5,41	-1,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	45	1	-71,09	0	1,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	45	1	-47,29	0	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
45	1	-53,4	0	-1,88	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8	
45	2	-57,99	-3,76	-1,65	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8	

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							41
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

	45	2	-70,92	2,99	1,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	45	2	-47,12	3,44	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
	45	2	-53,23	-4,28	-1,88	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	45	3	-57,82	-7,53	-1,65	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	45	3	-28,9	-8,41	-1,85	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	45	3	-70,75	5,99	1,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	45	3	-46,96	6,89	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
	45	3	-53,07	-8,56	-1,88	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	46	1	-41,44	-7,53	-1,21	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	46	1	-12,51	-8,41	-2,11	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	46	1	-54,37	5,99	1,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	46	2	-30,41	10,25	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
	46	2	-36,52	-12,27	-1,67	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	46	2	-12,35	-13,1	-2,11	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	46	2	-54,2	9,99	1,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	46	3	-30,25	13,62	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
	46	3	-36,35	-15,99	-1,67	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	46	3	-12,19	-17,79	-2,11	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	46	3	-54,04	13,99	1,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
Колони етажерки крайні	44	1	4,66	15,37	2,56	L1+L2+L3+L4+L9
	44	1	-12,23	-21,57	-2,01	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	44	1	3,93	12,51	3,88	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	44	1	-12,21	-20,43	-3,57	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	44	1	-9,47	-19,17	-0,91	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	44	2	5,15	20,09	2,11	L1+L2+L3+L4+L9
	44	2	-11,73	-27,39	-3,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	44	2	4,41	19,96	3,48	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9

	44	2	-11,75	-25,38	-1,76	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	44	3	4,89	26,56	3,05	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	44	3	-11,25	-33,84	-3,06	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	44	3	5,63	23,88	1,63	L1+L2+L3+L4+L9
	44	3	-11,27	-28,67	-1,5	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	47	1	-47,15	0	-2,69	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	47	1	-30,25	0	2,43	L1+L2+L3+L4+L9
	47	1	-47,13	0	-2,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	47	2	-46,59	-6,17	-2,61	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	47	2	-29,71	5,19	2,09	L1+L2+L3+L4+L9
	47	2	-46,6	-5,93	-2,51	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	47	3	-29,17	9,52	1,72	L1+L2+L3+L4+L9
	47	3	-46,04	-11,88	-2,4	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	47	3	-46,06	-11,4	-2,3	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	48	1	-12,78	9,52	1,72	L1+L2+L3+L4+L9
	48	1	-29,66	-11,88	-2,14	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	48	1	-29,68	-11,4	-2,51	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	48	1	-27,67	-11,2	-2,19	L1+L2+L3+L4+L8
	48	2	-12,25	12,91	1,32	L1+L2+L3+L4+L9
	48	2	-29,15	-16,74	-2,29	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	48	3	-11,72	15,37	0,88	L1+L2+L3+L4+L9
	48	3	-28,61	-21,57	-2,05	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
Ригель 1	51	1	-1,28	9,62	2,69	L1+L2+L3+L4+L8
	51	1	-3,62	-21,98	16,31	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	51	1	-4,15	-13,39	18,1	L1+L2+L3+L4+L6
	51	1	-1	9,31	1,82	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	51	2	-3,27	18,58	11,15	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8

51	2	-0,74	-8,14	3,89	L1+L2+L3+L4+L9
51	2	-3,45	10,34	14,14	L1+L2+L3+L4+L6
51	3	-2,62	32,52	7,8	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
51	3	-0,28	-4,18	1,93	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
51	3	-2,75	28,25	10,18	L1+L2+L3+L4+L6
52	1	-3,81	32,52	7,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
52	1	0,48	-4,18	1,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
52	1	-2,71	28,25	9,94	L1+L2+L3+L4+L6
52	1	-1,77	12,16	-0,12	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
52	2	-3,17	41,19	4,21	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
52	2	0,69	-2,33	0,83	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
52	2	-0,91	27,5	6,02	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
52	2	-1,56	11,35	-0,97	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
52	2	-2,01	39,96	5,98	L1+L2+L3+L4+L6
52	3	-1,32	45,85	2,02	L1+L2+L3+L4+L6
52	3	0,9	-1,73	-0,02	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
52	3	-0,27	33,89	2,67	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
52	3	-1,36	9,3	-1,82	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
52	3	-2,52	44,92	0,86	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
53	1	-1,28	45,85	1,81	L1+L2+L3+L4+L6
53	1	0,93	-1,73	-0,23	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
53	1	-0,23	33,89	2,46	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
53	1	-1,32	9,3	-2,03	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
53	1	-2,48	44,92	0,65	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
53	2	-0,58	45,59	-2,15	L1+L2+L3+L4+L6
53	2	1,14	-2,68	-1,08	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
53	2	0,97	3,8	0,18	L1+L2+L3+L4+L9

53	2	-1,56	36,14	-3,82	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
53	2	-1,83	43,42	-2,69	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
53	3	0,11	39,51	-6,11	L1+L2+L3+L4+L6
53	3	1,35	-4,89	-1,93	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
53	3	0,41	29,57	-7,37	L1+L2+L3+L4+L5
53	3	-1,32	9,82	-2,63	L1+L2+L3+L4+L8
54	1	0,15	39,51	-6,32	L1+L2+L3+L4+L6
54	1	1,38	-4,89	-2,13	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
54	1	0,45	29,57	-7,58	L1+L2+L3+L4+L5
54	1	-1,28	9,82	-2,84	L1+L2+L3+L4+L8
54	2	0,84	27,29	-10,28	L1+L2+L3+L4+L6
54	2	1,59	-8,66	-2,99	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
54	2	1,15	15,51	-11,54	L1+L2+L3+L4+L5
54	2	2,02	11,66	-8,93	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
54	2	-1,07	5,04	-3,65	L1+L2+L3+L4+L8
54	3	2,39	8,32	-11,15	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
54	3	0,88	-15,21	-6,12	L1+L2+L3+L4+L7
54	3	0,15	8,73	-12,94	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
54	3	1,84	-4,39	-15,5	L1+L2+L3+L4+L5
54	3	2,67	-3,95	-12,27	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
54	3	-0,86	-0,94	-4,46	L1+L2+L3+L4+L8
54	3	1,54	9,24	-14,24	L1+L2+L3+L4+L6
55	1	2,43	8,32	-11,35	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
55	1	0,92	-15,21	-6,33	L1+L2+L3+L4+L7
55	1	0,19	8,73	-13,15	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
55	1	1,88	-4,39	-15,71	L1+L2+L3+L4+L5
55	1	2,7	-3,95	-12,48	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							45
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

	55	1	-0,82	-0,94	-4,67	L1+L2+L3+L4+L8
	55	1	1,58	9,24	-14,45	L1+L2+L3+L4+L6
	55	2	2,58	-30,43	-19,67	L1+L2+L3+L4+L5
	55	2	3,35	-24,79	-15,83	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
	55	2	-0,61	-8,41	-5,48	L1+L2+L3+L4+L8
	55	3	3,27	-62,3	-23,63	L1+L2+L3+L4+L5
	55	3	4	-50,57	-19,18	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
	55	3	-0,41	-17,09	-6,3	L1+L2+L3+L4+L8
Ригель 2	49	1	3,85	26,56	-4,39	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	49	1	-4,94	-33,84	10,44	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	49	1	-3,4	-28,67	10,73	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
	49	1	2,58	23,88	-5,36	L1+L2+L3+L4+L9
	49	2	4,53	17,24	-7,85	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	49	2	-4,72	-18,61	9,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	49	2	-3,53	-17,42	7,79	L1+L2+L3+L4+L8
	49	3	3,02	4,99	-7,04	L1+L2+L3+L4+L9
	49	3	-0,5	-7,43	1,27	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	49	3	1,2	5,36	-3,91	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	49	3	-4,5	-4,71	8,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	49	3	5,2	2,64	-11,32	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	49	3	3,1	-2,29	-6,41	L1+L2+L3+L4+L7
	50	1	1,81	4,99	-7,28	L1+L2+L3+L4+L9
	50	1	0,18	-7,43	1,03	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L8
	50	1	0,11	5,36	-4,15	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
	50	1	-3,82	-4,71	8,44	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	50	1	4,12	2,64	-11,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	50	2	-3,6	7,47	7,56	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8

50	2	4,79	-17,61	-15,02	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
50	3	-3,39	18,31	6,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
50	3	5,46	-43,12	-18,48	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
56	1	-0,6	0,64	2,27	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
56	1	-3,84	-44,57	20,74	L1+L2+L3+L4+L7
56	1	-5,09	-30,96	15,53	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
56	2	-0,4	3,35	1,42	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
56	2	-3,14	-16,96	16,78	L1+L2+L3+L4+L7
56	2	-4,44	-10,57	12,18	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
56	3	-1,61	6,85	9,07	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
56	3	-2,26	0,79	2,29	L1+L2+L3+L4+L8
56	3	-2,73	6,95	10,52	L1+L2+L3+L4+L5
56	3	-2,45	4,83	12,82	L1+L2+L3+L4+L7
56	3	0,17	2,95	2,56	L1+L2+L3+L4+L9
56	3	-3,79	4,9	8,83	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
56	3	-0,19	4,82	0,57	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
57	1	-1,41	6,85	8,83	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L9
57	1	-2,39	0,79	2,05	L1+L2+L3+L4+L8
57	1	-2,69	6,95	10,28	L1+L2+L3+L4+L5
57	1	-2,41	4,83	12,57	L1+L2+L3+L4+L7
57	1	0,39	2,95	2,32	L1+L2+L3+L4+L9
57	1	-3,9	4,9	8,59	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
57	1	0,01	4,82	0,33	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
57	2	-1,71	20,43	8,61	L1+L2+L3+L4+L7
57	2	-2,28	2,38	-0,76	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
57	2	0,59	5,77	1,51	L1+L2+L3+L4+L9
57	2	-3,26	15,07	5,24	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							47
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

57	3	-1,01	30,19	4,65	L1+L2+L3+L4+L7
57	3	-2,07	0,63	-1,61	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
57	3	0,8	7,39	0,69	L1+L2+L3+L4+L9
57	3	-2,61	20,32	1,89	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
58	1	-0,98	30,19	4,44	L1+L2+L3+L4+L7
58	1	-2,03	0,63	-1,82	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
58	1	0,84	7,39	0,49	L1+L2+L3+L4+L9
58	1	-2,58	20,32	1,68	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
58	2	-0,28	33,82	0,48	L1+L2+L3+L4+L7
58	2	-1,83	-2,68	-2,67	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
58	2	0,83	30,58	0,65	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
58	2	-0,45	0,22	-2,93	L1+L2+L3+L4+L6
58	2	1,05	7,51	-0,33	L1+L2+L3+L4+L9
58	2	-1,93	20,32	-1,67	L1+L2+L3+L4+0.9*L5+0.9*L8
58	2	0,67	0,35	-2,43	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
58	3	0,42	31,62	-3,48	L1+L2+L3+L4+L7
58	3	-1,62	-7,24	-3,52	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
58	3	0,13	20,2	-5,77	L1+L2+L3+L4+L5
58	3	1,47	29,07	-2,7	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
58	3	0,88	-3,85	-3,27	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
59	1	0,45	31,62	-3,68	L1+L2+L3+L4+L7
59	1	-1,58	-7,24	-3,73	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
59	1	0,17	20,2	-5,98	L1+L2+L3+L4+L5
59	1	1,51	29,07	-2,91	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
59	1	0,92	-3,85	-3,48	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L9
59	2	1,15	23,28	-7,64	L1+L2+L3+L4+L7
59	2	-1,37	-13,36	-4,58	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8

	59	2	0,87	8,47	-9,94	L1+L2+L3+L4+L5
	59	2	2,16	22,32	-6,26	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	59	3	2,81	10,65	-9,6	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	59	3	-1,17	-20,73	-5,43	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	59	3	0,21	-21,17	-6,69	L1+L2+L3+L4+L6
	59	3	1,56	-9,08	-13,9	L1+L2+L3+L4+L5
	60	1	2,85	10,65	-9,81	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	60	1	-1,13	-20,73	-5,64	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	60	1	0,25	-21,17	-6,9	L1+L2+L3+L4+L6
	60	1	1,6	-9,08	-14,11	L1+L2+L3+L4+L5
	60	2	0,46	-32,2	-8,08	L1+L2+L3+L4+L6
	60	2	2,3	-32,78	-18,07	L1+L2+L3+L4+L5
	60	2	3,49	-6,26	-13,16	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	60	2	-0,92	-29,66	-6,49	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8
	60	3	2,99	-62,3	-22,03	L1+L2+L3+L4+L5
	60	3	4,14	-28,1	-16,51	L1+L2+L3+L4+0.9*L7+0.9*L9
	60	3	-0,71	-39,85	-7,34	L1+L2+L3+L4+0.9*L6+0.9*L8

Елемент 41 — Колона крайнього ряду

— навантаження для розрахунку бази колони і фундаментів

$$M_{\max} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м (шарнір)}$$

$$N_{\max} = -21,67 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 2,22 \text{ тс}$$

— навантаження для розрахунку стрижня колони

$$M_{\max1} = 21,98 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M_{\max2} = -9,62 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -21,67 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 2,22 \text{ тс}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							49
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Елемент 42 — Колона середнього ряду

— навантаження для розрахунку бази колони і фундаментів

$$M_{\max} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м (шарнір)}$$

$$N_{\max} = -47,61 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 0 \text{ тс}$$

— навантаження для розрахунку стрижня колони

$$M_{\max} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м (центрально-стиснута колона)}$$

$$N_{\max} = -47,61 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 0 \text{ тс}$$

Елементи 43, 45, 46 — Колона етажерки середнього ряду

— навантаження для розрахунку бази колони і фундаментів

$$M_{\max} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м (шарнір)}$$

$$N_{\max} = -71,09 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 1,88 \text{ тс}$$

— навантаження для розрахунку стрижня колони

$$M_{\max 1} = 13,99 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M_{\max 2} = -24,11 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -71,09 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 2,19 \text{ тс}$$

Елементи 44, 47, 48 — Колона етажерки крайнього ряду

— навантаження для розрахунку бази колони і фундаментів

$$M_{\max} = 0 \text{ тс} \cdot \text{м (шарнір)}$$

$$N_{\max} = -47,15 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 2,8 \text{ тс}$$

— навантаження для розрахунку стрижня колони

$$M_{\max 1} = 26,56 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M_{\max 2} = -33,84 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -47,15 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 3,88 \text{ тс}$$

Елементи 51...55 — Ригель 1

$$M_{\max 1} = 45,85 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M_{\max 2} = -62,3 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -4,15 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 23,63 \text{ тс}$$

Елементи 49, 50, 56...60 — Ригель 2

$$M_{\max 1} = 33,82 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$M_{\max 2} = -62,3 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -5,09 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 22,03 \text{ тс}$$

Елементи 229, 232 — Розпорки

$$M_{\max} = 0,18 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = -3,48 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 0,12 \text{ тс}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							50
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Елементи 153, 155, 166, 169 — Балки перекриттів

$$M_{\max} = 11,69 \text{ тс} \cdot \text{м}$$

$$N_{\max} = 0 \text{ тс}$$

$$Q_{\max} = 8,13 \text{ тс}$$

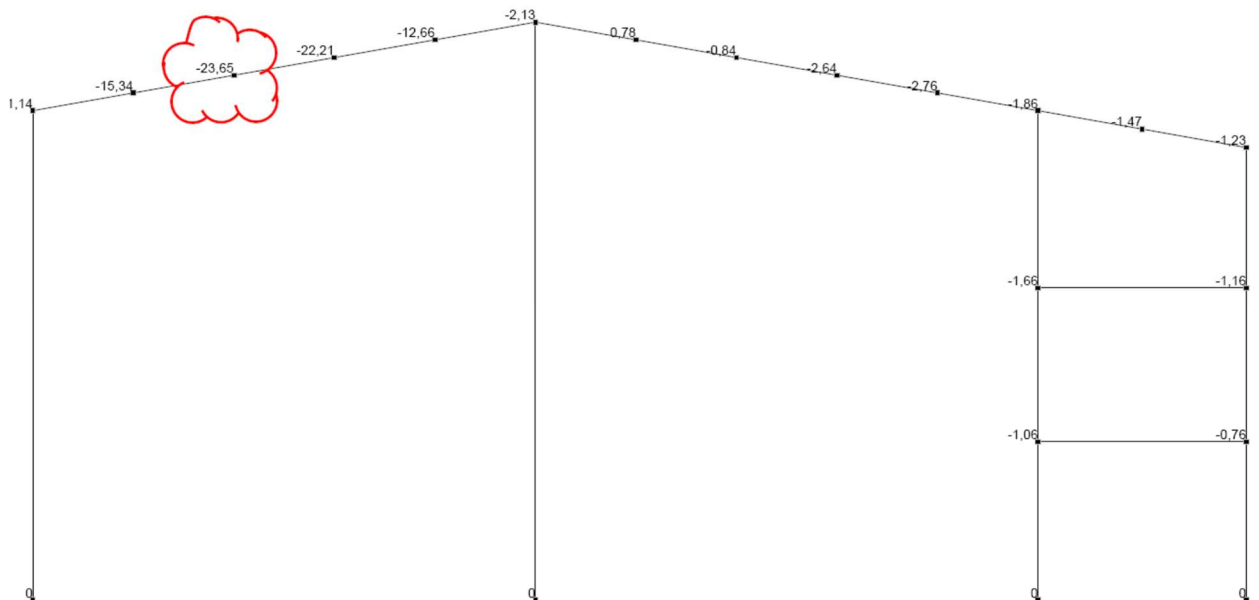
5. Визначення максимального вертикального прогину ригеля рами.

Максимальний вертикальний прогин ригеля рами від експлуатаційного навантаження відбувається при:

$$\begin{aligned} Z_{\max} &= L1 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L1} + L2 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L2} + L3 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L3} + L4 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L4} + L6 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L6} \\ &= 0,95 * L1 + 0,88 * L2 + 0,83 * L3 + 0,87 * L4 + 0,47 * L6 = 0,95 * (-1,81) + 0,88 * (-0,06) + 0,83 * (-8,91) + 0,87 * 0,2 + 0,47 * (-31,17) = -23,6 \text{ мм} \end{aligned}$$

Згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення» за естетико-психологічною вимогою максимальний вертикальний прогин $Z_{\max} = 23,6 \text{ мм} < \frac{l}{250} = \frac{15000}{250} = 60 \text{ мм}$ —

УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ.



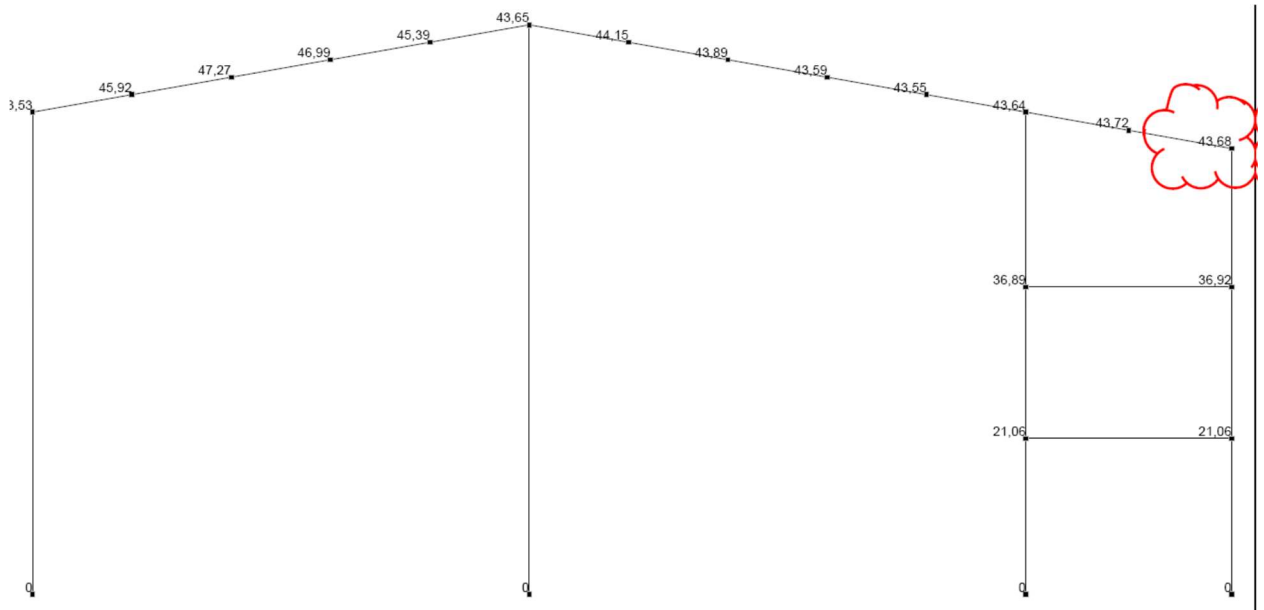
6. Визначення максимального горизонтального зсуву рами.

Максимальний горизонтальний зсув рами від експлуатаційного навантаження відбувається при:

$$\begin{aligned} X_{\max} &= L1 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L1} + L2 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L2} + L3 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L3} + L4 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L4} + \\ &+ 0,9 * L6 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L6} + 0,9 * L8 * (\gamma_{fe} / \gamma_{fm})_{L8} \\ &= 0,95 * L1 + 0,88 * L2 + 0,83 * L3 + 0,87 * L4 + 0,9 * 0,47 * L6 + 0,9 * 0,2 * L8 = \\ &= 0,95 * 1,0 + 0,88 * 0,1 + 0,83 * 5,7 + 0,87 * (-0,6) + 0,42 * 28,6 + 0,18 * 146,6 = 43,6 \text{ мм} \end{aligned}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							51
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Згідно ДСТУ Б В.1.2-3:2006 «Прогини і переміщення» виходячи з конструктивних вимог (цілісність стінового огородження) максимальний горизонтальний зсув рами з навісним стіновим огородженням: $X_{\max} = 43,6 \text{ мм} < \frac{h_s}{150} = \frac{13000}{150} = 86 \text{ мм}$ — умова виконується.



