

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА ІМЕНІ О.М. БЕКЕТОВА**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ**

Пояснювальна записка

До кваліфікаційної роботи бакалавра

На тему: «Адміністративно-побутовий центр в місті Харкові »

Виконала студентка 4 курсу, групи БтаЦІ 2022-7з
спеціальність 192 «Будівництво та цивільна
інженерія»

Брильова Дар'я Костянтинівна

Керівник

к.т.н., доц. Рюмін Володимир Володимирович

Рецензент

к.т.н., доц. Чередник Дмитрій Леонідович

Харків – 2026 р.

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ МІСЬКОГО
ГОСПОДАРСТВА імені О.М. БЕКЕТОВА**
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ
ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри будівельних
конструкцій



_____ к.т.н., доц. Спіранде К.В.

« 2 » березня 2026 року

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

Брильова Дар'я Костянтинівна

Спеціальність 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

Тема кваліфікаційної роботи: **«Адміністративно-побутовий центр в місті Харкові»**
затверджена наказом ректора ХНУМГ від « 27 » лютого 2026 р. № 187-03

Термін подання завершеної роботи на кафедру « 17 » червня 2026 р.

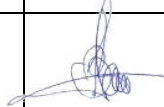
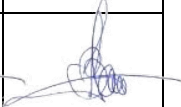
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи Місто *будівництва – Харків; Розміри будівлі в плані 14х18м, крок колон – 6м, кількість поверхів – 3, висота поверху 3 м (підземна частина); 3,2 м(надземна частина будівлі).*

Зміст розрахунково-пояснювальної записки: Характеристика району будівництва, об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі, що проектується. Теплотехнічний розрахунок конструкції огороження. Збір навантажень, статичний розрахунок, експертиза поперечних перерізів основних конструкцій (балки, колони), розрахунок окремих вузлів. Вибір монтажного крану, опис процесів монтажу основних конструкцій, підрахунок об'ємів робіт. Розробка основних питань з охорони праці

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

- архітектурно-будівельна частина *Фасад 1-8, розріз 1-1, план на відм. 0.000, план покрівлі;*
- розрахунково-конструктивна частина: *Монтажна схема елементів, схеми зв'язків по балкам покрівлі, розрізи (стадія КМ); Відправна марка ферми (стадія КМД);*
- технологічні рішення та організація будівництва: *Технологічні карти, схема проходок крану.*

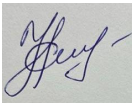
КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	Александрович В.А., доцент		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	Рюмін В.В., доцент		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		Ватуля Г.Л., професор		
4. Охорона праці		Косенко Н. О., доцент		
Нормоконтроль		Пустовойтова О.М., доцент		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.06-04.06.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	05.06-12.06.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	13.06-16.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	15.06-16.06.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи _____  к.т.н., доц. Рюмін В.В.

Завдання прийняв до виконання _____  ст гр. БтаЦІ 2022-7з Брильова Д.К.

ЗМІСТ

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина.....	7
1.1 Вихідні дані	8
1.2 Генеральний план.....	9
1.3 Об'ємно-планувальне рішення об'єкту будівництва.....	10
1.4 Архітектурно-конструктивне рішення об'єкту будівництва.....	11
1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої конструкції огороження.....	13
 Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина.....	14
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту.....	15
2.1.1 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика.....	15
2.1.2 Характеристика геологічних умов будівельного майданчика.....	16
2.1.3 Збір навантажень.....	16
2.1.4 Визначення розмірів підшви фундаменту.....	18
2.1.5 Розрахунок осадки фундаменту.....	20
2.1.6 Конструювання монолітного залізобетонного фундаменту.....	22
 2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту.....	24
2.2.1 Конструктивна система будівлі.....	24
2.2.2 Інформаційна модель будівлі.....	18
2.2.3 Збір навантажень.....	27
2.2.3.1 Постійні навантаження.....	27
2.2.3.2 Тимчасові навантаження.....	29
2.2.4 Розрахункові сполучення зусиль і переміщень.....	34
2.2.5 Навантаження на розрахункову модель.....	37
2.2.6 Результати статичного аналізу за розрахунковими сполученнями зусиль.....	40
2.2.7 Експертиза поперечних перерізів.....	46
2.2.7.1 Колони рам постійного перерізу.....	46

2.2.7.2 Головні балки.....	53
2.2.7.3 Другорядні балки (третій поверх).....	54
2.2.7.4 Розрахунок крокв'яної ферми.....	55
2.2.8 Розрахунок вузлів.....	60
2.2.8.1 Розрахунок К подібного вузла нижнього поясу ферми (за допомогою комплексу IdeaStatica).....	60
2.2.8.2 Розрахунок рамного вузла по вісі Б-3 на відм +6.800.....	65
2.2.8.3 Розрахунок вузла прикріплення консолі.....	76
2.2.8.4 Вузол приєднання другорядних балок.....	89
2.2.8.5 Розрахунок бази колони.....	95
 Розділ 3 Технологія та організація будівельного виробництва.....	98
3.1 Об'ємно-планувальна та конструктивна характеристики об'єктабудівництва.....	99
3.2 Технологія земляних робіт під час розробки котловану.....	100
3.2.1 Визначення обсягів земляних робіт.....	100
3.2.3 Технологія виконання земляних робіт.....	103
3.2.4 Вибір виду й розрахунок потреби в транспортних засобах.....	103
3.2.5 Зворотна засипка ґрунтом пазух котловану.....	104
3.3 Проектування технологічних процесів улаштування фундаменту.....	105
3.3.1 Підрахунок обсягів робіт.....	105
3.3.2 Вибір крана для влаштування фундаменту і конструкцій підземного поверху.....	107
3.4 Проектування технології виконання робіт під час зведення конструкцій типового поверху.....	110
3.4.1 Загальна характеристика об'єкта монтажних робіт.....	111
3.4.2 Вибір обладнання для стропування.....	113
3.4.3 Вибір монтажного крана.....	114
3.4.4 Технологія монтажу конструкцій.....	119

Розділ 4. Охорона праці.....	123
4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні.....	124
4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування.....	126
4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування.....	129
4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проектування.....	132
Перелік літератури.....	137

Розділ 1 Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані

Об'єкт, що проектується (рис1.1) «Адміністративно-побутовий центр» розташовується в м. Харкові в умовах існуючої забудови. Відповідно до ДСТУ Н.Б.В.1.1-27:2010 «Будівельна кліматологія»:

Будівництво здійснюється у I кліматичному районі (м. Харків).

Середня температура повітря за січень – від -5°C до -8°C .

Середня температура повітря за липень – від 18°C до 20°C .

Середня температура повітря за рік – $7,6^{\circ}\text{C}$.

Найхолодніша доба із забезпеченістю 0,92 дорівнює -28°C .

Найхолодніша п'ятиденка забезпеченістю 0,92 дорівнює -23°C .

Тривалість періоду із середньою добовою температурою $< 8^{\circ}\text{C}$ – 179.

Глибина промерзання ґрунту (характеристичне значення) - 1,1 м.

Рельєф будівельного – схил з перепадом висот в межах ділянки забудови – 1,2 м.

Згідно з ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2 «Навантаження і впливи»:

Сніговий район – 5.

Характеристичне значення снігового навантаження – $1,6 \text{ кН/м}^2$.

Вітровий район – 2.

Характеристичне значення вітрового тиску – $0,45 \text{ кН/м}^2$.

За відмітку 0.000 прийнята відмітка чистого полу першого поверху.

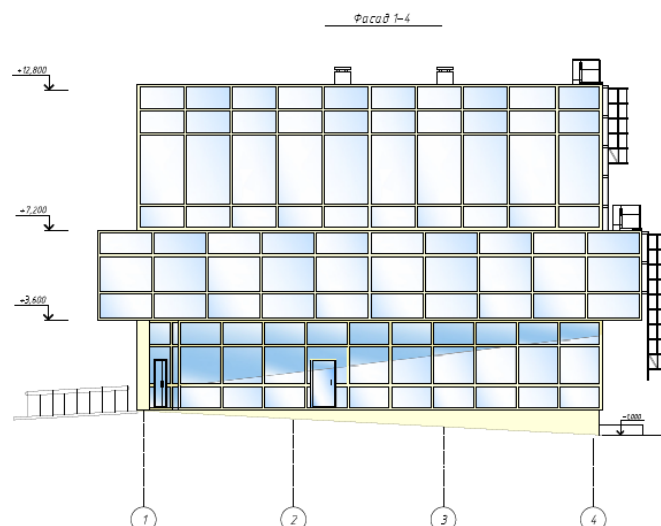


Рисунок 1.1 – Загальний вид побутового центру

1.2 Генеральний план

Адміністративно-побутовий центр розташований в межах існуючої житлово-громадської забудови міста Харкова. Прийняте проєктне рішення в повній мірі відповідає містобудівним, протипожежним, санітарним і екологічним нормам. Рельєф місця забудови спокійний. Під'їзні шляхи до будівлі розташовані із 3-х боків (рис.1.2). Територія, що є вільною від забудови - озеленюється. Для озеленення використовуються декоративні листяні породи дерев і кущів, квітники. Пило- і шумозахист об'єкту будівництва здійснюється завдяки тому, що уздовж проїздів розміщені ряди кущів. Взаємне розташування будинків і споруджень виконано таким чином, щоб створити найкоротші потоки людей і транспорту які не є пересічними. Спосіб розміщення інженерних комунікацій, що прийнятий в проєкті є переважно підземним. Внутрішня зливово каналізація виконує функції відводу дощових вод.

Таблиця 1.1 - Техніко-економічні показники генплану.

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Площа забудови	м ²	391
2	Площа території	м ²	817
3	Площа озеленення	м ²	-
4	Коефіцієнт забудови (відношення площі забудови до площі території)	%	0,49
5	Площа твердих покриттів	м ²	380
6	Коефіцієнт озеленення (відношення площі озеленення до площі території)	%	-
7	Коефіцієнт використання території	%	48

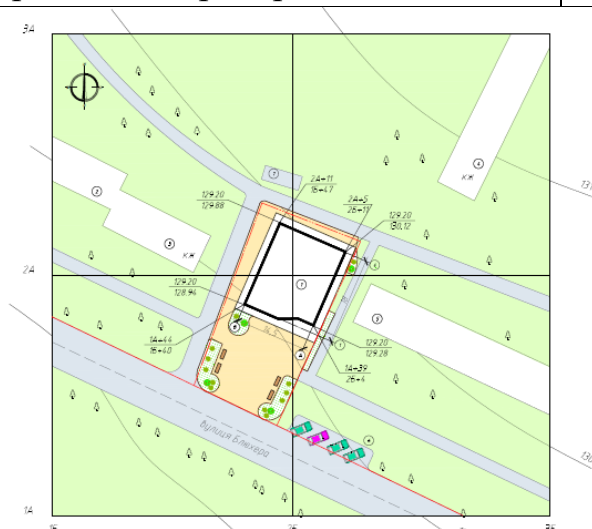


Рисунок 1.2 – Генеральний план місця забудови побутового центру

1.3 Об'ємно-планувальне рішення об'єкту будівництва

Адміністративно-побутовий центр у м. Харкові запроектований відповідно до вимог ДБН В.2.2-11-2002 «Будинки і споруди. Підприємства побутового обслуговування». Будівля за проектом складається із трьох поверхів з одним підземним поверхом та в плані має прямокутну форму. Висота поверху вище відм. +0.000 складає 3,6 м, підземного поверху – 3 м.

Загальні розміри будівлі в плані в осях 1 – 4 – 18 м; в осях А – В – 14,5 м.

Корисну площу 2-го поверху (на відм. +3.600) збільшено за рахунок застосування консолей по периметру поверху довжиною 1,8 м (рис.1.3)

Будівля має три прольоти, розмір окремого прольоту становить – 6 м. Крок крайніх і середніх колон – 6 м на усіх поверхах, крім 3-го. На третьому поверсі (відм. +7.200) крок крайніх колон – 6 м, середні колони відсутні для утворення корисного об'єму, по торцям третього поверху встановлено фахверкові колони, для передачі вітрового тиску із торця будівлі на диск покриття. Планування будівлі забезпечує оптимальне використання корисної площі.

На першому та другому поверхах будівлі розміщені вестибюль із гардеробом, зони очікування, кабінети персоналу та інші службові приміщення. Третій поверх призначений для спортивного залу. У підвальному рівні знаходяться господарські приміщення та котельня. Переміщення по горизонталі забезпечується коридорами, а вертикальний зв'язок між поверхами здійснюється за допомогою сходових маршів. Для осіб із обмеженою мобільністю, які використовують інвалідні візки, передбачено встановлення вертикального підйомника HIRO A110(A113) із шахтним захистом.

Для технічних потреб створено приямок для вантажного підйомника. Евакуаційні шляхи у разі пожежі включають сходові клітини, які відповідно до планувального рішення ізолювані від коридорів та холу. Видалення диму зі сходових клітин забезпечується через вентиляційні канали. На фасаді А-В облаштовано приставні сходи з огороженням і перехідними майданчиками. Усі несучі елементи металевого каркасу системи димовидалення, які не мають вогнезахисту, повинні бути покриті захисною фарбою «Ендотерм-210104», що забезпечує межу вогнестійкості до 120 хвилин.

Таблиця 1.2 – ТЕП об’ємно – планувальних рішень

№ п/п	Найменування	Одиниця виміру	Кількість
1	Площа забудови	м ²	391
2	Загальна площа	м ²	1115
3	Корисна площа	м ²	948
4	Розрахункова площа	м ²	872
5	Площа приміщень	м ²	891
6	Будівельний об’єм	м ³	4592

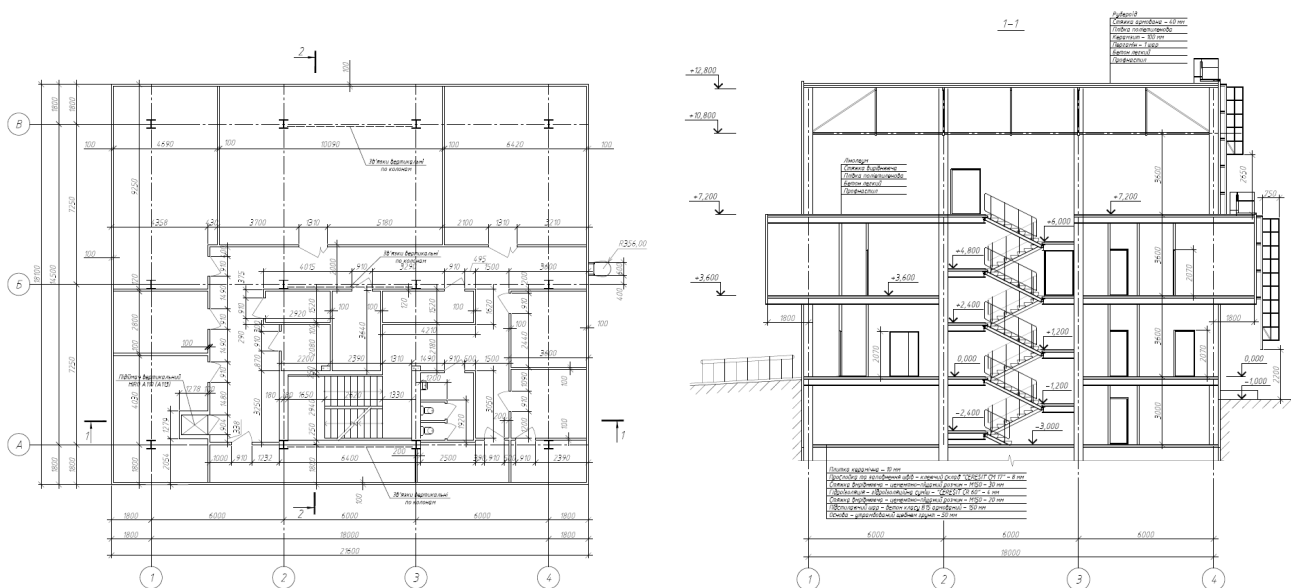


Рисунок 1.3 – План поверху та поперечний розріз будівлі побутового центру.

1.4 Архітектурно-конструктивне рішення об’єкту будівництва

За конструктивною системою будинок є каркасним рамно-зв’язковим.

Конструктивна схема – несучі поперечні рами утворені жорстким поєднанням колон та ригелів.

У поздовжньому – поєднання колон із балками шарнірне, між осями 2 – 3 знаходиться жорсткий диск утворений за допомогою системи в’язів. В поздовжньому напрямку геометрична незмінність всіх конструкції забезпечується приєднанням сусідніх елементів до жорсткого диску що утворюється системою в’язів по всій висоті

будівлі . Також система в'язів поєднує окремі елементи каркасу у просторову конструкцію, забезпечують геометричну незмінність елементів каркасу на стадії монтажу, сприймають навантаження діючі із площини рами. Система в'язів прийнята напіврозкісна. Монолітне залізобетонне перекриття по незнімній опалубці із профільованого настилу типу Н по металевим балкам забезпечує роботу перекриття як жорсткого диску. Додаткову жорсткість будівлі надає ядро сходової клітини. Несучими конструкціями покриття є ферми із гнutoзварених профілів прольотом 14,5 м. Крок ферм становить в повздовжньому напрямку 3м. Ферми обпираються на колони та підкроквяні балки. Колони будівлі прийняті із прокатного двотавру типу Б за ДСТУ 8768-2018. Базис колон забезпечують шарнірне їх примикання до фундаментів. Головні балки прокатний двотаврові типу Ш за ДСТУ 8768-2018, другорядні балки прокат двотавровий із внутрішнім нахилом полиць за ДСТУ 8768-2018. Фасадна система запроектована з використанням термоізолюваної системи навісних фасадів групи компаній Reynaers. Внутрішні несучі стіни та перегородки – із полуторної силікатної цегли 120/250/88(ДСТУ В.2.7-80-2008) на цементно – піщаному розчині М50. У вологих приміщеннях використовується вологостійкий гіпсокартон, який відрізняється зниженим водопоглинанням (до 10%) і високим рівнем захисту від проникнення вологи. У решті приміщень стіни облицьовуються звичайними гіпсокартонними листами. Для забезпечення необхідного рівня вогнестійкості елементи каркасу покриваються одним шаром гіпсокартону, стійкого до впливу відкритого полум'я. Конструкція покрівлі виконана у вигляді монолітної залізобетонної плити, змонтованої на профільованому сталевому настилі. Нахил покрівлі досягається за допомогою зміни товщини цементно-піщаної стяжки. Водовідведення організоване внутрішнім способом і здійснюється через спеціальні водозбірні воронки. Сходи виготовлені з залізобетонних модульних елементів і встановлені на металеві косоури.

Внутрішні двері – пластикові.

Підлога – лінолеум.

Підшивна стеля – підвісна стеля “Armstrong” .

По периметру будівлі влаштовується відмостка із асфальтобетону шириною 1000 мм., ухил відмостки 3%. Під асфальтобетоном укладена щебенева підготовка товщиною 100мм. Система блискавкозахисту включає захист від прямого удару блискавки – зовнішня система (БЗС) і захист від вторинних дій блискавки – внутрішня БЗС. Зовнішня БЗС встановлена на об’єкті, що захищається.

1.5 Теплотехнічний розрахунок зовнішньої конструкції огороження

Розраховується склопакет фасадної системи Reynaers.

Основна розрахункова формула: $R_{\Sigma np} \geq R_{qmin}$.

Розрахунок ведемо у відповідності до вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція будівель».

$$R \frac{m^2 K}{Bm_{qmin}}, \text{ (табл.1 п. 6а.)}$$

Умови експлуатації при вологому тепловологісному режимі – Б. (Додаток К).

Опір теплопередачі термічно однорідної непрозорої огорожувальної конструкції розраховується за формулою

$$R_{\Sigma np} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{\alpha_e} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_{ip}} + \frac{1}{\alpha_3} = \frac{1}{8} + \frac{1}{1,47} + \frac{1}{23} = 0,85 \frac{m^2 K}{Bm},$$

$$\lambda = 1,47 \frac{Bm}{m^2 K} \text{ (За технічною характеристикою від виробника для склопакету}$$

товщиною 86 мм).

$$\alpha_e = 8,0 \frac{Bm}{m^2 K}, \text{ (додаток Е),}$$

$$\alpha_3 = 23 \frac{Bm}{m^2 K}, \text{ (додаток Е).}$$

Висновок:

$$R_{\Sigma np} = 0,84 \frac{m^2 K}{Bm} \geq R \frac{m^2 K}{Bm_{qmin}}$$

Таким чином фасадна теплоізована система Reynaers з товщиною склопакету 86 мм задовольняє вимогам теплотехнічного розрахунку.

Розділ 2 Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

2.1.1 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика

Таблиця 2.1

№	Грунт	№ Скважини та глибина закладання шару, м		
		1	2	3
1	Рослинний шар	0,7	0,6	0,7
2	Глинистий ґрунт	3,6	4,0	3,8
3	Глинистий ґрунт	4,8	4,5	4,9
4	Пісок крупний	8,3	8,6	8,5

Характеристики властивостей ґрунтів

Таблиця 2.2

Найменування	Умовне позначення	Одиниця виміру	Шар			
			1	2	3	4
Щільність	ρ	т/м ³	1,69	1,95	1,88	2,04
Щільність часток	ρ_s	т/м ³		2,69	2,70	2,67
Природна вологість	W			0,26	0,12	0,23
Вологість на межі текучості	W_l			0,45	0,24	0,23
Вологість на межі розкачування	W_p			0,2	0,18	-
Кут внутрішнього тертя	φ	град		22	28	48
Питоме зчеплення	c	кПа		30	13	1
Модуль деформації	E	МПа		17	19	40

Відмітки горловин свердловин:

свердловина №1 – 129,85 м

свердловина №2 – 130,30 м

свердловина №3 – 130,75 м

2.1.2 Характеристика геологічних умов будівельного майданчика

1-й шар – рослинний шар. Потужність шару досягає 0,7 м.

2-й шар – глинистий ґрунт, потужність шару досягає 4,0 м:

Число пластичності: $I_p = W_L - W_p = 0,45 - 0,2 = 0,25$.

Показник текучості: $I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,26 - 0,2}{0,45 - 0,2} = 0,24$.

Коефіцієнт пористості: $e = \frac{\rho_s(W+1)}{\rho} - 1 = \frac{2,69(0,26+1)}{1,95} - 1 = 0,74$

Глина в напівтвердому стані.

3-й шар – глинистий ґрунт, потужність шару досягає 4,9 м:

Число пластичності: $I_p = W_L - W_p = 0,24 - 0,18 = 0,06$.

Показник текучості: $I_L = \frac{W - W_p}{W_L - W_p} = \frac{0,12 - 0,18}{0,24 - 0,18} = -1$.

Коефіцієнт пористості: $e = \frac{\rho_s(W+1)}{\rho} - 1 = \frac{2,70(0,12+1)}{1,88} - 1 = 0,61$

Супісок в твердому стані.

4-й шар – пісок крупний, потужність шару досягає 8,6 м:

Коефіцієнт пористості: $e = \frac{\rho_s(W+1)}{\rho} - 1 = \frac{2,67(0,23+1)}{2,04} - 1 = 0,61$

Степінь вологості: $S_r = \frac{W \cdot \rho_s}{e \cdot \rho_w} = \frac{0,23 \cdot 2,67}{0,61 \cdot 1} = 1$

Пісок крупний середньої щільності насичений водою.

Висновок: В якості фундаментів під колони обрано монолітні ступінчаті фундаменти. Під стіни підвалу – монолітні стрічкові фундаменти. Відмітка підосви фундаментів складає -3,6 м від рівня підлоги першого поверху. Основою для фундаментів служить 2-й шар – глина в напівтвердому стані.

2.1.3 Збір навантажень

Збір навантажень на фундамент під колону виконується згідно вимог ДБН В.1.2-2 2006 «Навантаження і впливи» та за допомогою програмного комплексу SCAD

OFFICE (Збір навантажень та створення розрахункової схеми описано у розділі розрахунок надземної частини будівлі).

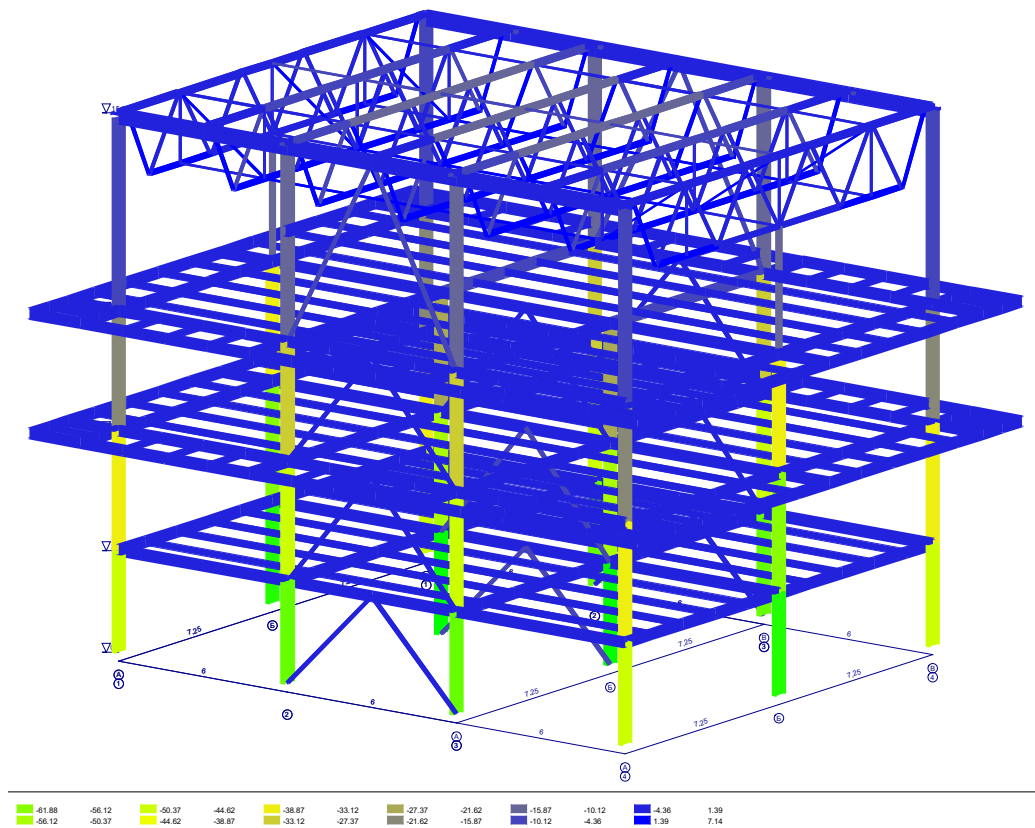


Рис 2.1 Розрахункова схема будівлі

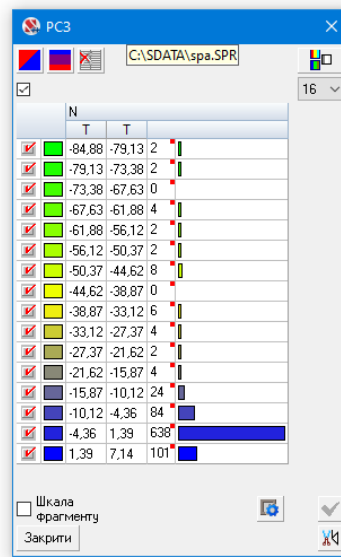


Рис 2.2 Шкала зусиль в колонах за «Розрахунковими сполученнями зусиль».

Приймаємо розрахункове навантаження для розрахунку підземної частини будівлі $N=86$ т = 860кН.

2.1.4 Визначення розмірів підшви фундаменту

1. За відмітку чистої підлоги приймаємо відмітку 129,20 м.
2. Відмітка підшви фундаменту складає -3,600, закладання підшви фундаменту прийнято на глибині «- 2,6 м» від рівня планування землі.
3. Площа підшви фундаменту визначається за виразом:

$$A_f = \frac{F_v}{R_0 - d_f \cdot \gamma_{cf}} = \frac{860}{400 - 2,6 \cdot 20} = 2,48 \text{ м}^2 \text{ де}$$

F_v – розрахункове вертикальне зусилля у колоні;

γ_{cf} – осереднена питома вага фундаменту й ґрунту на його обрізах;

Попередньо приймаємо $\gamma_{cf} = 20 \text{ кН/м}^3$

R_0 – розрахунковий опір ґрунту (за дод. Е ДБН В.2.1-10-2009) $R_0 = 400 \text{ кПа}$

4. Співвідношення розмірів підшви фундаменту визначаємо за виразом:

$$b = \sqrt{\frac{A}{\eta}}; \quad \eta = \frac{l}{b} = 1 \quad b = \sqrt{\frac{2,48}{1,0}} = 1,55 \text{ м};$$

Розрахунковий опір ґрунту:

$$R^I = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot \left(M_\gamma \cdot k_z \cdot b \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_1 \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II} \right)$$
$$R^I = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,61 \cdot 1 \cdot 1,55 \cdot 19,82 + 3,44 \cdot 0,75 \cdot 19,5 + (3,44 - 1) \cdot 2 \cdot 19,5 + 6,04 \cdot 30) = 475 \text{ кПа},$$

де

γ_{c1}, γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи приймаються по табл. Е7 ДБН В.2.1-10-2009;

$k = k_z = 1$ – розрахунковий коефіцієнт залежить від способів випробування ґрунту;

M_γ, M_q, M_c – коефіцієнти, котрі приймаються в залежності від кута внутрішнього тертя за табл. Е8 ДБН В.2.1-10-2009;

γ_{II} – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, котрі залягають нижче підшви фундаменту, кН/м^3 ;

d_b – глибина підвалу – відстань від рівня планування до підлоги підвалу (для споруд з підвалом глибиною підвалу понад 2м приймають $d_b = 2\text{м}$).

γ'_{II} – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, котрі залягають вище підшви фундаменту, $\kappa H / м^3$;

c_{II} – розрахункове значення питомої ваги зчеплення ґрунту, котрий залягає безпосередньо під підшвою фундаменту, $\kappa Па$.

d_1 – глибина закладання фундаментів без підвальних споруд від рівня планування або приведена глибина закладання зовнішніх і внутрішніх фундаментів від підлоги підвалу, яку визначають за формулою:

$$d_1 = h_s + h_{cf} \cdot \gamma_{cf} / \gamma'_{II}$$

$$d_1 = 0,6 + 0,12 \cdot 25 / 19,5 = 0,75 \kappa H \cdot м^3$$

$$\gamma'_{II} = \gamma_2 = 19,5 \frac{\kappa H}{м^3}$$

$$\gamma_{II} = \frac{19,5 \cdot 1,4 + 18,8 \cdot 4,5 + 20,4 \cdot 8,6}{1,4 + 4,5 + 8,6} = 19,82 \frac{\kappa H}{м^3}$$

6. Уточнення розмірів підшви фундаменту:

$$A_f = \frac{F_V}{R^1 - d_f \cdot \gamma_{cf}} = \frac{860}{475 - 2,6 \cdot 20} = 2,04 м^2,$$

$$b = \sqrt{\frac{2,04}{1,0}} = 1,43 м;$$

Розрахунковий опір ґрунту при $b = 1,43 м$:

$$R^2 = \frac{1,25 \cdot 1,1}{1} \cdot (0,61 \cdot 1 \cdot 1,43 \cdot 19,82 + 3,44 \cdot 0,75 \cdot 19,5 + (3,44 - 1) \cdot 2 \cdot 19,5 + 6,04 \cdot 30) = 473 \kappa Па,$$

7. Уточнення розмірів підшви фундаменту:

$$A_f = \frac{F_V}{R_2 - d_f \cdot \gamma_{cf}} = \frac{860}{473 - 2,6 \cdot 20} = 2,05 м^2;$$

$$b = \sqrt{\frac{2,05}{1,0}} = 1,44 м;$$

Остаточню приймаємо: $b = l = 1,5 м$; $\frac{860 + 1,5^2 \cdot 2,6 \cdot 20}{1,5^2} = 434 \kappa Па \leq 473 \kappa Па$

2.1.5 Розрахунок осадки фундаменту

Розрахунок виконується методом пошарового підсумовування за ДБН В.2.1-10-2009 Основи та фундаменти споруд (додаток Д).

Осідання окремо розташованого фундаменту s з використанням розрахункової схеми у вигляді лінійно-деформованого півпростору методом пошарового підсумовування визначають за формулою:

$$s = \beta \sum_{i=1}^n \frac{(\sigma_{zp,i} - \sigma_{zg,i}) h_i}{E_i} + \beta \sum_{i=1}^n \frac{\sigma_{zg,i} h_i}{E_{e,i}},$$

де β – безрозмірний коефіцієнт, що дорівнює 0,8;

$\sigma_{zp,i}$ – середнє значення вертикального нормального напруження від зовнішнього навантаження в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви фундаменту (Д.2);

h_i – товщина i -го шару ґрунту, приймають не більше 0,4 ширини фундаменту;

n – кількість шарів, на які розділена товща основи, що стискається;

$\sigma_{zg,i}$ – середнє значення вертикального напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, в i -му шарі ґрунту на вертикалі, що проходить через центр підшви, на глибині z від підшви фундаменту;

E_i – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою первинного навантаження;

$E_{e,i}$ – модуль деформації i -го шару ґрунту за гілкою вторинного навантаження (модуль пружності), $E_{e,i} = 5 E_i$;

Напруження від власної ваги ґрунту визначаємо за формулою:

$$\sigma_{zg} = \sum \gamma_i h_i$$

Вертикальні напруження від зовнішнього навантаження σ_{zp} на глибині z основи від підшви фундаменту визначаємо за формулою:

$$\sigma_{zp} = \alpha p$$

де α – коефіцієнт, що приймають за табл. Д1 в залежності від $\zeta = 2z / b$;

p – середній тиск під підшоною фундаменту, $p = 383 \text{ кПа}$.

Вертикальне напруження від власної ваги ґрунту $\sigma_{z\gamma}$, знятого в котловані до рівня підшви фундаменту, на глибині z від його підшви визначають за формулою:

$$\sigma_{z\gamma} = \alpha_k \sigma_{zg,0}$$

де α_k – коефіцієнт, що приймають за табл. Д1 в залежності від $\zeta = 2z / b_k$;
 $\sigma_{zg,0}$ – вертикальне напруження від власної ваги ґрунту, вийнятого з котловану, на рівні підшви фундаменту.

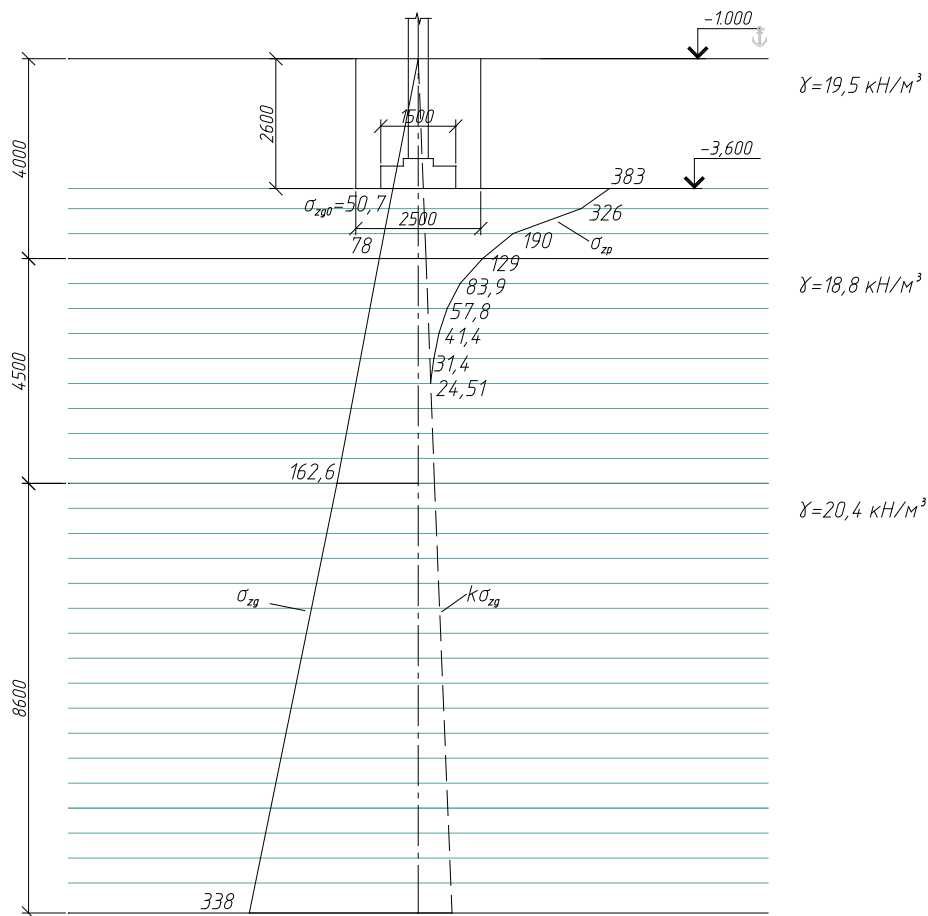


Рис. 2.3 Схема розподілу вертикальних напружень в основі під фундаментом згідно з моделлю лінійно-деформованого простору

Табл. 2.1 Розрахунок осідання фундаменту

№	h	z	ζ	α	σ_{zp}	σ_{zp}^{cp}	ζ_k	α_k	σ_{zy}	σ_{zy}^{cp}	E	$S \cdot 10^3$
0	0,4	0	0	1	383		0	1	50,7		17000	
1	0,5	0,4	0,67	0,852	326	354,5	0,4	0,96	48	49,4		7,1
2	0,5	0,9	1,33	0,496	190	258,0	0,8	0,8	40,9	44,3		5,0
3	0,5	1,4	2	0,336	129	159,5	1,2	0,606	30,7	35,7	19000	2,6
4	0,5	1,9	2,67	0,219	83,9	106,5	1,6	0,449	22,7	28,7		1,6
5	0,5	2,4	3,33	0,151	57,8	70,9	2	0,336	17,0	19,9		1,1
6	0,5	2,9	4	0,108	41,4	49,6	2,4	0,257	13,0	15,0		0,7
7	0,5	3,4	4,67	0,082	31,4	36,4	2,8	0,201	10,2	11,6		0,5
8	0,5	3,9	5,33	0,064	24,5	28,0	3,2	0,160	8,1	9,16		0,3

Сумарне осідання фундаменту складає: $s=18,9$ мм.

2.1.6 Конструювання монолітного залізобетонного фундаменту

$$b = 1,5 \text{ м}, l = 1,5 \text{ м}$$

Матеріали для монолітного залізобетонного фундаменту:

- бетон класу C15/20.
- арматура класу A400C.
- висота сходинки $h_{cm1} = 450 \text{ мм}$.
- виліт сходинки $c_1 = 450 \text{ мм}$,
- Висота фундаменту $h_f = 0,6 \text{ м}$.
- Товщина захисного шару $a = 35 \text{ мм}$.
- бетонна підготовка:

матеріал – бетон класу C8/10;

товщина – 100 мм.

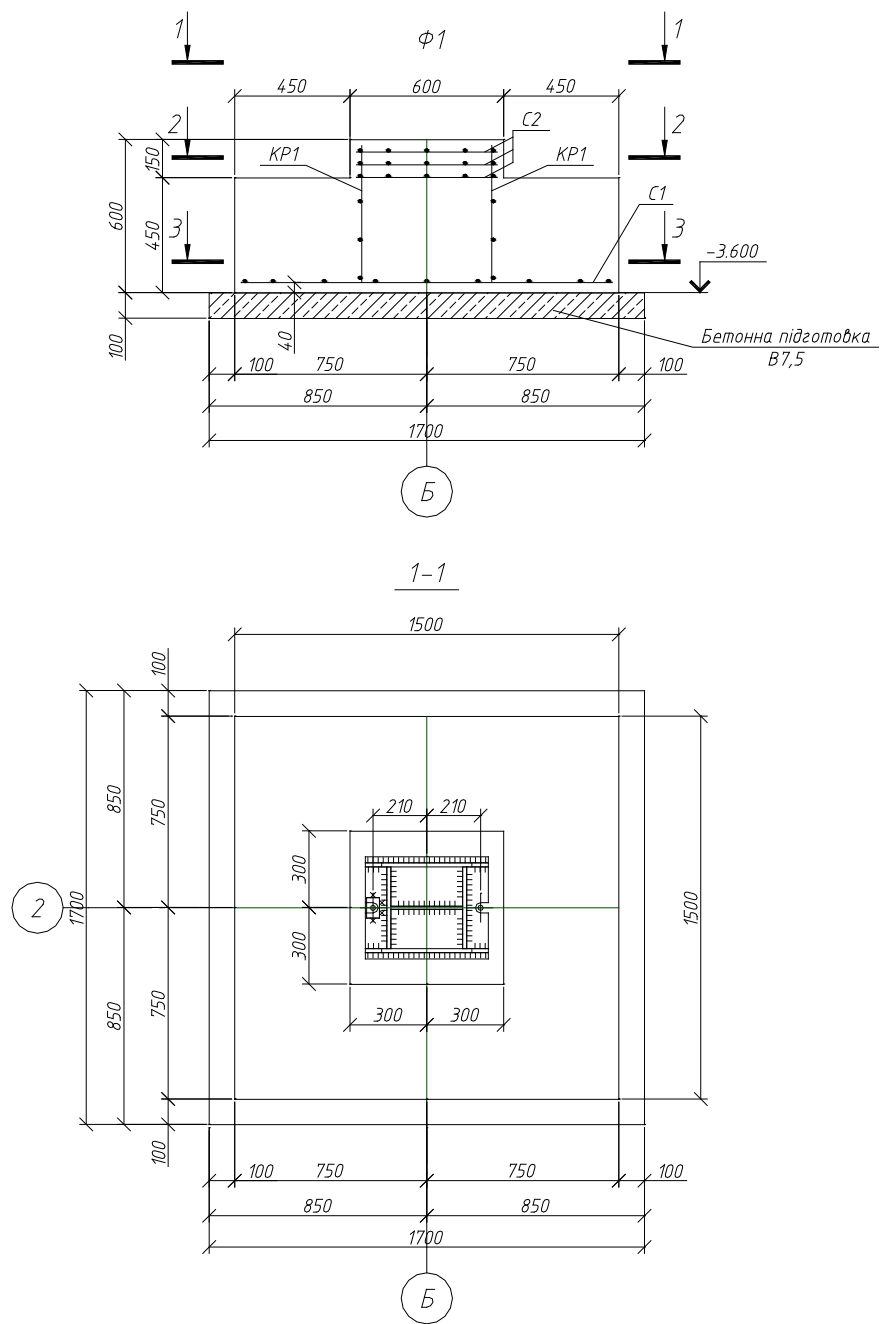


Рис. 2.4 Фундамент $\Phi 1$

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

2.2.1 Конструктивна система будівлі

Каркасна система адміністративно-побутового центру проєктується в металевому каркасі. Геометрична незмінність та просторова жорсткість забезпечуються системою в'язів вздовж буквенних вісей та плоскими рамами по цифрових вісях, що розташовані із кроком 6м., таким чином конструктивна схема каркасу – рамно-зв'язкова. Бази колон забезпечують шарнірне їх примикання до фундаментів.

