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

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

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття освітнього ступеня

Магістра
(назва освітнього ступеня)

на тему: Проєкт десятиповерхового житлового будинку з дослідженням енергоефективності огороджуючих конструкцій

Виконав(ла): студент(ка) 6 курсу, групи МБмз
спеціальності 192 «Будівництво та цивільна інженерія»
(шифр і назва спеціальності)

(підпис) Ларочкін А.О. (прізвище та ініціали)

Керівник (підпис) Коваль І.В. (прізвище та ініціали)

Нормоконтроль (підпис) Данильченко С.М. (прізвище та ініціали)

Завідувач кафедри (підпис) Ясній В.П. (прізвище та ініціали)

Рецензент (підпис) (прізвище та ініціали)

Тернопіль, 2021

ЗМІСТ

ВСТУП…….. 5
РОЗДІЛ 1.Архітектурно-будівельний розділ……..... 7
1.1 Загальна частина……..…… 8
1.2 Коротка характеристика району та майданчику будівництва…… 8
1.3 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчи для будівництва будинку……..…….. 8
1.4 Об’ємно-просторові та планувальні рішення будівлі…….…. 9
1.5 Конструктивні рішення будівлі……10
1.6 Внутрішнє опорядження житлових приміщень……10
1.7 Заходи щодо забезпечення маломобільних груп населення..... 11
1.8 Вентиляція будинку……11
1.9 Дренаж…….…… 12
1.10 Заходи з енергозбереження……..13
1.11 Газопостачання……16
1.12 Техніко-економічні показники по споруді……17
РОЗДІЛ 2.Розрахунково-конструктивний розділ ……... 18
2.1 Формування моделі будівлі……19
2.2 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку……19
2.2.1 Визначення навантажень і зусиль колони……19
2.2.2 Визначення навантажень і зусиль балки……..……..27
РОЗДІЛ 3.Науково-дослідний розділ…… 44
3.1 Постановка задач дослідження……. 45
3.2 Методика дослідження……46
3.3 Результати дослідження……. 46
3.4 Висновки за результатами дослідження……54
РОЗДІЛ 4.Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях…… 55
4.1 Характеристика проектованого об’єкта……56
4.2 Зовнішня техногенна безпека ……56

4.2.1 Радіаційна безпека……56
4.2.2 Хімічна безпека……56
4.2.3 Транспортні магістралі……56
4.3 Внутрішня небезпека проектованого об’єкта……57
4.3.1 Електробезпека……..……57
4.3.2 Пожежо- та вибухонебезпека……..57
4.3.3 Психофізіологічна небезпека……58
4.4 Заходи запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і захист людей ……..……58
4.4.1 Інженерні заходи……..58
4.4.2 Організаційні заходи……60
4.5 Вибухобезпека будівель і споруд……61
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ…… 63
БІБЛІОГРАФІЯ ……64

ВСТУП

Актуальність теми. Зростання потреб суспільства в наявності житлових будівель та комплексів, як елементів міської інфраструктури.

Мета роботи: Розробка проекту житлової будівлі з вбудованими офісними приміщеннями з дослідженням енергоефективності.

Об'єкт досліджень –тепловтрати житлових будівель з з вбудованими офісними приміщеннями.

Предмет дослідження – теплотехнічні параметри основних огороджуючих конструкцій житлових будівель з вбудованими офісними приміщеннями.

Доцільність проведення досліджень зумовлена тим, що отримані результати дадуть можливість підвищити економічність та енергонезалежність житлових будівель з вбудованими офісними приміщеннями при їх експлуатації.

Завдання роботи:

- розробити основні конструктивні та архітектурні рішення житлової будівлі з вбудованими офісними приміщеннями;
- виконати розрахунок основних несучих конструкцій;
- розробити будгенплан;
- визначити основні теплотехнічні параметри основних огороджуючих конструкцій житлової будівлі з вбудованими офісними приміщеннями;
- розробити заходи по охороні праці та цивільному захисту населення.

Методи дослідження – аналіз літературних джерел, чисельні.

Галуззю застосування результатів роботи є проектування нових, реконструкція та експлуатація існуючих житлових будівель з вбудованими офісними приміщеннями.

Наукова новизна отриманих результатів полягає в тому, що отримала подальший розвиток методика визначення основних теплотехнічних параметрів основних огороджуючих конструкцій житлових будівель з вбудованими офісними приміщеннями.

Практичне значення отриманих результатів. Отримані в роботі результати досліджень можуть бути використані для будівництва нових та

реконструкції існуючих житлових будівель з вбудованими офісними приміщеннями.

Апробація результатів магістерської роботи виконана роботи виконана на XX Міжнародній науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, 24-25 листопада 2021 року.).

Публікація результатів магістерської роботи здійснена у збірнику тез вищезазначеної конференції.

Робота виконана згідно з тематикою науково-дослідних робіт кафедри будівельної механіки ТНТУ та державними програмами надійності і економічності будівельних виробів, матеріалів і конструкцій.

Ключові слова: енергоефективність, клас енергоефективності, житлові будівлі.

РОЗДІЛ 1. АРХІТЕКТУРНО-БУДІВЕЛЬНИЙ РОЗДІЛ

1.1 Загальна частина

Проектується житловий будинок у м. Хмельницький.

З півночі ділянка межує з ділянкою на якій зведено 10-ти поверховий будинок, з півдня обмежена червоними лініями, зі сходу та заходу – ділянками 9-ти поверхових будівель .

1.2 Коротка характеристика району та майданчику будівництва

Будівля розроблена в районі з наступними даними по кліматології та геофізиці:

- кліматичний район II В-3;
- панівні вітри – північно-західні
- сейсмічність ділянки майданчика будівництва при II категорії ґрунтів, згідно табл. 1.1 [1] – 6 балів
- розрахункова температура зовнішнього повітря:
    - найбільш холодної п'ятиденки - 23°С
    - найбільш холодної доби -24°С
    - найжаркішого місяця + 18,4°С
    - тривалість опалювального періоду 191 доба

Ступінь вогнестійкості II;

Категорія по вибухопожежній безпеці – не класифікується;

За умовною висотою – багатоповерховий 34,6м;

За призначенням – житлова будівля з вбудованими громадськими приміщеннями.

1.3 Геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика для будівництва будинку

В геоморфологічному відношенні досліджувана ділянка розміщена в межах Подільської височини. Рельєф ділянки похилий на південь, сформований відкосом. Перепад рельєфу по ділянці з півночі на південь - 1,4м. По складності інженерно-

геологічних умов ділянка відноситься до I категорії. (дод. 10 [2]). Сучасні геологічні процеси і явища несприятливі для будівництва відсутні. Підземні води присутні на глибині 6,5м. В гідрогеологічному відношенні досліджувана ділянка придатна для використання по призначенню. Сейсмічність району згідно [1] – 6 балів. Категорія ґрунтів за сейсмічними властивостями – II.

Ґрунтово-рослинний шар залягає з поверхні землі до глибини 0.3 – 0.9 м. Під ґрунтово-рослинним шаром лягає товща ґрунтів, яка включає три інженерно-геологічні елементи:

- супіски пластичні
- піски середнього ступеню вологості

Ґрунти промерзають на глибину до 0,8 м. Існуючі геологічні процеси і явища, що могли б завадити будівництву – відсутні.

1.4 Об'ємно-просторові та планувальні рішення будівлі

Призначення споруди – житловий будинок з офісними приміщеннями.

Об'ємно-просторове вирішення – житловий будинок на один під'їзд, з цокольним поверхом, дев'ять повноцінних житлових поверхів та технічний поверхи в горищному поверсі. Пластику фасадів формують чіткі та прості форми. Контур будівлі близький до квадратного (21.6х24.7 м).

Планувальні вирішення - в цокольному поверсі запроектовано приміщення аптек, електрощитова, водомірний вузол житлового будинку, підвальні приміщення та пожежна насосна станція. На першому поверсі, запроектовані дві однокімнатні, одна двокімнатна та одна трикімнатна квартири. На другому - дев'ятому поверхах в під'їзді запроектовані - дві трикімнатні, одна однокімнатна та одна двокімнатна квартири. Головний входи в житловий будинок запроектовані з подвір'я з північної сторони ділянки від рівня першого поверху. З вул. Живова запроектований окремий вхід в аптечні приміщення.

1.5 Конструктивні рішення будівлі

Конструктивна схема будинку. Контур будівлі близький до квадратного Будинок з поздовжніми та поперечними несучими стінам з керамічної цегли збірним залізобетонним перекриттям. Зовнішні стіни несучі. Геометрична незмінність будівлі забезпечена конструкціями сходової клітки та ліфтовою шахтою, несучими стінами та перекриттям.

Обґрунтування прийнятого типу фундаментів. Планується встановлення буро- набивних паль. Основою фундаментів є шар ІГЕ7.

Основні конструктивні елементи будинку:

- стіни і перегородки - цегляні, товщиною 65, 120, 380, 510, 640, 770 мм;
- перекриття – збірні залізобетонні плити ПК, марок: ПК60.15-6-Ат-V-а ПК60.12-6-Ат-V-а, ПК57.15-6-Ат-V-а, ПК57.12-6-Ат-V-а, ПК42.15-6-Ат-V-а ПК48.12-6-Ат-V-а, ПК42.15-6т, ПК42.12-6т, ПК36.12-6т, ПК24.12-6т, а вони одночасно виконують роль антисейсмічних поясів стін;
- на балконах використано монолітні залізобетонні плити, а для загороди – легкі металеві;
- перемички для вікон та дверей є збірними та монолітними залізобетонними;
- сходові проходи – стандартні, збірні залізобетонні;
- покрівля має конструкцію, що передбачає плоский дах, а також технічне підпілля (горище).

1.6 Внутрішнє опорядження житлових приміщень

Стіни і перегородки:

- житлові приміщення - вапняно-піщана штукатурка, гіпсова шпаклівка, водоемульсійне пофарбування стін та перегородок
- в кухнях - облицювання стін над робочою поверхнею керамічною плиткою
- в санвузлах - облицювання стін керамічною плиткою на всю висоту приміщення

Підлоги - в житлових приміщеннях, гардеробах – паркет, в кухнях, прихожій і санвузлах – керамічна плитка.

Стелі - гіпсове шпаклювання, водоемульсійне пофарбування.

Внутрішні двері - дерев'яні з дерев'яними коробками.