7. Конструктивний розрахунок елементів каркасу будівлі.

Конструктивний розрахунок елементів каркасу виконуватиметься в програмному комплексі Mathcad 14.

**Розрахунок стиснуто-зігнутого елемента №41 (колона крайнього ряду)
із зварного двотавра з синусоїдальною поперечно-гофрованою
стілкою**

$N := 21.67 \text{ тс}$ — стискаюче зусилля

$M_{x1} := 21.98 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, що стискає 1-й пояс

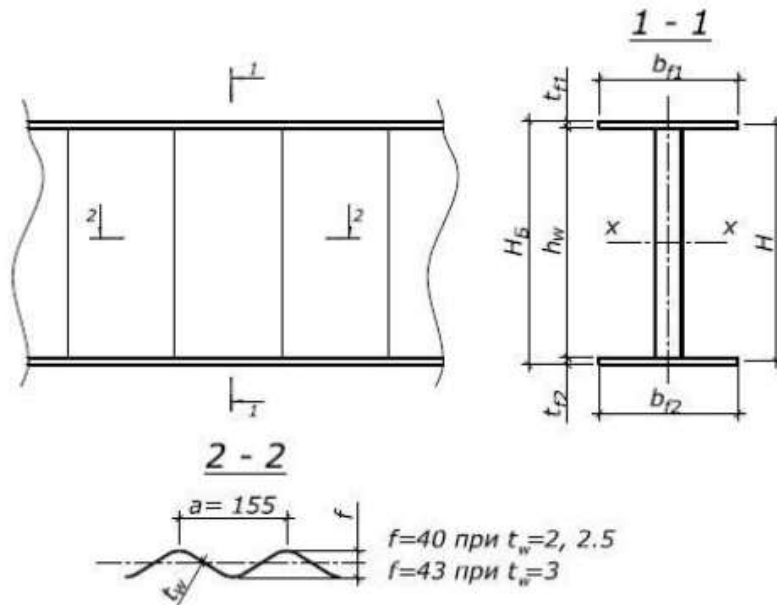
$M_{x2} := 9.62 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, що стискає 2-й пояс

Максимальний згинальний момент в площині найбільшої жорсткості

$M_x := \max(M_{x1}, M_{x2}); M_x = 21.98 \text{ тс} \cdot \text{м}$

$Q := 2.22 \text{ тс}$ — поперечна сила

$R_{\text{loc}} := 0 \text{ тс}$ — локальна поперечна сила, що передається через гофру (в конструкції локальні поперечні сили передаються через поздовжні й поперечні ребра, тобто в розрахунку гофрованої стінки до уваги не беремо)



$L := 14.1 \text{ м}$ — геометрична довжина елемента

Коефіцієнти розрахункової довжини Розрахункові довжини елемента

$\mu_x := 1.5$ $L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; L_{x\text{ef}} = 21.15 \text{ м}$ — розрахункова довжина в площині стінки

$\mu_{y1} := 0.21$ $L_{y\text{ef}1} := L \cdot \mu_{y1}; L_{y\text{ef}1} = 2.961 \text{ м}$ — розрахункова довжина 1-го поясу
(Розрахункова довжина 1-го поясу зменшена розпоркою)

$\mu_{y2} := 0.7$ $L_{y\text{ef}2} := L \cdot \mu_{y2}; L_{y\text{ef}2} = 9.87 \text{ м}$ — розрахункова довжина 2-го поясу

$\lambda_{\text{поперед}} := 120$ — гранична гнучкість елемента

Прийнятий переріз:

$t_w := 2.5 \text{ мм}$ товщина стінки

$h_w := 500 \text{ мм}$ висота стінки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Ширина поясів

$$b_{f1} := 300 \cdot \text{мм} \quad (b_{f2} := b_{f1})$$

Товщина поясів

$$t_{f1} := 12 \cdot \text{мм} \quad (t_{f2} := t_{f1})$$



Профіль = "WTB500-300x12"

Характеристика сталі профілю

$$E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа} \quad \text{— модуль пружності}$$

Пояс - сталь С245

$$R_y := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі поясу}$$

Стінка - сталь С235

$$R_{y,w} := 215 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі стінки}$$

$$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}; \quad R_s = 124.7 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір стінки (зсув)}$$

$$\gamma_c := 0.9 \quad \text{— коефіцієнт умов роботи елемента}$$



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}; \quad A_{f1} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 1 поясу}$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}; \quad A_{f2} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 2 поясу}$$

$$A_f := A_{f1} + A_{f2}; \quad A_f = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (брутто)}$$

Перерізи поясів послаблені двоярядним розміщенням болтів, діаметри отворів болтів $d=27\text{мм}$

$$A_{\text{послабл1}} := 2 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f1}; \quad A_{\text{послабл1}} = 6.48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 1 поясу}$$

$$A_{\text{послабл2}} := 2 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f2}; \quad A_{\text{послабл2}} = 6.48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 2 поясу}$$

$$A_{f1,n} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}; \quad A_{f1,n} = 29.52 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 1 поясу}$$

$$A_{f2,n} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}; \quad A_{f2,n} = 29.52 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 2 поясу}$$

$$A_{fn} := A_{f1,n} + A_{f2,n}; \quad A_{fn} = 59.04 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (нетто)}$$

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2}; \quad h = 512 \cdot \text{мм} \quad \text{— відстань між центрами тяжіння поясів двотавру}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f2,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_1 = 256 \cdot \text{мм}; \quad y_2 := \frac{A_{f1,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_2 = 256 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f1,n} \cdot y_1^2 + A_{f2,n} \cdot y_2^2; \quad I_{xn} = 38692 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції профілю в площині найбільшої жорсткості (нетто)}$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}}; \quad i_x = 23.2 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції профілю в площині найбільшої жорсткості}$$

$$i_{f1,y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f1}; \quad i_{f1,y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

$$i_{f2.y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f2}; \quad i_{f2.y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



1. Перевірка по граничній гнучкості елемента

Гнучкість елемента

$$\lambda_x := \frac{L_{\text{xef}}}{i_x}; \quad \lambda_x = 91$$

$$\lambda_{f1.y} := \frac{L_{\text{yef1}}}{i_{f1.y}}; \quad \lambda_{f1.y} = 34 \quad \text{— гнучкість 1-го поясу}$$

$$\lambda_{f2.y} := \frac{L_{\text{yef2}}}{i_{f2.y}}; \quad \lambda_{f2.y} = 114 \quad \text{— гнучкість 2-го поясу}$$

Максимальна гнучкість елемента

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_x, \lambda_{f1.y}, \lambda_{f2.y}); \quad \lambda_{\text{max}} = 114 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$



2. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруги в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\text{max}} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\text{max}} = 256 \cdot \text{мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зіннутих елементів двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\left(\frac{|N|}{A_{fn}} + \frac{|M_x|}{I_{xn}} \cdot y_{\text{max}} \right) \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.827 < 1 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$

де $A_{fn} = 59.04 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу двох поясів (нетто)

$I_{xn} = 38692 \cdot \text{см}^4$ — момент інерції профілю відносно осі x-x (нетто)

3. Розрахунок на стійкість в площині дії моменту (пласка форма втрати стійкості)

$$\text{При } N = 21.67 \cdot \text{тс і } M_x = 21.98 \cdot \text{тс} \cdot \text{м, ексцентриситет } e := \frac{M_x}{N}; \quad e = 1.014 \cdot \text{м}$$

Відстань від головної осі перерізу, перпендикулярної до площини згину, до осі найбільш стиснутої гілки, але не

$$\text{менше відстані до осі стінки гілки } a := \max\left(y_1, \frac{h_w + t_{f1}}{2}\right); \quad a = 256 \cdot \text{мм}$$

$$\text{Відносний ексцентриситет: } m := e \cdot \frac{A_f \cdot a}{I_{xn}}; \quad m = 4.832$$

Умовна гнучкість: $\lambda_{\text{ум}} := \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}; \quad \lambda_{\text{ум}} = 3.114$, де $\lambda_{\text{max}} = 114$ — максимальна гнучкість елемента



За ДБН В.2.6-198:2014, для $\lambda_{\text{ум}} = 3.114$ і $m = 4.832$, коефіцієнт $\varphi_e := 0.14$,

(його значення слід приймати не вище $\varphi(\lambda_{\text{max}}) = 0.455$)

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Розрахунок на стійкість в площині дії моменту, при згині в площині найбільшої жорсткості ($I_x > I_y$), позacentрово-стиснутих і стиснуто-згннутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо за формулою:

$$\frac{|N|}{\varphi_e \cdot A_f} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.976 < 1 \text{ — умова виконується,}$$

де $A_f = 72 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу бруто двох поясів.

4. Розрахунок на стійкість з площини дії моменту (згинально-крутильна форма втрати стійкості)

Розрахунок на стійкість з площини дії моменту позacentрово-стиснутих і стиснуто-згннутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками, при згині в площині найбільшої жорсткості ($I_x > I_y$) що збігається з площиною симетрії, варто виконувати для кожного поясу окремо як для центрально-стиснутого стрижня на поздовжню силу, визначену з урахуванням додаткового зусилля від моменту.

Поздовжня стискаюча сила в поясах:

$$N_{f1} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x1}}{h}; \quad N_{f1} = 53.8 \cdot \text{тс} \text{ — поздовжня стискаюча сила в 1-му поясі}$$

$$N_{f2} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x2}}{h}; \quad N_{f2} = 29.6 \cdot \text{тс} \text{ — поздовжня стискаюча сила в 2-му поясі}$$

де $h = 512 \cdot \text{мм}$ — відстань між осями поясів

$$\frac{N_{f1}}{\varphi(\lambda_{f1,y}) \cdot A_{f1}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.74 < 1 \text{ — умова стійкості 1-го поясу виконується}$$

$$\frac{N_{f2}}{\varphi(\lambda_{f2,y}) \cdot A_{f2}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.821 < 1 \text{ — умова стійкості 2-го поясу виконується}$$

5. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

Гофровану стінку розраховуємо на поперечну силу, що дорівнює більшому з двох значень:

— фактичну поперечну силу $Q = 2.22 \cdot \text{тс}$

— умовну поперечну силу Q_{fic} що приймається постійною по всій довжині стрижня.

$$Q_{fic} := 7.15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{\max(N_{f1}, N_{f2})}{\varphi(\lambda_x)}; \quad Q_{fic} = 0.935 \cdot \text{тс}$$

де $\varphi(\lambda_x) = 0.605$ — коефіцієнт поздовжнього згину

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{\max(Q, Q_{fic})}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 19.4 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 112 \cdot \text{МПа} \text{ — умова виконується,}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист

56

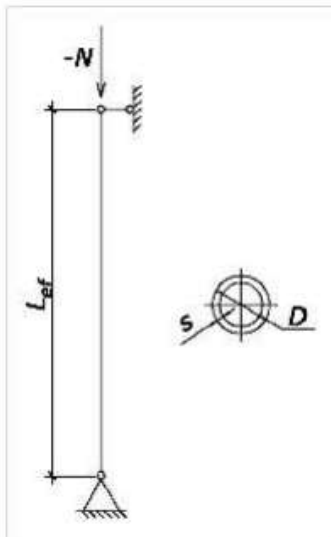
Розрахунок центрально-стиснутого елемента 42 (колона середнього ряду) з круглої труби

Центральна стискаюча сила $N := 47.61 \cdot Tc$

Геометрична довжина елемента $L := 16.65 \cdot m$

Коефіцієнт розрахункової довжини $\mu_x := 1$ $\mu_y := 1$

Гранична гнучкість елемента $\lambda_{\text{поперед}} := 120$



Прийнятий переріз:
Труба електрозварна ДСТУ 8943:2019
 $D := 426 \cdot mm$ — зовнішній діаметр труби
 $s := 6 \cdot mm$ — товщина стінки труби

Приймаємо сталь ВСтЗпс, ВСтЗсп:
 $E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot MPa$ — модуль пружності
 $R_y := 235 \cdot MPa$ — розрахунковий опір сталі
 $\gamma_c := 0.9$ — коефіцієнт умов роботи елемента

Визначення геометричних характеристик перерізу

$$A := \frac{\pi \cdot D^2}{4} - \frac{\pi \cdot (D - 2s)^2}{4}; \quad A = 79.2 \cdot cm^2 \quad \text{— площа перерізу бруто}$$

$$A_{\text{послабл}} := 0 \cdot cm^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу}$$

$$A_n := A - A_{\text{послабл}}; \quad A_n = 79.2 \cdot cm^2 \quad \text{— площа перерізу нетто}$$

$$i := \frac{1}{4} \cdot \sqrt{D^2 + (D - 2s)^2}; \quad i = 14.851 \cdot cm \quad \text{— радіус інерції перерізу}$$

1. Перевірка по граничній гнучкості

$$L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; \quad L_{x\text{ef}} = 16.65 \cdot m \quad \text{Розрахункові довжини елемента}$$

$$L_{y\text{ef}} := L \cdot \mu_y; \quad L_{y\text{ef}} = 16.65 \cdot m$$

$$\lambda_x := \frac{L_{x\text{ef}}}{i}; \quad \lambda_x = 112 \quad \text{Гнучкості елемента}$$

$$\lambda_y := \frac{L_{y\text{ef}}}{i}; \quad \lambda_y = 112$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата
------	--------	------	--------	--------	------

$$\lambda_{\max} := \max(\lambda_x, \lambda_y) \quad \lambda_{\max} = 112 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— умова виконується}$$

2. Розрахунок на міцність

Умова міцності:

$$\frac{N}{A_n} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.279 < 1 \quad \text{— умова міцності виконується}$$



3. Розрахунок на стійкість

При $\lambda_{\max} = 112$ коефіцієнт поздовжнього згину $\varphi(\lambda_{\max}) = 0.474$

Умова стійкості:

$$\frac{N}{A \cdot \varphi(\lambda_{\max})} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.589 < 1 \quad \text{— умова стійкості виконується}$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							58
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Розрахунок стиснуто-зигнутого елемента №43,45,46 (колона етажерки середнього ряду) із зварного двотавра з синусоїдальною поперечно-гофрованою стінкою

$N := 71.09 \text{ тс}$ — стискаюче зусилля

$M_{x1} := 13.99 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 1-й пояс

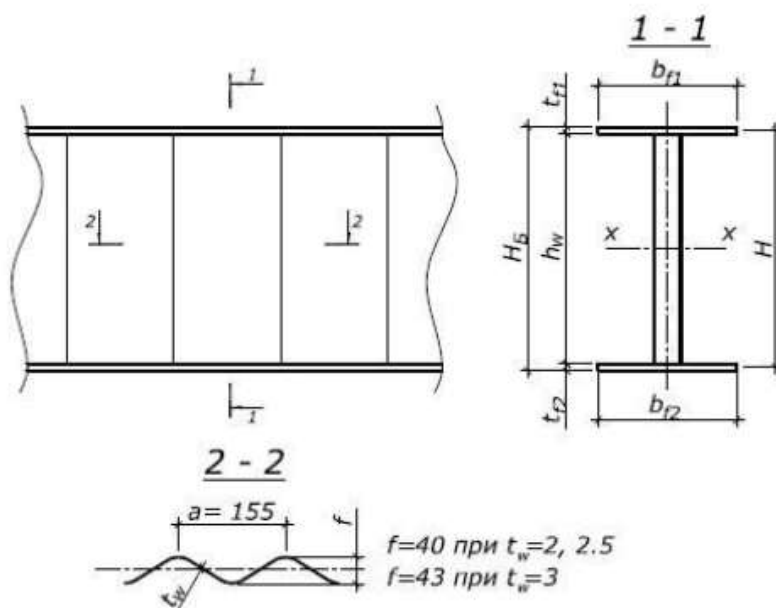
$M_{x2} := 24.11 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 2-й пояс

Максимальний згинальний момент в площині найбільшої жорсткості

$M_x := \max(M_{x1}, M_{x2}); M_x = 24.11 \text{ тс} \cdot \text{м}$

$Q := 2.19 \text{ тс}$ — поперечна сила

$P_{\text{loc}} := 0 \text{ тс}$ — локальна поперечна сила, що передається через гофру (в конструкції локальні поперечні сили передаються через поздовжні й поперечні ребра, тобто в розрахунку гофрованої стінки до уваги не беремо)



$L := 14.1 \text{ м}$ — геометрична довжина елемента

Коефіцієнти розрахункової довжини Розрахункові довжини елемента

$\mu_x := 0.36$ $L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; L_{x\text{ef}} = 5.1 \text{ м}$ — розрахункова довжина в площині стінки

$\mu_{y1} := 0.2$ $L_{y\text{ef}1} := L \cdot \mu_{y1}; L_{y\text{ef}1} = 2.8 \text{ м}$ — розрахункова довжина 1-го поясу
(Розрахункова довжина 1-го поясу зменшена розпоркою)

$\mu_{y2} := 0.2$ $L_{y\text{ef}2} := L \cdot \mu_{y2}; L_{y\text{ef}2} = 2.8 \text{ м}$ — розрахункова довжина 2-го поясу

$\lambda_{\text{поперед}} := 120$ — гранична гнучкість елемента

Прийнятий переріз:

$t_w := 2.5 \text{ мм}$ — товщина стінки

$h_w := 500 \text{ мм}$ — висота стінки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Ширина поясів

$$b_{f1} := 300 \cdot \text{мм} \quad (b_{f2} := b_{f1})$$

Товщина поясів

$$t_{f1} := 12 \cdot \text{мм} \quad (t_{f2} := t_{f1})$$



Профіль = "WTB500-300x12"

Характеристика сталі профілю

$$E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа} \quad \text{— модуль пружності}$$

Пояс - сталь С245

$$R_y := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі поясу}$$

Стінка - сталь С235

$$R_{y,w} := 215 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі стінки}$$

$$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}; \quad R_s = 124.7 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір стінки (зсув)}$$

$$\gamma_c := 1 \quad \text{— коефіцієнт умов роботи елемента}$$



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}; \quad A_{f1} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 1 поясу}$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}; \quad A_{f2} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 2 поясу}$$

$$A_f := A_{f1} + A_{f2}; \quad A_f = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (брутто)}$$

Перерізи поясів послаблені двоярядним розміщенням болтів, діаметри отворів болтів $d=27\text{мм}$

$$A_{\text{послабл1}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f1}; \quad A_{\text{послабл1}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 1 поясу}$$

$$A_{\text{послабл2}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f2}; \quad A_{\text{послабл2}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 2 поясу}$$

$$A_{f1,n} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}; \quad A_{f1,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 1 поясу}$$

$$A_{f2,n} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}; \quad A_{f2,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 2 поясу}$$

$$A_{fn} := A_{f1,n} + A_{f2,n}; \quad A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (нетто)}$$

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2}; \quad h = 512 \cdot \text{мм} \quad \text{— відстань між центрами тяжіння поясів двотавру}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f2,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_1 = 256 \cdot \text{мм}; \quad y_2 := \frac{A_{f1,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_2 = 256 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f1,n} \cdot y_1^2 + A_{f2,n} \cdot y_2^2; \quad I_{xn} = 47186 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції профілю в площині найбільшої жорсткості (нетто)}$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}}; \quad i_x = 25.6 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції профілю в площині найбільшої жорсткості}$$

$$i_{f1,y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f1}; \quad i_{f1,y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

$$i_{f2.y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f2}; \quad i_{f2.y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



1. Перевірка по граничній гнучкості елемента

Гнучкість елемента

$$\lambda_x := \frac{L_{\text{xef}}}{i_x}; \quad \lambda_x = 20$$

$$\lambda_{f1.y} := \frac{L_{\text{yef1}}}{i_{f1.y}}; \quad \lambda_{f1.y} = 33 \quad \text{— гнучкість 1-го поясу}$$

$$\lambda_{f2.y} := \frac{L_{\text{yef2}}}{i_{f2.y}}; \quad \lambda_{f2.y} = 33 \quad \text{— гнучкість 2-го поясу}$$

Максимальна гнучкість елемента

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_x, \lambda_{f1.y}, \lambda_{f2.y}); \quad \lambda_{\text{max}} = 33 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$



2. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруги в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\text{max}} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\text{max}} = 256 \cdot \text{мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\left(\frac{|N|}{A_{fn}} + \frac{|M_x|}{I_{xn}} \right) \cdot y_{\text{max}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.938 < 1 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$

де $A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу двох поясів (нетто)

$I_{xn} = 47186 \cdot \text{см}^4$ — момент інерції профілю відносно осі x-x (нетто)

3. Розрахунок на стійкість в площині дії моменту (пласка форма втрати стійкості)

При $N = 71.09 \cdot \text{тс}$ і $M_x = 24.11 \cdot \text{тс} \cdot \text{м}$, ексцентриситет $e := \frac{M_x}{N}$; $e = 0.339 \cdot \text{м}$

Відстань від головної осі перерізу, перпендикулярної до площини згину, до осі найбільш стиснутої гілки, але не

менше відстані до осі стінки гілки $a := \max\left(y_1, \frac{h_w + t_{f1}}{2}\right)$; $a = 256 \cdot \text{мм}$

Відносний ексцентриситет: $m := e \cdot \frac{A_f a}{I_{xn}}$; $m = 1.325$

Умовна гнучкість: $\lambda_{\text{ум}} := \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$; $\lambda_{\text{ум}} = 0.677$, де $\lambda_{\text{max}} = 33$ — максимальна гнучкість елемента



За ДБН В.2.6-198:2014, для $\lambda_{\text{ум}} = 0.677$ і $m = 1.325$, коефіцієнт $\varphi_e := 0.426$,

(його значення слід приймати не вище $\varphi(\lambda_{\text{max}}) = 0.923$)

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Розрахунок на стійкість в площині дії моменту, при згині в площині найбільшої жорсткості ($l_x > l_y$), позакентрово-стиснутих і стиснуто-згннутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо за формулою:

$$\frac{|N|}{\varphi_e \cdot A_f} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.947 < 1 \quad \text{— умова виконується,}$$

де $A_f = 72 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу бруто двох поясів.

