

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

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

Кафедра геотехніки, підземних споруд та гідротехнічного будівництва

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА БАКАЛАВРА

Дев'ятиповерховий двосекційний житловий будинок у м. Суми

Виконав: студент 4 курсу, БЦІ 2022-7з

Спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія

Освітня програма – Промислове та цивільне будівництво

_____  _____ Снурніков М. В.

Керівник _____  _____ Табачніков С.В.

Рецензент _____  _____ Храпатова І.В.

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

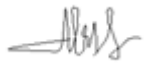
**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ
БУДІВНИЦТВА, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА ЦИВІЛЬНОЇ ІНЖЕНЕРІЇ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри ГПСГБ

к.т.н., доц. Александрович В.А.

”02” березня 2026 року



ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ БАКАЛАВРА

СНУРНІКОВ МИХАЙЛО ВОЛОДИМИРОВИЧ

Спеціальність 192 –Будівництво та цивільна інженерія

Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

Тема кваліфікаційної роботи:

Дев'ятиповерхова двосекційний житловий будинок у м. Суми
затверджена наказом ректора ХНУМГ від «27» лютого 2026 р. № 187-03
Термін подання завершеної роботи на кафедру « 16 » червня 2026 р.
Вихідні дані до кваліфікаційної роботи інженерно-геологічні умови, основні вимоги до несучих та огорожувальних конструкцій будівлі, архітектурно-планувальне рішення об'єкту.

Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): архітектурно-будівельна частина, розрахунково-конструктивна частина, технологічні рішення та організація будівництва, розділ охорони праці.

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

- архітектурно-будівельна частина: архітектурно-конструктивне рішення об'єкту будівництва, плани першого та типового поверхів, розріз, фасад, генеральний план (1-2 листи формату А1)
- розрахунково-конструктивна частина: конструктивне рішення фундаментів, конструктивне рішення несучих конструкцій перекриття будівлі: опалубочні креслення, схеми армування, креслення арматурних виробів, специфікації (3 листи формату А1)
- технологічні рішення та організація будівництва: технологічна карта виконання одного з основних видів робіт за завданням консультанта розділу.

КОНСУЛЬТАНТИ РОЗДІЛІВ РОБОТИ

Розділ		Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
			завдання видав	завдання прийняв
1. Архітектурно-будівельна частина		к.т.н., доц., зав. каф. МБ Завальний О.В.		
2. Розрахунково-конструктивна частина	Розрахунок підземної частини об'єкту	к.т.н., доц. каф. ГПСГБ Табачніков С.В.		
	Розрахунок надземної частини об'єкту	к.т.н., доц., каф. БК Шемер Р.М.		
3. Технологічні рішення та організація будівництва		к.т.н., доц. Братішко С.М.		
4. Охорона праці		к.т.н., доц. Нікітченко О.Ю.		
Нормоконтроль		Гаврилюк О.В.		

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	Архітектурно-будівельна частина	02.03-20.03.2026	виконано
2.	Розрахунково-конструктивна частина	21.03-17.04.2026	виконано
3.	Технологічні рішення та організація будівництва	18.04-12.05.2026	виконано
4.	Охорона праці	13.05-30.05.2026	виконано

Керівник кваліфікаційної роботи, к.т.н., доц.



Табачніков С.В.

Завдання прийняв до виконання



Снурніков М. В.

Дата видачі завдання "02" березня 2026 р.

ЗМІСТ

1. Архітектурно-будівельна частина	5
1.1 Вихідні дані	5
1.2 Генеральний план забудови ділянки	8
1.3 Об'ємно-конструктивне рішення	12
2. Розрахунково-конструктивна частина	18
2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту	18
2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту	35
3. Технологічні рішення та організація будівництва	55
4. Охорона праці	67
Список використаних джерел	74

1. Архітектурно-будівельна частина

1.1 Вихідні дані

Проектом передбачається будівництво 9-поверхового житлового будинку на 80 квартир із вбудованими громадськими приміщеннями. На першому поверсі заплановано розміщення магазину, що забезпечить мешканців будинку та прилеглого району необхідними товарами повсякденного попиту. Об'єкт будівництва розташовується у місті Суми.

Запроектована будівля повинна відповідати сучасним вимогам щодо міцності, надійності, енергоефективності, комфорту проживання та архітектурної виразності. При розробленні проєкту враховуються природно-кліматичні умови району будівництва, інженерно-геологічні особливості майданчика, а також чинні нормативні вимоги.

Кліматичні характеристики району будівництва [3]:

«Територія міста Суми належить до I температурної зони України, що визначає нормативні вимоги до теплотехнічних характеристик огорожувальних конструкцій будівлі.

Клімат району характеризується помірно континентальними умовами з холодною зимою та теплим літом. При проєктуванні систем опалення, вентиляції та зовнішніх огорожень враховуються такі розрахункові показники:

Температура зовнішнього повітря у холодний період року

Середня температура зовнішнього повітря у найхолодніший місяць становить $t = -7,1^{\circ}\text{C}$.

Межі температурних коливань:

мінімальна температура — $-10,3^{\circ}\text{C}$;

максимальна температура — $-3,9^{\circ}\text{C}$.

Ці показники використовуються при розрахунку теплозахисту будівлі, виборі системи опалення та визначенні тепловтрат.

Температура зовнішнього повітря у теплий період року

Середня температура найтеплішого місяця становить $t=19,7^{\circ}\text{C}$.

Межі температур: мінімальна — $14,4^{\circ}\text{C}$; максимальна — 25°C .

Ці дані враховуються при проектуванні вентиляції, природного провітрювання та забезпеченні комфортного мікроклімату у приміщеннях.

Вітрові характеристики

Максимальна розрахункова швидкість вітру для району будівництва становить $V=4,7$ м/с.»

Зазначений показник враховується при розрахунку: вітрових навантажень на будівлю; стійкості фасадних систем; виборі конструкцій покрівлі; герметичності віконних та дверних блоків; захисту входів і навісів.

Глибина промерзання ґрунту

Для міста Суми нормативна глибина сезонного промерзання ґрунту становить $h=1,2$ м.

Цей параметр є важливим при виборі типу фундаментів та визначенні глибини їх закладання з метою недопущення деформацій від морозного пучення ґрунтів.

Нормативні вимоги до теплозахисту огорожувальних конструкцій [7]:

«Для забезпечення енергоефективності будівлі опір теплопередачі зовнішніх конструкцій повинен бути не нижчим за нормативні значення.

Мінімально допустимий опір теплопередачі для зовнішніх стін $R_{q,min}=3,3$ $m^2 \cdot K/Wt$.

Для віконних конструкції мінімальний опір теплопередачі $R_{q,min}=0,75$ $m^2 \cdot K/Wt$.

Для горищного перекриття / покриття нормативне значення $R_{q,min}=4,95$ $m^2 \cdot K/Wt$.»

Дотримання цих вимог забезпечує зниження тепловтрат у зимовий період; економію енергоресурсів; комфортний температурний режим у квартирах; зменшення витрат на опалення; відповідність сучасним вимогам енергоефективності.

Таким чином, вихідні природно-кліматичні та нормативні дані для будівництва житлового будинку в місті Суми створюють основу для прийняття раціональних архітектурно-конструктивних та інженерних рішень. Урахування температурної зони, вітрових навантажень, глибини промерзання ґрунтів і вимог до теплозахисту дозволяє запроєктувати надійну, довговічну та енергоефективну будівлю, комфортну для проживання мешканців.

Таблиця 1.1.1 – Повторюваність вітру у м. Суми [3]

Місяць	Повторюваність вітру у %							
	Пн	ПнС	С	ПдС	Пд	ПдЗ	З	ПнЗ
січень	9	12	16	17	10	12	13	11
липень	17	14	12	9	4	9	14	21

1.2 Генеральний план забудови ділянки

Проектований житловий комплекс розташований у східній частині міста Суми та займає територію площею 2,5 га. Розміщення об'єкта у сформованому міському середовищі забезпечує зручний транспортний зв'язок із іншими

районами міста, доступність громадської інфраструктури та комфортні умови проживання.

Комплекс формується як сучасне житлове середовище з поєднанням житлової забудови, об'єктів обслуговування населення, місць відпочинку та благоустрою території.

На сьогодні житловий комплекс представлений дев'ятиповерховим житловим будинком та відкритою автостоянкою на 24 машиномісця. Подальшим етапом розвитку території передбачається будівництво додаткового житлового будинку та удосконалення прибудинкового простору.

Склад проекрованої забудови

Проектом передбачено розміщення таких основних об'єктів:

дев'ятиповерхового житлового будинку;

вбудованих магазинів на першому поверсі;

відкритої автостоянки на 24 місця;

спортивного майданчика площею близько 838 м²;

футбольного поля;

внутрішньоквартальних проїздів і пішохідних доріжок;

зон відпочинку мешканців;

озелених територій загального користування.

Таке функціональне зонування забезпечує раціональне використання земельної ділянки та створює повноцінне середовище для проживання населення.

Благоустрій та озеленення

Територія житлового комплексу характеризується значним рівнем озеленення. Проектом передбачається збереження існуючих зелених насаджень та додаткове озеленення території шляхом влаштування: газонів; декоративних кущів; дерев уздовж пішохідних зон; квітників; рекреаційних зон відпочинку.

Наявність значної кількості зелених насаджень покращує мікроклімат території, знижує рівень шуму та підвищує комфорт проживання.

Характеристика рельєфу

Рельєф місцевості спокійний і м'який, без значних перепадів висот, що є сприятливим фактором для будівництва. Такі умови спрощують вертикальне планування території, влаштування проїздів, інженерних мереж та благоустрою.

Техніко-економічні показники генерального плану

Таблиця 1.2 – ТЕП генерального плану

№	Найменування показника	Одиниця виміру	Значення
1	Площа території	га	2,5
2	Площа забудови	га	0,6
3	Щільність забудови	%	24
4	Площа озеленення	га	0,7
5	Коефіцієнт озеленення	%	28
6	Протяжність автодоріг	м	570
7	Коефіцієнт використання території	%	72

Аналіз техніко-економічних показників

Площа забудови становить 0,6 га, що відповідає щільності забудови:

$$(2.5/0.6) \cdot 100 = 24\%$$

Це свідчить про помірну інтенсивність використання території та наявність достатнього резерву для благоустрою.

Площа озеленення дорівнює 0,7 га, а коефіцієнт озеленення становить:

$$(2.5/0.7) \cdot 100 = 28\%$$

Такий показник відповідає сучасним вимогам до комфортного житлового середовища.

Коефіцієнт використання території у розмірі 72 % свідчить про раціональне поєднання забудованих площ, дорожньої мережі, тротуарів, майданчиків та вільних просторів.

Запроектований житловий комплекс у східній частині Харкова характеризується продуманим генеральним планом, раціональним функціональним зонуванням та достатнім рівнем благоустрою. Помірна

щільність забудови, значна площа озеленення, наявність автостоянок і спортивних об'єктів створюють комфортні умови проживання для мешканців та забезпечують ефективне використання міської території.

1.3 Об'ємно-конструктивне рішення

Об'ємно-планувальні та конструктивні рішення житлового будинку розроблені відповідно до вимог чинних нормативних документів, зокрема ДБН В.2.2-15:2019 щодо проєктування житлових будинків. При формуванні архітектурної концепції, планувальної структури та конструктивної схеми враховано вимоги щодо безпеки, надійності, енергоефективності, довговічності, пожежного захисту та комфорту проживання мешканців.

Будівля запроєктована у формі прямокутника в плані, що є доцільним рішенням з точки зору конструктивної простоти, економічності будівництва та раціонального використання внутрішнього простору. Прямолінійна геометрія дозволяє ефективно організувати несучі конструкції, скоротити витрати матеріалів та забезпечити зручне зонування квартир.

Основні геометричні параметри будівлі

Осьова довжина будинку становить:

$L=53,250$ м

Ширина будівлі:

$B=15$ м

Загальна висота будинку:

$H=28,900$ м

Такі параметри відповідають прийнятій поверховості та забезпечують пропорційність архітектурного об'єму.

Поверховість будинку

Будинок є дев'ятиповерховим. До його складу входять житлові поверхи та цокольний рівень, який може використовуватися для допоміжних приміщень, технічних потреб або об'єктів обслуговування.

Висота поверхів прийнята:

цокольного поверху — 3,1 м;

житлових поверхів — 2,8 м;

висота житлових приміщень від підлоги до стелі — 2,5 м.

Такі показники відповідають вимогам ДБН В.2.2-15:2019 [1], згідно з якими мінімальна висота житлових кімнат повинна забезпечувати належні санітарно-гігієнічні та експлуатаційні умови.

Планувальна структура

Будинок складається з двох житлових секцій, що дозволяє організувати зручне вертикальне та горизонтальне сполучення, а також оптимально розмістити квартири на поверхах.

Метод планування прийнято секційний, який є найбільш поширеним для багатоповерхового житлового будівництва. Перевагами такого рішення є:

компактність будівлі; зручна організація входів; ефективне розміщення сходово-ліфтових вузлів; скорочення довжини коридорів; підвищення пожежної безпеки.

Квартирний склад

Загальна кількість квартир у будинку становить $n=80$, у тому числі: однокімнатних квартир — 32; двокімнатних квартир — 48.

Такий квартирний склад орієнтований на потреби сімей різного складу та забезпечує збалансовану структуру житла.

Сходово-ліфтовий вузол

Кожна секція обладнана пасажирським ліфтом вантажопідйомністю $Q=400$ кг.

Ліфти забезпечують безперешкодний доступ мешканців до житлових поверхів та відповідають вимогам доступності й комфорту.

Ширина сходової клітки становить $b=1,2$ м.

Цей показник відповідає вимогам ДБН В.1.1-7:2016 [8] щодо евакуаційних шляхів та забезпечує безпечне пересування мешканців.

Сходові марші запроєктовані з 9 сходинок у марші, що відповідає ергономічним вимогам до зручності користування сходами.

Один марш сходів містить 9 сходинок, що забезпечує ергономічний підйом між проміжними площадками та комфортне користування сходами.

Покрівля та водовідведення

Будівля запроєктована з пласким дахом, що є поширеним рішенням для багатопверхових житлових будинків. Така конструкція дає можливість:

раціонально розмістити інженерне обладнання;

спростити конструктивне рішення покриття;

забезпечити сучасний архітектурний вигляд будівлі.

Водовідведення з покрівлі передбачене через організований внутрішній водостік, що підвищує надійність експлуатації в зимовий період та покращує зовнішній вигляд фасадів.

Надійнісні та експлуатаційні характеристики:

II ступінь вогнестійкості відповідно до вимог ДБН В.1.1-7-2002;

II ступінь довговічності.

Це означає, що основні конструкції будівлі виконуються з негорючих матеріалів та мають нормативний строк служби, достатній для тривалої безпечної експлуатації.

Прийняті об'ємно-планувальні та конструктивні рішення забезпечують функціональність, економічність і комфорт житлового будинку. Раціональна прямокутна форма, секційна структура, збалансований квартирний склад, наявність ліфтів, нормативні параметри сходових кліток і сучасна система внутрішнього водостоку роблять будівлю зручною для проживання та ефективною в експлуатації.

1.3 Архітектурно-конструктивні рішення

Конструктивні рішення житлового будинку розроблені відповідно до чинних державних будівельних норм України з урахуванням вимог щодо міцності, стійкості, довговічності, енергоефективності та безпечної експлуатації. Прийнята конструктивна схема забезпечує надійну роботу всіх елементів споруди впродовж нормативного терміну служби.

Під час проєктування враховано вимоги таких нормативних документів:

«ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд»;

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»;

ДБН В.2.6-162:2010 «Кам'яні та армокам'яні конструкції»;

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

ДБН В.2.5-64:2012 «Внутрішній водопровід та каналізація»;

ДБН В.2.5-67:2013 «Опалення, вентиляція та кондиціонування»;

ДБН В.2.5-23:2010 «Електрообладнання»;

ДСТУ-Н Б В.2.6-146:2010 «Захист будівельних конструкцій від корозії»;

ДСТУ EN 62305 щодо блискавкозахисту.»

Конструктивна схема будівлі

У будинку застосована каркасно-монолітна конструктивна система, яка є однією з найбільш ефективних для багатоповерхового житлового будівництва. Несучий каркас формується безпосередньо на будівельному майданчику шляхом бетонування колон, діафрагм жорсткості, ригелів та плит перекриття.

Основними перевагами каркасно-монолітної системи є: висока просторова жорсткість; довговічність конструкцій; можливість вільного планування квартир; підвищена сейсмостійкість; скорочення кількості монтажних стиків; швидкість виконання робіт.

Просторова незмінність будівлі забезпечується спільною роботою: монолітних колон; плит перекриття; вертикальних діафрагм жорсткості; сходово-ліфтових вузлів.

Фундаменти будівлі

Основою споруди є природний ґрунт — пісок крупний.

Фундаменти запроектовані відповідно до вимог ДБН В.2.1-10:2018 [2] з урахуванням інженерно-геологічних умов майданчика будівництва.

Для будівлі прийнято пальовий фундамент із забивних призматичних паль довжиною 7 м та монолітним залізобетонним плитним ростверком.

Під фундаментами передбачена бетонна підготовка товщиною $h=100$ мм.

Бічні поверхні фундаментів, що контактують із ґрунтом, захищаються вертикальною гідроізоляцією з двох шарів бітумної мастики.

Стіни технічного підвалу

Стіни технічного підвалу виконуються зі збірних залізобетонних блоків із використанням цементно-піщаного розчину марки М75. Конструкції підземної частини будівлі додатково захищаються вертикальною гідроізоляцією для запобігання проникненню ґрунтової вологи.

Такі рішення забезпечують: довговічність конструкцій; водонепроникність; стійкість до сезонного зволоження; збереження експлуатаційних характеристик підвалу.

Зовнішні та внутрішні стіни

Зовнішні стіни житлового будинку виконуються із силікатної цегли з подальшим улаштуванням фасадної системи. Для зовнішнього оздоблення використовується декоративний бетон або фасадні елементи з декоративним покриттям.

Переваги цегляних стін: висока міцність; добрі теплоакумуючі властивості; довговічність; хороша звукоізоляція; вогнестійкість.

Внутрішні стіни та перегородки забезпечують раціональне зонування квартир і допоміжних приміщень.

Перекриття

Міжповерхові перекриття прийняті із монолітного залізобетону класу С20/25. Такі конструкції мають високу несучу здатність та забезпечують жорсткий горизонтальний диск будівлі.

Монолітні перекриття забезпечують: рівномірний розподіл навантажень; зменшення вібрацій; покращену шумоізоляцію; можливість вільного планування приміщень.

Перегородки

Перегородки першого поверху виконуються із силікатної цегли, а міжквартирні та внутрішні перегородки житлових поверхів — із легких керамзитобетонних блоків.

Таке рішення дозволяє: знизити навантаження на перекриття; покращити звукоізоляцію; спростити монтаж інженерних мереж; забезпечити належну пожежну безпеку.

Сходи

Сходові клітки запроєктовані із застосуванням збірних залізобетонних маршів і площадок заводського виготовлення.

Основні параметри:

ширина сходового маршу — 1200 мм;

ширина площадки — 1600 мм;

ухил сходів: $i=1:2$

Сходи обладнуються металевими огороженнями з дерев'яним поруччям висотою: $h=1000$ мм

Такі параметри відповідають вимогам ДБН В.1.1-7:2016 [8] щодо евакуаційних шляхів.