В поперечному напрямку рама складається із двох прольотів шириною 7,25 м. В поздовжньому напрямку крок крайніх та середніх колон складає 6 м. На третьому поверсі каркасу (відм.+7.200) відсутній ряд середніх колон для облаштування спортивного залу. Будівля має три наземних та один підземний поверх. Висота підземного поверху складає 3 м, надземних – 3,6 м. Відмітка покриття складає 12,8 м.

Диск перекриття утворено монолітною залізобетонною плитою по незнімній опалубці із профільованого настилу по другорядним балкам. Диск покриття утворено монолітною залізобетонною плитою по профільованому настилу по фермам із гнутозварених профілів прольотом 14,5 м. Розрахункова схема каркасу будівлі була побудована в програмному комплексі SCAD OFFICE та визначена як система загального виду з ознакою системи 5. Статичний розрахунок системи виконано в лінійній постановці. Скінченим елементам розрахункової схеми призначено тип елемента 10 – універсальний просторовий стрижневий елемент (колони та балки). Примикання другорядних балок до колон прийнято шарнірним. Головні балки до колон примикають жорстко.

2.2.2 Інформаційна модель будівлі

Інформаційна модель будівлі створювалась за допомогою програмного продукту Tekla Structures, на підставі якої розроблялась графічна частина бакалаврської роботи, та яка була також передана у SCAD Office та IDEA STATICA для виконання конструктивних розрахунків.

Основою проекту в Tekla Structures є такі елементи, як: колони, балки, плити, стіни, сталеві пластини, болтові та зварні з'єднання, елементи армування. З'єднання окремих конструктивних елементів було здійснено автоматично, а саме за допомогою заздалегідь створених компонентів. Вони складають стандартний пакет програмного комплексу, а також можуть бути створені користувачем (наприклад, якимось підприємством) і додані в середовище. Створення геометричної моделі відбувається в 3D-просторі, а отримані за допомогою технології Tekla Structures робочі креслення, звіти, технологічні таблиці та переліки замовних виробів дозволяють істотно скоротити терміни проектування та розробки комплексу документації по проекту.

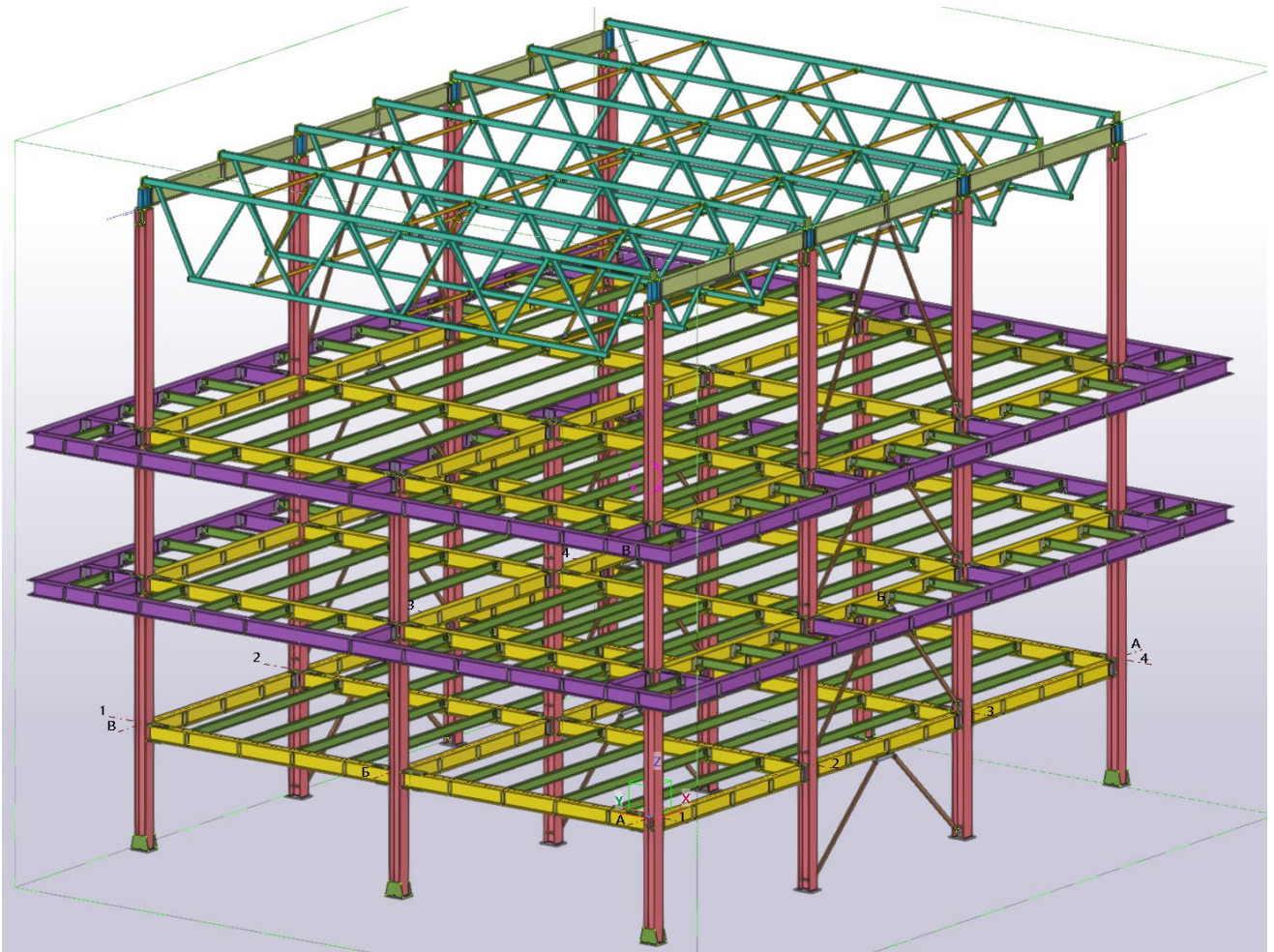


Рисунок 2.5 – Інформаційна модель адміністративно-побутового центру створена в середовищі Tekla Structures

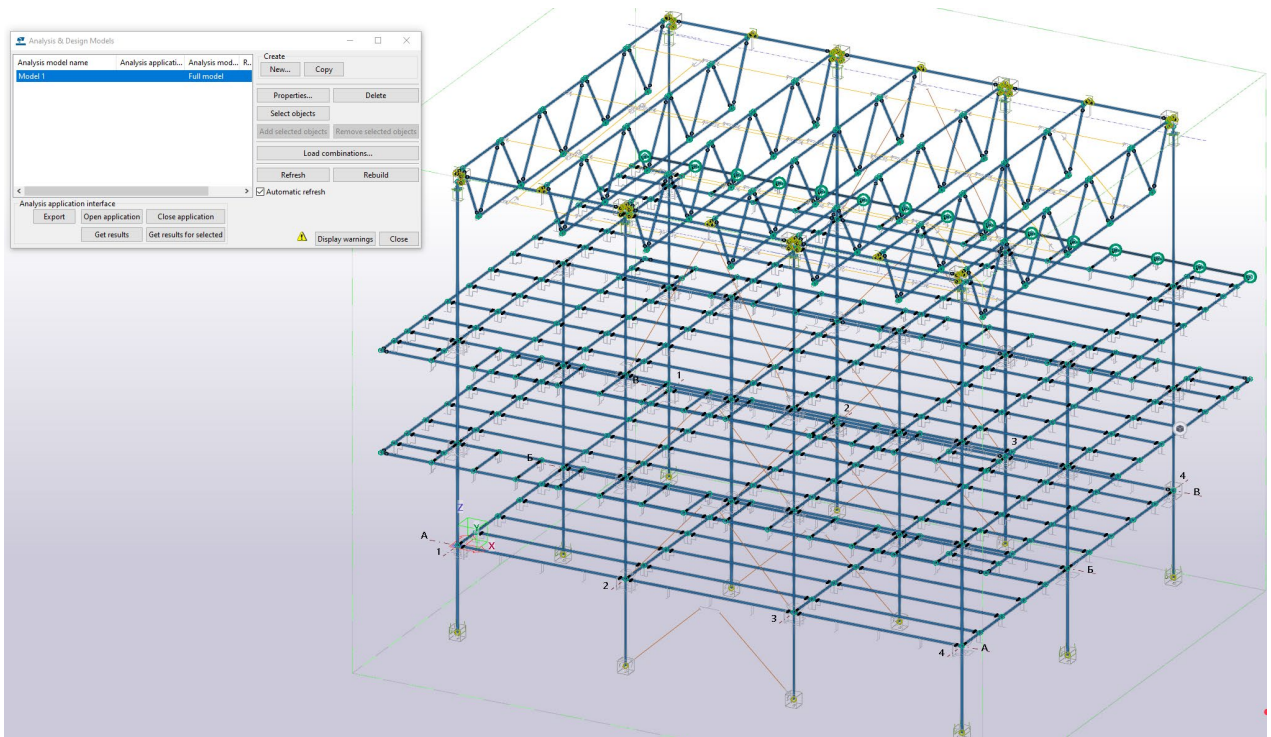


Рисунок 2.6 – Аналітична модель адміністративно-побутового центру створена в середовищі Tekla Structures для передачі у SCAD OFFICE

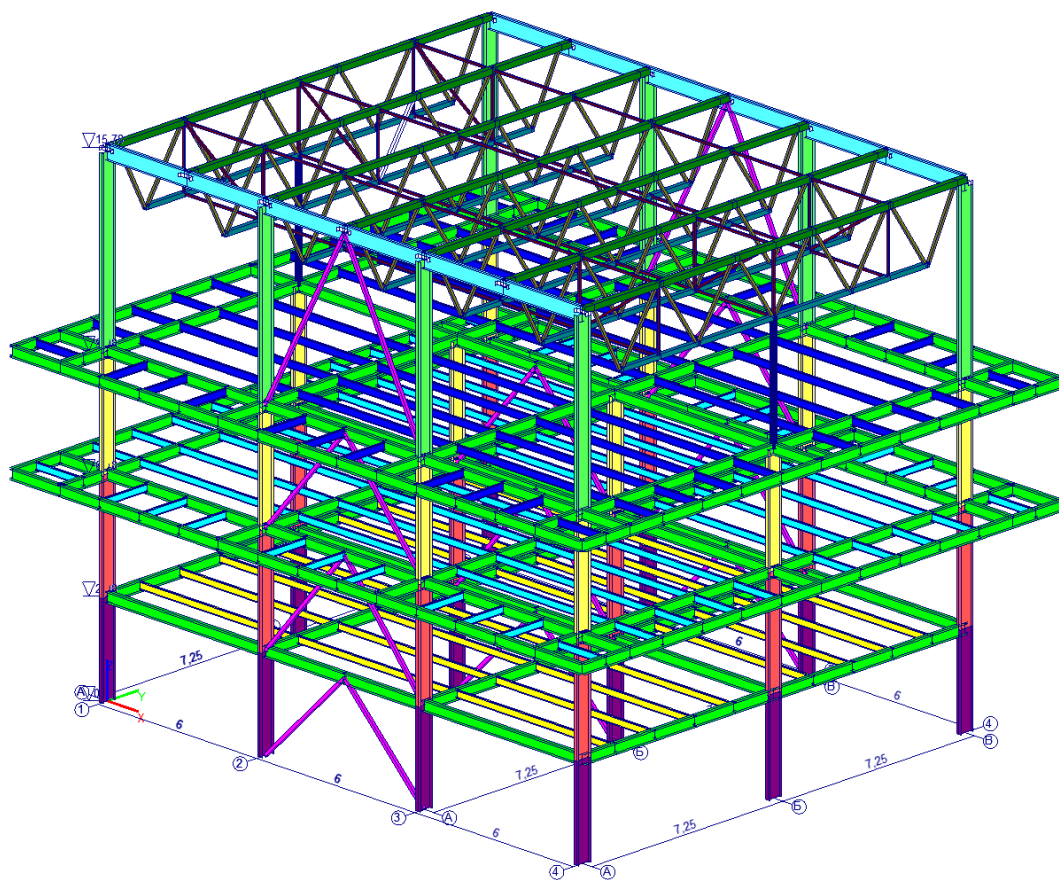


Рисунок 2.7 – Розрахункова модель у середовищі SCAD OFFICE

			1 - Другорядні балки першого	24	
			2 - Головні балки	336	
			3 - Другорядні балки другого	62	
			4 - Другорядна балка третьог	62	
			5 - В'язі по колонах	22	
			6 - В'язі по фермах	53	
			7 - Решітка ферми	69	
			8 - Верхній пояс ферми	98	
			9 - Нижній пояс ферми	84	
			10 - Факверк	2	
			11 - Колони -1	12	
			12 - Колони 0	12	
			13 - Колони2	12	
			14 - Колони3	8	
			15 - Підкрів'яна балка	12	

Рисунок 2.8 – Групи конструктивних елементів моделі

2.2.3 Збір навантажень

Навантаження, що діють на каркас адміністративно-побутового центру визначені із урахуванням вимог ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2.

2.2.3.1 Постійні навантаження

Збір постійних навантажень виконується із застосуванням модуля ВЕСТ, що входить до складу програмного комплексу SCAD OFFICE

Власна вага конструкцій покриття

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Матеріал	Розподілене навантаження (кПа)	Об'ємна вага (кН/м ³)	Товщина (м)	gr
Руберойд із крупнозернистим покриттям	0,029	---	---	1,2
Гідроізоляційний склоруберойд	0,023	---	---	1,2
Поліетиленова плівка товщиною 2 мм	0,005	---	---	1,2
Плити з мінеральної	0,206	---	---	1,2

Матеріал	Розподілене навантаження (кПа)	Об'ємна вага (кН/м³)	Товщина (м)	g _f
вати на бітумній основі при щільності g=300 кг/м³ товщиною 70 мм				
Гідроізол	0,013	---	---	1,2
Легкий бетон марки середньої щільності D1000	1,196	9,81	0	1,2
Сталевий настил Н114-600-0,8	0,137	---	---	1,05

Експлуатаційне навантаження	1,35 кПа
Граничне навантаження	1,6 кПа

Навантаження приведено до лінійного рівномірно розподіленого, яке прикладється до верхнього поясу ферми (крок ферм 3м):

$$q = 1,6 \times 3 = 4,8 \text{ кН / м .}$$

Власна вага конструкцій перекриття
Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Матеріал	Розподілене навантаження (кПа)	Об'ємна вага (кН/м³)	Товщина (м)	g _f
Линолеум	---	17,658	0,02	1,2
Штукатурка цементно-піщаним розчином з додаванням латексу товщиною 30 мм	0,53	---	---	1,3
Поліетиленова плівка товщиною 0,2 мм	0,001	---	---	1,2
Важкий бетон на гравії або щебені	---	23,544	0,086	1,1
Н114-600-0,8	0,137	---	---	1,05

Експлуатаційне навантаження	3,046 кПа
Граничне навантаження	3,485 кПа

Навантаження приведено до лінійного рівномірно розподіленого, прикладено до верхнього поясу другорядних балок (крок балок 1.5м):

$$q = 4 \cdot 1,5 = 6 \text{ кН / м .}$$

2.2.3.2 Тимчасові навантаження

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Для розрахунку об'єкта в цілому		
1. Квартири житлових будинків; спальні приміщення дитячих дошкільних закладів і шкіл-інтернатів; житлові приміщення будинків відпочинку і пансіонатів, гуртожитків і готелів; палати лікарень і санаторіїв; тераси		
Навантаження :		
експлуатаційне	1,472	кПа
квазістале	0,343	кПа
Коефіцієнт надійності за навантаженням g_f		
1,3		
Експлуатаційне навантаження		1,472 кПа
Граничне навантаження		1,913 кПа
Квазістале навантаження		0,343 кПа

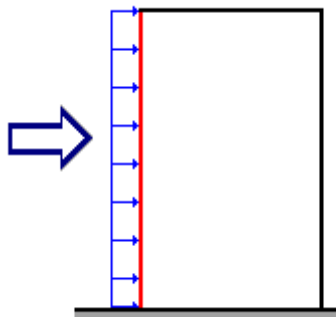
Навантаження приведено до лінійного рівномірно розподіленого, прикладено до верхнього поясу другорядних балок (крок балок 1.5м):

$$q = 1,913 \times 1,5 = 2,9 \text{ кН / м}$$

Атмосферні навантаження

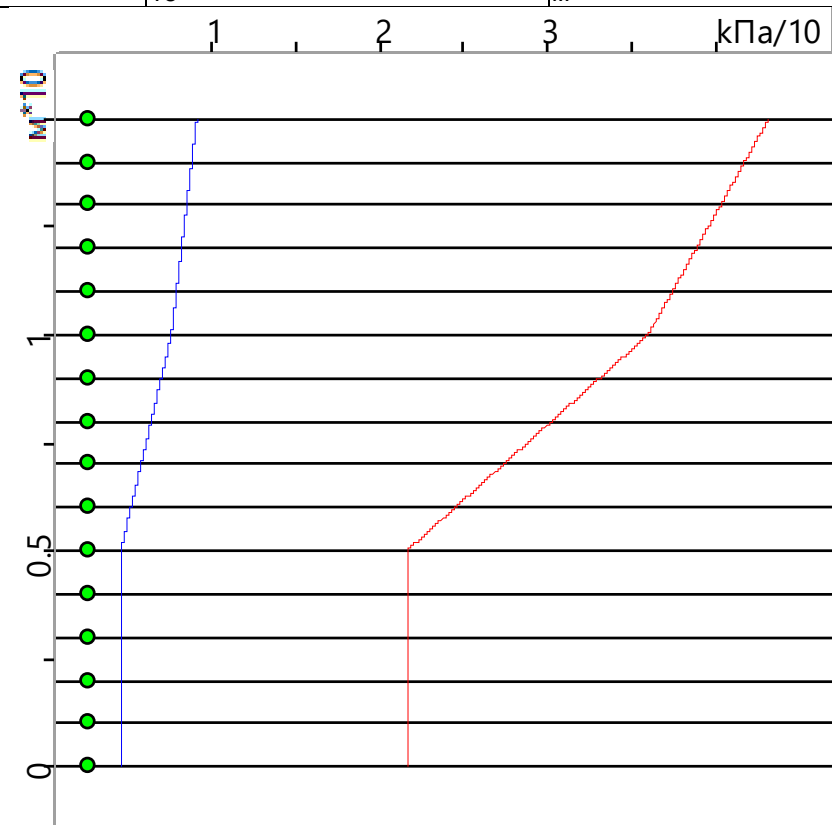
Вітер (активний тиск)

Вхідні дані	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кПа
Тип місцевості	IV - міські площі, на яких, принаймні, 15% поверхні зайнято будівлями, які мають середню висоту, що перевищує 15 м
Тип споруди	Вертикальні та відхильні від вертикальних не більше ніж на 15° поверхні
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0 км



Параметри	
Поверхня	Навітряна поверхня
Крок сканування	1 м
Коефіцієнт надійності за граничним	1

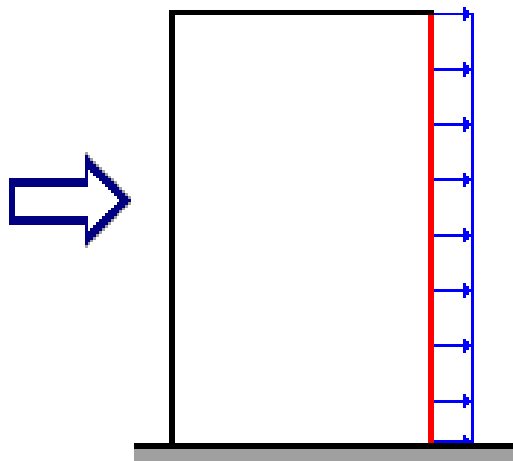
Параметри	
розрахунковим значенням γ_{fm}	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням γ_{fe}	0,21
Н	
15	М



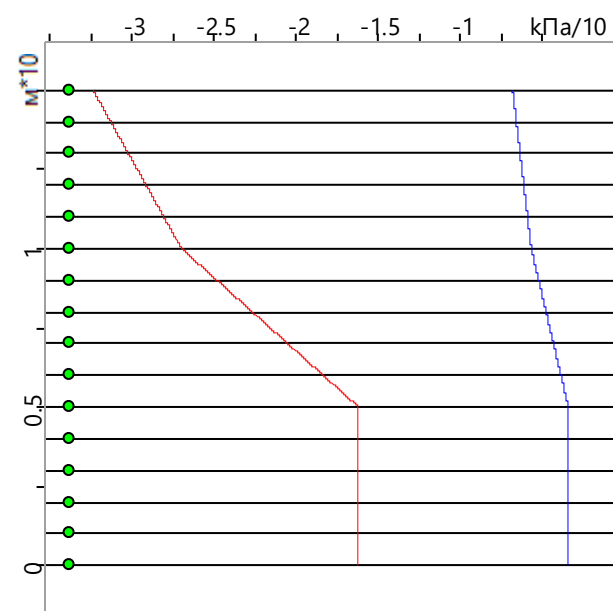
Висота (м)	Експлуатаційне значення (кПа)	Граничне значення (кПа)
0	0,045	0,216
1	0,045	0,216
2	0,045	0,216
3	0,045	0,216
4	0,045	0,216
5	0,045	0,216
6	0,051	0,245
7	0,057	0,274
8	0,064	0,302
9	0,07	0,331
10	0,076	0,36
11	0,079	0,374
12	0,082	0,389
13	0,085	0,403
14	0,088	0,418
15	0,091	0,432

Вітер (пасивний тиск)**Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2**

Вхідні дані	
Вітровий район	2
Характеристичне значення вітрового тиску	0,45 кПа
Тип місцевості	IV - міські площі, на яких, принаймні, 15% поверхні зайнято будівлями, які мають середню висоту, що перевищує 15 м
Тип споруди	Вертикальні та відхильні від вертикальних не більше ніж на 15° поверхні
Висота розміщення будівельного об'єкта над рівнем моря	0 км



Параметри		
Поверхня		Підвітряна поверхня
Крок сканування		1 м
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm}		1
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням g_{fe}		0,21
Н	15	м



Висота (м)	Експлуатаційне значення (кПа)	Граничне значення (кПа)
0	-0,034	-0,162
1	-0,034	-0,162
2	-0,034	-0,162
3	-0,034	-0,162
4	-0,034	-0,162
5	-0,034	-0,162
6	-0,039	-0,184
7	-0,043	-0,205
8	-0,048	-0,227
9	-0,052	-0,248
10	-0,057	-0,27
11	-0,059	-0,281
12	-0,061	-0,292
13	-0,064	-0,302
14	-0,066	-0,313
15	-0,068	-0,324

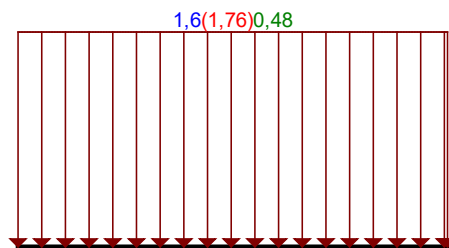
Сніг

Розрахунок виконано за ДБН В.1.2-2:2006 зі зміною №1,2

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
Місцевість		
Сніговий район	5	
Характеристичне значення снігового навантаження	1,6	кПа
Висота розміщення	0	км

Параметр	Значення	Одиниці вимірювання
будівельного об'єкта над рівнем моря		

Будівля		
		
Висота будівлі Н	13	м
Ширина будівлі В	18	м
h	0	м
a	0	град
L	14	м
Незаглиблена конструкція з підвищеним тепловиділенням	Ні	
Коефіцієнт надійності за граничним розрахунковим значенням g_{fm}	1,1	
Коефіцієнт надійності за експлуатаційним розрахунковим значенням g_{fe}	1	



Одиниці вимірювання : кПа
— Експлуатаційне значення
— Граничне значення
— Квазістале значення

Навантаження приведено до лінійного рівномірно розподіленого, яке прикладається до верхнього поясу ферми (крок ферм 3м):

$$q = 1,76 \times 3 = 5,3 \text{ кН / м}$$

Всього на розрахункову схему було прикладено 9 завантажень, які в режимі підготовки даних до розрахунку були занесені в таблицю Розрахункових сполучень зусиль, що враховує як вид та частку тривалості завантаження, а також їх взаємне виключення.

2.2.4 Розрахункові сполучення зусиль і переміщень

	Активне завантаже ння	Активне завантаже ння в РСП	Назва	Тип завантаження	Вид навантаження	Знако змінні	Беруть участь у групових операціях				Коеф. надійн ості	Частка тривал ості	Коефіц ієнти для груп елемен тів з різним и вимога ми за надійні стю
							Об'єдн ання	Взаємо виключ ення	Супроводженн я				К ₁
1	+	+	Власна вага	Постійні навантаження	Вага металевих конструкцій						1,05	1	1
2	+	+	Постійне покрівля	Постійні навантаження	Вага бетонних (густина більша за 1.6т/м3), залізобетонни х, кам'яних, дерев'яних конструкцій						1,1	1	1

3	+	+	Сніг	Короточасні навантаження	Повні снігові навантаження						1,4	1	1
4	+	+	Власна вага перекриття	Постійні навантаження	Вага бетонних конструкцій (густина дорівнює або менша за 1.6т/м3), ізоляційні та інші шари, виконані у заводських умовах						1,2	1	1
5	+	+	Корисне навантаження	Короточасні навантаження	Повні навантаження на перекриття житлових, громадських та промислових будівель з нормативним значенням меншим за 2.0 кПа						1,3	1	1
6	+	+	Вітер У+	Короточасні навантаження	Вітрові навантаження			+			1,2	1	1
7	+	+	Вітер У-	Короточасні навантаження	Вітрові навантаження			+			1,2	1	1
8	+	+	Вітер Х+	Короточасні навантаження	Вітрові навантаження			+			1,2	1	1
9	+	+	Вітер Х_	Короточасні навантаження	Вітрові навантаження			+			1,2	1	1

Взаємовиключення

	Назва	6	7	8	9
6	Вітер У+		+		
7	Вітер У-	+			
8	Вітер Х+				+
9	Вітер Х			+	

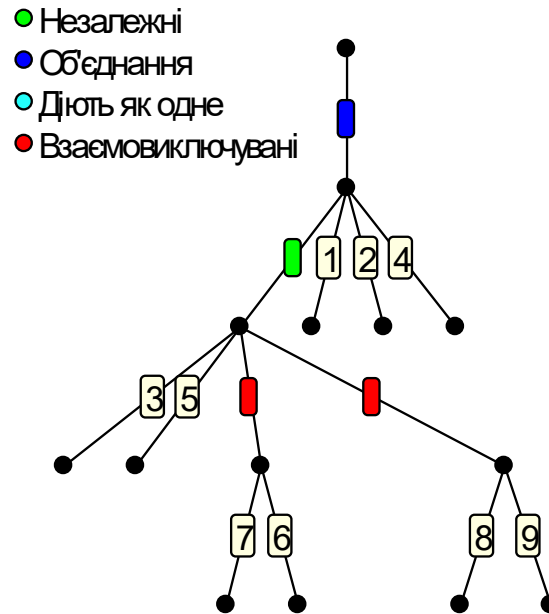


Рисунок 2.9 Дерево РСЗ

2.2.5 Навантаження на розрахункову модель

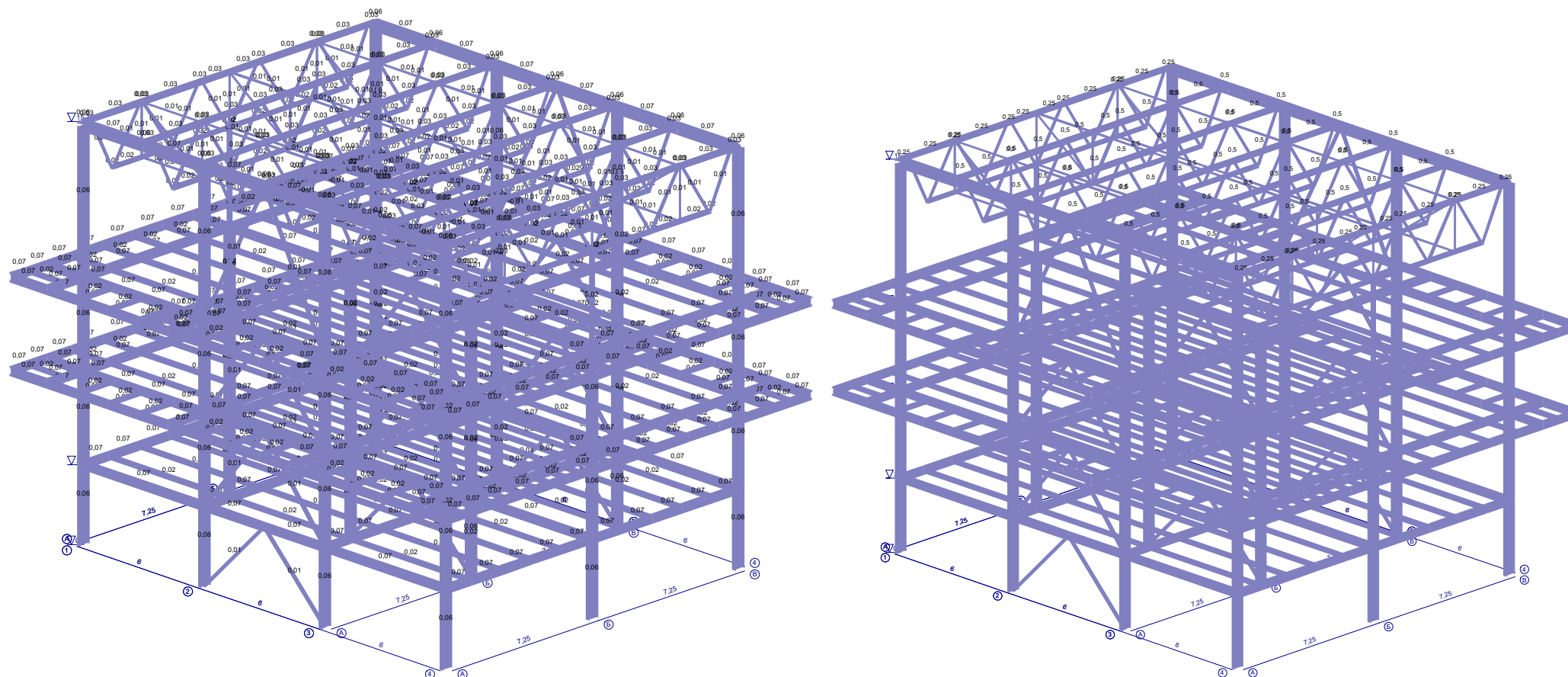


Рисунок 2.10 – Завантаження «Власна вага металевих конструкції» (а) та «Власна вага конструкцій покриття» (б)

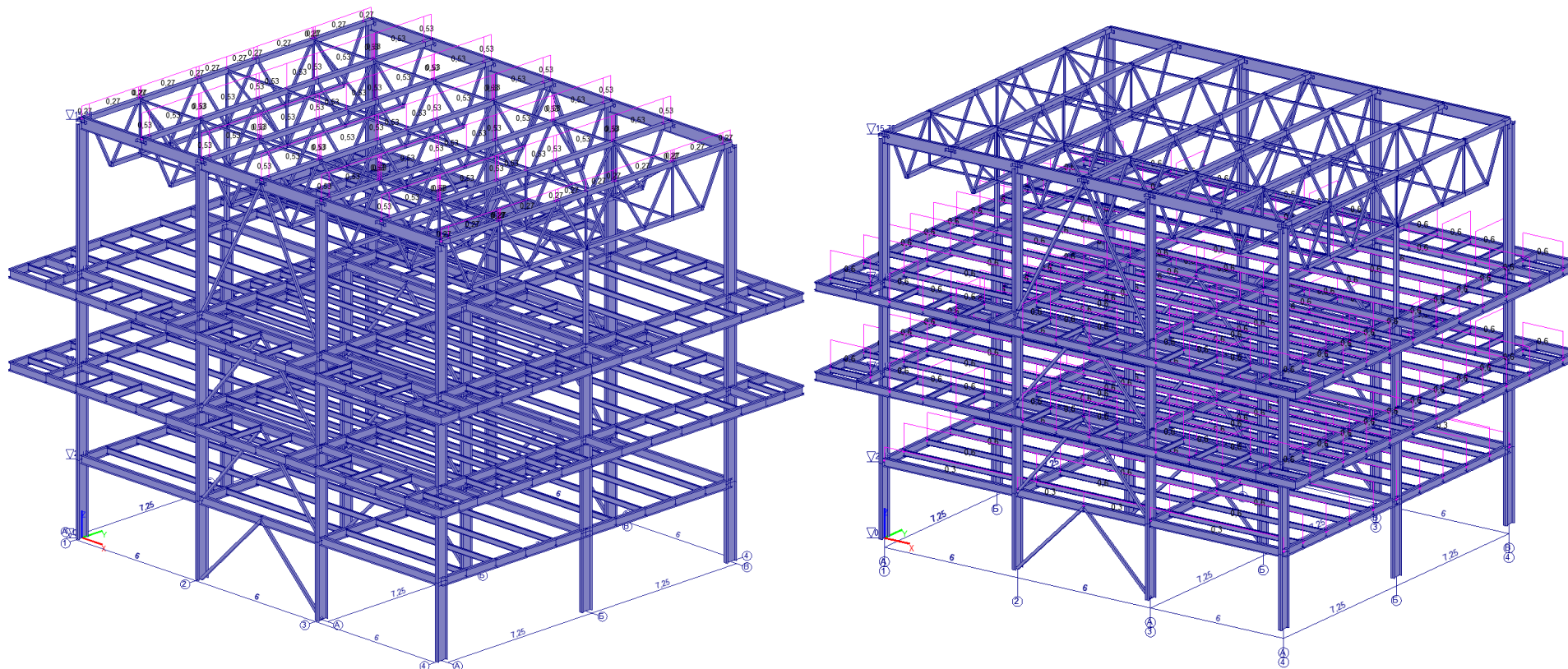


Рисунок 2.11– Завантаження «Снігове навантаження» (а) та «Власна вага конструкцій перекриття» (б)

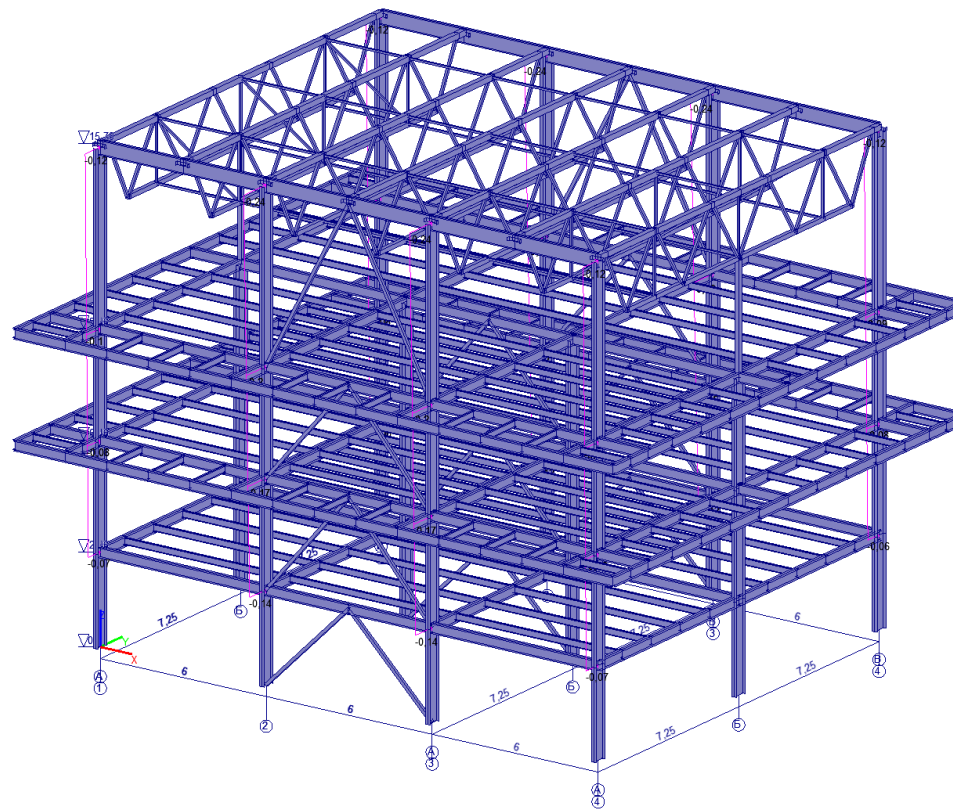
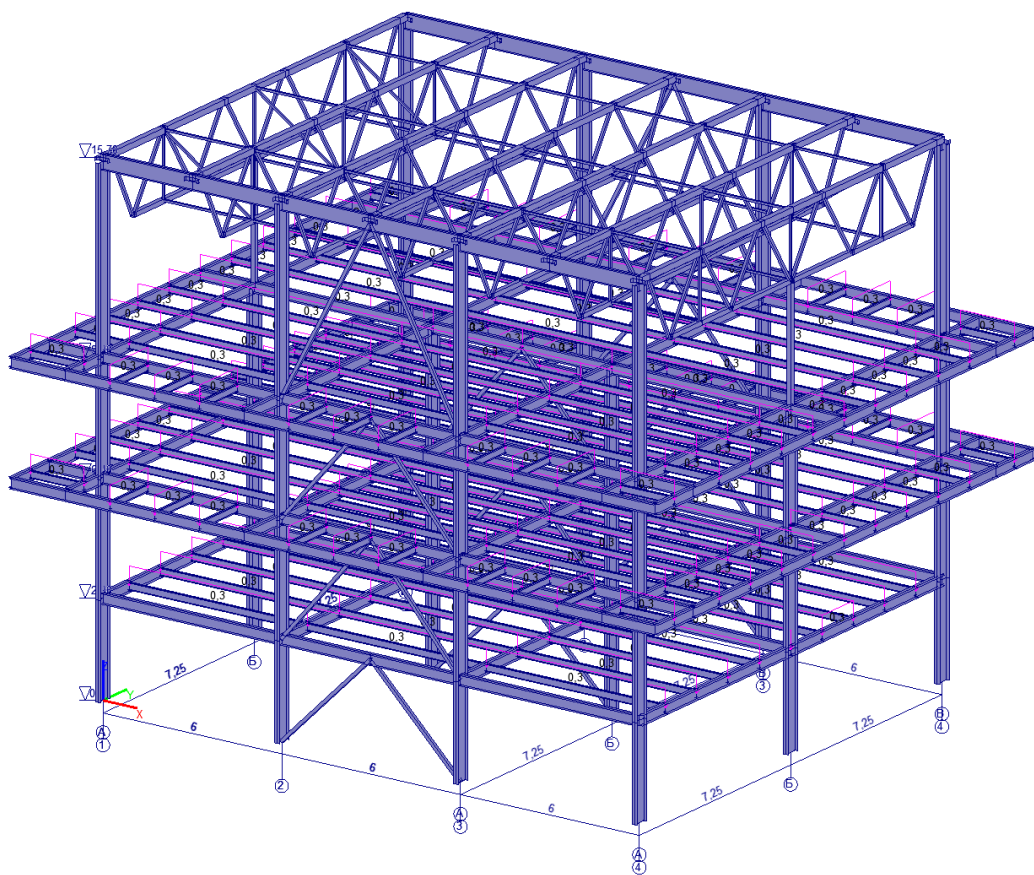
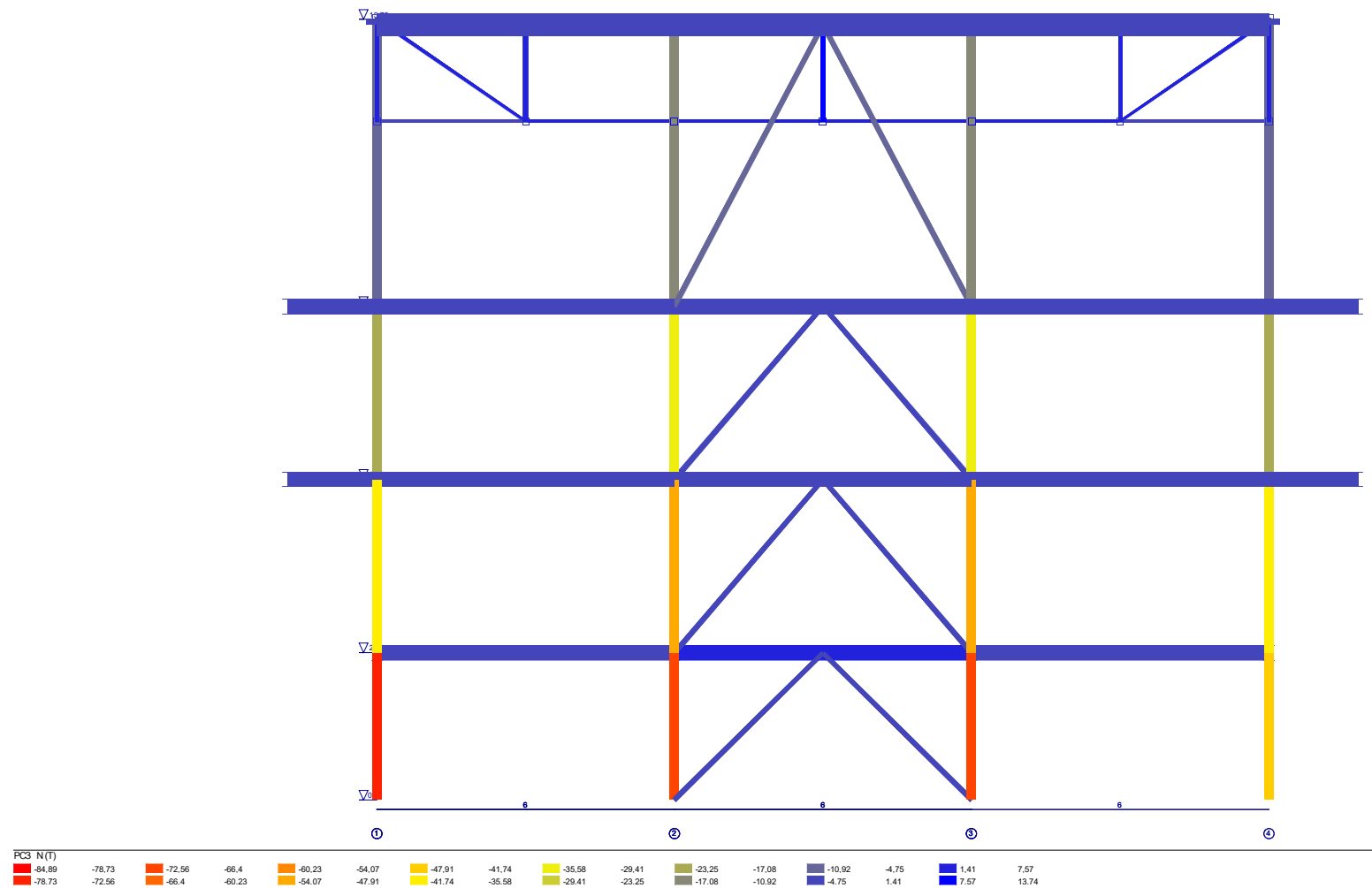