4. Розрахунок на стійкість з площини дії моменту (згинально-крутильна форма втрати стійкості)

Розрахунок на стійкість з площини дії моменту позакентрово-стиснутих і стиснуто-згннутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками, при згині в площині найбільшої жорсткості ($l_x > l_y$) що збігається з площиною симетрії, варто виконувати для кожного поясу окремо як для центрально-стиснутого стрижня на поздовжню силу, визначену з урахуванням додаткового зусилля від моменту.

Поздовжня стискаюча сила в поясах:

$$N_{f1} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x1}}{h}; \quad N_{f1} = 62.9 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 1-му поясі}$$

$$N_{f2} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x2}}{h}; \quad N_{f2} = 82.6 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 2-му поясі}$$

де $h = 512 \cdot \text{мм}$ — відстань між осями поясів

$$\frac{N_{f1}}{\varphi(\lambda_{f1,y}) \cdot A_{f1}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.773 < 1 \quad \text{— умова стійкості 1-го поясу виконується}$$

$$\frac{N_{f2}}{\varphi(\lambda_{f2,y}) \cdot A_{f2}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 1 < 1 \quad \text{— умова стійкості 2-го поясу виконується}$$

5. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

Гофровану стінку розраховуємо на поперечну силу, що дорівнює більшому з двох значень:

— фактичну поперечну силу $Q = 2.19 \cdot \text{тс}$

— умовну поперечну силу Q_{fic} що приймається постійною по всій довжині стрижня.

$$Q_{fic} := 7.15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{\max(N_{f1}, N_{f2})}{\varphi(\lambda_x)}; \quad Q_{fic} = 0.903 \cdot \text{тс}$$

де $\varphi(\lambda_x) = 0.963$ — коефіцієнт поздовжнього згину

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{\max(Q, Q_{fic})}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 19.1 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 125 \cdot \text{МПа} \quad \text{— умова виконується,}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»



Розрахунок стиснуто-згнутого елемента №44,47,48 (колона етажерки крайнього ряду) із зварного двотавра з синусоїдальною поперечно-гофрованою стінкою

$N := 47.15 \text{ тс}$ — стискаюче зусилля

$M_{x1} := 26.56 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, що стискає 1-й пояс

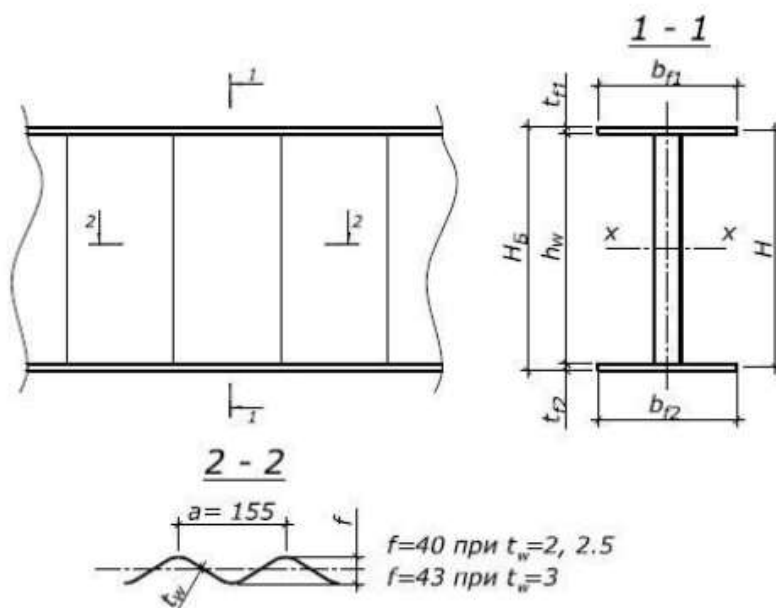
$M_{x2} := 33.84 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, що стискає 2-й пояс

Максимальний згинальний момент в площині найбільшої жорсткості

$M_x := \max(M_{x1}, M_{x2}); M_x = 33.84 \text{ тс} \cdot \text{м}$

$Q := 3.88 \text{ тс}$ — поперечна сила

$P_{\text{loc}} := 0 \text{ тс}$ — локальна поперечна сила, що передається через гофру (в конструкції локальні поперечні сили передаються через поздовжні й поперечні ребра, тобто в розрахунку гофрованої стінки до уваги не беремо)



$L := 13.04 \text{ м}$ — геометрична довжина елемента

Коефіцієнти розрахункової довжини Розрахункові довжини елемента

$\mu_x := 0.34$ $L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; L_{x\text{ef}} = 4.434 \text{ м}$ — розрахункова довжина в площині стінки

$\mu_{y1} := 0.34$ $L_{y\text{ef}1} := L \cdot \mu_{y1}; L_{y\text{ef}1} = 4.434 \text{ м}$ — розрахункова довжина 1-го поясу
(Розрахункова довжина 1-го поясу зменшена розпоркою)

$\mu_{y2} := 0.34$ $L_{y\text{ef}2} := L \cdot \mu_{y2}; L_{y\text{ef}2} = 4.434 \text{ м}$ — розрахункова довжина 2-го поясу

$\lambda_{\text{поперед}} := 120$ — гранична гнучкість елемента

Прийнятий переріз:

$t_w := 2.5 \text{ мм}$ — товщина стінки

$h_w := 500 \text{ мм}$ — висота стінки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Ширина поясів

$$b_{f1} := 300 \cdot \text{мм} \quad (b_{f2} := b_{f1})$$

Товщина поясів

$$t_{f1} := 16 \cdot \text{мм} \quad (t_{f2} := t_{f1})$$



Профіль = "WTB500-300x16"

Характеристика сталі профілю

$$E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа} \quad \text{— модуль пружності}$$

Пояс - сталь С245

$$R_y := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі поясу}$$

Стінка - сталь С235

$$R_{y,w} := 215 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі стінки}$$

$$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}; \quad R_s = 124.7 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір стінки (зсув)}$$

$$\gamma_c := 0.9 \quad \text{— коефіцієнт умов роботи елемента}$$



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}; \quad A_{f1} = 48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 1 поясу}$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}; \quad A_{f2} = 48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 2 поясу}$$

$$A_f := A_{f1} + A_{f2}; \quad A_f = 96 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— общая площадь сечения поясів (брутто)}$$

Перерізи поясів послаблені дворядним розміщенням болтів, діаметри отворів болтів $d=27\text{мм}$

$$A_{\text{послабл1}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f1}; \quad A_{\text{послабл1}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 1 поясу}$$

$$A_{\text{послабл2}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f2}; \quad A_{\text{послабл2}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 2 поясу}$$

$$A_{f1,n} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}; \quad A_{f1,n} = 48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 1 поясу}$$

$$A_{f2,n} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}; \quad A_{f2,n} = 48 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 2 поясу}$$

$$A_{fn} := A_{f1,n} + A_{f2,n}; \quad A_{fn} = 96 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (нетто)}$$

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2}; \quad h = 516 \cdot \text{мм} \quad \text{— відстань між центрами тяжіння поясів двотавру}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f2,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_1 = 258 \cdot \text{мм}; \quad y_2 := \frac{A_{f1,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_2 = 258 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f1,n} \cdot y_1^2 + A_{f2,n} \cdot y_2^2; \quad I_{xn} = 63901 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції профілю в площині найбільшої жорсткості (нетто)}$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}}; \quad i_x = 25.8 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції профілю в площині найбільшої жорсткості}$$

$$i_{f1,y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f1}; \quad i_{f1,y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист
64

$$i_{f2.y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f2}; \quad i_{f2.y} = 8.7 \text{ см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



1. Перевірка по граничній гнучкості елементу

Гнучкість елементу

$$\lambda_x := \frac{L_{xef}}{I_x}; \quad \lambda_x = 17$$

$$\lambda_{f1.y} := \frac{L_{yef1}}{i_{f1.y}}; \quad \lambda_{f1.y} = 51 \quad \text{— гнучкість 1-го поясу}$$

$$\lambda_{f2.y} := \frac{L_{yef2}}{i_{f2.y}}; \quad \lambda_{f2.y} = 51 \quad \text{— гнучкість 2-го поясу}$$

Максимальна гнучкість елементу

$$\lambda_{\max} := \max(\lambda_x, \lambda_{f1.y}, \lambda_{f2.y}); \quad \lambda_{\max} = 51 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$



2. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруги в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\max} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\max} = 258 \text{ мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів двота врового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\left(\frac{|N|}{A_{fn}} + \frac{|M_x|}{I_{xn}} \cdot y_{\max} \right) \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.843 < 1 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$

де $A_{fn} = 96 \text{ см}^2$ — площа перерізу двох поясів (нетто)

$I_{xn} = 63901 \text{ см}^4$ — момент інерції профілю відносно осі x-x (нетто)

3. Розрахунок на стійкість в площині дії моменту (пласка форма втрати стійкості)

При $N = 47.15 \text{ тс}$ і $M_x = 33.84 \text{ тс} \cdot \text{м}$, ексцентриситет $e := \frac{M_x}{N}$; $e = 0.718 \text{ м}$

Відстань від головної осі перерізу, перпендикулярної до площини згину, до осі найбільш стиснутої гілки, але не

менше відстані до осі стінки гілки $a := \max\left(y_1, \frac{h_w + t_{f1}}{2}\right)$; $a = 258 \text{ мм}$

Відносний ексцентриситет: $m := e \cdot \frac{A_f a}{I_{xn}}$; $m = 2.782$

Умовна гнучкість: $\lambda_{ysl} := \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$; $\lambda_{ysl} = 0.587$, де $\lambda_{\max} = 51$ — максимальна гнучкість елементу



За ДБН В.2.6-198:2014, для $\lambda_{ysl} = 0.587$ і $m = 2.782$, коефіцієнт $\varphi_e := 0.263$,

(його значення слід приймати не вище $\varphi(\lambda_{\max}) = 0.848$)

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Розрахунок на стійкість в площині дії моменту, при згині в площині найбільшої жорсткості ($l_x > l_y$), позакентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо за формулою:

$$\frac{|N|}{\varphi_e \cdot A_f} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.848 < 1 \quad \text{— умова виконується,}$$

де $A_f = 96 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу бруто двох поясів.

4. Розрахунок на стійкість з площини дії моменту (згинально-крутильна форма втрати стійкості)

Розрахунок на стійкість з площини дії моменту позакентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками, при згині в площині найбільшої жорсткості ($l_x > l_y$) що збігається з площиною симетрії, варто виконувати для кожного поясу окремо як для центрально-стиснутого стрижня на поздовжню силу, визначену з урахуванням додаткового зусилля від моменту.

Поздовжня стискаюча сила в поясах:

$$N_{f1} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x1}}{h}; \quad N_{f1} = 75 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 1-му поясі}$$

$$N_{f2} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x2}}{h}; \quad N_{f2} = 89.2 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 2-му поясі}$$

де $h = 516 \cdot \text{мм}$ — відстань між осями поясів

$$\frac{N_{f1}}{\varphi(\lambda_{f1,y}) \cdot A_{f1}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.838 < 1 \quad \text{— умова стійкості 1-го поясу виконується}$$

$$\frac{N_{f2}}{\varphi(\lambda_{f2,y}) \cdot A_{f2}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.995 < 1 \quad \text{— умова стійкості 2-го поясу виконується}$$

5. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

Гофровану стінку розраховуємо на поперечну силу, що дорівнює більшому з двох значень:

— фактичну поперечну силу $Q = 3.88 \cdot \text{тс}$

— умовну поперечну силу Q_{fic} що приймається постійною по всій довжині стрижня.

$$Q_{fic} := 7.15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{\max(N_{f1}, N_{f2})}{\varphi(\lambda_x)}; \quad Q_{fic} = 0.967 \cdot \text{тс}$$

де $\varphi(\lambda_x) = 0.97$ — коефіцієнт поздовжнього згину

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{\max(Q, Q_{fic})}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 33.8 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 112 \cdot \text{МПа} \quad \text{— умова виконується,}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»



Розрахунок стиснуто-згнутого елемента №49,50,56-60 (ригель 2) із зварного двотавра з синусоїдальною поперечно-гофрованою стілкою

$N := 5.09 \text{ тс}$ — стискаюче зусилля

$M_{x1} := 62.3 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 1-й пояс

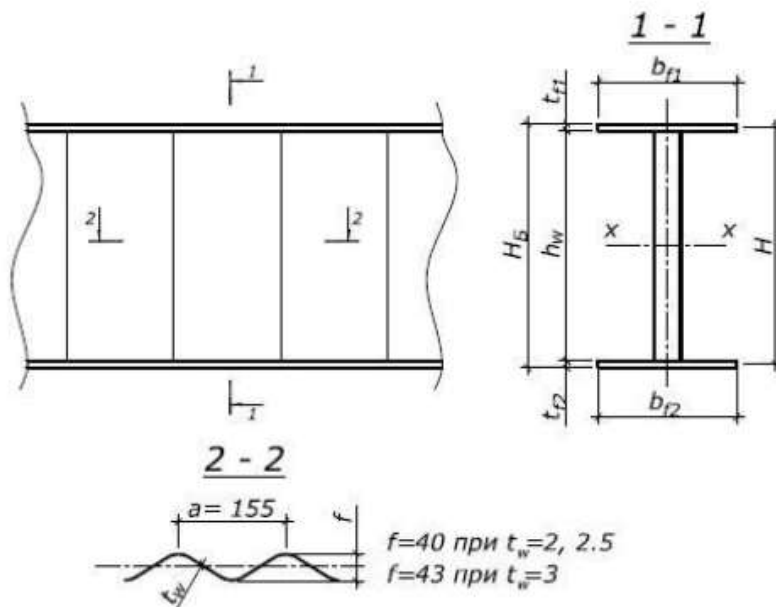
$M_{x2} := 33.82 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 2-й пояс

Максимальний згинальний момент в площині найбільшої жорсткості

$M_x := \max(M_{x1}, M_{x2}); M_x = 62.3 \text{ тс} \cdot \text{м}$

$Q := 22.03 \text{ тс}$ — поперечна сила

$P_{\text{loc}} := 0 \text{ тс}$ — локальна поперечна сила, що передається через гофру (в конструкції локальні поперечні сили передаються через поздовжні й поперечні ребра, тобто в розрахунку гофрованої стінки до уваги не беремо)



$L := 21.32 \text{ м}$ — геометрична довжина елемента

Коефіцієнти
розрахункової довжини Розрахункові довжини елемента

$\mu_x := 0.73$ $L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; L_{x\text{ef}} = 15.564 \text{ м}$ — розрахункова довжина в площині стінки

$\mu_{y1} := 0.09$ $L_{y\text{ef}1} := L \cdot \mu_{y1}; L_{y\text{ef}1} = 1.919 \text{ м}$ — розрахункова довжина 1-го поясу
(Розрахункова довжина 1-го поясу зменшена розпоркою)

$\mu_{y2} := 0.28$ $L_{y\text{ef}2} := L \cdot \mu_{y2}; L_{y\text{ef}2} = 5.97 \text{ м}$ — розрахункова довжина 2-го поясу

$\lambda_{\text{поперед}} := 120$ — гранична гнучкість елемента

Прийнятий переріз:

$t_w := 2.5 \text{ мм}$ — товщина стінки

$h_w := 750 \text{ мм}$ — висота стінки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист

67

Ширина поясів

$$b_{f1} := 300 \cdot \text{мм} \quad (b_{f2} := b_{f1})$$

Товщина поясів

$$t_{f1} := 12 \cdot \text{мм} \quad (t_{f2} := t_{f1})$$



Профіль = "WTB750-300x12"

Характеристика сталі профілю

$$E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа} \quad \text{— модуль пружності}$$

Пояс - сталь С245

$$R_y := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі поясу}$$

Стінка - сталь С235

$$R_{y,w} := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі стінки}$$

$$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}; \quad R_s = 139.2 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір стінки (зсув)}$$

$$\gamma_c := 1 \quad \text{— коефіцієнт умов роботи елемента}$$



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}; \quad A_{f1} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 1 поясу}$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}; \quad A_{f2} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 2 поясу}$$

$$A_f := A_{f1} + A_{f2}; \quad A_f = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— общая площадь сечения поясів (брутто)}$$

Перерізи поясів послаблені дворядним розміщенням болтів, діаметри отворів болтів $d=27\text{мм}$

$$A_{\text{послабл1}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f1}; \quad A_{\text{послабл1}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 1 поясу}$$

$$A_{\text{послабл2}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f2}; \quad A_{\text{послабл2}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 2 поясу}$$

$$A_{f1,n} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}; \quad A_{f1,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 1 поясу}$$

$$A_{f2,n} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}; \quad A_{f2,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 2 поясу}$$

$$A_{fn} := A_{f1,n} + A_{f2,n}; \quad A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (нетто)}$$

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2}; \quad h = 762 \cdot \text{мм} \quad \text{— відстань між центрами тяжіння поясів двотавру}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f2,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_1 = 381 \cdot \text{мм}; \quad y_2 := \frac{A_{f1,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_2 = 381 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f1,n} \cdot y_1^2 + A_{f2,n} \cdot y_2^2; \quad I_{xn} = 104516 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції профілю в площині найбільшої жорсткості (нетто)}$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}}; \quad i_x = 38.1 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції профілю в площині найбільшої жорсткості}$$

$$i_{f1,y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f1}; \quad i_{f1,y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

$$i_{f2.y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f2}; \quad i_{f2.y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



1. Перевірка по граничній гнучкості елементу

Гнучкість елементу

$$\lambda_x := \frac{L_{xef}}{i_x}; \quad \lambda_x = 41$$

$$\lambda_{f1.y} := \frac{L_{yef1}}{i_{f1.y}}; \quad \lambda_{f1.y} = 22 \quad \text{— гнучкість 1-го поясу}$$

$$\lambda_{f2.y} := \frac{L_{yef2}}{i_{f2.y}}; \quad \lambda_{f2.y} = 69 \quad \text{— гнучкість 2-го поясу}$$

Максимальна гнучкість елементу

$$\lambda_{\max} := \max(\lambda_x, \lambda_{f1.y}, \lambda_{f2.y}); \quad \lambda_{\max} = 69 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$



2. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруги в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\max} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\max} = 381 \cdot \text{мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\left(\frac{|N|}{A_{fn}} + \frac{|M_x|}{I_{xn}} \cdot y_{\max} \right) \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.957 < 1 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$

де $A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу двох поясів (нетто)

$I_{xn} = 104516 \cdot \text{см}^4$ — момент інерції профілю відносно осі x-x (нетто)

3. Розрахунок на стійкість в площині дії моменту (пласка форма втрати стійкості)

При $N = 5.09 \cdot \text{тс}$ і $M_x = 62.3 \cdot \text{тс} \cdot \text{м}$, ексцентриситет $e := \frac{M_x}{N}$; $e = 12.24 \cdot \text{м}$

Відстань від головної осі перерізу, перпендикулярної до площини згину, до осі найбільш стиснутої гілки, але не

менше відстані до осі стінки гілки $a := \max\left(y_1, \frac{h_w + t_{f1}}{2}\right)$; $a = 381 \cdot \text{мм}$

Відносний ексцентриситет: $m := e \cdot \frac{A_f \cdot a}{I_{xn}}$; $m = 32.125$

Умовна гнучкість: $\lambda_{\text{усл}} := \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$; $\lambda_{\text{усл}} = 1.394$, де $\lambda_{\max} = 69$ — максимальна гнучкість

елементу

При $m > 20$ розрахунок на стійкість не потребується

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»



4. Розрахунок на стійкість з площини дії моменту (згинально-крутильна форма втрати стійкості)

Розрахунок на стійкість з площини дії моменту позацентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками, при згині в площині найбільшої жорсткості ($I_x > I_y$) що збігається з площиною симетрії, варто виконувати для кожного поясу окремо як для центрально-стиснутого стрижня на поздовжню силу, визначену з урахуванням додаткового зусилля від моменту.