Вікна та балконні двері

У будинку передбачено встановлення сучасних металопластикових віконних блоків з двокамерними енергозберігаючими склопакетами.

Переваги: високий опір теплопередачі; шумоізоляція; герметичність; довговічність; мінімальні витрати на обслуговування.

Балконні двері аналогічно виконуються з ПВХ-профілю зі склінням.

Двері

У будівлі застосовуються:

внутрішні міжкімнатні двері — дерев'яні;

вхідні двері квартир — металеві утеплені;

технічні двері — протипожежні або металеві.

Типорозміри дверей: 800×2000 мм, 1400×2000 мм

Балкони та лоджії

Балкони та лоджії виконуються зі збірних залізобетонних плит консольного типу. Кріплення плит здійснюється анкерними елементами з приварюванням до закладних деталей каркаса.

Огородження передбачено у вигляді: металевих решіток; залізобетонних екранів; комбінованих фасадних конструкцій.

Підлоги

У житлових приміщеннях передбачено такі типи підлог:

кімнати, вітальні, коридори — паркетна дошка або ламінат;

кухні — вологостійке покриття;

санвузли та балкони — керамічна плитка;

технічний підвал — бетонна підлога по ущільненій основі.

Горище та покрівля

Горищне перекриття виконане з монолітних залізобетонних плит. Покрівля плоска, із внутрішнім водовідведенням.

Захисний шар покрівлі передбачено з гравію по бітумній мастиці, що забезпечує: захист гідроізоляції від ультрафіолету; стійкість до температурних коливань; овговічність покриття.

Внутрішнє оздоблення

Внутрішнє оздоблення приміщень виконується згідно з функціональним призначенням:

стелі — штукатурка та фарбування;

житлові кімнати — штукатурка, шпалери або фарбування;

кухні — вологостійке оздоблення;

санвузли — облицювання керамічною плиткою;

коридори загального користування — зносостійкі матеріали.

Будинок обладнується такими інженерними системами:

Водопостачання – Централізоване від міської мережі.

Каналізація – Підключення до міської каналізаційної системи.

Опалення – Централізоване тепlopостачання від міської тепломережі.

Вентиляція – Природна витяжна через вентканали кухонь та санвузлів.

Газопостачання – Від міської газової мережі відповідно до вимог безпеки.

Електропостачання та слабкоструміві системи від міської мережі; телевізійні мережі; інтернет та телефонізацію; домофонний зв'язок; пожежну сигналізацію; блискавкозахист відповідно до ДСТУ EN 62305.

Прийняті конструктивні рішення відповідають сучасним вимогам житлового будівництва України. Каркасно-монолітна система забезпечує високу міцність та просторову жорсткість будівлі, а застосовані матеріали й інженерні системи гарантують довговічність, енергоефективність і комфортні умови проживання мешканців.

2. Розрахунково-конструктивна частина

2.1 Розрахунок підземної частини об'єкту

ВИХІДНІ ДАНІ З ОСНОВ ТА ФУНДАМЕНТІВ

Табл. 2.1.1. Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика

№ шару	Найменування ґрунтів	Номер свердловини і потужність шару, м			
		1	2	3	4
1	Насипний (шлак, будсміття, гравій, галька)	1,7	1,9	1,8	2,0
2	Суглинок коричневий	5,2	4,9	5,2	5,1
3	Супісок світло-коричневий	1,8	1,9	1,6	1,8
4	Пісок крупний	5,5	5,4	5,4	5,7
5					
	Глибина залягання підземної води				
	Відмітка гирла свердловини, м				

Табл.2.1.2 Характеристики властивостей ґрунтів

Найменування	Умов. позн.	Од. вимір.	Номер шару				
			1	2	3	4	5
Щільність	ρ_{II}	т/м ³	1,58	1,95	1,95	1,97	
Щільність часток	ρ_s	т/м ³		2,71	2,71	2,68	
Природна вологість	w			0,25	0,22	0,25	
Вологість на межі текучості	w _L			0,27	0,23		
Вологість нв межі пластичності	w _p			0,19	0,18		
Кут внутрішнього тертя	φ_{II}	град		17	18	33	
Питоме зчеплення	c _{II}	кПа		15	10	1	
Модуль деформації	E	МПа		12	15	36	

Оцінка інженерно-геологічних умов будівельного майданчика

2 шар Суглинок

Визначаємо число пластичності [13]:

$$I_p = W_L - W_P = 0,27 - 0,17 = 0,08, \quad (2.1.1)$$

Показник текучості:

$$I_L = \frac{W - W_P}{I_p}. \quad (2.1.2)$$

$$I_L = \frac{0,25 - 0,19}{0,08} = 0,75.$$

Визначаємо коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{\gamma_s}{\gamma} \cdot (1 + w) - 1, \quad (2.1.3)$$

де γ_s – питома вага твердих частиць;

w – вологість.

$$e = \frac{27,1}{19,5} \cdot (1 + 0,25) - 1 = 0,74.$$

Висновок: $0,5 < I_L < 0,75$ – суглинок м'якопластичний.

3 шар Супісок

Визначаємо число пластичності:

$$I_p = W_L - W_P = 0,23 - 0,18 = 0,05$$

Показник текучості:

$$I_L = \frac{0,22 - 0,18}{0,05} = 0,8.$$

Визначаємо коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{27,1}{19,5} \cdot (1 + 0,22) - 1 = 0,7.$$

Висновок: $0 < I_L < 0,1$ – супісок пластичний.

5 шар Пісок крупний

Визначаємо коефіцієнт пористості:

$$e = \frac{26,8}{19,7} \cdot (1 + 0,17) - 1 = 0,59.$$

Степінь вологості:

$$S_r = \frac{w \cdot \gamma_s}{e \cdot \gamma_w}, \quad (2.1.4)$$

де γ_w – питома вага води – 10 кН/м^3 .

$$S_r = \frac{0,17 \cdot 26,8}{0,59 \cdot 10} = 0,77.$$

Висновок: $0,55 < e < 0,7$ - пісок середньої щільності вологий.

Збір навантаження [4]:

«Табл.2.2.1 Визначення ваги покрівлі на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Захисний килим (гравій на бітумній мастиці)	0,04	1,3	0,05
2. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
3. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=5,64$		$\Sigma=6,33$

Табл.2.2.2. Визначення ваги горіщного перекриття на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
2. Утеплювач – мінераловатні плити $\delta=200\text{мм}$, $\rho=600\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,2 \cdot 6 \text{ кН/м}^3$	1,2	1,2	1,44
4. Пароізоляція (обмазка горячим бітумом 2 рази)	0,04	1,2	0,048
5. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,84$		$\Sigma=7,77$

Табл 2.2.3 Визначення ваги перекриття на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Паркет на мастиці $\delta=20\text{мм}$, $\rho=800\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,02 \cdot 8 \text{ кН/м}^3$	0,16	1,1	0,18
2. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
4. Звукоізоляція $\delta=50\text{мм}$, $\rho=700\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,05 \cdot 7 \text{ кН/м}^3$	0,35	1,2	0,42

5. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200$ мм, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{\text{ст}} = \delta \cdot \rho = 0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,11$		$\Sigma=6,88$

Табл.2.2.4 Визначення ваги підвального перекриття на 1 м^2

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м^2)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м^2
1. Паркет на мастиці $\delta=20\text{мм}$, $\rho=800\text{кг/м}^3$; $g_{\text{ст}} = \delta \cdot \rho = 0,02 \cdot 8 \text{ кН/м}^3$	0,16	1,1	0,18
2. Цементно-піщаний розчин М150 $\delta=10\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{\text{ст}} = \delta \cdot \rho = 0,01 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,2	1,3	0,26
3. Цементно-піщана стяжка М150 $\delta=40\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{\text{ст}} = \delta \cdot \rho = 0,04 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,8	1,3	1,04
4. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200$ мм, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{\text{ст}} = \delta \cdot \rho = 0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,16$		$\Sigma=6,98$

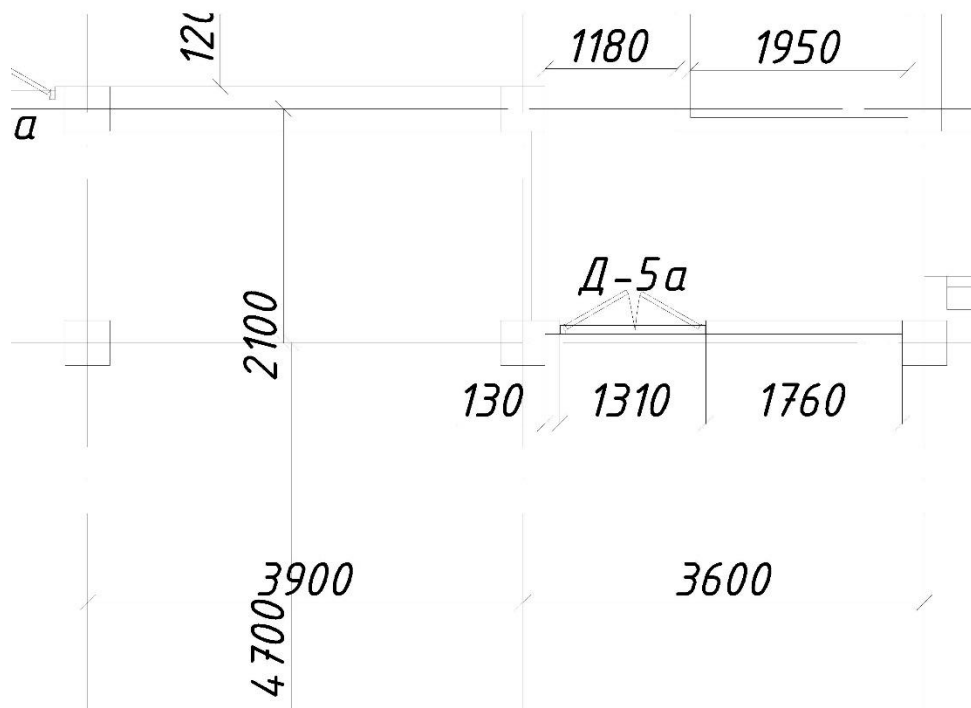


Рис.2.1.1 Визначення вантажної площадки

Вантажна площа для колони

$$A = \left(\frac{3,9}{2} + \frac{3,6}{2} \right) \cdot \left(\frac{4,7}{2} + \frac{2,1}{2} \right) = 12,75 \text{ м}^2$$

- Вага конструкції колони

$$N_{\text{к}} = 0,4 \cdot 0,4 \cdot 24,9 \cdot 24 = 95,616 \text{ Кн}$$

- Вага конструкції стін та перегородок

$$N_{\text{ст. вн}} = (0,38 \cdot 24,9 \cdot 3,9 + 0,12 \cdot 24,8 \cdot 3,6) \cdot 18 = 1948 \text{ Кн}$$

Загальне навантаження на грузову площадку

$$N_{\text{заг}} = (6,33 + 7,77 + 6,88 \cdot 8 + 6,98) 12,75 + 95,616 + 1948 = 3014,2 \text{ кН}$$

Розрахунок пальового фундаменту

Розрахунок несучої здатності одиночної забивної палі

В якості несучого шару паль приймаємо шар 4 (пісок крупний).

Глибина закладання ростверку від рівня підлоги підвалу складає $d_p = 0,8 \text{ м}$;

від рівня поверхні планування $d_1 = 3,0 \text{ м}$.

Розрахункова довжина палі:

$$L = 0,3 + 3,9 + 1,8 + 1 = 7 \text{ м}.$$

Несуча здатність ґрунту основи одинокої палі [2]:

$$\langle F_d = \gamma_c (\gamma_{cR} R A + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i) \quad (2.1.5)$$

де γ_c – коефіцієнт умови роботи палі в ґрунті ($\gamma_c = 1$);

A – площа спирання палі на ґрунт, $A = 0,35 \times 0,35 = 0,1225 \text{ м}^2$;

R – розрахунковий опір ґрунту під нижнім кінцем палі, кПа;

U – периметр поперечного перерізу палі: $U = (0,35 + 0,35) \cdot 2 = 1,4 \text{ м}$;

γ_{cr} ; γ_{cf} – коефіцієнти умов роботи ґрунту відповідно під нижнім кінцем та на боковій поверхні палі, враховують вплив способу занурення палі на розрахунковий опір ґрунтів (Таблиця Н.2.3);

f_i – розрахунковий опір i -того шару ґранту основи по боковій поверхні палі,

кПа;

h_i – глибина i -того шару ґрунту, м;

$$f_i = \sigma_{zq,i} \left(\frac{v_i}{1-v_i} \right) \operatorname{tg} \varphi_i + c_i \gg$$

Визначення навантажень від власної ваги кожного шару ґрунту

1. На поверхні ґрунту:

$$\sigma_{zg0} = 0;$$

2. На межі першого та другого шарів:

$$\sigma_{zg1} = \gamma_1 h_1 = 15,8 \cdot 1,7 = 26,86 \text{ кН/м}^2;$$

3. На межі другого та третього шарів:

$$\sigma_{zg2} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 = 26,86 + 19,5 \cdot 5,2 = 128,26 \text{ кН/м}^2;$$

4. На межі третього та четвертого шарів:

$$\sigma_{zg3} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 = 128,26 + 19,5 \cdot 1,8 = 163,36 \text{ кН/м}^2;$$

5. На межі четвертого та п'ятого шарів:

$$\sigma_{zg4} = \gamma_1 h_1 + \gamma_2 h_2 + \gamma_3 h_3 + \gamma_4 h_4 = 163,36 + 19,7 \cdot 5 = 261,86 \text{ кН/м}^2;$$

6. На рівні підшви умовного фундаменту:

$$\sigma_{zg}^I = 163,36 + 17,8 \cdot 1 = 181,16 \text{ кН/м}^2.$$

Визначення розрахункових опорів кожного шару ґрунту по боковій поверхні палі

Таблиця 2.2 Визначення розрахункового опору ґрунту

N	Шар	σ_{zg}	$h, \text{ м}$	$\varphi, \text{ град}$	$C, \text{ кПа}$	ν	$f_i, \text{ кПа}$	$f_i \cdot h_i, \text{ кПа} \cdot \text{ м}$
1	2	71,71	2	17	15	0,35	26,8	53,61
2	2	106,81	1,9	17	15	0,35	32,58	61,9
3	3	143,86	1,8	18	10	0,35	35,2	63,3
4	4	173,21	1	33	1	0,27	42,6	42,6

							Σ	221,41

Значення розрахункового опору під нижнім кінцем палі приймаємо таблицею Н.2.1.: $R=7395$ кПа

Несуча здатність одинокої палі типу С70-35-6:

$$F_d = \gamma_c \left(\gamma_{cR} RA + u \sum \gamma_{cf} f_i h_i \right) = 1(1 \cdot 7395 \cdot 0,1225 + 1,4 \cdot 1 \cdot 221,41) = 1216 \text{ кН}$$

Необхідну кількість паль визначаємо з умови:

$$N \leq \frac{F_d}{\gamma_k};$$

Тоді необхідна кількість паль

$$n = \frac{\gamma_k \cdot N}{F_d} = \frac{1,4 \cdot 3014,2}{1216} = 3,47$$

Приймаємо 4 палі в кусті.

Попередній розрахунок осідання пального фундаменту

Середнє значення кута внутрішнього тертя ґрунтів, що прорізає паля:

$$\varphi_{II,mt} = \frac{\sum \varphi_{II,i} \cdot h_i}{\sum h_i} = \frac{17 \cdot 3,9 + 18 \cdot 1,8 + 33 \cdot 1}{3,9 + 1,8 + 1} = 19,66^\circ,$$

$$\alpha = \frac{\varphi_{II,mt}}{4} = \frac{19,66}{4} = 4,9^\circ.$$

Ширина умовного фундаменту під внутрішні стіни:

$$B_{y\phi} = z + x + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0,35 + 1 + 2 \cdot 6,7 \cdot 0,086 = 2,5 \text{ м.}$$

Довжина умовного фундаменту:

$$L_{y\phi} = y + 2 \cdot h \cdot \operatorname{tg} \alpha = 0,35 + 1 + 2 \cdot 6,7 \cdot 0,086 = 2,5 \text{ м.}$$

Нормативна вага паль:

$$G_{\Pi}^H = n \cdot G_{\Pi} = 4 \cdot (2,2 \cdot 7 + 0,5) = 63,6 \text{ кН,}$$

Нормативна вага ґрунту в обсязі АБВГ:

$$G_{\text{гр.уф}}^H = B_{y\phi} \cdot L_{y\phi} \cdot \sum \gamma_i h_i = 2,5 \cdot 2,5 \cdot (19,5 \cdot 3,9 + 19,5 \cdot 1,8 + 19,7 \cdot 1) = 817,8 \text{ кН.}$$

Середній тиск під подошвою умовного фундаменту:

$$P'' = \frac{\sum N_i + G_p^H \cdot 1,1 + G_{\Pi}^H + G_{\text{гр,уф}}^H}{B_{\text{уф}} \cdot L_{\text{уф}}} = \frac{3014,2 + 78,1 \cdot 1,1 + 63,6 + 817,8}{2,5 \cdot 2,5} = 637 \text{ кН},$$

Розрахунковий опір ґрунту основи під подошвою умовного фундаменту, кПа [2]:

$$\llcorner R = \frac{\gamma_{c1} \cdot \gamma_{c2}}{k} \cdot [M_{\gamma} \cdot B_{\text{уф}} \cdot \gamma_{II} + M_q \cdot d_{\text{уф}} \cdot \gamma'_{II} + (M_q - 1) \cdot d_b \cdot \gamma'_{II} + M_c \cdot c_{II}], \quad (2.1.6)$$

де γ_{c1}, γ_{c2} – коефіцієнти умов роботи, приймаємо $\gamma_{c1} = 1,4$; $\gamma_{c2} = 1$;

k – коефіцієнт, що дорівнює 1, якщо характеристики ґрунтів отримані в результаті випробувань;

M_{γ}, M_q, M_c – коефіцієнти, що залежать від кута внутрішнього тертя;

$$M_{\gamma} = 1,44;$$

$$M_q = 6,76;$$

$$M_c = 8,88;$$

$d_{\text{уф}}$ – приведена глибина закладання умовного фундаменту

$$\gamma_{II} = 19,7 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3}$$

γ'_{II} – осереднене розрахункове значення питомої ваги ґрунтів, що залягають вище подошви фундаменту, кН/м^3 :

$$\gamma'_{II} = \frac{19,5 \cdot 3,9 + 19,5 \cdot 1,8 + 19,7 \cdot 1}{3,9 + 1,8 + 1} = 19,5 \frac{\text{кН}}{\text{м}^3};$$

c_{II} – розрахункове значення питомого зчеплення ґрунту, що залягає безпосередньо під подошвою фундаменту, кПа.

$$c_{II} = 1 \text{ кПа.}$$

$$R = 1,4 \cdot 1 \cdot [1,44 \cdot 2,5 \cdot 19,7 + 6,76 \cdot 9,7 \cdot 19,5 + 8,88 \cdot 1] = 1901,8 \text{ кПа.}$$