Внутрішнє оздоблення сходів - огорожа сходів – металева, низ сходів – гіпсове шпаклювання, водоемульсійне пофарбування, стеля –гіпсове шпаклювання, водоемульсійне пофарбування , вапняно-піщана штукатурка, гіпсова шпаклівка, водоемульсійне пофарбування стін.

1.7 Заходи щодо забезпечення маломобільних груп населення

Пішохідні шляхи – повздовжній та поперечний ухили відповідають встановленим межах.

Покриття пішохідних шляхів і підлог – поверхні покрить пішохідних шляхів і підлог – тверді, не слизькі. Покриття пішохідних доріжок, тротуарів, пандусу – рівне.

Пандуси і сходи - запроектовано пандус з огорожею та бортиками висотою 5 см на рівень входу до офісних приміщень та ліфтового холу житлової частини. В кінці пандусу площадка розміром більше 1,5 м.

1.8 Вентиляція будинку

Система вентиляції - система вентиляції житлового будинку природна, припливно-витяжна. Видалення повітря через верхню зону каналів кухонь і санвузлів вивід вище покрівлі на 0,5 м. Приплив через вікна та притвори дверей.

Характеристика вентиляційних каналів (загальний збірний, окремі, вентблоки та інше) - загальний збірний колектор з поверховими вентиляційними канали окремі для кожної кухні . Загальний збірний колектор з поверховими каналами для кожного санвузла.

Вентиляція підвалу - вентиляція технічного поверху здійснюється за рахунок вентиляційних отворів у стінах. З підвалу з окремих вентиляційних каналів. Димовидалення- конструктивне вирішення - через вікна сходової клітки

Застосування вентиляційних установок - для видалення повітря із залів барів застосовується мало шумний канальний вентилятор. Величина шуму не перевищує 40 дБ

Інші дані та відомості - для допоміжних приміщення кафе природне видалення повітря зонтами над технологічним обладнанням та вентиляційними каналами з вентиляційними решітками. З викидом повітря вище покрівлі на 0,5 м. Механічна припливно- витяжна з приміщень зали бару та десертного бару. Вентиляція офісних приміщень природня припливно-витяжна. Видалення повітря через канали вище покрівлі. Приплив через вікна.

1.9 Дренаж

Гідрогеологічні умови (максимальний рівень підземних вод, водоносні породи та ін.) - як водоприймальні застосовуються дренажні труби ∅160 мм в обгортці з синтетичного чи мінераловатного полотна. Дренажні труби обсипаються дрібним щебнем і середньозернистим піском. Дренажні обсипки перед застосуванням промити від глинистих часток і просіяти. Пластовий дренаж передбачено у вигляді засипки з дрібного щебню та середньозернистого піску під всією площею підлоги з влаштуванням збірних дрен.

Прийнятий тип дренажу - враховуючи гідрогеологічні умови ділянки та архітектурно-будівельні вирішення передбачається: влаштування пристінного дренажу, і у товщі підготовки під підлогу підвалу – пластового.

Місце відведення дренажної води - відведення дренажної води самопливне з підключенням у зовнішню каналізацію і встановленням зворотного клапана на відвідній трубі.

Конструктивне вирішення системи дренажу (матеріал труб, фільтр та ін.) - на період вишукувань підземні води не виявлені. На час інтенсивних опадів у північно-західній частині ділянки можливе формування локального тимчасового во-

доносного горизонту типу «верховодки». У гідрогеологічному відношенні досліджувана ділянка придатна для використання за призначенням.

1.10 Заходи з енергозбереження

Архітектурно-будівельні рішення

Теплотехнічний розрахунок огороджувальної конструкції.

Температурна зона - II

Група експлуатації матеріалу «Б»

Тепловологісний режим приміщень - нормальний

Термічний опір R, [м^2°С/Вт]: $R = \frac{\delta}{\lambda}$,

де δ – товщина шару

λ – розрахунковий коефіцієнт теплопровідності матеріалу шару [т/(м·°С)]

λ_1 – зовнішня штукатурка з цементно-пісчаного розчину;

λ_2 – утеплювач жорсткий пінополіуритан;

λ_3 – кладка з керамічної цегли;

λ_4 - внутрішня штукатурка з вапняно-пісчаного розчину;

Рішення по утепленню зовнішньої стіни представлено на рис. 1.1

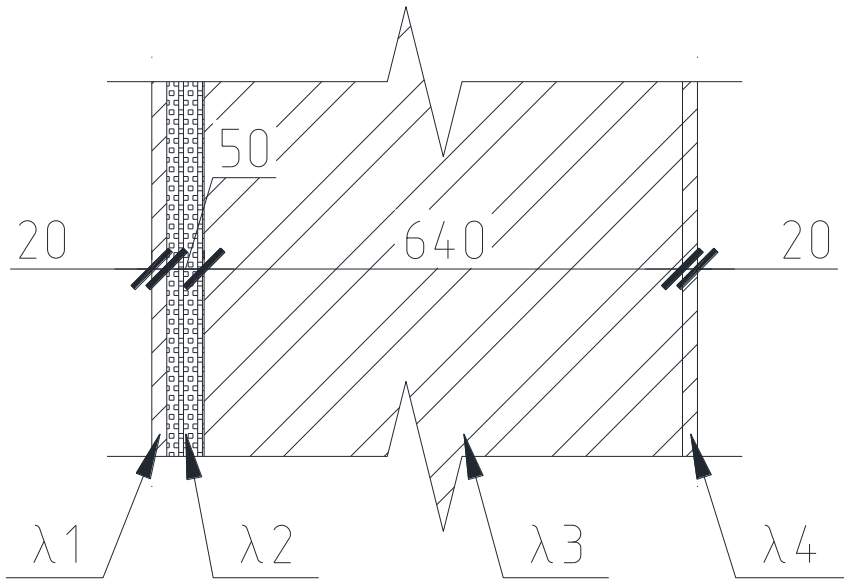

Рисунок 1.1 – Схема утеплення зовнішньої стіни

Теплопровідність	Теплозасвоєння	Густина
$\lambda_1 = 0{,}47$	$S_1 = 9{,}23$	$\rho_1 = 1600$
$\lambda_2 = 0{,}04$	$S_2 = 0{,}42$	$\rho_2 = 40$
$\lambda_3 = 0{,}56$	$S_3 = 9{,}66$	$\rho_1 = 1800$
$\lambda_4 = 0{,}58$	$S_4 = 10{,}35$	$\rho_1 = 1800$

Опір теплопередачі, м^2·°С/Вт, огороджувальної конструкції:

$$R_о = \frac{1}{\alpha_в} + R_к + \frac{1}{\alpha_н},$$

$\alpha_в$ – коефіцієнт тепловіддачі внутрішньої поверхні огороджувальної конструкції.

$\alpha_в = 8{,}7$ Вт/(м^2 · °С).

$\alpha_н$ – коефіцієнт тепловіддачі зовнішньої поверхні огороджувальної конструкції.

$\alpha_н = 23$ Вт/(м^2 · °С).

$R_к$ – термічний опір, м^2·°С/Вт, огороджувальної конструкції з послідовно розміщеними однорідними шарами.

$$R_к = R_1 + R_2 + \text{K} + R_n + R_{в.п},$$

R_1, R_2, …, R_n – термічні опори окремих шарів огороджувальної конструкції м^2°С/Вт.

Мінімально допустимий опір тепло передачі становить $R_{q\,min} = 2{,}5$ м^2·°С/Вт

Приймаємо товщину утеплювача рівною 5 см.

$R_ф = 1/7{,}6+0{,}02/0{,}47+0{,}05/0{,}04+0{,}64/0{,}56+0{,}02/0{,}58+1/23=2{,}65$ м^2·°С/Вт.

Перевірка:

$R_ф \geq R_{q\,min}$

$2{,}65 \geq 2{,}5$

Віконні та дверні балконні блоки прийняті дерев’яні з подвійним склопакетом

Опір теплопередачі складає

R_0=0,5 м^2 (К/Вт)

*Нормативний опір теплопередачі становить R_q min=0,5 м^2 (К/Вт).

Перекриття над технічними приміщеннями цокольного поверху - утеплене плитами пінополістиролу товщиною 70 мм.

Опір теплопередачі складає R_0=3,1 м^2 (К/Вт)

*Нормативний опір теплопередачі становить R_q min=3,3 м^2 (К/Вт).

На входах в будинок передбачені тамбури з дверима, оснащеними приладами само закривання.

Електропостачання

Застосування електроарматури, виготовленої за новітніми технологіями з високою світловіддачою.

Внутрішня проводка запроектована проводами та кабелями з мідними жилами, що значно зменшить витрати електроенергії та підвищить надійність електропостачання.

У всіх споживачів електричної енергії передбачена установка лічильників нормального класу точності і відповідних технічних характеристик.

Опалення

Система опалення центральна

Всі нагрівальні прилади обладнують регулюючими клапанами з терморегулюючими головками

Коефіцієнти термічного опору огороджуючи конструкцій відповідають нормативним показникам.

Водопостачання

Передбачено індивідуальний облік води для системи холодного водопостачання (економія енергоресурсів складає 30%)

Передбачений економічний насос для підкачування холодної води, що знижує витрати електроенергії на подачу води.

Газопостачання

В кожній квартирі встановлюється газовий лічильник.

1.11 Газопостачання

Обґрунтування прийнятих рішень - технічні умови ВАТ «Хмельницькгаз» № 18/274 від 30.07.2008 геодезична зйомка, генплан.

Джерело газопостачання - існуючий газопровід низького тиску ∅200, що пролягає по вулиці. Тиск газу в точці підключення -200 мм вод. ст. Глибина залягання – 0,8

Споживачі газу, устаткування, яке підлягає газифікації - 4-х комфорочні газові плити Для обліку газу – побутові мембранні газові лічильники типу G-1,6

Для виявлення витоків газу – сигналізатори метану та чадного газу

Розрахункова витрата газу – 26,2 $м^3$/год

Конструктивне вирішення внутрішніх мереж - стояки прокладаються відкрито в кухнях. Відключаючи арматура встановлюється перед кожним газовим приладом і перед лічильником. Перетин газопроводом стін і перекрить виконується в футлярах із сталевих труб.