Поздовжня стискаюча сила в поясах:

$$N_{f1} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x1}}{h}; \quad N_{f1} = 84.3 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 1-му поясі}$$

$$N_{f2} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x2}}{h}; \quad N_{f2} = 46.9 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 2-му поясі}$$

де $h = 762 \cdot \text{мм}$ — відстань між осями поясів

$$\frac{N_{f1}}{\varphi(\lambda_{f1,y}) \cdot A_{f1}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 1 < 1 \quad \text{— умова стійкості 1-го поясу виконується}$$

$$\frac{N_{f2}}{\varphi(\lambda_{f2,y}) \cdot A_{f2}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.699 < 1 \quad \text{— умова стійкості 2-го поясу виконується}$$

5. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

Гофровану стінку розраховуємо на поперечну силу, що дорівнює більшому з двох значень:

— фактичну поперечну силу $Q = 22.03 \cdot \text{тс}$

— умовну поперечну силу Q_{fic} що приймається постійною по всій довжині стрижня.

$$Q_{fic} := 7.15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{\max(N_{f1}, N_{f2})}{\varphi(\lambda_x)}; \quad Q_{fic} = 0.995 \cdot \text{тс}$$

де $\varphi(\lambda_x) = 0.891$ — коефіцієнт поздовжнього згину

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{\max(Q, Q_{fic})}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 128 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 139 \cdot \text{МПа} \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ.}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»



Розрахунок стиснуто-зігнутого елемента №51-55 (ригель 1) із зварного двотавра з синусоїдальною поперечно-гофрованою стілкою

$N := 4.15 \text{ тс}$ — стискаюче зусилля

$M_{x1} := 62.3 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 1-й пояс

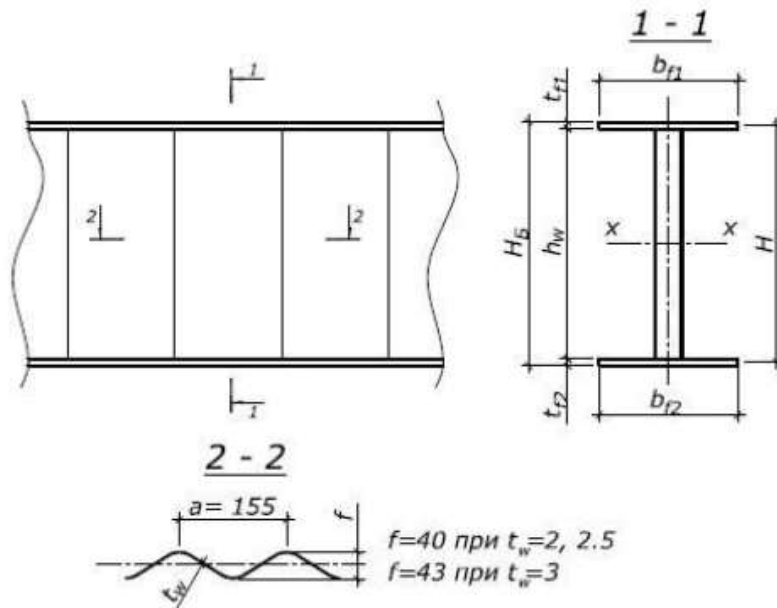
$M_{x2} := 45.85 \text{ тс} \cdot \text{м}$ — згинальний момент, щр стискає 2-й пояс

Максимальний згинальний момент в площині найбільшої жорсткості

$M_x := \max(M_{x1}, M_{x2}); M_x = 62.3 \text{ тс} \cdot \text{м}$

$Q := 23.63 \text{ тс}$ — поперечна сила

$P_{\text{loc}} := 0 \text{ тс}$ — локальна поперечна сила, що передається через гофру (в конструкції локальні поперечні сили передаються через поздовжні й поперечні ребра, тобто в розрахунку гофрованої стінки до уваги не беремо)



$L := 15.72 \text{ м}$ — геометрична довжина елемента

Коефіцієнти розрахункової довжини Розрахункові довжини елемента

$\mu_x := 1$ $L_{x\text{ef}} := L \cdot \mu_x; L_{x\text{ef}} = 15.72 \text{ м}$ — розрахункова довжина в площині стінки

$\mu_{y1} := 0.13$ $L_{y\text{ef}1} := L \cdot \mu_{y1}; L_{y\text{ef}1} = 2.044 \text{ м}$ — розрахункова довжина 1-го поясу
(Розрахункова довжина 1-го поясу зменшена розпоркою)

$\mu_{y2} := 0.38$ $L_{y\text{ef}2} := L \cdot \mu_{y2}; L_{y\text{ef}2} = 5.974 \text{ м}$ — розрахункова довжина 2-го поясу

$\lambda_{\text{поперед}} := 120$ — гранична гнучкість елемента

Прийнятий переріз:

$t_w := 2.5 \text{ мм}$ — товщина стінки

$h_w := 750 \text{ мм}$ — висота стінки

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

Ширина поясів

$$b_{f1} := 300 \cdot \text{мм} \quad (b_{f2} := b_{f1})$$

Товщина поясів

$$t_{f1} := 12 \cdot \text{мм} \quad (t_{f2} := t_{f1})$$



Профіль = "WTB750-300x12"

Характеристика сталі профілю

$$E := 2.06 \cdot 10^5 \cdot \text{МПа} \quad \text{— модуль пружності}$$

Пояс - сталь С245

$$R_y := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі поясу}$$

Стінка - сталь С235

$$R_{y,w} := 240 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір сталі стінки}$$

$$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}; \quad R_s = 139.2 \cdot \text{МПа} \quad \text{— розрахунковий опір стінки (зсув)}$$

$$\gamma_c := 1 \quad \text{— коефіцієнт умов роботи елемента}$$



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}; \quad A_{f1} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 1 поясу}$$

$$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}; \quad A_{f2} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (брутто) 2 поясу}$$

$$A_f := A_{f1} + A_{f2}; \quad A_f = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— об'єднана площа сечення поясів (брутто)}$$

Перерізи поясів послаблені дворядним розміщенням болтів, діаметри отворів болтів $d=27\text{мм}$

$$A_{\text{послабл1}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f1}; \quad A_{\text{послабл1}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 1 поясу}$$

$$A_{\text{послабл2}} := 0 \cdot (27\text{мм}) \cdot t_{f2}; \quad A_{\text{послабл2}} = 0 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа послаблення перерізу 2 поясу}$$

$$A_{f1,n} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}; \quad A_{f1,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 1 поясу}$$

$$A_{f2,n} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}; \quad A_{f2,n} = 36 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— площа перерізу (нетто) 2 поясу}$$

$$A_{fn} := A_{f1,n} + A_{f2,n}; \quad A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2 \quad \text{— загальна площа перерізу поясів (нетто)}$$

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2}; \quad h = 762 \cdot \text{мм} \quad \text{— відстань між центрами тяжіння поясів двотавру}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f2,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_1 = 381 \cdot \text{мм}; \quad y_2 := \frac{A_{f1,n} \cdot h}{A_{fn}}; \quad y_2 = 381 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f1,n} \cdot y_1^2 + A_{f2,n} \cdot y_2^2; \quad I_{xn} = 104516 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції профілю в площині найбільшої жорсткості (нетто)}$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}}; \quad i_x = 38.1 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції профілю в площині найбільшої жорсткості}$$

$$i_{f1,y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f1}; \quad i_{f1,y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

$$i_{f2.y} := \frac{1}{\sqrt{12}} \cdot b_{f2}; \quad i_{f2.y} = 8.7 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



1. Перевірка по граничній гнучкості елемента

Гнучкість елемента

$$\lambda_x := \frac{L_{\text{xef}}}{i_x}; \quad \lambda_x = 41$$

$$\lambda_{f1.y} := \frac{L_{\text{yef1}}}{i_{f1.y}}; \quad \lambda_{f1.y} = 24 \quad \text{— гнучкість 1-го поясу}$$

$$\lambda_{f2.y} := \frac{L_{\text{yef2}}}{i_{f2.y}}; \quad \lambda_{f2.y} = 69 \quad \text{— гнучкість 2-го поясу}$$

Максимальна гнучкість елемента

$$\lambda_{\text{max}} := \max(\lambda_x, \lambda_{f1.y}, \lambda_{f2.y}); \quad \lambda_{\text{max}} = 69 < \lambda_{\text{поперед}} = 120 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$



2. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруги в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\text{max}} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\text{max}} = 381 \cdot \text{мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів двотаврового перерізу з попереочно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\left(\frac{|N|}{A_{fn}} + \frac{|M_x|}{I_{xn}} \cdot y_{\text{max}} \right) \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.952 < 1 \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ}$$

де $A_{fn} = 72 \cdot \text{см}^2$ — площа перерізу двох поясів (нетто)

$I_{xn} = 104516 \cdot \text{см}^4$ — момент інерції профілю відносно осі x-x (нетто)

3. Розрахунок на стійкість в площині дії моменту (пласка форма втрати стійкості)

При $N = 4.15 \cdot \text{тс}$ і $M_x = 62.3 \cdot \text{тс} \cdot \text{м}$, ексцентриситет $e := \frac{M_x}{N}$; $e = 15.012 \cdot \text{м}$

Відстань від головної осі перерізу, перпендикулярної до площини згину, до осі найбільш стиснутої гілки, але не

менше відстані до осі стінки гілки $a := \max\left(y_1, \frac{h_w + t_{f1}}{2}\right)$; $a = 381 \cdot \text{мм}$

Відносний ексцентриситет: $m := e \cdot \frac{A_f \cdot a}{I_{xn}}$; $m = 39.402$

Умовна гнучкість: $\lambda_{\text{усл}} := \lambda_x \cdot \sqrt{\frac{R_y}{E}}$; $\lambda_{\text{усл}} = 1.408$, де $\lambda_{\text{max}} = 69$ — максимальна гнучкість елемента

При $m > 20$ розрахунок на стійкість не потребується



4. Розрахунок на стійкість з площини дії моменту

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

(згинально-крутильна форма втрати стійкості)

Розрахунок на стійкість з площини дії моменту позацентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів постійного двотаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками, при згині в площині найбільшої жорсткості ($I_x > I_y$) що збігається з площиною симетрії, варто виконувати для кожного поясу окремо як для центрально-стиснутого стрижня на поздовжню силу, визначену з урахуванням додаткового зусилля від моменту.

Поздовжня стискаюча сила в поясах:

$$N_{f1} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x1}}{h}; \quad N_{f1} = 83.8 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 1-му поясі}$$

$$N_{f2} := \frac{N}{2} + \frac{M_{x2}}{h}; \quad N_{f2} = 62.2 \cdot \text{тс} \quad \text{— поздовжня стискаюча сила в 2-му поясі}$$

де $h = 762 \cdot \text{мм}$ — відстань між осями поясів

$$\frac{N_{f1}}{\varphi(\lambda_{f1,y}) \cdot A_{f1}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.999 < 1 \quad \text{— умова стійкості 1-го поясу виконується}$$

$$\frac{N_{f2}}{\varphi(\lambda_{f2,y}) \cdot A_{f2}} \cdot \frac{1}{R_y \cdot \gamma_c} = 0.928 < 1 \quad \text{— умова стійкості 2-го поясу виконується}$$

5. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

Гофровану стінку розраховуємо на поперечну силу, що дорівнює більшому з двох значень:

— фактичну поперечну силу $Q = 23.63 \cdot \text{тс}$

— умовну поперечну силу Q_{fic} що приймається постійною по всій довжині стрижня.

$$Q_{fic} := 7.15 \cdot 10^{-6} \cdot \left(2330 - \frac{E}{R_y} \right) \frac{\max(N_{f1}, N_{f2})}{\varphi(\lambda_x)}; \quad Q_{fic} = 0.991 \cdot \text{тс}$$

де $\varphi(\lambda_x) = 0.89$ — коефіцієнт поздовжнього згину

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{\max(Q, Q_{fic})}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 137.3 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 139 \cdot \text{МПа} \quad \text{— УМОВА ВИКОНУЄТЬСЯ.}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

ОСНОВИ І ФУНДАМЕНТИ

Консультант _____ / **Ращенко А.М.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							75
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

1. Гідрогеологічні умови ділянки.

В адміністративному відношенні:

Майданчик вишукувань розташований на ділянці в м. Бориспіль Київської області. В геоструктурному відношенні район належить до Українського кристалічного щита. Проведеними на майданчику дослідженнями в цілому підтверджена загальна характеристика інженерно-геологічних умов.

В геоморфологічному відношенні:

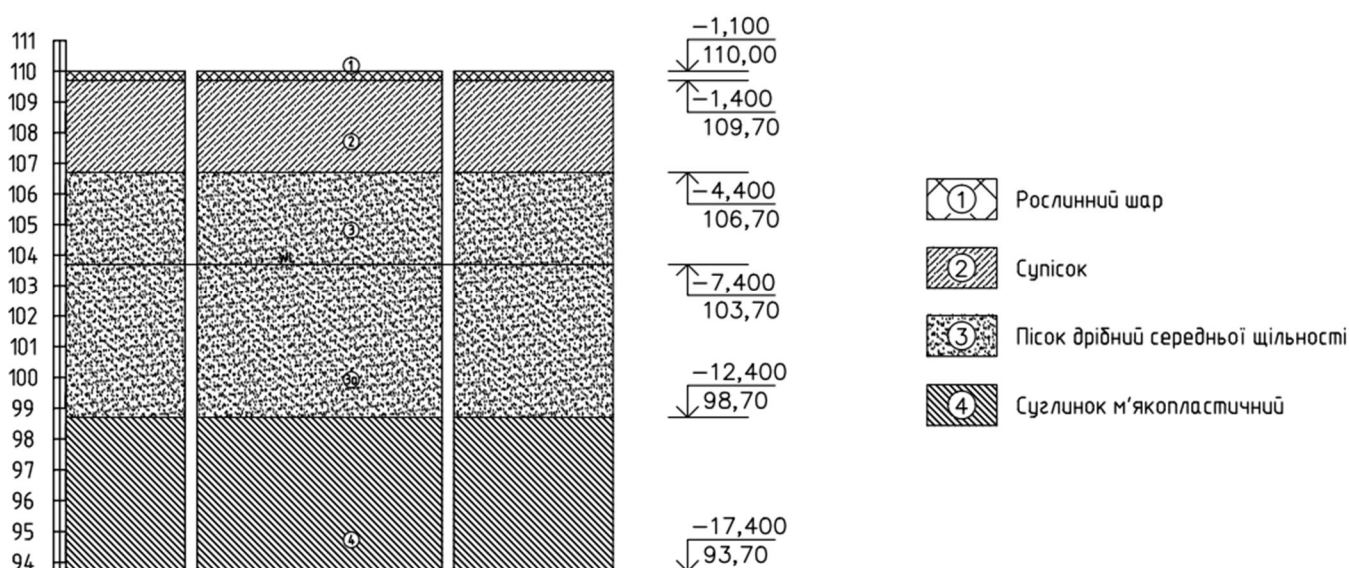
Майданчик вишукувань належить до другої та третьої надзаплавної тераси лівого берега р. Дніпро, що загалом мають спокійний, слабкохвилястий рельєф, що прорізається ярами, балками та долинами річок.

Ця територія характеризується як рівнинна.

Особливості умов будівництва (проекування): немає

2. Аналіз інженерно-геологічних умов будівельного майданчика.

2.1. Інженерно-геологічний розріз.



2.2. Оцінка ґрунтових умов будівельного майданчика.

Відповідно до геологічного перерізу та основних фізичних характеристик встановлюються розрахункові показники фізичних властивостей для ґрунтів, а на їхній основі — показники механічних властивостей.

Вважаємо, що виділені шари ґрунту — однорідні, а тому розглядаємо їх як інженерно-геологічні елементи.

2.2.1. Інженерно-геологічний елемент №1 (ІГЕ-1).

Рослинний шар:

- Потужність: $h = 0,3\text{м}$

Основні показники фізичних властивостей:

- Щільність ґрунту: $\rho = 1,62\text{г/см}^3$

Похідні фізичні характеристики:

- Питома вага ґрунту:
 $\gamma_1 = \rho \cdot g = 1,62 \cdot 9,81 = 15,89 \text{кН/м}^3$

2.2.2. Інженерно-геологічний елемент №2 (ІГЕ-2).

Глинистий шар:

- Потужність: $h = 3\text{м}$

Основні показники фізичних властивостей:

- Щільність ґрунту: $\rho = 1,76 \text{г/см}^3$
- Щільність частинок ґрунту: $\rho_s = 2,67 \text{г/см}^3$
- Природна вологість ґрунту: $W = 0,12$
- Вологість на межі текучості: $W_L = 0,13$
- Вологість на межі розкочування: $W_p = 0,12$

1. Визначаємо вид глинистого ґрунту по числу пластичності.

$$I_p = w_l - w_p = 0,13 - 0,12 = 0,01$$

Відповідно до вимог норм даний ґрунт є супіском $I_p = 0,01$.

2. Питома вага ґрунту.

- Природного стану $\gamma_3 = \rho_3 + g = 1,76 \cdot 9,81 = 17,26 \text{кН/м}$

- Часток $\gamma_{s3} = \rho_{s3} + g = 2,67 \cdot 9,81 = 26,19 \text{кН/м}$

3. Стан глинистого ґрунту.

Визначаємо за показником текучості:

$$I_l = \frac{w - w_p}{I_p} = \frac{0,12 - 0,12}{0,01} = 0,00$$

Згідно з нормами при $I_l = 0$ стан ґрунту — пластичний.

4. Визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту.

$$e = \frac{\gamma_{s3}(1 + w)}{\gamma_3} = \frac{26,19(1 + 0,12)}{17,26} - 1 = 0,699$$

5. Ступінь водонасичення ґрунту.

$$S_r = \frac{w * \gamma_{s3}}{e * \gamma_w} = \frac{0,12 * 26,19}{0,699 * 10} = 0,44$$

6. Характеристики питомого зчеплення C_n , кута внутрішнього тертя та модуля деформації E визначаємо по нормативній таблиці:

Супісок $C_n = 28 \text{кПа}$ $\varphi_n = 24^\circ$ $E = 19\text{мПа}$ $R_0 = 180 \text{кПа}$.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							77
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2.2.3. Інженерно-геологічний елемент №3 (ІГЕ-3).

Піщаний шар:

- Потужність: $h = 8\text{ м}$

Основні показники фізичних властивостей:

- Щільність ґрунту: $\rho = 1,72 \text{ г/см}^3$
- Щільність частинок ґрунту: $\rho_s = 2,64 \text{ г/см}^3$
- Природна вологість ґрунту: $W = 0,09$

1. Найменування ґрунту за крупністю: Пісок дрібний.

2. Питома вага ґрунту.

- Природного стану $\gamma_4 = \rho_1 + g = 1,72 \cdot 9,81 = 16,87 \text{ кН/м}$

- Часток $\gamma_{s4} = \rho_{s4} + g = 2,64 \cdot 9,81 = 25,89 \text{ кН/м}$

3. Визначаємо стан ґрунту за коефіцієнтом пористості.

$$e = \frac{\gamma_{s1}(1+w)}{\gamma_2} = \frac{25,89(1+0,09)}{16,87} - 1 = 0,672$$

Пісок дрібний при $0,672 < e = 0,58 < 0,75$ знаходиться в стані середньої щільності.

4. Нормативні значення механічних характеристик.

Пісок дрібний, середньої щільності, не водонасичений.

$C_n = 1,0 \text{ кПа}$ $\varphi_n = 30^\circ$ $E = 23 \text{ мПа}$ $R_o = 300 \text{ кПа}$.

2.2.4. Інженерно-геологічний елемент №4 (ІГЕ-4).

Глинистий шар:

- Потужність: $h = 5\text{ м}$

Основні показники фізичних властивостей:

- Щільність ґрунту: $\rho = 1,97 \text{ г/см}^3$
- Щільність частинок ґрунту: $\rho_s = 2,69 \text{ г/см}^3$
- Природна вологість ґрунту: $W = 0,23$
- Вологість на межі текучості: $W_L = 0,29$
- Вологість на межі розкочування: $W_p = 0,16$

1. Визначаємо вид глинистого ґрунту по числу пластичності.

$$I_p = w_l - w_p = 0,29 - 0,16 = 0,13$$

Відповідно до вимог норм даний ґрунт є суглинком $I_p = 0,13$.

2. Стан глинистого ґрунту.

Визначаємо за показником текучості:

$$I_l = \frac{w - w_p}{I_p} = \frac{0,23 - 0,16}{0,13} = 0,53$$

Згідно з нормами при $I_l = 0,53$ стан ґрунту — м'якопластичний.

3. Питома вага ґрунту.

- Природного стану $\gamma_3 = \rho_3 + g = 1,97 \cdot 9,81 = 19,32 \text{ кН/м}$

- Часток $\gamma_{s3} = \rho_{s3} + g = 2,69 \cdot 9,81 = 26,38 \text{ кН/м}$

4. Визначаємо коефіцієнт пористості ґрунту.

$$e = \frac{\gamma_{s3}(1+w)}{\gamma_3} = \frac{26,38(1+0,23)}{19,32} - 1 = 0,67$$

5. Нормативні значення механічних характеристик.

Суглинок м'якопластичний.

$C_n = 25 \text{ кПа}$ $\varphi_n = 19^\circ$ $E = 17 \text{ мПа}$ $R_o = 215 \text{ кПа}$.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							78
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2.3. Зведена таблиця нормативних значень фізико-механічних показників ґрунтів будівельного майданчика.

№ шару	Повне найменування ґрунту	Товщина шару	Щільність ґрунту г/см ³		Питома вага ґрунту кН/м ³			Природна вологість, W	Межі		Число пластичності, I _p	Показник текучості, I _L	Коефіцієнт пористості, e	Ступінь водонасичення, S _r	Питоме зчеплення,	Кут внутрішнього тертя	Модуль деформації,	Розрахунковий опір,
			Природного стану	Часток	Природного стану	Часток	У виваженому		Розкочування W _u	Текучість, W _L								
1	Рослинний шар	0,3	1,62	-	15,89	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Супісок	3	1,76	2,67	17,26	26,19	-	0,00	0,12	0,13	0,01	0,00	0,699	0,44	28	24	19	180
3	Пісок (дрібний, середньої щільності)	3	1,72	2,64	16,87	25,89	-	-	-	-	-	-	0,672	0,346	1,0	32	23	300
3 а	Пісок (дрібний, середньої щільності, водонасичений)	5	2,14	2,64	20,42	25,89	11,08	-	-	-	-	-	0,672	1	1,0	32	23	300
4	Суглинок м'якопластичний	5	1,97	2,69	19,32	26,38	-	0,53	0,16	0,29	0,13	0,53	0,67	0,905	25	19	17	215

3. Розрахунок фундаменту під металеву колону.