Основна умова при розрахунку пальового фундаменту за другою групою граничних станів задовольняється:

$$P'' = 637 \text{ кПа} < R = 1901,8 \text{ кПа.} \gg$$

Розрахунок осадки пальового фундаменту

Визначаємо загальну осадку за ДБН В.2.1-10:2018 [2]:

$$S = 1,44 \frac{\eta}{\eta + 1} \times \frac{(p - \sigma_{zg,0})b}{E_c} \quad (2.1.7)$$

Глибина стисливої товщі

$$H_c = k \cdot b = 2 \cdot 2,5 = 5 \text{ м}$$

$$E_c = \frac{\sum_1^n E_i \cdot h_i \cdot z_i}{0,5 \cdot H_c^2} = 36000 \text{ кПа}$$

$$\sigma_{zg}^{y,\phi} = 181,16 \text{ кН/м}^2$$

$$S = 1,44 \frac{1}{1 + 1} \cdot \frac{(637 - 181,16)2,5}{36000} = 0,023 \text{ м} = 2,3 \text{ см} < S_{lim} = 12 \text{ см}$$

Умова виконується.

$$S < S_u \text{ згідно табл. И1 [1]}$$

Z				
		MM	MM	
☒		-26.52	-25.66	322
☒		-25.66	-24.8	1459
☒		-24.8	-23.94	2173
☒		-23.94	-23.09	2395
☒		-23.09	-22.23	2960
☒		-22.23	-21.37	3493
☒		-21.37	-20.51	5021
☒		-20.51	-19.65	7494
☒		-19.65	-18.8	4314
☒		-18.8	-17.94	2104
☒		-17.94	-17.08	1219
☒		-17.08	-16.22	604
☒		-16.22	-15.36	343
☒		-15.36	-14.5	193
☒		-14.5	-13.65	87
☒		-13.65	-12.79	21

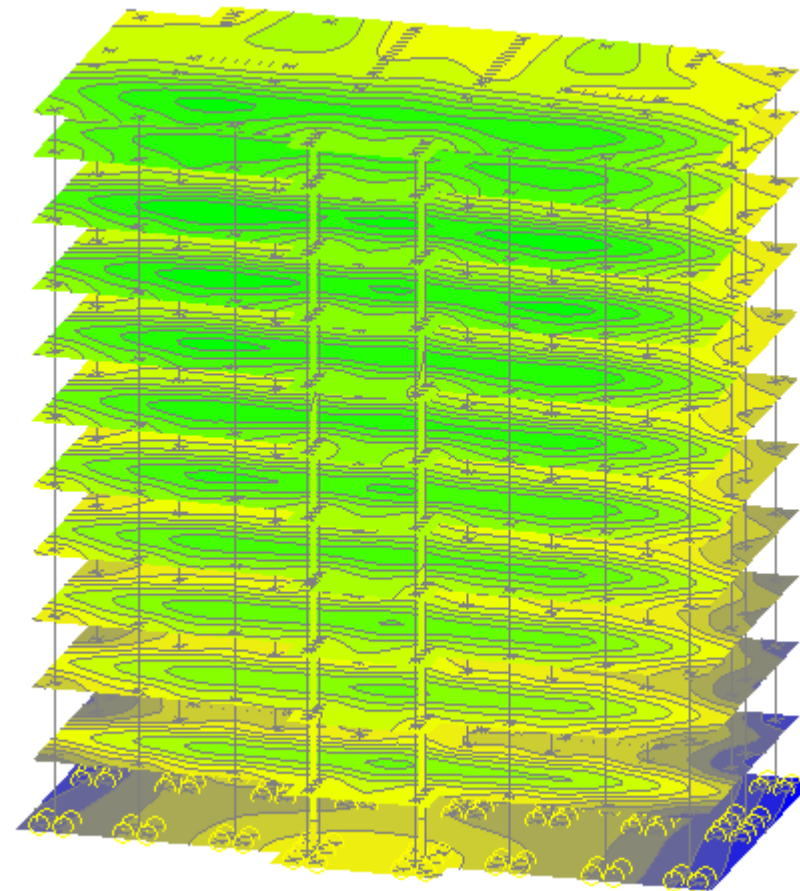


Рис.2.1.1 Переміщення каркасу будівлі по осі Z при фундаментах з забивних паль

Z				
	MM	MM		
✓	-26.52	-25.66	322	
✓	-25.66	-24.8	1459	
✓	-24.8	-23.94	2173	
✓	-23.94	-23.09	2395	
✓	-23.09	-22.23	2960	
✓	-22.23	-21.37	3493	
✓	-21.37	-20.51	5021	
✓	-20.51	-19.65	7494	
✓	-19.65	-18.8	4314	
✓	-18.8	-17.94	2104	
✓	-17.94	-17.08	1219	
✓	-17.08	-16.22	604	
✓	-16.22	-15.36	343	
✓	-15.36	-14.5	193	
✓	-14.5	-13.65	87	
✓	-13.65	-12.79	21	



Рис. 2.1.2 Переміщення по осі Z монолітного плитного ростверку при фундаментах з забивних паль

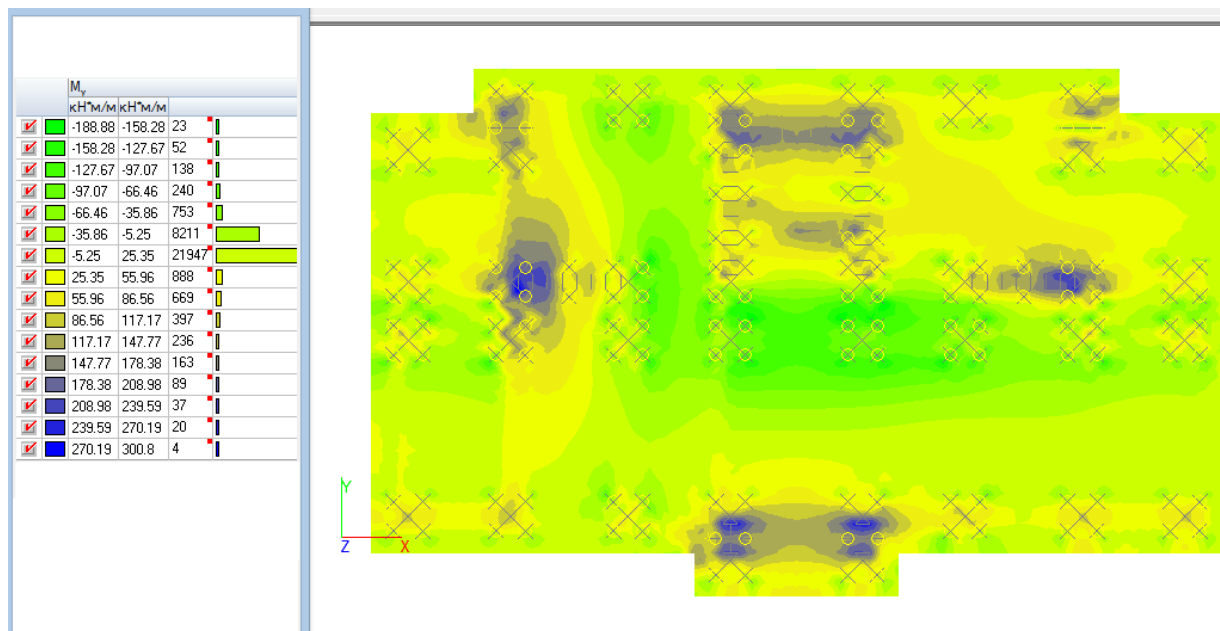


Рис.2.1.3 Розподіл згинального моменту M_y у плиті ростверку при фундаментах з забивних паль

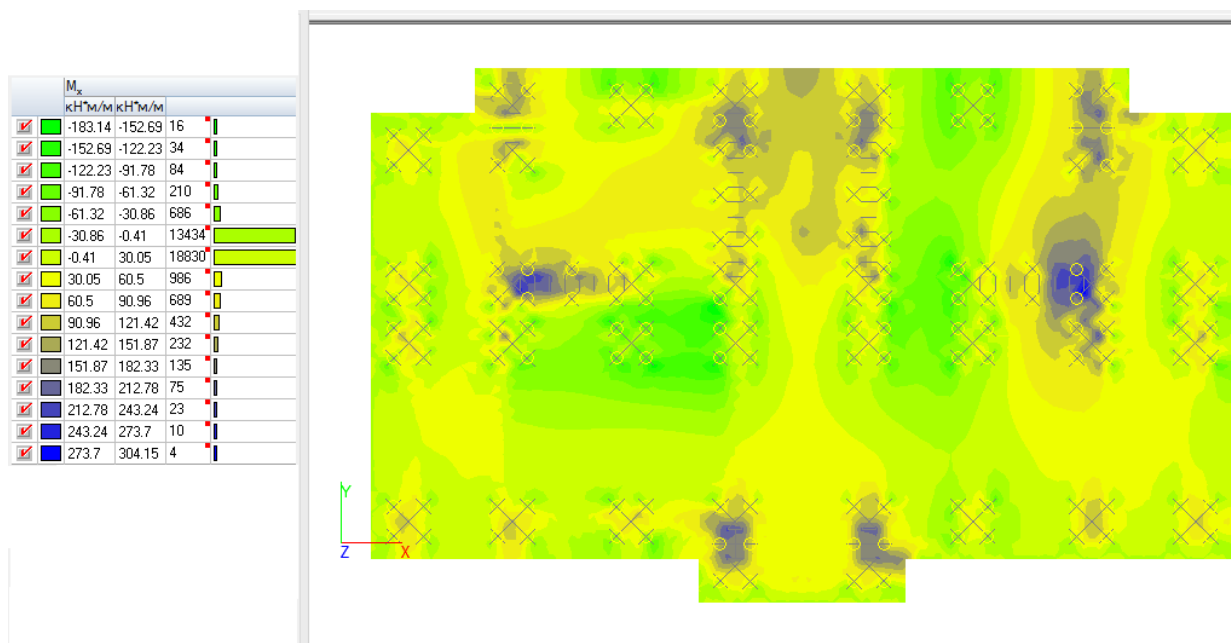


Рис.2.1.4 Розподіл згинального моменту M_x у плиті ростверку при фундаментах з забивних паль

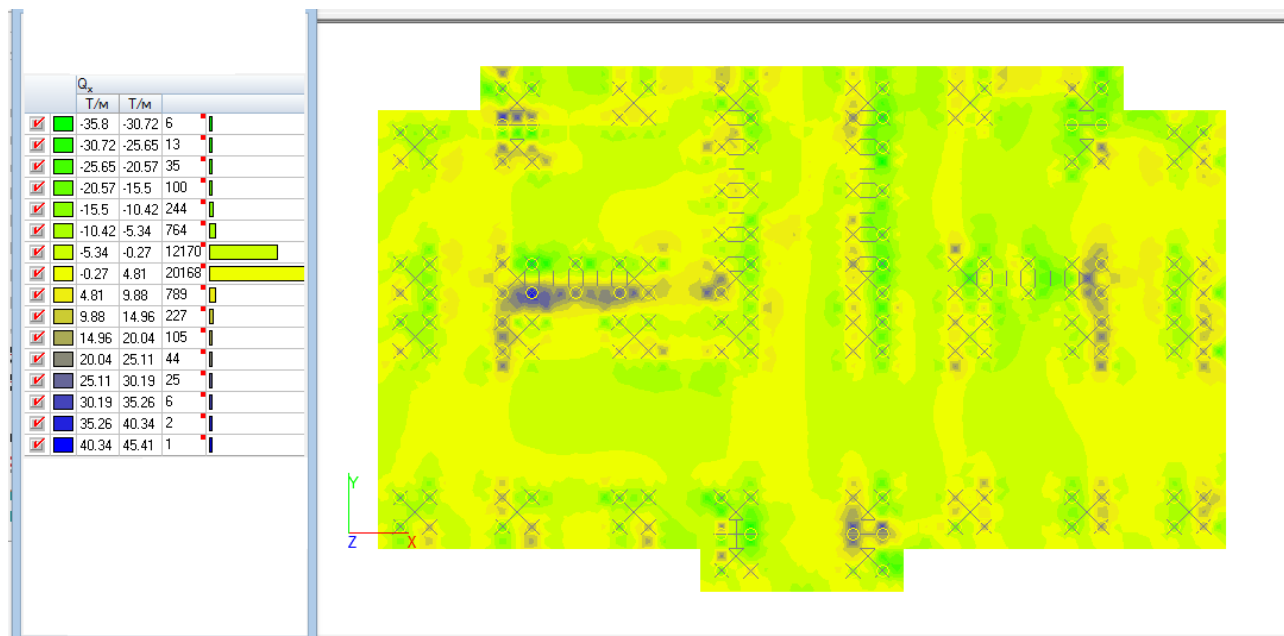


Рис.2.1.5 Розподіл поперечної сили Q_x у плиті ростверку при фундаментах з забивних паль

Розрахунок монолітного залізобетонного плитного ростверку

Розрахунок плитного залізобетонного ростверку виконано в програмному комплексі SCAD.

Товщина плити ростверку – 600 мм. Бетон класу C25/30; робоча арматура класу A400C.

Результати армування плити ростверку приведені на рис. 2.1.6 – рис. 2.1.9.

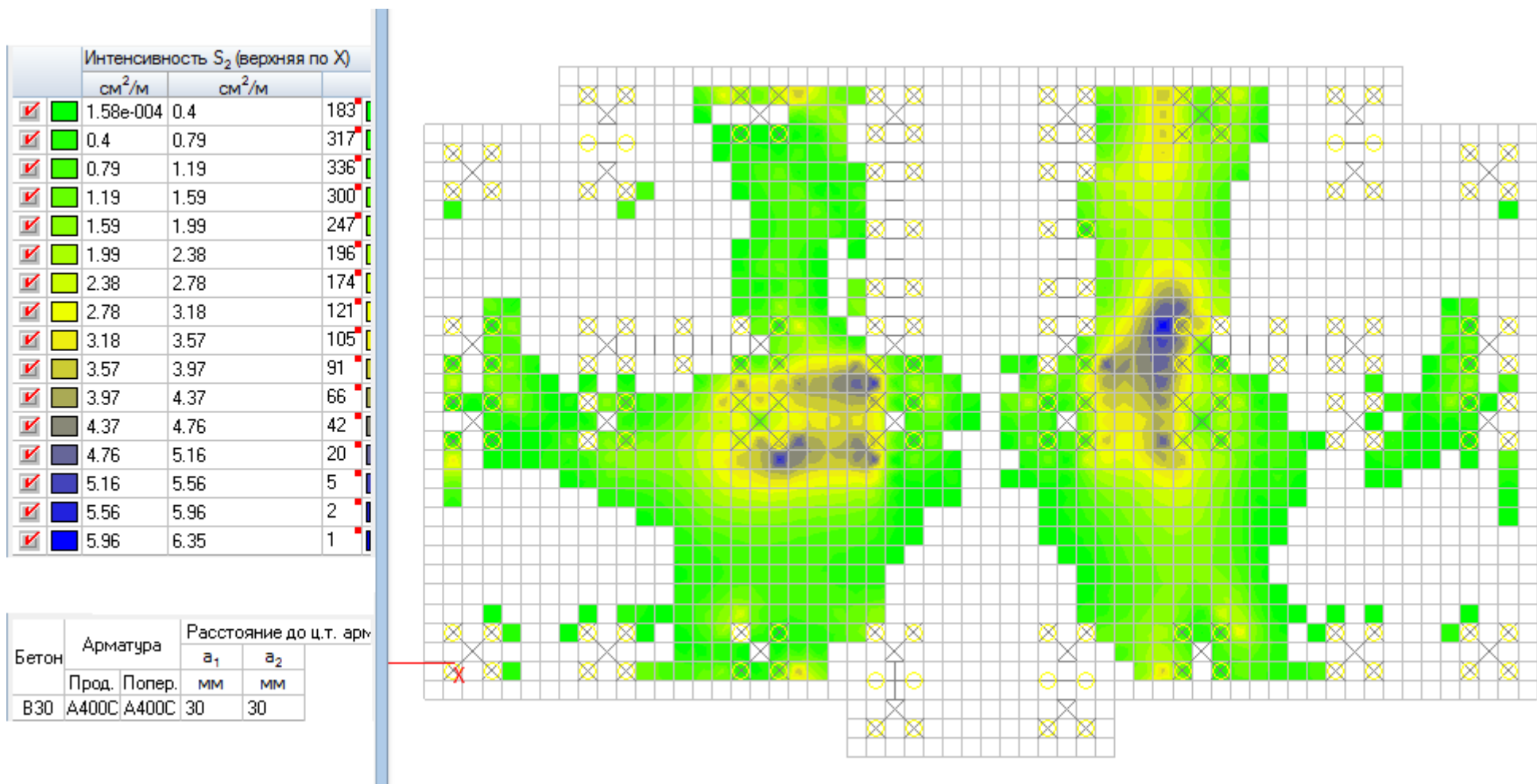


Рис. 2.1.6 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі X у верхній грані плити ростверку

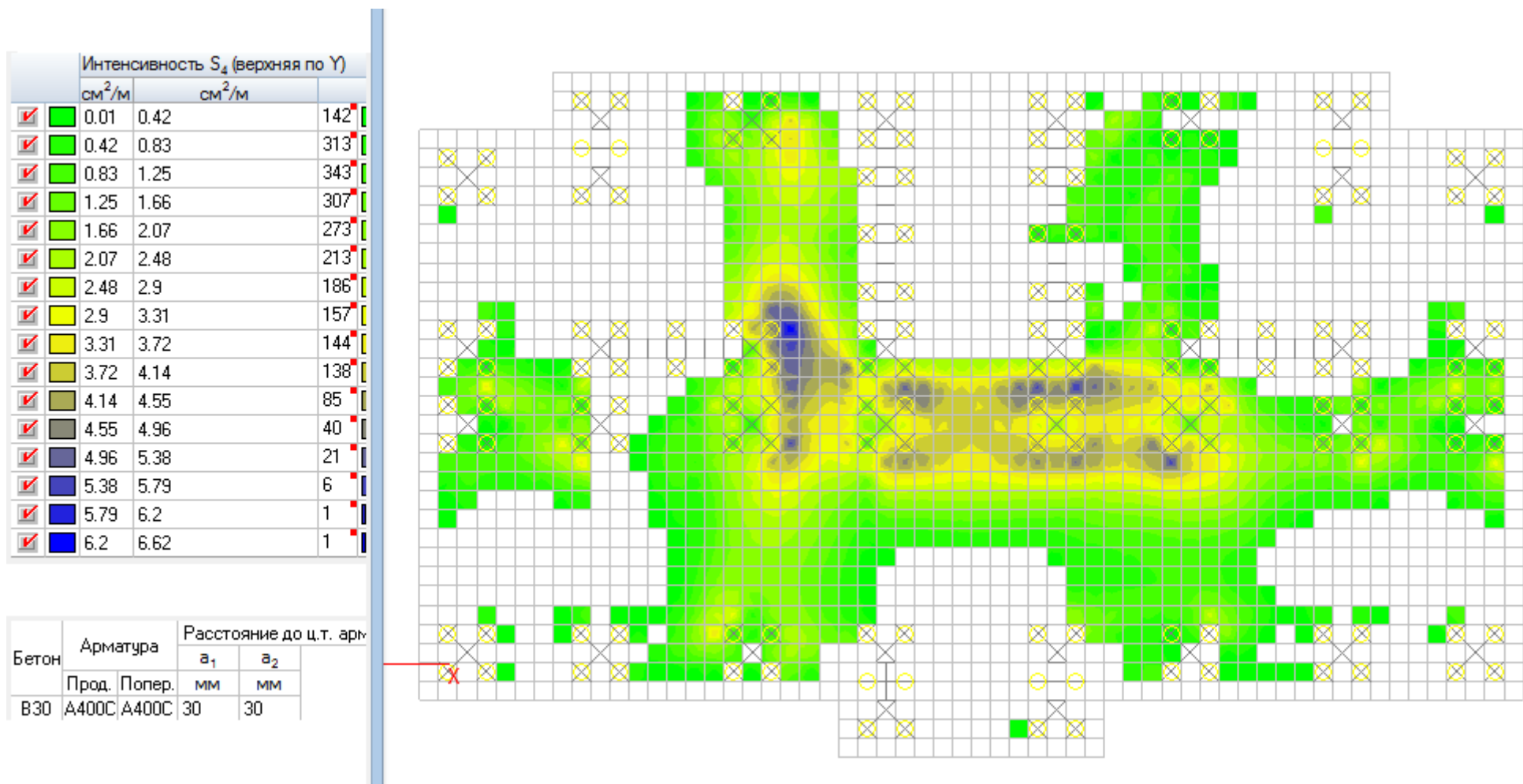


Рис. 2.1.7 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі Y у верхній грані плити ростверку