Зовнішні мережі, ввід газопроводу - від місця врізки до проектованого житлового будинку газопровід прокладається підземно і покривається «значно посиленою» ізоляцією. На виході на фасад встановлюється контрольна трубка, відключаючий кран, електроізолюючий фланець і дашок над фланцем. Далі газопровід прокладається по фасаду і вводиться безпосередньо в приміщення кухонь. На кожному стояку встановлюється відключаючий кран.

Інші дані та відомості - кожне приміщення кухні має вентиляційний канал, які виведені вище покрівлі, вікно з квартиркою. В дверях кухні виконати підріз площею 0,02 $м^2$. Всі газопроводи монтувати із стальних електрозварних труб із сталі 10 групи надземні і внутрішні газопроводи фарбуються олійною фарбою в два шари відповідно до вимог.

Запірна арматура повинна бути призначеною для газу.

1.12 Техніко-економічні показники по споруді

Техніко-економічні показники по споруді представлені в табл. 1.1

Таблиця 1.1 – Техніко-економічні показники по споруді

1	Площа забудови	$М^2$	1500
2	Поверховість	Пов.	11
3	Умовна висота будинку	м	34,6
4	Кількість квартир в т.ч.	Кв.	36
	- однокімнатних	Кв.	10
	- двокімнатних	Кв	9
	- трикімнатних	Кв.	17
5	Площа квартир у будинку в тому числі	$М^2$	2839,9
	- житлова площа квартир	$М^2$	2045,9
6	Площа вбудованих нежитлових приміщень в тому числі	$М^2$	530,6
	- площа аптеки	$М^2$	116,0
	- площа технічних приміщень	$М^2$	414,6
7	Загальний будівельний об’єм	$М^3$	15427,5
	- вище позначки ±0,000	$М^3$	13730,5
	- нижче позначки ±0,000	$М^3$	1697,0

РОЗДІЛ 2. РОЗРАХУНКОВО-КОНСТРУКТИВНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Формування моделі будівлі

Розрахунок об’ємно-просторового каркасу десятиповерхового будинку виконували у ПК «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» версії 2021р.

У програмі «Autodesk Robot Structural Analysis Pro» формували окремо кожну одиницю конструкції. а саме: колони, стіни, монолітні плити перекриття, покрівлю та фундаменти прив’язка до плану будівлі.

2.2 Розрахунок будівлі. Результати розрахунку

2.2.1 Визначення навантажень і зусиль колони

Колона10 Кількість ідентичних елементів: 1

Властивості матеріалів:

- Бетон: C35/45 fck = 3.50 (kN/cm^2)

Густина : 2501.36 (kG/m^3)

Середній розмір : 20.0 (mm)

- Повздовжнє армування: : B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Клас пластичності : C

- Поперечне армування: B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Геометричні характеристики:

Rectangular 42.0 x 38.0 (cm)

Height: L = 3.75 (m)

Slab thickness = 0.00 (m)

Beam height = 0.00 (m)

Cover= 4.0 (cm)

Властивості

Варіанти розрахунку:

- Розрахунки відповідають : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seismic dispositions : No requirements
- Precast column : no
- Pre-design : no
- Slenderness taken into account : yes

- Compression : with bending
- Ties : to slab
- Fire resistance class : No requirements

Навантаження:

Case	Nature	Group	□f	N	My(s)	My(i)	Mz(s)	Mz(i)	
			(kN)	(kN*m)		(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
DL1	dead load(Structural)		1	1.35	2670.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LL1	live load(Category A)		1	1.50	620.0 0.0	0.0	0.0	0.0	

□f - load factor

Результати розрахунків:

Safety factors Rd/Ed = 1.03 > 1.0

ULS/ALS Аналіз

Design combination: 1.35DL1+1.50LL1 (A)

Combination type: ULS

Internal forces:

Nsd = 4534.5 (kN)Msdy = 0.0 (kN*m) Msdz = 0.0 (kN*m)

Design forces:

Upper node

N = 4534.5 (kN) N*etotz = 90.7 (kN*m) N*etoty= 90.7 (kN*m)

Eccentricity:		ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial	e0:	0.0 (cm)	0.0 (cm)
Imperfection	ei:	0.9 (cm)	0.9 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	0.9 (cm)	0.9 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз-Напрям Y:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	□	□lim	
3.75	3.75	34.19	14.17	Slender column

Аналіз вигину:

MA = 0.0 (kN*m) MB = 0.0 (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account

M0 = 0.0 (kN*m)

ea = □□*lo/2 = 0.9 (cm)

□□ = □□□□□□□□□□□m = 0.01

□□ = 0.01

□h = 1.00

□m = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ea = 42.5 (kN*m)

MEdmin = 90.7 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin,M0 + Ma) = 90.7 (kN*m)

Детальний аналіз-Напрям Y:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	□	□lim	
3.75	3.75	30.93	14.17	Slender column

Аналіз вигину

MA = 0.0 (kN*m) MB = 0.0 (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account

M0 = 0.0 (kN*m)

ea = □□*lo/2 = 0.9 (cm)

□□ = □□□□□□h * □m = 0.01

□□ = 0.01

□h = 1.00

□m = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ea = 42.5 (kN*m)

MEdmin = 90.7 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin,M0 + Ma) = 90.7 (kN*m)

Армування

Real (provided) area Asr = 43.98 (cm2)

Ratio: □□= 2.76 %

Армування

Main bars (B500C):

- 14 □20 l = 3.71 (m)

Transversal reinforcement: (B500C):

stirrups: 11 □6l = 1.38 (m)

pins 22 □6l = 0.45 (m)

11 □6l = 0.49 (m)

Огляд матеріалу:

- Concrete volume = 0.60 (m^3)
- Formwork = 6.00 (m^2)
- Steel B500C
- Total weight = 134.90 (kG)
- Density = 225.40 (kG/m^3)
- Average diameter = 14.8 (mm)
- Перевірка армування:

Diameter	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
6	0.45	0.10	22	2.20
6	0.49	0.11	11	1.20
6	1.38	0.31	11	3.36
20	3.71	9.15	14	128.14

Level:

- Name : Standard Level
- Reference level : ---

- Concrete creep coefficient : □p = 2.43
- Cement class : N
- Environment class : X0
- Structure class : S1

Колона:

Column11 Number of identical elements: 20

Властивості матеріалів:

Concrete : C30/37 fck = 3.00 (kN/cm^2)

Unit weight : 2501.36 (kG/m3)

Aggregate size: 20.0 (mm)

Longitudinal reinforcement: : B500A fyk = 50.00 (kN/cm2)

Ductility class : A

Transversal reinforcement: : B500A fyk = 50.00 (kN/cm2)

Геометрія:

Rectangular 50.0 x 40.0 (cm)

Height: L = 3.10 (m)

Slab thickness = 0.00 (m)

Beam height = 0.00 (m)

Cover = 4.0 (cm)

Розрахунки:

Calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Seismic dispositions : No requirements

Precast column : no

Pre-design : no

Slenderness taken into account : yes

Compression : with bending

Ties : to slab

Fire resistance class : No requirements

Навантаження:

Case Nature Group □f N My(s) My(i) Mz(s) Mz(i)

		(kN)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	
DL1	dead load(Structural)	1	1.35	2780.0	0.0	0.0	0.0	0.0
LL1	live load(Category A)	1	1.50	780.0	0.0	0.0	0.0	0.0
WIND1	wind	1	1.50	0.0	10.0	0.0	5.0	0.0

□f - load factor

Результати розрахунків:

Safety factors Rd/Ed = 1.02 > 1.0

ULS/ALS Аналіз:

Design combination: 1.35DL1+1.50LL1+0.90WIND1 (A)

Combination type: ULS

Internal forces:

Nsd = 4923.0 (kN)Msdy = 9.0 (kN*m) Msdz = 4.5 (kN*m)

Design forces:

Upper node

N = 4923.0 (kN) N*etotz = 98.5 (kN*m) N*etoty= 98.5 (kN*m)

Eccentricity:		ez (My/N)	ey (Mz/N)
Initial	e0:	0.2 (cm)	0.1 (cm)
Imperfection	ei:	0.8 (cm)	0.8 (cm)
I order (e0 + ei)	e0Ed:	1.0 (cm)	0.9 (cm)
Minimal	eEdmin:	2.0 (cm)	2.0 (cm)
Total	eEd:	2.0 (cm)	2.0 (cm)

Детальний аналіз – Напрям Y:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується

L (m)	Lo (m)	□	□lim	
3.10	3.10	26.85	13.60	Slender column

Аналіз вигину

MA = 9.0 (kN*m) MB = 0.0 (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account

M0 = 9.0 (kN*m)

ea = □□*lo/2 = 0.8 (cm)

□□ = □□□□□□□□□□□m = 0.01

□□ = 0.01

□h = 1.00

□m = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ea = 38.2 (kN*m)

MEdmin = 98.5 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin,M0 + Ma) = 98.5 (kN*m)

Детальний аналіз – Напрям Z:

Аналіз стрункості

Конструкція, що не розхитується:

Аналіз вигину

Non-sway structure

L (m) Lo (m) □ □lim

3.10 3.10 21.48 13.60 Slender column

Аналіз вигину

MA = 4.5 (kN*m) MB = 0.0 (kN*m)

Case: Cross-section at the column end (Upper node), Slenderness not taken into account

M0 = 4.5 (kN*m)

ea = □□*lo/2 = 0.8 (cm)

□□ = □□□□□□h * □m = 0.01

□□ = 0.01

□h = 1.00

□m = (0,5(1+1/m))^0.5 = 1.00

m = 1.00

Ma = N*ea = 38.2 (kN*m)

MEdmin = 98.5 (kN*m)

M0Ed = max(MEdmin,M0 + Ma) = 98.5 (kN*m)

Армування:

Real (provided) area Asr = 43.98 (cm2)

Ratio: □ □= 2.20 %

Армування

Main bars (B500A):

14 □20.0 l = 3.06 (m)

Transversal reinforcement: (B500A):

stirrups: 11 □6.0 l = 1.58 (m)

pins 22 □6.0 l = 0.47 (m)

11 □6.0 l = 0.57 (m)

Material survey:

Concrete volume = 12.40 (m3)

Formwork = 111.60 (m2)

Steel B500A

Total weight = 2264.69 (kG)

Density = 182.64 (kG/m3)

Average diameter = 13.8 (mm)

Reinforcement survey:

Diameter	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
6.0 mm	0.47	0.10	440	46.03
6.0 mm	0.57	0.13	220	27.90
6.0 mm	1.58	0.35	220	77.05
20.0 mm	3.06	7.55	280	2113.72