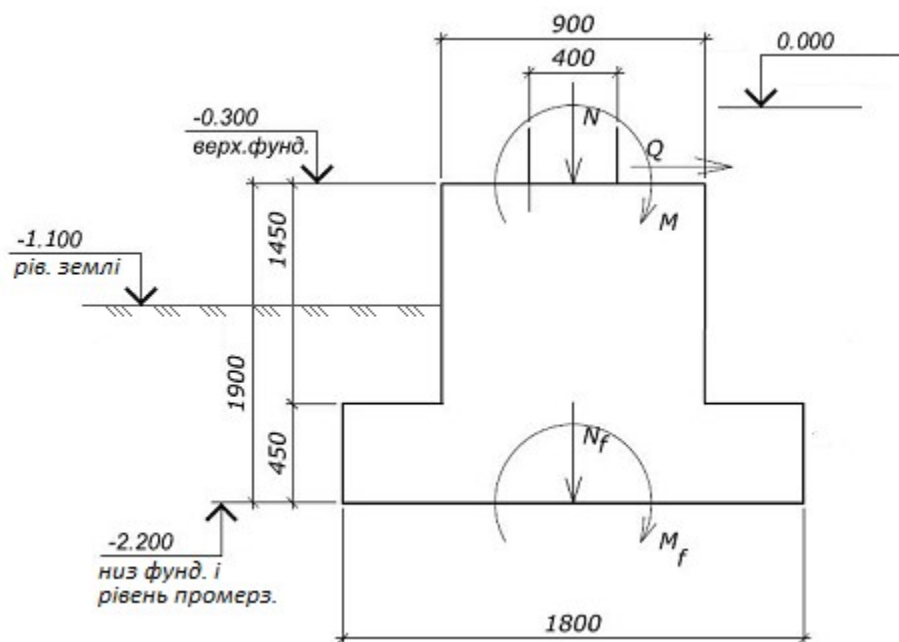
3.1. Проводимо розрахунок фундаменту колони етажерки крайнього ряду (елементи 44, 47, 48).

Навантаження на фундамент:

$M=0$ тс·м (шарнір)

$N=47,15$ тс=462 кН

$Q=2,8$ тс=27,4 кН



Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Переводимо всі навантаження в нормативні:

$$N^{ser} = \frac{462}{1,15} = 402 \text{кН}$$

$$Q^{ser} = \frac{27,4}{1,15} = 23,8 \text{кН}$$

На рівні фундаменту:

$$N_f^{ser} = 402 \text{кН}$$

$$M_f^{ser} = 0 + 23,8 \cdot 1,9 = 45,2 \text{кН} \cdot \text{м}$$

Визначення розмірів подошви фундаменту:

$$A_\phi = \frac{1,05 \cdot N_f^{ser}}{R_0 - \gamma \cdot h_\phi}$$

R_0 — розрахунковий опір ґрунту ($R_0=180$ кПа)

$$A_\phi = \frac{1,05 \cdot 402}{180 - 20 \cdot 1,9} = 3,0 \text{м}^2$$

Приймаємо подошву фундаменту квадратну в плані. Розмір сторони подошви фундаменту: $a = \sqrt{A_\phi} = \sqrt{3} = 1,73 \text{м}$

Приймаємо розмір подошви: 1,8x1,8 (м).

Площа подошви фундаменту: $A_\phi = 1,8 \cdot 1,8 = 3,24 \text{м}^2$

Визначаємо момент опору подошви фундаменту:

$$W_\phi = \frac{a \cdot a^2}{6} = \frac{1,8 \cdot 1,8^2}{6} = 0,972 \text{м}^3$$

Перевірка тиску під подошвою фундаменту:

$$P_{\max/\min} = \gamma \cdot d + \frac{N_{ser}}{A_\phi} \pm \frac{M_{ser}}{W_\phi}$$

$A_\phi=3,24 \text{м}^2$; $W_\phi=0,972 \text{м}^3$; $N_{ser}=402 \text{кН}$; $M_{ser}=45,2 \text{кН} \cdot \text{м}$; $d=1,9 \text{м}$

$$P_{\max} = 20 \cdot 1,9 + \frac{402}{3,24} + \frac{45,2}{0,972} = 209 \text{кН} / \text{м}^2 \leq 1,2 \cdot R = 1,2 \cdot 180 = 216 \text{кН} / \text{м}^2$$

$$P_{\min} = 20 \cdot 1,9 + \frac{402}{3,24} - \frac{45,2}{0,972} = 116 \text{кН} / \text{м}^2 > 0$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							80
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

$$R = \frac{\gamma_{c1} + \gamma_{c2}}{k} * (M_{\gamma} * K_z * b * \gamma_{II} + M_q * d_1 * \gamma'_{II} + (M_q - 1) * d_b * \gamma'_{II} + M_c * C_{II})$$

Де γ_{c1} — коефіцієнт умови роботи основи $\gamma_{c1} = 1,3$;

γ_{c2} — коефіцієнт умов роботи будинку разом з ґрунтовою основою, при співвідношенні його висоти до довжини, $\gamma_{c2} = 1,3$;

k — коефіцієнт надійності, який приймають при визначенні характеристик ґрунтів за таблицями норм, $k = 1,1$;

В залежності від кута внутрішнього тертя, град $26,4^\circ$, приймаємо M_{γ} , M_q , M_c :

$$M_{\gamma} = 0,86;$$

$$M_q = 4,45;$$

$$M_c = 7,00.$$

d_1 — глибина закладання фундаменту, $d_1 = 1,1$ м;

$\gamma_{II} = 17,26$ кН/м³ — питома вага ґрунту нижче подошви фундаменту;

γ'_{II} — середнє значення питомої ваги ґрунту вище подошви фундаменту;

$$\gamma'_{II} = \frac{\gamma_1 * h_1 + \gamma_2 * h_2}{h_1 + h_2} = \frac{15,89 * 0,3 + 17,26 * 3}{3,3} = 17,14 \text{ кН/м}$$

$C_{II} = 1,9$ — значення питомого зчеплення піску;

$k_z = 1$. При $b < 10$ м:

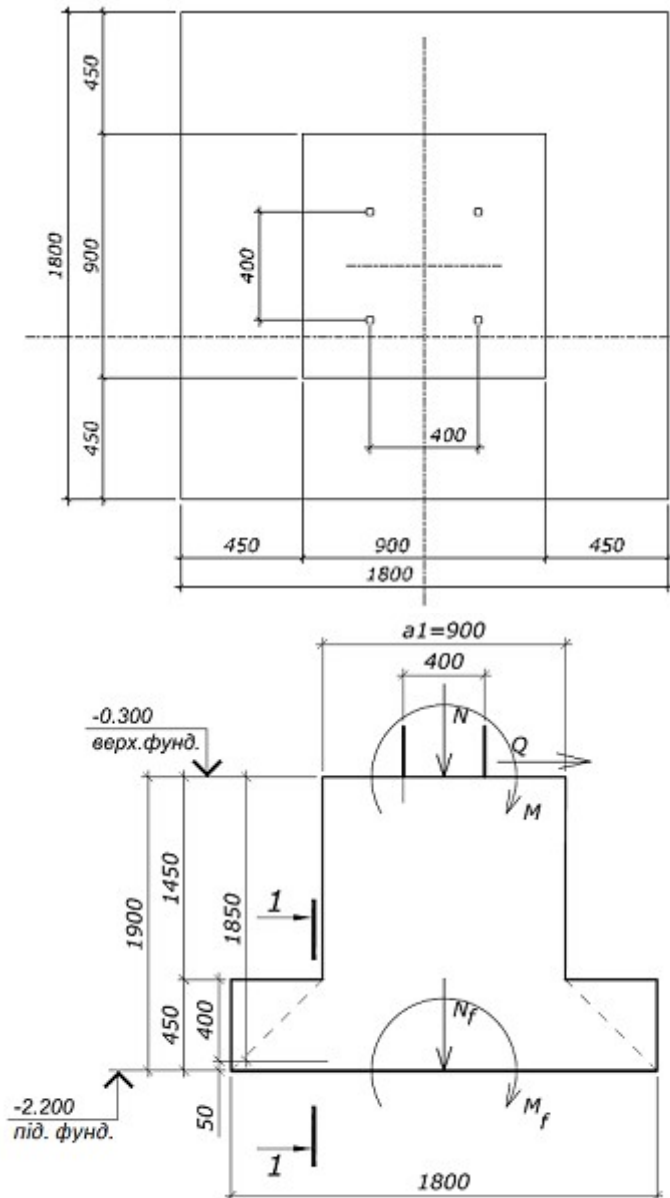
$$R_1 = \frac{1,3 * 1,3}{1,1} (0,86 * 1 * 1,8 * 17,26 + 4,45 * 1,1 * 17,14 + 0 + 7 * 1,9) = 190 \text{ кПа}$$

Різниця між $R_0 = 180$ кПа і $R_1 = 190$ кПа не більша ніж 10 кПа, (похибка менше 5%).

Приймаємо фундамент розмірами в плані $b \times a = 1,8 \times 1,8$ м.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							81
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

3.2. Конструювання фундаменту і визначення напружень під його підшовою від розрахункових навантажень.



$$M_{i-i} = \frac{1}{24} (a - a_i)^2 \cdot (P_i + 2 \cdot P_{\max}) \cdot b$$

$$P_i = P_{\max} - \frac{P_{\max} - P_{\min}}{a} \cdot \frac{a - a_i}{2}$$

$$P_1 = 209 - \frac{209 - 116}{1,8} \cdot \frac{1,8 - 0,9}{2} = 186 \text{ кН}$$

$$M_{1-1} = \frac{1}{24} \cdot (1,8 - 0,9)^2 \cdot (186 + 2 \cdot 209) \cdot 1,8 = 36,7 \text{ кН} \cdot \text{м}$$

Підбір арматури.

$$A_{si} = \frac{M_{i-i}}{0,9 \cdot R_s \cdot h_{0i}}; \quad R_s = 365 \text{ МПа}$$

$$A_{s1} = \frac{36,7 \cdot 100}{0,9 \cdot 36,5 \cdot 40} = 2,8 \text{ см}^2$$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							82
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Приймаємо для армування підшви зварну сітку з робочими поздовжніми стрижнями в двох напрямках, кроком стрижнів — 170 мм. Кількість стрижнів в одному напрямі — 11 шт.

Необхідна площа перерізу одного стрижня $2,8/11=0,25\text{см}^2$

Конструктивно приймаємо А500С D12 ($A_s=1,131 \times 11=12,4\text{см}^2$)

Коефіцієнт армування $\mu = \frac{A_s}{b \cdot h_{01}} \cdot 100 = \frac{12,4}{180 \cdot 40} \cdot 100 = 0,17\% < 3\%$

Розрахунок фундаменту на продавлювання.

Основна умова: $F \leq P$

F – продавлювальна сила;

P – сила опору продавлюванню бетонного перерізу плити.

$$F = P_{\max} \cdot A_{\text{прод}} - N_f^{\text{сер}}$$

$$A_{\text{прод}} = (a_1 + 2 \cdot h_1)^2 = (0,9 + 2 \cdot 0,45)^2 = 3,24\text{м}^2$$

$$F = 209 \cdot 3,24 - 402 = 275\text{кН}$$

$$P = 4 \cdot \phi_b \cdot (a_1 + 2 \cdot h_1) \cdot h_1 \cdot R_{bt}$$

$$\phi_b = 1;$$

Бетон класу С12/15.

Розрахунковий опір осьовому розтягу бетону: 0,75МПа

$$P = 4 \cdot 1 \cdot (90 + 2 \cdot 45) \cdot 45 \cdot 0,075 = 2430\text{кН}$$

$F=275\text{кН} < P=2430\text{кН}$ — умова виконується.

Визначення очікуваної величини осідання основи для запроектованого фундаменту.

Перетворюємо граничне навантаження на експлуатаційне.

$$L1+L2+L3+L4+0,9 \cdot L5+0,9 \cdot L8=47,15\text{т}$$

$$0,95 \cdot L1+0,88 \cdot L2+0,83 \cdot L3+0,87 \cdot L4+0,9 \cdot 0,47 \cdot L5+0,9 \cdot 0,2 \cdot L8=$$
$$=0,95 \cdot (-2,24)+0,88 \cdot (-1,83)+0,83 \cdot (-1,2)+0,87 \cdot (-32,17)+0,9 \cdot 0,47 \cdot (-3,09)+0,9 \cdot 0,2 \cdot (-7,7)=$$
$$=-35,42\text{т}$$

Середній тиск під подошвою фундаменту: $P=(1 \cdot 9,8) \cdot (35,42)/3,24+20 \cdot 1,9=145\text{кПа}$

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							83
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

№ шару	Повне найменування ґрунту	Товщина шару	Питома вага ґрунту кН/м ³			Показник текучості,	Коефіцієнт пористості,	Питома зчеплення,	Кут внутрішнього	Модуль деформації,
			Природного стану	Часток	у виваженому					
1	Рослинний шар	0,3	15,89	-	-	-	-	-	-	
2	Супісок	3	17,26	26,19	-	0,00	0,699	28	24	19
3	Піщаний ґрунт (дрібний, середньої щільності)	3	16,87	25,89	-	-	0,672	1,0	32	23
3а	Піщаний ґрунт (дрібний, середньої щільності, водонасичений)	5	20,42	25,89	11,08	-	0,672	1,0	32	23
4	Суглинок м'якопластичний	5	19,32	26,38	-	0,53	0,67	22	19	17

γ_{II} – в природному стані, γ_{sb} – у виваженому стані

$d = 1.9$ м

$\sigma_{zg0} = \gamma_{II} \cdot d = 32.8$ кПа

$p_{cp} = 145$ кПа

$p_0 = p_{cp} - \sigma_{zg0} = 112.2$ кПа

z_i , м	ξ_i	α_i	$\sigma_{zp(i)} = p_0 \cdot \alpha_i$, кПа	$\sigma_{zg(i)} = \sigma_{zg(i-1)} + \gamma_{II} \cdot h$, кПа	$\sigma_{zp(i)сep}$, кПа	$h = 0,2b$, м	γ_{II} , кН/м ³	E_i , кПа	S_i , см	S_{max} , см
0.90	0.9	0.960	107.7	48.3	110.0	0.9	17.26	19000	0.42	1.75
1.80	1.9	0.800	89.8	63.9	98.7		17.26	19000	0.37	
2.70	2.8	0.606	68.0	79.4	78.9		17.26	19000	0.30	
3.60	3.8	0.449	50.4	94.6	59.2		16.87	23000	0.19	
4.50	4.7	0.336	37.7	109.8	44.0		16.87	23000	0.14	
5.40	5.7	0.257	28.8	124.9	33.3		16.87	23000	0.10	
6.30	6.6	0.201	22.6	140.1	25.7		16.87	23000	0.08	
7.20	7.6	0.160	18.0	158.5	20.3		20.42	17000	0.09	
8.10	8.5	0.131	14.7	176.9	16.3		20.42	17000	0.07	

Перевірка відповідності деформації будинку.

Відповідно до ДБН В.2.1-10:2018, граничне осідання для будівель з металевим каркасом $S_U = 12$ см.

$S = 1,75$ см $<$ $S_U = 12$ см.

Умова виконується.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»		84
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

**ТЕХНОЛОГІЯ І ОРГАНІЗАЦІЯ
БУДІВНИЦТВА**

Консультант _____ / **Осипов С.О.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		85

Одноповерхова трипролітна будівля прямокутної форми в плані, двоскатна, з внутрішнім організованим водовідводом. Габарити будівлі в осях 36,0 х 69,0 м, висотою в низькій частині — 12,0 м. Крок рам — 11,5 м. Прогони — 15,0+15,0+6,0 м. Шестиметровий прогін — триповерховий з розміщенням адміністративно-побутових служб. Висота першого поверху АПЧ — 4,2 м, другий поверх — 4,5 м, третій поверх — 2,76 м. Корисне нормативне навантаження на перекриття — 400 кг/м². Приміщення АПЧ відокремлені від приміщення складу протипожежною стіною. Приміщення складу розбиті на дві секції. Корпус піднятий над рівнем рельєфу на 1,2 м.

1. Визначення об'ємів робіт.

№ з/п	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Всього
1	Розробка ґрунту бульдозерами	1000м ³		0,75
2	Розробка котлованів екскаватором під фундаменти в сухих ґрунтах II кат. (у відвал)	1000м ³		1,5
3	Уцілювання ґрунту	1000м ³		0,2
4	Зворотне засипання	1000м ³		3,0
5	Влаштування бетонної підготовки	100м ³	1,8х1,8х0,1х66+0,6х0,1хх(3х69+3х36)=40 м ³	0,4
6	Влаштування стовпч. фундаментів	100м ³	2,6х66=172 м ³	1,7
7	Влаштування стрічк. фундаментів	100м ³	0,4х2,2х(3х69+3х36)=277 м ³	2,8
8	Встановлення металевих колон	т	45,7	45,7
9	Встановлення ригелів	т	22,8	22,8
10	Встановлення прогонів	т	27	27
11	Монтаж в'язей і розпорок по покриттю	т	5	5
12	Монтаж вертикальних в'язей	т	3	3
13	Монтаж сходових майданчиків і маршів	т	11,7	11,7
14	Монтаж балок перекриття	т	14,5	14,5
15	Монтаж плит перекриття	100м ³	2х6,0х0,22х69 = 182,2м ³	1,8
16	Встановлення віконних блоків	т	10	10
17	Монтаж каркасів воріт	т	8	8
18	Монтаж покрівельного покриття з сендвіч-панелей	100м ²	2620 м ²	26,2
19	Монтаж стінового огородження з набірних сендвіч-панелей	100м ²	2460 м ²	24,6
20	Підготовка підлог	1м ³	2х6х69х0,01=8,3 м ³	8,3
21	Влаштування бетонних підлог	100м ²	36х69=2484 м ²	24,8
22	Влаштування внутрішніх цегляних стін	1м ³	298	298
23	Встановл. металопластикових вікон	100м ²	1,35	1,35
24	Влаштування лінолеумних підлог	100м ²	2х6х69=828м ²	8,3
25	Покращена штукатурка стін	100м ²	25,2	25,2
26	Облицювання стін плиткою	100м ²	0,9	0,9

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»		86
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

27	Влаштування підлоги з плитки	100м ²	0,6	0,6
28	Покращене масляне фарбування стін	100м ²	25,2	25,2
29	Влаштування водопостачання і каналізації	%		3
30	Влаштування центрального опалення	%		2
31	Влаштування електромережі	%		2
32	Влаштування вентиляції	%		3
33	Благоустрій території	%		4
34	Невраховані роботи			

2. Калькуляція трудових витрат і машиновитрат.

№ з/п	Найменування робіт	Од. вим.	Об'єм робіт	Норма часу		Трудоємність і машиноємність нормативна	
				Люд-з	Маши-з	Люд-зм	Маши-зм
1	Розробка ґрунту бульдозерами	1000м ³	0,75	17	17	1,6	1,6
2	Розробка котлованів екскаватором під фундаменти в сухих ґрунтах II кат (у відвал)	1000м ³	1,5	8,79	12,17	1,6	2,2
3	Уцілювання ґрунту	1000м ³	0,2	49,44	14,6	1,2	0,4
4	Зворотне засипання	1000м ³	3,0	13,7	13,7	5,0	5,0
5	Влаштування бетонної підготовки	100м ³	0,4	195,75	10,6	9,5	0,5
6	Влаштування стовпч. фундаментів	100м ³	1,7	688,75	53,17	142,8	11,0
7	Влаштування стрічк. фундаментів	100м ³	2,8	159,5	30,67	54,5	10,5
8	Встановлення металевих колон	t	45,7	32	1,71	178,3	9,5
9	Встановлення ригелів	t	22,8	32	1,71	89,0	4,8
10	Встановлення прогонів	t	27	22,56	1,9	74,3	6,3
11	Монтаж в'язей і розпорок по покриттю	t	5	90,4	5,14	55,1	3,1
12	Монтаж вертикальних в'язей	t	3	80,16	3,17	29,3	1,2
13	Монтаж сходових майданчиків і маршів	t	11,7	46,24	7,79	66,0	11,1
14	Монтаж балок перекриття	t	14,5	32	1,71	56,6	3,0
15	Монтаж плит перекриття	100м ³	1,8	223,1	16,82	49,0	3,7
16	Встановлення віконних блоків	t	10	128,48	7,68	156,7	9,4
17	Монтаж каркасів воріт	t	8	66,24	5,81	64,6	5,7
18	Монтаж покрівельного покриття з сендвіч-панелей	100м ²	26,2	50,72	3,38	162,1	10,8
19	Монтаж стінового огородж. з набірних сендвіч-панелей	100м ²	24,6	47,84	6,74	143,5	20,2
20	Підготовка підлог	1м ³	8,3	4,72	0,3	4,8	0,3
21	Влаштування бетонних підлог	100м ²	24,8	47,87	1,63	144,8	4,9
22	Влаштування внутрішніх цегляних стін	1м ³	298	6,92	0,49	251,5	17,8
23	Встановлення металопластикових вікон	100м ²	1,35	126,56		20,8	
24	Влаштування лінолеумних підлог	100м ²	8,3	60,36		61,1	
25	Покращена штукатурка стін	100м ²	25,2	53,6		165,0	
26	Облицювання стін плиткою	100м ²	0,9	167,43		18,4	
27	Влаштування підлоги з плитки	100м ²	0,6	167,43		12,3	
28	Покращене масляне фарбування стін	100м ²	25,2	16,66		51,2	

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»		87
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

29	Влаштування водопостачання і каналізації	%	3			68,4	
30	Влаштування центрального опалення	%	2			45,6	
31	Влаштування електромережі	%	2			45,6	
32	Влаштування вентиляції	%	3			68,4	
33	Благоустрій території	%	4			91,2	
34	Невраховані роботи						

3. Технологічні вказівки по виготовленню конструкцій.

Виготовлення сталевих конструкцій проводити у відповідності з вимогами і допусками ДСТУ Б В.2.6-199:2014.

Конструкції в цеху варити дуговим зварюванням в середовищі вуглекислого газу, зварні шви — за ГОСТ 14771-76. Матеріали для механізованого та ручного зварювання приймати у відповідності з ДСТУ Б В.2.6-199:2014. Матеріал сталевих конструкцій зазначений в специфікаціях елементів.

Гофро-профілі виготовляються на автоматичній лінії у відповідності з ТУ У В.2.6-28.1-30653953-007:2007. Стики поясів — рівномічні (з розробкою кромок, виводом швів на підкладки) за ГОСТ 14771-76, з фізичними методами контролю якості зварювання.