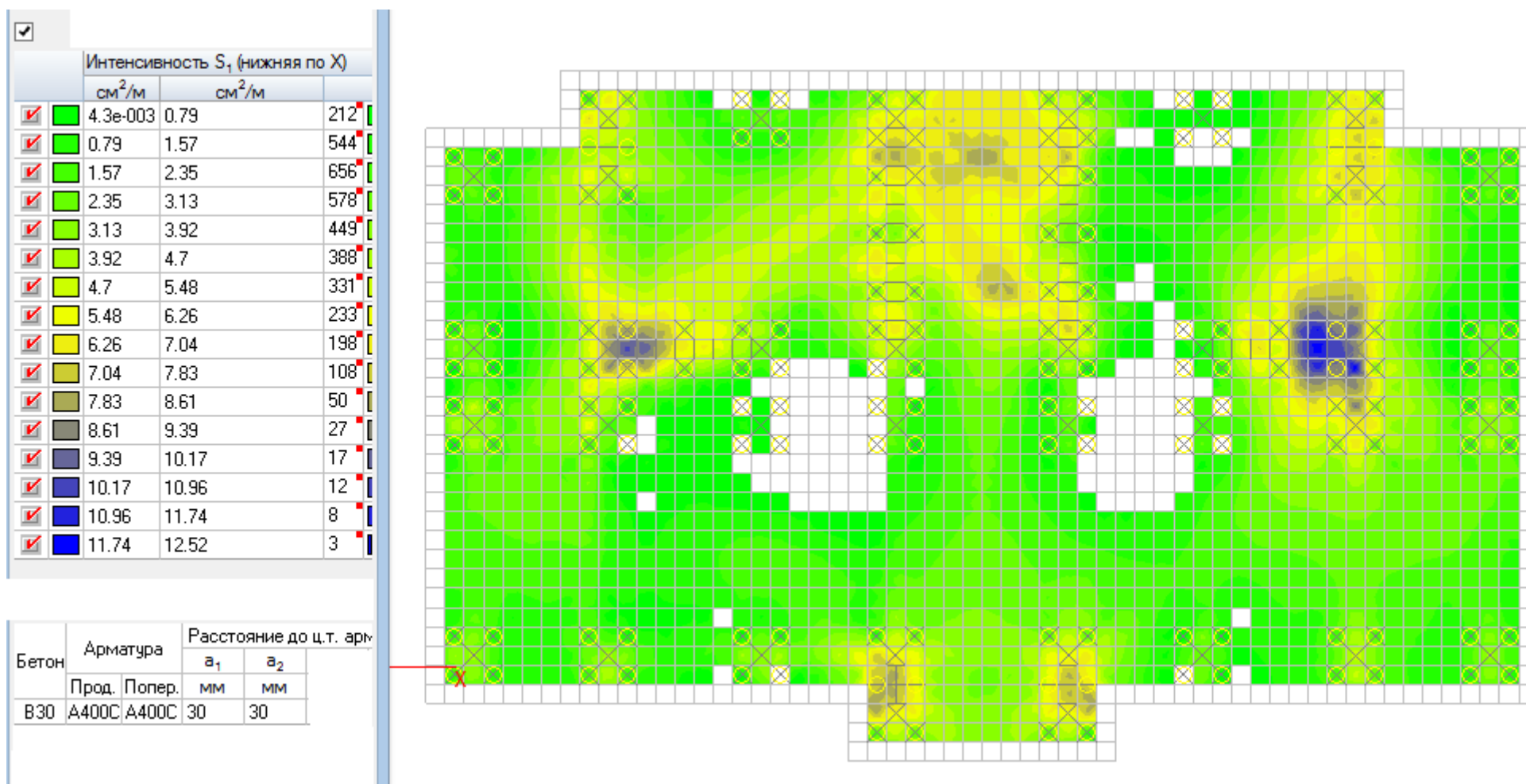


Рис. 2.1.8 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі X у нижній грані плити ростверку

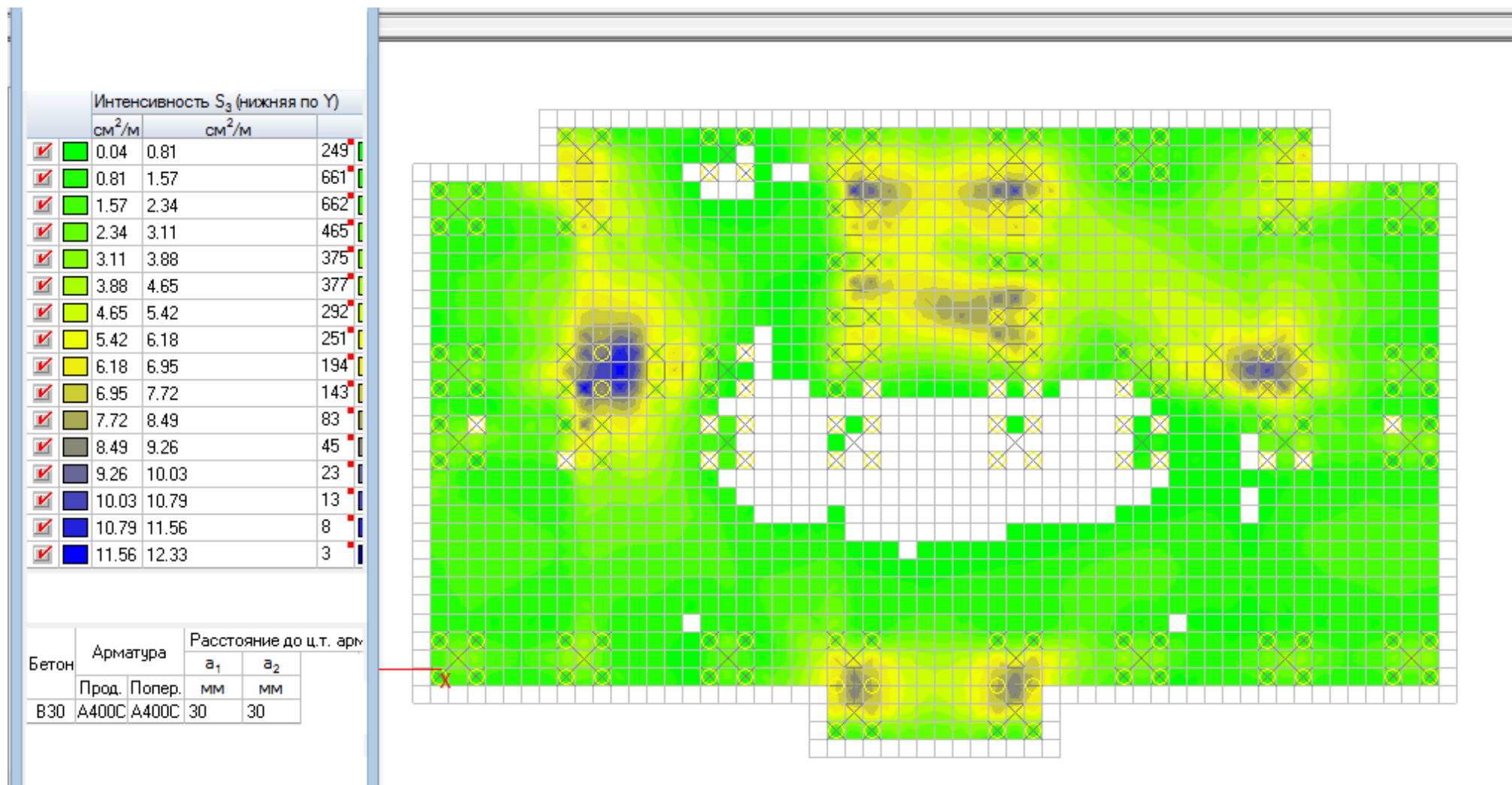


Рис. 2.1.9 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі Y у нижній грані плити ростверку

2.2 Розрахунок надземної частини об'єкту

Основні положення розрахунків

Розрахунок конструкцій виконується з урахуванням двох груп граничних станів [5]:

«Перша група граничних станів характеризує повну втрату працездатності будівлі, її конструктивних елементів або основи. У цьому випадку перевіряється несуча здатність і стійкість системи «споруда–основа», а також міцність окремих елементів.

Друга група граничних станів пов'язана з порушенням нормальних умов експлуатації. До неї відносяться розрахунки, що враховують появу та розкриття тріщин, а також визначення деформацій конструкцій.

Узагальнена умова, яка забезпечує недопущення досягнення граничних станів, має вигляд [5]:

$$\gamma_c \cdot N_p \leq R \cdot \frac{\gamma_{lc}}{\gamma_n} \quad (2.2.1)$$

γ_c — коефіцієнт, що враховує поєднання навантажень. Його значення залежить від виду розрахунку: для основного поєднання навантажень у період нормальної експлуатації приймається 1,0; у період виконання будівельних або ремонтних робіт — 0,95; для особливих поєднань — 0,9. При розрахунках за другою групою граничних станів цей коефіцієнт приймається рівним 1,0;

N_p — розрахункове значення узагальненого впливу, яке може включати зусилля (силу, момент), напруження, деформації або інші параметри, що визначають стан конструкції. Його величина встановлюється з урахуванням коефіцієнта надійності за навантаженням;

R — розрахунковий опір або граничне значення параметра, що характеризує несучу здатність або допустимі деформації. Визначається відповідно до нормативних документів із врахуванням коефіцієнтів надійності для матеріалів або ґрунтів;

γ_{lc} — коефіцієнт умов роботи, який враховує особливості конструктивної

схеми, тип матеріалу, характер роботи елементів, точність розрахункових моделей та інші фактори;

γ_n — коефіцієнт надійності за відповідальністю будівлі, що залежить від її призначення та можливих наслідків відмови. Для споруд класу наслідків СС1 категорії Б він приймається рівним 0,975 для першої групи граничних станів та 0,95 — для другої.»

Для оцінки надійності та працездатності будівлі виконано комплекс розрахунків, який включає:

1. визначення нормативних і розрахункових навантажень та впливів;
2. аналіз напружено-деформованого стану конструкцій;
3. підбір та перевірку арматури;
4. оцінку деформацій і придатності до експлуатації.

Статичний аналіз виконано із застосуванням програмного комплексу SCAD.

Плити перекриття типового поверху запроектовані з важкого бетону класу С20/25, а як робочу арматуру прийнято сталь класу А400С.

На основі отриманих розрахункових зусиль виконується підбір армування із використанням спеціалізованого модуля «SCAD Залізобетон», що дозволяє автоматизувати процес перевірки та оптимізації конструктивних рішень.

Збір навантаження [4]:

«Табл.2.2.1 Визначення ваги покрівлі на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Захисний килим (гравій на бітумній мастиці)	0,04	1,3	0,05
2. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
3. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5

	$\Sigma=5,64$		$\Sigma=6,33$
--	---------------	--	---------------

Табл.2.2.2. Визначення ваги горіщного перекриття на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
2. Утеплювач – мінераловатні плити $\delta=200\text{мм}$, $\rho=600\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,2 \cdot 6 \text{ кН/м}^3$	1,2	1,2	1,44
4. Пароізоляція (обмазка горячим бітумом 2 рази)	0,04	1,2	0,048
5. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,84$		$\Sigma=7,77$

Табл 2.2.3 Визначення ваги перекриття на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Паркет на мастиці $\delta=20\text{мм}$, $\rho=800\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,02 \cdot 8 \text{ кН/м}^3$	0,16	1,1	0,18
2. Цементно-піщана стяжка $\delta=30\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,03 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,6	1,3	0,78
4. Звукоізоляція $\delta=50\text{мм}$, $\rho=700\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,05 \cdot 7 \text{ кН/м}^3$	0,35	1,2	0,42
5. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст} = \delta \cdot \rho = 0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,11$		$\Sigma=6,88$

Табл.2.2.4 Визначення ваги підвального перекриття на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Паркет на мастиці $\delta=20\text{мм}$, $\rho=800\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,02 \cdot 8 \text{ кН/м}^3$	0,16	1,1	0,18
2. Цементно-піщаний розчин М150 $\delta=10\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,01 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,2	1,3	0,26
3. Цементно-піщана стяжка М150 $\delta=40\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,04 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,8	1,3	1,04
4. Монолітна залізобетонна плита $\delta=200 \text{ мм}$, $\rho=2500\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,2 \cdot 25 \text{ кН/м}^3$	5	1,1	5,5
	$\Sigma=6,16$		$\Sigma=6,98$

Табл.2.2.5 Визначення ваги зовнішньої стіни на 1 м²

Підрахунок навантажень	Характеристичне навантаження (кН/м ²)	Розрахункове навантаження	
		γ_{fm}	кН/м ²
1. Зовнішня штукатурка – цементно-піщаний розчин $\delta=20\text{мм}$, $\rho=2000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,02 \cdot 20 \text{ кН/м}^3$	0,4	1,3	0,52
2. Утеплювач – мінераловатні плити на синтетичному в'язучому $\delta=80\text{мм}$, $\rho=150\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,08 \cdot 1,5 \text{ кН/м}^3$	0,12	1,2	0,14
3. Блоки керамзитобетонні $\delta=400\text{мм}$, $\rho=1000\text{кг/м}^3$; $g_{ст}=\delta \cdot \rho=0,4 \cdot 10 \text{ кН/м}^3$	4	1,1	4,4
	$\Sigma=4,52$		$\Sigma=5,06$ »

Вага стіни підвала з бетонних блоків на 1 м²:

$$q_{cm} = 25 \cdot 0.25 \cdot 1.1 = 6.9 \text{ кН/м}^2$$

Снігове навантаження

$$N_{сн. вн.} = S_{п} A_{вн.} \quad (2.2.1)$$

S_m - граничне розрахункове значення снігового навантаження на перекриття:

$$S_m = \gamma_{fm} S_0 C, \quad (2.2.2)$$

$$S_m = 1 \cdot 1,67 \cdot 0,8 = 1,34 \text{ кН/м}^2;$$

Корисне навантаження: $g_{red} = 1,5 \text{ кН/м}^2$.

Збір вітрового навантаження проводиться згідно ДБН 1.2-2.2006 «Навантаження та впливи». За районом будівництва визначаємо $W_0 = 500 \text{ Па}$.

$$W_m = \gamma_{fm} \cdot W_0 \cdot C, \quad (2.2.3)$$

$$C = C_{aer} \cdot C_h \cdot C_{alt} \cdot C_{rel} \cdot C_d \cdot C_{dir}$$

Згідно пунктів ДБН 1.2-2.2006 «Навантаження та впливи», та вихідних даних приймаємо: $C_{aer} = \frac{0,8 - \text{активний}}{0,6 - \text{пасивний}}$; $C_{alt} = C_{rel} = C_{dir} = 1$; $C_d = 0,95$; $\gamma_{fm} = 1$

$$W_{a,m}^5 = 1 \cdot 0,42 \cdot 0,8 \cdot 0,4 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,13 \text{ кН/м}^2; \quad W_{n,m}^5 = 0,13 \cdot \frac{0,6}{0,8} = 0,1 \text{ кН/м}^2$$

$$W_{a,m}^{10} = 1 \cdot 0,42 \cdot 0,8 \cdot 0,6 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,19 \text{ кН/м}^2; \quad W_{n,m}^{10} = 0,19 \cdot \frac{0,6}{0,8} = 0,14 \text{ кН/м}^2$$

$$W_{a,m}^{20} = 1 \cdot 0,42 \cdot 0,8 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,27 \text{ кН/м}^2; \quad W_{n,m}^{20} = 0,27 \cdot \frac{0,6}{0,8} = 0,2 \text{ кН/м}^2$$

$$W_{a,m}^{40} = 1 \cdot 0,42 \cdot 0,8 \cdot 1,15 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,95 \cdot 1 = 0,37 \text{ кН/м}^2; \quad W_{n,m}^{40} = 0,27 \cdot \frac{0,6}{0,8} = 0,28 \text{ кН/м}^2$$

Розрахунок монолітного каркасу будинку

Розрахункові сполучення навантажень наведені у таблиці 2.2.3.

Таблиця 2.2.3 – Розрахункові сполучення навантажень

№ навант.	Навантаження	Тип навантаження	Знакоперем	Взаимоискл	Відношення коеф.
1	Власна вага	Постійне	+		1.1
2	Огороджуючі конструкції	Постійне	+		1.3
3	Конструкції полів	Постійне	+		1.3
4	Корисне навантаження	Довготривале	+		1.2
5	Снігове навантаження	Короткочасне	+		1
6	Вітрове навантаження по вісі x	Короткочасне	+	1	1
7	Вітрове навантаження по вісі y	Короткочасне	+	1	1

Розрахункова схема монолітного каркасу будинку приведена на рис. 2.2.1 та рис. 2.2.2.

Результати статичного розрахунку монолітної плити перекриття типового поверху подані на рис. 2.2.3-2.2.7.