Level:

Name : Standard Level

Reference level : ---

Maximum cracking : 0.30 (mm)

Exposure : X0

Concrete creep coefficient : j_p = 1.98

Cement class : N

Concrete age (loading moment) : 28 (days)

Concrete age : 5 (years)

Concrete age after erecting a structure : 365 (years)

Structure class : S1

Fire resistance class : no requirements

FFB Recommendations 7.4.3(7) : 0.00

2.2.2 Визначення навантажень і зусиль балки:

Beam1, Number of identical elements: 1

Властивості матеріалу:

Concrete: C35/45 fck = 3.50 (kN/cm^2)

Rectangular stress distribution

Density: 2501.36 (kG/m^3)

Aggregate size: 20.0 (mm)

Longitudinal reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm^2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Ductility class : C

Transversal reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm^2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Ductility class : C

Additional reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Геометрія:

Span	Position	L.supp. (m)	L (m)	R.supp. (m)
P1	Span	0.40	5.85	0.40

Span length: L_o = 6.25 (m)

Section from 0.00 to 5.85 (m)

35.0 x 60.0 (cm)

without left slab

without right slab

Span	Position	L.supp. (m)	L (m)	R.supp. (m)
	P2 Span	0.40	5.85	0.40

Span length: L_O = 6.25 (m)

Section from 0.00 to 5.85 (m)

35.0 x 60.0 (cm)

without left slab

without right slab

Regulation of combinations : EN 1990:2002

Calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014

Seismic dispositions : No requirements

Precast beam : no

Cover : bottom c = 4.0 (cm)

: side c1= 4.0 (cm)

: top c2= 4.0 (cm)

Cover deviations : Cdev = 1.0(cm), Cdur = 0.0(cm)

Coefficient b2 =0.50 : long-term or cyclic load

Method of shear calculations : strut inclination

Навантаження:

Continuous:

Type	Nature	Pos.	Span (m)	gf (kN/m)	X0 (m)	Pz0 (kN/m)	X1 (m)	Pz1 (kN/m)	X2 (m)	Pz2 (kN/m)	X3 (m)
self-weight	dead load	-	2,1		1.35	-	-	-	-	-	- -
uniform	dead load(Structural)			top	1-2		1.35	-	8.5	-	- -
uniform	live(Category A)			top	1	1.50	-	4.5	-	-	- -

uniform live(Category A) top 2 1.50 - 5.1 - - - -

gf - load factor

Результати

Support V1

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	-2.0	-	0.0
WALL1(1)	-	14.1	-	-0.0
DL1(1)	-	23.2	-	0.0
DL1(2)	-	-3.3	-	0.0
DL1	-	12.3	-	0.0
LL2	-	-2.0	-	0.0

Support V2

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	20.1	-	0.0
WALL1(1)	-	20.1	-	0.0
DL1(1)	-	33.2	-	0.0
DL1(2)	-	33.2	-	0.0
DL1	-	17.6	-	0.0
LL2	-	19.9	-	-0.0

Support V3

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
WALL1(1)	-	14.1	-	0.0
WALL1(1)	-	-2.0	-	0.0
DL1(1)	-	-3.3	-	0.0
DL1(2)	-	23.2	-	0.0
DL1	-	-1.8	-	0.0
LL2	-	13.9	-	-0.0

Внутрішні сили в ULS

Span	Mt max.	Mt min.		Ml	Mr	Ql	Qr
	(kN*m)	(kN*m)		(kN*m)		(kN*m) (kN)	(kN)
P1	75.4	-13.7	23.8	-107.0	56.6	-93.7	
P2	78.8	-12.1	-106.5	24.8	96.3	-58.9	

Результати розрахунків приведені на рис. 2.1

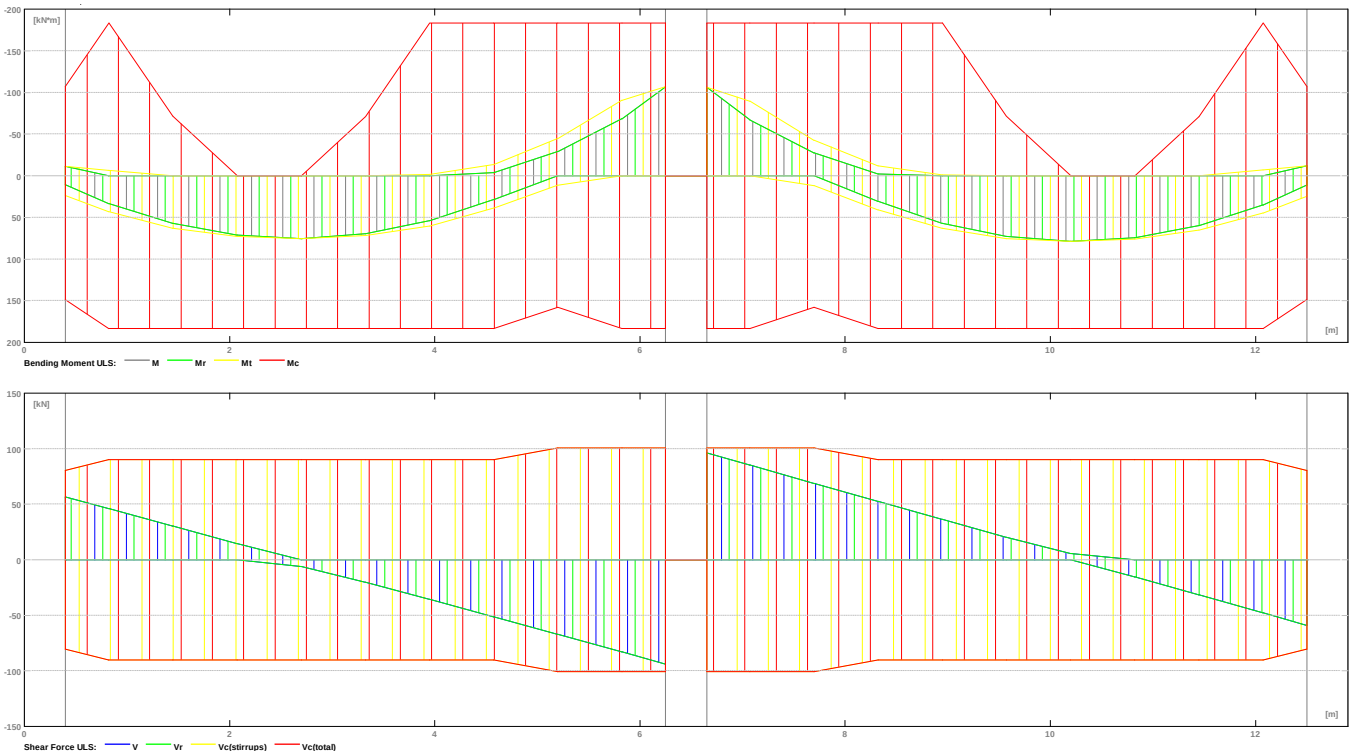

Рисунок 2.1 – Внутрішні сили в ULS

Внутрішні сили в SLS

Span	Mt max.		Mt min.		Ml	Mr	Ql	Qr
	(kN*m)		(kN*m)		(kN*m)	(kN*m)	(kN)	(kN)
P1	54.0	0.0	-8.1	-77.0	40.7	-67.5		
P2	56.3	0.0	-76.7	-8.4	69.3	-42.2		

Результати розрахунків приведені на рис. 2.2

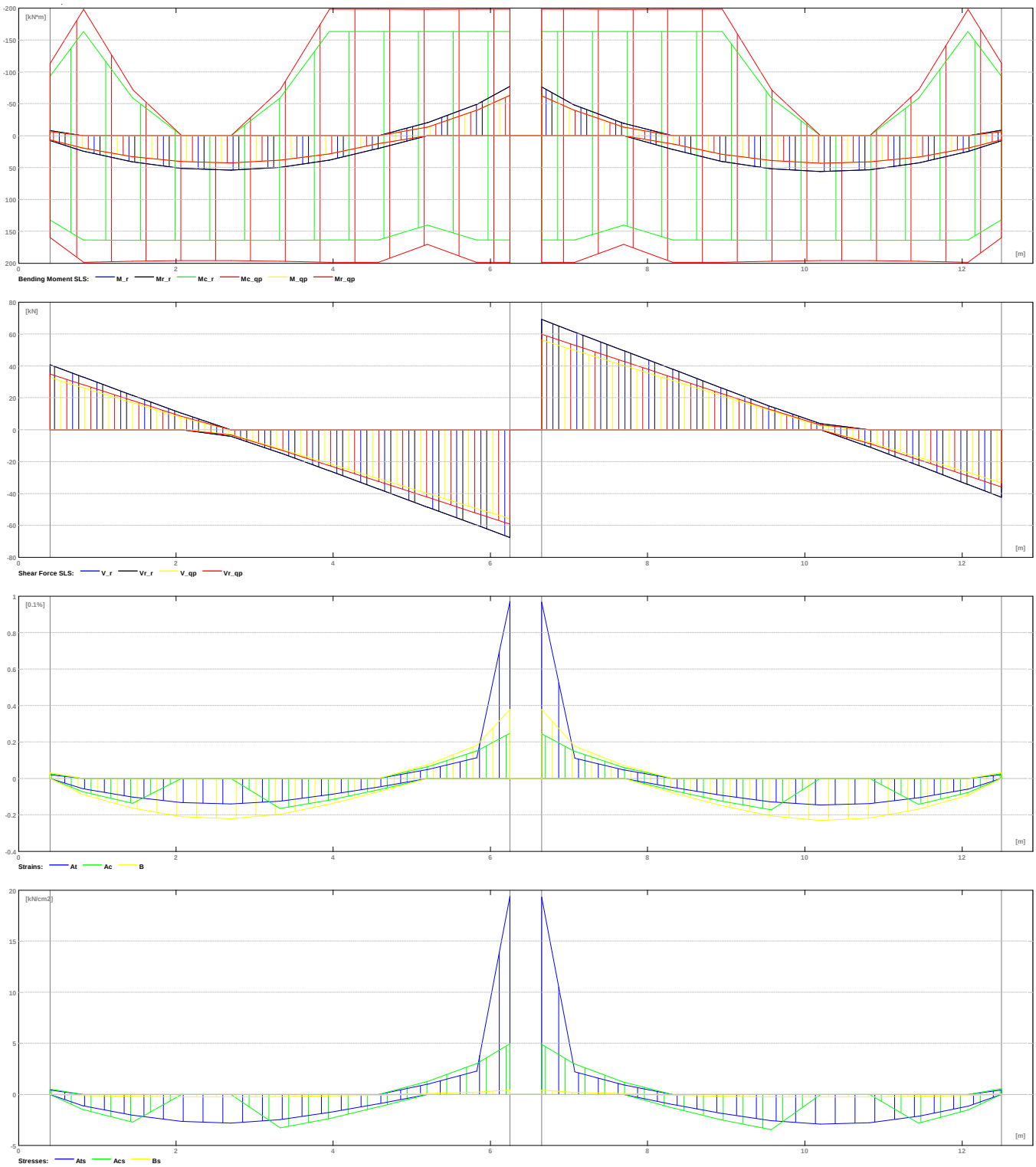

Рисунок 2.2 – Внутрішні сили в SLS

Необхідна площа армування

Span	Span (cm2)		Left support (cm2)		Right support (cm2)	
	bottom		top	bottom	top	bottom	top
P1	3.27	0.00	0.98	0.46	0.00	4.66	
P2	3.41	0.00	0.00	4.64	1.02	0.48	