Ручне зварювання виконувати електродами типу Э-42, Э-46 за ГОСТ 9467-75, зварні шви — за ГОСТ 5264-80. Висоту кутових не зазначених швів приймати по меншій товщині зварювальних елементів. Всі тонкостінні елементи (3мм і менше) варити тільки напівавтоматичним зварюванням в середовищі вуглекислого газу або газовим зварюванням.

Трубчаті елементи варити неперервним поздовжнім швом. В місцях фасонки, приєднань шви не накладати. Торці заглушити смугою $t=3\text{мм}$.

4. Технологічні вказівки по монтажу конструкцій.

Для виконання будівельно-монтажних робіт по влаштуванню металевого каркасу прийняті: баштовий кран LIEBHERR, $L_{\text{стр}}=30,0\text{м}$, гусеничний кран ДЕК-251, $L_{\text{стр}}=22,75\text{м}$ і автокран типу «Галичанин» або будь-який автокран типу КС, що проходить за вантажопідйомністю, висоті підйому гаку, вильоту стріли.

Кран LIEBHERR веде роботи, переміщуючись вздовж ряду «А». Під шлях руху крану вкладаються дорожні плити (одразу вкладаються по довжині три пари плит, після цього, по мірі виконання монтажних робіт, дорожні плити перекладаються).

Гусеничний кран ДЕК веде роботи, переміщуючись всередині будівлі, вздовж ряду «В». Автокран веде монтаж покриття і стінового огороження, переміщуючись вздовж ряду «Г» і осей «1», «7».

Монтаж будівлі складу ведеться по захваткам (2 захватки, див. схему розбивки на захватки). Роботи на захватці виконуються в такій послідовності:

- монтаж колон;
- монтаж в'язей по колонам;
- монтаж балок перекриттів;
- монтаж ригелів каркасу;
- монтаж металоконструкцій покриття, монтаж покриття;
- монтаж стінового огороження.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		88

За необхідності до початку монтажу металоконструкцій проводять укрупнювальну збірку м/к в об'ємні блоки.

Монтаж металоконструкцій виконують кранами LIEBHERR і ДЕК. Після стропування балки краном, відповідальною особою подається сигнал до її підйому. Збірку металоконструкцій на висоті виконувати з приставних монтажних драбин з майданчиками або з підмостків.

Всі роботи на висоті монтажники повинні виконувати, тільки застосовуючи запобіжні пояси. Працювати без запобіжних поясів категорично заборонено.

При влаштуванні покриття до початку робіт необхідно вздовж прогонів натягнути страхувальні троси для кріплення запобіжних поясів. По мірі виконання покриття, необхідно влаштовувати захисне огороження по контуру покриття. За неможливості встановити захисне огороження, всі монтажники, що працюють на покритті, повинні кріпитись до страхувального тросу запобіжними поясами і знаходитись на робочих місцях, вказаних майстром, тільки згідно виданому завданню на даний період.

Переміщатись по покриттю без запобіжних поясів і знаходитись на ділянках покриття, поза робочими місцями, категорично заборонено.

Монтаж стінового огороження виконується з риштувань. Кріплення риштувань до металоконструкцій будівлі виконується згідно паспорту на дані риштування. Місця кріплення риштувань визначаються на місці майстром або виконробом. Складування конструкцій виконується по мірі переміщення кранів і виконання будівельно-монтажних робіт.

Побутові приміщення повинні бути розміщені поза небезпечної зони роботи кранів, в протилежному випадку знаходитись в побутових приміщеннях під час роботи кранів заборонено.

У зв'язку з роботою декількох кранів на споруджувальній будівлі, необхідно забезпечити безпечну роботу кранів. Для безпечної роботи кранів відстань між торцями переміщуваних вантажів має бути не менше 5,0м. Відповідальні за безпечне переміщення вантажів кранами на місці мають визначити зону роботи для кожного крану, що забезпечує його безпечну роботу і поставити у відомість кожного кранівника. До початку виконання робіт всі робочі та інженерно-технічні робітники, зайняті на об'єкті, повинні бути ознайомлені з даним проектом виконання робіт, про що зробити запис в спеціальній таблиці.

Складування конструкцій та будматеріалів виконувати згідно ДБН А.3.2-2-2009, техумов на будівельні матеріали і конструкції по мірі виконання будівельно-монтажних робіт. Притуляти, опирати матеріали та вироби до заборів і елементів тимчасових і капітальних споруд не допускається.

При бетонуванні фундаментів суворо слідкувати за положенням анкерних болтів. Болти мають бути виверені, зварені між собою в блоки, надійно закріплені до опалубки і на поверхні. Різьбова частина болтів повинна бути змазана і захищена від забруднень і механічних пошкоджень промасленим джгутом або спеціальними пластмасовими ковпачками. На болтах мають бути шайби, гайки з контргайками і установочні гайки, котрі разом з анкерними плитками, що поставляються з конструкціями колон, закріплюють базу колон до фундаментів. Після закінчення бетонування повинна бути виконана геодезична зйомка і складений акт. Після приварки випусків із рандбалок або поясу підпірної стіни, бази колон забетонувати.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							89
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Всі елементи поставляються на монтаж із заводськими зварними з'єднаннями, якість зварювання яких (в т.ч. і з фізичними методами контролю) забезпечується заводською системою контролю якості і підтверджується заводськими сертифікатами на виробі. На монтажному зварюванні виконуються окремі елементи в'язей, стінових ригелів, верхній лист поздовжніх балок етажерки. Їхня відповідність проету підтверджується актами на приховані роботи, журналом зварювання. Фізичних методів контролю (лабораторних) зварних монтажних з'єднань проектом не передбачається. Контроль — візуальний та інструментальний.

Болтові з'єднання в рамних вузлах виконуються на високоміцних болтах ГОСТ 22353-77 без контрольованої затяжки гайок. Прогони покриття, балки перекриттів і стінові ригелі — на болтах ГОСТ 7798-70. Перевірку болтових з'єднань здійснювати згідно ДСТУ Б В.2.6-200:2014.

Всі сталеві елементи заґрунтувати шаром ГФ-021 ГОСТ 25129-82 і пофарбувати два рази емаллю ХВ-124 (ХВ-125) ГОСТ 10144-89 в світло-сірий колір. Періодичність відновлення фарбування в період експлуатації — один раз на 5 років.

Всі роботи виконувати згідно вимог ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 «Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів», ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу», ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 «Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд» зі складанням відповідних актів і з суворим виконанням правил техніки безпеки за ДБН А.3.2-2-2009.

5. Технологічні вказівки по монтажу сендвіч-панелей покриття.

Покриття прийняте з сендвіч-панелей АлюТерм — П120МВ-0,7П ООО "Алюмбуд", з мінераловатним ущільнювачем на основі базальтового волокна SANDWICH ROCK $\gamma=117$ кг/м³ товщиною 120 мм (негорючим), модульною шириною 1000 мм, із зовнішніми обкладками зі сталевого оцинкованого профлиста товщиною 0,7 мм з полімерним покриттям RAL9006 (срібло), внутрішні обкладки — зі сталевого оцинкованого профлиста товщиною 0,7 мм із кольоровим полімерним покриттям RAL 9003 (білий), виготовлених за ТУ У В.2.6-28.1-32564237-001:2007.

Позитивне заключення державної санітарно-епідеміологічної експертизи і відповідність вимогам пожежної безпеки, сертифікат відповідності вкладені у вказаних Техумовах.

В комплекті панелей покриття передбачені всі необхідні термопрокладки, ущільнювачі, перехідні, замикаючі і оздоблювальні елементи із оцинкованої сталі з кольоровим полімерним покриттям, самосвердлярні болти і комбіновані заклепки для кріплення панелей і декоративних елементів на несучому каркасі.

Панелі покриття кріпити через термопрокладку на клейовій основі 3x50 мм, приклеєної по всій довжині прогонів і примикаючих сталевих елементів.

Бокові грані сендвіч-панелей повинні бути обклеєні термопрокладками на клейовій основі 3x90 мм. В поздовжніх стиках між панелями прокладка приклеюється до однієї з панелей.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							90
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Панелі покриття кріпити на верхніх прогонах (кінькових), накритих декоративною планкою, трьома самосвердлячими болтами 5,5/6,3x185-12 і одним болтом 5,5/6,3x200-12 (на гребні стику панелей) з герметизуючими прокладками і шайбами, на всіх середніх прогонах, в тому числі на перехльостуваннях стиків панелей і на звисах покриття — трьома болтами 5,5/6,3x200-12 тільки по гребнях панелей через наїзник з ущільнювачем.

Між собою панелі в поздовжніх стиках з'єднувати комбінованими заклепками ЗК-10 кроком 300мм (з зовнішньої сторони по гребню замку).

Поздовжні стики між панелями і перехльостування панелей в поздовжньому стику заповнювати при укладанні герметиком ("Еластосил 137-181", "Тіопрол", АМ-05, КБ-05, КГМ-У, Гермобутил-2М), не силіконом.

Облицювальні планки кріпити до панелей заклепками ЗК-10 не рідше 300мм, до примикаючих елементів — самосвердлячими болтами 5,5x19-5 або заклепками ЗК-10 кроком 300мм.

Всі елементи кріплення повинні бути оцинковані або кадмовані.

Для запобігання потраплянню пилу і волокон утеплювача в приміщення, мінераловатні плити, прийняті в якості утеплювача, у вузлах стикувань мають бути в герметичній упаковці з поліетилену, щілі ущільнені монтажною піною.

На роботи по ущільненню стиків повинен бути складений акт.

6. Технологічні вказівки по виконанню стінового огороження поелементної збірки.

Заповнити корита спарених стінових ригелів мінплитою в поліетиленовій упаковці.

Приклеїти з зовнішньої сторони по всім примиканням до сталевих елементів термопрокладки на клейовій основі 3x50.

Закріпити армовану полімерну плівку «гідробар'єр» із зовнішньої сторони корпусу.

Полотнища встановлювати вертикально з перехльостуванням 100 мм.

Закріпити зовнішню обшивку профнастилу С21-990-0,5 з полімерним покриттям RAL 9006 (срібло) самосвердлячими болтами 5,5x19-5, кроком 300 мм на кожному ригелі.

На спарених елементах ригелів болти встановлювати в шахматному порядку.

Перехльостування настилу на горизонтальних стиках — 200 мм.

З'єднувати поздовжні стики (нахльостування) профнастилу комбінованими заклепками ЗК-10, кроком 300 мм. Заклепки встановлювати з зовнішньої сторони по гребням гофр, не порушуючи плівки.

Встановити між ригелями мінераловатні плити утеплювача $\gamma=45$ кг/м³ товщиною 150 мм в упаковці з поліетилену (простір між елементами спарених ригелів заповнюється аналогічною плиткою в поліетиленовій упаковці).

Приклеїти по всім примиканням до сталевих елементів (з внутрішньої сторони корпусу) термопрокладку на клейовій основі 3x50.

Встановити вертикально армовану полімерну плівку «паробар'єр» (полотнища встановлювати з перехльостуванням 100 мм).

Змонтувати внутрішні листи профнастилу С21-990-0,5 з полімерним покриттям RAL 9003 (білий). Кріплення настилу самосвердлячими болтами 5,5x19-5, кроком 300 мм на кожному ригелі (на спарених елементах ригелів болти встановлювати по верхньому і нижньому елементу врозбіжку). Перехльостування настилу на горизонтальних стиках — 200 мм.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							91
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

З'єднати поздовжні стики листів профнастилу комбінованими заклепками ЗК-10 через 300 мм по гребням гофр (без порушення плівки).

Торці листів профнастилу і примикання до вертикальних елементів вікон заповнити монтажною піною.

Укріпити облицювальні планки комбінованими заклепками до профлисту і самосвердлячими болтами до ригелів кроком 300 мм.

В окремих місцях герметизацію стиків виконувати герметиком «Еластосил 137-181», «Тіопрол», АМ-05, КБ-05, КГМ-У, Гермобутил–2М.

Всі елементи кріплення повинні бути оцинковані або кадмовані.

Для запобігання потраплянню пилу і волокон утеплювача в приміщення всі відкриті площини повинні бути ущільнені монтажною піною.

На роботи по ущільненню стиків повинен бути складений акт на приховані роботи.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		92

**ОХОРОНА ПРАЦІ ТА
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Консультант _____ / Касьянова О.М. /

Здобувач _____ / Статкевич М.Б. /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		93

1. Задача охорони праці в будівництві.

Охорона праці є соціально-технічною наукою, яка виявляє та вивчає виробничі небезпеки і професійні шкідливі фактори і розробляє методи їх запобігання або послаблення з ціллю усунення виробничих нещасних випадків і професійних захворювань робітників, а також аварій і пожеж. Головними об'єктами її дослідження є людина в процесі праці, виробниче середовище і обстановка, взаємодія людини з промисловим обладнанням, технологічними процесами, організація праці й виробництва.

Охорона праці — це система законодавчих актів і відповідних ним соціально-економічних, технічних, гігієнічних і організаційних заходів, що забезпечують безпеку, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці.

Відступ від нормального режиму роботи і порушення вимог техніки безпеки можуть призвести до погіршення здоров'я працюючих.

Задача охорони праці — звести до мінімальної ймовірності ураження або захворювання працюючих з одночасним забезпеченням комфорту при максимальній продуктивності праці й максимальному економічному ефекті роботи, що виконується. Реальні виробничі умови характеризуються, як правило, наявністю деяких небезпек і шкоди.

Виробнича небезпека — це можливість впливу на працюючих небезпечних та шкідливих виробничих факторів.

До небезпечних виробничих факторів відносяться такі фактори, вплив котрих на працюючого призводить до травми. До шкідливих виробничих факторів належать такі фактори, вплив яких на працюючого призводить до хвороби.

Випадок з працюючим, пов'язаний із впливом на нього небезпечного виробничого фактору, називають нещасним випадком на виробництві. Погіршення здоров'я в результаті нещасного випадку зазвичай називають травмою.

Явище, що характеризується сукупністю виробничих травм, називається виробничим травматизмом.

Професійне захворювання — це захворювання, що викликане впливом на працюючого шкідливих умов праці. Явище, що характеризується сукупністю професійних захворювань, називають професійною захворюваністю.

Система організаційних і технічних заходів і засобів, що запобігають впливу на працюючих небезпечних виробничих факторів, називають технікою безпеки.

Покращення умов праці, підвищення її безпеки і зниження шкідливості мають велике економічне значення, що позитивно впливає на економічні результати виробництва — продуктивність праці, якість і собівартість створюваної продукції.

Продуктивність праці підвищується завдяки збереженню здоров'я і працездатності людини, економії живої праці шляхом підвищення рівня використання робочого часу, подовженню періоду активної трудової діяльності людини, економії громадської праці шляхом підвищення якості продукції, покращенню використання основних виробничих фондів, зменшенню кількості аварій.

Покращення умов праці й підвищення її безпеки призводять до зниження виробничого травматизму, професійних захворювань, інвалідності, що зберігає здоров'я працюючих і одночасно призводить до зменшення затрат на виплату пільг і компенсацій за роботу в несприятливих умовах праці.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							94
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

2. Небезпечні та шкідливі виробничі фактори на будівельному майданчику.

У відповідності з системою стандартів безпеки праці, котра є основною нормативно-технічною базою охорони праці, умови праці характеризуються відсутністю або наявністю небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

Небезпечним вважається виробничий фактор, вплив котрого на працюючого призводить до травми. Шкідливим вважається виробничий фактор, вплив якого на працюючого призводить до захворювання.

Згідно ГОСТ 12.0.003-74, небезпечні та шкідливі виробничі фактори поділяються на фізичні, хімічні, біологічні й психо-фізіологічні.

До групи фізичних факторів належать:

— Підвищена або знижена температура, відносна вологість і швидкість руху повітря, що викликають тепловий або сонячний удар, бронхіти, обмороження і т.п. Рівні цих факторів регульовані в закритих виробничих приміщеннях і нерегульовані на відкритих будівельних майданчиках. Характерні для будівельно-монтажних робіт, виконуваних в холодний і перехідний періоди року, процесів зі значним виділенням теплової енергії, робіт на кранах, екскаваторах та ін.

— Підвищений або знижений барометричний тиск в робочій зоні, що викликає кесонну хворобу або зовнішній крововилив. Характерний для робіт в гірських умовах або кесонах.

— Підвищені запиленість і загазованість повітряного середовища (тривале вдихання пилу, що містить двоокис кремнію у вільному або зв'язаному стані, вугільного, електрозварювального пилу, хромової аерозолі; загазованість окисом вуглецю, марганцю, двоокисом азоту та ін.), що викликають ураження органів дихання.

Виникають при дробленні і транспортуванні сипучих матеріалів, буропідривних роботах, застосуванні піскоструйних агрегатів, видобутку каменю, азбесту, радіоактивних руд, електрозварних роботах.

— Підвищений рівень шуму на робочому місці, що викликає притуплення слуху (професійна глухота), ларингіти. Характерний для робіт в цехах заводів збірного залізобетону, при використанні пневматичного інструменту, механічній деревообробці, віброзануренні паль і шпунтових огорожень, а також при роботі поблизу вібраційних машин та ін.

— Підвищений рівень вібрації, що викликає неврози, вібраційну хворобу з невідворотними патологічними змінами. Характерний для робіт по віброущільненню бетонної суміші на стаціонарних вібромайданчиках і з використанням ручного віброінструменту, при обслуговуванні технологічного обладнання бетонозмішувальних вузлів, застосуванні пневматичного і електричного віброуючого інструменту і т.д.

— Підвищений рівень іонізуючих випромінювань в робочій зоні, що викликає гострі й хронічні захворювання шкіри. Виникає при роботах по гамма-дефектоскопії і металорентгеноскопії різноманітних конструкцій і вузлів їх з'єднання.

— Підвищений рівень променистої енергії, електромагнітних випромінювань, напруженості магнітного та електричного полів, що викликає хвороби очей.

Зустрічається при електро- та газозварювальних роботах, роботах із застосуванням струмів високої частоти.

— Відсутність або нестача природного світла, недостатня освітленість робочої зони, підвищена яскравість світла, знижена контрастність, пряма і відображена блискість, що викликають послаблення зору, прогресуючу короткозорість, підвищення

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							95
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ймовірності травмування, подразнення слизових оболонок очей. Можливі при виконанні будь-яких видів будівельно-монтажних робіт.

Група хімічних факторів розділяється по характеру впливу на організм людини на загальнотоксичні, подразнюючі, канцерогенні та ін. За шляхом проникнення в організм людини вони діляться на діючі через дихальні шляхи, травну систему, шкірний покрив. До групи хімічних факторів належать підвищена концентрація токсичних речовин і матеріалів, що викликає гострі й хронічні отруєння, пневмосклерози, пухлини на шкірі. Характерно для оздоблювальних, ізоляційних, покрівельних робіт та ін.

До групи психофізіологічних факторів по характеру впливу на працюючих належать:

— Фізичні перенавантаження, що викликають розширення вен, тромбофлебіти, невралгію, хронічні артрити, грижу. Можливі при виконанні завантажувально-розвантажувальних, покрівельних, кам'яних, буропідривних робіт та ін.

— Нервово-психічні перенавантаження (розумове перенапруження, монотонність праці, перенапруження аналізаторів, емоційні перенавантаження), що викликають розлади нервової системи та інші супутні захворювання.

До небезпечних виробничих факторів належать:

— Технічні (недосконалість технології, конструктивні недоліки захисних і огорожувальних приладів і пристроїв, поломки машин, механізмів та інструменту, обвал конструкцій, падіння з висоти через відсутність захисних пристроїв та ін.);

— Організаційні (неякісна проектно-технологічна документація, допуск до роботи непроінструктованих і ненавчених робітників, використання робітників не за спеціальністю і кваліфікацією, порушення режиму праці та ін.);

— Персональні (порушення вимог безпеки, нехтування особистою безпекою, невикористання засобів індивідуального й колективного захисту працюючими і т.п.).
Небезпечні виробничі фактори виявляються і оцінюються шляхом натурних обстежень стану охорони праці.

Фактичні рівні шкідливих виробничих факторів порівнюють з їхніми нормативними значеннями: рівень вібрації — ДСН 3.3.6.039-99, рівень шуму — ДСН 3.3.6.037-99, температура, відносна вологість, швидкість руху повітря, наявність пилу, газу — ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007, освітленість — ДБН В.2.5-28:2018. Ці рівні не мають перевищувати граничних мінімально допустимих нормативних значень.

3. Техніка безпеки під час монтажу металевих конструкцій.

До виконання монтажних робіт допускаються кваліфіковані робітники не молодше 18 років, котрі пройшли медичний огляд, навчання по типовим програмам, здали екзамен і пройшли відповідні інструктажі з охорони праці.

До самостійного виконання монтажних робіт допускаються монтажники, котрі мають стаж робіт не менше одного року і тарифний розряд не нижче 4-го.

При виконанні робіт на діючому підприємстві повинен бути проведений інструктаж за участі робітників цього підприємства, відповідальних за охорону праці.

До роботи по стропуванню конструкцій допускаються атестовані робітники, котрі мають посвідчення на право виконання стропувальних робіт.

Монтажники зобов'язані:

- виконувати правила внутрішнього трудового розкладу, вимоги даної інструкції;
- не допускати сторонніх осіб на своє робоче місце;
- працювати тільки справним інструментом і пристроями;
- користуватись виданим спецодягом, спецвзуттям та випробуваними засобами

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							96
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

індивідуального захисту;

- курити в спеціально відведених місцях;
- дотримуватись технологічної дисципліни;
- виконувати правила техніки безпеки, виробничої санітарії та гігієни праці.

Забороняється допуск сторонніх осіб, а також робітників у нетверезому стані на територію будівельного майданчику, у виробничі, санітарно-побутові приміщення і на робочі місця.