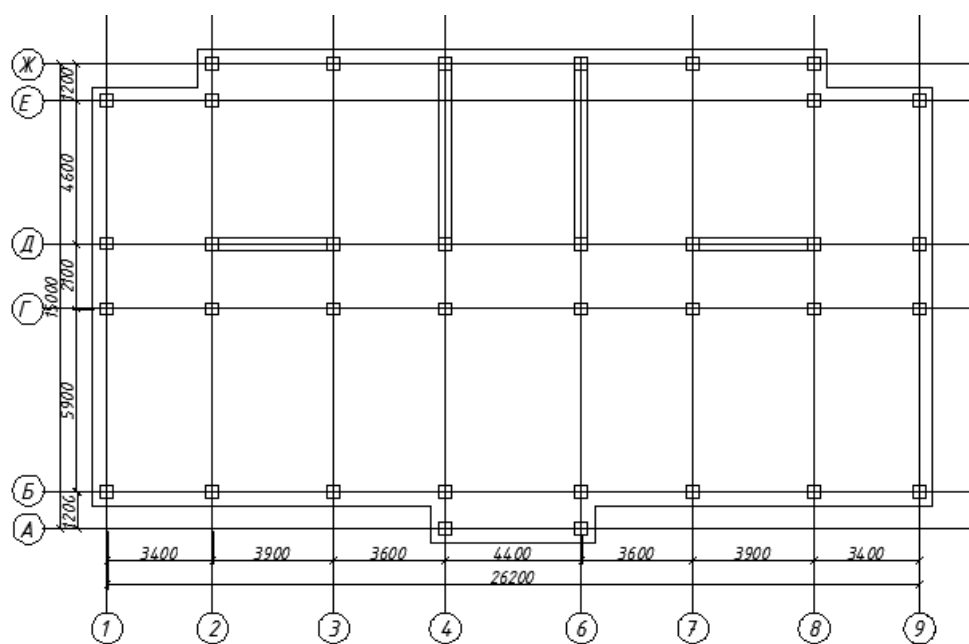


Рис. 2.2.1 Розрахункова схема монолітного каркасу будинку

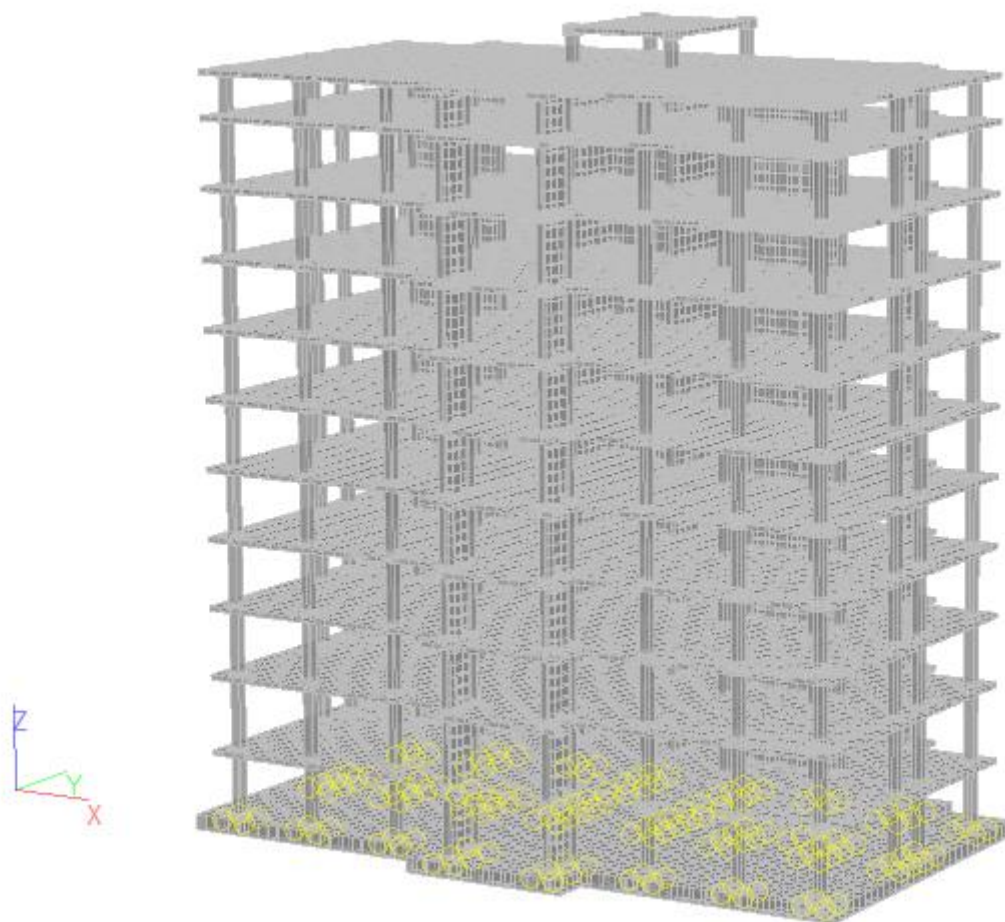


Рис. 2.2.2 Розрахункова схема монолітного каркасу будинку

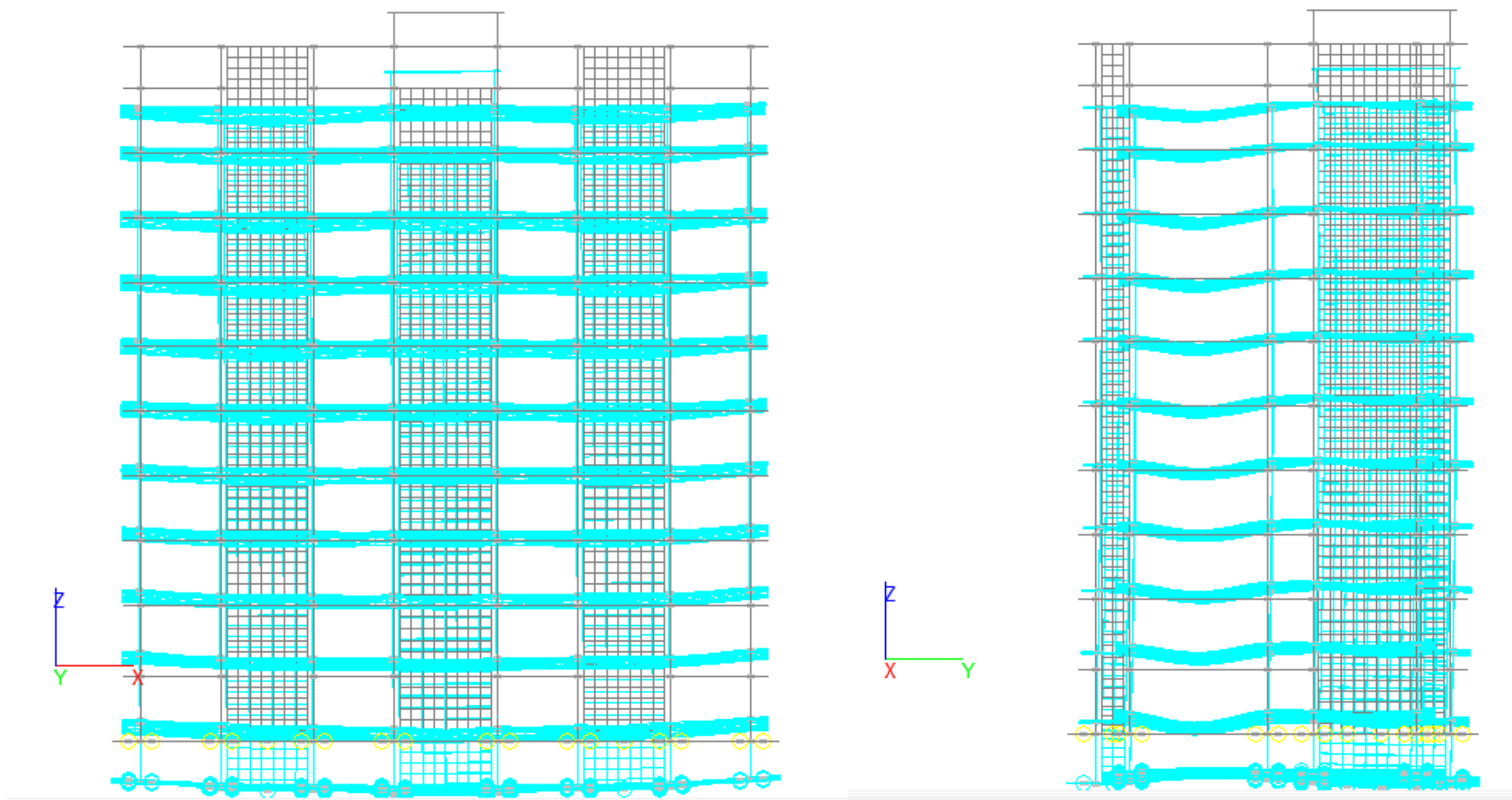


Рис.2.2.3 Деформована схема будинку

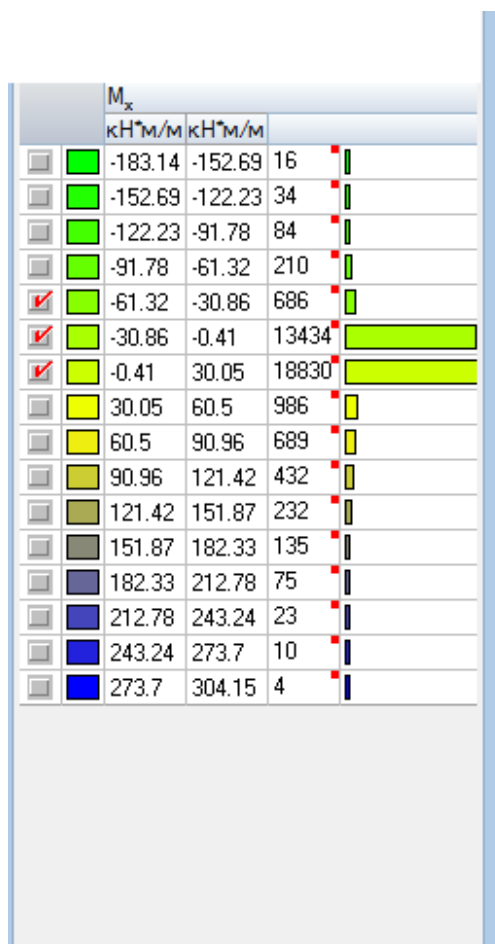


Рис.2.2.4 Розподіл згинального моменту M_x

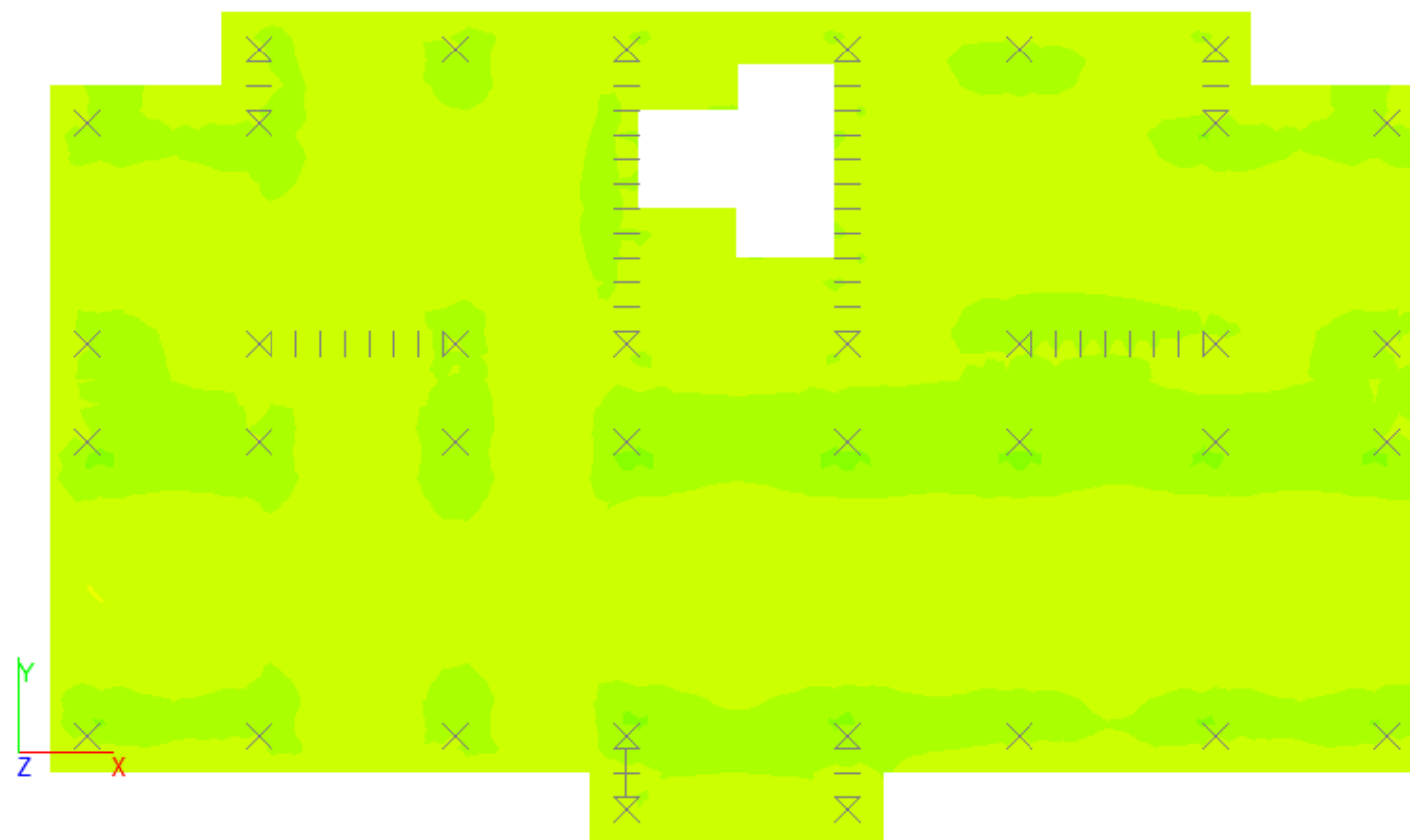
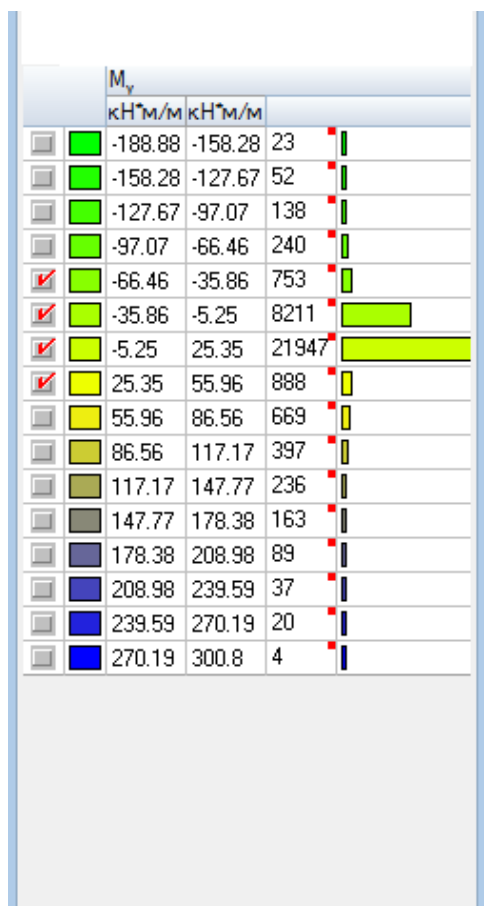