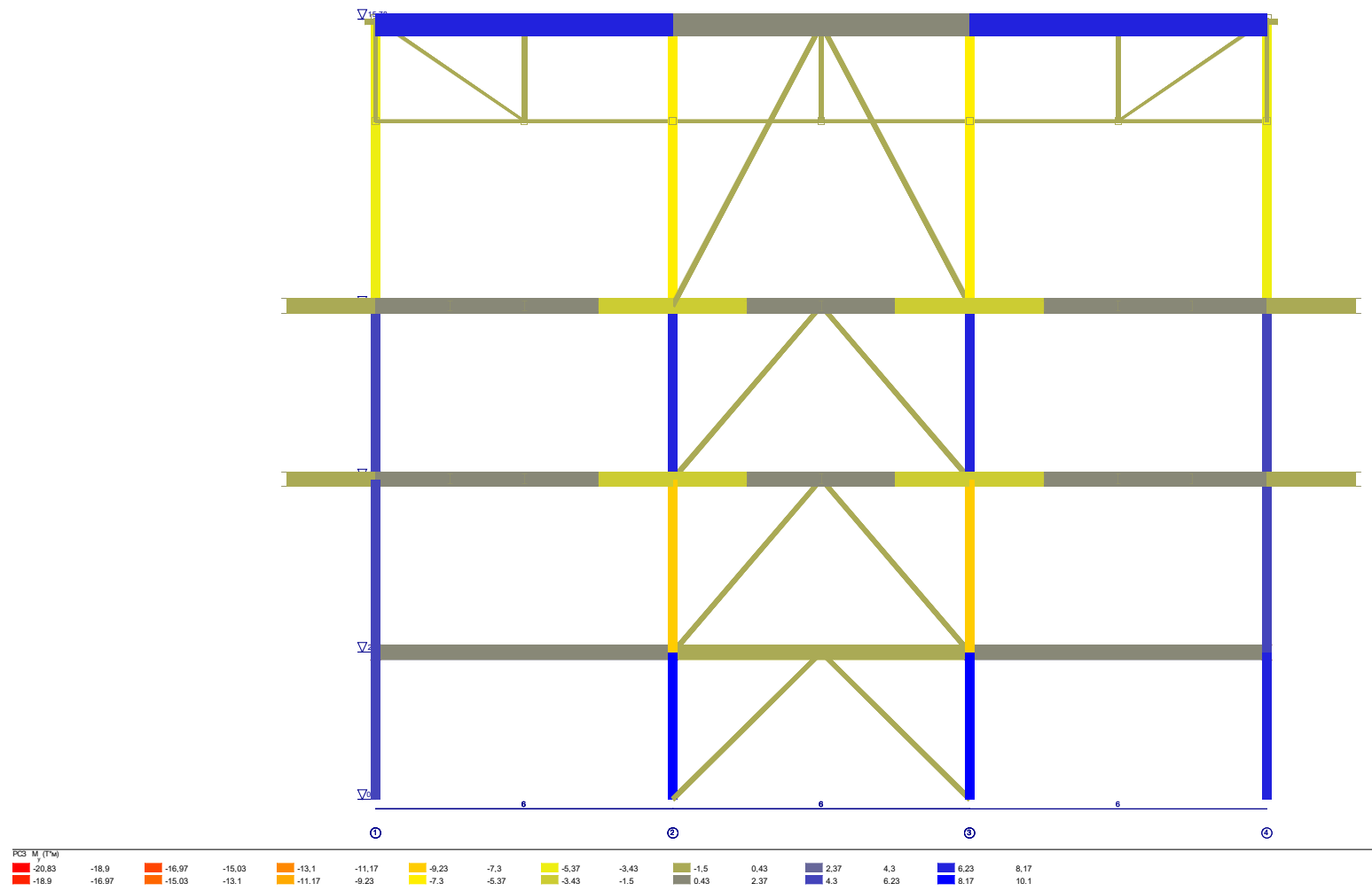
Рисунок 2.12 – Завантаження «Корисне навантаження» (а) та «Вітер по вісі X+» (б)

2.2.6 Результати статичного аналізу за розрахунковими сполученнями зусиль

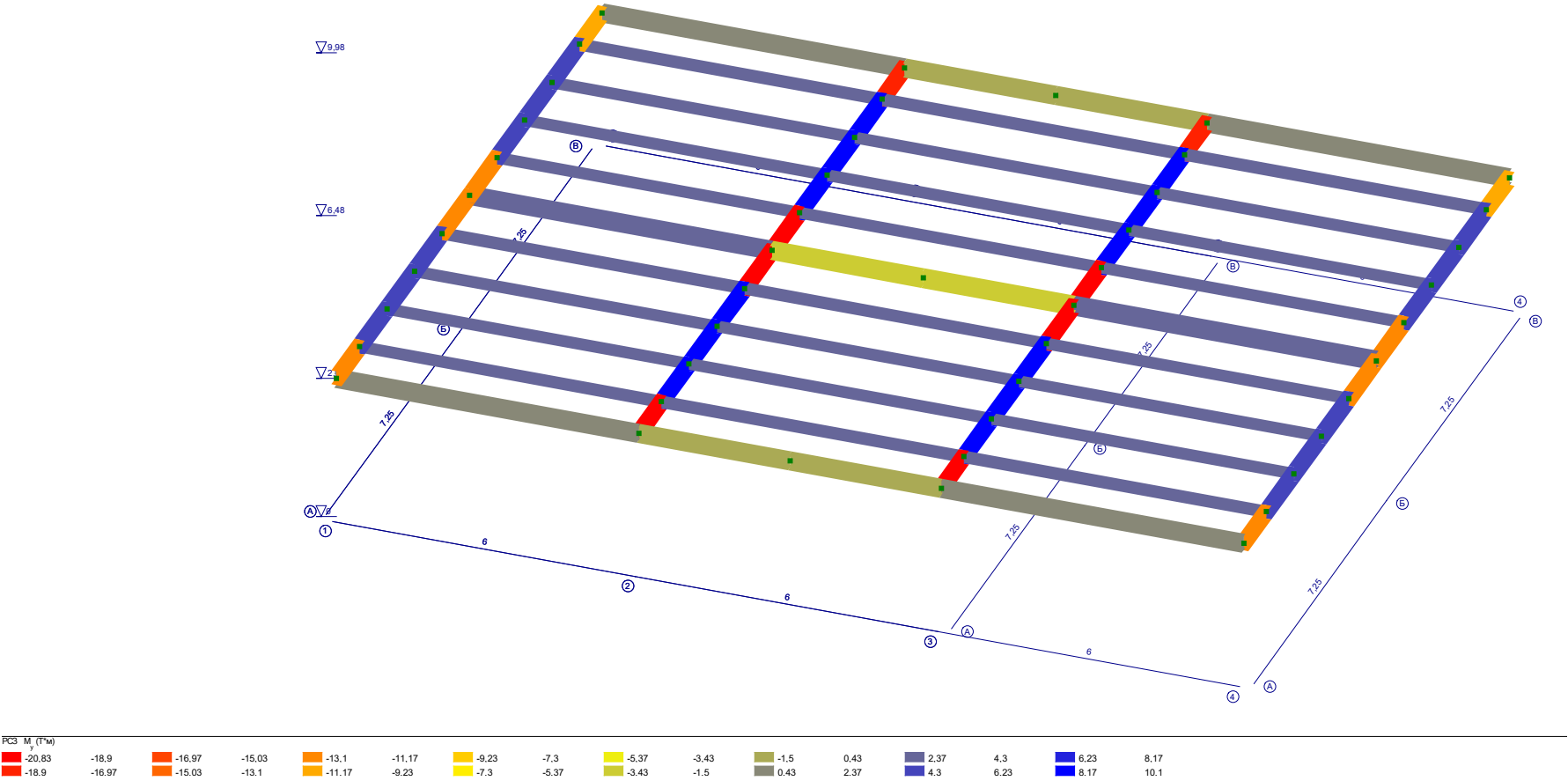
Кольорове відображення N, тс



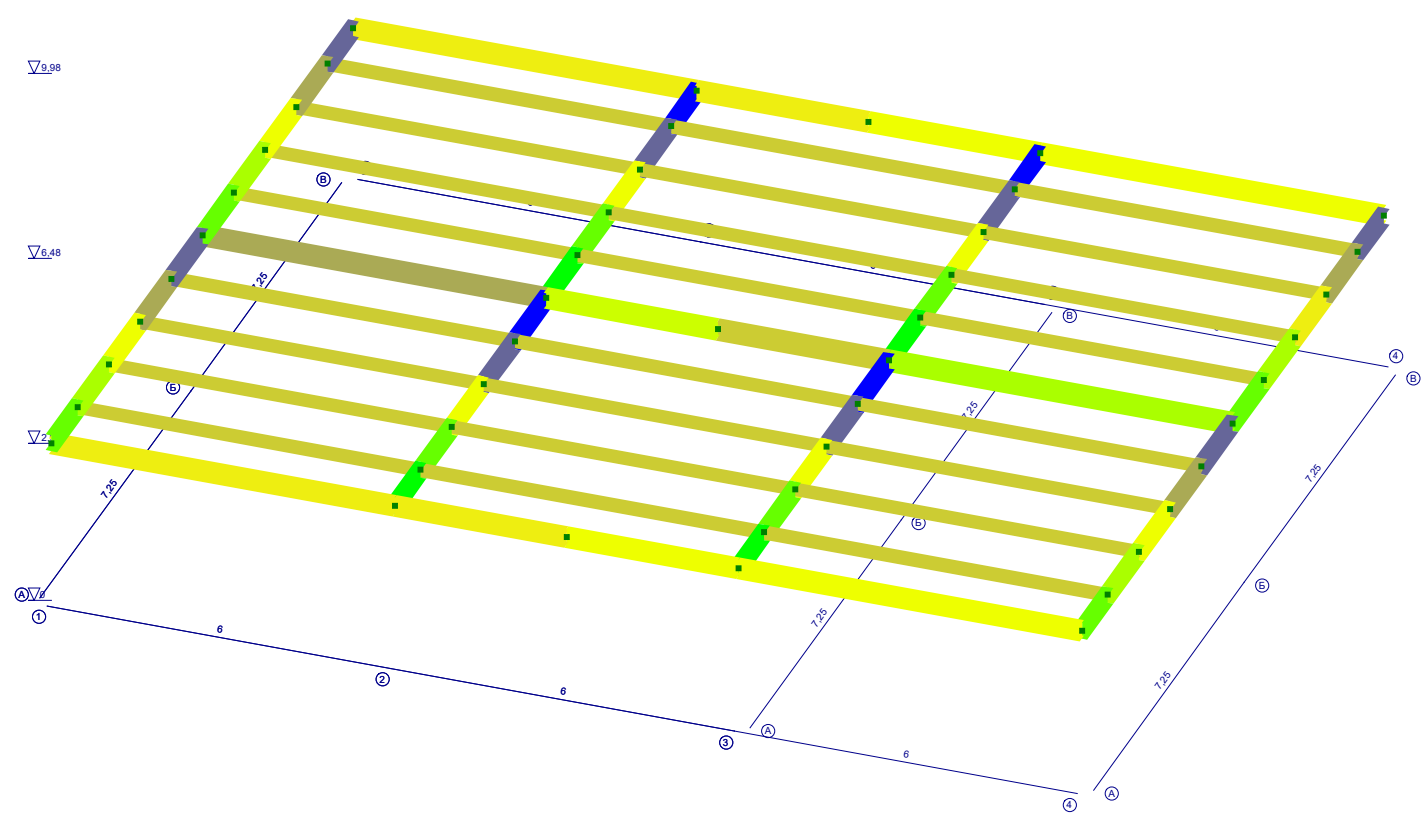
Кольорове відображення M_y , тс*м



Кольорове відображення M_y в балках, тс*м (на відм +3.000)

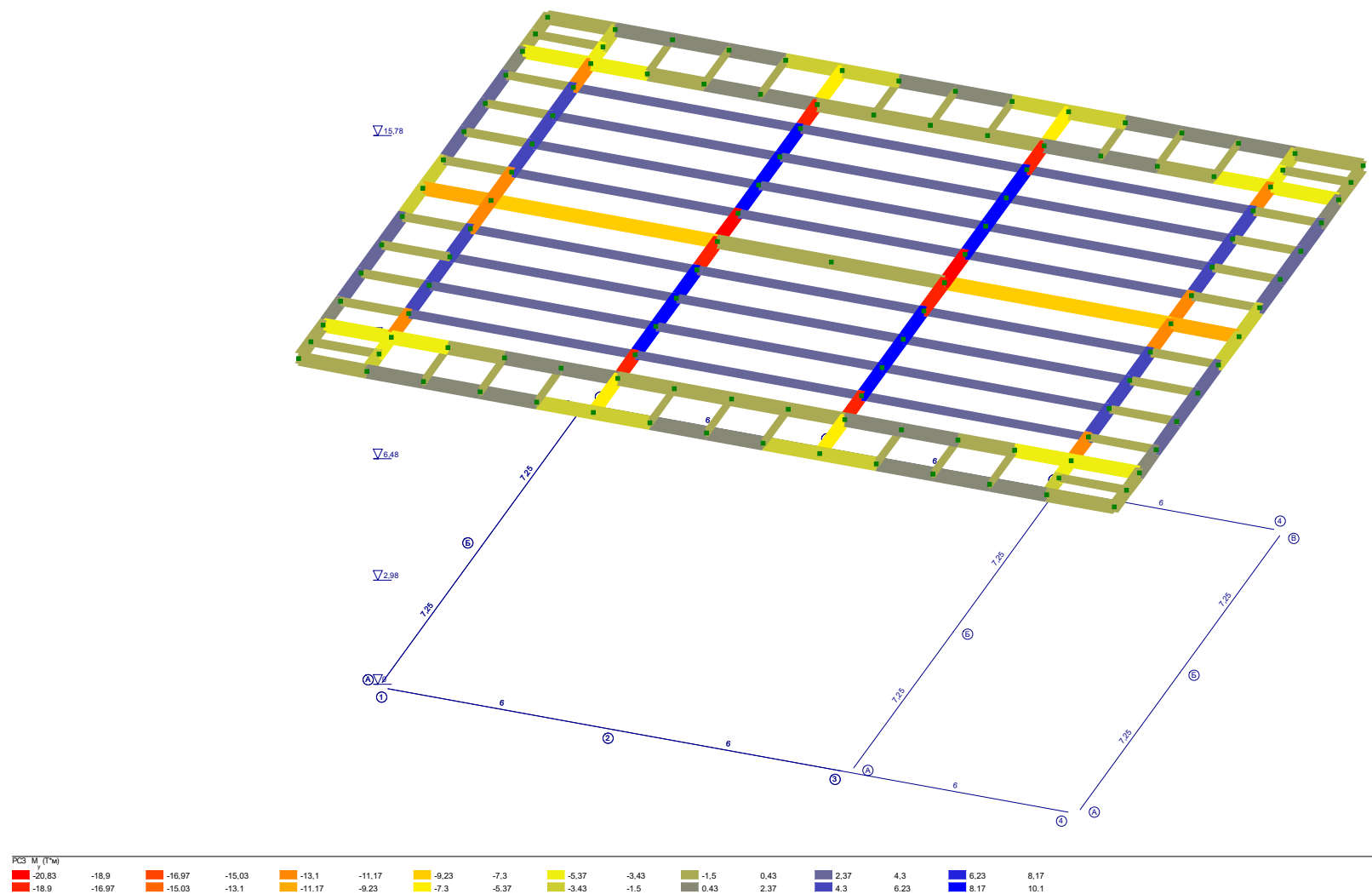


Кольорове відображення Q_z в балках, тс (на відм +3.000 м.)

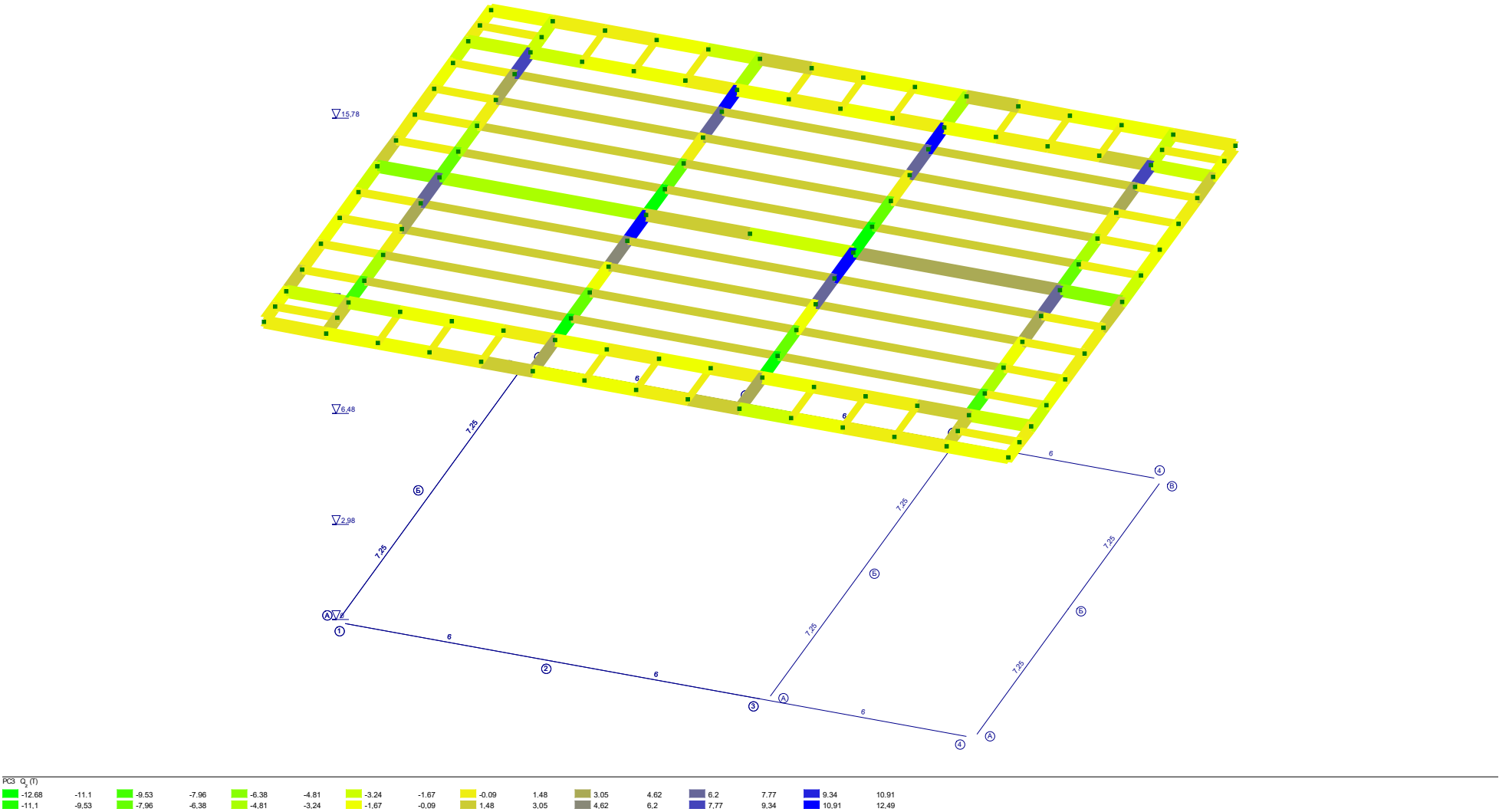


PC3 Q _z (т)	-11.1	-9.53	-7.96	-6.38	-4.81	-3.24	-1.67	-0.09	1.48	3.05	4.62	6.2	7.77	9.34	10.91
	-12.68	-9.53	-7.96	-6.38	-4.81	-3.24	-1.67	-0.09	1.48	3.05	4.62	6.2	7.77	9.34	10.91
	-11.1	-9.53	-7.96	-6.38	-4.81	-3.24	-1.67	-0.09	1.48	3.05	4.62	6.2	7.77	9.34	10.91

Кольорове відображення M_y в балках, тс*м (на відм +9.900 м.)



Кольорове відображення Q_z в балках, тс (на відм +9.900 м.)



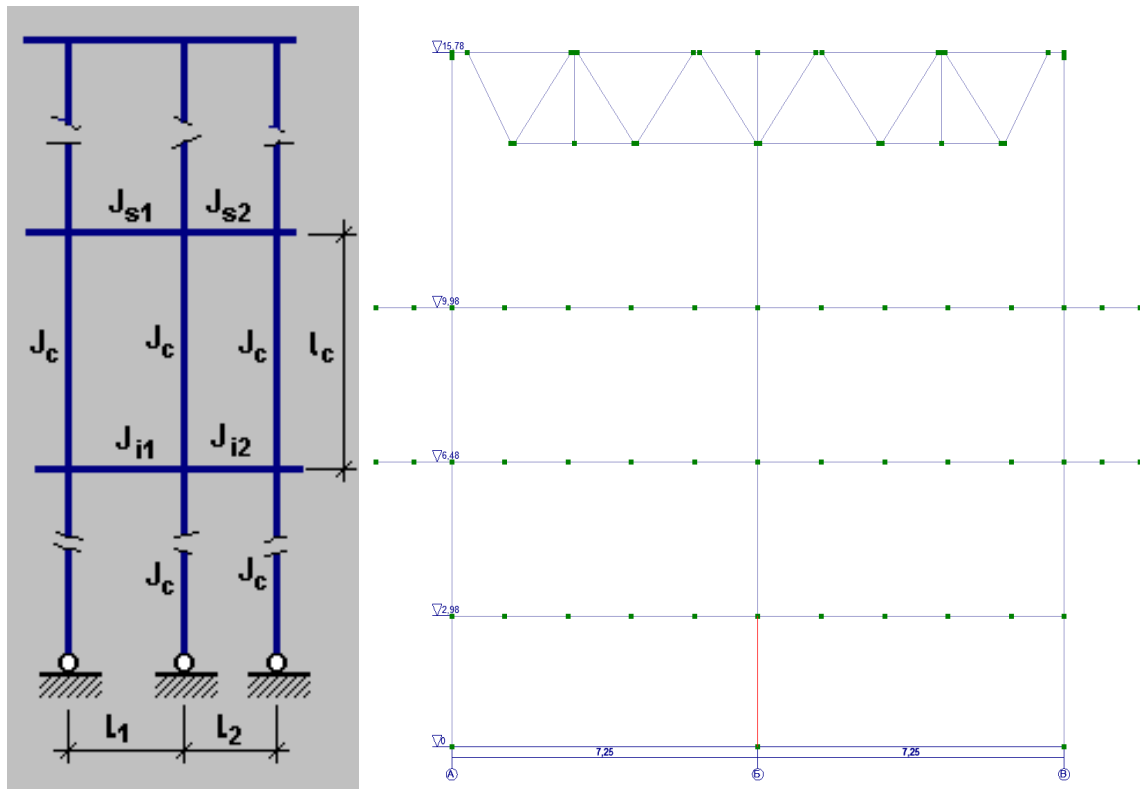
2.2.7 Експертиза поперечних перерізів

2.2.7.1 Колони рам постійного перерізу

Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014

Вид рами: вільна

Поверховість: багатоповерхова



Висота колони, $L_c = 3$ м

Жорсткість колони, $J_c = 24971 \text{ см}^4$

Схема спирання: шарнір

Кількість прогонів: 2

Розташування колони: нижній поверх

Величина прогону зліва, $L_1 = 7,25$ м

Величина прогону справа, $L_2 = 7,25$ м

Жорсткість ригеля, який прилягає до верху колони зліва, $J_{s1} = 14414 \text{ см}^4$

Жорсткість ригеля, який прилягає до верху колони справа, $J_{s2} = 14414 \text{ см}^4$

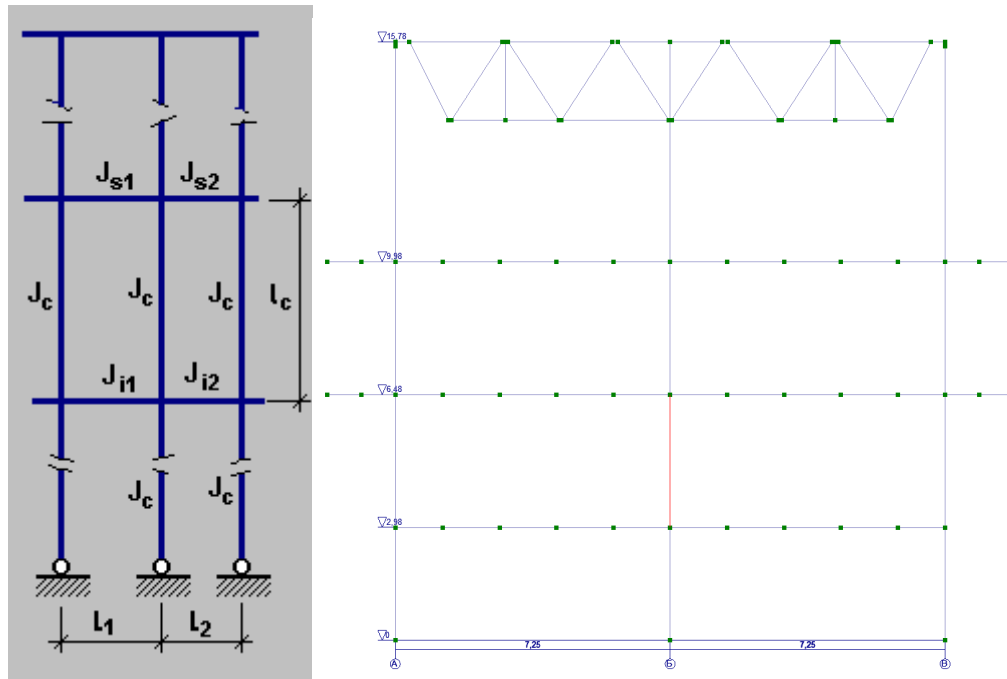
Коефіцієнт розрахункової довжини 2,742

Розрахункова довжина 8,225 м

Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014

Вид рами: вільна

Поверховість: багатоповерхова



Висота колони, $L_c = 3,5$ м

Жорсткість колони, $J_c = 24971 \text{ см}^4$

Схема спирання: шарнір

Кількість прогонів: 2

Розташування колони: середній поверх

Величина прогону зліва, $L_1 = 7,25$ м

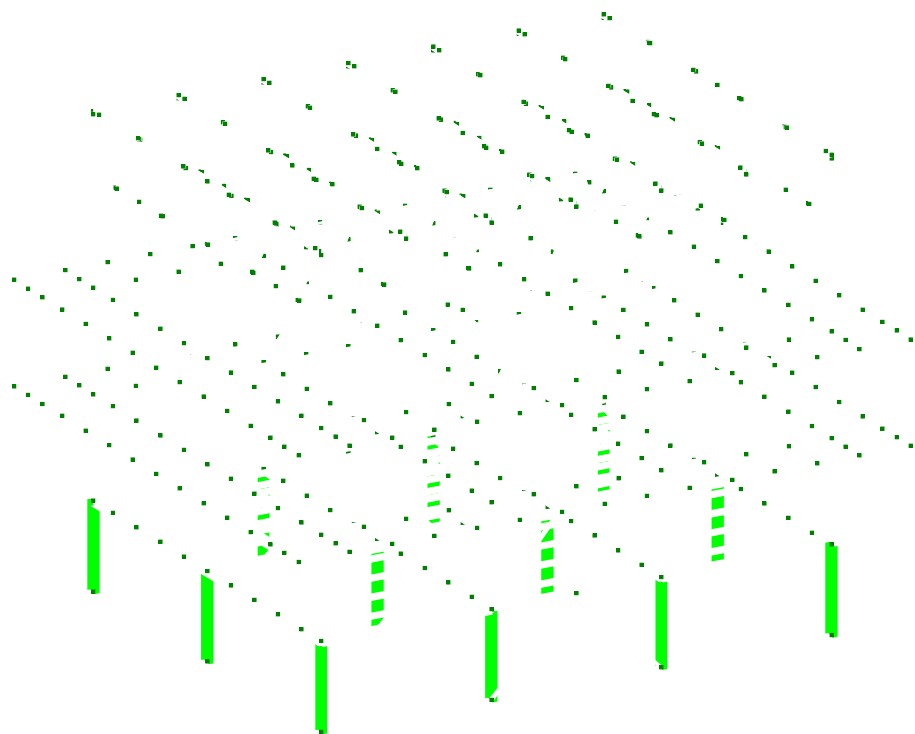
Величина прогону справа, $L_2 = 7,25$ м

Жорсткість ригеля, який прилягає до верху колони зліва, $J_{s1} = 14414 \text{ см}^4$

Жорсткість ригеля, який прилягає до верху колони справа, $J_{s2} = 14414 \text{ см}^4$

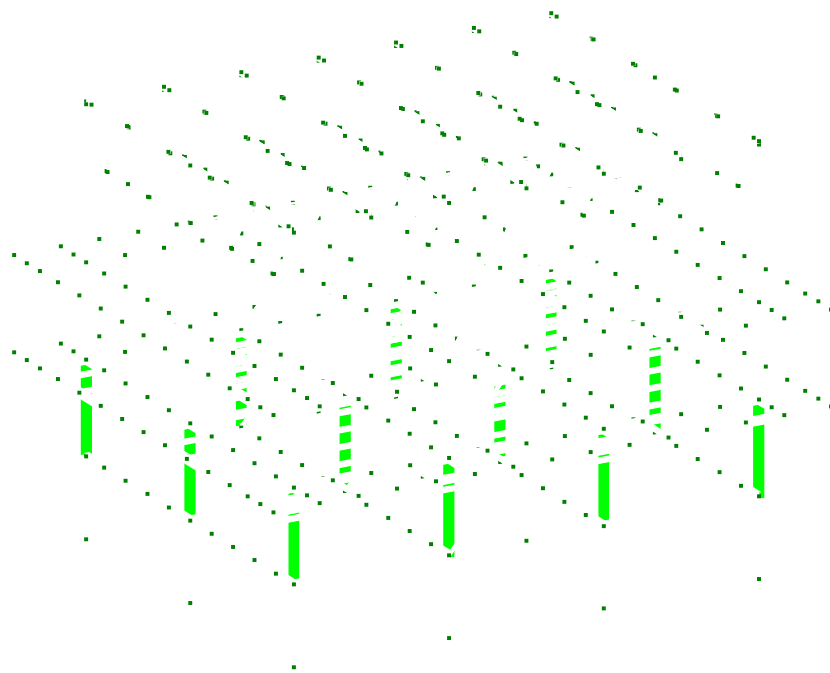
Жорсткість ригеля, який прилягає до низу колони зліва, $J_{i1} = 14414 \text{ см}^4$

Колони підземного поверху



Екстремальні значення факторів. Група 11: Колони - підземний поверх				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	235	0,7	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim \text{Переріз 1}$
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	235	0,51	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim \text{Переріз 1}$
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	223	0,67	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+L7+0.7*L8 \sim \text{Переріз 3}$
пп. 10.2.8, 10.2.10, 10.3.2, 10.3.1, 10.3.2	Стійкість у площині дії моменту M_z при позацентровому стискові	244	0,42	$L1+L2+L4+L9 \sim \text{Переріз 2}$
пп. 10.2.9, 10.2.10	Стійкість при стискові зі згином у двох площинах	226	0,74	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim \text{Переріз 3}$
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8	Стійкість із площини дії моменту M_y при позацентровому стискові	223	0,9	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim \text{Переріз 3}$
пп. 8.1.3, 8.2.1	Міцність при центральному стискові/розтягу	235	0,5	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim \text{Переріз 1}$
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	235	0,55	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim \text{Переріз 1}$
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	223	0,12	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+L7+0.7*L8 \sim \text{Переріз 3}$
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	217	0,85	$L1+L2+L4+L9 \sim \text{Переріз 1}$
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	217	0,39	$L1+L2+L4+L9 \sim \text{Переріз 1}$

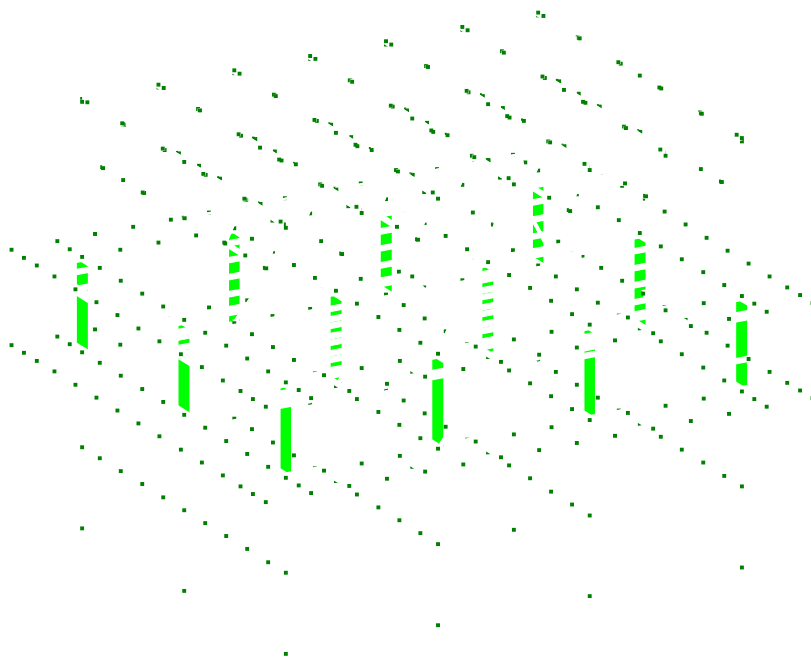
Колони першого поверху



Екстремальні значення факторів. Група 12: Колони першого поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	224	0,36	$L1+L2+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_z	245	0,19	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L9 \sim$ Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили Q_z	224	0,13	$L1+L2+L4+0.9*L5+L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	224	0,71	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 1
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	218	0,56	$L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	218	0,36	$L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	224	0,56	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.8, 10.2.10, 10.3.2, 10.3.1, 10.3.2	Стійкість у площині дії моменту M_z при позацентровому стискові	245	0,43	$L1+L2+L4+L9 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.9, 10.2.10	Стійкість при стискові зі згином у двох площинах	245	0,68	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 3
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8	Стійкість із площини дії моменту M_y при позацентровому стискові	224	0,84	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8, 10.3.1, 10.3.2	Стійкість із площини дії моменту M_z при позацентровому стискові	245	0,25	$L1+L2+L4+L9 \sim$ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	218	0,61	$L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	224	0,13	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8,	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	218	0,79	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 1

Екстремальні значення факторів. Група 12: Колони першого поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
10.4.2, 10.4.5				
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	218	0,37	L1+L2+L4+L6+0.9*L8~Переріз 1

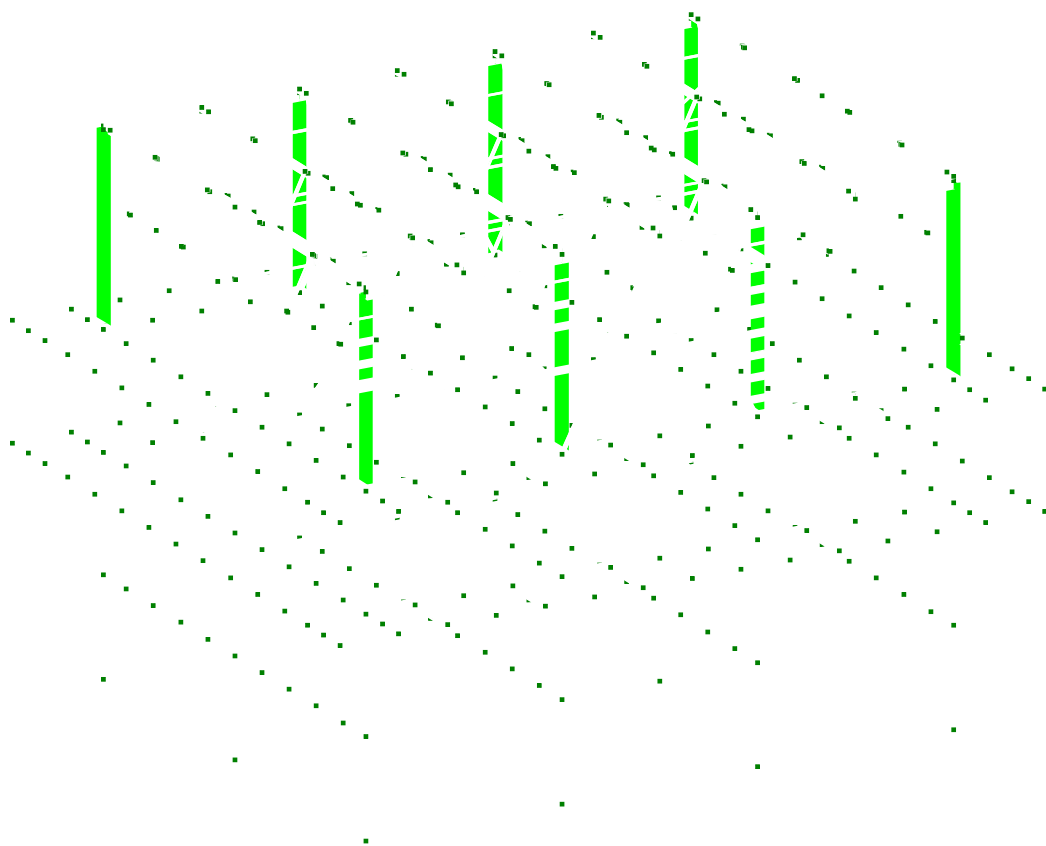
Колони другого поверху



Екстремальні значення факторів. Група 13: Колони другого поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	240	0,29	L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9~Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_z	246	0,47	L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+0.7*L7+L8~Переріз 1
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	219	0,76	L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+L7+0.7*L8~Переріз 3
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	219	0,33	L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L8~Переріз 1
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	219	0,21	L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L8~Переріз 1
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стискові	240	0,39	L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L9~Переріз 3
пп. 10.2.8, 10.2.10, 10.3.2, 10.3.1, 10.3.2	Стійкість у площині дії моменту M_z при позацентровому стискові	219	0,47	L1+L2+L4+L9~Переріз 1
пп. 10.2.9, 10.2.10	Стійкість при стискові зі згином у двох площинах	219	0,67	L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8~Переріз 3
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8	Стійкість із площини дії моменту M_y при позацентровому стискові	240	0,58	L1+L2+0.9*L3+L4+L5+0.7*L7+0.7*L9~Переріз 3
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8, 10.3.1, 10.3.2	Стійкість із площини дії моменту M_z при позацентровому стискові	219	0,14	L1+L2+L4+L8~Переріз 2

Екстремальні значення факторів. Група 13: Колони другого поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	219	0,6	$L1+L2+L4+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	219	0,13	$L1+L2+L4+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	219	0,79	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+0.7*L6+L8 \sim$ Переріз 2
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	219	0,37	$L1+L2+L4+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1

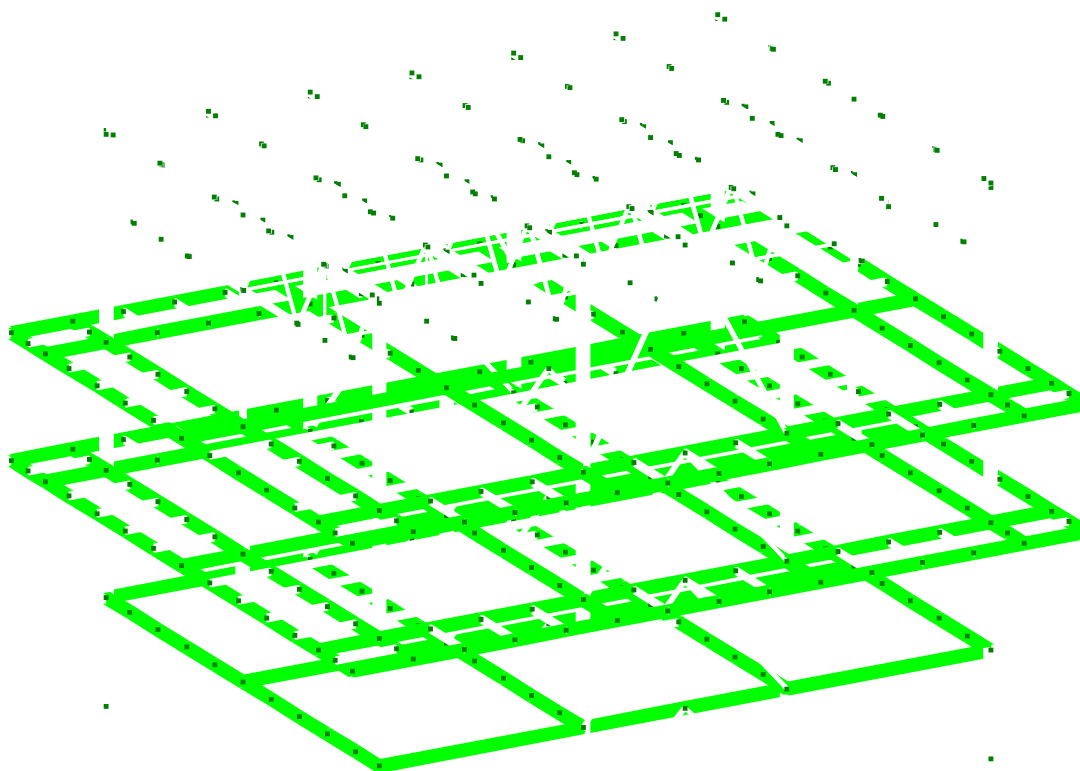
Колони третього поверху



Екстремальні значення факторів. Група 14: Колони 3				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_y	684	0,26	$L1+L2+L4+0.9*L5+L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 1
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального моменту M_z	685	0,23	$L1+L2+L4+0.9*L5+0.7*L7+L8 \sim$ Переріз 1
п. 10.1.1	Міцність при сумісній дії поздовжньої сили та згинальних моментів без врахування пластики	685	0,4	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.7*L5+0.9*L7+L8 \sim$ Переріз 1
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOY (XOU)	683	0,22	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim$ Переріз 1
пп. 8.1.3, 8.2.2, 8.2.5	Стійкість при стискові у площині XOZ (XOV)	683	0,07	$L1+L2+L3+L4+0.7*L5+0.7*L7+0.9*L9 \sim$ Переріз 1