Всі особи, що знаходяться на будівельному майданчику, зобов'язані носити захисні каски. Робітники без захисних касок та інших необхідних засобів індивідуального захисту до виконання робіт не допускаються.

Будівельний майданчик, ділянки робіт, робочі місця, проїзди і проходи до них в темний час доби повинні бути освітлені у відповідності з нормами. Освітлення повинно бути рівномірним, без засліплюючої дії освітлювальних приладів на робітників. Виконання робіт в неосвітлених місцях не допускається.

Монтажники повинні:

- дотримуватись протипожежного режиму і вміти застосовувати первинні засоби гасіння пожежі;
- у випадку виявлення несправності обладнання, пристроїв, сповістити бригадира або майстра (виконроба) або іншого робітника, відповідального за виконання даного виду робіт;
- знати і вміти застосовувати прийоми і методи надання першої допомоги постраждалим від нещасних випадків.

Перед початком роботи монтажнику необхідно:

- вдягнути спецодяг, перевірити його справність і відсутність дефектів;
- вдягнути запобіжний пояс. Він не повинен мати пошкоджень, деформацій або розриву вузлів і елементів, що встановлюються зовнішнім оглядом. Запобіжний пояс, що не має клейма з датою періодичного випробування, до експлуатації не допускається. Запобіжний пояс має проходити випробування кожні 6 місяців статичним навантаженням 400 кг тривалістю 5 хв.;
- пройти у майстра (виконроба) інструктаж про безпечні методи і прийоми роботи, послідовності виконання виробничого завдання. Ознайомитись з проектом виконання робіт;
- оглянути робоче місце, перевірити і розмістити інструмент, обладнання, пристрої і оснащення для тимчасового кріплення конструкцій, передбачаючи вільні проходи (у відповідності з технологічною картою).

При виконанні монтажних робіт забороняється:

- знімати стропи зі встановлюваного елемента до закріплення його по проекту;
- переміщувати вантаж над людьми і приміщеннями, в яких працюють люди;
- піднімати вантаж, засипаний землею, закладений іншими предметами;
- піднімати елементи і конструкції, маса яких невідома;
- застосовувати немарковану і пошкоджену тару;
- знімати тимчасове кріплення до постійного закріплення конструкції по проекту;
- перехід монтажників по встановленим елементам і конструкціям, що не мають огорожень, і перебування на них;
- допускати перекручування, вузли, петлеподібні заломы сталевих канатів при стропуванні вантажів.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							97
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Заходи, що виконуються при сильному дощі, грозі, тумані:

- роботу кранів та інших механізмів, що знаходяться поза будівлями, необхідно призупинити;
- не допускається виконання монтажних робіт на висоті й відкритих майданчиках;
- водовідвідні канали на будівельному майданчику повинні бути очищені, необхідно застосувати міри по влаштуванню водозахисних валів із ґрунту біля котлованів, входів і віконних проємів підвалів.

4. Електробезпека.

При влаштуванні електричних мереж на будівельному майданчику необхідно передбачити можливість відключення усіх електроустановок в межах окремих об'єктів і ділянок робіт.

При перенесенні вишок обов'язково відключити напругу як на рубильнику, встановленому на вищці, так і на ввідному рубильнику.

Кабель від опори до силової шафи укласти в землі на глибині 0,7м. Прожекторні вишки підключити 4-х жильним кабелем типу КРПС 3х2,5+1х1,5 (четверта жила служить для заземлення) і заземлити згідно інструкції. Роботи, пов'язані з приєднанням і від'єднанням проводів, ремонтом, профілактикою і випробуванням електроустановок, повинні виконуватись електротехнічним персоналом, що має відповідну кваліфікаційну групу з електробезпеки.

Світильники загального освітлення напругою 127 і 220 В встановити на висоті не менше 2,5 м від рівня землі. При висоті підвісу менше 2,5м світильники під'єднати до мережі напругою не вище 42В.

Електрозварювальні роботи проводити у відповідності з вимогами ДБН А.3.2-2-2009. Робота стрілових кранів, екскаваторів, навантажувачів та інших будівельно-дорожніх машин безпосередньо під проводами діючої повітряної електролінії будь-якого напруження забороняється.

До початку експлуатації електрообладнання і електропроводки перевірити справність заземлення, кабелів і обладнання спеціалізованою лабораторією з отриманням актів замірів.

5. Протипожежна безпека.

Наказом по БМК призначити особу, відповідальну за стан пожежної безпеки, що пройшла навчання і перевірку знань у встановленому порядку.

Робітників, що поступають на будівництво проінструктувати про міри пожежної безпеки і діях у випадку виникнення пожежі, а також про вміння застосовувати первинні засоби гасіння пожежі.

Розпалювати вогнища на будмайданчику забороняється. Курити дозволяється лише в спеціально відведених місцях, обладнаних бочками або урнами, наповненими водою. Дороги і проїзди не захарашувати будівельними матеріалами, обладнанням або механізмами. В належних місцях вивесити попереджувальні і заборонні знаки, що відповідають нормам пожежної безпеки.

Горючі будівельні матеріали, стружку, тирсу і т.д. щоденно видаляти з будівельних майданчиків у спеціально відведені місця, котрі повинні знаходитись на відстані 50м від складів лісоматеріалів, будівель і споруд.

Освітлення приміщень в неробочий час, окрім чергового, повинно бути вимкнене, а мережа знеструмлена.

З ціллю швидкого оповіщення про пожежу і виклику пожежної охорони, забезпечити доступ до телефону в будь-який час доби.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							98
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Під час виконання електрозварювальних і газополум'яних робіт необхідно виконувати вимоги ДБН А.3.2-2-2009.

Місця виконання електрозварювальних і газополум'яних робіт повинні бути звільнені від горючих матеріалів в радіусі не менше 5м, а від вибухонебезпечних матеріалів і установок — 10м.

Балони з киснем і горючими газами зберігати в одному приміщенні заборонено.

Генпідряднику вивозити сміття в спеціально відведене місце для утилізації.

6. Зведений аналіз небезпечних і шкідливих факторів, що можуть виникнути при будівництві та експлуатації об'єкта, що проектується.

№ з/п	Найменування факторів	Види робіт	Кількісна оцінка	Посилання на пункт нормативного документу
1	2	3	4	5
1	Обвалення ґрунту в котлован	Земляні роботи	Ґрунти: Рослинний =0,3м супісок = 3,0м hф= -1.1 м	ДБН А.3.2-2-2009, Розділ 10
2	Падіння з висоти людей	Земляні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні: зовнішні - внутрішні Ізоляційні: - фундаменти - покрівля	h=3м h=12м h=13.85м h=12м h=12м h=2,3м h=13.85м	ДБН А.3.2-2-2009: Розділ 10 Розділ 12 Розділ 15 Розділ 16 Розділ 16
3	Падіння з висоти матеріалів та конструкцій	Земляні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні: зовнішні - внутрішні Ізоляційні: - фундаменти - покрівля	h=1м h=13.85м h=13.85м h=13.85м h=4,40м h=2,1м h=13.85м	ДБН А.3.2-2-2009: Розділ 10 Розділ 12 Розділ 15 Розділ 16 Розділ 16
4	Вантажопідіймальні машини	КТА-50	Rм.з= 14,64 м Rн.з=20 м Rнз=1/4*9,05=2,26м	ДБН А.3.2-2-2009: Таблиця Е.1
5	Транспортні машини і механізми	Перевезення матеріалів та конструкцій	R=12м V1=10 км/год V2=5км/год	ДБН А.3.2-2-2009: Розділи 7, 8
6	Шкідливі фактори виробничого середовища	Електрозварювальні роботи: - пил. Покрівельні й опоряджувальні роботи, -SO3; -CO; -NO2; -ацетон	Концентрація в повітрі: 0,15мг/м3 5мг/м3; 20мг/м; 5мг/м3; 0,1мг/м3	ДСТУ-Н Б А.3.1-16:2013 ГОСТ 12.1.005-88

7	Недостатній рівень природнього освітлення	Автошляхи Земляні Бетонні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні: зовнішні - внутрішні Ізоляційні: - фундаменти - покрівля	2 лк 10 лк 30 лк 30 лк 30 лк 50 лк 150 лк 30 лк 30 лк	ДБН В.2.5-28-2018 [37] ДСТУ Б.А.3.2- 15:2011
8	Вібрація	Машини, механізми Ущільнення бетонних сумішей	V1=0,04 м/с v2=0,02 м/с	ДСН 3.3.6.039-99
9	Електричний струм	Електромонтажні Електрозварювальні Механізми, машини Освітлення	220 В, 380 В 6000/380 В 220 В, 380 В 220 В	ДБН А.3.2-2-2009ДСТУ Б.А.3.2- 13:2011 НПАОП 40.1-1.21- 98 ДБН В.2.5-28-2018[37]
10	Виробничий шум	Земляні Палі Бетонні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні: зовнішні - внутрішні Ізоляційні: - фундаменти покрівля	<70дБ <70дБ <60дБ <70дБ <60дБ <60дБ <75дБ <60дБ <60дБ	ДСН 3.3.6.037-99
11	Вплив факторів мікроклімату	Земляні Бетонні Монтажні Покрівельні Опоряджувальні: зовнішні - внутрішні Ізоляційні: фундаменти - покрівля Термічна дія: зварка ізоляція	V<12м/с V<12м/с V<12м/с V<10м/с V<10м/с V<5м/с V<10м/с V<10м/с, 20000С 1800С	ДБН А.3.2-2-2009 ГОСТ 12.1.005-88 ДСН 3.3.6.042-99
12	Виробничий пил	Вантажно розвантажувальні: - пил - цемент	ГДК=18 г/м3 ГДК=10мг/м3	ГОСТ 12.1.005-88
13	Атмосферна електрика	Захист від блискавки	Ккат=II РБС =0,99	ДСТУ Б В.2.5- 38:2008
14	Протипожежна безпека	Захист від пожежі	Квог=II Кп/в=В	ДБН В.1.1-7-2016[28] ДБН В.1.2-7-2008ДБН Б.В.1.1.- 36:2016

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							100
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

7. Висновок.

За результатами проведеного аналізу шкідливих і небезпечних факторів при виконанні земляних, монтажних, покрівельних і опоряджувальних робіт враховано небезпечну дію обвалення ґрунту, ураження електричним струмом, падіння з висоти та ін.

Аналіз був виконаний на підставі актуальної нормативної бази щодо безпеки виконання даних видів робіт, що діє на території України. Було продемонстровано шкідливий вплив цих факторів на життя, здоров'я і працездатність персоналу, що задіяний при виконанні даних видів робіт.

Заходи, спрямовані на зменшення ризику виникнення професійних захворювань та травмування на об'єкті:

1. Зменшення впливу високих температур, по можливості заборона працювати на відкритому повітрі з температурою вище 37°C, забезпечення працівників холодною питною водою на робочому місці, постійне стеження за погодними умовами.

2. Зменшення впливу підвищеного вмісту шкідливих речовин у повітрі робочої зони: вдосконалення технологічного процесу та обладнання, автоматизація і дистанційне керування технологічним процесом, герметизація виробничого обладнання.

3. При виконанні земляних робіт необхідний систематичний нагляд за станом укосів і виїмок. За допомогою екскаватора потрібно завантажувати ґрунт у самоскид ззаду або збоку, під час завантаження ґрунту заборонено перебувати між екскаватором і самоскидом. Заборонено виконувати інші види робіт у межах дії робочого механізму землерийних машин.

4. Під час роботи на висоті, за відсутності риштувань, на висоті більш ніж 1,3м необхідно використовувати запобіжні пояси. Працівники, що працюють на висоті, мають пройти медичний огляд і отримати дозвіл лікаря на виконання робіт.

5. Під час роботи на висоті необхідно уважно слідкувати за тим, щоб не впустити з рук інструмент або матеріал, який може нанести шкоду людям, що перебувають внизу. Прохід внизу під час виконання робіт має бути заборонений, для цього майданчик, на якому знаходиться робітник, що працює на висоті, має бути огорожений і на ньому мають бути розміщені відповідні плакати.

6. Устаткування під напругою має бути заземлене. Всі роботи з електропроводки та пересування електрообладнання мають проводитись електриками, ознайомленими з правилами техніки безпеки під час монтажу, експлуатації, ремонту та демонтажу електрообладнання.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							101
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

ЕКОНОМІКА БУДІВНИЦТВА

Консультант _____ / **Рудь К.М.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							102
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Будівля складу промислових товарів з металевим каркасом у м.Бориспіль Київської обл.
(найменування будівництва)

Локальний кошторис № 001

На загальнобудівельні роботи з будівництва
(найменування робіт і затрат, найменування об'єкту)

Основа: креслення (специфікація) № _____

Кошторисна вартість	10958,623	тис. грн.
Кошторисна трудомісткість	152,099	тис. люд.г.
Кошторисна заробітна плата	509,020	тис. грн.
Середній розряд робіт		розряд

Складений в поточних цінах за станом на « ___ » _____ р.

№ зп	Шифр і № позиції нормативу	Найменування робіт і затрат, одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниць, грн		Загальна вартість, грн			Затрати праці робітників не зайнятих обслуговуванням машин				
				Всього	Експлуатація машин	Всього	Заробітної плати	Експлуатація машин	обсл. машини люд.-год.				
									в т.ч. зар. плати	в т.ч. зар. плати	на один.	Всього	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11			
1	УПБ 1-1	Розробка ґрунту бульдозерами потужністю 79 кВт [108 к.с.] при переміщенні ґрунту до 10 м, група ґрунтів: 1, 1000м3	30,52	298,64	298,64	9114,49	0,00	9114,49	0,00	0,00			
				0,00	39,64						1209,81	12,34	376,62
2	УПБ 1-1	Засипання траншей і котлованів бульдозерами потужністю 59 кВт [80 к.с.] при переміщенні ґрунту до 5 м, група ґрунтів:1, 1000м3	1,411	295,87	295,87	417,47	0,00	417,47	0,00	0,00			
				0,00	40,24						56,78	11,75	16,58
3	УПБ 1-1	Ущільнення ґрунту пневматичними трамбівками, група ґрунтів:1, 100м3 ущільненого ґрунту	14,11	111,67	71,65	1575,66	564,68	1010,98	18,36	259,06			
				40,02	10,95						154,50	4,45	62,79
4	УПБ 3-5	Монтаж віконних блоків сталевих з нащільниками із сталі при висоті будівлі до 50 м, 1т конструкцій	106	1056,87	365,89	111605,47	35410,85	38637,98	128,48	13567,49			
				335,33	52,79						5574,62	8,84	933,50
				0,4	15250						6100,00		
				7,2	7000						50400,00		
				105,6	2486						262521,60		
0,31	8300	2573,00											
5	УПБ 3-5	Монтаж колон одноповерхових і багатоповерхових будівель і кранових естакад висотою до 25 м складеного перерізу, маса колон: до 5т, 1т конструкцій	189,5	175,09	122,93	33176,05	7266,56	23292,78	16,32	3092,31			
				38,35	20,58						3899,50	4,02	761,71
				189,48	2486						471047,28		
6	УПБ 3-5	Монтаж в'язей і розпорок із одинарних і парних кутиків, гнutoзварних	31,20	444,22	229,23	13859,66	6318,00	7151,98	90,40	2820,48			

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

		профільві для прогонів: більше 24 м при висоті будівлі до 25 м, 1т конструкцій		202,50	36,53			1139,74	12,47	389,06
		Сталеві конструкції, 1т	3,12	2486		7756,32				
7	УПБ 3-5	Монтаж кроквяних і підкроквяних ферм на висоті до 25 м прогоном до 24 м, масою: до 5т, 1т конструкцій	202	240,24	169,73	48441,99	11273,69	34224,36	24,96	5032,93
		Сталеві конструкції, 1т	201,64	2486		501277,04		5716,49	10,33	2082,94
		Сталеві конструкції, 1т	107,5	2486		267245,00				
8	УПБ 3-5	Монтаж прогонів при кроці ферм до 12 м, висота будівлі: до 25м, 1т конструкцій	90,30	159,72	96,98	14422,72	4562,86	8757,29	22,56	2037,17
		Сталеві конструкції, 1т	90,3	2486		224485,80		1417,71	2,86	258,26
9	УПБ 8	Монтаж покрівельного покриття і стінового огороження із тришарових панелей при висоті будівлі: до 25м, 100м2 покриття	282,7	671,47	454,63	189804,42	41970,84	128510,26	64,00	18090,88
		Теплоізоляційні матеріали, м3	0,34	7000		2380,00		22189,60	28,24	7982,60
		Багатошарові стінові панелі з обшивкою із профільованого листа, м2	28267	140		3957380,00				
10	УПБ 3-5	Монтаж каркасів воріт великопрогонних зданий, ангарів та ін. без механізмів відкривання, 1т конструкцій	4,50	1013,62	702,80	4561,29	766,08	3162,60	66,24	298,08
		Болти будівельні з гайками і шайбами, т	0,01	15250		152,50		381,51	13,04	58,68
		Сталеві конструкції, т	4,5	2486		11187,00				
11	УПБ 2-1	Влаштування залізобетонних фундаментів загального призначення під колони, об'єм: до 10м3, 100м3 з.б. в ділі	4,89	19114,80	1980,79	93471,37	5178,22	9686,06	485,75	2375,32
		Арматура, 3,3 т	0,694	2762	349,33	1916,83		1708,22	88,24	431,49
12	УПБ 2-1	Влаштування бетонної підготовки, 100м3 бетону в ділі	62,840	14937,70	409,09	938685,07	24601,86	25707,22	195,75	12300,93
				391,50	70,83			4450,96	17,66	1109,75
13	УПБ 2-1	Укладка фундаментів під колони при глибині котловану до 4 м, маса конструкцій: більше 3,5т, 100шт. конструкцій	0,14	5878,44	4955,34	822,98	129,23	693,75	403,10	56,43
		Збірні залізобетонні конструкції, 100 шт.	0,14	40950	860,27	5733,00		120,44	190,00	26,60
14	УПБ 9-1	Влаштув. гідроізоляції обмазувальної: в один шар, товщиною 2 мм, 100м2 ізолюваної поверхні	12,380	405,74	37,62	5023,06	1330,73	465,74	38,39	475,27
				107,49	7,89			97,68	2,72	33,67
15	УПБ 9-1	Влаштування стяжок бетонних товщиною 20 мм, 100м2 стяжки	207,4	583,75	8,85	121046,40	23983,26	1835,14	57,83	11991,63
				115,66	1,86			385,69	5,44	1128,04
16	УПБ 6-2	Засклення склом віконним сталевих перепльотів промислових будівель стінових, 100м2 сталевих перепльотів	2,14	2016,58	6,70	4319,51	335,14	14,35	71,77	153,73
				156,46	1,99			4,26	0,78	1,67

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							104
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

17	УПБ 9-1	Фарбування фасадів з риштувань з підготовкою поверхні, 100м2 фасаду	0,58	35,57 20,86	2,20 0,66	20,63	12,10	1,28 0,38	9,57 0,26	5,55 0,15
18	УПБ 9-1	Просте фарбування по штукатурці та збірним конструкціям, підготовленим під фарбування стін, 100м2 фарбованої поверхні	216,15	256,67 69,06	3,55 1,07	55479,22	14927,32	767,33 231,28	31,68 0,42	6847,63 90,78
		Всього прямі затрати в тому числі				10467470,47	249522,45	612818,57 94154,51		110360,51 28350,25
		- вартість матеріалів, виробів і конструкцій				9605129,45				
		- всього заробітна плата					343676,96			
		Загальновиробничі витрати				491152,13				
		Трудомісткість в Загальновиробничих витратах								13388,10
		Заробітна плата в Загальновиробничих витратах					165342,98			
		Всього по кошторису				10958622,60				
		Кошторисна трудомісткість								152098,86
		Кошторисна заробітна плата					509019,94			
		ЗВВ =	4,69	%						
		Тр =	1,39	%						
		Зп =	4,64	%						
		середня зар. плата	2,4776517	грн. л-год.						

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							105
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Локальний кошторисний розрахунок № 1
на загальнобудівельні роботи з будівництва

(найменування об'єкту)

№ з/п	Найменування конструктивних елементів і видів робіт по розділам	Кошторисна вартість, тис. грн.			В тому числі	
		Прямі затрати	Загально-виробничі витрати	Всього	Кошторисна зарплата, тис. грн.	Кошторисна трудомісткість, тис. л-год.
1	2	3	4	5	6	7
1	Земляні роботи	126,37	5,93	132,30	6,15	1,84
2	Фундаменти	940,79	44,14	984,93	45,75	13,67
3	Стіни	1558,62	73,13	1631,75	75,79	22,65
4	Каркас	4844,35	227,31	5071,65	235,57	70,39
5	Драбини	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Прорізи	674,00	31,63	705,62	32,78	9,79
7	Підлоги	1642,87	77,09	1719,95	79,89	23,87
8	Перегородки	519,54	24,38	543,92	25,26	7,55
9	Покрівля	2288,78	107,39	2396,17	111,30	33,26
10	Ліхтарі	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Оздоблювальні роботи	84,25	3,95	88,20	4,10	1,22
12	Інші роботи	421,25	19,77	441,01	20,48	6,12
	Всього	13100,80	614,71	13715,52	637,08	190,36

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							106
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Локальний кошторисний розрахунок № 2
на внутрішні санітарно-технічні роботи з будівництва

(найменування об'єкту)

Об'єм будівлі: 433382,40 м3

№ з/п	Найменування робіт	Кошторисні прямі затрати одиниці, грн.	Об'єм будівлі, тис. м3	Сума прямих затрат, тис. грн.
1	Опалення	1,25	433,38	541,73
2	Вентиляція	1,44		624,07
3	Водопровід	0,74		320,70
4	Каналізація	1,74		754,09
5	Гаряче водопостачання	-		-
6	Паро- і газопостачання	0,37		160,35

Всього по кошторисному розрахунку прямих затрат: 2400,94 тис. грн.
 Загальновиробничі витрати: 112,66 тис. грн.
 Кошторисна вартість: 2513,59 тис. грн.
 Кошторисна заробітна плата: 111,52 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість: 33,32 тис. люд-г.