Рис. 2.2.5 Розподіл згинального моменту M_y

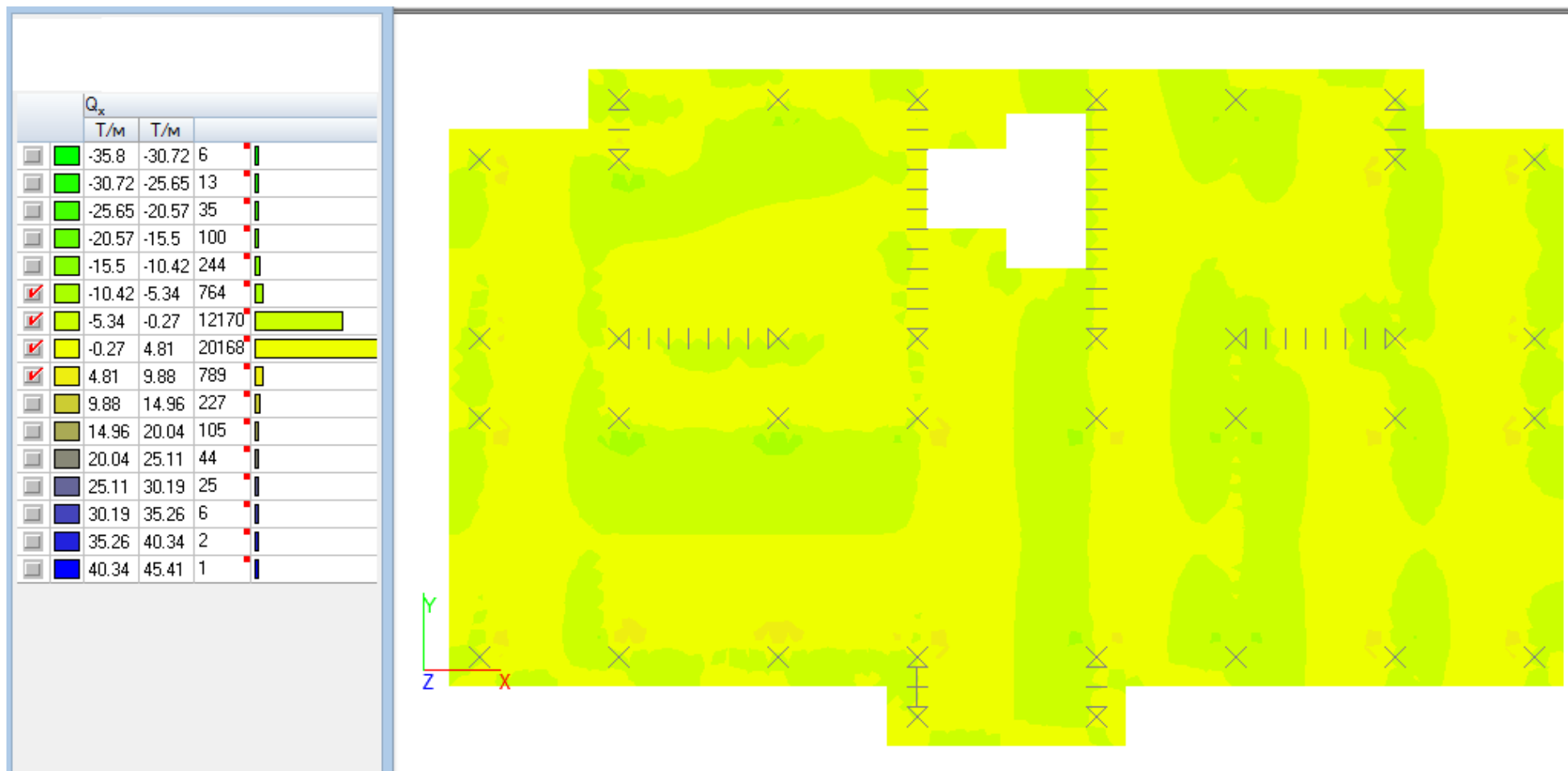


Рис. 2.2.6 Розподіл поперечної сили Q_x

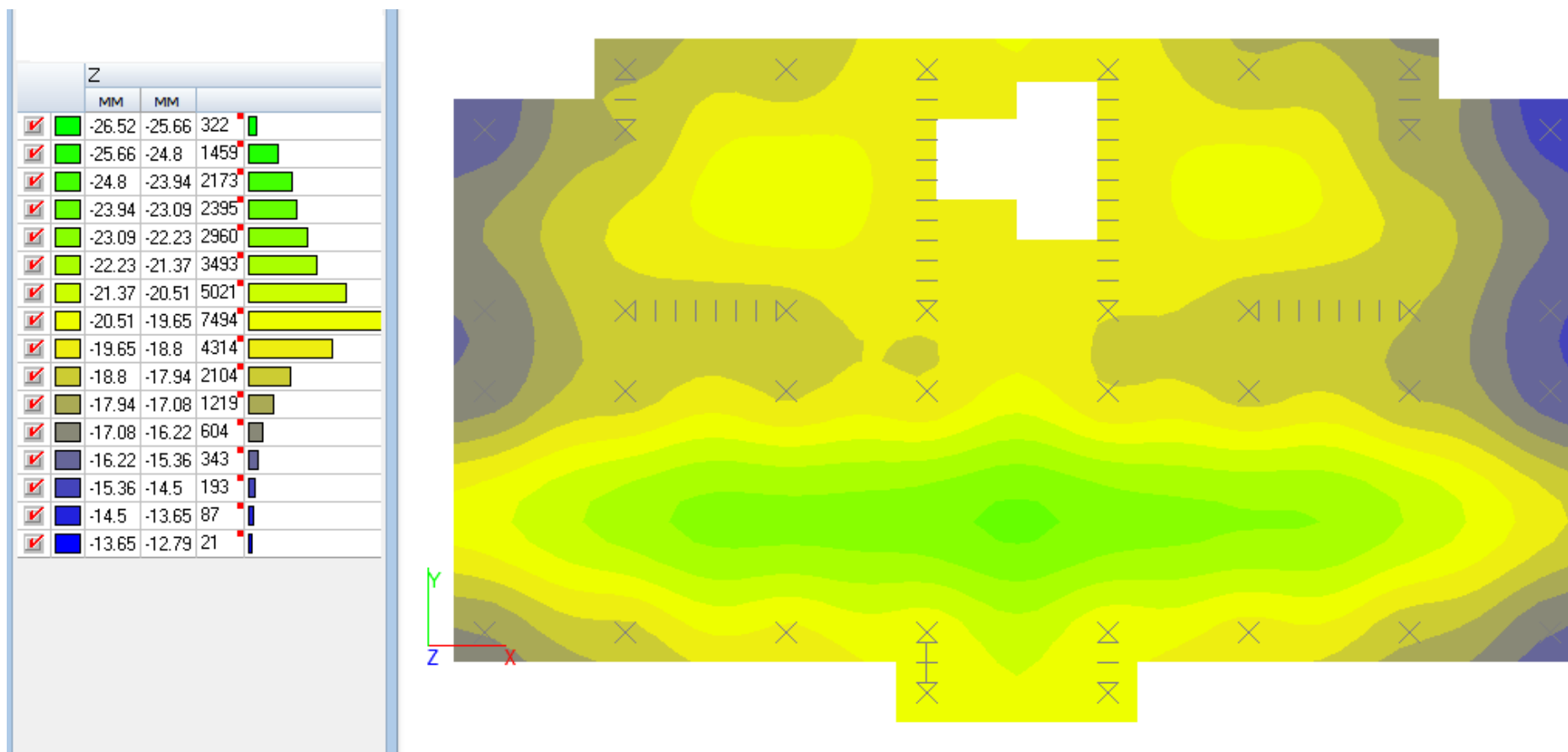


Рис. 2.2.7 Переміщення плити перекриття типового поверху по осі z

Результати розрахунків армування монолітної плити перекриття

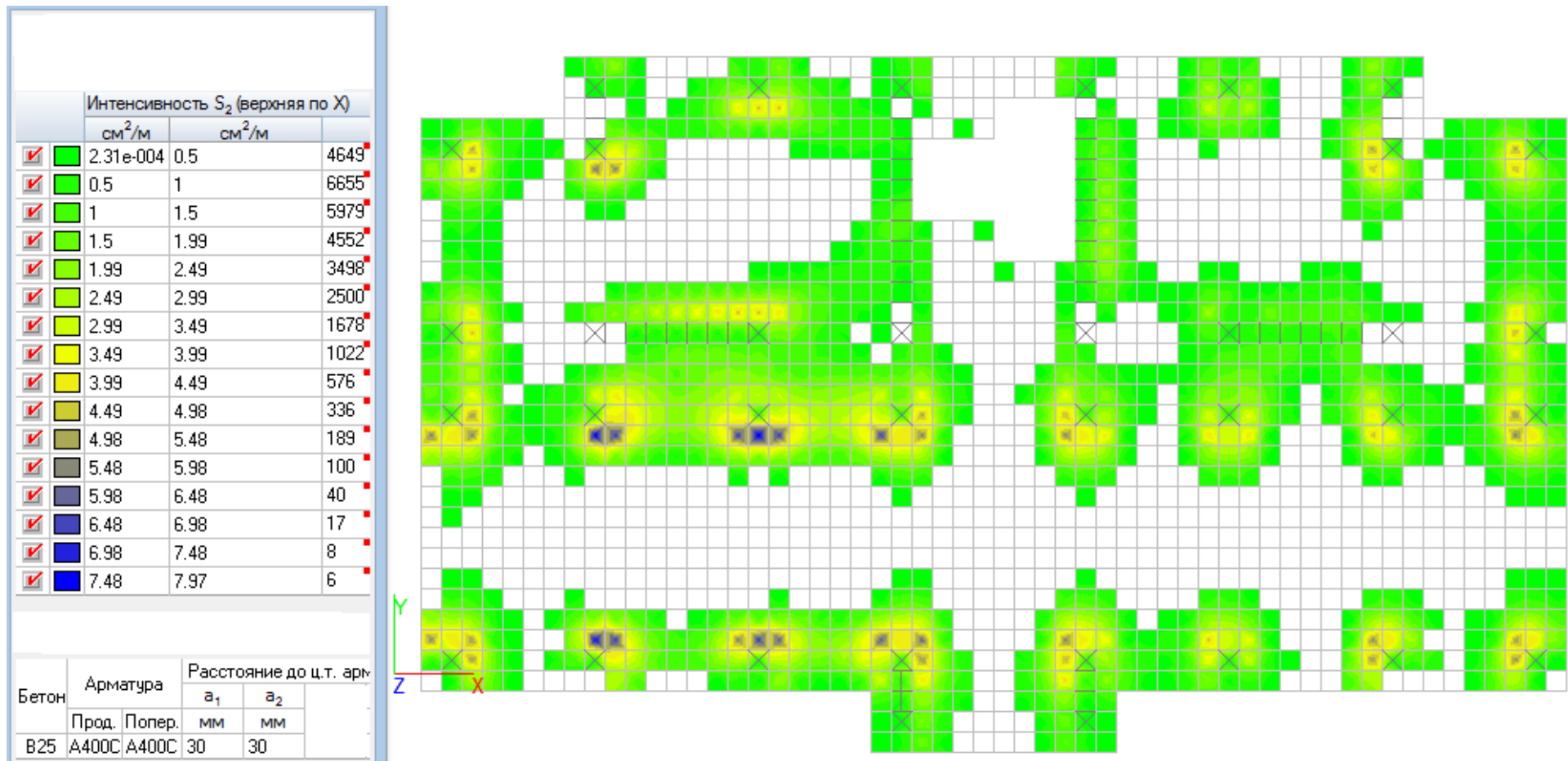


Рис. 2.2.8 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі X у верхній грані плити

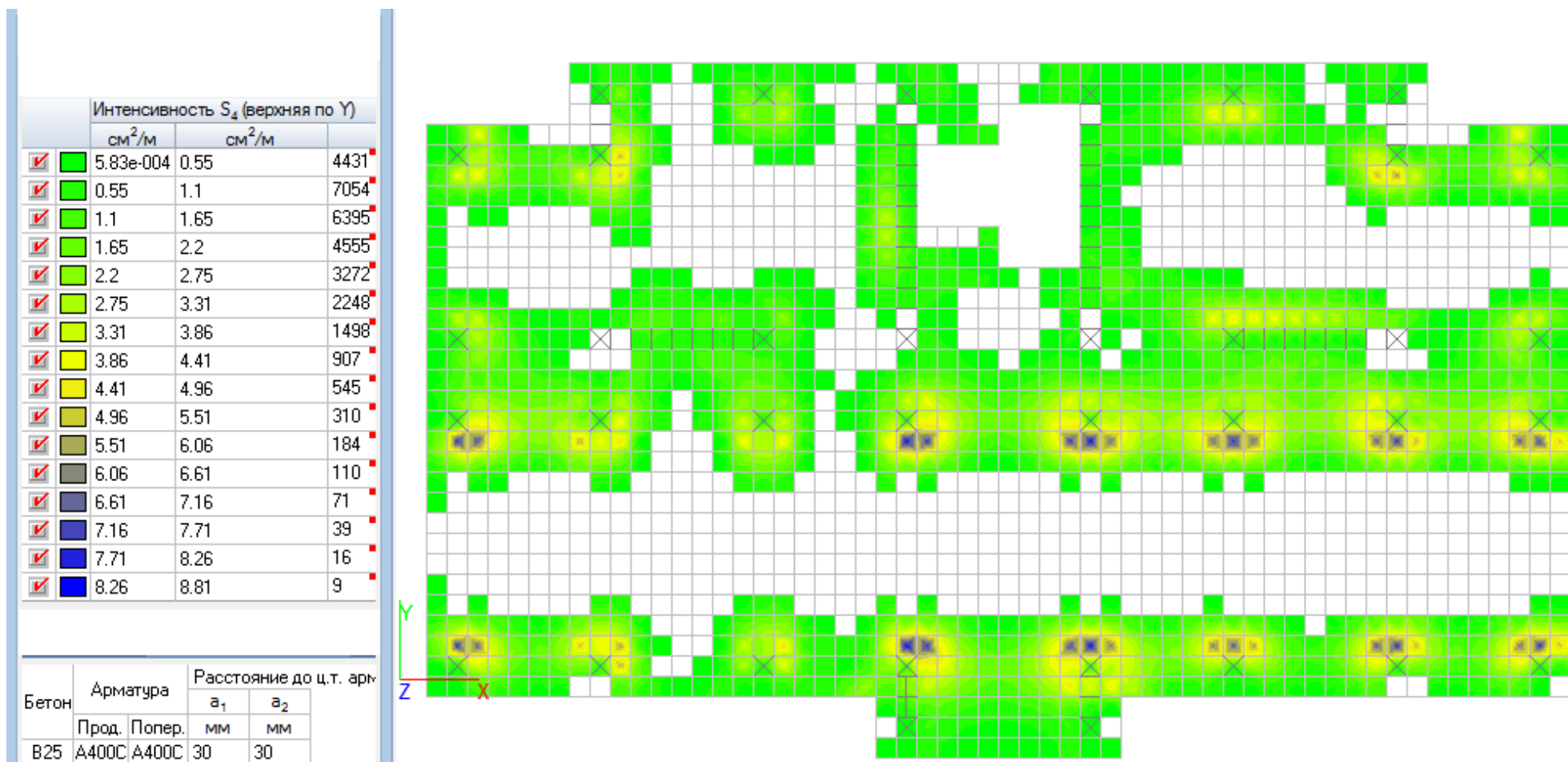


Рис. 2.2.9 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі Y у верхній грані плити

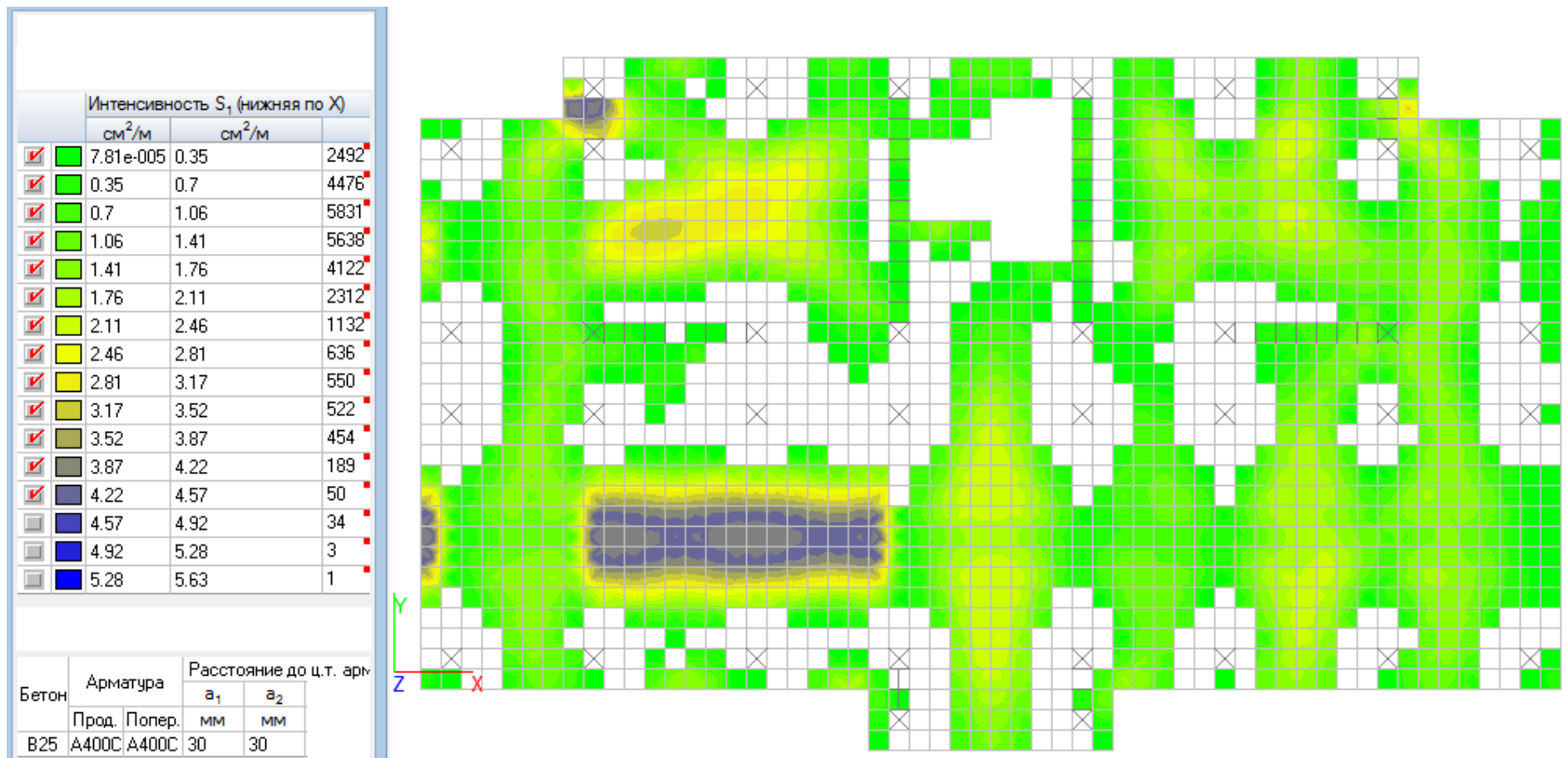


Рис. 2.2.10 Площа перерізу робочої арматури у напрямку осі X у нижній грані плити

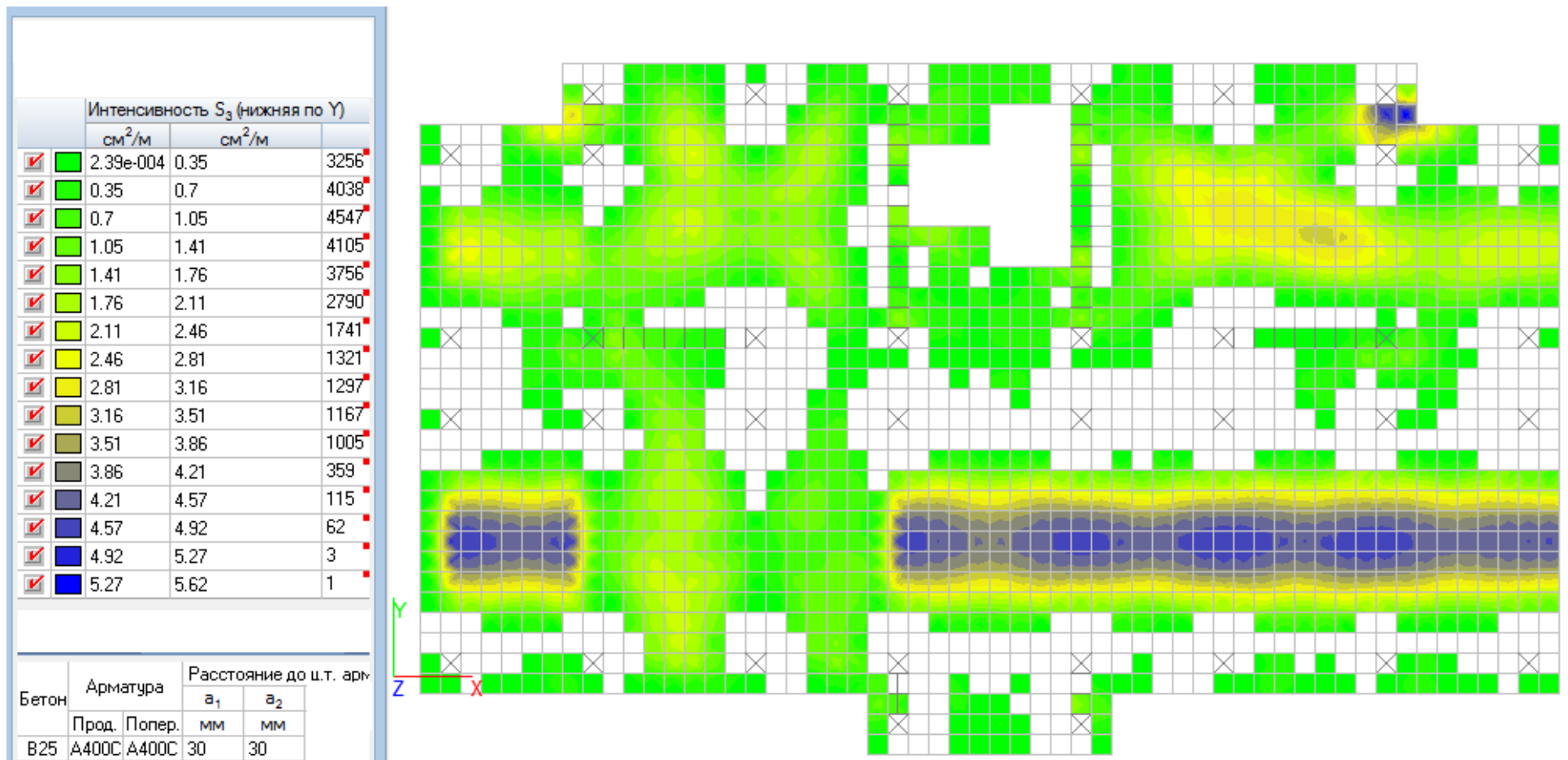


Рис. 2.2.11 Площадь перерезу рабочей арматуры у напрямку осі Y у нижній грані плити