Екстремальні значення факторів. Група 14: КолониЗ				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
пп. 10.2.2, 10.2.10	Стійкість у площині дії моменту M_y при позацентровому стиску	683	0,26	$L1+L2+0.9*L3+L4+0.7*L5+L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.9, 10.2.10	Стійкість при стиску зі згином у двох площинах	685	0,41	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.7*L5+0.9*L7+L8 \sim$ Переріз 1
пп. 10.2.4, 10.2.5, 10.2.8	Стійкість із площини дії моменту M_y при позацентровому стиску	684	0,57	$L1+L2+0.7*L3+L4+0.9*L5+L7+0.7*L9 \sim$ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOY	660	0,97	$L1+L2+L4+0.7*L5+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1
п. 13.4.1	Гранична гнучкість у площині XOZ	660	0,21	$L1+L2+L4+0.7*L5+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	660	0,72	$L1+L2+L4+L5+0.7*L6+0.9*L8 \sim$ Переріз 3
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	660	0,32	$L1+L2+L4+0.7*L5+0.9*L6+L8 \sim$ Переріз 1

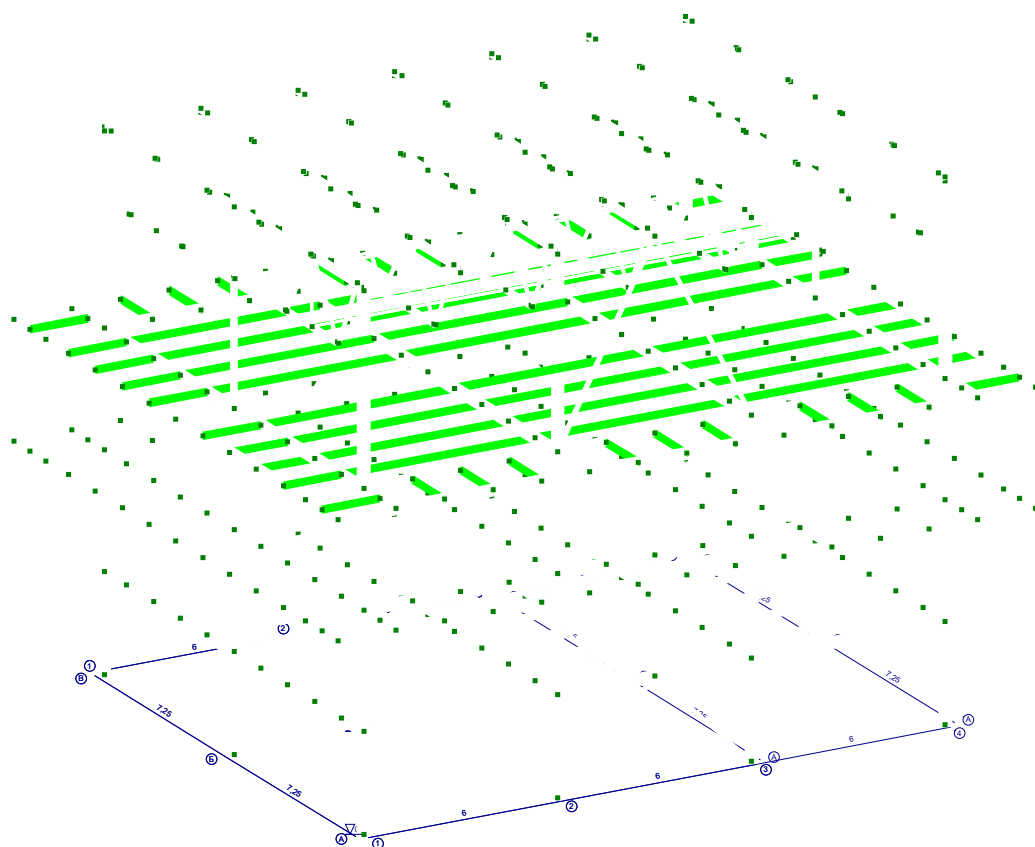
2.2.7.2 Головні балки



Екстремальні значення факторів. Група 2: Головні балки				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили	131	0,38	$L1+L2+L4+L5+0.9*L7+0.7*L8 \sim$ Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального	121	0,98	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9 \sim$

Екстремальні значення факторів. Група 2: Головні балки				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
	моменту			Переріз 3
п. 9.4.1	Стійкість плоскої форми згину при дії моменту	121	0,98	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9$ ~ Переріз 3
п. 9.2.1	Міцність за зведеними напруженнями при одночасній дії згинального моменту та поперечної сили	121	0,81	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9$ ~ Переріз 3
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	121	0,04	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9$ ~ Переріз 3
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	121	0,38	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L7+0.7*L9$ ~ Переріз 3

2.2.7.3 Другорядні балки (третій поверх)



Екстремальні значення факторів. Група 4: Другорядна балка третього поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
п. 9.2.1	Міцність при дії поперечної сили	448	0,14	$L1+L2+L4+L5+0.9*L6+0.7*L8$ ~ Переріз 1
п. 9.2.1	Міцність при дії згинального	448	0,51	$L1+L2+0.7*L3+L4+L5+0.9*L6+$

Екстремальні значення факторів. Група 4: Другорядна балка третього поверху				
Перевірка	Фактор	Максимум		
		Елемент	Значення	Комбінація
	моменту			$0.7 \cdot L_8 \sim \text{Переріз 2}$
п. 9.4.1	Стійкість плоскої форми згину при дії моменту	448	0,51	$L_1 + L_2 + 0.7 \cdot L_3 + L_4 + L_5 + 0.9 \cdot L_6 + 0.7 \cdot L_8 \sim \text{Переріз 2}$
п. 9.2.1	Міцність за зведеними напруженнями при одночасній дії згинального моменту та поперечної сили	448	0,4	$L_1 + L_2 + 0.7 \cdot L_3 + L_4 + L_5 + 0.9 \cdot L_6 + 0.7 \cdot L_8 \sim \text{Переріз 2}$
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки з умови місцевої стійкості	448	0,25	$L_1 + L_2 + 0.7 \cdot L_3 + L_4 + L_5 + 0.9 \cdot L_6 + 0.7 \cdot L_8 \sim \text{Переріз 2}$
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) з умови місцевої стійкості	448	0,34	$L_1 + L_2 + 0.7 \cdot L_3 + L_4 + L_5 + 0.9 \cdot L_6 + 0.7 \cdot L_8 \sim \text{Переріз 2}$

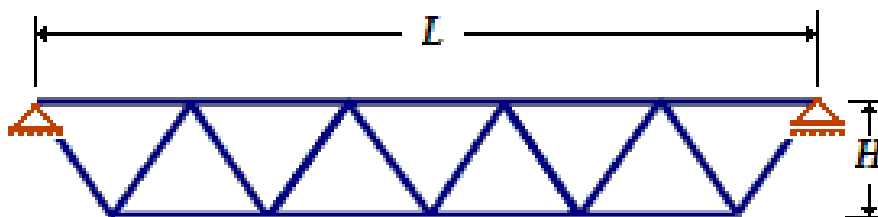
2.2.7.4 Розрахунок крокв'яної ферми

Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014

Сталь: С245

Група конструкцій за додатком Г ДБН В.2.6-198:2014 2

Обрис поясів ферми

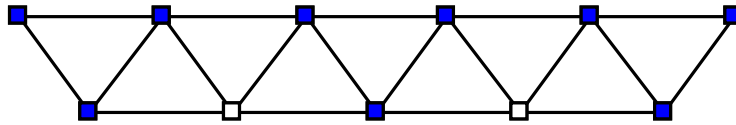


L	H	Кількість елементів верхнього пояса
м	м	
14,5	2	5

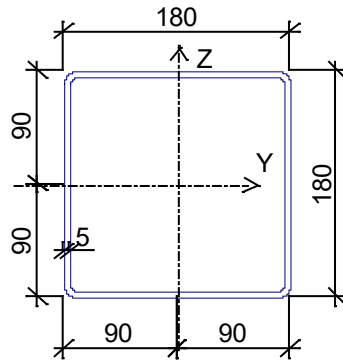
Розкріплення з площини

Вузли верхнього пояса: Усі

Вузли нижнього пояса: Крайні та посередині прогону

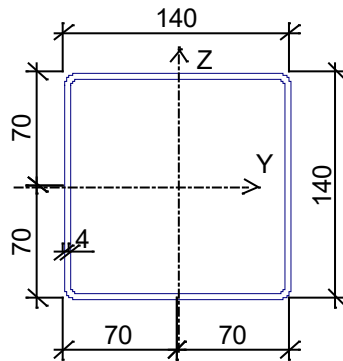


Переріз верхнього пояса



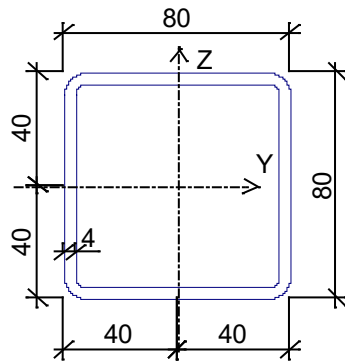
Профіль: Квадратні труби за EN 10219:2006 180x180x5.0

Переріз нижнього пояса



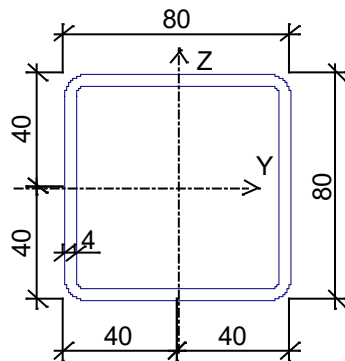
Профіль: Квадратні труби за EN 10219:2006 140x140x4.0

Переріз розкосів



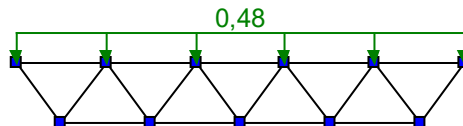
Профіль: Квадратні труби за EN 10219:2006 80x80x4.0

Переріз опорних розкосів



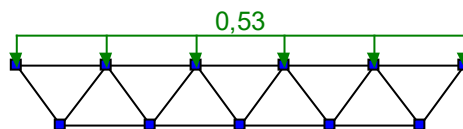
Профіль: Квадратні труби за EN 10219:2006 80x80x4.0

Завантаження 1 - постійне
Коефіцієнт надійності з навантаження: 1,1



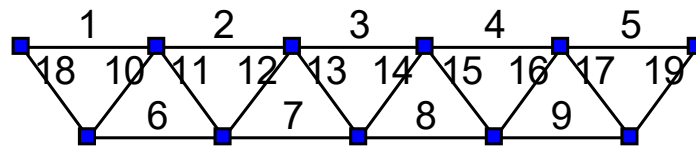
Рівномірно розподілене навантаження - Т/м
Зосереджена сила - Т

Завантаження 2 - снігове
Коефіцієнт надійності з навантаження: 1,4



Рівномірно розподілене навантаження - Т/м
Зосереджена сила - Т

Зусилля в елементах



№ ел.	Комбінації		Завантаження	
	N_{min}	N_{max}	1	2
	T	T	T	
Елементи верхнього пояса				
1	-4,459	-2,119	-2,018	-2,229
2	-11,149	-5,298	-5,046	-5,572
3	-13,378	-6,358	-6,055	-6,686
4	-11,149	-5,298	-5,046	-5,572
5	-4,459	-2,119	-2,018	-2,229
Елементи нижнього пояса				
6	4,239	8,919	4,037	4,457
7	6,358	13,378	6,055	6,686
8	6,358	13,378	6,055	6,686
9	4,239	8,919	4,037	4,457
Елементи розкосів				
10	-7,597	-3,611	-3,439	-3,797
11	1,805	3,799	1,719	1,898
12	-3,799	-1,805	-1,719	-1,898
13	0	0	0	0
14	0	0	0	0
15	-3,799	-1,805	-1,719	-1,898
16	1,805	3,799	1,719	1,898
17	-7,597	-3,611	-3,439	-3,797
Елементи опорних розкосів				
18	3,611	7,597	3,439	3,797
19	3,611	7,597	3,439	3,797

	Опорні реакції	
	Сила зліва (Т)	Сила справа (Т)
За критерієм N_{max}	-3,654	-3,654
За критерієм N_{min}	-7,689	-7,689

Результати розрахунку		
Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
п. 8.1.1	Міцність верхнього пояса	0,159
п. 8.1.3	Стійкість верхнього пояса у площині ферми	0,169
п. 8.1.3	Стійкість верхнього пояса із площини ферми	0,169
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість верхнього пояса	0,272
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8,	Гранична гнучкість	0,854

Результати розрахунку		
Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
10.4.2, 10.4.5	стінки верхнього пояса з умови місцевої стійкості	
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) верхнього пояса з умови місцевої стійкості	0,854
п. 8.1.1	Міцність нижнього пояса	0,257
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість нижнього пояса	0,131
п. 8.1.1	Міцність розкосів	0,265
п. 8.1.3	Стійкість розкосів у площині ферми	0,311
п. 8.1.3	Стійкість розкосів із площини ферми	0,35
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість розкосів	0,446
пп. 8.3.2, 9.5.1-9.5.8, 10.4.2, 10.4.5	Гранична гнучкість стінки розкосів з умови місцевої стійкості	0,353
пп. 8.3.7, 9.5.14, 10.4.6, 10.4.7	Гранична гнучкість звису полиці (поясного листа) розкосів з умови місцевої стійкості	0,353
п. 8.1.1	Міцність опорних розкосів	0,265
пп. 13.1.1-13.1.4, 13.4.1	Гнучкість опорних розкосів	0,201

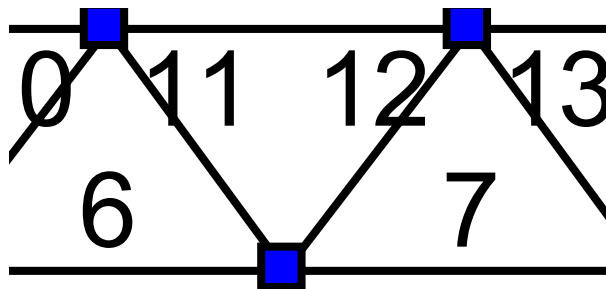
Коефіцієнт використання 0,854 - Гранична гнучкість стінки верхнього пояса з умови місцевої стійкості

Вага ферми 0,812 Т

Площа фарбування 240934,908 см²

2.2.8 Розрахунок вузлів

2.2.8.1 Розрахунок К подібного вузла нижнього поясу ферми (за допомогою комплексу IdeaStatica)



Project data

Project name

Project number

Author

Description

Date 3/20/2026

Code EN

Material

Steel S 235

Project item CON1

Design

Name CON1

Description

Analysis Stress, strain/ loads in equilibrium

Members

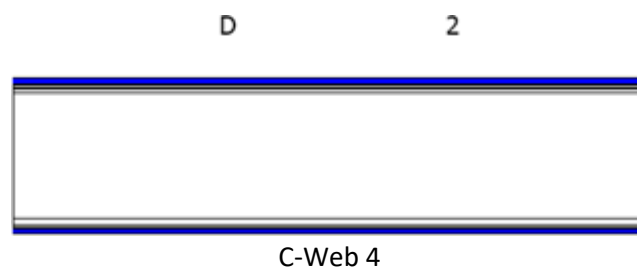
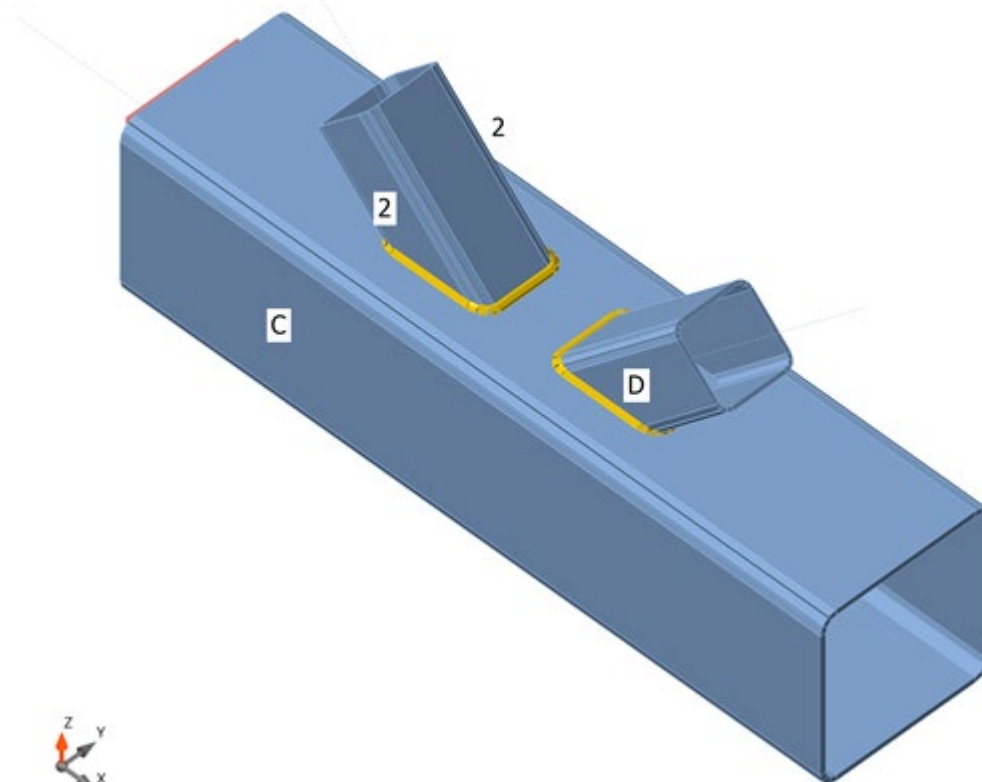
Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
C	3 SC180/180/5.6	0.0	0.0	0.0	0	0	0
D	4 - SC80/80/4	0.0	45.0	0.0	0	0	0

2	5 - SC80/80/4	-180.0	45.0	0.0	0	0	0
---	---------------	--------	------	-----	---	---	---

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
C / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
C / end		Node	0
D / end		Node	0
2 / end		Node	0



Cross-sections

Name	Material
3 - SC180/180/5.6	S 235
4 - SC80/80/4	S 235
5 - SC80/80/4	S 235

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	C / Begin	-90.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	C / End	134.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	D / End	-18.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	2 / End	37.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Unbalanced forces

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	5.1	0.0	13.4	0.0	0.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5.0%	OK
Loc. deformation	0.4 < 3%	OK
Welds	98.3 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	
GMNA	Calculated	

Plates

Name	t_p [mm]	Loads	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{Pl} [%]	$\sigma_{c,Ed}$ [MPa]	Status
C	5.6	LE1	235.2	0.1	0.0	OK
D	4.0	LE1	160.7	0.0	0.0	OK
2	4.0	LE1	225.7	0.0	0.0	OK

Design data

Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

t_p Plate thickness

σ_{Ed} Equivalent stress

ϵ_{Pl} Plastic strain

$\sigma_{c,Ed}$ Contact stress

f_y Yield strength

ϵ_{lim} Limit of plastic strain

Loc. deformation

Name	d_0 [mm]	Loads	δ [mm]	δ_{lim} [mm]	δ/d_0 [%]	Check status
C	180	LE1	1	5	0.4	OK

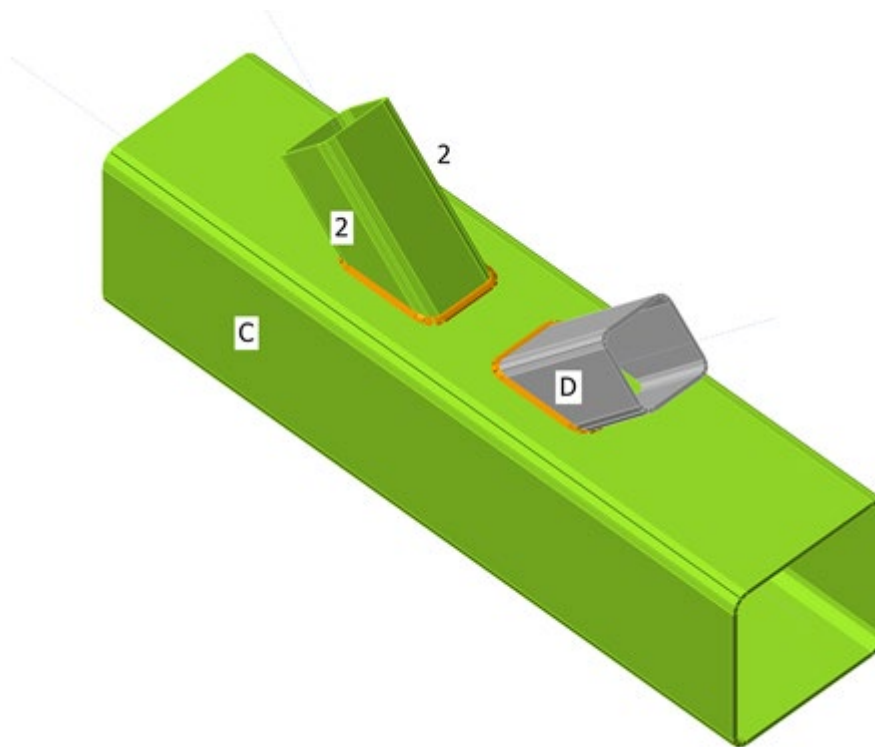
D	80	LE1	0	2	0.0	OK
2	80	LE1	0	2	0.0	OK

Symbol explanation

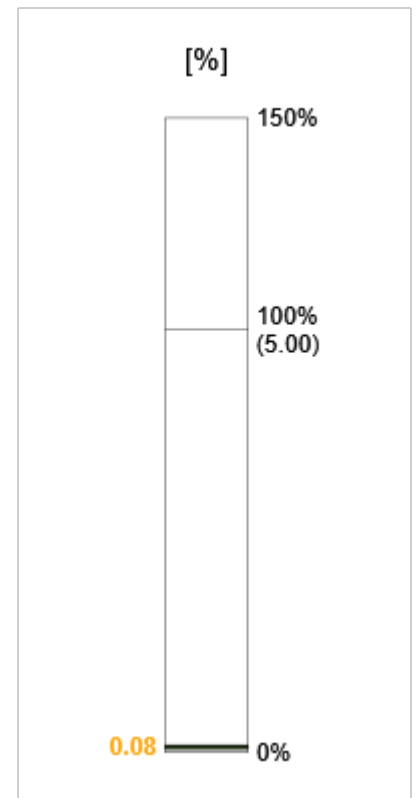
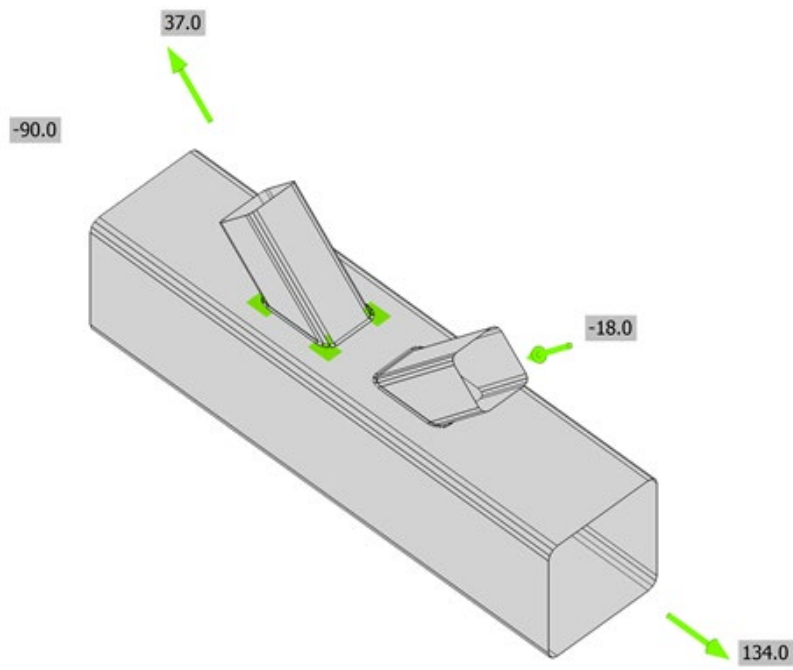
d_0 Cross-section size

δ Local cross-section deformation

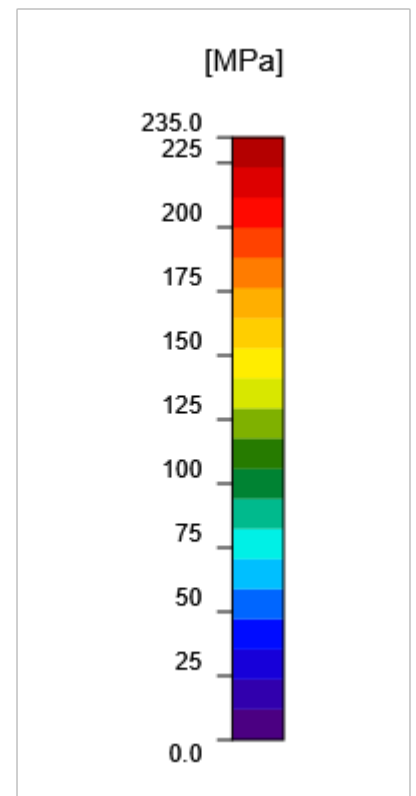
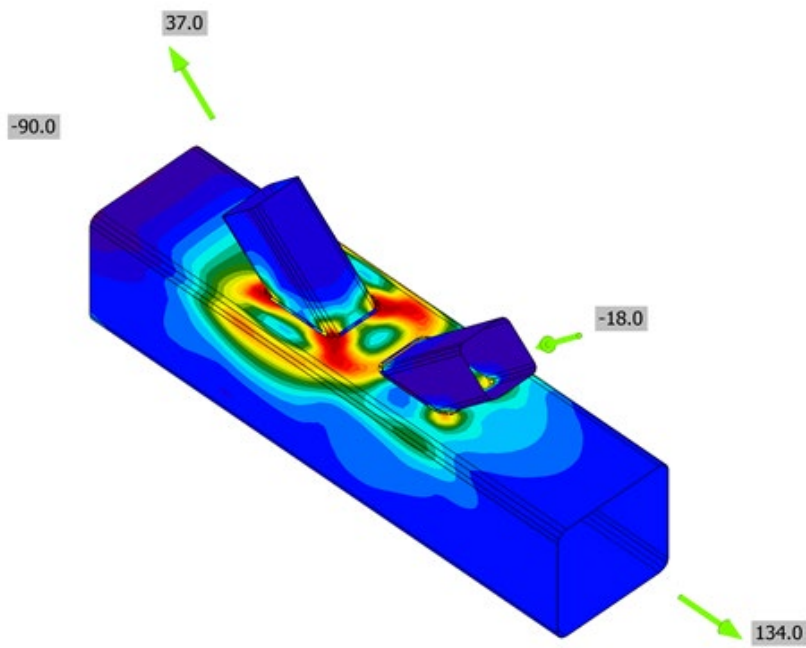
δ_{lim} Allowed deformation



Overall check, LE1



Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Load	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$T_{\parallel}$ [MPa]	U_t [%]	U_{t_c} [%]	Detailing	Status
C-w 3	D	3.0	345	LE1	352.8	0.0	-113.2	67.2	180.9	98.0	58.7	OK	OK
C-w 3	2	3.0	344	LE1	353.9	0.7	120.9	-15.7	191.4	98.3	72.3	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

2.2.8.2 Розрахунок рамного вузла по вісі Б-3 на відм +6.800

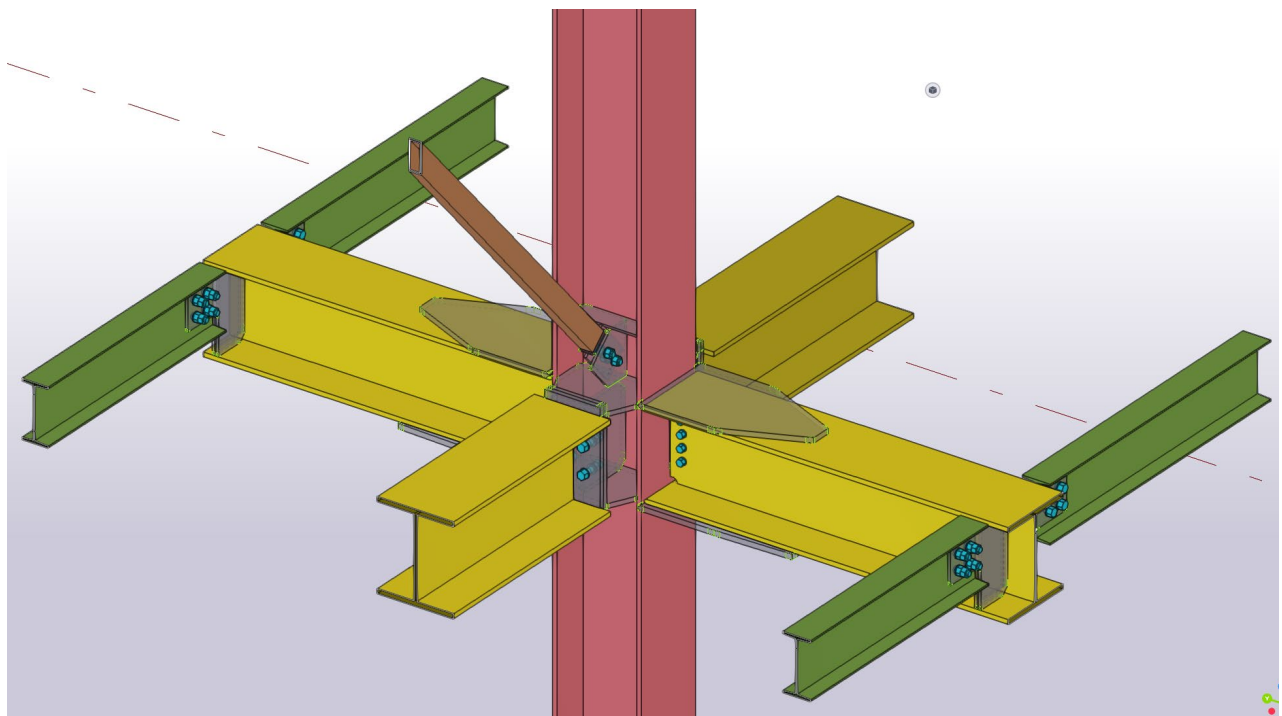


Рис. 2.13 Конструктивна схема вузла

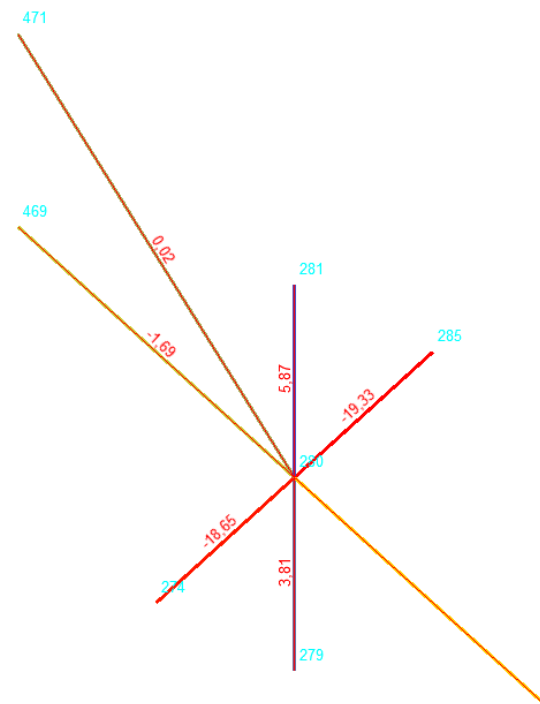
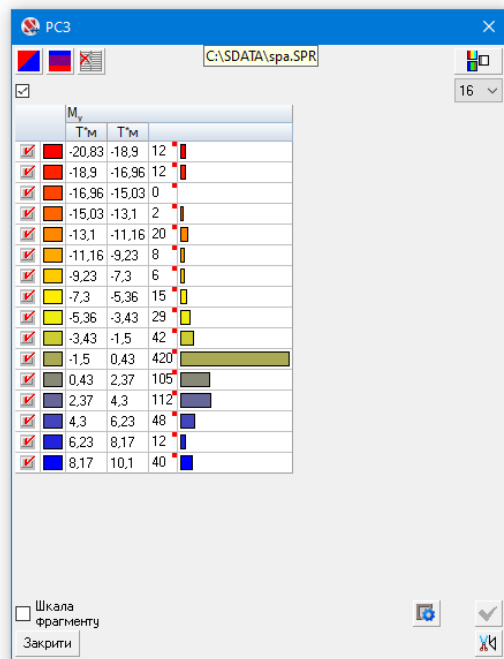


Рис. 2.14 Максимальне абсолютне значення згинальних моментів (T^*M) в елементах вузла за РСЗ

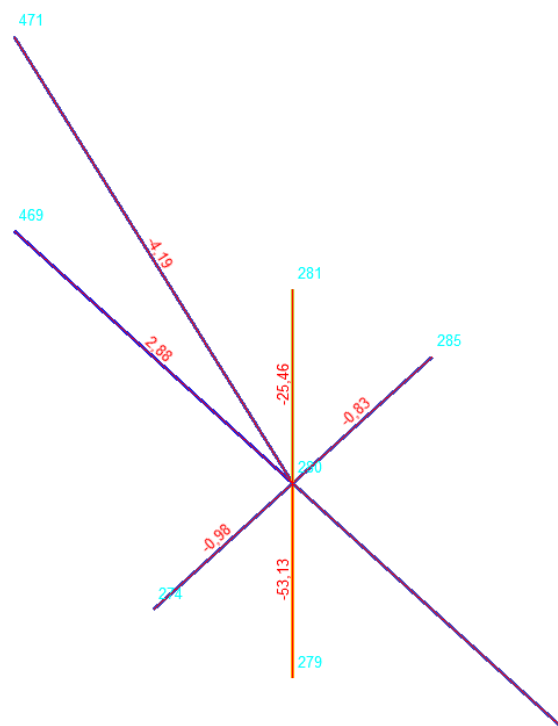
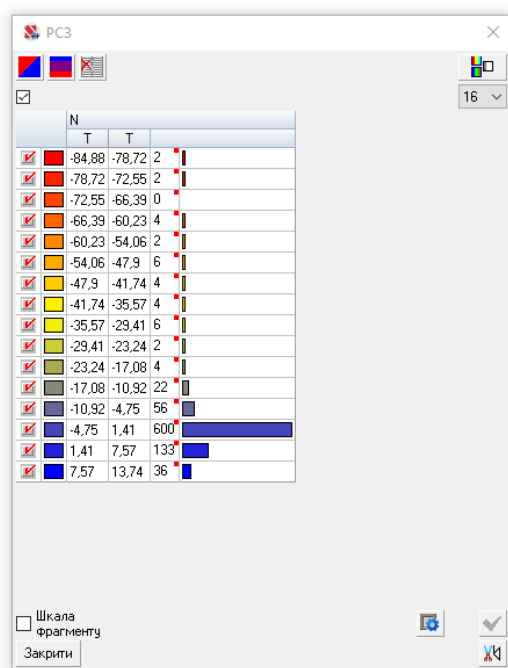


Рис. 2.15 Максимальне абсолютне значення повздовжніх сил (T) в елементах вузла за РСЗ

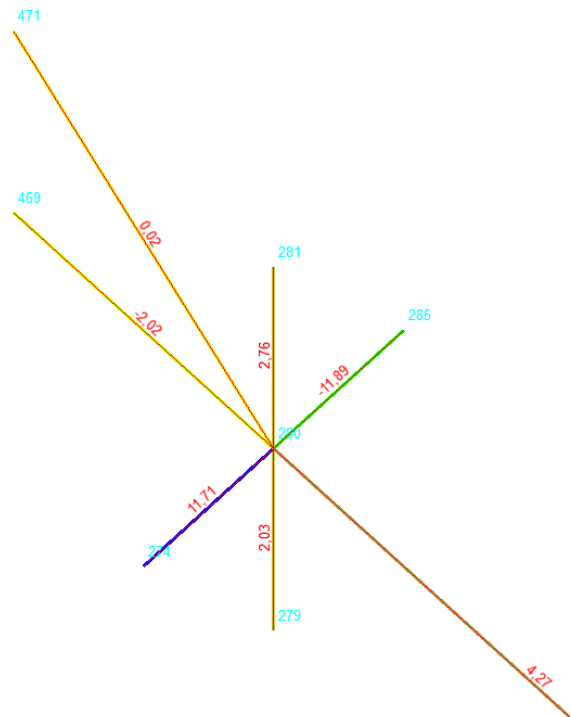
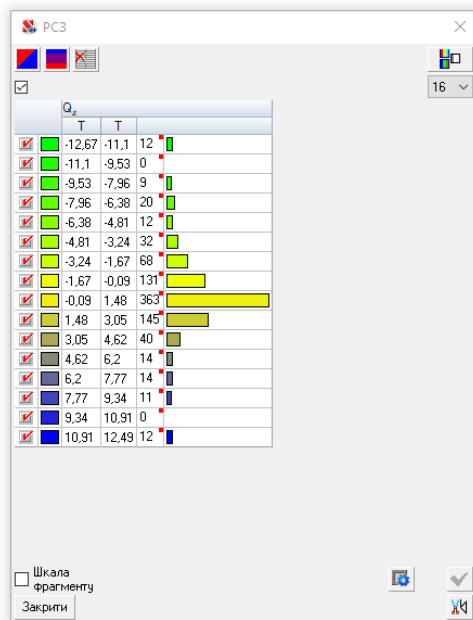


Рис. 2.16 Максимальне абсолютне значення поперечних сил (T) в елементах вузла за PC3

Project data

Project name C 186

Project number

Author

Description

Date 3/20/2026

Code EN

Material

Steel S 235, S 235, S 275

Project item C 186

Design

Name C 186

Description

Analysis Stress, strain/ loads in equilibrium

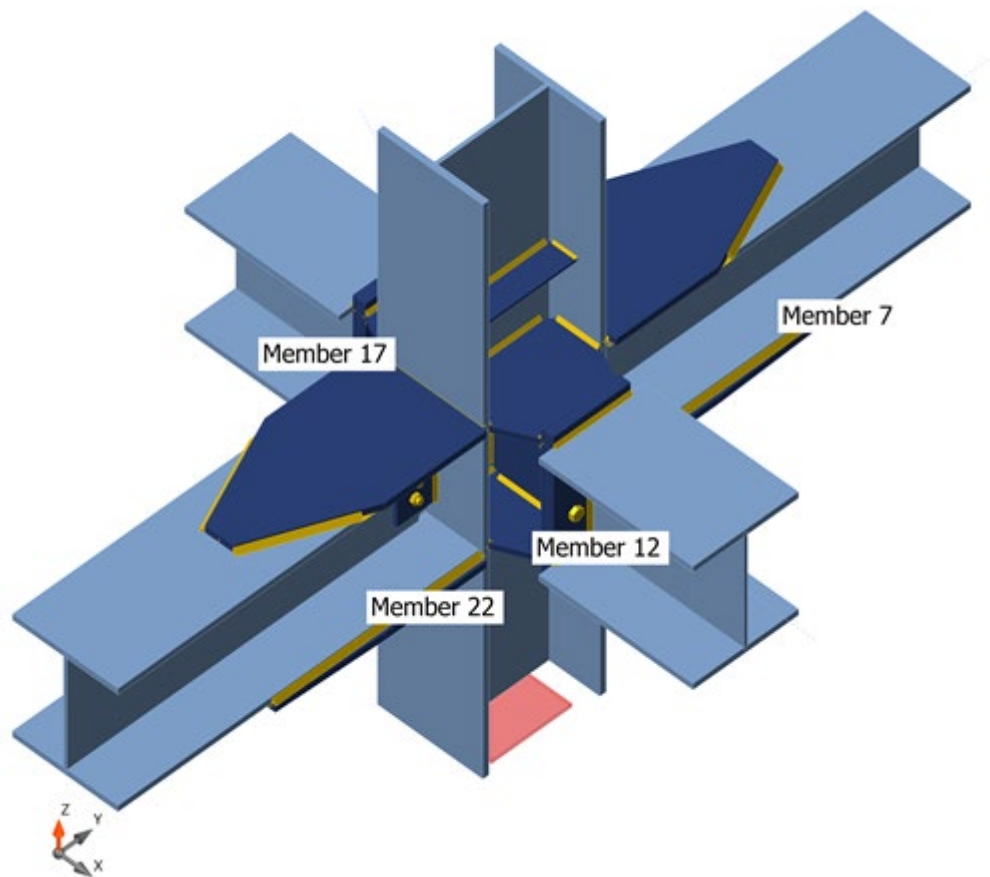
Members

Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
Member 7	6 - HEA360	90.0	0.0	0.0	0	-5	0
Member 12	6 - HEA360	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Member 17	6 - HEA360	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Member 22	6 - HEA360	90.0	0.0	0.0	0	-5	0
Member 30	29 PP80X50X4.0_8940_2019	179.9	47.9	0.0	0	0	121
Member 36	6 - HEA360	0.0	90.0	-90.0	0	5	0

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
Member 7 / end		Node	0
Member 12 / end		Node	0
Member 17 / begin		Node	0
Member 22 / begin		Node	0
Member 30 / end		Node	0
Member 36 / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
Member 36 / end		Node	0



Cross-sections

Name	Material
6 - HEA360	S 235
29 - PP80X50X4.0_8940_2019	S 235

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm ²]
16 7798-B_5.6	16	300.0	500.0	201
20 4014-BC_10.9	20	900.0	1000.0	314
20 7798-B_5.6	20	300.0	500.0	314

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	Member 7 / End	0.0	0.0	120.0	0.0	190.0	0.0
	Member 12 / End	-12.0	0.0	0.0	0.0	17.0	0.0
	Member 17 / Begin	12.0	0.0	0.0	0.0	-17.0	0.0
	Member 22 / Begin	0.0	0.0	-120.0	0.0	-190.0	0.0

	<i>Member 30 / End</i>	-42.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	<i>Member 36 / Begin</i>	530.0	0.0	0.0	0.0	32.0	0.0
	<i>Member 36 / End</i>	-250.0	0.0	20.0	0.0	-40.0	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
<i>Analysis</i>	100.0%	OK
<i>Plates</i>	0.3 < 5.0%	OK
<i>Loc. deformation</i>	0.0 < 3%	OK
<i>Bolts</i>	39.2 < 100%	OK
<i>Welds</i>	98.0 < 100%	OK
<i>Buckling</i>	Not calculated	