Результати розрахунків приведені на рис. 2.3

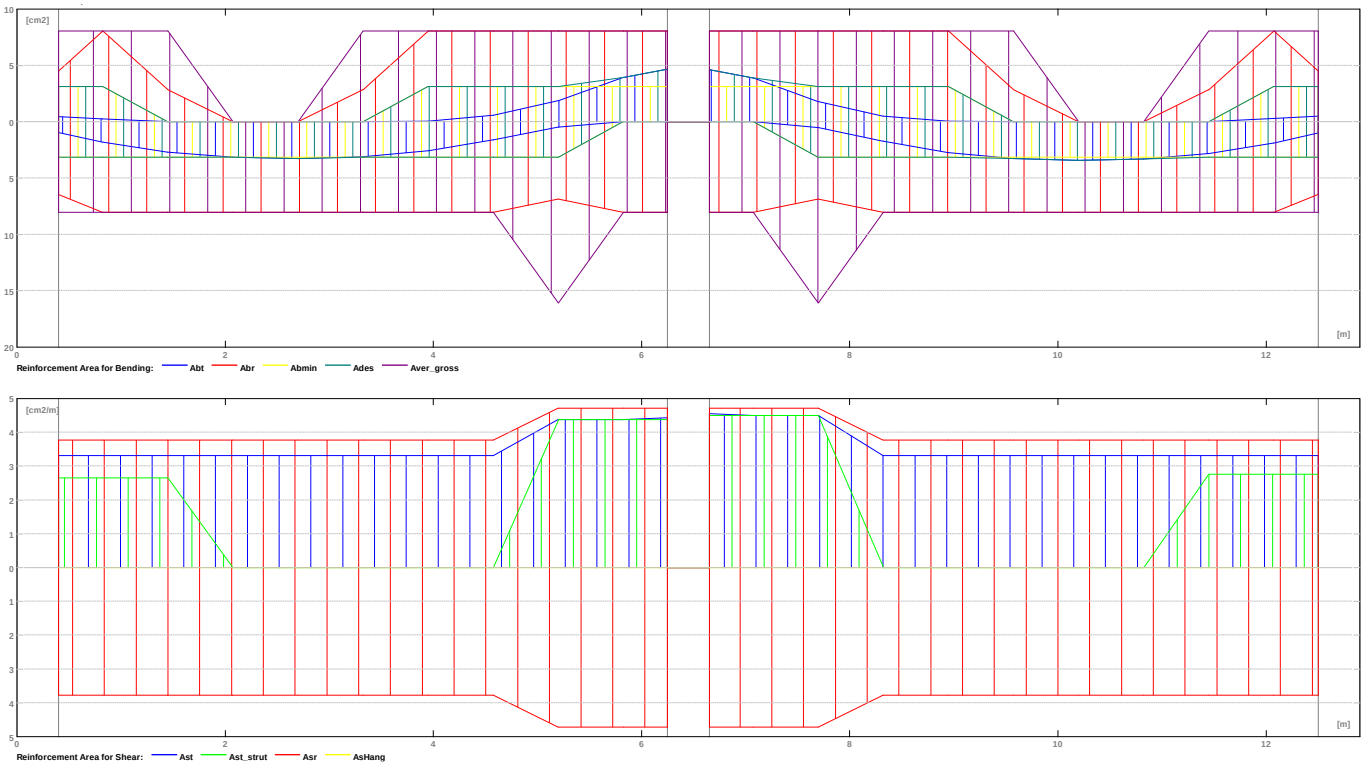

Рисунок 2.3 – Необхідна площа армування

Прогин і розтріскування

wt(QP) Total due to quasi-permanent combination

wt(QP)dop Allowable due to quasi-permanent combination

Dwt(QP) Deflection increment from the quasi-permanent load combination after erecting a structure.

Dwt(QP)dop Admissible deflection increment from the quasi-permanent load combination after erecting a structure.

wk - width of perpendicular cracks

Span	wt(QP) (cm)	wt(QP)dop (cm)	Dwt(QP) (cm)	Dwt(QP)dop (cm)	wk (mm)
P1	0.2	2.5	0.0	1.3	0.0
P2	0.2	2.5	0.0	1.3	0.0

Детальні результати:

P1 : Span from 0.40 to 6.25 (m)

ULS SLS

Abscissa	M max.	M min.	M max.	M min.	A bottom	A top
(m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(cm2)	(cm2)
0.40	23.8	-11.3	7.7	-8.1	0.98	0.46
0.83	42.9	-6.5	24.1	0.0	1.82	0.27
1.45	62.8	-0.0	41.2	0.0	2.71	0.00
2.08	72.9	-0.0	51.2	0.0	3.16	0.00
2.70	75.4	-0.0	54.0	0.0	3.27	0.00
3.33	71.9	-0.0	49.8	0.0	3.11	0.00
3.95	60.2	-1.5	38.5	0.0	2.59	0.06
4.58	38.6	-13.7	20.1	0.0	1.61	0.57
5.20	11.2	-44.5	0.0	-20.6	0.47	1.87
5.83	0.0	-90.4	0.0	-49.2	0.00	3.93
6.25	0.0	-107.0	0.0	-77.0	0.00	4.66

	ULS	SLS	
Abscissa	V max.	V max.	afp
(m)	(kN)	(kN)	(mm)
0.40	56.6	40.7	0.0
0.83	45.9	33.0	0.0
1.45	30.2	21.6	0.0
2.08	14.4	10.3	0.0
2.70	-5.9	-4.1	0.0
3.33	-20.0	-14.4	0.0
3.95	-35.8	-25.8	0.0
4.58	-51.5	-37.1	0.0
5.20	-67.2	-48.4	0.0
5.83	-83.0	-59.8	0.0
6.25	-93.7	-67.5	0.0

P2 : Відстань від 6.65 to 12.50 (m)

	ULS	SLS				
Abscissa	M max.	M min.	M max.	M min.	A bottom	A top

(m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(cm2)	(cm2)
6.65	0.0	-106.5	0.0	-76.7	0.00	4.64
7.08	0.0	-89.5	0.0	-48.1	0.00	3.89
7.70	12.0	-42.8	0.0	-19.5	0.50	1.79
8.33	41.1	-12.1	21.5	0.0	1.72	0.50
8.95	63.3	-0.9	40.4	0.0	2.73	0.04
9.58	75.3	-0.0	52.0	0.0	3.26	0.00
10.20	78.8	-0.0	56.3	0.0	3.41	0.00
10.83	76.1	-0.0	53.2	0.0	3.29	0.00
11.45	65.4	-0.0	42.8	0.0	2.83	0.00
12.08	44.6	-6.8	25.1	0.0	1.89	0.28
12.50	24.8	-11.8	8.0	-8.4	1.02	0.48

	ULS	SLS	
Abscissa	V max.		V max.
(m)	(kN)	(kN)	(mm)
6.65	96.3	69.3	0.0
7.08	85.2	61.3	0.0
7.70	68.9	49.6	0.0
8.33	52.6	37.9	0.0
8.95	36.3	26.1	0.0
9.58	20.0	14.4	0.0
10.20	5.5	3.9	0.0
10.83	-15.2	-10.8	0.0
11.45	-31.5	-22.5	0.0
12.08	-47.8	-34.2	0.0
12.50	-58.9	-42.2	0.0

Армування

P1 : Span from 0.40 to 6.25 (m)

Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)

4	f16	l = 5.30	from	0.04	to	5.34
4	f16	l = 3.27	from	4.82	to	8.08

- assembling (top) (B500C)

2	f8	l = 2.63	from	1.07	to	3.70

- support (B500C)

4	f16	l = 1.64	from	0.04	to	1.68
4	f16	l = 6.70	from	3.10	to	9.80

Transversal reinforcement:

- main (B500C)

stirrups 40f6 l = 1.68

e = 31*0.15 + 9*0.12 (m)

P2 : Span from 6.65 to 12.50 (m)

Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)

4	f16	l = 5.30	from	7.56	to	12.86

- assembling (top) (B500C)

2	f8	l = 2.63	from	9.20	to	11.83

- support (B500C)

4	f16	l = 1.64	from	11.22	to	12.86

Transversal reinforcement:

- main (B500C)

stirrups 40f6 l = 1.68

e = 10*0.12 + 30*0.15 (m)

Material survey:

Concrete volume = 2.71 (m3)

Formwork = 20.00 (m2)

Steel B500C

Total weight = 184.55 (kG)

Density = 68.13 (kG/m3)

Average diameter = 10.1 (mm)

Survey according to diameters:

Diameter (mm)	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
6	1.68	0.37	80	29.79
8	2.63	1.04	4	4.15
16	1.64	2.58	8	20.66
16	3.27	5.16	4	20.63
16	5.30	8.37	8	66.99
16	6.70	10.58	4	42.32

- Name : Standard Level
- Reference level : ---
- Maximum cracking : 0.30 (mm)
- Exposure : X0
- Concrete creep coefficient : j_p = 1.93
- Cement class : N
- Concrete age (loading moment) : 28 (days)
- Concrete age : 5 (years)
- Concrete age after erecting a structure : 365 (years)
- Structure class : S1
- Fire resistance class : no requirements
- FFB Recommendations 7.4.3(7) : 0.00