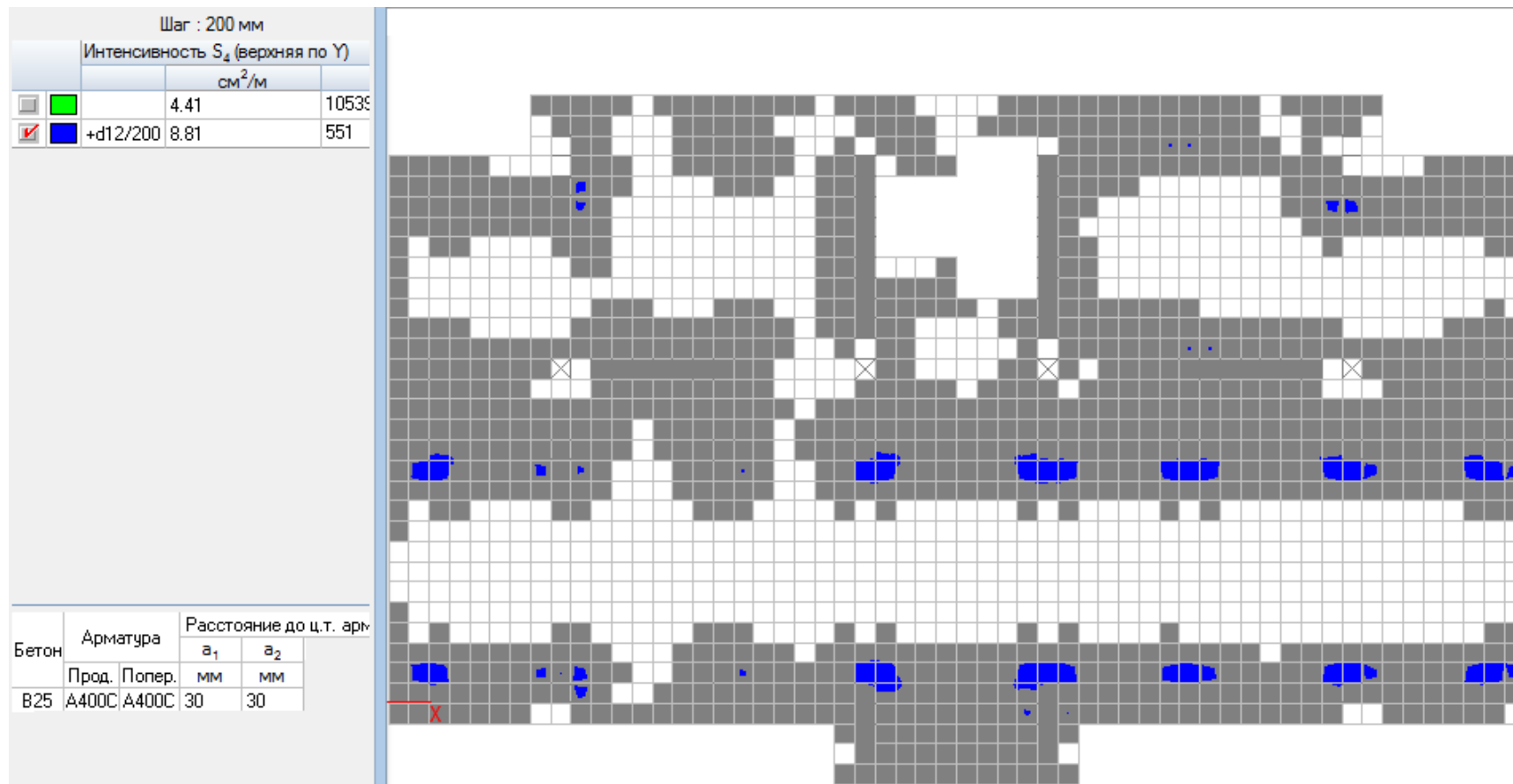


Рис. 2.2.12 Додаткове армування у напрямку осі Y у верхній грані плити

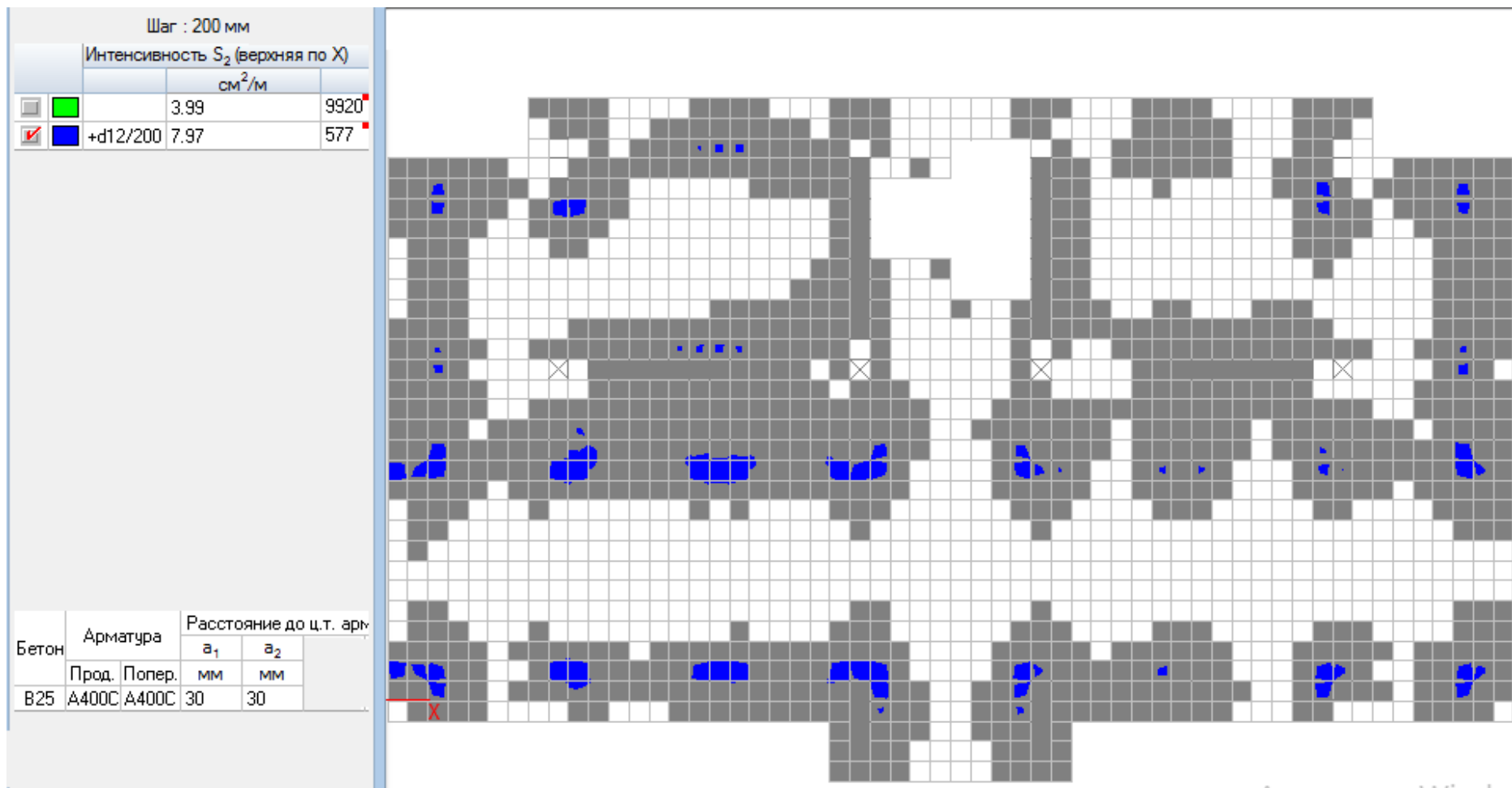


Рис. 2.2.13 Додаткове армування у напрямку осі X у верхній грані плити

3. Технологічні рішення та організація будівництва

Вибір технології зведення будинку

З урахуванням прийнятих об'ємно-планувальних і конструктивних рішень для зведення дев'ятиповерхового житлового будинку доцільно застосувати потоковий метод організації будівництва, який забезпечує ритмічне та безперервне виконання робіт спеціалізованими бригадами з рівномірним використанням трудових, матеріально-технічних і машинних ресурсів. Такий підхід відповідає вимогам ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва» [16].

Потоковий метод особливо ефективний для багатоповерхових монолітно-каркасних будівель, де повторюються однотипні процеси на кожному поверсі: монтаж опалубки, армування, бетонування, догляд за бетоном, розпалублення та наступне переміщення робочих ланок.

Для організації потокового виконання робіт типовий поверх у плані умовно поділяється на захватки. Межі захваток визначаються з урахуванням конструктивної схеми будівлі, розташування деформаційних швів, осей колон та несучих стін.

При поділі поверху на захватки необхідно дотримуватися таких вимог: захватки повинні бути приблизно рівними за трудомісткістю;

площа захватки має забезпечувати безперервне укладання бетонної суміші протягом зміни;

мінімальний розмір захватки повинен забезпечувати ефективну роботу бригади та комплекту машин;

межі захваток слід призначати у місцях мінімальних внутрішніх зусиль у конструкціях з улаштуванням робочих швів відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції».

Технологія та організація виконання основних процесів

Підготовка будівельного об'єкта

До початку основних будівельно-монтажних робіт необхідно виконати комплекс підготовчих заходів відповідно до ДБН А.3.1-5:2016 та ДСТУ-Н Б

А.3.1-23:2013 [16].

Підготовчі роботи поділяються на:

Позамайданчикові роботи: улаштування під'їзних автомобільних доріг; підведення тимчасового електропостачання; забезпечення водопостачання та каналізації; організація телефонного та диспетчерського зв'язку.

Внутрішньомайданчикові роботи: винесення осей будівлі в натуру; створення геодезичної розбивочної основи; огороження території будівництва; розчищення майданчика; зрізання рослинного шару ґрунту товщиною 0,15 м бульдозером; улаштування тимчасових доріг; облаштування складів і побутових приміщень; організація освітлення майданчика; відведення поверхневих і ґрунтових вод.

Родючий шар ґрунту складається окремо та після завершення будівництва використовується для благоустрою території, що відповідає вимогам ДБН Б.2.2-12:2019 «Планування і забудова територій».

Технологія виконання земляних робіт

Розробка котловану виконується відповідно до ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» [17] та ДСТУ-Н Б В.2.1-31:2014.

Послідовність робіт:

- Зрізання рослинного шару бульдозером ДЗ-25.
- Розробка котловану екскаватором з обладнанням «пряма лопата».
- Навантаження ґрунту в автосамоскиди.
- Вивезення надлишкового ґрунту.
- Часткове складування ґрунту для зворотної засипки.
- Остаточне зачищення дна котловану бульдозером ДЗ-42.
- Ручне доопрацювання дна до проектної відмітки.

Точність розробки котловану повинна становити ± 5 см. Перебір ґрунту нижче проектної позначки не допускається.

Організаційно-технологічні рішення при влаштуванні фундаментів
Для зведення фундаментів розробляється технологічна карта у складі
ПВР (проекту виконання робіт) відповідно до ДБН А.3.1-5:2016.

Основні принципи: застосування сучасної опалубки; комплексна
механізація процесів; використання індустріальних методів армування;
безпечна організація праці; дотримання нормативної якості бетонування.

Фундаменти бетонуються безперервно по захватках із застосуванням
автобетонозмішувачів і крана з баддею.

Технологія виконання робіт з влаштування колон, стін і перекриття типового поверху

Монолітні роботи виконуються відповідно до ДБН В.2.6-98:2009 та
ДСТУ Б В.2.7-176:2008.

Послідовність виконання:

- Монтаж арматурних каркасів колон і стін.
- Встановлення щитової опалубки.
- Геодезична перевірка положення конструкцій.
- Бетонування конструкцій шарами товщиною 0,3–0,4 м.
- Ущільнення бетонної суміші глибинними вібраторами.

Догляд за бетоном:

- Розпалублення після досягнення нормативної міцності.
- Бетонна суміш подається краном у баддях або автобетононасосом.
- На різних захватках одночасно можуть виконуватись такі процеси:
 - на першій — демонтаж опалубки;
 - на другій — бетонування;
 - на третій — армування;
 - на четвертій — монтаж опалубки.

Такий метод забезпечує безперервність потоку.

Технологія влаштування стін

Зовнішні та внутрішні огорожувальні конструкції виконуються

відповідно до прийнятого проєкту.

Основні операції: встановлення порядовок; натягування причалки; подача розчину; укладання блоків або цегли; перевірка вертикальності; розшивка швів.

Роботи виконуються згідно з вимогами ДСТУ-Н Б В.2.6-203:2015.

Технологія влаштування підлог

Підлоги в будинку передбачаються таких типів: бетонні — у технічних приміщеннях; керамогранітні — у вестибюлях та громадських зонах; паркетні або ламіновані — у житлових кімнатах; керамічна плитка — у санвузлах і кухнях.

Улаштування виконується після завершення мокрих процесів та прокладання інженерних мереж.

Технологія влаштування покрівлі

Плоска рулонна покрівля влаштовується згідно з ДБН В.2.6-220:2017 «Покриття будівель і споруд».

Послідовність:

- Підготовка основи.
- Улаштування ухилоутворюючої стяжки.
- Пароізоляція.
- Теплоізоляція.
- Гідроізоляційний килим у два шари.
- Захисний шар з гравію на мастиці.

Технологія виконання оздоблювальних робіт

Оздоблювальні роботи виконуються після завершення монтажу інженерних мереж.

Штукатурні роботи: нанесення обризгу; ґрунтувального шару; накривки; затирка поверхні.

Облицювальні роботи: у санвузлах, ванних кімнатах та кухнях стіни облицовуються керамічною плиткою.

Малярні роботи: після висихання штукатурки виконується

шпаклювання, ґрунтування та фарбування.

Роботи проводяться відповідно до ДСТУ-Н Б А.3.1-23:2013.

Проектування технологічних процесів улаштування фундаменту

Відповідно до інженерно-геологічних умов будівельного майданчика та конструктивної схеми будівлі, у проекті прийнято пальові фундаменти із забивних залізобетонних паль. Передача навантаження від надземної частини будівлі здійснюється через монолітний залізобетонний ростверк у вигляді суцільної фундаментної плити, що об'єднує палі в єдину просторову систему.

Проектування та виконання пальових фундаментів здійснюється відповідно до вимог:

ДБН В.2.1-10:2018 «Основи та фундаменти будівель і споруд»;

ДБН В.2.6-98:2009 «Бетонні та залізобетонні конструкції»;

ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва»;

ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».

Підготовчі роботи перед улаштуванням пальового фундаменту

До початку основних робіт із занурення паль необхідно виконати комплекс підготовчих заходів, що забезпечують безпечне та безперервне ведення процесу.

Підготовка до забивки паль включає такі операції: очищення та планування будівельного майданчика, улаштування тимчасових під'їзних шляхів для руху техніки, геодезичну розбивку осей будівлі та пальового поля, винесення в натуру місць занурення паль, закріплення положення кожної палі дерев'яними кілками або металевими штирями, організацію місць складування паль, підведення електропостачання та освітлення робочої зони, перевірку технічного стану копрової установки та вантажопідіймальних механізмів.

Приймання та складування паль

Після доставки збірних залізобетонних паль на будівельний майданчик проводиться їх вхідний контроль: перевіряється наявність заводського маркування; відповідність геометричних розмірів; відсутність тріщин, сколів та пошкоджень; стан монтажних петель; якість бетонної поверхні.

Переміщення паль та їх складування здійснюється краном ДЕК-251.

Палі рекомендується розміщувати в межах зони роботи копрової установки, що скорочує час на допоміжні операції та підвищує продуктивність.

Складування паль виконується штабелями:

- висота штабеля — не більше 3–4 рядів;
- між рядами встановлюються дерев'яні прокладки;
- прокладки розташовують по вертикалі одна над одною;
- місця прокладок суміщають із монтажними петлями.

Для контролю глибини занурення палі на її боковій поверхні наносять метрову розмітку.

Основні технологічні процеси занурення паль

Для виконання робіт застосовується копрова установка СП-49Д, яка забезпечує підйом, установлення та забивання паль ударним способом.

Технологічна послідовність робіт:

- Подача палі краном до копрової установки.
- Стропування та підйом палі.
- Перевертання палі у робоче положення.
- Установлення палі в напрямні копра.
- Вивірення вертикальності палі у двох площинах.
- Початкове занурення палі легкими ударами.
- Основне забивання до проектної відмітки або до відмови.

Перехід копрової установки до наступної точки згідно з прийнятою схемою руху.

Схема руху копра приймається такою, щоб уникнути повторного проїзду по вже забитих палях та забезпечити раціональну організацію робочої зони.

Контроль якості занурення паль

У процесі виконання робіт контролюються: точність положення палі в плані; вертикальність занурення; глибина занурення; величина відмови палі; цілісність оголовка палі; відповідність проєктному положенню.

При відхиленнях понад допустимі значення виконуються коригувальні заходи відповідно до вимог проєкту.

Роботи після завершення забивки паль

Після завершення занурення паль виконують підготовку оголовків до влаштування ростверку.

Послідовність робіт:

- Зрубівання пошкодженого або надлишкового бетону оголовка палі.
- Очищення випусків арматури.
- Зрізання або вирівнювання арматурних стержнів за проєктною відміткою.
- Очищення пального поля.
- Улаштування підбетонки.
- Монтаж арматурного каркаса ростверку.
- Бетонування монолітної фундаментної плити.

Заходи з охорони праці

Під час виконання палих робіт необхідно дотримуватись вимог ДБН А.3.2-2-2009: небезпечна зона роботи копра повинна бути огорожена; сторонні особи до робочої зони не допускаються; стропування паль виконується атестованими стропальниками; під піднятою палею перебування людей забороняється; копрова установка повинна працювати на спланованій та ущільненій основі; роботи припиняються при сильному вітрі або недостатній видимості.

Застосування забивних залізобетонних паль із монолітним ростверком

забезпечує високу несучу здатність фундаментів, рівномірну передачу навантажень та надійність будівлі в умовах слабких або неоднорідних ґрунтів. Використання копрової установки СП-49Д дозволяє механізувати процес і скоротити строки будівництва.

Підрахунок об'ємів робіт

Об'єми робіт визначаються за робочими кресленнями типового проекту. В тих одиницях, на які в ЄНіР вказується та дається норма часу на виконання даної роботи.

Підрахунок здійснюємо в табличній формі.

Підрахунок об'ємів робіт

№	Найменування конструкцій та робіт	Марка конструкції	Од. вим.	К-ть	Маса, т	
					На 1 елем	Всього
1	З/б паля	С80.35-6	шт	296	2,52	746,0

Всього V = 746,0т.

Вибір основного механізму

Під час виконання технологічного процесу улаштування пальових фундаментів для розвантаження, складування, транспортування в межах будівельного майданчика та подачі паль до місця занурення необхідно підібрати основний вантажопідіймальний механізм.

Для виконання зазначених робіт доцільно застосувати самохідний стріловий кран, оскільки він характеризується високою мобільністю, маневреністю, можливістю швидкого переміщення між робочими зонами та ефективною роботою в умовах обмеженої території будівельного майданчика. Використання самохідного крана дозволяє скоротити тривалість допоміжних операцій і забезпечити безперервність технологічного процесу.

Вибір монтажного крана здійснюється відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва», ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві» та технічних характеристик машин.