Plates

Name	Material	t _p [mm]	Loads	σ _{Ed} [MPa]	ε _{Pl} [%]	σ _{c,Ed} [MPa]	Status
<i>Member 7-bfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	214.1	0.0	0.0	OK
<i>Member 7-tfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	200.6	0.0	0.0	OK
<i>Member 7-w 1</i>	S 235	10.0	LE1	235.5	0.2	1.3	OK
<i>Member 12-bfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	40.1	0.0	0.0	OK
<i>Member 12-tfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	23.5	0.0	0.0	OK
<i>Member 12-w 1</i>	S 235	10.0	LE1	47.2	0.0	0.0	OK
<i>Member 17-bfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	40.6	0.0	0.0	OK
<i>Member 17-tfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	23.5	0.0	0.0	OK
<i>Member 17-w 1</i>	S 235	10.0	LE1	47.1	0.0	0.0	OK
<i>Member 22-bfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	82.3	0.0	0.0	OK
<i>Member 22-tfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	73.7	0.0	0.0	OK
<i>Member 22-w 1</i>	S 235	10.0	LE1	235.6	0.3	0.5	OK
<i>Member 30</i>	S 235	4.0	LE1	151.5	0.0	0.0	OK
<i>Member 36-bfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	97.2	0.0	0.0	OK
<i>Member 36-tfl 1</i>	S 235	17.5	LE1	135.1	0.0	0.0	OK
<i>Member 36-w 1</i>	S 235	10.0	LE1	204.2	0.0	0.0	OK
<i>Plate 1</i>	S 235	10.0	LE1	33.1	0.0	0.5	OK
<i>Plate 2</i>	S 235	20.0	LE1	98.1	0.0	0.0	OK
<i>Plate 3</i>	S 235	20.0	LE1	89.4	0.0	0.0	OK
<i>Plate 4</i>	S 275	8.0	LE1	26.5	0.0	0.0	OK
<i>Plate 5</i>	S 275	8.0	LE1	28.6	0.0	0.0	OK
<i>Plate 6</i>	S 235	10.0	LE1	77.2	0.0	1.3	OK
<i>Plate 7</i>	S 235	20.0	LE1	133.6	0.0	0.0	OK

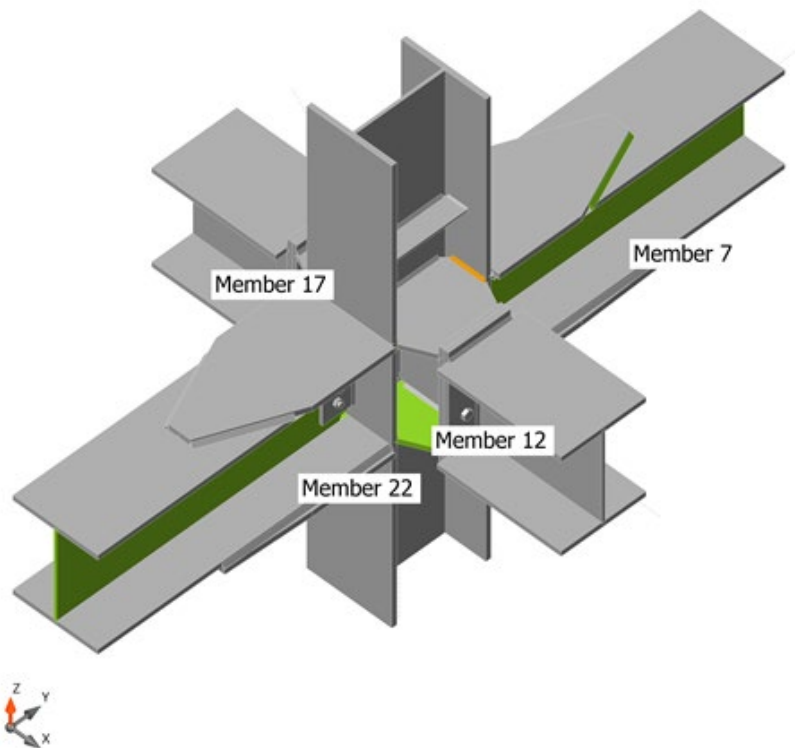
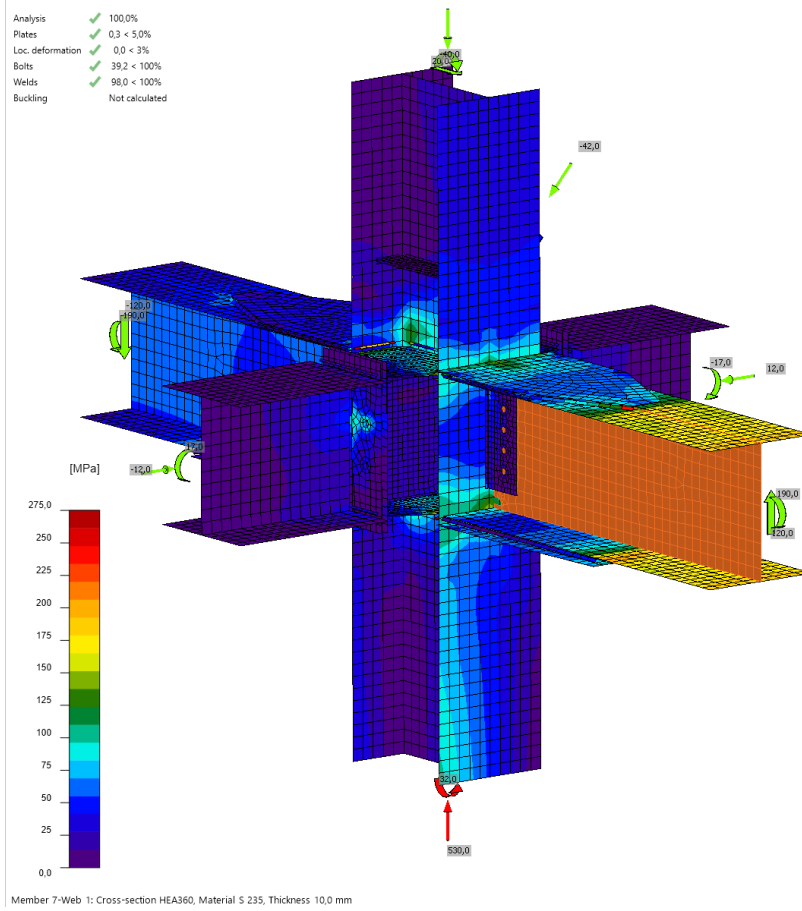
Plate 8	S 235	20.0	LE1	119.9	0.0	0.0	OK
Plate 9	S 235	17.5	LE1	106.3	0.0	11.6	OK
Plate 10	S 235	17.5	LE1	110.8	0.0	11.6	OK
Plate 11	S 235	17.5	LE1	213.0	0.0	0.0	OK
Plate 12	S 235	17.5	LE1	235.0	0.0	0.0	OK
Plate 13	S 235	17.5	LE1	42.4	0.0	0.0	OK
Plate 14	S 235	17.5	LE1	106.7	0.0	11.5	OK
Plate 15	S 235	17.5	LE1	111.0	0.0	11.5	OK
Plate 16	S 235	17.5	LE1	204.2	0.0	0.0	OK
Plate 17	S 235	17.5	LE1	226.1	0.0	0.0	OK
Plate 18	S 235	17.5	LE1	33.5	0.0	0.0	OK
Plate 19	S 235	10.0	LE1	179.6	0.0	8.1	OK
Plate 20	S 235	10.0	LE1	108.4	0.0	15.0	OK
Plate 21	S 235	8.0	LE1	90.9	0.0	0.0	OK

Design data

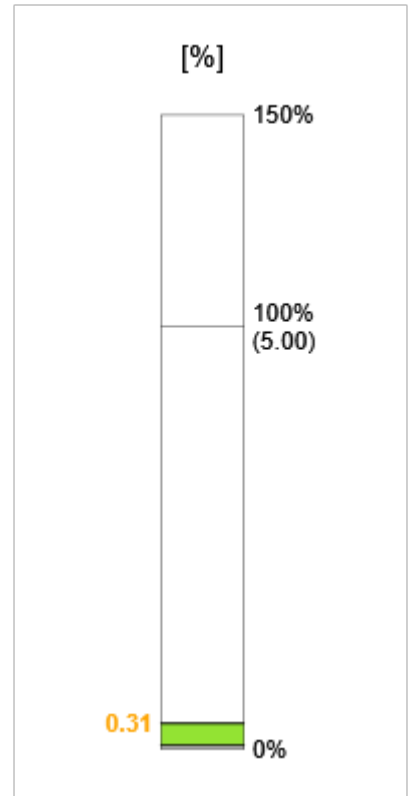
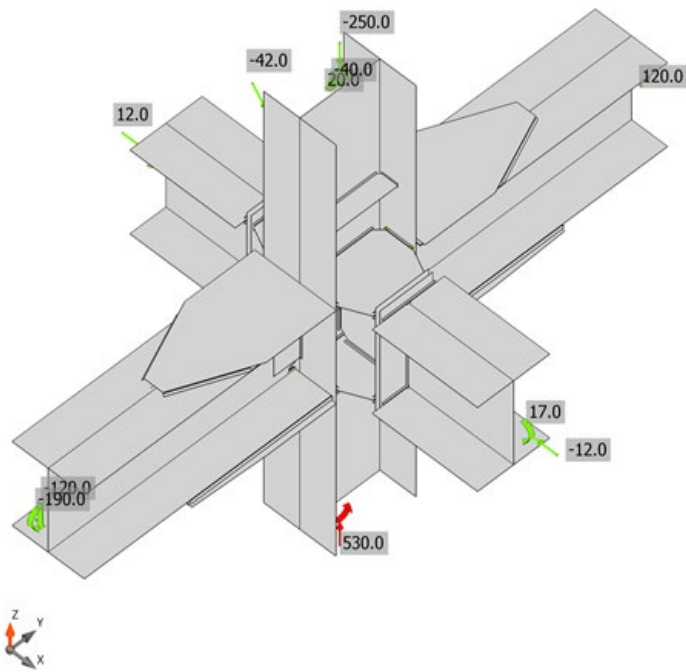
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0
S 275	275.0	5.0

SyLoc. deformation

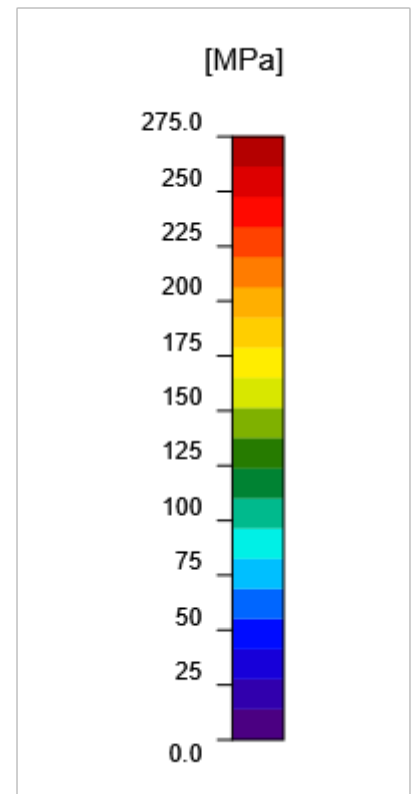
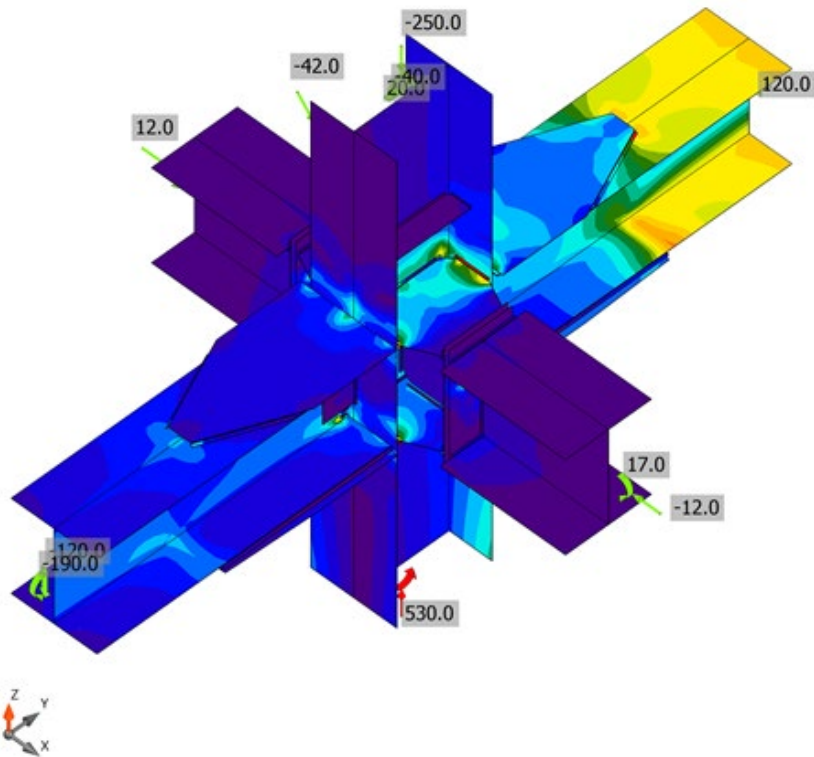
Name	d_0 [mm]	Loads	δ [mm]	δ_{lim} [mm]	δ/d_0 [%]	Check status
Member 30	50	LE1	0	2	0.0	OK



Overall check, LE1

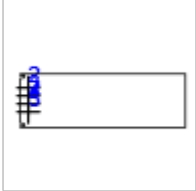
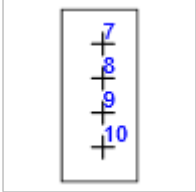
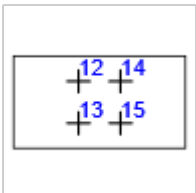


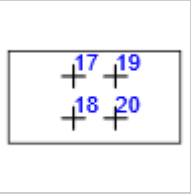
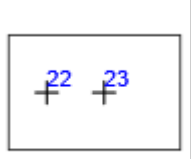
Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1

Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_{ts} [%]	U_{ts} [%]	Detailing	Status
	B2	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.4	4.1	84.1	0.6	10.9	11.3	OK	OK
	B3	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.2	4.2	84.1	0.3	11.1	11.3	OK	OK
	B4	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.0	4.3	84.1	0.1	11.3	11.3	OK	OK
	B5	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.3	4.3	84.1	0.4	11.5	11.8	OK	OK
	B7	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.7	4.4	112.9	1.2	11.6	12.4	OK	OK
	B8	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.1	4.3	84.1	0.1	11.4	11.5	OK	OK
	B9	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.1	4.3	84.1	0.2	11.4	11.6	OK	OK
	B10	16 7798- B_5.6 - 1	LE1	0.3	4.5	115.2	0.5	11.8	12.2	OK	OK
	B12	20 4014- BC_10. 9 - 2	LE1	11.4	0.1	240. 0	6.4	0.1	4.7	OK	OK
	B13	20 4014-	LE1	11.5	0.1	252.0	6.5	0.1	4.8	OK	OK

		<i>BC_10. 9 - 2</i>									
	<i>B14</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>33.1</i>	<i>0.1</i>	<i>252.0</i>	<i>18. 7</i>	<i>0.1</i>	<i>13.5</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B15</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>33. 3</i>	<i>0.0</i>	<i>240. 0</i>	<i>18. 9</i>	<i>0.0</i>	<i>13.5</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B17</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>11.5</i>	<i>0.1</i>	<i>252.0</i>	<i>6.5</i>	<i>0.1</i>	<i>4.8</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B18</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>11.4</i>	<i>0.1</i>	<i>240. 0</i>	<i>6.4</i>	<i>0.1</i>	<i>4.7</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B19</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>33. 2</i>	<i>0.0</i>	<i>240. 0</i>	<i>18. 8</i>	<i>0.0</i>	<i>13.5</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B20</i>	<i>20 4014- BC_10. 9 - 2</i>	<i>LE1</i>	<i>32. 9</i>	<i>0.1</i>	<i>252.0</i>	<i>18. 7</i>	<i>0.1</i>	<i>13.5</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B22</i>	<i>20 7798- B_5.6 - 3</i>	<i>LE1</i>	<i>3.4</i>	<i>21.4</i>	<i>101.1</i>	<i>3.9</i>	<i>36. 4</i>	<i>39. 2</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>
	<i>B23</i>	<i>20 7798- B_5.6 - 3</i>	<i>LE1</i>	<i>4.4</i>	<i>20.6</i>	<i>101.1</i>	<i>5.0</i>	<i>35.0</i>	<i>38. 6</i>	<i>OK</i>	<i>OK</i>

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
<i>16 7798-B_5.6 - 1</i>	<i>56.5</i>	<i>147.7</i>	<i>37.7</i>
<i>20 4014-BC_10.9 - 2</i>	<i>176.4</i>	<i>323.0</i>	<i>98.0</i>
<i>20 7798-B_5.6 - 3</i>	<i>88.2</i>	<i>184.6</i>	<i>58.8</i>

Symbol explanation

$F_{t,Ed}$ Tension force

$F_{v,Ed}$ Resultant of bolt shear forces V_y and V_z in shear planes

$F_{b,Rd}$ Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

U_{t_r} Utilization in tension

U_{t_s} Utilization in shear

$U_{t_{ts}}$ Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

$F_{t,Rd}$ Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

$B_{p,Rd}$ Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

$F_{v,Rd}$ Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

2.2.8.3 Розрахунок вузла прикріплення консолі

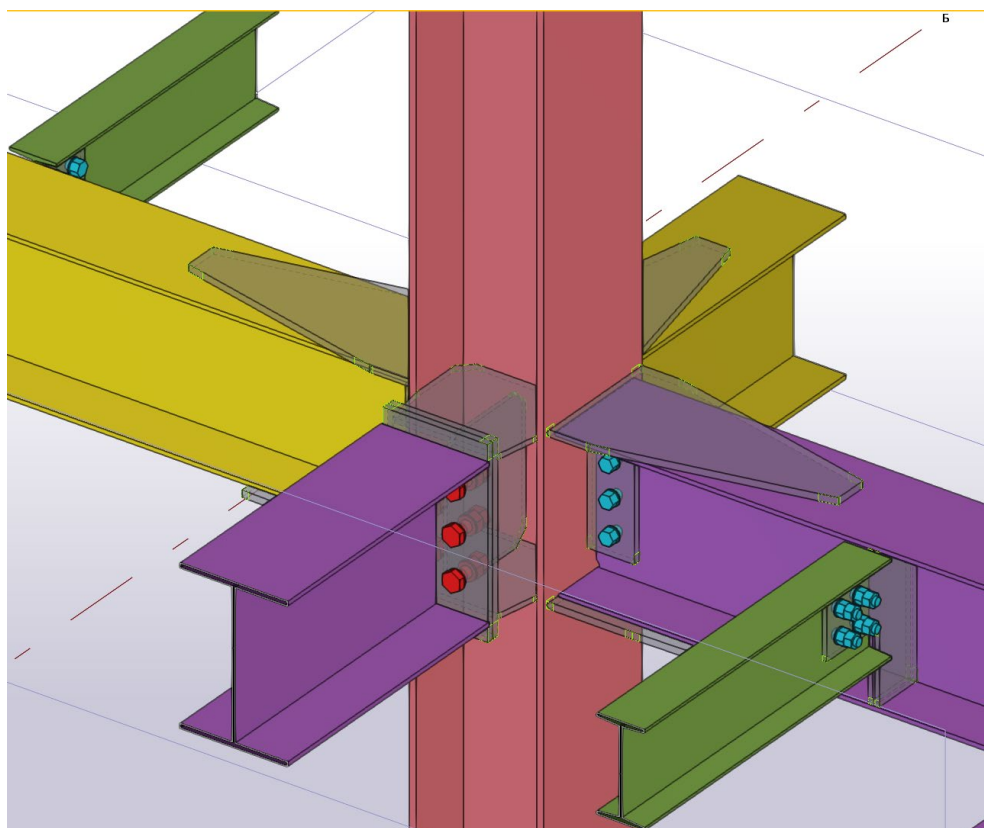


Рис. 2.17 Конструктивна схема вузла

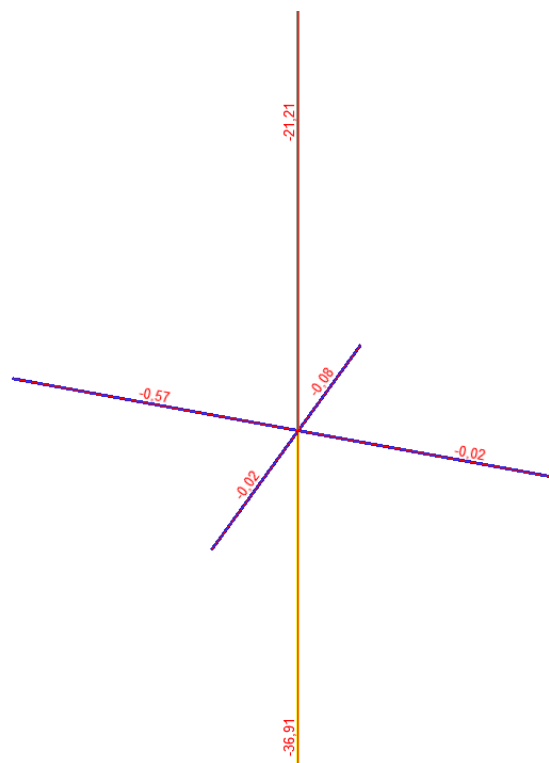
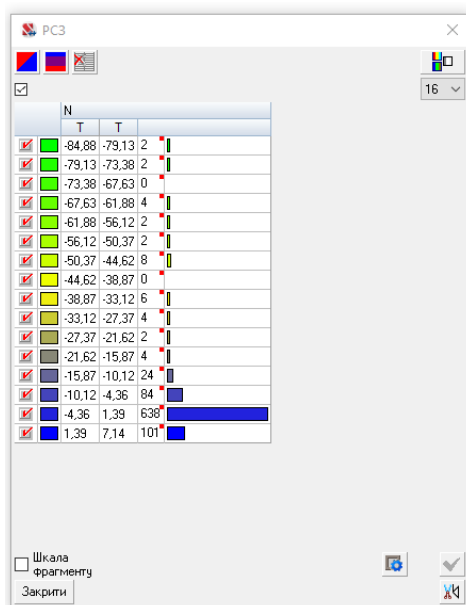


Рис. 2.18 Максимальне абсолютне значення повздовжніх сил (T) в елементах вузла за РСЗ

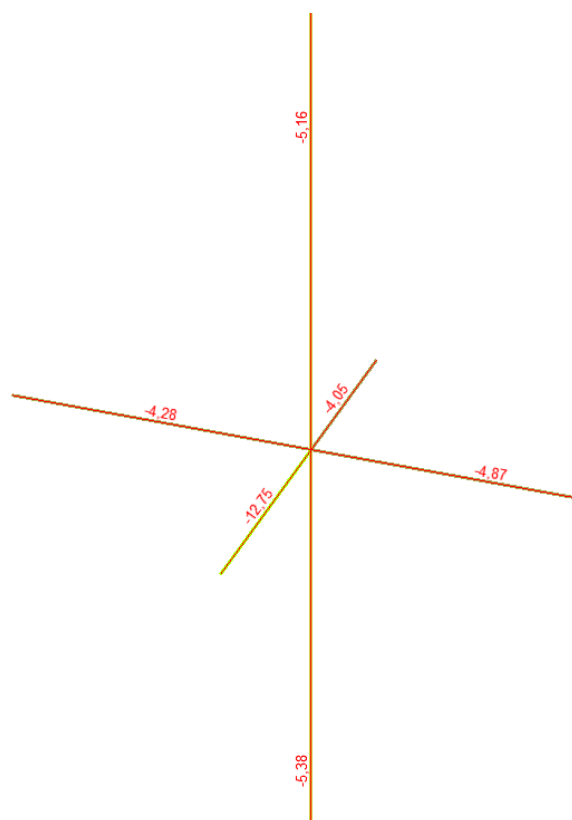
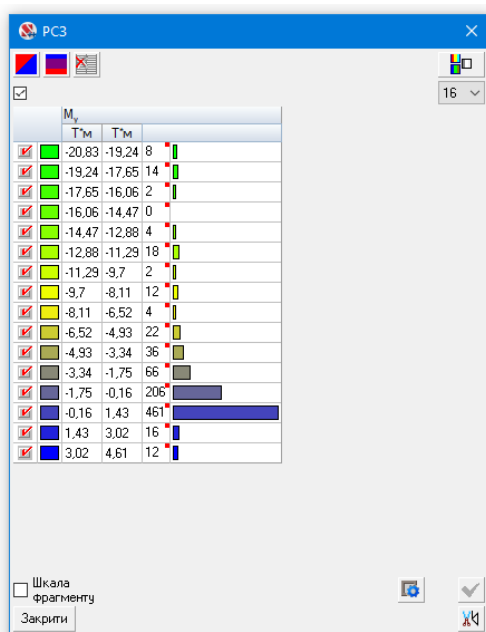


Рис. 2.19 Максимальне абсолютне значення згинальних моментів(T*M) в елементах вузла за РСЗ

PC3

Q_z

	T	T	
✓	-12.67	-11.45	12
✓	-11.45	-10.23	0
✓	-10.23	-9.02	0
✓	-9.02	-7.8	15
✓	-7.8	-6.58	12
✓	-6.58	-5.36	8
✓	-5.36	-4.14	21
✓	-4.14	-2.92	31
✓	-2.92	-1.7	129
✓	-1.7	-0.48	208
✓	-0.48	0.74	324
✓	0.74	1.96	70
✓	1.96	3.18	28
✓	3.18	4.4	9
✓	4.4	5.62	4
✓	5.62	6.84	12

☐ Шкала фрагменту

Закрити

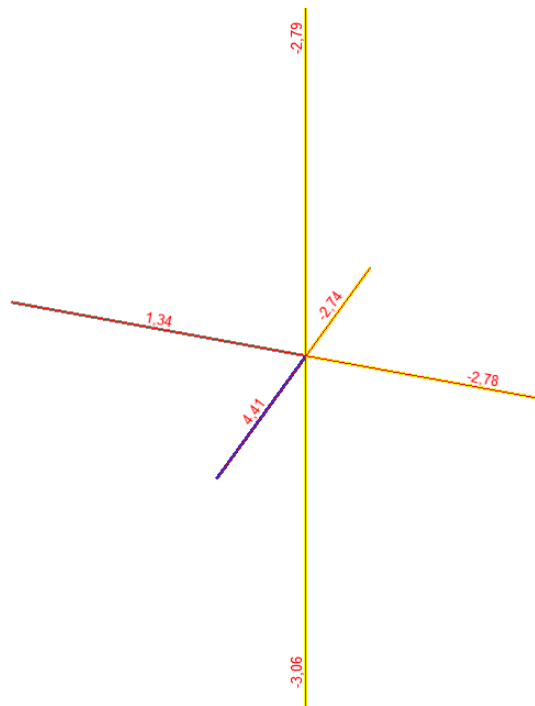


Рис. 2.20 Максимальне абсолютне значення перерізуючих сил (T) в елементах вузла за PC3

Project data

Project name C 223

Project number

Author

Description

Date 3/21/2026

Code EN

Material

Steel S 235, S 235

Project data

Project name C 223

Project number

Author

Description

Date 3/21/2026

Code EN

Material

Steel S 235, S 235

Project item C 223

Design

Name	C 223
Description	
Analysis	Stress, strain/ loads in equilibrium

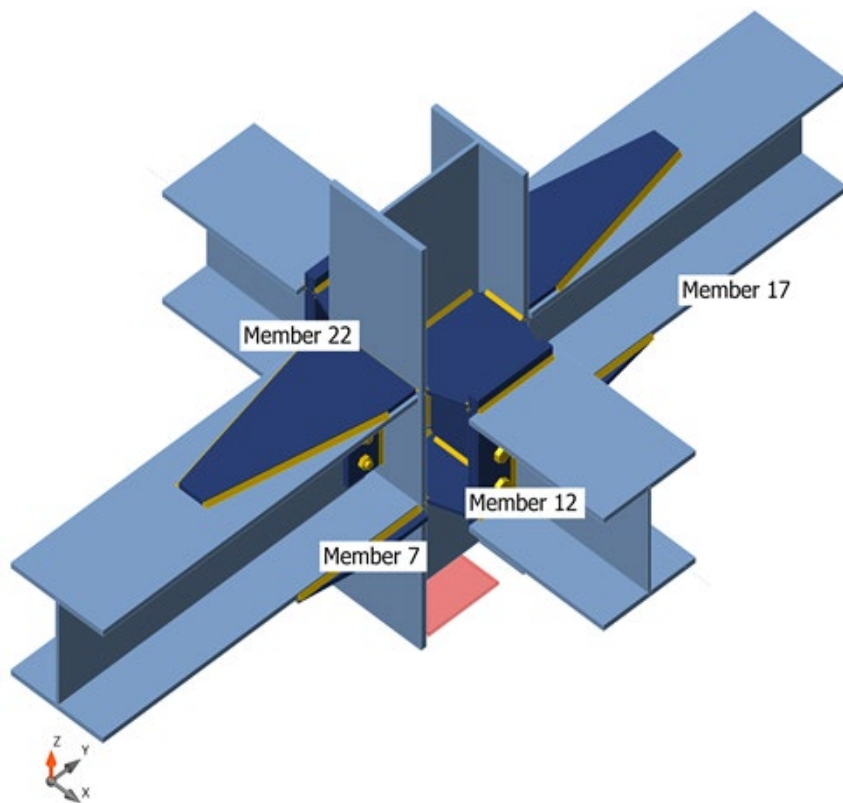
Members

Geometry

Name	Cross-section	β - Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
Member 7	6 - HEA360	90.0	0.0	0.0	0	5	0
Member 12	6 - HEA360	0.0	0.0	0.0	0	0	0
Member 17	6 - HEA360	90.0	0.0	0.0	0	5	0
Member 22	6 - HEA360	-180.0	0.0	0.0	0	0	0
Member 28	6 - HEA360	0.0	90.0	-90.0	0	-5	0

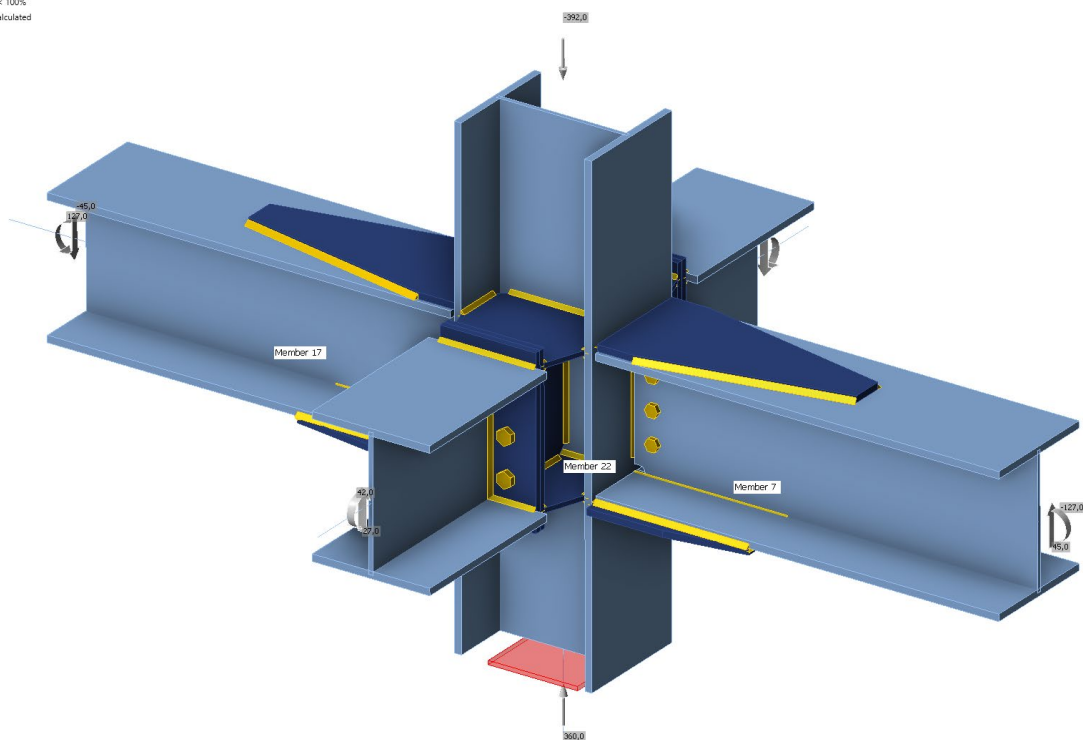
Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
Member 7 / begin		Bolts	235
Member 12 / end		Bolts	0
Member 17 / end		Bolts	235
Member 22 / end		Bolts	0
Member 28 / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Node	0
Member 28 / end		Node	0



Analysis ✓ 100.0%
 Plates ✓ 0.1 < 5.0%
 Bolts ✓ 36.9 < 100%
 Welds ✓ 67.7 < 100%
 Buckling Not calculated

Product



Cross-sections

Name	Material
6 - HEA360	S 235

Bolts

Name	Diameter [mm]	f _y [MPa]	f _u [MPa]	Gross area [mm ²]
24 32484.3	24	900.0	1000.0	452
20 7798-B_4.6	20	240.0	400.0	314

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	V _y [kN]	V _z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	Member 7 / Begin	0.0	0.0	45.0	0.0	-127.0	0.0
	Member 12 / End	0.0	0.0	-27.0	0.0	42.0	0.0
	Member 17 / End	0.0	0.0	-45.0	0.0	127.0	0.0
	Member 22 / End	0.0	0.0	27.0	0.0	42.0	0.0
	Member 28 / Begin	360.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 28 / End	-392.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Unbalanced forces

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	M _z [kNm]
LE1	0.0	0.0	-32.0	-21.2	-0.2	0.0

Check Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.1 < 5.0%	OK
Bolts	36.9 < 100%	OK
Welds	67.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

Name	t _p [mm]	Loads	σ _{Ed} [MPa]	ε _{PI} [%]	σ _{c,Ed} [MPa]	Status
Member 7-bfl 1	17.5	LE1	104.5	0.0	0.0	OK
Member 7-tfl 1	17.5	LE1	106.4	0.0	0.0	OK
Member 7-w 1	10.0	LE1	235.2	0.1	1.3	OK
Member 12-bfl 1	17.5	LE1	58.1	0.0	0.0	OK
Member 12-tfl 1	17.5	LE1	64.3	0.0	0.0	OK
Member 12-w 1	10.0	LE1	76.2	0.0	0.0	OK
Member 17-bfl 1	17.5	LE1	77.2	0.0	0.0	OK
Member 17-tfl 1	17.5	LE1	73.1	0.0	0.0	OK
Member 17-w 1	10.0	LE1	177.1	0.0	1.8	OK
Member 22-bfl 1	17.5	LE1	72.8	0.0	0.0	OK
Member 22-tfl 1	17.5	LE1	98.4	0.0	0.0	OK
Member 22-w 1	10.0	LE1	113.7	0.0	0.0	OK
Member 28-bfl 1	17.5	LE1	100.3	0.0	0.0	OK
Member 28-tfl 1	17.5	LE1	120.5	0.0	0.0	OK
Member 28-w 1	10.0	LE1	132.4	0.0	0.0	OK
Plate 1	16.0	LE1	235.0	0.0	47.9	OK
Plate 2	16.0	LE1	224.3	0.0	47.9	OK
Plate 3	17.5	LE1	77.3	0.0	0.0	OK
Plate 4	12.0	LE1	209.4	0.0	0.0	OK
Plate 5	12.0	LE1	223.3	0.0	0.0	OK
Plate 6	16.0	LE1	49.7	0.0	1.3	OK
Plate 7	16.0	LE1	137.9	0.0	0.0	OK
Plate 8	16.0	LE1	121.7	0.0	0.0	OK
Plate 9	16.0	LE1	187.2	0.0	33.3	OK
Plate 10	16.0	LE1	183.0	0.0	33.3	OK
Plate 11	17.5	LE1	63.0	0.0	0.0	OK
Plate 12	12.0	LE1	226.5	0.0	0.0	OK

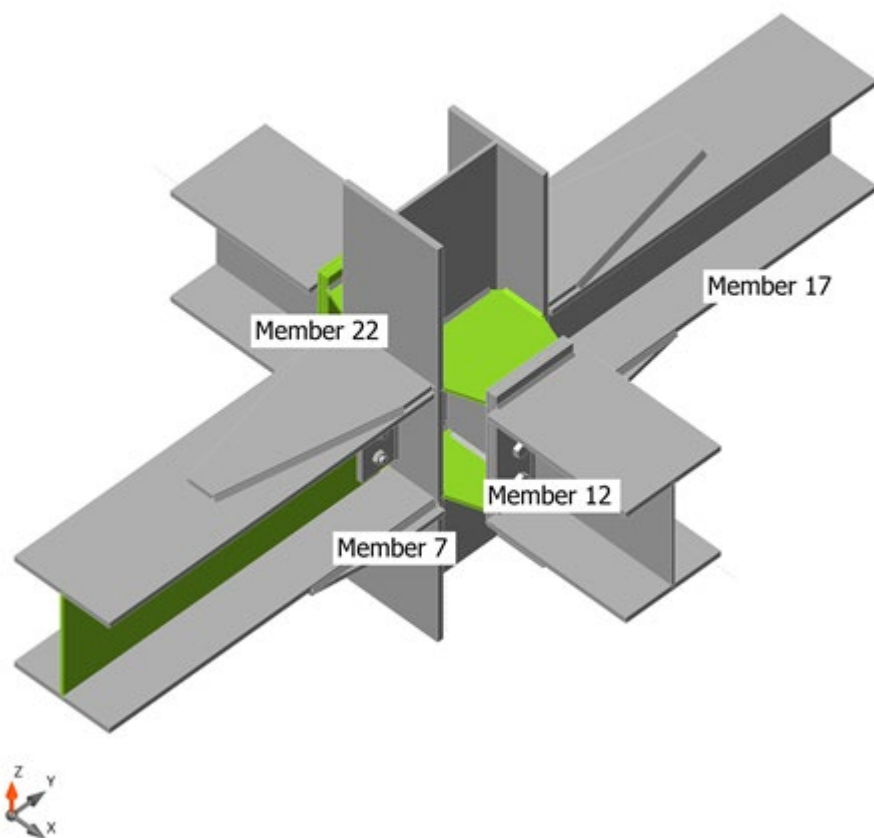
Plate 13	12.0	LE1	222.9	0.0	0.0	OK
Plate 14	16.0	LE1	40.8	0.0	1.9	OK
Plate 15	16.0	LE1	125.6	0.0	0.0	OK
Plate 16	16.0	LE1	118.6	0.0	0.0	OK

Design data

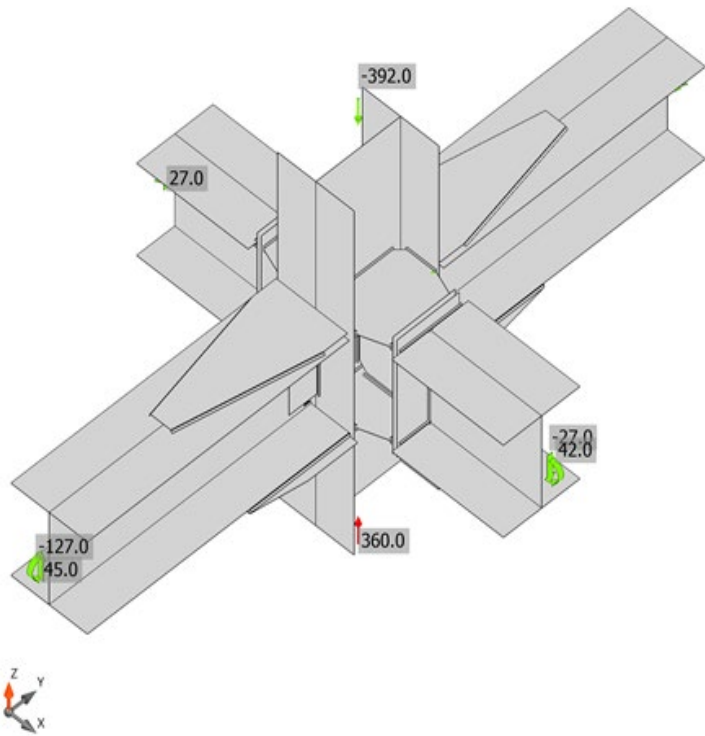
Material	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

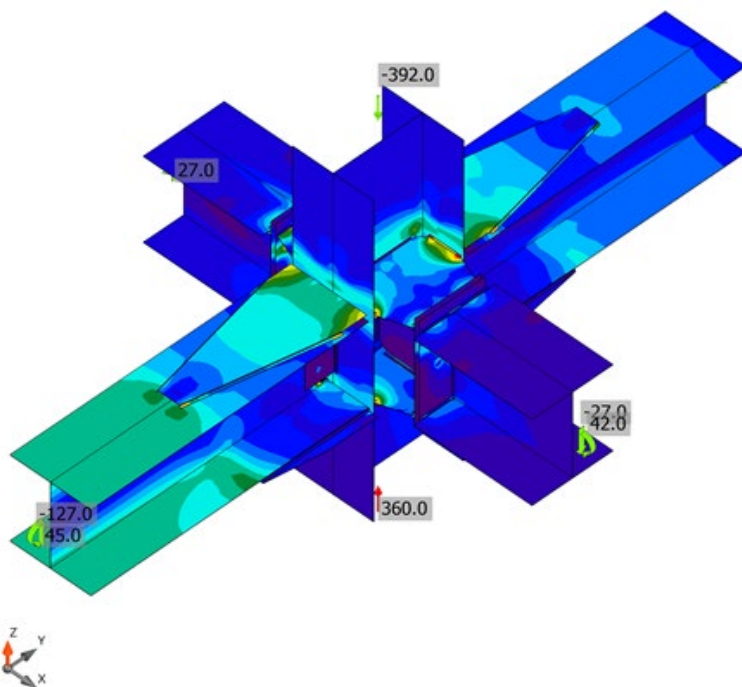
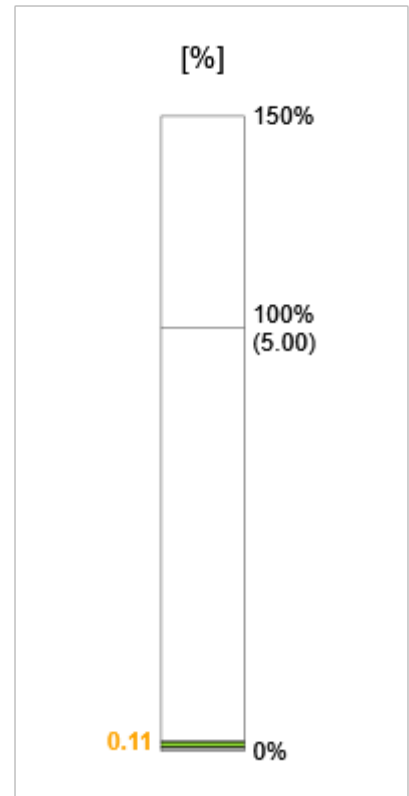
t_p	Plate thickness
σ_{Ed}	Equivalent stress
ϵ_{Pl}	Plastic strain
$\sigma_{c,Ed}$	Contact stress
f_y	Yield strength
ϵ_{lim}	Limit of plastic strain