Beam:

Beam11Number of identical elements: 1

Material properties:

- Concrete: C35/45 fck = 3.50 (kN/cm2)

Rectangular stress distribution [3.1.7(3)]

Density: 2501.36 (kG/m3)

Aggregate size: 20.0 (mm)

- Longitudinal reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Ductility class : C

- Transversal reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Ductility class : C

- Additional reinforcement:: B500C fyk = 50.00 (kN/cm2)

Horizontal branch of the stress-strain diagram

Геометрія

Span	Position	L.supp. (m)	L (m)	R.supp. (m)
P1	Span0.40	11.50	0.40	

Span length: L_o = 11.90 (m)

Section from 0.00 to 11.50 (m)

40.0 x 70.0 (cm)

without left slab

without right slab

- Regulation of combinations : EN 1990:2002
- Calculations according to : EN 1992-1-1:2004/A1:2014
- Seismic dispositions : No requirements
- Precast beam : no
- Cover : bottom c = 4.0 (cm)
  : side c1= 4.0 (cm)
  : top c2= 4.0 (cm)
- Cover deviations : Cdev = 1.0(cm), Cdur = 0.0(cm)
- Coefficient b2 =0.50 : long-term or cyclic load
- Method of shear calculations : strut inclination

Навантаження:

Continuous:

Type	Nature	Pos.	Span (m)	gf (kN/m)	X0 (m)	Pz0 (kN/m)	X1 (m)	Pz1 (kN/m)	X2 (m)	Pz2 (kN/m)	X3 (m)
self-weight	dead load(self-weight)		-	1		1.35	-	-	--	-	--
uniform	dead load(Structural)		top	1		1.35	-	5.5	--	-	--
uniform	live(Category A)		top	1		1.50	-	3.0	--	-	--

gf - load factor

Calculation results:

Reactions

Support V1

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1	-	40.9	-	0.0
DL2	-	32.7	-	0.0
DL1	-	17.9	-	0.0

Support V2

Case	Fx (kN)	Fz (kN)	Mx (kN*m)	My (kN*m)
DL1	-	40.9	-	0.0
DL2	-	32.7	-	0.0
DL1	-	17.9	-	0.0

Внутрішні сили в ULS

Span	Mt max. (kN*m)		Mt min. (kN*m)		Ml (kN*m)	Mr (kN*m)	Ql (kN)	Qr (kN)
P1	375.2	-0.0	-56.3	-56.3	121.9	-121.9		

Результати розрахунків приведені на рис. 2.4

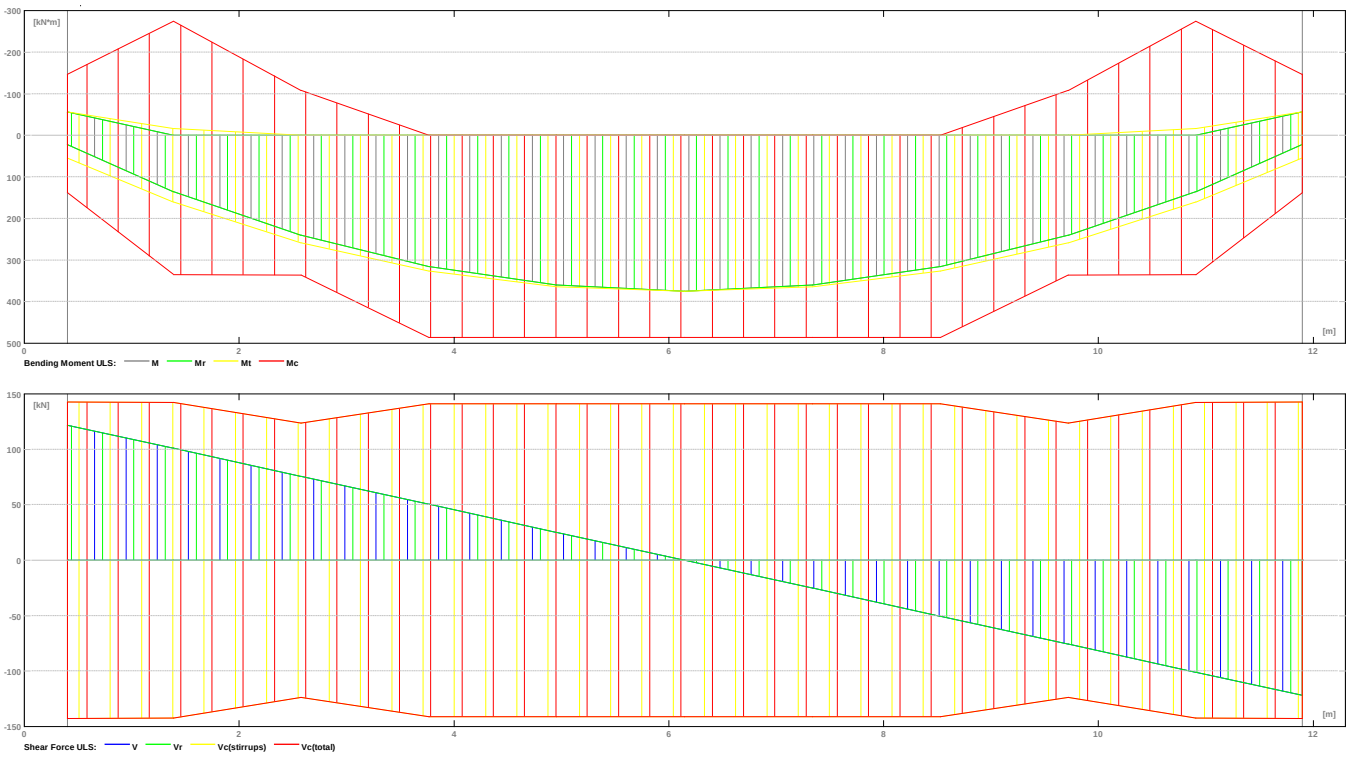

Рисунок 2.4 – Внутрішні сили ULS

Внутрішні сили в SLS

Span	Mt max.		Mt min.		Ml	Mr	Ql	Qr
	(kN*m)		(kN*m)		(kN*m)		(kN*m)	(kN) (kN)
P1	272.0	0.0	-40.8	-40.8	88.4	-88.4		

Результати розрахунків приведені на рис. 2.5

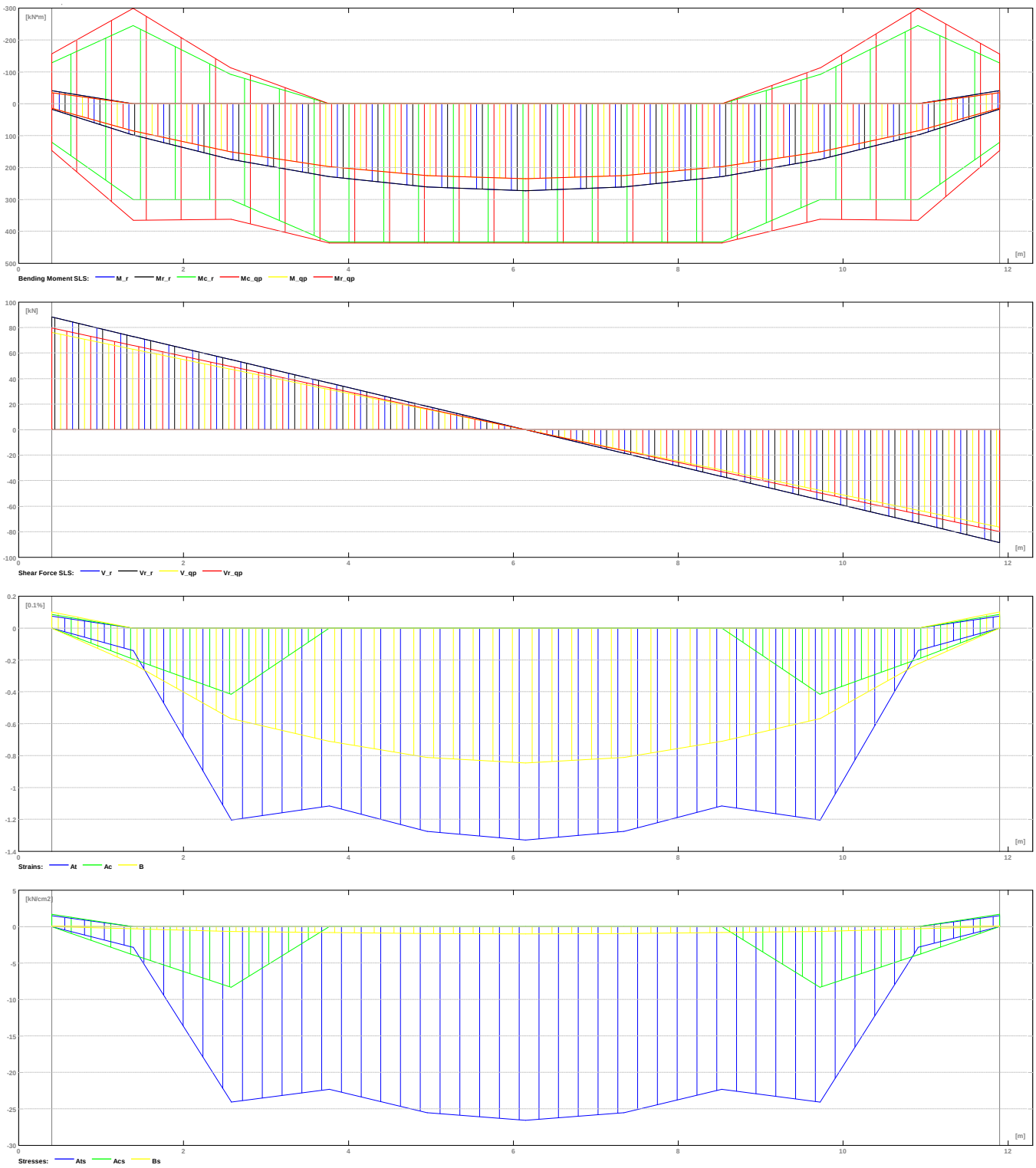

Рисунок 2.5 – Внутрішні сили SLS

Required reinforcement area

Span	Span (cm2)		Left support (cm2)		Right support (cm2)	
	bottom	top	bottom	top	bottom	top
P1	14.22	0.00	1.85	1.90	1.85	1.90