Локальний кошторисний розрахунок № 3

(найменування об'єкту)

Об'єм будівлі: 433382,4
0 м3

№ з/п	Найменування робіт	кошторисна вартість одиниці, грн.	Об'єм будівлі, тис. м3	Загальна кошторисна вартість, тис. грн.
1	Електромонтажні роботи	2,10	433,38	910,10
2	Слабкострумкові мережі й пристрої	1,72		745,42

Кошторисна вартість: 1655,52 тис. грн.
 Кошторисна заробітна плата: 76,90 тис. грн.
 Кошторисна трудомісткість: 22,98 тис. люд-г.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							107
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Локальний кошторисний розрахунок № 4
на придбання і монтаж виробничо-технологічного обладнання

Кошторисна вартість обладнання визначається за формулою:

$$C_{\text{облад}} = C_{\text{бмр}} \cdot K1 = 13184,61 \cdot 0,6 = 7910,766 \text{ тис. грн.}$$

де $C_{\text{бмр}}$ – кошторисна вартість БМР за локальним кошторисним розрахунком №1, тис. грн.;

$K1$ - % від кошторисної вартості БМР.

Кошторисна вартість монтажу обладнання визначається за формулою:

$$C_{\text{монтажу}} = C_{\text{облад}} \cdot K2 = 7910,766 \cdot 0,15 = 1186,61 \text{ тис. грн.}$$

де $K2$ - % від вартості обладнання.

Кошторисні інші затрати з монтажу обладнання визначаються за формулою:

$$C_{\text{ін}} = C_{\text{бмр}} \cdot K3 = 13184,61 \cdot 0,02 = 263,69 \text{ тис. грн.}$$

де $K3$ - % від кошторисної вартості БМР.

Кошторисна заробітна плата визначається за формулою:

$$ЗП_{\text{кош}} = C_{\text{монтажу}} \cdot Зп = 1186,61 \cdot 0,0464 = 55,06 \text{ тис. грн.}$$

де $Зп$ – відсотковий показник кошторисної заробітної плати.

Кошторисна трудомісткість визначається за формулою:

$$Тр_{\text{кош}} = C_{\text{монтажу}} \cdot Тр = 1186,61 \cdot 0,0139 = 16,49 \text{ тис. л-год.}$$

де $Тр$ – відсотковий показник кошторисної трудомісткості.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							108
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Об'єктний кошторис

Кошторисна трудомісткість
Кошторисна заробітна плата
Вимірювач одиничної вартості

246,66 тис. грн.
825,50 тис. грн.
грн.

№ зп	Номери кошторисів і розрахунків	Найменування робіт і затрат	Кошторисна вартість, тис. грн.					Кошт. трудо-місткість, тис. люд-г	Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	Показники одиничної вартості
			Будівель-них робіт	монтажних робіт	облад., меблів та ін-рю	інших затрат	всього			
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1.	Локальний кошторисний розрахунок №1	Загальнобудівельні роботи	13100,80	-	-	-	13100,80	190,36	637,08	30,23
2.	Локальний кошторисний розрахунок №2	Внутрішні санітарно-технічні роботи	2400,94	-	-	-	2400,94	33,32	111,52	5,54
3.	Локальний кошторисний розрахунок №3	Внутрішні електромонтажні роботи	-	1655,52	-	-	1655,52	22,98	76,90	3,82
4.	Локальний кошторисний розрахунок №4	Придбання і монтаж виробничо-технологічного обладнання	-	1186,61	7910,77	263,69	7910,77	16,49	55,06	18,25
		Всього за кошторисом	15501,74	1655,52	7910,77	0,00	25068,03	246,66	825,50	

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							109
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Затверджено:

Зведений кошторисний розрахунок в

сумі:

65404,03 тис. грн.

В тому числі зворотних сум:

88,33 тис. грн.

« _____ » _____ 20__ р.

Зведений кошторисний розрахунок
Вартості будівництва № _____

(найменування будівництва)

№ з/п	Номери кошторисів і кошторисних розрах.	Найменування глав, об'єктів, робіт і затрат	Кошторисна вартість, тис. грн.			Інші витрати	Загальна кошторисна вартість, тис. грн.
			Будівельних робіт	Монтажних робіт	Обладнання, меблів та інвентарю		
1	2	3	4	5	6	7	8
1		Глава 1. Підготовка території будівництва	387,54	41,39	-	-	428,93
		Всього за гл. 1	387,54	41,39			428,93
2	Об'єктний кошторис №02-01	Глава 2. Основні об'єкти будівництва	15501,74	1655,52	7910,77	0,00	25068,03
		Всього за гл. 2	15501,74	1655,52	7910,77	0,00	25068,03
3		Глава 3. Об'єкти підсобного і обслуговувального призначення	3875,44	413,88	1977,69	0,00	6267,01
		Всього за гл. 3	3875,44	413,88	1977,69	0,00	6267,01
4		Глава 4. Об'єкти енергетичного хазайства	930,10	99,33	474,65	0,00	1504,08
		Всього за гл. 4	930,10	99,33	474,65	0,00	1504,08
5		Глава 5. Об'єкти транспортного хазайства і зв'язку	620,07	66,22	316,43	0,00	1002,72
		Всього за гл. 5	620,07	66,22	316,43	0,00	1002,72
6		Глава 6. Зовнішні мережі і споруди водопостачання, каналізації, теплопостачання і газопостачання	1937,72	206,94	988,85	0,00	3133,50
		Всього за гл. 6	1937,72	206,94	988,85	0,00	3133,50
7		Глава 7. Благоустрій і озеленення території	930,10	99,33	-	-	1029,44
		Всього за гл. 7	930,10	99,33	-	-	1029,44
		Всього за главами 1-7	24182,72	2582,61	11668,38	0,00	38433,71

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»		110
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

8		Глава 8. Тимчасові будівлі і споруди	532,02	56,82	-	-	588,84
		Всього за гл. 8	532,02	56,82	-	-	588,84
		Всього за главами 1-8	24714,74	2639,43	11668,38	0,00	39022,55
9	ДБН Д.1.1-1-2000	Глава 9. Інші роботи і витрати	-	-	-	0,00	0,00
		- додаткові витрати на зимове подорожчання	133,46	14,25	-	-	147,71
		- додаткові витрати при виконанні БМР в літній період	86,50	9,24	-	-	95,74
		Всього за гл. 9	219,96	23,49	-	0,00	243,45
		Всього за главами 1-9	24934,70	2662,92	11668,38	0,00	39266,00
10		Глава 10. Утримання служби замовника і авторський нагляд	-	-	-	1374,31	1374,31
		Всього за гл. 10	-	-	-	1374,31	1374,31
11		Глава 11. Підготовка експлуатаційних кадрів	-	-	-	785,32	785,32
		Всього за гл. 11	-	-	-	785,32	785,32
12		Глава 12. Проектні та вишукувальні роботи	-	-	-	1570,64	1570,64
		Всього за гл. 12	-	-	-	1570,64	1570,64
		Всього за главами 1-12	24934,70	2662,92	11668,38	3730,27	42996,27
		Кошторисний прибуток (П)	2145,68	229,15	-	-	2374,83
		Засоби на покриття адміністративних витрат будівельно-монтажних організацій (АВ)	-	-	-	222,00	222,00
		Засоби на покриття ризику всіх учасників будівництва (Р)	-	-	-	1547,87	1547,87
		Засоби на покриття затрат, пов'язаних з інфляційними процесами (І)	-	-	-	7304,43	7304,43
		Всього (гл.1-12+П+АВ+Р+І)	27080,38	2892,07	11668,38	12804,56	54445,39
		Податки, збори, обов'язкові платежі, встановлені діючим законодавством і не враховані складовими вартості будівництва (без ПДВ):	-	-	-	-	-

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА		Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»		111
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата			

		- земельний податок	-	-	-	54,45	54,45
		- комунальний податок	-	-	-	3,52	3,52
		Всього	27080,38	2892,07	11668,38	12862,53	54503,36
		Податок на додану вартість (20%)	5416,08	578,41	2333,68	2572,51	10900,67
		Всього за зведеним кошторисним розрахунком	32496,46	3470,48	14002,06	15435,03	65404,03
	ДБН Д.1.1-1-2000, п.2.8.18.1	Зворотні суми	-	-	-	-	88,33

СПЕЦІАЛЬНА ЧАСТИНА

Консультант _____ / **Склярів І.О.** /

Здобувач _____ / **Статкевич М.Б.** /

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							113
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		



Розрахунок прогону покриття із гофро-профілю

Ухил покрівлі $\alpha := 6\text{deg}$

Довжина прогону $L := 11.5\text{m}$

Крок прогонів (в площині скату): $d := 2\text{m}$ (в плані $d \cdot \cos(\alpha) = 1.989\text{m}$)

Граничний прогин прогону покриття: $f_u := \frac{1}{200}$

Прийнятий переріз:

$t_w := 2\text{ мм}$ товщина стінки

$h_w := 333\text{ мм}$ висота стінки

Ширина поясів

$b_{f1} := 180\text{ мм}$ ($b_{f2} := b_{f1}$)

Товщина поясів

$t_{f1} := 5\text{ мм}$ ($t_{f2} := t_{f1}$)



Профіль = "WTA333-180x5"

$E := 2.06 \cdot 10^5 \text{ МПа}$

модуль пружності

Полиці - сталь С245

$R_y := 240 \text{ МПа}$

розрахунковий опір сталі поясу

Стінка - сталь С235

$R_{y,w} := 215 \text{ МПа}$

розрахунковий опір сталі стінки

$R_s := 0.58 \cdot R_{y,w}$ $R_s = 124.7 \text{ МПа}$ Розрахунковий опір стінки (зсув)

$\gamma_c := 1$

коефіцієнт умов роботи елемента



Розрахунок геометричних характеристик перерізу:

$A_{f1} := b_{f1} \cdot t_{f1}$ $A_{f1} = 9 \cdot \text{см}^2$ площа перерізу (брутто) 1 поясу

$A_{f2} := b_{f2} \cdot t_{f2}$ $A_{f2} = 9 \cdot \text{см}^2$ площа перерізу (брутто) 2 поясу

$A_f := A_{f1} + A_{f2}$ $A_f = 18 \cdot \text{см}^2$ загальна площа перерізу поясів (брутто)

$A_{\text{послабл1}} := 0$ площа послаблення перерізу 1 поясу

$A_{\text{послабл2}} := 0$ площа послаблення перерізу 2 поясу

$A_{f,n1} := A_{f1} - A_{\text{послабл1}}$ $A_{f,n1} = 9 \cdot \text{см}^2$ площа перерізу (нетто) 1 поясу

$A_{f,n2} := A_{f2} - A_{\text{послабл2}}$ $A_{f,n2} = 9 \cdot \text{см}^2$ площа перерізу (нетто) 2 поясу

$A_{fn} := A_{f,n1} + A_{f,n2}$ $A_{fn} = 18 \cdot \text{см}^2$ загальна площа перерізу поясів (нетто)

$\rho_n := 7850 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}^3} \cdot (A_{f1} + A_{f2} + 1.148 \cdot h_w \cdot t_w)$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

$$\rho_n = 20.13 \cdot \frac{\text{кг}}{\text{м}} \quad \text{маса погонного метра профілю}$$

Відстань між центрами тяжіння поясів двотавра

$$h := h_w + \frac{t_{f1}}{2} + \frac{t_{f2}}{2} \quad h = 338 \cdot \text{мм}$$

Відстань від центру тяжіння перерізу з двох поясів нетто до осі відповідного поясу

$$y_1 := \frac{A_{f,n2} \cdot h}{A_{fn}} \quad y_1 = 169 \cdot \text{мм} \quad y_2 := \frac{A_{f,n1} \cdot h}{A_{fn}} \quad y_2 = 169 \cdot \text{мм}$$

Моменти інерції перерізу:

$$I_{xn} := A_{f,n1} \cdot y_1^2 + A_{f,n2} \cdot y_2^2 \quad I_{xn} = 5141 \cdot \text{см}^4$$

$$I_{yn1} := \frac{t_{f1} \cdot b_{f1}^3}{12} \quad I_{yn1} = 243 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції 1-го поясу}$$

$$I_{yn2} := \frac{t_{f2} \cdot b_{f2}^3}{12} \quad I_{yn2} = 243 \cdot \text{см}^4 \quad \text{— момент інерції 2-го поясу}$$

$$I_{yn} := I_{yn1} + I_{yn2} \quad I_{yn} = 486 \cdot \text{см}^4$$

Радіус інерції перерізу:

$$i_x := \sqrt{\frac{I_{xn}}{A_f}} \quad i_x = 16.9 \cdot \text{см} \quad i_y := \sqrt{\frac{I_{yn}}{A_f}} \quad i_y = 5.196 \cdot \text{см}$$

$$i_{y1} := \sqrt{\frac{I_{yn1}}{A_{f1}}} \quad i_{y1} = 5.196 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 1-го поясу}$$

$$i_{y2} := \sqrt{\frac{I_{yn2}}{A_{f2}}} \quad i_{y2} = 5.196 \cdot \text{см} \quad \text{— радіус інерції 2-го поясу}$$



Збір постійного навантаження на покриття

№з/п	Найменування	Характеристичне значення на горизонтальну проекцію, кг/м ²	γ_{fm}	γ_{fe}	Розрах. граничне значення, Па	Розрах. експлуатаційне значення, Па
1	Сендвіч-панель покриття П120МВ-0,7П	24	1.3	1	305.8	235.2
2	Вага прогону покриття	10.12	1.05	1	104.1	99.2
3	Вага в'язей покриття	2	1.05	1	20.6	19.6
4	Вага світильників, дефлекторів, повітропроводів та ін. технологіч. обладнання	17.3	1.2	1	203.4	169.5
Всього:					633.9	523.5



Збір тимчасового навантаження на покриття

$$P_{m_vara} := 633.9 \text{ Па}$$

— снігове навантаження ($\gamma_{fm_сніг} := 1.04$ $\gamma_{fe_сніг} := 0.49$)

Граничне розрахункове значення снігового навантаження на покриття $S_m := 1570 \text{ Па}$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист

115

Навантаження на прогін

$$P_{m_vara} \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 1261 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

$$S_m \cdot d \cdot \cos(\alpha) = 3123 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Сумарне граничне навантаження на прогін, по нормалі до покриття

$$q_m := (P_{m_vara} + S_m) \cdot d \cdot \cos(\alpha) \quad q_m = 4384 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$

Сумарне експлуатаційне навантаження на прогін по нормалі до покриття

$$q_e := \left[P_{m_vara} + S_m \cdot \left(\frac{\gamma_{fe_cнir}}{\gamma_{fm_cнir}} \right) \right] \cdot (d \cdot \cos(\alpha)) \quad q_e = 2732 \cdot \frac{\text{Н}}{\text{м}}$$



$$\text{Максимальний згинальний момент: } M_{xm} := \frac{q_m \cdot L^2}{8} \quad M_{xm} = 72.5 \cdot \text{кН} \cdot \text{м}$$

1. Розрахунок на міцність

При розрахунку на міцність визначаємо напруження в максимально навантаженій точці перерізу (максимально віддаленій від центру мас перерізу), відстані до центру мас:

$$y_{\max} := \max(y_1, y_2) \quad y_{\max} = 169 \cdot \text{мм}$$

Розрахунок на міцність позациентрово-стиснутих і стиснуто-зігнутих елементів двоаврового перерізу з поперечно-гофрованими стінками виконуємо по формулі:

$$\frac{1}{(R_y \cdot \gamma_c)} \cdot \frac{|M_{xm}|}{I_{xn}} \cdot y_{\max} = 0.99 < 1 \text{ — умова виконується,}$$

де $I_{xn} = 5141 \cdot \text{см}^4$, — сума моментів інерції поясів нетто відносно осі x-x

2. Розрахунок міцності гофрованої стінки на поперечну силу

$$\text{Максимальна поперечна сила } Q_{\max} := \frac{q_m \cdot L}{2} \quad Q_{\max} = 2.57 \cdot \text{тс}$$

Значення дотичних напруж. в гофрованій стінці

$$\tau_{xy} := \frac{Q_{\max}}{h_w \cdot t_w \cdot \gamma_{wc}} \quad \tau_{xy} = 42.1 \cdot \text{МПа} < R_s \cdot \gamma_c = 125 \cdot \text{МПа} \text{ — умова виконується,}$$

де $\gamma_{wc} = 0.9$ — коефіцієнт умов роботи гофрованої стінки на зріз

3. Розрахунок прогону покриття по II групі граничних станів

$$\text{Максимальний прогин прогону покриття } f := \frac{5}{384} \cdot \frac{q_e \cdot L^4}{E \cdot I_{xn}} \quad f = 59 \cdot \text{мм}$$

$$\text{Максимальний відносний прогин } \frac{f}{L} = 0.005 = f_u = \frac{1}{200} \text{ — умова виконується,}$$

Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»

Лист
116

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
2. ГОСТ 12.1.005-88 Загальні санітарно-гігієнічні вимоги до повітря робочої зони.
3. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. Поправка.
4. ТУ У В.2.6-28.1-30653953-007:2007 Балки двотаврові гофровані полегшені. Рекомендації з проектування.
5. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об'єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування.
6. О.О. Нілов, Т.О. Нілова "Металеві конструкції. Балки. Колони" 2-е видання, Навчальний посібник, 2013.
7. Пермяков В.О., Белов І.Д., Металеві конструкції. Ферми: Навчальний посібник — Київ, 1997 р.
8. ДБН В.2.6-198:2014 Сталеві конструкції. Норми проектування. Зміна №1.
9. ДСТУ Б В.2.6-199:2014 Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.
10. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.
11. Юрченко В.В., Пермяков В.О., Бабічев П.Є., Глітін О.Б., Металеві конструкції одноповерхових виробничих будівель. Оформлення робочих креслень. Альбом креслень — Київ: КНУБА, 2007 р.
12. СНиП 2.03.11-85 Захист будівельних конструкцій від корозії.
13. ДБН В.2.6-14-97 Том 1, 2 і 3. Конструкції будинків і споруд. Покриття будинків і споруд.
14. Бойко І.П., Основи і фундаменти: Методичні вказівки до виконання курсової роботи / Уклад. І.П. Бойко, А.О. Олійник, А.М. Ращенко та ін. - К.: КНУБА, 2007. - 92с.
15. ДСТУ-Н Б В.2.1-28:2013 Настанова щодо проведення земляних робіт, улаштування основ та спорудження фундаментів.
16. Корнієнко М.В., Основи і фундаменти. Навчальний посібник. - К.:КНУБА. 2003. - 110с.
17. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення.
18. ДСТУ Б В.1.1-36:2016 Визначення категорій приміщень, будинків та зовнішніх установок за вибухопожежною та пожежною небезпекою.
19. ДСТУ Б В.1.2-3:2006 Прогини і переміщення. Вимоги проектування.
20. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення.
21. ГОСТ 14771-76 Дугове зварювання в захисному газі. З'єднання зварні.
22. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни «Технологія будівельних процесів» для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія» В.І. Терновий, О.С. Молодід — К.:КНУБА, 2019.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА	Лист
						здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	117
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

23. ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013 Настанова щодо проведення робіт з улаштування ізоляційних, оздоблювальних, захисних покриттів стін, підлог і покрівель будівель і споруд.

24. ГОСТ 12.0.003-74 Небезпечні та шкідливі виробничі фактори. Класифікація.

25. ДСН 3.3.6.039-99 Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації.

26. ДСН 3.3.6.037-99 Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку.

27. ДСТУ-Н Б А.3.2-1:2007 Система стандартів безпеки праці. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використанні в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва.

28. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення.

29. ДБН Д.1.1-1-2000 Правила визначення вартості будівництва.

						КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»	Лист
							118
Зам.	Кільк.	Лист	№ док.	Підпис	Дата		

Київський національний університет будівництва і архітектури

**ПОДАННЯ
ГОЛОВІ АТЕСТАЦІЙНОЇ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОЇ КОМІСІЇ № _____
ЩОДО ЗАХИСТУ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ
здобувача ступеня вищої освіти «бакалавр»**

Направляється здобувач _____
для захисту кваліфікаційної роботи _____ (прізвище та ініціали)
за спеціальністю 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
освітньою-професійною програмою «Промислове і цивільне будівництво»
на тему: _____
(назва теми)

Кваліфікаційна робота і рецензія додаються.

Декан факультету _____
(підпис)

Довідка про успішність

_____ (прізвище та ініціали здобувача)
за період навчання на будівельному факультеті з 20____ року до 20____ року повністю виконав (ла)
навчальний план першого (бакалаврського) рівня вищої освіти за вказаною освітньою програмою з
таким розподілом оцінок:

за шкалою ECTS: А _____%; В _____%; С _____%; D _____%; E _____%.

Середній бал за 10-ти бальною шкалою (ціле число): _____

Методист _____
(підпис) (прізвище та ініціали)

Зворотній бік аркушу А5

Висновок керівника кваліфікаційної роботи

Здобувач(ка) _____

Керівник кваліфікаційної роботи _____
(підпис) (прізвище та ініціали)
“ ” _____ 20__ року

Висновок кафедри про кваліфікаційну роботу

Кваліфікаційну роботу розглянуто. Здобувач(ка) _____
(прізвище та ініціали)

допускається до захисту даної кваліфікаційної роботи в атестаційній екзаменаційній комісії.

Сума балів до захисту складає: _____ балів (з 50 балів).

Сума балів складається з середнього балу за навчання (макс 10) + рецензія (макс 10) + оцінювання випускової кафедри (макс 30).

Завідувач кафедри _____
(назва випускової кафедри)

_____ (підпис) _____ (прізвище та ініціали)
“ ” _____ 2024 року