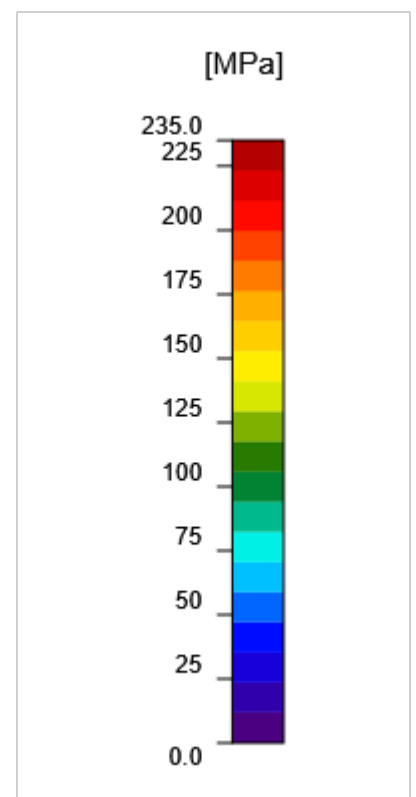
Overall check, LE1



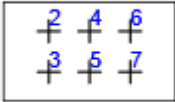
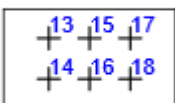
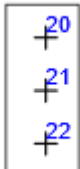
Strain check, LE1



Equivalent stress, LE1



Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Detailing	Status
	B2	24 32484.3 - 1	LE1	8.6	4.3	276.5	3.4	3.0	5.5	OK	OK
	B3	24 32484.3 - 1	LE1	8.4	4.3	276.5	3.3	3.0	5.4	OK	OK
	B4	24 32484.3 - 1	LE1	34.9	4.4	276.5	13.7	3.1	12.9	OK	OK
	B5	24 32484.3 - 1	LE1	35.5	4.4	276.5	14.0	3.1	13.1	OK	OK
	B6	24 32484.3 - 1	LE1	93.7	4.8	276.5	36.9	3.4	29.7	OK	OK
	B7	24 32484.3 - 1	LE1	93.7	4.8	276.5	36.9	3.4	29.7	OK	OK
	B9	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.5	5.6	129.4	0.7	11.9	12.4	OK	OK
	B10	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.4	4.6	144.0	0.6	9.7	10.1	OK	OK
	B11	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.5	4.2	144.0	0.6	9.0	9.4	OK	OK
	B13	24 32484.3 - 1	LE1	6.3	4.8	276.5	2.5	3.4	5.1	OK	OK
	B14	24 32484.3 - 1	LE1	6.3	4.8	276.5	2.5	3.4	5.1	OK	OK
	B15	24 32484.3 - 1	LE1	24.8	4.5	276.5	9.8	3.2	10.2	OK	OK
	B16	24 32484.3 - 1	LE1	25.3	4.6	276.5	9.9	3.2	10.3	OK	OK
	B17	24 32484.3 - 1	LE1	66.1	4.2	276.5	26.0	3.0	21.5	OK	OK
	B18	24 32484.3 - 1	LE1	66.2	4.2	276.5	26.0	3.0	21.6	OK	OK
	B20	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.8	4.0	114.6	1.1	8.4	9.2	OK	OK
	B21	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.3	2.4	135.6	0.5	5.2	5.5	OK	OK
	B22	20 7798-B_4.6 - 2	LE1	0.2	2.1	144.0	0.2	4.4	4.5	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
24 32484.3 - 1	254.2	354.4	141.2
20 7798-B_4.6 - 2	70.6	184.6	47.0

Symbol explanation

- $F_{t,Ed}$ Tension force
- $F_{v,Ed}$ Resultant of bolt shear forces V_y and V_z in shear planes
- $F_{b,Rd}$ Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
- U_t Utilization in tension
- U_s Utilization in shear
- U_{ts} Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
- $F_{t,Rd}$ Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
- $B_{p,Rd}$ Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
- $F_{v,Rd}$ Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Load s	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$T_{\perp}$ [MPa]	$T_{\parallel}$ [MPa]	U_t [%]	U_c [%]	Detailing	Status
Member 28-w1	Plate 3	▲ 6.0 ▼	271	LE1	62.5	0.0	14.5	14.9	-31.8	17.4	11.8	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	271	LE1	63.0	0.0	15.4	-15.1	31.9	17.5	12.0	OK	OK
Member 28-bf1	Plate 4	▲ 6.0 ▼	118	LE1	218.9	0.0	-86.2	-92.2	70.7	60.8	48.4	OK	OK

		▲ 6.0 ▼	118	LE1	232.3	0.0	-110.3	104.3	-55.3	64.5	51.3	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 4	▲ 6.0 ▼	118	LE1	201.8	0.0	-71.6	-79.8	-74.1	56.0	37.2	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	238.9	0.0	-113.8	105.5	59.8	66.4	47.5	OK	OK
Member 28-w 1	Plate 4	▲ 6.0 ▼	260	LE1	97.4	0.0	-42.5	-34.3	37.2	27.1	20.2	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	260	LE1	82.4	0.0	-18.1	26.4	-38.2	22.9	17.7	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 5	▲ 6.0 ▼	118	LE1	150.3	0.0	77.2	74.0	8.7	41.8	34.7	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	213.3	0.0	118.6	-99.6	-23.5	59.3	48.8	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 5	▲ 6.0 ▼	118	LE1	147.1	0.0	76.1	71.8	-10.9	40.8	32.1	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	219.4	0.0	123.7	-102.1	22.8	60.9	50.5	OK	OK
Member 28-w 1	Plate 5	▲ 6.0 ▼	260	LE1	96.0	0.0	43.5	34.3	35.5	26.7	21.1	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	260	LE1	75.7	0.0	13.9	-23.2	-36.2	21.0	15.1	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 6	▲ 5.0 ▼	259	LE1	97.7	0.0	-27.4	-28.1	-46.3	27.1	16.0	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	259	LE1	99.4	0.0	-32.2	31.4	44.3	27.6	16.2	OK	OK
Member 7-tfl 1	Plate 7	▲ 8.0	509	LE1	157.5	0.0	41.5	-54.3	68.9	43.7	34.7	OK	OK
Member 28-w 1	Plate 11	▲ 6.0 ▼	271	LE1	49.1	0.0	14.5	14.2	-23.1	13.6	11.6	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	271	LE1	48.2	0.0	13.5	-13.9	22.8	13.4	11.4	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 12	▲ 6.0 ▼	118	LE1	207.6	0.0	-80.5	-89.4	-65.0	57.7	39.3	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	236.6	0.0	-114.8	106.0	55.0	65.7	45.3	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 12	▲ 6.0 ▼	118	LE1	189.7	0.0	-65.1	-76.9	68.3	52.7	42.4	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	243.8	0.0	-119.1	107.2	-59.9	67.7	53.8	OK	OK

Member 28-w 1	Plate 12	▲ 6.0 ▼	260	LE1	98.1	0.0	-41.0	-33.5	-39.1	27. 3	21. 1	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	260	LE1	85.7	0.0	-18.1	25.6	41.0	23. 8	19. 0	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 13	▲ 6.0 ▼	118	LE1	146.1	0.0	73.7	72.3	-8.8	40. 6	32. 8	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	213.0	0.0	117.8	-99.8	23.1	59. 2	48. 8	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 13	▲ 6.0 ▼	118	LE1	146.9	0.0	74.8	72.3	9.7	40. 8	33. 6	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	118	LE1	219.6	0.0	123.5	-102.4	-22.5	61. 0	50. 2	OK	OK
Member 28-w 1	Plate 13	▲ 6.0 ▼	260	LE1	95.3	0.0	43.0	34.3	-35.1	26. 5	20. 8	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	260	LE1	77.4	0.0	14.6	-23.3	37.1	21. 5	15. 6	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 14	▲ 5.0 ▼	259	LE1	79.5	0.0	-16.0	-19.4	-40.6	22. 1	14. 5	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	259	LE1	85.8	0.0	-22.7	19.4	43.7	23. 8	15. 6	OK	OK
Member 17-tfl 1	Plate 15	▲ 8.0	509	LE1	164.6	0.0	44.5	-42.7	80.9	45. 7	34. 7	OK	OK
Plate 1	Plate 3	▲ 6.0 ▼	270	LE1	185.5	0.0	95.3	91.0	-13.0	51. 5	34. 9	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	270	LE1	185.7	0.0	89.0	-93.5	10.6	51. 6	35. 3	OK	OK
Plate 1	Plate 4	▲ 6.0 ▼	243	LE1	98.4	0.0	-50.3	-48.7	-3.1	27. 3	23. 3	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	242	LE1	125.1	0.0	-69.9	59.9	0.3	34. 7	28. 5	OK	OK
Plate 1	Plate 5	▲ 6.0 ▼	242	LE1	77.9	0.0	43.3	28.7	24.0	21. 6	16. 0	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	242	LE1	68.1	0.0	-31.4	34.9	1.3	18. 9	12. 9	OK	OK
Plate 4	Plate 3	▲ 6.0 ▼	190	LE1	116.7	0.0	-7.7	-8.3	66.7	32. 4	17. 3	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	190	LE1	118.7	0.0	-8.0	7.4	-68.0	33. 0	17. 3	OK	OK
Plate 5	Plate 3	▲ 6.0 ▼	190	LE1	108.2	0.0	-21.4	-21.1	-57.5	30. 1	18. 9	OK	OK

		▲ 6.0 ▼	190	LE1	107.9	0.0	-21.5	21.8	57.0	30. 0	19. 0	OK	OK
Plate 9	Plate 11	▲ 6.0 ▼	270	LE1	133.3	0.0	60.9	61.4	30.3	37. 0	23. 9	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	270	LE1	135.2	0.0	62.4	-61.9	-31.1	37. 5	24. 0	OK	OK
Plate 9	Plate 12	▲ 6.0 ▼	243	LE1	76.4	0.0	-39.9	-37.6	-0.4	21. 2	17. 6	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	242	LE1	85.8	0.0	-46.3	41.7	0.2	23. 8	18. 9	OK	OK
Plate 9	Plate 13	▲ 6.0 ▼	242	LE1	60.8	0.0	38.0	27.2	-3.1	16. 9	12. 5	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	242	LE1	50.9	0.0	-25.3	25.5	0.8	14. 1	10. 5	OK	OK
Plate 12	Plate 11	▲ 6.0 ▼	190	LE1	48.0	0.0	-4.3	-3.7	27.4	13. 3	7.9	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	190	LE1	46.1	0.0	-4.3	4.9	-26.0	12. 8	8.2	OK	OK
Plate 13	Plate 11	▲ 6.0 ▼	190	LE1	103.7	0.0	-16.7	-16.9	-56.6	28. 8	19. 5	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	190	LE1	104.6	0.0	-16.6	16.4	57.4	29. 1	19. 5	OK	OK
Plate 2	Member 22-bfl 1	▲ 6.0 ▼	243	LE1	91.5	0.0	-31.3	-49.6	2.8	25. 4	21. 0	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	243	LE1	134.9	0.0	-66.8	67.6	3.3	37. 5	32. 1	OK	OK
Plate 2	Member 22-tfl 1	▲ 6.0 ▼	243	LE1	75.4	0.0	-33.6	-33.5	19.8	20. 9	15. 7	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	243	LE1	109.9	0.0	74.3	-41.1	-22.3	30. 5	22. 6	OK	OK
Plate 2	Member 22-w 1	▲ 6.0 ▼	331	LE1	166.0	0.0	80.3	83.7	5.8	46. 1	25. 0	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	331	LE1	169.5	0.0	87.2	-83.9	-3.0	47. 1	25. 1	OK	OK
Member 7-bfl 1	Plate 8	▲ 8.0 ▼	298	LE1	78.9	0.0	-42.1	-34.7	16.9	23. 3	14. 7	OK	OK
Plate 10	Member 12-bfl 1	▲ 6.0 ▼	243	LE1	58.5	0.0	-16.1	-32.4	1.2	16. 2	13. 5	OK	OK
		▲ 6.0 ▼	243	LE1	98.4	0.0	-47.9	49.5	-3.6	27. 3	23. 1	OK	OK

Plate 10	Member 12-tfl 1	▲ 6.0 ▲	243	LE1	51.5	0.0	-22.3	-24.4	11.2	14.3	11.1	OK	OK
		▲ 6.0 ▲	243	LE1	73.4	0.0	48.2	-26.7	-17.6	20.4	14.8	OK	OK
Plate 10	Member 12-w 1	▲ 6.0 ▲	331	LE1	120.4	0.0	58.2	60.6	-5.7	33.5	17.5	OK	OK
		▲ 6.0 ▲	331	LE1	123.2	0.0	63.1	-60.6	7.5	34.2	17.7	OK	OK
Member 17-bfl 1	Plate 16	▲ 7.5 ▲	298	LE1	63.9	0.0	-33.7	-27.8	14.3	21.6	11.8	OK	OK
Member 7-tfl 1	Plate 7	▲ 8.0 ▲	509	LE1	158.7	0.0	41.9	-55.6	-68.7	44.1	34.6	OK	OK
Member 17-tfl 1	Plate 15	▲ 8.0 ▲	509	LE1	165.5	0.0	44.6	-42.6	-81.6	46.0	31.2	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 15	-	280	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
Member 28-tfl 1	Plate 16	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 7	-	280	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
Member 28-bfl 1	Plate 8	-	300	-	-	-	-	-	-	-	-	OK	OK
Plate 16	Member 17-bfl 1	▲ 7.5 ▲	388	LE1	24.9	0.0	0.8	-0.5	-14.3	6.9	6.9	OK	OK
Plate 16	Member 17-bfl 1	▲ 7.5 ▲	299	LE1	124.9	0.0	-61.3	62.8	0.1	34.7	22.4	OK	OK
Plate 16	Member 17-bfl 1	▲ 7.5 ▲	388	LE1	24.6	0.0	0.8	-0.6	14.2	6.8	6.8	OK	OK
Plate 16	Member 17-w 1	▲ 7.5 ▲	389	LE1	175.1	0.0	-25.3	-25.4	96.8	48.7	31.7	OK	OK
Plate 8	Member 7-bfl 1	▲ 7.5 ▲	388	LE1	35.3	0.0	1.1	-1.3	-20.3	9.8	8.4	OK	OK
Plate 8	Member 7-bfl 1	▲ 7.5 ▲	299	LE1	93.7	0.0	-55.4	43.5	2.7	29.4	21.9	OK	OK
Plate 8	Member 7-bfl 1	▲ 7.5 ▲	388	LE1	34.8	0.0	1.1	-1.4	20.0	9.7	9.1	OK	OK
Plate 8	Member 7-w 1	▲ 7.5 ▲	388	LE1	180.6	0.0	79.6	79.8	48.9	50.2	29.4	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

T_w Throat thickness a
 L Length
 $\sigma_{w,Ed}$ Equivalent stress

ε_{PI}	Strain
$\sigma_{\perp}$	Perpendicular stress
$\tau_{\perp}$	Shear stress perpendicular to weld axis
$\tau_{\parallel}$	Shear stress parallel to weld axis
U_t	Utilization
U_{tc}	Weld capacity estimation
▲	Fillet weld
f_u	Ultimate strength of weld
β_w	Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
$\sigma_{w,Rd}$	Equivalent stress resistance
0.9σ	Perpendicular stress resistance: $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

Code settings

Item	Value	Unit	Reference
Safety factor γ_{M0}	1.00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Safety factor γ_{M1}	1.00	-	EN 1993-1-1 – 6.1
Safety factor γ_{M2}	1.25	-	EN 1993-1-1 – 6.1, EN 1993-1-8 – Table 2.1
Safety factor γ_{M3}	1.25	-	EN 1993-1-8 – Table 2.1
Safety factor γ_c	1.50	-	EN 1992-1-1 – 2.4.2.4
Safety factor γ_{Inst}	1.20	-	EN 1992-4 – Table 4.1
Joint coefficient β_j	0.67	-	EN 1993-1-8 – 6.2.5(7)
Effective area - influence of mesh size	0.10	-	
Friction coefficient - concrete	0.25	-	EN 1993-1-8
Friction coefficient in slip-resistance	0.30	-	EN 1993-1-8 – Table 3.7
Limit plastic strain	0.05	-	EN 1993-1-5
Detailing	Yes		
Distance between bolts [d0]	2.20	-	EN 1993-1-8 – Table 3.3
Distance between bolts and edge [d0]	1.20	-	EN 1993-1-8 – Table 3.3
Concrete breakout resistance check	Both		
Cracked concrete	Yes		EN 1992-4
Local deformation check	Yes		
Local deformation limit	0.03	-	CIDECT DG 1, 3 – 1.1
Geometrical nonlinearity (GMNA)	Yes		Analysis with large deformations for hollow section joints
Braced system	No		EN 1993-1-8 – 5.2.2.5

2.2.8.4 Вузол приєднання другорядних балок

Material

Steel S 235, S 235

Project item C 396

Design

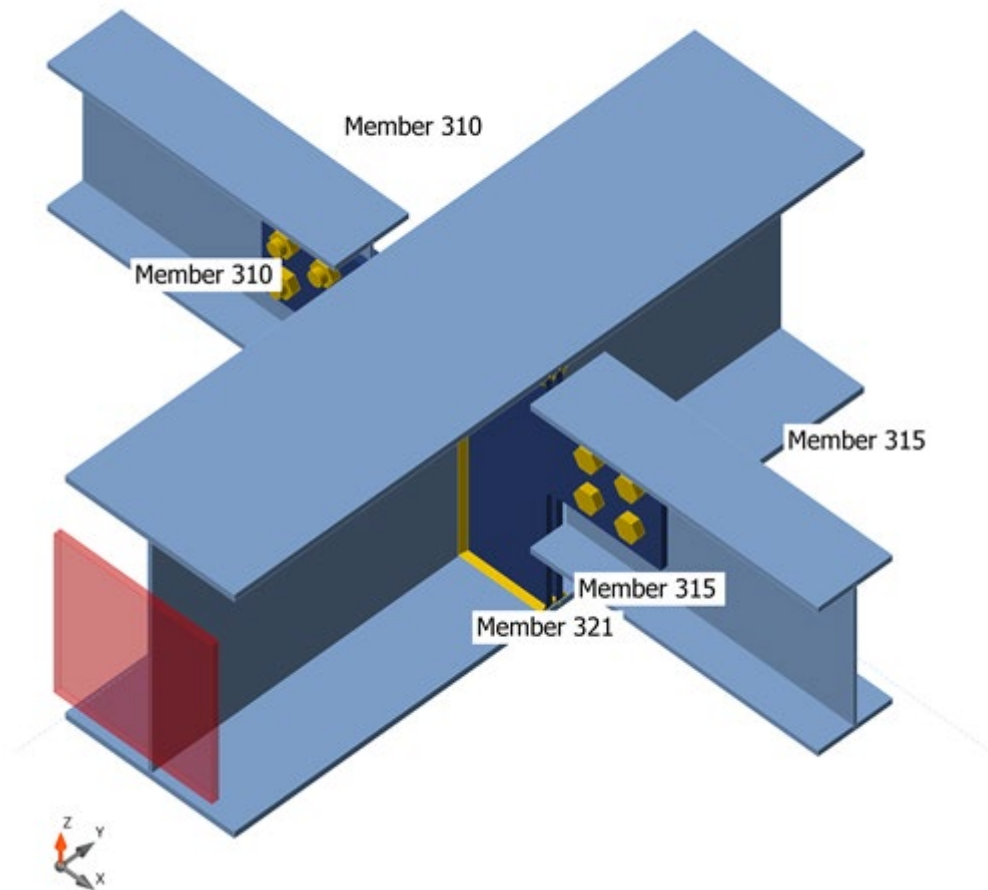
Name C 396
Description
Analysis Stress, strain/ loads in equilibrium

Members Geometry

Name	Cross-section	β – Direction [°]	γ - Pitch [°]	α - Rotation [°]	Offset ex [mm]	Offset ey [mm]	Offset ez [mm]
Member 310	235 - I22_ДСТУ_8768:2018	0.0	0.0	0.0	0	8	69
Member 315	235 - I22_ДСТУ_8768:2018	0.0	0.0	0.0	0	8	69
Member 321	228 - B_WLD_A360*250*6*10(lwn360x(250/250))	90.0	0.0	0.0	0	3	-1

Supports and forces

Name	Support	Forces in	X [mm]
Member 310 / begin		Bolts	228
Member 315 / end		Bolts	222
Member 321 / begin	N-Vy-Vz-Mx-My-Mz	Position	0
Member 321 / end		Position	0



Cross-sections

Name	Material
235 - I22_ДСТУ_8768:2018	S 235
228 - B_WLD_A360*250*6*10(lwn360x(250/250))	S 235

Bolts

Name	Diameter [mm]	f_y [MPa]	f_u [MPa]	Gross area [mm ²]
------	------------------	----------------	----------------	----------------------------------

20 7798-B_4.6	20	240.0	400.0	314
---------------	----	-------	-------	-----

Load effects (forces in equilibrium)

Name	Member	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	Member 310 / Begin	0.0	0.0	27.0	0.0	0.0	0.0
	Member 315 / End	0.0	0.0	-27.0	0.0	0.0	0.0
	Member 321 / Begin	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Member 321 / End	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Unbalanced forces

Name	X [kN]	Y [kN]	Z [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	0.0	0.0	0.0	0.0	12.2	0.0

Check

Summary

Name	Value	Check status
Analysis	100.0%	OK
Plates	0.0 < 5.0%	OK
Bolts	14.6 < 100%	OK
Welds	45.7 < 100%	OK
Buckling	Not calculated	

Plates

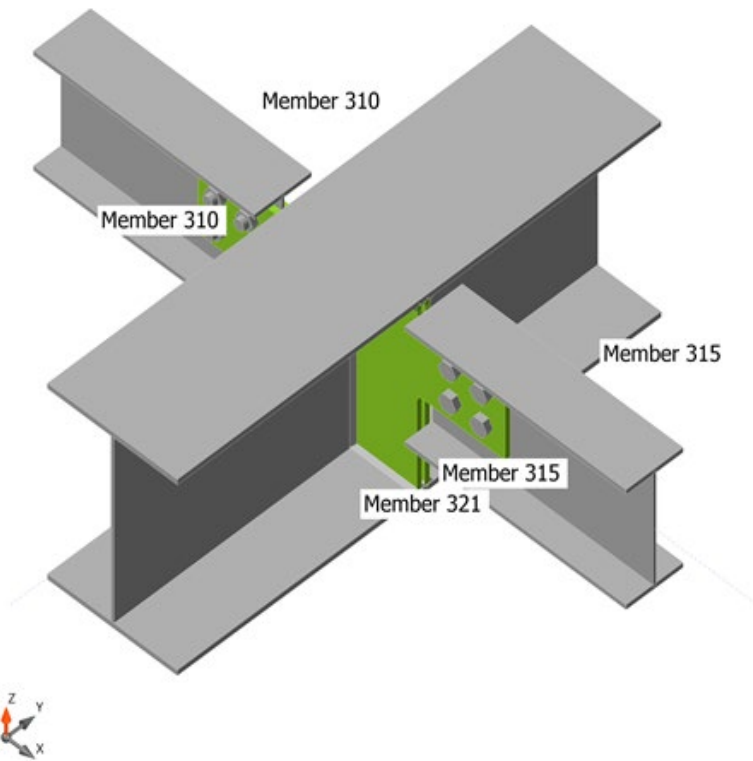
Name	t _p [mm]	Loads	σ _{Ed} [MPa]	ε _{Pl} [%]	σ _{c,Ed} [MPa]	Status
Member 310-bfl 1	8.7	LE1	40.4	0.0	0.0	OK
Member 310-tfl 1	8.7	LE1	40.3	0.0	0.0	OK
Member 310-w 1	5.4	LE1	85.7	0.0	2.7	OK
Member 315-bfl 1	8.7	LE1	40.5	0.0	0.0	OK
Member 315-tfl 1	8.7	LE1	40.3	0.0	0.0	OK
Member 315-w 1	5.4	LE1	85.1	0.0	3.3	OK
Member 321-tfl 1	10.0	LE1	205.6	0.0	0.0	OK
Member 321-bfl 1	10.0	LE1	202.3	0.0	0.0	OK
Member 321-w 1	6.0	LE1	60.1	0.0	0.0	OK
Plate 1	10.0	LE1	230.3	0.0	2.7	OK
Plate 2	10.0	LE1	235.1	0.0	2.0	OK
Plate 3	10.0	LE1	235.1	0.0	2.7	OK
Plate 4	10.0	LE1	235.0	0.0	3.3	OK

Design data

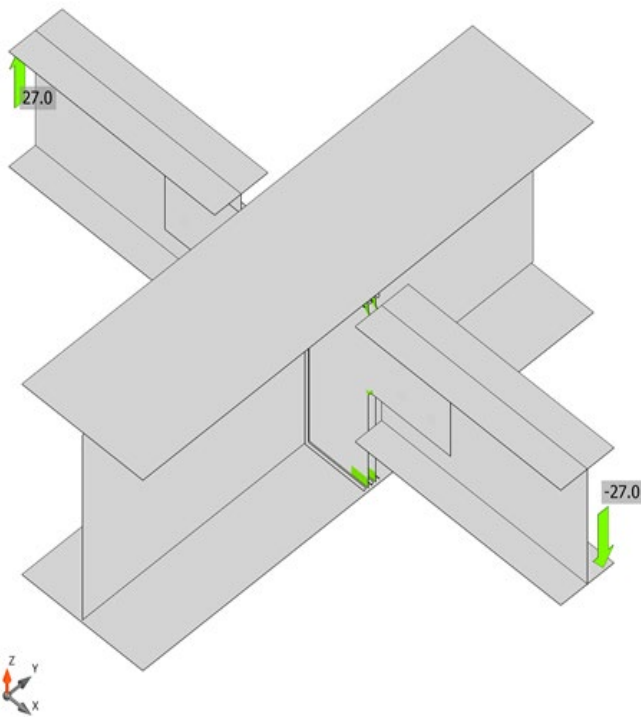
Material	f _y [MPa]	ε _{lim} [%]
S 235	235.0	5.0

Symbol explanation

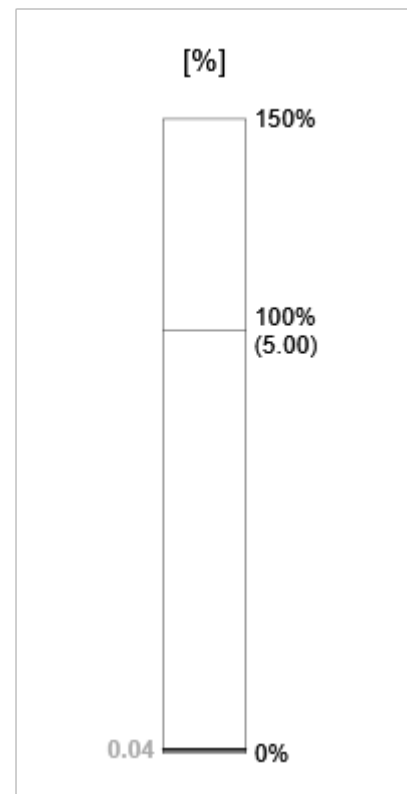
- t_p Plate thickness
- σ_{Ed} Equivalent stress
- ε_{Pl} Plastic strain
- σ_{c,Ed} Contact stress
- f_y Yield strength
- ε_{lim} Limit of plastic strain

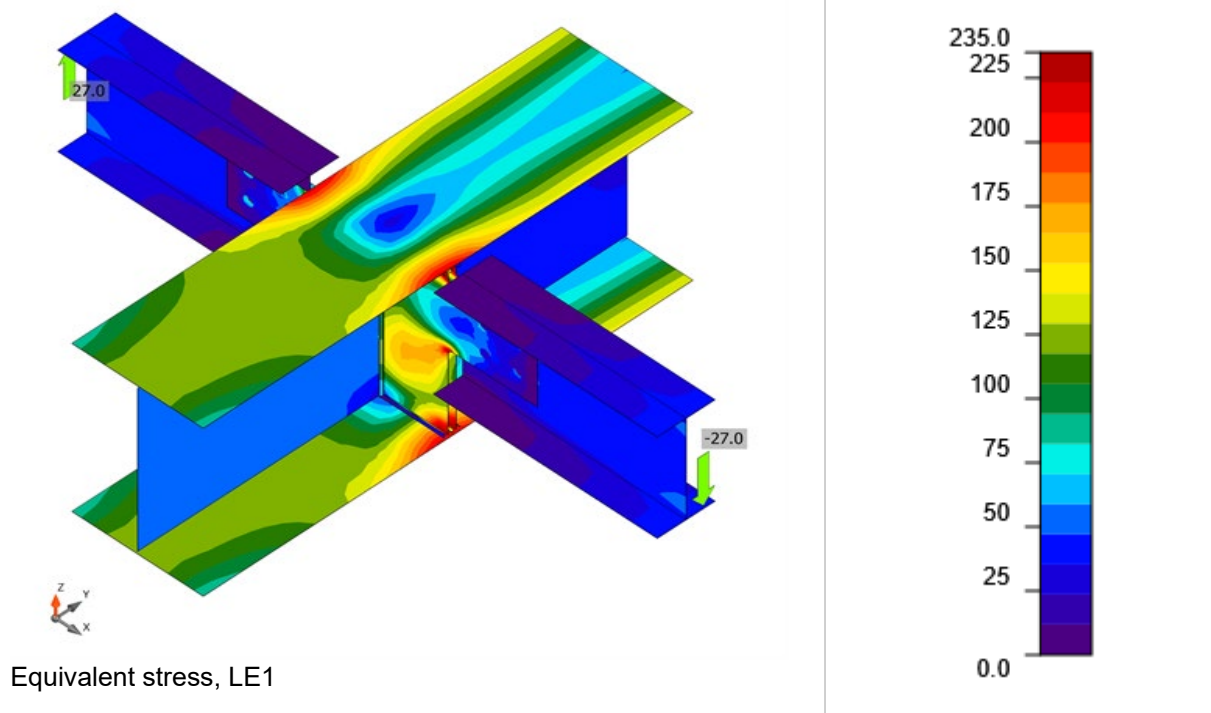


Overall check, LE1

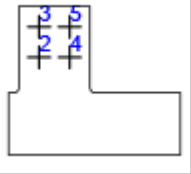
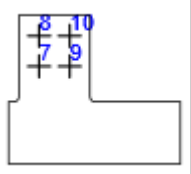


Strain check, LE1





Bolts

Shape	Item	Grade	Loads	$F_{t,Ed}$ [kN]	$F_{v,Ed}$ [kN]	$F_{b,Rd}$ [kN]	U_t [%]	U_s [%]	U_{ts} [%]	Detailing	Status
	B2	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	1.2	6.0	50.2	1.7	13.2	14.0	OK	OK
	B3	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	1.1	6.2	50.2	1.5	13.6	14.3	OK	OK
	B4	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	0.8	6.2	71.5	1.1	13.2	14.0	OK	OK
	B5	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	0.4	6.3	71.5	0.6	13.5	13.9	OK	OK
	B7	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	0.7	6.0	71.5	0.9	12.8	13.5	OK	OK
	B8	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	0.4	6.3	71.5	0.6	13.3	13.7	OK	OK
	B9	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	1.5	6.2	50.2	2.1	13.3	14.6	OK	OK
	B10	20 7798-B_4.6 - 1	LE1	1.1	6.3	50.2	1.5	13.6	14.5	OK	OK

Design data

Grade	$F_{t,Rd}$ [kN]	$B_{p,Rd}$ [kN]	$F_{v,Rd}$ [kN]
20 7798-B_4.6 - 1	70.6	184.6	47.0

Symbol explanation

- $F_{t,Ed}$ Tension force
- $F_{v,Ed}$ Resultant of bolt shear forces V_y and V_z in shear planes
- $F_{b,Rd}$ Plate bearing resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
- U_t Utilization in tension
- U_s Utilization in shear
- U_{ts} Interaction of tension and shear EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

$F_{t,Rd}$ Bolt tension resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
 $B_{p,Rd}$ Punching shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4
 $F_{v,Rd}$ Bolt shear resistance EN 1993-1-8 – Tab. 3.4

Welds

Item	Edge	T_w [mm]	L [mm]	Loads	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	ϵ_{PI} [%]	$\sigma_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\perp}$ [MPa]	$\tau_{\parallel}$ [MPa]	U_t [%]	U_{tc} [%]	Detailing	Status
Member 321-tfl 1	Plate 1	▲ 5.0 ▼	122	LE1	35.6	0.0	17.0	2.7	17.9	9.9	7.7	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	141.2	0.0	-80.4	66.1	-10.5	39.2	24.7	OK	OK
Member 321-bfl 1	Plate 1	▲ 5.0 ▼	122	LE1	36.2	0.0	-17.6	1.6	18.2	10.0	7.2	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	148.5	0.0	88.1	-68.8	5.0	41.2	24.3	OK	OK
Member 321-w 1	Plate 1	▲ 5.0 ▼	336	LE1	94.2	0.0	-1.7	-2.3	54.3	26.2	15.8	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	336	LE1	49.0	0.0	-5.1	3.5	27.9	13.6	9.4	OK	OK
Member 321-tfl 1	Plate 2	▲ 5.0 ▼	122	LE1	158.8	0.0	84.3	60.4	48.9	44.1	27.5	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	85.3	0.0	-41.8	17.9	-39.0	23.7	14.6	OK	OK
Member 321-bfl 1	Plate 2	▲ 5.0 ▼	122	LE1	163.6	0.0	-86.2	-63.6	49.1	45.4	27.5	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	45.2	0.0	28.7	-6.1	-19.2	12.5	7.7	OK	OK
Member 321-w 1	Plate 2	▲ 5.0 ▼	336	LE1	42.5	0.0	-3.8	-2.6	24.3	11.8	9.0	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	336	LE1	124.4	0.0	-1.9	-0.1	71.8	34.6	21.1	OK	OK
Member 321-tfl 1	Plate 3	▲ 5.0 ▼	122	LE1	82.7	0.0	39.1	17.3	-38.4	23.0	14.2	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	157.2	0.0	-81.8	60.0	49.1	43.7	27.3	OK	OK
Member 321-bfl 1	Plate 3	▲ 5.0 ▼	122	LE1	45.7	0.0	-29.3	-6.5	-19.2	12.7	7.7	OK	OK
		▲ 5.0 ▼	122	LE1	164.5	0.0	86.8	-64.0	49.1	45.7	27.6	OK	OK
Member 321-w 1	Plate 3	▲ 5.0 ▼	336	LE1	124.5	0.0	1.4	-0.6	71.9	34.6	21.1	OK	OK

		▲ 5.0 ▲	336	LE1	42.7	0.0	4.3	-3.0	24.4	11. 9	9.0	OK	OK
Member 321-tfl 1	Plate 4	▲ 5.0 ▲	122	LE1	144.0	0.0	83.1	66.9	-11.2	40. 0	25. 2	OK	OK
		▲ 5.0 ▲	122	LE1	36.2	0.0	-19.8	3.6	17.1	10. 0	7.8	OK	OK
Member 321-bfl 1	Plate 4	▲ 5.0 ▲	122	LE1	147.5	0.0	-87.5	-68.4	5.1	41. 0	24. 2	OK	OK
		▲ 5.0 ▲	122	LE1	35.9	0.0	17.1	2.0	18.2	10. 0	7.1	OK	OK
Member 321-w 1	Plate 4	▲ 5.0 ▲	336	LE1	49.2	0.0	5.7	4.0	27.9	13. 7	9.4	OK	OK
		▲ 5.0 ▲	336	LE1	94.2	0.0	1.1	-1.8	54.4	26. 2	15. 8	OK	OK

Design data

Material	f_u [MPa]	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	0.9σ [MPa]
S 235	360.0	0.80	360.0	259.2

Symbol explanation

- T_w Throat thickness a
- L Length
- $\sigma_{w,Ed}$ Equivalent stress
- ϵ_{Pl} Strain
- $\sigma_{\perp}$ Perpendicular stress
- $T_{\perp}$ Shear stress perpendicular to weld axis
- $T_{||}$ Shear stress parallel to weld axis
- U_t Utilization
- U_{t_c} Weld capacity estimation
- ▲ Fillet weld
- f_u Ultimate strength of weld
- β_w Correlation factor EN 1993-1-8 – Tab. 4.1
- $\sigma_{w,Rd}$ Equivalent stress resistance
- 0.9σ Perpendicular stress resistance: $0.9 \cdot f_u / \gamma_{M2}$

Buckling

Buckling analysis was not calculated.

2.2.8.5 Розрахунок бази колони

Шарнірні бази колон

Розрахунок виконано за ДБН В.2.6-198:2014

Коефіцієнт надійності з відповідальності $g_n = 1$

Коефіцієнт умов роботи 1

Сталь колони C245

Сталь плити C245

Властивості матеріалів зварювання	
Нормативний опір металу шва за часовим опором, R_{wun}	49949,032 Т/м ²
Розрахунковий опір кутових швів зрізу за металом шва, R_{wf}	21916,412 Т/м ²
Вид зварювання	Ручне
Положення шва	Нижнє

Бетон важкий класу В15

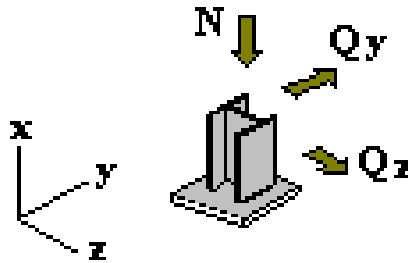
Профіль

45Б1 (Двотавр зварний серії (Б) на заміну ГОСТ 26020-83 (ТУ 0925-001-97638531-2016))	
--	--

Конструкція

	Болти анкерні діаметром 20 зі сталі Ст3кп2 $h_p = 620$ мм $b_p = 240$ мм $t_p = 20$ мм $h_r = 125$ мм $t_r = 10$ мм $S_0 = 30$ мм $k_1 = 12$ мм $k_2 = 12$ мм
--	--

Знаки зусиль



Результати розрахунку за комбінаціями завантажень расчета з комбінацій завантажень

	N	Q _z	Q _y
	T	T	T
1	84	0	0

Перевірено за ДБН	Перевірка	Коефіцієнт використання
п.11.2, (11.1), дод. М, (М.1), (М.2), табл. М.2	Міцність опорної плити за нормальними напруженнями на ділянках, обпертих по контуру	0,168
п.11.2, (11.1), дод. М, (М.1), (М.2), табл. М.2	Міцність опорної плити за нормальними напруженнями на ділянках, обпертих на три боки	0,713
п.11.2, (11.1), дод. М, (М.1), (М.2)	Міцність опорної плити за нормальними напруженнями на консольних ділянках плити	0,036
п.16.1.16, (16.2), (16.3)	Міцність кріплення траверси до полиць колони	0,699
п.16.1.16, (16.2), (16.3)	Міцність кріплення траверси до опорної плити	0,159
	Опір на зсув, що сприймається тертям на контакті опорна плита-бетон фундаменту	0,849
п. 10.1.1	Несуча здатність поперечного перерізу колони	0,282

Коефіцієнт використання 0,849 - Опір на зсув, що сприймається тертям на контакті опорна плита-бетон фундаменту

Розділ 3 Технологія та організація будівельного виробництва

3.1 Об'ємно-планувальна та конструктивна характеристики об'єкта будівництва

Запроектована будівля має прямокутну форму у плані, та складається із трьох надземних поверхів, нижче відм.0.000 розташований один підземний поверхи. Висота надземного поверху складає 3,6 м, підземного – 3 м.

Загальні розміри в плані в цифрових осях 1 – 4 становить 18 м; в буквених осях А – В – 14,5 м.

Будівлю запроектовано в рамно-зв'язковому каркасі.

У поперечному напрямку будівля має два прольоти довжиною 7,25 м. Крок колон в повздовжньому напрямку дорівнює 6 м.

Фундаменти під колони виконано із монолітного залізобетону пірамідального типу. Для стін підвалу передбачено улаштування стрічковий фундамент із збірних залізобетонних блоків типу ФБ .

Колони – сталеві прокатні суцільного перерізу (двотаврові), відмітка верху колони – 12,8 м.

Ригелі та другорядні балки – виготовлені із гарячекатаних двотаврів.

Пререкриття виконано монолітним по незнімній опалубці із профнастилу по другорядним балкам.

Покриття будівлі виконано за аналогічною конструктивною схемою по фермам із гнutoзварних профілів. Крок ферм - 3 м.

Враховуючи об'ємно-планувальні та конструктивні рішення, будівництво запроектованого об'єкта виконується в три періоди:

- Підготовчий період;
- Зведення підземної частини: розробка ґрунту в котлованах; влаштування фундаментів колон каркасу будівлі; влаштування стрічкового фундаменту будівлі; зведення конструкцій підземних поверхів.
- Зведення надземної частини: зведення надземних конструкцій будівлі; укрупнена зборка металоконструкцій каркасу; монтаж колон; ригелів та другорядних балок; ферм; улаштування перекриття і покриття; конструкцій огороження; оздоблювальні та спеціалізовані роботи.

3.2 Технологія земляних робіт під час розробки котловану

3.2.1 Визначення обсягів земляних робіт

Перш ніж приступити до основних будівельних робіт зі зведення каркасного багатоповерхового будинку, необхідно провести підготовчі заходи. Зміст цих заходів визначається індивідуально для кожного об'єкта, виходячи з характеристик будівельного майданчика, необхідності створення умов для ефективного виконання будівельно-монтажних робіт, а також з урахуванням вимог щодо охорони праці та захисту навколишнього середовища.