Результати розрахунків приведені на рис. 2.6

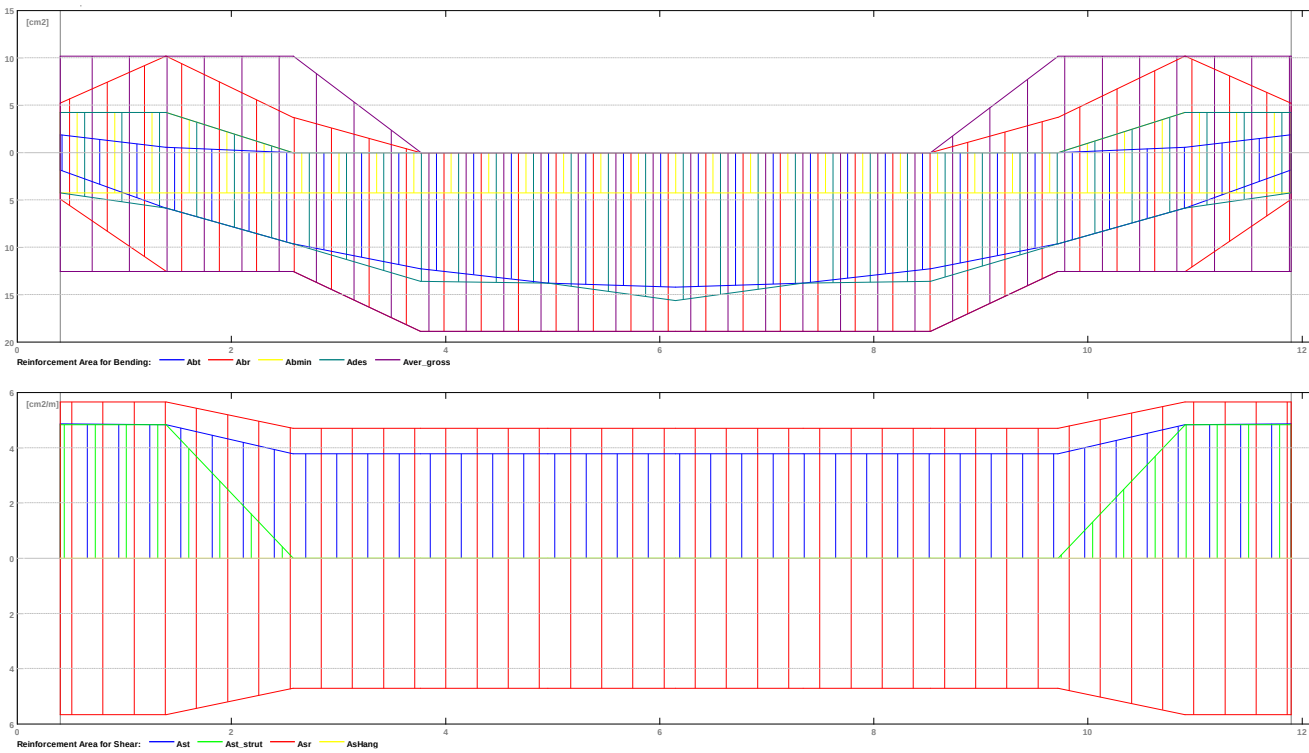

Рисунок 2.6 – Необхідна площа армування

Прогин і розтріскування

wt(QP) Total due to quasi-permanent combination

wt(QP)dop Allowable due to quasi-permanent combination

Dwt(QP) Deflection increment from the quasi-permanent load combination after erecting a structure.

Dwt(QP)dop Admissible deflection increment from the quasi-permanent load combination after erecting a structure.

wk - width of perpendicular cracks

Span	wt(QP)	wt(QP)dop		Dwt(QP)	Dwt(QP)dop	wk
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)	(mm)	
P1	4.1	4.8	0.5	0.0	0.2	

Детальні результати:

P1 : Span from 0.40 to 11.90 (m)

	ULS	SLS				
Abscissa	M max.	M min.	M max.	M min.	A bottom	A top
(m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(kN*m)	(cm2)	(cm2)

0.40	54.9	-56.3	16.5	-40.8	1.85	1.90
1.39	160.1	-16.1	97.9	0.0	5.85	0.58
2.58	258.0	-0.0	174.1	0.0	9.61	0.00
3.77	325.9	-0.0	228.5	0.0	12.26	0.00
4.96	363.8	-0.0	261.2	0.0	13.76	0.00
6.15	375.2	0.0	272.0	0.0	14.22	0.00
7.34	363.8	-0.0	261.2	0.0	13.76	0.00
8.53	325.9	-0.0	228.5	0.0	12.26	0.00
9.72	258.0	-0.0	174.1	0.0	9.61	0.00
10.91	160.1	-16.1	97.9	0.0	5.85	0.58
11.90	54.9	-56.3	16.5	-40.8	1.85	1.90

	ULS	SLS		
Abscissa	V max.		V max.	afp
(m)	(kN)	(kN)	(mm)	
0.40	121.9	88.4	0.0	
1.39	100.9	73.2	0.0	
2.58	75.7	54.9	0.2	
3.77	50.4	36.6	0.2	
4.96	25.2	18.3	0.2	
6.15	-0.0	-0.0	0.2	
7.34	-25.2	-18.3	0.2	
8.53	-50.4	-36.6	0.2	
9.72	-75.7	-54.9	0.2	
10.91	-100.9		-73.2	0.0
11.90	-121.9		-88.4	0.0

Армування:

P1 : Span from 0.40 to 11.90 (m)

Longitudinal reinforcement:

- bottom (B500C)

4 f20 l = 11.95 from 0.18 to 12.12

2 f20 l = 5.98 from 3.16 to 9.14

- assembling (top) (B500C)

2 f8 l = 7.89 from 2.20 to 10.10

- support (B500C)

4 f18 l = 2.79 from 0.04 to 2.83

4 f18 l = 2.79 from 9.47 to 12.26

Transversal reinforcement:

- main (B500C)

stirrups 99f6 l = 1.98

e = 1*0.09 + 11*0.10 + 76*0.12 + 11*0.10 (m)

Material survey:

- Concrete volume = 3.44 (m3)
- Formwork = 22.38 (m2)
- Steel B500C
- Total weight = 241.76 (kG)
- Density = 70.20 (kG/m3)
- Average diameter = 9.9 (mm)
- Survey according to diameters:

Diameter (mm)	Length (m)	Weight (kG)	Number (No.)	Total weight (kG)
6	1.98	0.44	99	43.46
8	7.89	3.12	2	6.23
18	2.79	5.58	8	44.67
20	5.98	14.75	2	29.51
20	11.95	29.47	4	117.89

РОЗДІЛ 3. НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ РОЗДІЛ

3.1 Постановка задач дослідження

Загальновідомим є те, що українська економіка є однією з найбільш енергоємних у світі, а зважаючи на вичерпність світових запасів викопного палива, очевидним наслідком є існуюча тенденція до перманентного росту цін на енергоносії, тому логічним буде й підвищення попиту на досконалі енергозберігаючі рішення в усіх галузях економіки, а зокрема, в будівельній.

З метою визначення та впровадження найбільш ефективних та раціональних підходів з енергоефективності виникає необхідність використанні необхідних нових матеріалів та знань відповідних спеціалістів. Акцентуючи увагу на енергоефективності, не варто забувати, що мова йде не лише про «енергозбереження», тобто економію енергії у повсякденному житті. На відмінну від енергозбереження, котре перш за все є зменшенням енергоспоживання, енергоефективність – раціональне витрачання енергії. Перш за все необхідним є розумне та умисне застосування енергетичних ресурсів, доступних кожному, задля їх дбайливого збереження у навколишньому середовищі та для наших нащадків.

Енергозбереження не є можливим без змін в поведінці людей, наприклад, вимкнення електричних приладів замість переведення їх у режим очікування. Ефективне використання енергії в будівлі, веде до її економії і, як наслідок, захисту навколишнього середовища через, зменшення споживання енергоресурсів і викидів небезпечних парникових газів. Енергоефективність та одночасне використання альтернативних джерел енергії – є двома головними стратегічними рішеннями багатьох країн задля зменшення викидів парникових газів у атмосферу. Згідно із рішеннями ООН, саме енергоефективні заходи можуть вплинути на процес сповільнення змін клімату швидше та дієвіше ніж переведення промисловості на «зелені» технології, оскільки не потребують настільки великих витрат, тому і для коректування теперішньої екологічної ситуації вона має важливе значення.

Для зменшення енергетичних втрат в будівлі через огороджувальні конструкції застосовують теплову ізоляцію, а саме утеплювачі на основі волокна, полістиролу, поліізоціанурату, мінеральних матеріалів.

Для зменшення енергетичних втрат в будівлі через вентиляцію проводять рекуперацію, котра є доцільною при низькому рівні інфільтрації або використовують теплообмінники.

З метою зменшення енергетичних втрат в будівлі через інфільтрацію, вплив якої є особливо відчутним у старих будівлях, роблять герметизацію вузлів з'єднань огороджувальних конструкцій.

В даному розділі проведемо дослідження втрат тепла через огороджувальні конструкції.

3.2 Методика дослідження

Методика для розрахунків, що встановлює механізм визначення енергетичної ефективності будівель затверджена наказом Міністерства регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України від 11 липня 2018 року № 169.

3.3 Результати дослідження

Перш за все для максимальної точності підрахунків, необхідно представити початкові дані, характерні саме для цього будинку:

Довжина становить – 22,5 м;

Ширина становить – 21,7 м;

Висота становить – 27,2 м;

Вікна 1 – 1,5·1,5 – 60 шт, що буде рівне 135 м^2;

Вікна 2 – 0,9·1,5 – 50 шт, що буде рівне 67,5 м^2;

Вікна 3 – 1,9·1,5 – 20 шт, що буде рівне 57 м^2;

Банкони - 0,9·2,0 – 80 шт, що буде рівне 144 м^2;

Вікна МКЗ – 0,5·2,6 – 30 шт, що буде рівне 39 м^2;

Двері вхідні – 2,2·2,0 – 2 шт, що буде рівне 8,8 м^2;

Знаходимо периметр усіх вікон:

Перемичка – 245 м. пог.

Підвіконня – 245 м. пог.

Рядове – 550 м. пог.