1. Визначення монтажної маси

Для подавання палі монтажним краном використовуємо строп двовітковий вантажопідйомністю 5 т, масою 0,02 т, висотою стропування 2,2 м.

$$Q_m = m_e + m_c$$

m_e – маса елемента, т;

m_c – маса стропуючих засобів, (20кг)

$$m_e = 2520 \text{ кг}$$

$$Q_m = 2520 + 20 = 2540 \text{ кг} = 2,54 \text{ т}$$

2. Визначення монтажної висоти

$$H_m = h_{on.} + h_{ел.} + h_{зан.} + h_{стр.}$$

$h_{on.}$ – перевищення монтажного елемента над рівнем стоянки крану;

$h_{ел.}$ – висота елемента в монтажному положенні (0,35);

$h_{зан.}$ – запас по висоті під час підйому вантажу над найвищою перешкодою (0,5), м;

$h_{стр.}$ – висота стропуючого засобу (2,2);

$$H_m = 0,5 + 0,35 + 0,5 + 2,2 = 3,55 \text{ м} \approx 4 \text{ м}$$

3. Виліт стріли крану

Виліт стріли визначається за формулою:

$$L_m = \frac{b_\phi}{2} + l_3 + h_k + \frac{B_{кр}}{2}$$

$a_\phi(b_\phi)$ – ширина і довжина зовнішнього контуру по гранях фундаменту;

l_3 – технологічний зазор для виконання робіт по зведенню підземної частини будинку (приймається 0,7 м.);

h_k – глибина котлована (3,3 м);

$B_{кр}$ – ширина ходової частини монтажного крану (приймається 2,5 м).

$$L_m = \frac{17,7}{2} + 0,7 + 3,3 + \frac{2,5}{2} = 14\text{м}$$

Серед елементів, які монтує кран обирається той, для якого всі три монтажні характеристики мають найбільше значення.

Кран обираємо за довідниками.

За характеристиками обирають декілька варіантів кранів, робочі характеристики яких рівні або дещо більші за необхідні (5 – 10 %).

$$L_m = 14\text{м}$$

$$Q_m = 2540\text{кг}$$

$$H_m = 4\text{ м}$$

Обґрунтування вибору

З урахуванням маси збірних залізобетонних паль, необхідної висоти підйому та робочого вильоту стріли для виконання робіт доцільно застосувати самохідний кран вантажопідйомністю 16–25 т, який забезпечить: безпечне переміщення паль; роботу в зоні котловану; достатній запас вантажопідйомності; швидке переміщення між стоянками; сумісність з копровою установкою.

Отже, для виконання робіт із розвантаження та подачі паль до місця занурення найбільш раціональним є застосування самохідного стрілового крана, вибір якого здійснюється за монтажною масою, висотою підйому та необхідним вильотом стріли. Це забезпечує ефективну організацію робіт і скорочення строків улаштування фундаментів.

За даними монтажними характеристиками ($Q_M=2,54\text{ т}$; $H_M=4\text{ м}$; $L_M=14\text{ м}$) обираємо кран ДЕК-251 з наступними вантажними та висотними характеристиками:

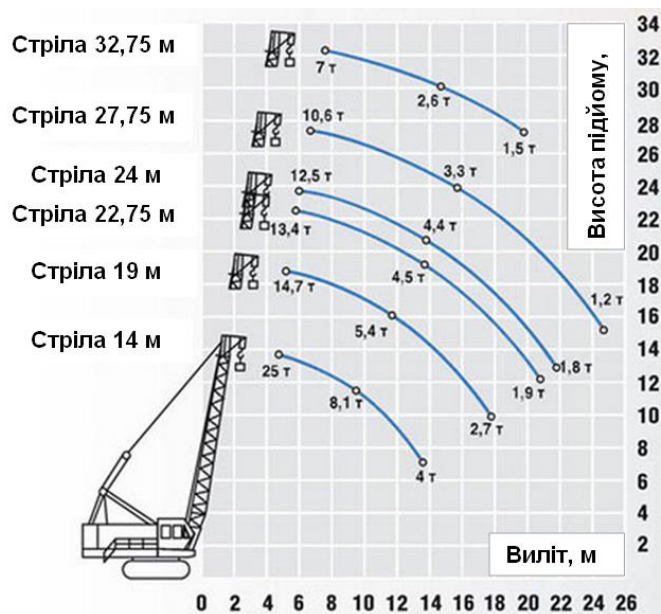


Рис. 3.1– Вантажні та висотні характеристики крана ДЕК- 251 на основній стрілі

Побудова графіку виконання робіт з улаштування фундаментів

Для раціональної організації процесу влаштування фундаментів розробляється календарний графік виконання робіт, який визначає послідовність, тривалість і взаємозв'язок усіх будівельних процесів. Графік є складовою частиною проєкту виконання робіт (ПВР) та розробляється відповідно до вимог ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».

Календарний графік дає можливість: встановити строки виконання окремих процесів; забезпечити безперервність робіт; визначити потребу в робочій силі, механізмах і матеріалах; погодити роботу спеціалізованих бригад; контролювати хід будівництва.

Нормативна трудомісткість приймається за діючими кошторисними нормами та ЄНіР, після чого коригується з урахуванням планового перевиконання норм виробітку на 5–20 %, залежно від ступеня механізації та організації праці.

Прийнята трудомісткість визначається за формулою:

$$T_{\text{пр}} = T_{\text{н}} / k_{\text{п}}$$

де:

T_n — нормативна трудомісткість, люд.-дн.;

k_n — коефіцієнт перевиконання норм (1,05–1,20).

Тривалість процесу визначається:

$$t = T_{np} / n \cdot m$$

де:

n — кількість робітників у зміні;

m — кількість змін на добу.»

Основні процеси при влаштуванні фундаментів

При побудові графіка робіт з улаштування пальових фундаментів доцільно включати такі процеси: підготовка будівельного майданчика, геодезична розбивка пальового поля, доставка та складування паль, переміщення копрової установки, забивання паль, контроль якості занурення паль, зрубівання голів паль, очищення та підготовка арматурних випусків, улаштування бетонної підготовки, монтаж арматури ростверку, встановлення опалубки, бетонування ростверку, догляд за бетоном, демонтаж опалубки, зворотне засипання пазух.

Організаційні вимоги до графіка

Під час складання календарного графіка необхідно забезпечити: потоковість виконання процесів; максимальне суміщення робіт у часі; безперервну роботу механізмів; рівномірне завантаження робітників; дотримання технологічних перерв (твердіння бетону); безпечну організацію робіт.

Календарний графік виконання робіт з улаштування фундаментів є важливим організаційним документом, що дозволяє ефективно спланувати ресурси, скоротити строки будівництва та забезпечити ритмічне виконання процесів. Правильно складений графік сприяє зниженню простоїв машин і робочої сили та підвищує загальну ефективність будівництва.

Графік виконання робіт на влаштування пальових фундаментів

Найменування робіт	Обґрунтування за ЄНІР	Обсяг робіт		Норма часу		Трудоємкість нормативна		Трудоємкість прийнята		Трив-ть	Змін.	Проф.розряд	К-ть роб.	Робочі дні																	
		Один вим.	К-ть	Люд-год	Маш-год	Люд-год	Маш-год	Люд-год	Маш-год					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Розвантаження паль та укладання їх в штабеля	E12-28	100 паль	2,94	21,3	7,1	62,6	20,9	72	24	1,5	2	Машин.6р Копр.5р. Копр3р.	1 1 1																		
Перевертання паль для розміток	E12-83	100 паль	2,94	28,4	9,47	83,5	27,9	96	24	2	2	Маш.5р Такел.3р.	1 2																		
Розкладання паль у місце занурення	E12-83	100 паль	2,94	30	10	88,2	29,4	96	24	2	2	Маш.5р Такел.3р.	1 2																		
Розмітка паль	E12-97	100 паль	2,94	1,2	-	3,53	-	4	-	0,5	1	Копр.3р.	2																		
Занурення паль	E12-28	1 паля	294	1,53	0,51	449,8	150,0	480	160	10	2	Маш.6р. Копр.5р. Копр.3р.	1 1 1																		
Зрубка голів з/б паль	E12-39	1 паля	294	0,35	0,12	102,9	35,3	128	32	2	1	Бетонув.3р	4																		
Зрізка стержнів арматури	E22-11	10 пер.	117,6	0,07	-	8,2	-	8	-	1	1	Газоріз.3р.	1																		

Розрахунок техніко - економічних показників

Для загальної оцінки ефективності прийнятих рішень визначають техніко-економічні показники:

- «загальна тривалість робіт T визначається за календарним графіком;
- витрати праці на весь обсяг $\sum Q$, люд.-змін;
- витрати праці на прийняту одиницю виміру q , люд-змін/м³;

$$q = \frac{\sum Q}{V} = \frac{76316}{81964} = 0,768$$

де $\sum Q$ – загальні витрати праці, люд.-змін;

V – обсяг робіт, м³.

B – виробіток на одного робітника за зміну в фізичному вираженні, м³/люд-дн;

- витрати люд.-змін на весь обсяг».

$$B = \frac{V}{\sum Q} = \frac{81964}{62949} = 1.302$$

4. Охорона праці

Правові та нормативні основи охорони праці

Законодавча та нормативна база охорони праці в Україні

Правове регулювання охорони праці в Україні здійснюється відповідно до положень Конституції України, Кодексу законів про працю України, Закону України «Про охорону праці», а також інших нормативно-правових актів, що встановлюють вимоги щодо безпеки праці, виробничої санітарії та пожежної безпеки [17].

Основним спеціалізованим нормативним актом у сфері безпеки праці є Закон України «Про охорону праці», який визначає основні положення реалізації конституційного права працівників на належні, безпечні та здорові умови праці. Закон регулює взаємовідносини між роботодавцем і працівником у сфері охорони праці, а також встановлює єдиний порядок організації охорони праці на підприємствах незалежно від форми власності.

До основних законодавчих актів, що також регулюють питання безпеки праці, належать:

Кодекс законів про працю України (КЗпП) – визначає права працівників на безпечні умови праці, режим праці та відпочинку, порядок проведення інструктажів і навчання;

Закон України «Про загальнообов’язкове державне соціальне страхування»;

Закон України «Основи законодавства України про охорону здоров’я»;

Закон України «Про пожежну безпеку»;

Закон України «Про забезпечення санітарного та епідемічного благополуччя населення»;

Закон України «Про використання ядерної енергії та радіаційну безпеку»;

Закон України «Про дорожній рух».

Нормативну основу охорони праці також становлять:

НПАОП – нормативно-правові акти з охорони праці;

ДБН – державні будівельні норми;

ДСТУ – державні стандарти України;

правила пожежної безпеки;

санітарні норми та гігієнічні регламенти;

галузеві інструкції та положення.

Для будівельної галузі основними нормативними документами є:

ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;

ДБН В.1.1-7:2016 «Пожежна безпека об'єктів будівництва»;

ДСТУ EN ISO 45001:2019 – системи управління охороною здоров'я та безпекою праці.

Нормативні акти з охорони праці на підприємстві

На кожному будівельному підприємстві роботодавець зобов'язаний розробити та затвердити внутрішні нормативні документи з питань охорони праці відповідно до вимог чинного законодавства України.

До основних документів належать:

«Положення про систему управління охороною праці на підприємстві»;

Положення про службу охорони праці;

Положення про комісію з питань охорони праці;

Положення про уповноважених працівниками осіб з питань охорони праці;

Положення про навчання, інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці;

Порядок проведення вступного, первинного, повторного, позапланового та цільового інструктажів;

Наказ про проведення атестації робочих місць за умовами праці;

Положення про організацію попередніх та періодичних медичних оглядів працівників;

Інструкції з охорони праці за професіями та видами робіт;

Інструкції з пожежної безпеки;

Перелік робіт з підвищеною небезпекою;

Перелік посадових осіб, які проходять навчання і перевірку знань з охорони праці;

Наказ щодо забезпечення працівників засобами індивідуального захисту;

Положення про забезпечення працівників спецодягом, спецвзуттям та іншими ЗІЗ.»

Виробнича санітарія

Виробнича санітарія — це система організаційних, санітарно-гігієнічних та технічних заходів, спрямованих на запобігання впливу на працівників шкідливих виробничих факторів і створення безпечних умов праці.

Під час будівництва багатоповерхового житлового будинку особлива увага приділяється забезпеченню нормативних умов праці відповідно до вимог:

ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві»;

ДСН 3.3.6.042-99 «Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень»;

ДБН В.2.5-28:2018 «Природне і штучне освітлення»;

ДСН 3.3.6.037-99 – норми шуму на робочих місцях.

Основними небезпечними та шкідливими виробничими факторами на будівельному майданчику є: підвищена запиленість повітря робочої зони;

загазованість від роботи будівельної техніки; підвищений або знижений рівень температури повітря; несприятлива вологість та швидкість руху повітря; підвищений рівень шуму від машин та механізмів; вібрація від роботи обладнання; недостатнє природне або штучне освітлення; електромагнітні поля від електрообладнання; фізичне перевантаження працівників.

Для зменшення впливу шкідливих факторів передбачаються такі заходи: використання засобів індивідуального захисту; зрошення території для зниження запиленості; організація місцевого та загального освітлення; дотримання режимів праці та відпочинку; механізація важких процесів; проведення періодичних медичних оглядів; контроль рівнів шуму, вібрації та мікроклімату; забезпечення працівників побутовими приміщеннями та питною водою.

Дотримання вимог виробничої санітарії сприяє зниженню професійних ризиків, збереженню здоров'я працівників та підвищенню продуктивності праці.

Основні заходи і засоби санітарно-гігієнічного обслуговування працюючих

Під час організації будівництва багатоповерхового житлового будинку необхідно передбачити комплекс санітарно-гігієнічних заходів, спрямованих на забезпечення належних умов праці, збереження здоров'я працівників та підвищення продуктивності праці. Організація санітарно-побутового забезпечення на будівельному майданчику виконується відповідно до вимог чинних нормативних документів України.

Тимчасові санітарно-побутові приміщення

На період виконання будівельно-монтажних робіт на майданчику необхідно влаштувати тимчасові побутові приміщення збірно-розбірного або контейнерного типу.

При їх розміщенні слід дотримуватися таких вимог: розташовувати поблизу входу на будівельний майданчик; забезпечувати найкоротшу відстань до робочих місць (не більше 500 м); розміщувати з навітряного боку відносно джерел пилу, шуму та шкідливих викидів; розташовувати не ближче 50 м від

об'єктів, що виділяють пил, дим або газу; вибирати сухі, добре дреновані ділянки; забезпечувати природне освітлення приміщень; передбачати підключення до мереж електропостачання, водопроводу, каналізації та опалення; дотримуватись норм пожежної безпеки та забезпечити вільний під'їзд пожежної техніки.

Склад санітарно-побутового комплексу

Для забезпечення належних умов праці на будівельному майданчику передбачаються такі приміщення: гардеробні для зберігання особистого та робочого одягу; умивальні; душові; санітарні вузли (туалети); приміщення для сушіння спецодягу та взуття; кімнати відпочинку та обігріву працівників у холодний період року; приміщення для приймання їжі; медичний пункт або аптечка першої допомоги; приміщення охорони; місця для паління, обладнані згідно з вимогами пожежної безпеки.

Поблизу робочих зон також повинні бути організовані майданчики короткочасного відпочинку працівників.

Розрахунок площ побутових приміщень

Площі санітарно-побутових приміщень визначаються відповідно до максимальної кількості працівників, зайнятих в одну зміну.

При двозмінному або тризмінному режимі роботи площі гардеробних та інших приміщень розраховують з урахуванням загальної чисельності працівників суміжних змін.

Для орієнтовних розрахунків допускається приймати структуру персоналу: чоловіки – 70 %; жінки – 30 %.

Основні санітарно-гігієнічні заходи на майданчику

З метою забезпечення безпечних та комфортних умов праці передбачаються такі заходи: регулярне прибирання території та побутових приміщень; забезпечення працівників питною водою; опалення побутових приміщень у

зимовий період; вентиляція та освітлення тимчасових будівель; своєчасне очищення санітарних вузлів; проведення дезінфекції побутових приміщень; забезпечення працівників мийними засобами; контроль за дотриманням правил особистої гігієни; організація медичного обслуговування та надання першої допомоги.

Раціональна організація санітарно-побутового обслуговування на будівельному майданчику є важливою складовою системи охорони праці. Виконання зазначених заходів забезпечує належні умови праці, знижує рівень професійних ризиків, сприяє збереженню здоров'я працівників і підвищує ефективність будівельного виробництва.

Список використаних джерел

1. ДБН В.2.2-15:2019 Будинки і споруди. Житлові будинки. Основні положення.
2. ДБН В.2.1-10:2018 Основи та фундаменти будівель і споруд. Основні положення проектування.
3. Будівельна кліматологія. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі ДСТУ – Н Б В.1.1-27:2010 - [Чинний від 2011-11-01]. - К. : Мінрегіонбуд України, 2011 – 123 с. - (Національний стандарт України).
4. ДБН В.1.2-2:2021 Навантаження і впливи. Норми проектування.
5. ДБН В.2.6-98:2009 Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення.
6. ДБН В.2.6-162:2010 Кам'яні та армокам'яні конструкції. Основні положення.
7. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель.
8. ДБН В.1.1-7:2016 Пожежна безпека об'єктів будівництва. Загальні вимоги.
9. ДБН В.1.2-4:2006. Інженерно-технічні заходи цивільного захисту (цивільної оборони). – [Чинний від 2007-04-01]. – К. : Укрархбудінформ, 2006. – 34 с.
10. ДСТУ Б.А.3.2-15:2011. Норми освітлення будівельного майданчика. - [Чинний від 2012-12-01]. – К.: Мінрегіон України, 2012– (Національні стандарти України).
11. ДБН А.2.2-3:2014 Склад та зміст проектної документації на будівництво.
12. ДБН А.2.1-1-2014 Інженерні вишукування для будівництва. Ґрунти та геологія
13. ДСТУ Б В.2.1-17:2009 Ґрунти. Методи лабораторного визначення фізичних властивостей.
14. ДСТУ Б В.2.1-4-96 Ґрунти. Методи визначення міцності та деформованості.
15. ДСТУ Б В.2.1-2-96 Ґрунти. Класифікація.

- 16.ДБН А.3.1-5:2016 «Організація будівельного виробництва».
- 17.ДБН А.3.2-2-2009 «Охорона праці і промислова безпека у будівництві».
- 18.Шутенко Л.М. та ін. Механіка ґрунтів, основи та фундаменти. Харків,
- 19.Практичний розрахунок елементів залізобетонних конструкцій за ДБН В.2.6-98:2009 у порівнянні з розрахунками за СНиП 2.03.01-84* і EN 1992-1-1 (Eurocode 2) / В.М. Бабаєв, А.М. Бамбура, О.М. Пустовойтова, П.А. Резнік, Є.Г. Стоянов, В.С. Шмуклер за заг. ред. В.С. Шмуклера. – Харків:Золоті сторінки, 2015. – 208с
- 20.Основи та фундаменти. Навчальний посібник для студентів спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія / І.О.Парфентьєва, О.В. Верешко, Д.А. Гусачук. Луцьк: ЛНТУ, 2017.- 296с.
- 21.Механіка ґрунтів, основи та фундаменти : підручник / Л. М. Шутенко, О. Г. Рудь, О. В. Кічаєва та ін. ; за ред. Л. М. Шутенка ; пер. з рос. ; Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 563 с.
- 22.Зоценко М.Л. та ін. Інженерна геологія, механіка ґрунтів, основи та фундаменти. – Полтава, 2003. – 550 с.