Підготовчі роботи поділяються на дві основні категорії: позамайданчикові та внутрішньомайданчикові. У межах внутрішньомайданчикових робіт особлива увага приділяється збереженню верхнього родючого шару ґрунту. На площі, де планується риття котловану, рослинний шар ґрунту зрізують на глибину 15–25 см, використовуючи бульдозери або автогрейдери. Отриманий ґрунт збирається на спеціально підготовлених майданчиках для подальшого використання у процесі благоустрою прилеглої території після завершення будівництва. Перед початком викопування котловану, щоб мінімізувати вплив нового будівництва на вже існуючі прилеглі споруди, між ними та будівельним майданчиком встановлюють шпунтову стіну (рис. 3.1). Шпунтова стінка виконується із шпунта типу Larssen профіль – VL601 (рис. 4.1). Маса 1 м.п. шпунтової палі VL601 (ширина профілю – 600 мм) складає 46,32 кг; 1 м² шпунтового огороження – 77,2 кг.

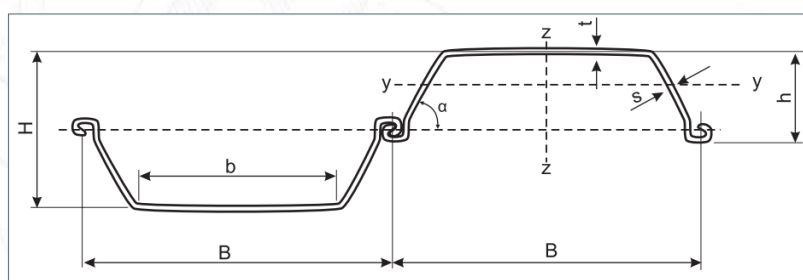


Рис. 3.1 Переріз шпунту VL601

Довжина стінки складає 26 м. Шпунтові палі заглиблюються у супісок на відм. -8,5 м.

Отже загальна площа шпунтової стінки складає:

$$S = b \cdot h = 26 \cdot 8,5 = 221 \text{ м}^2$$

Загальна маса шпунтового огородження складає:

$$S \cdot 77,2 = 221 \cdot 77,2 = 17061,2 \text{ кг} = 17,1 \text{ т}.$$

До початку влаштування фундаментів необхідно розробити котлован (рис. 3.2).

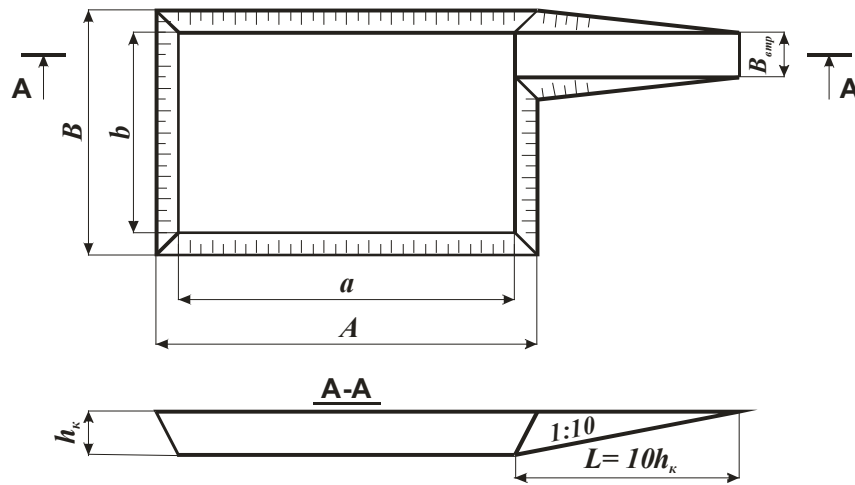


Рис. 3.2 Схема розробки котловану

Об'єм котловану визначають за наступною формулою:

$$V_k = \frac{h_k}{6} [(2 \cdot A + a)B + (2 \cdot a + A)b],$$

де h_k – глибина котловану, м;

a і b – довжина і ширина котловану по дну, м;

A і B – довжина і ширина котловану у верхній частині, м.

$$a = 16 \text{ м}, b = 19,5 \text{ м}$$

Розміри котловану у верхній частині розраховують з урахуванням глибини котловану і групи ґрунтів за формулами:

$$A = a + 2 \cdot m \cdot h_k;$$

$$B = b + 2 \cdot m \cdot h_k,$$

де m – коефіцієнт закладання укосів котловану. $m = 0,25$.

$$A = 16 + 2 \cdot 0,25 \cdot 2,6 = 17,3 \text{ м},$$

$$B = 19,5 + 2 \cdot 0,25 \cdot 2,6 = 20,8 \text{ м},$$

$$V_k = \frac{2,6}{6} [(2 \cdot 17,3 + 16)20,8 + (2 \cdot 16 + 17,3)19,5] = 872,7 \text{ м}^3.$$

Транспортні машини і вантажопідйомні засоби слід розміщувати не ближче 1м від призми обвалення ґрунту, яка визначається поверхнею вільного укосу котловану і граничним кутом ψ нахилу поверхні ковзання ґрунту (рис.3.3).

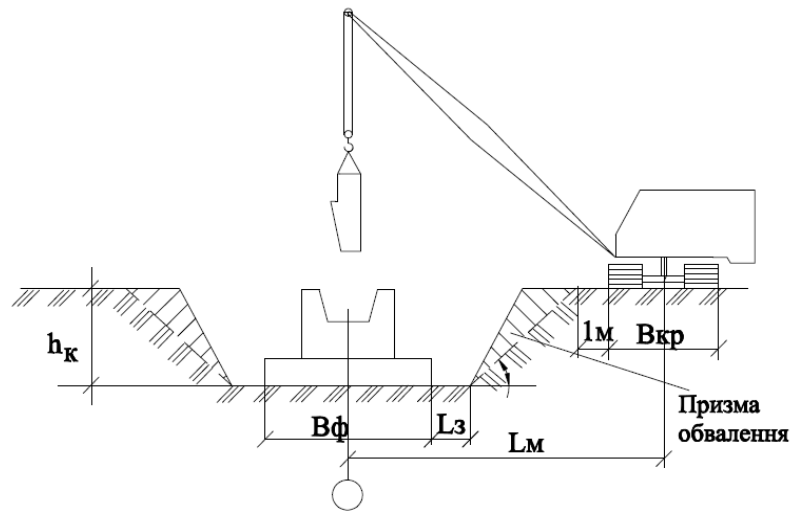


Рис.3.3 Розріз котловану

3.2.2 Обґрунтування вибору комплекту машин під час розробки котловану

Технологічний процес спорудження котловану передбачає використання екскаватора для розробки ґрунту. До складу комплекту машин, необхідного для виконання робіт, входять одноківшеві екскаватори, оснащені різними змінними пристроями, такими як пряма лопата, зворотна лопата, драглайн та інше. Крім того, використовуються автосамоскиди, бульдозери, а також спеціальні машини й механізми для ущільнення ґрунту під час його зворотного засипання в пазухи котловану. Основну роль у технологічному процесі виконує екскаватор, який є ключовим елементом описаного обладнання.

Загальний об'єм робіт (ґрунту) впливає на вибір потужності провідних машин. Чим більше об'єм робіт, тим більшою має бути потужність провідної машини (місткість ківшу екскаватора).

Залежно від загального об'єму робіт ($V_{заг}$) визначають необхідну місткість ківшу екскаватора.

Розробку котловану виконуємо повно поворотним екскаватором зі зворотною лопатою - АТЕК 731 з такими характеристиками:

- місткість ківшу $0,5\text{м}^3$;
- найбільша глибина копання – 5,55м;
- найбільший радіус копання – 8,16 м;
- найбільша висота розвантаження – 6,05м.

Габаритні розміри: довжина – 9,9 м; ширина – 3м; висота – 3,45м; потужність – 73,6кВт; маса екскаватора – 13т. Екскаваторщик 5 розряду-1 чоловік.

Вантажопідйомність землерийних автотранспортних засобів повинна визначатися залежно від місткості ківшу екскаватора і відстані транспортування ґрунту. Рациональна вантажопідйомність складає 7 т.

3.2.3 Технологія виконання земляних робіт

Розроблення котловану здійснюється у кілька етапів, які можуть передбачати одну чи кілька проходок, розміри яких відповідають поперечному профілю забою. Робоча зона екскаватора, знана як екскаваторний забій, охоплює майданчик для розташування екскаватора, частину ґрунтового масиву, який підлягає обробці, а також територію для завантаження транспорту чи складування ґрунту у відвал. Процес розроблення котловану може проводитися у поперечному або поздовжньому напрямках, охоплюючи повну ширину чи довжину об'єкта, з доведенням до проектних позначок. При цьому здійснюється контроль за недобором ґрунту відповідно до будівельних норм, і перебір його категорично не допускається. Розроблений ґрунт вивозять автосамоскидами за межі будівельного майданчика. Для точного розташування транспортних засобів під завантаження попередньо встановлюють віхи. Завершальне зачищення дна котловану до проектного рівня виконується легкими бульдозерами, забезпечуючи точність та дотримання будівельних вимог.

3.2.4 Вибір виду й розрахунок потреби в транспортних засобах

В якості транспортного засобу для переміщення ґрунту приймаємо самоскид УАК 7 т на JAC N120

із наступними технічними характеристиками:

- Вантажопідйомність – 7000 кг;
- Обсяг платформи – 6,3 м³;
- Час розвантаження платформи – 19 с;
- Час опускання платформи – 18 с;
- Макс. Швидкість – 80 км/год;
- Потужність двигуна – 240 к.с.

Необхідну кількість автосамоскидів, які забезпечують безперервну роботу екскаваторів, визначають за формулою

$$N_{ac} = \frac{T_{уст.н} + T_n + T_{уст.р} + T_p + T_{пр} + T_m}{T_{уст.н} + T_n},$$

де $T_{уст.н}$ – тривалість установавлення автосамоскида під навантаження, хв. $T_{уст.н} = 0,3$ хв.;

T_n – тривалість навантаження автосамоскида, хв. $T_n = 4,65$ хв.;

$T_{уст.р}$ – тривалість установавлення автосамоскида під розвантаження, хв. $T_{уст.р} = 0,6$ хв.;

T_p – тривалість розвантаження, хв. $T_p = 0,83$ хв.;

$T_{пр}$ – тривалість пробігу автосамоскида від місця завантаження до місця розвантаження і назад, хв. $T_{пр} = 20,8$ хв.;

T_m – тривалість технологічних перерв, які виникають протягом рейсу (маневрування, пропускання зустрічного транспорту на роз'їзді тощо), хв. $T_m = 1,25$ хв.

$$N_{ac} = \frac{0,3 + 4,65 + 0,6 + 0,83 + 20,8 + 1,25}{0,3 + 4,65} = 6$$

Таким чином приймаємо 6 автосамоскидів

3.2.5 Зворотна засипка ґрунтом пазух котловану

Обсяг зворотної засипки пазух котловану ($V_{з.зас}$) при зведенні підземної частини будинку (рис. 4.4) визначають як різницю загального обсягу ($V_{заг}$) і обсягу заглибленої частини будинку $V_{заг.ч.буд.}$

$$V_{з.зас.} = \frac{(V_{зас.} - V_{зас.ч.буд.})}{\kappa_{зр}},$$

де $\kappa_{зр}$ - коефіцієнт залишкового розпушення ґрунту $\kappa_{зр} = 1,05$;

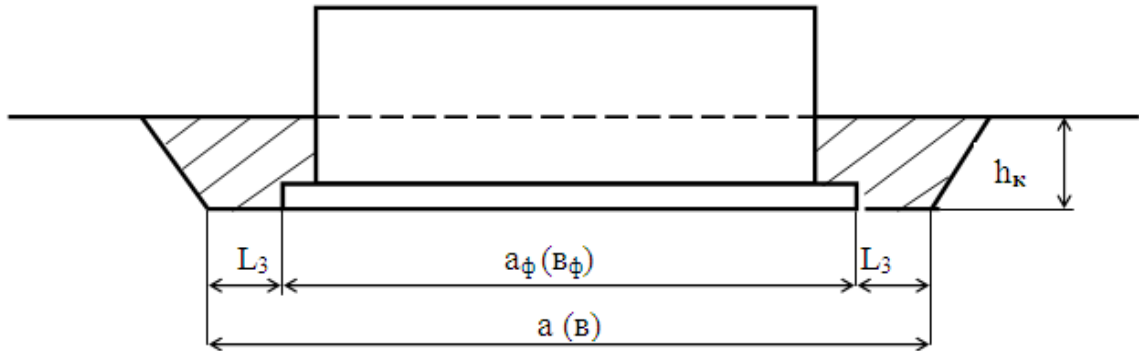


Рис. 3.4 Визначення об'єму зворотної засипки пазух котловану

$$V_{з.зас.} = \frac{872,7 - 765,7}{1,05} = 101,9 \text{ м}^3.$$

3.3 Проектування технологічних процесів улаштування фундаменту

3.3.1 Підрахунок обсягів робіт

Комплексний процес зведення монолітних залізобетонних конструкцій складається з технологічно зв'язаних і послідовно виконуваних простих процесів:

- 1) установлення опалубки;
- 2) монтаж арматури;
- 3) прийом, подавання і укладання бетонної суміші;
- 4) зняття опалубки.

Між 3-ім і 4-им процесами організовується технологічна перерва (t_{mn}) – догляд за бетоном. Ведучим процесом, який значною мірою визначає тривалість робіт, є укладання бетонної суміші в опалубку.

Час, необхідний для набирання бетоном розпалубочної міцності, включається до загального технологічного циклу.

Для визначення загальної тривалості робіт з улаштування фундаментів спочатку встановлюють обсяги робіт: площу опалубки (S_{on}), витрати арматури (A) і об'єм бетону (V_B), який потрібно укласти в опалубку.

1. Площа опалубки $S_{оп}$ визначається згідно розроблених креслень фундаментів і складає:

- для окремих фундаментів під колони Ф1:

$$S_{оп.} = 1,5 \cdot 0,45 \cdot 4 + 0,6 \cdot 0,15 \cdot 4 = 3,1 м^2$$

- для Ф2, Ф3 та стрічкових ФЛ1, ФЛ2 -

$$S_{оп.} = 0,45 \cdot (61,9 + 73,9) + 10 \cdot 0,6 \cdot 0,15 \cdot 4 = 64,8 м^2.$$

2. Об'єм бетону V_B , який потрібно укласти в фундамент, згідно робочих креслень:

$$V_{\phi} = 65 \cdot 0,45 + 1,5^2 \cdot 0,45 + 12 \cdot 0,15 \cdot 0,6^2 = 31 м^3$$

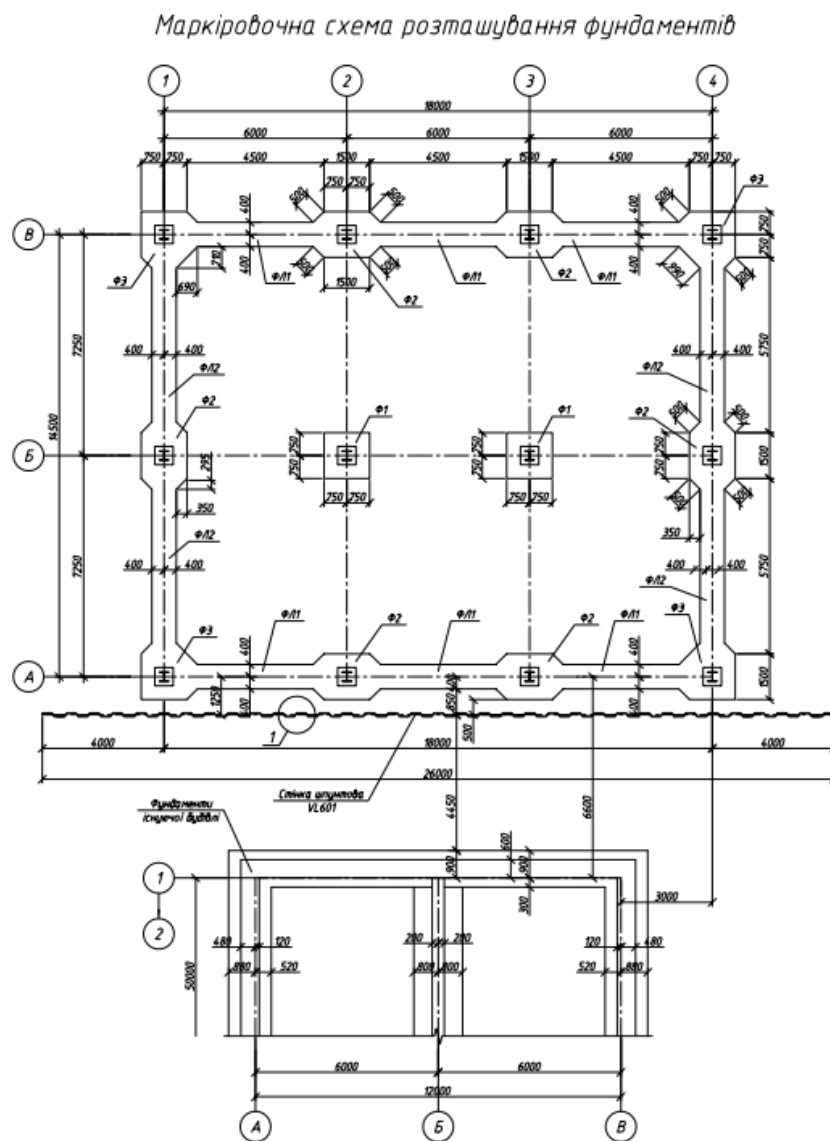


Рис. 3.5 Схема фундаментів

3. Витрати арматури A визначають за формулою

$$A = V_B \cdot a$$

де V_B – об'єм бетону, який потрібно укласти в фундамент, м^3 ;

a – витрати арматури на 1 м^3 , $\text{кг}/\text{м}^3$.

Витрати арматури на 1 м^3 згідно розрахунку складають $30,4 \text{ кг}/\text{м}^3$.

$$A = 31 \cdot 30,4 = 942,4 \text{ кг}.$$

Стіни підвальної частини виконуються із ФБ блоків $600 \times 600 \times 900$. Маса блоку складає 820 кг , загальна необхідна кількість блоків – 122 шт.

3.3.2 Вибір крана для влаштування фундаменту і конструкцій підземного поверху

Для зведення підземної частини (фундаментів, стін і перекриття підземного поверху) будинку звичайно використовують самохідні крани. Для вибору монтажного крану визначають наступні монтажні характеристики: монтажна маса (Q_M), монтажна висота (H_M) і монтажний виліт стріли (L_M).

Монтажну масу визначають за формулою:

$$Q_M = m_E + m_{стр},$$

де m_E – маса елемента, який піднімає кран, т

$m_{стр}$ – маса засобу стропування (стропу чи траверси, табл. 3.1), т.

Таблиця 3.1 – Засоби стропування

Назва пристрою	Вантажо- підйом- ність, т	Маса, т	Висота стропування, м	Призначення
Строп двовітковий	2,5 5	0,01 0,02	2 2,2	Подавання арматури, інструментів, панелей опалубки тощо
Строп чотиривітковий	3 5	0,09 0,22	4,2 9,3	Розвантаження і подавання різних конструкцій і матеріалів

Монтажну висоту визначають за формулою

$$H_M = h_O + h_E + h_3 + h_{cmp},$$

де h_O – перевищення опор елемента, який монтується, над рівнем стоянки крана, м;

h_E – висота (довжина) елемента в монтажному положенні, м;

h_3 – необхідний мінімальний проміжок для наведення елемента (0,5), м;

h_{cmp} – довжина засобу стропування, що знаходиться над конструкцією, яка монтується, м.

Рівень стоянки крана може перевищувати, дорівнювати або бути меншим за h_O . При зведенні найвищої точки підземної частини будинку (стіни із ФБ) h_O можна визначити за формулою

$$h_O = H_{підз. пов} + h_P(h_{П}) - h_K$$

де $H_{підз. пов}$ – висота підземного поверху, м;

$h_P(h_{П})$ – висота фундаменту (ростверку чи суцільної плити), м;

h_K – глибина котловану, м.

$$h_O = 3 + 0,6 - 2,6 = 1\text{ м};$$

$$H_M = 1 + 0,6 + 0,5 + 2 = 4,1\text{ м}.$$

Монтажний виліт стріли L_M визначають залежно від прийнятої схеми руху крану. Так як кран рухається по бровці котловану, то виліт стріли визначають з умов його безпечного знаходження за межами призми обвалення (рис. 4.3) за формулою

$$L_M = a\phi + b\phi + l_3 + h_K + 1 + \frac{B_{кр}}{2},$$

де $a\phi$ і $b\phi$ – довжина і ширина зовнішнього контуру по гранях фундаменту;

l_3 – технологічний зазор для виконання робіт із зведення підземної частини будинку (0,7 м);

h_K – глибина котловану, м;

1 – безпечна відстань між призмою обвалення і ходовою частиною монтажного крану, м;

$B_{кр}$ – ширина ходової частини монтажного крану, м.

$$L_M = 9,8 + 0,7 + 2,6 + 1 + \frac{6}{2} = 17,1\text{ м}.$$

Так як бетонна суміш подається за допомогою бетононасосу, то серед елементів, які буде піднімати монтажний кран (арматурний каркас, арматурна сітка,

щити опалубки, стінові блоки), обирають той, для якого всі три монтажні характеристики мають найбільше значення.

У даному випадку таким елементом є ФБ блок стін фундаменту. Саме за цим несприятливим поєднанням монтажних характеристик і обирають монтажний кран з потрібними технічними параметрами.

Монтажна маса для ФБ блоку складає:

$$Q_M = 0,81 + 0,01 = 0,82t.$$

$$Q_M = 0,82t; H_M = 4,1m; L_M = 17,1m$$

По знайденим технічним характеристикам приймаємо монтажний кран МКГ-40 зі стрілою 25,8-6м.

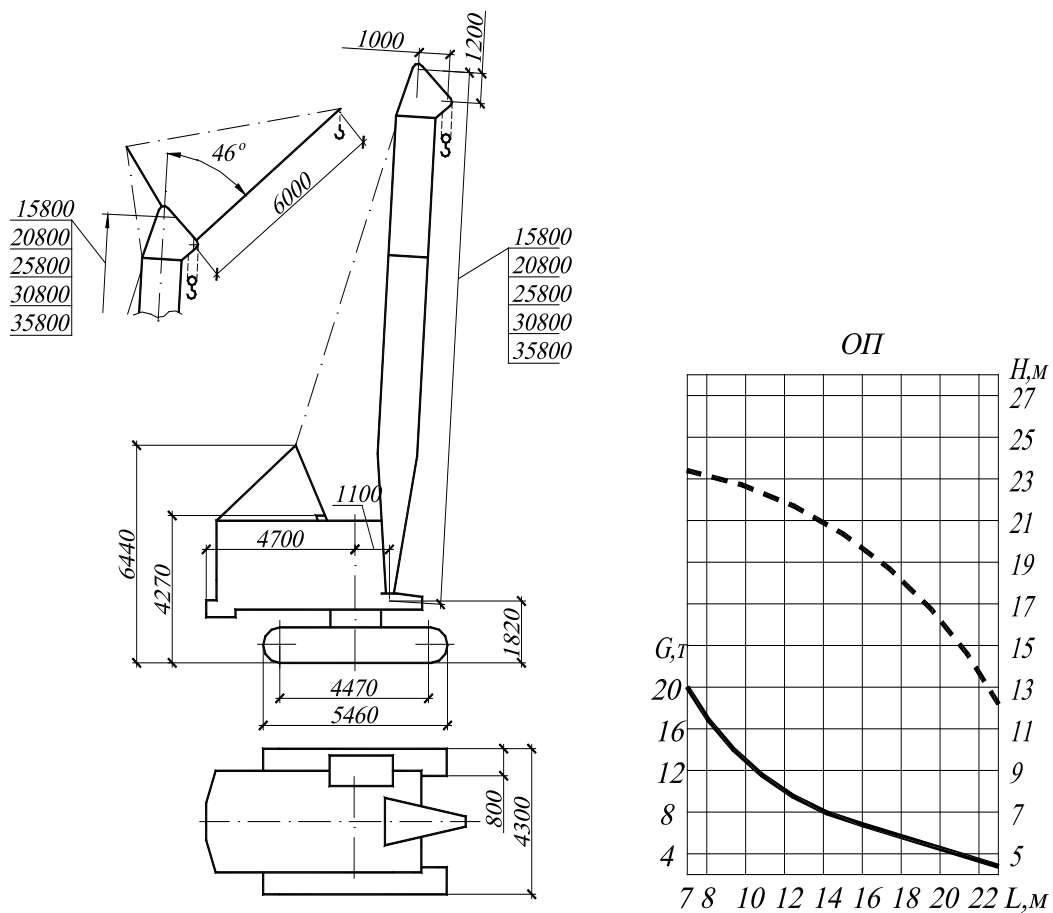


Рис. 3.6 Кран МКГ-40. Вантажні і висотні характеристики.

3.4 Проектування технології виконання робіт під час зведення конструкцій типового поверху

Залежно від конструктивних рішень будинку визначають технологію його зведення. При проектуванні комплексного процесу доцільно використовувати потоковий метод виконання робіт, що ґрунтується на рівномірній безперервній роботі всіх ланок процесу і супроводжується рівномірною участю робочої сили і використанням будівельних матеріалів.

Для організації потокового виконання робіт поверх у плані умовно розбивають на захватки з дотриманням таких вимог:

- захватки повинні бути приблизно рівними за трудомісткістю, із забезпеченням безперервного укладання бетону;
- найменший розмір захватки повинен забезпечувати продуктивну роботу оптимального складу бригади і комплекту машин протягом зміни;
- межі захваток призначають у місцях з найменшими значеннями перерізуючої сили і моменту, з організацією робочих швів.

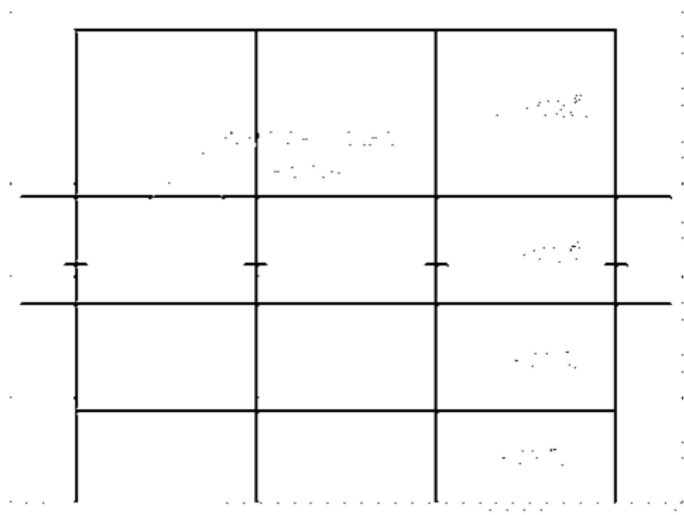


Рис. 3.7 Схема розташування захваток

Будівлю розбито на 4 захватки у відповідності до кількості поверхів.

3.4.1 Загальна характеристика об'єкта монтажних робіт

Маркувальні позначення див. рис. 3.6.

Табл. 3.2 Специфікація монтажних елементів

Номер елем.	Назва	Розмір, мм			Маса Елементу, т	Номер захватки	Кількість, шт		Маса елементів на будівлю, т
		довжина	ширина	висота (товщина)			на захватку	на будівлю	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Колона кр. Ряду К1, К2	8400	320	280	0,9	1	8	16	14,4
						2	-		
						3	8		
						4	-		
2	Колона сер. ряду, К3, К4	10200	320	280	1,1	1	4	4	4,4
						2	-		
						3	-		
						4	-		
3	Ригель Б1	7250	250	340	0,4	1	8	24	9,6
						2	8		
						3	8		
						4	-		
4	Другор. балка Б2	6000	110	220	0,15	1	32	96	14,4
						2	32		
						3	32		
						4	-		
5	Консол. ьні балки Б3	1800	110	220	0,05	1	-	32	1,6
						2	16		
						3	16		
						4	-		
6	Консол. ьні балки Б4	1800	250	340	0,1	1	-	28	2,8
						2	14		
						3	14		
						4	-		
7	Балка Б5	9050	250	340	0,5	1	-	8	4
						2	4		
						3	4		
						4	-		
8	Балка Б6	10800	250	340	0,6	1	-	8	4,8
						2	4		
						3	4		
						4	-		
9	Верт. зв'язки СВ1	4700	100	100	0,06	1	6	22	1,32
						2	6		
						3	6		
						4	4		
10		6000	135	300	0,22	1	-	6	1,32
						2	-		

	Під- крокв. балки					3	-		
						4	6		
11	Ферми	14500	100	2000	0,74	1	-	7	5,18
						2	-		
						3	-		
						4	7		
12	Зв'язки СВ2	3000	80	80	0,04	1	-	24	0,96
						2	-		
						3	-		
						4	24		
13	Зв'язки СВ3	3600	80	80	0,05	1	-	4	0,2
						2	-		
						3	-		
						4	4		
14	Проф- настил	2500	1250	57	0,04	1	90	440	17,6
						2	130		
						3	130		
						4	90		

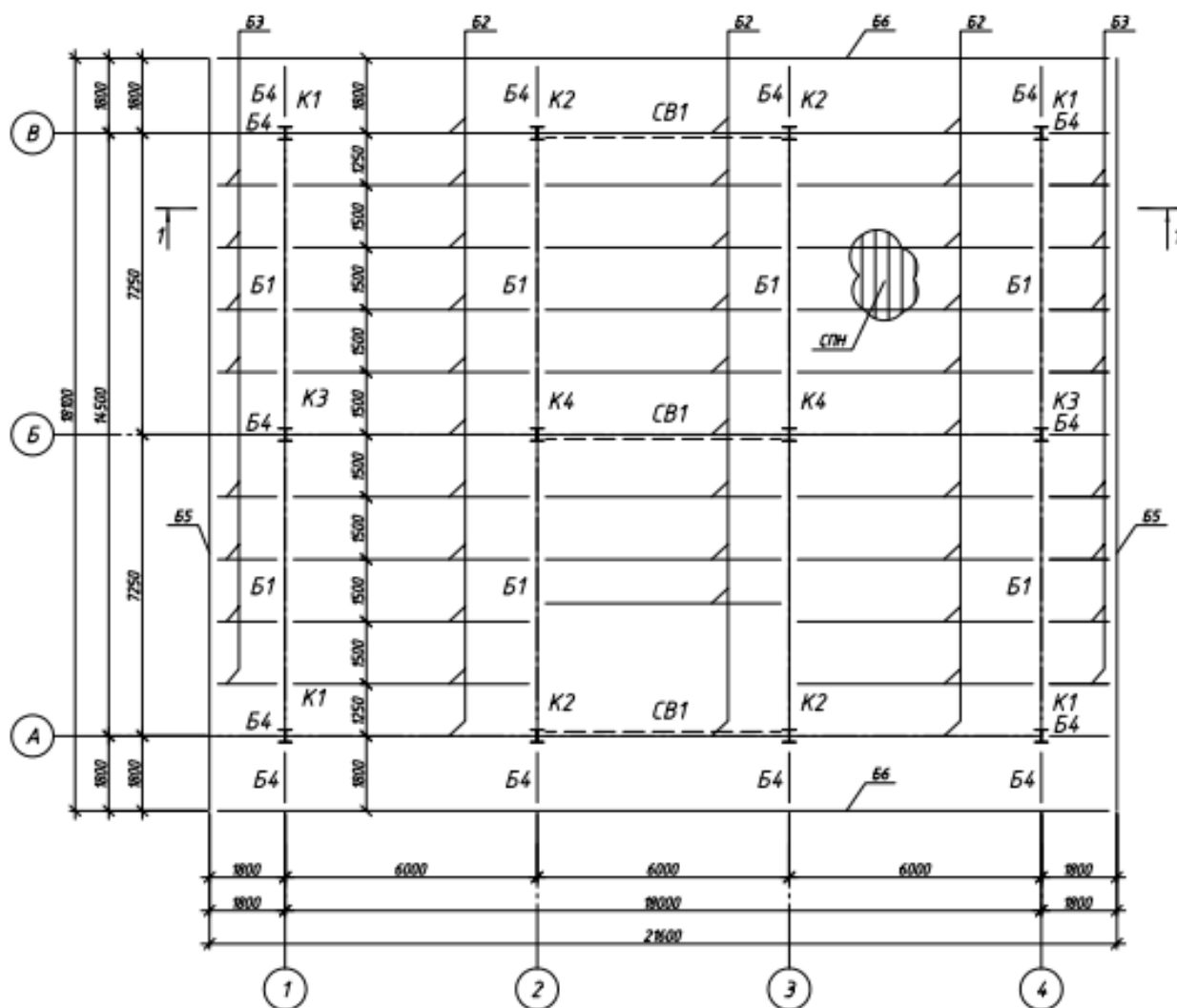


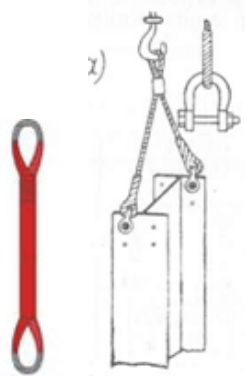
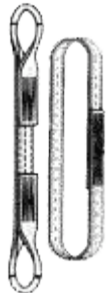
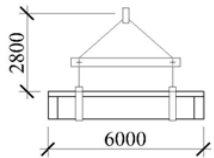
Рис. 3.8 План розташування балок на відм. +3,600, +7,200

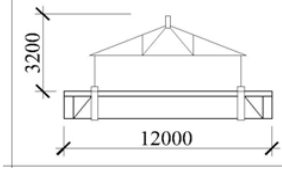
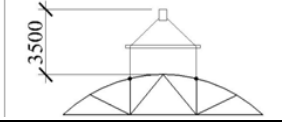
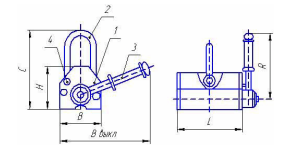
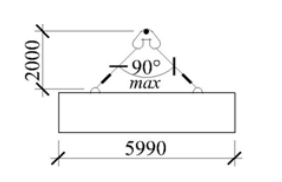
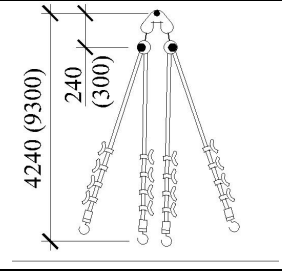
3.4.2 Вибір обладнання для стропування

Для вибору монтажних кранів необхідно попередньо визначити наступні технічні параметри: монтажну масу елементів (Q_M), монтажну висоту (H_M) і монтажний виліт гака крана (L_M).

Враховуючи те, що конструкції подають краном за допомогою такелажного оснащення (стропи, захвати, траверси) їх приймають в залежності від виду, габаритів і маси монтажних елементів. Обране обладнання повинно забезпечувати швидкість, зручність і безпеку строплення і розстроплення елементів. Необхідні стропуючі засоби та їх характеристики наведено у табл. 3.3.

Табл. 3.3 Специфікація стропуючого обладнання

Назва	Ескіз	Вантажопідйомність, т	Маса, т.	h, м. висота строповки (довжина).	Призначення.
1	2	3	4	5	6
Строп текстильний петлевий СТП		2	0.006	1,2	Монтаж колон.
Строп текстильний СТП		2	0.022	6	Монтаж балок довжиною 1,8 м
Траверса, ПК		6	0.39	2,8	Монтаж балок довжиною 6 м.

Траверса,		9	0.94	3,2	Монтаж балок довжиною до 12 м.
Траверса дистанційна		15	0,62	3,6	Монтаж кроквяних ферм
Магніт-ний захват		2.1×2	0.02×2	0.12	Монтаж балок.
Строп двогілковий		2,5	0.01	2	Встановлення блоків стін та перегородок
Строп чотири гілковий		3	0,09	4,2	Розвантаження та розкладка різних конструкцій
Захват для піддонів з проф. настилом.		1	0.131	1.35	Монтаж проф. настилу.

3.4.3 Вибір монтажного крана

А) Монтажна маса визначається для кожного монтажного елементу за формулою

$$Q_M = m_E + m_{СТР} + m_O,$$

де m_E – маса елемента, що піднімає кран, т (табл. 4.2);

$m_{СТР}$ – маса засобу стропування (стропу чи траверси), т (табл. 3.3);

m_O – маса монтажного оснащення, яке навішують на конструкції до їх підйому.

1. Визначення монтажної маси колони крайнього ряду:

$$Q_M = 0,9 + 0,006 = 0,906 \text{ т};$$

2. Визначення монтажної маси колони середнього ряду:

$$Q_m = 1,1 + 0,006 = 1,106 \text{ т};$$

3. Визначення монтажної маси ригелів:

$$Q_m = 0,6 + 0,94 = 1,54 \text{ т};$$

4. Визначення монтажної маси другорядних балок:

$$Q_m = 0,15 + 0,39 = 0,54 \text{ т};$$

5. Визначення монтажної маси в'язів:

$$Q_m = 0,06 + 0,01 = 0,07 \text{ т};$$

6. Визначення монтажної маси профільованого настилу:

$$Q_m = 0,04 + 0,131 = 0,171 \text{ т};$$

7. Визначення монтажної маси підкрюв'яних балок:

$$Q_m = 0,22 + 0,39 = 0,61 \text{ т};$$

8. Визначення монтажної маси ферм:

$$Q_m = 0,74 + 0,62 = 1,36 \text{ т};$$

Монтажну висоту обчислюють для кожного монтажного елемента за формулою:

$$H_M = h_O + h_E + h_3 + h_{СТР},$$

де h_O – висота опори над рівнем стоянки крана, на яку монтується елемент, м;

h_E – висота (довжина) елемента в монтажному положенні, м;

h_3 – запас по висоті, що вимагається для безпеки монтажу, (0,5...1,5), м;

$h_{СТР}$ – розрахункова висота стропуючого засобу, м (табл. 4.3).

Для плит покриття визначають також висоту поліспасту до стріли крана (мінімальна відстань від гака крана), м, (рис. 3.7).

$$H = H_M + h_{П},$$

де $h_{П}$ – довжина вантажного поліспасту крану, м.

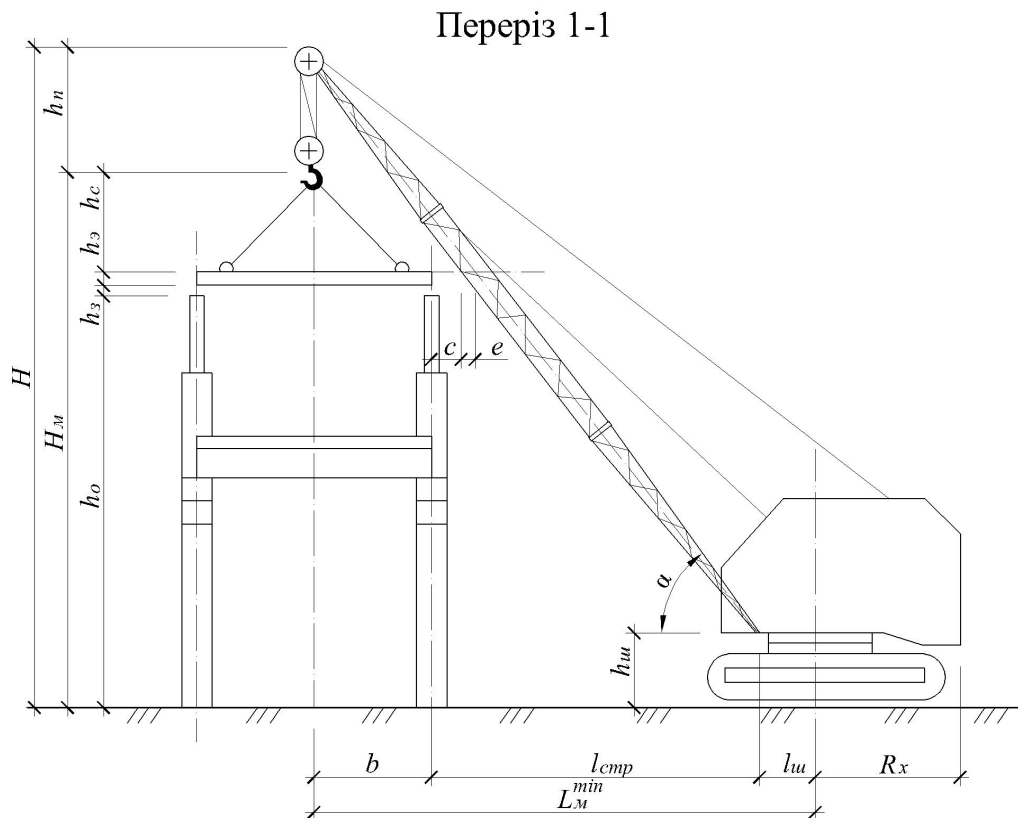


Рис. 3.9 Схема визначення монтажної висоти

1. Визначення монтажної висоти колони крайнього ряду:

$$H_M = 6,4 + 8,4 + 0,5 + 1,2 = 16,5 \text{ м};$$

2. Визначення монтажної висоти колони середнього ряду:

$$H_M = -2 + 10,2 + 0,5 + 1,2 = 9,9 \text{ м};$$

3. Визначення монтажної висоти ригелів:

$$H_M = 7,2 + 0,34 + 0,5 + 3,2 = 11,24 \text{ м};$$

4. Визначення монтажної висоти другорядних балок:

$$H_M = 7,2 + 0,22 + 0,5 + 2,8 = 10,72 \text{ м};$$

5. Визначення монтажної висоти зв'язків:

$$H_M = 12,8 + 0,08 + 0,5 + 2 = 15,38 \text{ м};$$

6. Визначення монтажної висоти профільованого настилу:

$$H_M = 12,8 + 0,06 + 0,5 + 1,35 = 14,71 \text{ м};$$

7. Визначення монтажної висоти підкрівельних балок:

$$H_M = 12,8 + 0,3 + 0,5 + 2,8 = 16,4 \text{ м};$$

8. Визначення монтажної висоти ферм:

$$H_M = 12,8 + 0,1 + 0,5 + 3,6 = 17 \text{ м};$$

Виліт гака крана – показник технічної характеристики крана, відстань між віссю обертання крана і вертикальною віссю, яка проходить крізь центр обійми вантажного гака.

Монтажний виліт гака крана, відповідно до прийнятої схеми, визначається виходячи із умов мінімального наближення крана до місця встановлення конструкції а проєктне положення, і залежить від кількості елементів, які монтують з однієї стоянки. До початку монтажу наземної частини будівлі повинні бути виконані роботи із улаштування фундаментів і здійснена зворотня засипка пазух котловану.

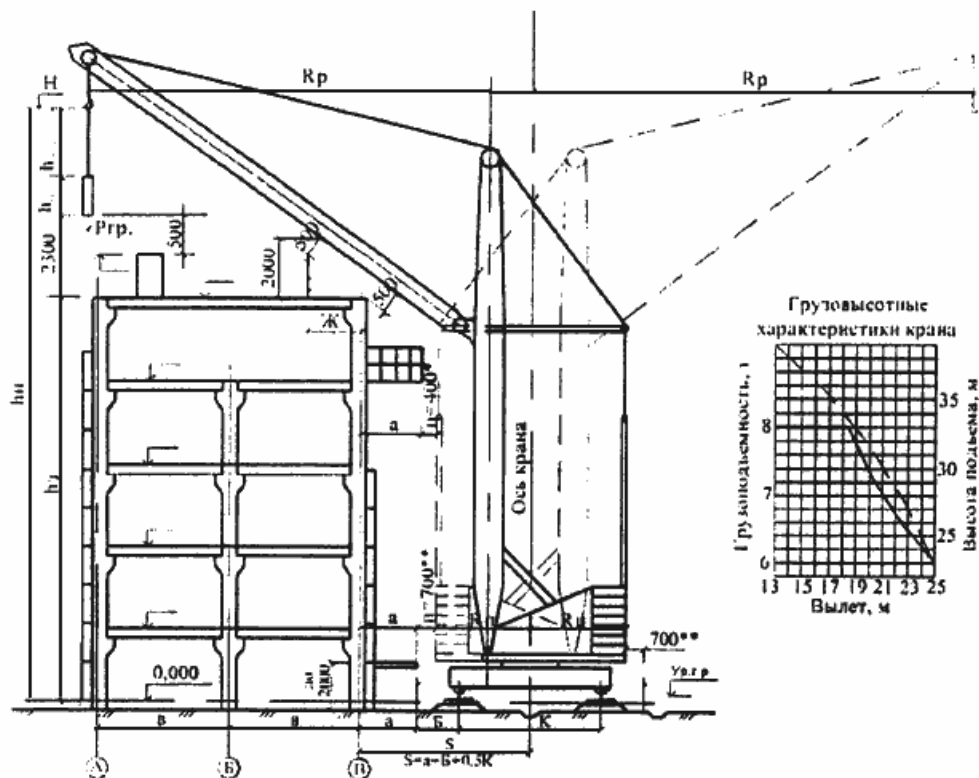


Рис. 3.10 Схема визначення монтажного вильоту

Мінімально безпечне наближення крана до осі колони визначається за формулою:

$$S = a + B + 0,5K,$$

де a - відстань від осі будівлі до його зовнішньої грані (виступаючої частини);

B - мінімальна відстань від виступаючої частини будівлі до вісі рельсу,

$$B = R_n - 0,5K + n = 4 - 0,5 \cdot 6 + 1 = 2\text{м};$$

R_n - найбільший радіус поворотної частини крана, з боку протилежного стрілі;

K - ширина колії крана;

n - габарит приближення крану.

$$S = 2 + 2 + 0,5 \cdot 6 = 7\text{м}$$

Монтажний виліт стріли крану складає:

$$L_M = 18 + S = 18 + 7 = 25\text{м}$$

$$Q_M = 1,36\text{т}; H_M = 17\text{м}; L_M = 29\text{м}$$

Відповідно до визначених монтажних характеристик приймаємо баштовий кран КБ-308.

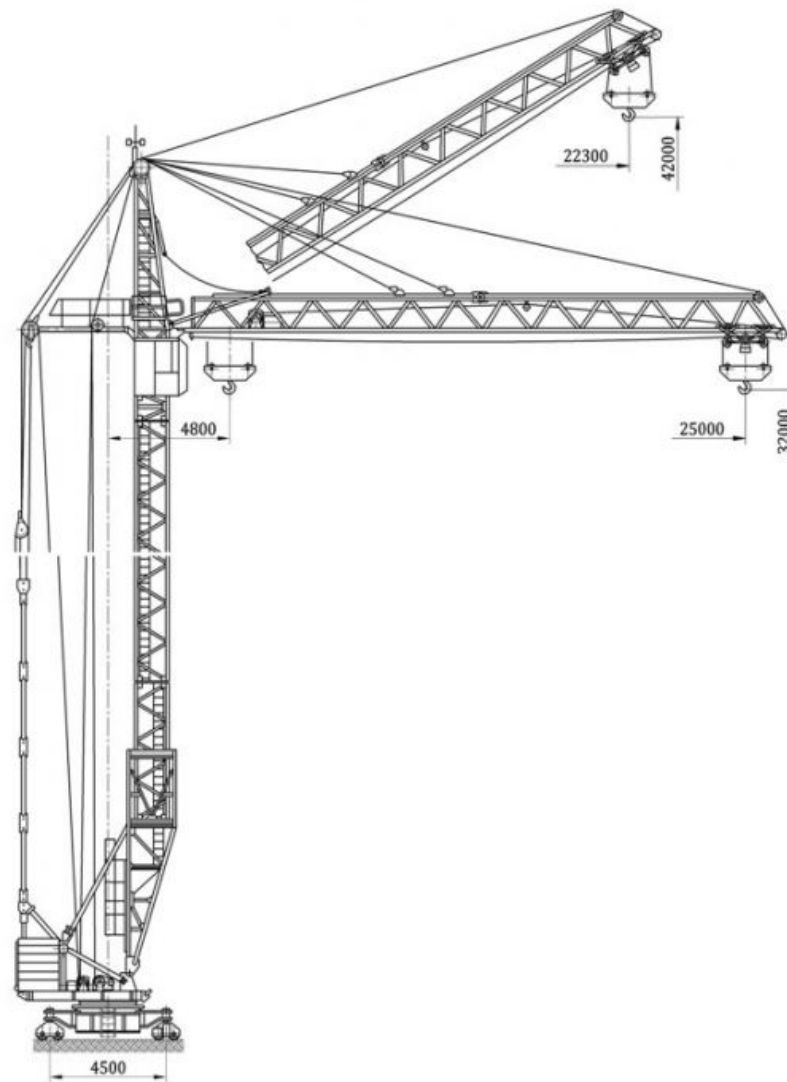


Рис. 3.12 Кран КБ-308

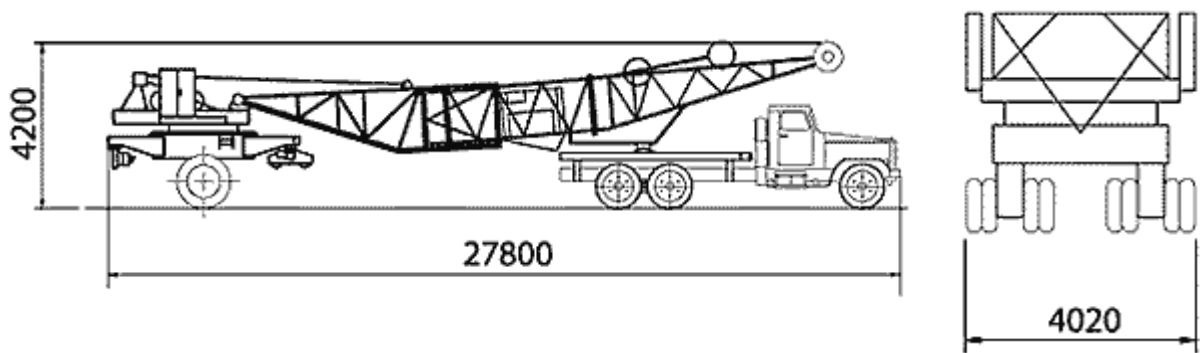


Рис. 3.13 Транспортування крану КБ-308

3.4.4 Технологія монтажу конструкцій

А) Монтаж колон

Основні операції під час монтажу колон: стропування, підйом, наведення на опори, вирівнювання та закріплення. Колони стропують за верхній кінець або на рівні опори підкранових балок. У деяких випадках для зниження центру ваги до башмака колони кріплять додаткове навантаження. Колони захоплюють стропами або напівавтоматичними захватними пристосуваннями. Після перевірки надійності стропування колону встановлює ланка з 4-х робітників. Ланка подає сигнал про підйом колони. На висоті 30-40 см над верхнім обрізом фундаменту монтажники направляють колону на анкерні болти, а машиніст плавно опускає її. При цьому два монтажники притримують колону, а два інших забезпечують суміщення в плані осьових рисок на башмаку колони з рисками, нанесеними на опорних плитах, що забезпечує проектне положення колони, і вона може бути закріплена анкерними болтами. Додаткового зміщення колони для вирівнювання по осях і по висоті в цьому випадку не потрібно. Перед установкою колони необхідно прокрутити гайки по різьбі анкерних болтів. Крім того, різьбу болтів змащують і захищають від пошкодження ковпачками з газових труб. Першими монтують пару колон, між якими розташовані вертикальні зв'язки, закріплюють їх фундаментними болтами. Першу пару колон закріплюють зв'язками та балками. Стропи знімають з колони лише після її остаточного закріплення. Після кожної чергової колони встановлюють балку, вертикальні зв'язки або розпірку, оскільки колона має бути швидко закріплена до

змонтованих конструкцій і розстроплена, щоб монтажний кран не простоював. Вертикальні зв'язки повинні бути встановлені та закріплені згідно з проектом, тимчасове закріплення конструкції виконують зварними та болтовими з'єднаннями. Зварні з'єднання металоконструкцій виконуються електродами типу Е42. Геодезичний контроль правильності установки колон по вертикалі здійснюють за допомогою двох теодолітів, у взаємно-перпендикулярних площинах, за допомогою яких проектують верхню осьову риску на рівень низу колони. Після перевірки вертикальності ряду колон нівелюють верхні площини їх консолей і торців, які є опорами для ригелів, балок і балок покриття. Після завершення монтажу колон та їх нівелювання визначають відмітки цих площин.

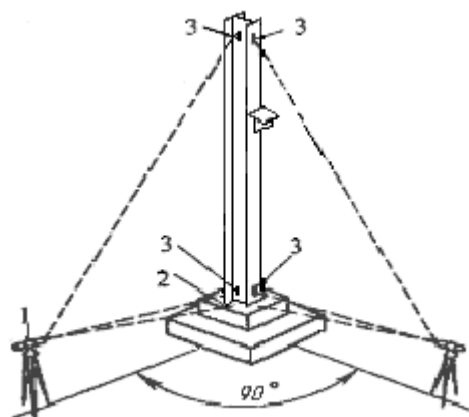


Рис.3.13 Контроль вертикального положення колони: 1 — теодоліт; розбивочні осі: 2 — на фундаменті; 3 — на колоні

Б) Монтаж ригелів і другорядних балок

Підготовка балок покрівлі до монтажу складається з таких операцій: -очищення отворів опорних майданчиків від іржі та бруду; -кріплення планок для опори покрівельних панелей; -кріплення по кінцях балок покриття двох відтяжок, з пенькового каната, для утримання балок покриття від розгойдування при підйомі. Для стропування балок покриття застосовують траверси з напівавтоматичними захватами, що забезпечують дистанційне розстропування. Стропують балки покриття за дві або чотири точки. Монтаж балок покриття виконує ланка робітників-монтажників з п'яти осіб. До роботи також залучають електрозварника. Підйом балки покриття машиніст

крана починає за командою ланкового. Під час підйому балки перекриття її положення в просторі регулюють, утримуючи балку перекриття від розгойдування, за допомогою канатів-відтяжок двоє монтажників. Після підйому в зону установки балку перекриття розгортають за допомогою розчалок поперек прольоту двоє монтажників. На висоті близько 0,6 м над місцем опори балку перекриття приймають двоє інших монтажників (які знаходяться на монтажних майданчиках, прикріплених до колон). Наводять її, поєднуючи риски, що фіксують геометричні осі балок перекриття, з рисками осей колон у верхньому перерізі та встановлюють у проектне положення. У поперечному напрямку балку покриття за необхідності зміщують ломом, не піднімаючи її, а для зміщення балки накриття в поздовжньому напрямку її попередньо піднімають. Після монтажу чергової балки накриття встановлюють 3–4 прогони, необхідні для забезпечення стійкості та її розстропування.

Г) Монтаж ферм

До місця монтажу ферми доставляються автомобільним транспортом вантажопідйомністю 20 т (або аналогом). За 1 рейс передбачається перевезти 4 ферми. При перевезенні металевих ферм автомобільним транспортом потрібен дозвіл Державтоінспекції, якщо вони виступають більше ніж на 2 м за задній борт або край платформи. На частини конструкцій, що виступають за габарити транспортного засобу, прикріплюють червоні прапорці, а в темряві та при видимості менше 20 м — запалені ліхтарі. Загальна довжина автопоїзда не повинна перевищувати 20 м при одному причепі. Під час укладання конструкції слідкують, щоб вона не зачіпала деталі автомобіля на поворотах, а частина, що звисає, не перевищувала довжини, передбаченої в проекті. Навантаження, транспортування, розвантаження та зберігання металевих ферм слід здійснювати, дотримуючись заходів, що виключають можливість їх пошкодження, а також забезпечують збереження захисного покриття конструкцій. Не допускається розвантажувати ферми скиданням, а також переміщати їх волоком. Складування металевих ферм має забезпечувати збереження їхньої якості; можливість безперешкодного огляду та завантаження будь-якої партії металевих ферм, простоту обліку та інвентаризації; безпеку роботи; постійне оновлення запасів.

При багатоярусному складуванні металевих ферм між ярусами слід укласти дерев'яні прокладки, розташовані по одній вертикалі з підкладками. Металеві ферми, що поставляються на монтаж, повинні відповідати вимогам відповідних стандартів, технічних умов та робочих креслень. Виконавчими робочими кресленнями повинні бути креслення КМД.

Деформовані конструкції слід виправити. Виправлення може бути виконано без нагрівання пошкодженого елемента (холодне виправлення) або з попереднім нагріванням (виправлення в гарячому стані) термічним або термомеханічним методом.

Монтаж металевих ферм здійснюється за допомогою монтажного крана, здатного забезпечити необхідну вантажопідйомність на заданому вильоті стріли. Монтажник кран підбирається безпосередньо під час прив'язки типової технологічної карти до конкретних умов виконання робіт. Вибір монтажного крана здійснюють шляхом визначення трьох основних характеристик: необхідної висоти підйому гака (монтажна висота), вантажопідйомності (монтажна маса) та вильоту стріли.

Перед підйомом металевої ферми монтажники кріплять до неї інвентарні розпірки, стропувальний трос та відтяжки. Далі двоє монтажників здійснюють стропування ферми. Третій монтажник зачіпає за захвати стропи балансирної траверси і дає команду машиністу крана натягнути стропи. При цьому перевіряється правильність положення гаків і захватів. Роботу з утримання ферми під час її підйому від розгойдування виконують двоє монтажників. За командою ланцюгового машиніст подає ферму до місця монтажу, зупиняючи її на висоті 20-30 см від опорної поверхні. Після цього ланцюговий і монтажник-електрозварник підводять ферму до місця монтажу, орієнтуючись за рисками.

Розділ 4. Охорона праці

4.1 Забезпечення охорони праці на законодавчому рівні

Проектування адміністративно-побутового центру в Харкові має відповідати всім вимогам українського законодавства щодо охорони праці. Це означає, що з перших етапів розробки необхідно враховувати безпеку майбутніх працівників та норми, що регулюють умови на будівельному майданчику. Основні нормативні документи та законодавчі акти, що регламентують цю сферу:

- Конституція України [1] гарантує право кожному на здорові і безпечні умови праці (ст. 43), соціальний захист у разі втрати працездатності (ст. 46), право на охорону здоров'я, медичну допомогу та медичне страхування (ст.49);
- Кодекс законів про працю України [2] встановлює правові норми, що регулюють трудові відносини з метою забезпечення продуктивної зайнятості, підвищення ефективності праці та дотримання трудової дисципліни;

Закон України «Про охорону праці» [3] являє собою сукупність взаємопов'язаних нормативно-правових актів, покликаних регулювати сферу реалізації державної політики у галузі охорони праці. Ця політика охоплює комплекс правових, соціально-економічних, організаційно-технічних, санітарно-гігієнічних та лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я та працездатності працівників у процесі трудової діяльності.

Метою Закону України "Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування" [4] є забезпечення соціального захисту працівників у разі настання таких подій, як тимчасова втрата працездатності, вагітність та пологи, а також нещасні випадки на виробництві чи професійні захворювання. Закон України "Про систему громадського здоров'я" [5] встановлює правові, організаційні, економічні та соціальні основи функціонування системи громадського здоров'я в Україні. Його метою є зміцнення здоров'я населення та профілактика захворювань. Закон регулює суспільні відносини у сфері громадського здоров'я та санітарно-епідемічної безпеки та встановлює порядок державного контролю за діяльністю суб'єктів господарювання, які можуть становити загрозу для санітарно-епідемічного стану

населення. Тому на підприємстві оптової торгівлі слід забезпечити дотримання санітарних норм, вимог до освітлення, вентиляції та чистоти.

Закон України "Про охорону навколишнього середовища" [6] встановлює правові, організаційні та економічні основи для охорони природного середовища, раціонального використання та відновлення природних ресурсів в Україні. Він спрямований на забезпечення екологічної безпеки, запобігання шкідливому впливу господарської діяльності на довкілля, а також захист унікальних природних комплексів і територій.

Згідно зі ст. 51 глави XI під час проектування і будівництва адміністративного центру необхідно дотримуватися екологічних вимог, що включають контроль за обмеженням шкідливих викидів, утилізацію відходів та мінімізацію забруднення довкілля. Об'єкт, що будується, повинний бути оснащений системами очищення і контролю викидів, щоб зменшити вплив на навколишнє середовище. Крім того, проєкт повинен містити оцінку впливу на екологію з урахуванням стану території, соціально-економічних умов і можливих наслідків діяльності підприємства.

Закон України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки" [7] регулює посилення контролю за пожежною та техногенною безпекою. Згідно зі ст. 20 суб'єкт господарювання зобов'язаний розробити інструкції з безпеки, визначити відповідальних осіб, забезпечити об'єкт засобами пожежогасіння, організувати навчання персоналу діям у разі надзвичайної ситуації, а також гарантувати доступ працівників аварійно-рятувальних служб до об'єкту.

Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" [8] спрямований на захист здоров'я людей та навколишнього середовища від можливих аварій. Згідно до цього закону ст. 9 необхідно визначити, чи належить адміністративно побутовий центр у місті Харкові до категорії об'єктів підвищеної небезпеки, враховуючи порогові маси небезпечних речовин, і класифікувати об'єкти за трьома класами ризику. У разі віднесення підприємства до категорії об'єктів підвищеної небезпеки, згідно зі ст. 9-1 необхідно розробити та затвердити політику запобігання аваріям, що

включає заходи для уникнення аварій і мінімізації їх наслідків. Цю політику потрібно подати відповідним державним органам перед початком експлуатації об'єктів.

Комплексне застосування зазначених законодавчих актів є головним для успішної реалізації проекту адміністративно побутового центру в Харкові. Дотримання всіх перерахованих вище норм дозволить не тільки створити безпечне середовище для працівників та населення, але й мінімізувати ризики виникнення аварій, забезпечити захист навколишнього середовища, а також гарантувати ефективне запобігання надзвичайним ситуаціям та ефективне управління їх наслідками.

4.2 Аналіз умов праці та виявлення потенційних небезпек на об'єкті проектування

Метою проектування адміністративно-побутового центру є створення об'єкта, де умови праці сприятимуть здоров'ю персоналу та запобігання виробничому травматизму. Для забезпечення безпеки та підвищення ефективності роботи необхідно враховувати й нейтралізувати потенційні шкідливі виробничі фактори, такі як фізичні, хімічні, біологічні та психофізіологічні. Проаналізуємо фактори, які можуть відбутися при будівництві підприємства.

Фізичні ризики на будівельному майданчику можна розділити на кілька категорій: акустичні (вихідний рівень шуму, що спричиняє втому та зниження концентрації уваги), механічні (вібрація від техніки та інструментів), пов'язані з умовами праці (підвищена слизькість через вологість, недостатнє освітлення) та пожежні (зберігання легкозаймистих матеріалів, таких як фарби, розчинники, лаки та монтажна піна).

До хімічних факторів відносяться шкідливі випари і пил, що утворюються під час робіт.

Психофізіологічні фактори охоплюють стрес, перевтому, психоемоційне навантаження через інтенсивність робіт, шум і небезпечні умови праці, що знижують концентрацію та швидкість реакції, підвищуючи ризик травматизму.

На стадіях проектування та виконання будівельних робіт щодо створення адміністративно-побутового центру, передбачається реалізація комплексу заходів, спрямованих на мінімізацію впливу небезпечних та шкідливих виробничих факторів. Це передбачає забезпечення адекватного рівня освітлення будівельного майданчика, організацію ефективної системи вентиляції тимчасових споруд, підтримання оптимального температурного режиму та впровадження принципів ергономіки в робочі процеси. Необхідно також забезпечити безперешкодний доступ до медичних пунктів, засобів для надання першої допомоги, аварійних виходів та санітарно-гігієнічних об'єктів.

Протягом усього будівельного процесу необхідно здійснювати моніторинг умов праці, включаючи рівень шуму, якість повітря та освітленість. Кожен працівник має бути забезпечений індивідуальними засобами захисту, такими як навушники, захисні каски, рукавички та спеціальне взуття. Для гарантування безпеки персоналу на об'єкті, регулярні інструктажі та навчання з охорони праці є критично важливими. Щоб уникнути пожеж, слід організувати безпечне зберігання легкозаймистих матеріалів, суворо дотримуючись пожежних правил. Крім того, для зниження рівня стресу та перевтоми працівників, важливо впроваджувати системи психологічної підтримки, проводити навчання з охорони праці та планувати робочий час з урахуванням оптимального навантаження.

Згідно наказу від 08.04.2014 №248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу" [9], умови праці поділяють на 4 класи: оптимальні, допустимі, шкідливі та небезпечні (екстремальні).

1 клас – оптимальні умови праці. Це найсприятливіші умови, які забезпечують максимальний комфорт і підтримують здоров'я та високу працездатність працівників. Робочі зони мають бути зручними та відповідати принципам ергономіки, що дозволить знизити фізичне навантаження працівників. Таке середовище сприяє збереженню доброго самопочуття персоналу та ефективності виконання роботи.

2 клас – допустимі умови праці. Характеризуються такими рівнями факторів виробничого середовища і трудового процесу, які не перевищують встановлених нормативів. У контексті адміністративно-побутового центру допустимі незначні відхилення температурного режиму або рівня освітленості, які не призводять до втоми чи негативних наслідків для здоров'я персоналу. Вплив таких факторів має тимчасовий характер, і самопочуття співробітників повністю відновлюється під час перерв або після закінчення робочого дня.

3 клас – шкідливі умови праці. Характеризуються такими рівнями шкідливих виробничих факторів, які перевищують нормативи і здатні чинити несприятливий вплив на організм працівника. Для підприємства це може бути: надмірний шум, вібрація, хімічні випари, пил, а також емоційне та фізичне перенавантаження. У цих ситуаціях необхідно вживати заходів безпеки: використовувати засоби індивідуального захисту, проводити медогляди, слідкувати за станом мікроклімату та організовувати зручний режим праці.

4 клас – небезпечні умови праці. Виробниче середовище характеризується наявністю небезпечних факторів, що становлять серйозний ризик для здоров'я та життя працівників. Ці фактори можуть призвести до тяжких травм або стійких порушень функцій організму. До таких небезпек належать, зокрема, незакріплені конструктивні елементи, виконання робіт на висоті без належних засобів індивідуального захисту, використання несправного електрообладнання, а також недотримання правил безпеки при зберіганні вибухонебезпечних та токсичних матеріалів. Допуск подібних умов на будівельних об'єктах є категорично забороненим.

Виходячи із специфіки об'єкту умови праці можна характеризувати на етапі зведення як такі, що відповідають другому класу. Такі умови праці сприятимуть забезпеченню безпечного і комфортного середовища для працівників, збереженню їхнього здоров'я, підвищенню продуктивності та якості виконання робіт.

4.3 Дослідження ризику реалізації потенційних небезпек на об'єкті проектування

В межах проектування адміністративно побутового центру актуальним є дослідження ризику негативного впливу шуму та вібрації на робітників, які виконують роботи з риття котловану за допомогою будівельної техніки.

Під час риття котловану для будівництва об'єкту використовуються такі машини, як екскаватор і бульдозер, і оператори цих машин упродовж робочої зміни піддаються впливу шуму та вібрації. Для зменшення їхнього впливу необхідно передбачати заходи з охорони праці у відповідності до ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації» [10].

Шум, як гігієнічний фактор, - це сукупність звуків різної частоти та інтенсивності, що сприймаються органами слуху і викликають неприємні суб'єктивні відчуття. Він є однією з найпоширеніших виробничих шкідливостей, яку дуже складно усунути. При тривалому впливі шуму не тільки знижується гострота слуху, але й погіршується робота центральної нервової і серцево-судинної систем, шлунково-кишкового тракту, органів дихання, виникають запаморочення і функціональні зміни нервової системи, в тому, ослаблення пам'яті та уваги. Шум може стати причиною виробничого травматизму та зниження продуктивності праці: так, підвищення рівня шуму на 10 дБ зменшує продуктивність праці на 10%. Увесь комплекс змін, який відбувається в організмі людини при тривалому впливі шуму, розглядається як так звана "шумова хвороба".

Рівень шуму не повинен перевищувати 80 Дб за ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги» [11] Основні джерела шуму і вібрації - екскаватор і бульдозер.

Щоб мінімізувати негативний вплив шуму, коли його рівень перевищує допустимі норми, впроваджується комплекс технічних та організаційних рішень. Серед них – встановлення пристроїв для зниження шуму безпосередньо на джерелі (наприклад, шумоглушників), забезпечення працівників засобами індивідуального захисту, а також раціональне планування робочого часу та відпочинку. Це може включати організацію роботи в одну зміну, надання обідніх перерв та скорочення

часу перебування в умовах підвищеного шумового навантаження. Важливим захисним заходом є також звукоізоляція машин за допомогою спеціальних кожухів. Додатково, правильна експлуатація механізмів, їх справність, належне змащення та надійна фіксація сприяють зменшенню рівня шуму.

Серед усіх видів механічного впливу також найнебезпечнішою є вібрація.

Вібрація є загальним біологічним шкідливим фактором, що провокує професійні захворювання – віброзахворювання, які можна вилікувати лише на початкових етапах розвитку. Ця патологія характеризується стійкими порушеннями в організмі людини: ураженням опорно-рухового апарату, незворотними змінами в кістках і суглобах, зміщенням органів у черевній порожнині, а також впливом на нервово-психічну сферу. Внаслідок цього людина втрачає працездатність частково або повністю. Рівень вібрації не повинен перевищувати 100Дб згідно до ДСТУ EN 14253:2018 «Вібрація механічна. Вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова (EN 14253:2003 + A1:2007, IDT)» [12].

Матриця оцінки ризиків

Складена матриця оцінки ризиків слугує інструментом для аналізу впливу шумового та вібраційного навантаження на операторів будівельної техніки в процесі розкопування котлованів. Цей підхід дає змогу визначити ймовірність реалізації конкретних загроз, оцінити їхній вплив на стан здоров'я персоналу та загальну продуктивність праці, а також обґрунтовано підібрати дієві заходи щодо мінімізації виявлених ризиків.

Таблиця 4.1 – Матриця оцінки ризиків при роботі з будівельною технікою

Ризик	Опис	Ймовірність (Й)	Вплив (В)	Рівень ризику (Й х В)	Заходи зменшення ризику
Підвищений рівень шуму	Перевищення допустимого рівня шуму (>80 дБ)	Висока	Високий	Середній	Використання шумоглушників, ЗІЗ (навушники), організація режиму праці/відпочинку, звукоізоляція машин
Вплив вібрації	Вібрація понад нормативний рівень (>100 дБ)	Середня	Високий	Високий	Технічне обслуговування машин, застосування антивібраційних рукавичок, обмеження часу роботи
Тривалий контакт із шумом/вібрацією	Збільшений час перебування в небезпечній зоні	Висока	Середній	Середній	Планування робочих змін, регулярні перерви, моніторинг рівня шуму та вібрації
Небезпека травматизму через роботу з технікою	Можливість отримання травм при експлуатації екскаватора та бульдозера	Середня	Високий	Високий	Проведення інструктажів, контроль дотримання правил безпеки, використання засобів індивідуального захисту

Нижче наведено пояснення до кожного з пунктів матриці оцінки ризиків, яке обґрунтовує вибір рівня ймовірності та ступеня впливу відповідно до специфіки умов праці під час риття котловану.

1. Підвищений рівень шуму

Ймовірність висока : В процесі функціонування екскаваторів та бульдозерів спостерігається безперервне шумове забруднення, яке зазвичай перевищує встановлені санітарні норми через специфіку будівельних операцій та конструктивні особливості техніки. Рівень ризику є високим: тривалий вплив звукового тиску понад 80 дБ здатний спричинити серйозні порушення здоров'я, зокрема втрату

слуху, неврологічні розлади та хронічну втому, а також негативно позначитися на ефективності трудової діяльності.

2. Вплив вібрації

Ймовірність середня: вібрація від техніки залежить від типу машини, технічного стану та умов роботи, тому не завжди перевищує нормативи, але ризик її появи істотний. *Вплив високий:* вплив тривалої вібрації є серйозним, оскільки може призвести до професійних захворювань опорно-рухового апарату, порушень нервової системи, що істотно знижує працездатність.

2. Тривалий контакт із шумом/вібрацією

Ймовірність висока: персонал, як правило, перебуває на робочому місці протягом усієї зміни, що значно подовжує час впливу шуму та вібрації.

Вплив середній: хоча ефект є кумулятивним, дотримання правильного графіку праці та відпочинку дозволяє пом'якшити негативні наслідки.

3. Небезпека травматизму через роботу з технікою

Ймовірність середня: робота з екскаватором і бульдозером пов'язана з ризиком отримання травм, особливо при недотриманні правил безпеки, але при належному контролі цей ризик можна мінімізувати.

Вплив високий: травматизм може призвести до серйозних пошкоджень здоров'я, тривалого лікування або втрати працездатності, що має значний вплив на життя і роботу працівника.

Аналіз матриці оцінки ризиків свідчить про те, що найбільшу загрозу становлять високий рівень шуму та вібраційний вплив, які здатні викликати значні порушення функціонування організму та суттєво знижувати працездатність. З метою пом'якшення негативного впливу цих факторів запропоновано комплекс ефективних заходів: використання обладнання з низьким рівнем шуму та вібрації, застосування індивідуальних засобів захисту (антивібраційних елементів та навушників), впровадження раціонального графіка роботи та відпочинку, своєчасне технічне обслуговування механізмів, регулярний моніторинг стану робочого

середовища та систематичні медичні огляди. Реалізація цих рекомендацій дозволить значно зменшити рівень професійних ризиків та гарантувати безпеку праці на будівельному майданчику.

4.4. Розробка організаційно-технічних, архітектурно-планувальних заходів, спрямованих на покращення умов праці на об'єкті проєктування

Організація безпечних і нешкідливих умов праці на будівельному майданчику є важливою складовою частиною забезпечення безпеки працівників, попередження травматизму та профзахворювань, а також підвищення ефективності будівельних робіт. Для цього необхідно здійснювати комплексний підхід до організації робочих процесів, який включає низку заходів:

Оцінка та мінімізація небезпечних виробничих факторів.

Перед початком будівельних робіт необхідно оцінити потенційні небезпеки, такі як шум, вібрація, пил, підвищені температури, небезпечні гази та хімічні речовини. Це дозволить вжити відповідні заходи для їх мінімізації, наприклад, за допомогою спеціальних вентиляційних систем, засобів індивідуального захисту та організації безпечних маршрутів для транспорту.

Правильна організація робочих місць.

Робоче місце є фундаментальною ланкою виробництва, тому раціональне його планування відіграє вирішальну роль у системі наукової організації праці. Саме тут відбувається інтеграція ключових компонентів технологічного циклу: знарядь праці, її об'єктів та безпосередньо самої трудової діяльності. Головна мета функціонування робочого місця полягає у забезпеченні комфортного протікання технологічного процесу в чітко визначені терміни, або ж у повному виконанні запланованого обсягу завдань. Для досягнення цих показників необхідно раціонально розміщувати будівельну техніку та обладнання, а також організовувати зони для зберігання

ресурсів та переміщення вантажів, що дозволяє мінімізувати ризики небезпечних перетинів транспортних потоків.

Забезпечення заходів з охорони праці та навчання персоналу.

Згідно з положеннями статті 15 Закону України «Про охорону праці», організація служби охорони праці є обов'язковою для всіх підприємств, де штатна чисельність працівників становить 50 осіб і більше. Така діяльність здійснюється відповідно до типового положення про зазначену службу. На основі цього нормативного акту підприємство зобов'язане розробити власне «Положення про службу охорони праці», у якому чітко визначаються її організаційна структура, штатна чисельність, а також перелік ключових завдань, функцій та прав співробітників. Додатково мають бути затверджені посадові інструкції для всіх працівників служби, які детально регламентують їхні обов'язки, права та ступінь відповідальності за реалізацію покладених на них функцій.

Забезпечення належного освітлення та вентиляції.

Вентиляційні системи відіграють ключову роль у санітарно-гігієнічному забезпеченні, сприяючи нормалізації мікроклімату в приміщеннях. Їхня основна функція полягає у створенні регламентованих метеорологічних умов у робочій зоні, повному видаленні або доведенні до безпечних рівнів концентрації шкідливих газів, парів, пилу та аерозолів, а також у запобіганні протягам та різким перепадам температури на робочих місцях. Освітлення, у свою чергу, передбачає отримання, розподіл та ефективне використання світлової енергії для підтримки оптимальних умов праці. Оптичний спектр включає ультрафіолетове, видиме та інфрачервоне випромінювання в діапазоні довжин хвиль від 0,01 до 340 мкм. При проектуванні систем штучного освітлення необхідно вирішити низку завдань: обрати тип освітлення та джерела світла, визначити модель світильників, їхнє розміщення, виконати необхідні розрахунки та підібрати відповідну потужність ламп.

Контроль за шкідливими і небезпечними виробничими факторами.

Шкідливі виробничі фактори — ті, вплив яких на працівника може призвести до захворювання та зниження працездатності. Необхідно забезпечити регулярний моніторинг за рівнем шкідливих виробничих факторів, таких як рівень шуму, вібрації, пилу та газів, а також проводити регулярні медичні огляди працівників для раннього виявлення професійних захворювань.

Організація безпечних умов для роботи на висоті.

Під висотними роботами розуміють діяльність, під час якої людина знаходиться на відстані менше 2 метрів від краю незасоблених зовнішніх або незаблокованих внутрішніх перепадів висотою від 1,3 метра щодо робочого рівня (грунту, перекриття або настилу), а також роботу на нахиленій поверхні, незалежно від наявності огороження чи відстані до краю. Головним елементом захисту від падіння слугують бар'єри по краях перепадів або настили, що закривають внутрішні отвори в робочій зоні. Додатковим засобом є безлямковий страховочний пояс, який призначений виключно для утримання працівника в просторі. Для забезпечення безпеки обов'язково застосовують спеціалізоване обладнання: промислові альпіністські системи, захисні поручні, будівельні риштування та підйомні механізми. Усі висотні операції мають виконуватися суворо згідно з нормами безпеки, а персонал повинен бути забезпечений необхідними засобами індивідуального захисту для попередження падінь.

Висновки

Розділ, присвячений охороні праці під час будівництва адміністративно побутового центру в місті Харкові, в повній мірі розкриває основні принципи захисту персоналу на будівельному майданчику. Здійснено оцінку шкідливих і небезпечних виробничих факторів, серед яких домінуючими є шумове та вібраційне навантаження, погане освітлення, а також присутність пилу та хімічних сполучень, із визначенням шляхів їхнього пом'якшення. Встановлено клас умов праці, що відповідає нормативним вимогам і гарантує комфортне середовище для співробітників. Особливий акцент зроблено на аналізі ризиків, пов'язаних із використанням

спецтехніки при виконанні земляних робіт (влаштуванні котлованів), та розробці заходів для їх нейтралізації. Робоче середовище оптимізовано відповідно до чинних стандартів: передбачено обладнання санітарно-побутових зон, забезпечено безпечне зберігання матеріальних ресурсів та захист від зовнішніх впливів. Реалізація цих заходів гарантує не лише безпеку будівельного процесу, а й стабільну, безпечну експлуатацію адміністративно побутового центру в місті Харкові, що сприяє збереженню здоров'я працівників та безперебійній роботі об'єкта.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Конституція України від 28.06.1996 №254к/96-ВР
2. Кодекс законів про працю України від 10.12.1971 №322-VIII
3. Закон України «Про охорону праці» від 14.10.1992 №2694-XII
4. Закон України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування» від 23.09.1999 №1105-XIV
5. Закон України "Про систему громадського здоров'я" від 06.09.2022 №2573-IX
6. Закон України "Про охорону навколишнього середовища" від 25.06.1991 №1264-XII
7. Закон України "Про внесення змін до деяких законодавчих актів України щодо вдосконалення державного нагляду (контролю) у сфері техногенної та пожежної безпеки" від 06.12.2016 №1774-VIII
8. Закон України "Про об'єкти підвищеної небезпеки" від 18.01.2001 №2245-III
9. Наказ від 08.04.2014 №248 Про затвердження Державних санітарних норм та правил "Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу"
10. ДБН В.1.2-10:2021 «Основні вимоги до будівель і споруд. Захист від шуму та вібрації»
11. ДСТУ 2867-94 «Шум. Методи оцінювання виробничого шумового навантаження. Загальні вимоги»
12. ДСТУ EN 14253:2018 «Вібрація механічна. Вимірювання та обчислювання впливу на здоров'я загальної виробничої вібрації. Практична настанова (EN 14253:2003 + A1:2007, IDT)»

Перелік літератури

1. ДБН В.2.6-198:2014. Сталеві конструкції. Норми проектування, виготовлення і монтажу.- Вид. офіц.–К.: Мінрегіонбуд України, 2014. –199 с.
2. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи. Норми проектування. .- Вид. офіц.–К. : Мінбуд України, 2006. –59с.
3. ДБН В.1.2-14-2018. Загальні принципи забезпечення надійності та конструктивної безпеки будівель, споруд, будівельних конструкцій та ос- нов.- Вид. офіц.–К. : Мінрегіонбуд України, 2009. –43с.
4. ДБН В.2.6-98: 2009. Бетонні і залізобетонні конструкції. Основні положення.- Вид. офіц.–К. : Мінрегіонбуд України, 2011. –71с.
5. ДБН А.2.2-3-2012. Склад, порядок розроблення, погодження та затвердження проектної документації для будівництва.
6. ДБН А.3.1-5-2016. Організація будівельного виробництва.
7. ДБН В .1.2-8-2021 . Основні вимоги до будівель і споруд. Безпека життя і здоров'я людини та захист навколишнього середовища.
8. ДСТУ Б В.2.6-199:2014. Конструкції сталеві будівельні. Вимоги до виготовлення.- К. : Мінрегіон України, 2015. –63с.
9. ДСТУ Б В.2.6-200:2014. Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу.- К. : Мінрегіон України, 2015. –50с.
10. ДСТУ Б В.2.6-156: 2010. Бетонні і залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування.- К. : Мінрегіонбуд України, 2011. –117с.
11. ДСТУ 8768:2018 «Двотаври сталеві гарячекатані»;
12. ДСТУ 2251:2018 «Кутики сталеві гарячекатані. Рівнополічні. Сортамент»;
13. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти споруд. – К., 2009. – 104с.;
14. НПАОП 0.00-4.12-05 «Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці»;
15. НПАОП 45.2-3.01-04 «Норми безплатної видачі спеціального одягу, спеціального взуття та інших засобів індивідуального захисту працівникам, зайнятим у будівельному виробництві»;
16. НПАОП 45.2-7.03-17 «Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках»;
17. НПАОП 0.00-1.75-15 «Правила охорони праці під час вантажно-розвантажувальних робіт»;
18. НПАОП 0.00-1.71-13 «Правила охорони праці під час роботи з інструментом та пристроями»;
19. НПАОП 0.00-1.15-07 «Правила охорони праці під час виконання робіт на висоті»;
20. НПАОП 0.00-1.80-18 «Правила охорони праці під час експлуатації вантажо-підіймальних кранів, підіймальних пристроїв і відповідного обладнання»;
21. НПАОП 40.1-1.21-98 «Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів»;
22. Нілов О.О., Пермяков В.О., Шимановський О.В., Білик С.І., Лаврінченко Л.І., Белов І.Д., Володимирський В.О. Металеві конструкції: Загальний курс:

Підручник для вищих навчальних закладів.-Видання 2-е, перероблене і доповнене/Під загальною редакцією О.О. Нілова та О.В. Шимановського.- К. :Видавництво «Сталь», 2010. - 869 с.

23. Курс лекцій із дисципліни «Металеві конструкції» для студентів підготовки бакалаврів спеціальності 0901 «Будівництво та цивільна інженерія». Частина 3 «Елементи сталевих каркасів ОББ» – Полтава: ПолтНТУ, 2018. – 67 с.
23. Проєктування поперечної рами металокаркасу виробничих будівель: методичні рекомендації до практичних занять із навчальної дисципліни «Проєктування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Укладачі: Череднік Д.Л., Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 2024. 56с. <https://eprints.kname.edu.ua/66642/>
24. Методичні рекомендації до виконання розрахунково-графічної роботи за допомогою програмного забезпечення Tekla Structures з навчальної дисципліни (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво») / Укладачі: Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 36с. <https://eprints.kname.edu.ua/66340/>
25. Методичні рекомендації «Проєктування конструкцій покриття виробничих будівель» до практичних занять з дисципліни «Проєктування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво») / Укладачі: Яровий С.М., Рюмін В.В., Солодовник Ю.Ю. Цифровий репозиторій ХНУМГ ім. О.М. Бекетова. 33с. <https://eprints.kname.edu.ua/66218/>
26. Методичні рекомендації «Компонування каркасу одноповерхових виробничих будівель та їх статичний розрахунок» до практичних занять із навчальної дисципліни «Основи проєктування металевих конструкцій» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти денної форми навчання зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія, освітня програма «Промислове та цивільне будівництво») / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : Д. Л. Череднік, В. В. Рюмін, Ю. Ю. Солодовник. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2025. – 64 с. <https://eprints.kname.edu.ua/68456>
27. Л.В. Шайдецька, О.В. Ган, О.О. Вовк. Підвалини та фундаменти навчальний посібник. Київ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022, 93 с.
28. Методичні рекомендації до проведення практичних робіт і організації самостійної роботи з навчальної дисципліни «Механіка ґрунтів та основи фундаментобудування» (для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти всіх форм навчання зі спеціальності 194 – Гідротехнічне будівництво, водна інженерія та водні технології) / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова ; уклад. : О. В. Гаврилюк, В. А. Александрович, Ю. І. Кобзар. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2023. – 66 с.