Шукаємо площі для утеплення:

(22,5+21,7)·2·27,2-135-67,5-57-144-39-8,8=1953,2 м^2;

Спочатку потрібно провести визначення опору теплопередачі цегляної стіни без теплоізоляції:

$$R_{\sum i} = \frac{1}{U_{\sum i}} = \frac{1}{a_з} + \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{I}} \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{\mathrm{В}}} = \frac{1}{23} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{0{,}56}{0{,}81} + \frac{1}{8{,}7} = 0{,}88 \left(\frac{\mathrm{м}^2 \cdot \mathrm{К}}{\mathrm{Вт}}\right)$$

$R_{\sum i}$ - опір теплопередачі цегляної стіни, R_{min}=3,3 $\left(\frac{\mathrm{м}^2\cdot\mathrm{К}}{\mathrm{Вт}}\right)$;

$a_З$ – коефіцієнт тепловіддачі, стандартизований;

0,03 – товщина вапняно-піщаної штукатурки, м;

0,93 – коефіцієнт теплопровідності вапняно-піщаної штукатурки, Вт/м·К;

0,56 – товщина цегляної стіни, м;

0,81 – коефіцієнт теплопровідності цегляної стіни, Вт/м·К;

$a_В$ – коефіцієнт теплосприйняття, стандартизований.

Знаючи, що такий опір теплопередачі цегляної стіни без теплоізоляції є недопустимим, можна констатувати, що його значення є недостатнім для забезпечення необхідної теплоізоляції. Тепер зробимо розрахунок опору теплопередачі, має ізолюючий шару із товщиною 100 мм і перевіримо його нове значення.

$$R_{\sum i} = \frac{1}{U_{\sum i}} = \frac{1}{a_з} + \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{I}} \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{\mathrm{В}}} = \frac{1}{23} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{0{,}56}{0{,}81} + \frac{0{,}01}{0{,}81} + \frac{0{,}1}{0{,}035} + \frac{0{,}02}{0{,}81} + \frac{1}{8{,}7} = 3{,}75 \left(\frac{\mathrm{м}^2 \cdot \mathrm{К}}{\mathrm{Вт}}\right)$$

$R_{\sum i}$ - опір теплопередачі цегляної стіни, R_{min}=3,3 $\left(\frac{\mathrm{м}^2\cdot\mathrm{К}}{\mathrm{Вт}}\right)$;

$a_З$ – коефіцієнт тепловіддачі, стандартизований;

0,03 – товщина вапняно-піщаної штукатурки, м;

0,93 – коефіцієнт теплопровідності вапняно-піщаної штукатурки, Вт/м·К;

0,51 – товщина цегляної стіни, м;

0,01 – товщина клеючого шару, м;

0,81 – коефіцієнт теплопровідності цегляної стіни, клеючого та штукатурно-армуючого шарів, Вт/м·К;

0,035 – коефіцієнт теплопровідності теплоізолюючого шару, Вт/м·К;

0,02 – товщина штукатурно-армуючого шару, м;

$a_В$ – коефіцієнт теплосприйняття, стандартизований.

Тепер проводимо розрахунок коефіцієнту теплопередачі лінійних теплових містків:

$$K_{\sum kL} = \sum_{j=1}^{J} k_j L_j = 245 \cdot 0{,}063 + 245 \cdot 0{,}032 + 550 \cdot 0{,}032 = 40{,}875\ \frac{Вт}{К}$$

$K_{\Sigma kL}$ – коефіцієнт теплопередачі лінійних теплових містків;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/м·К;

L_j – довжина теплового містка, м;

Далі – коефіцієнт теплопередачі у точкових теплових містках. Для цього виходимо з того, що на 1 м^2 необхідно 8 кріплень із металевим осердям:

$$K_{\sum \Psi N} = \sum_{k=1}^{K} \Psi_k N_k = 0{,}005 \cdot 8 \cdot 1954 = 78{,}16\ \left(\frac{\text{Вт}}{\text{К}}\right)$$

$K_{\sum \Psi N}$ – коефіцієнт для теплопередачі у точкових теплових містках;

N_k – кількість містків тепла;

Ψ_k –коефіцієнт теплопередачі в точці, Вт/К.

Тепер перевіряємо чи забезпечується мінімальний опір теплопередачі:

$$R_{\sum} = \frac{A_{\sum}}{\sum_{i=1}^{I} \frac{A_i}{R_{\sum i}} + \sum_{j=1}^{J} k_j L_j + \sum_{k=1}^{K} \Psi_k N_k} = \frac{1954}{\frac{1954}{3{,}75} + 40{,}875 + 78{,}16} = 3{,}05\ \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$$

$R_{\sum}$ – приведений опір теплопередачі;

$A_{\sum}$ – повна площа поверхні, м^2;

A_i – площа елементу поверхні, м^2;

$R_{\sum i}$ – опір теплопередачі елементу, $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$;

Ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/К;

N_k – кількість точкових містків тепла, шт.

Отже робимо висновок, що такого шару утеплення є недостатньо.

Тому розраховуємо опір при товщині ізолюючого шару 150 мм

$$R_{\sum i} = \frac{1}{U_{\sum i}} = \frac{1}{a_3} + \sum_{\mathrm{i}=1}^{\mathrm{I}} \frac{d_i}{\lambda_i} + \frac{1}{a_{\mathrm{B}}} = \frac{1}{23} + \frac{0{,}03}{0{,}93} + \frac{0{,}56}{0{,}81} + \frac{0{,}01}{0{,}81} + \frac{0{,}15}{0{,}035} + \frac{0{,}02}{0{,}81} + \frac{1}{8{,}7}$$

$$= 5{,}20 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$$

$R_{\sum i}$ - опір теплопередачі цегляної стіни, R_{min}=3,3 $\left(\frac{\text{м}^2\cdot\text{К}}{\text{Вт}}\right)$;

a_3 – коефіцієнт тепловіддачі, стандартизований;

0,03 – товщина вапняно-піщаної штукатурки, м;

0,93 – коефіцієнт теплопровідності вапняно-піщаної штукатурки, Вт/м·К;

0,51 – товщина цегляної стіни, м;

0,01 – товщина клеючого шару, м;

0,81 – коефіцієнт теплопровідності цегляної стіни, клеючого та штукатурно-армуючого шарів, Вт/м·К;

0,035 – коефіцієнт теплопровідності теплоізолюючого шару, Вт/м·К;

0,02 – товщина штукатурно-армуючого шару, м;

a_B – коефіцієнт теплосприйняття, стандартизований.

Тепер проводимо розрахунок коефіцієнту теплопередачі лінійних теплових містків:

$$K_{\sum kL} = \sum_{j=1}^{J} k_j L_j = 245 \cdot 0{,}063 + 245 \cdot 0{,}032 + 550 \cdot 0{,}032 = 40{,}875 \ \frac{Вт}{К}$$

$K_{\Sigma kL}$ – коефіцієнт теплопередачі лінійних теплових містків;

k_j – лінійний коефіцієнт теплопередачі, Вт/м·К;

L_j – довжина теплового містка, м;

Далі – коефіцієнт теплопередачі у точкових теплових містках. Для цього виходимо з того, що на 1 м^2 необхідно 10 кріплень із металевим осердям, оскільки збільшується маса на одиницю площі:

$$K_{\sum \Psi N} = \sum_{k=1}^{K} \Psi_k N_k = 0{,}005 \cdot 10 \cdot 1954 = 97{,}7 \left(\frac{\text{Вт}}{\text{К}}\right)$$

$K_{\sum \Psi N}$ – коефіцієнт для теплопередачі у точкових теплових містках;

N_k – кількість містків тепла;

Ψ_k –коефіцієнт теплопередачі в точці, Вт/К.

Тепер перевіряємо чи забезпечується мінімальний опір теплопередачі:

$$R_{\sum} = \frac{A_{\sum}}{\sum_{i=1}^{I} \frac{A_i}{R_{\sum i}} + \sum_{j=1}^{J} k_j L_j + \sum_{k=1}^{K} \Psi_k N_k} = \frac{1954}{\frac{1954}{5,2} + 40,875 + 97,7} = 3,8 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$$

$R_{\sum}$ – приведений опір теплопередачі;

$A_{\sum}$ – повна площа поверхні, м^2;

A_i – площа елементу поверхні, м^2;

$R_{\sum i}$ – опір теплопередачі елементу, $\left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$;

Ψ_k – точковий коефіцієнт теплопередачі, Вт/К;

N_k – кількість точкових містків тепла, шт.

Отже робимо висновок, що такого шару утеплення є недостатньо.

Цього значення є достатньо.

Тепер зробимо розрахунок теплової потужності при використанні ізоляційного шару товщиною 150мм.

$q_ц = A_ц \cdot U_ц \cdot (t_{in} - t_{out})$ = 1954·0,26·(20 - -0,1) = 10,336 (кВт)

$q_ц$ – теплова потужність;

$A_ц$ – площа стіни;

$U_ц$ – коефіцієнт опору теплопередачі;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура (м. Хмельницький).

Далі проводимо розрахунок енерговитрат цегляної стіни з теплоізоляцією при використанні ізоляційного шару товщиною 150мм:

$Q_ц = A_ц \cdot U_ц \cdot (t_{in} - t_{out}) \cdot 24 \cdot n$=2430·0,28·(20- -0,1)·24·203=50,355 (тис кВт·год);

$Q_ц$ – витрата енергії через цегляну стіну з теплоізоляцією та тепловій ізоляції металевого стрижня дюбеля;

$A_ц$ – площа цегляної стіни;

$U_ц$ – коефіцієнт опору теплопередачі цегляної стіни з теплоізоляцією та тепловій ізоляції металевого стрижня дюбеля;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура;

n – кількість діб опалюваного сезону;

Для проведення порівняння енерговитрат світлопрозорих конструкцій, залежно від обраної профільної системи, необхідно навести характеристики склопакетів, котрі представлені в таб. 3.1.

Таблиця 3.1 – Характеристики склопакетів

Профільна система	Кількість камер, шт	Опір теплопередачі, м²·К/Вт	Коефіцієнт опору теплопередачі, Вт/м²·К
Склопакет LWS 3 4-10-4-10-4	2	0,75	1,33
Склопакет Gealan S 8000 4i-18-4-18-4i	2	0,98	1,02

Робимо розрахунок світлопрозорих конструкцій з використанням склопакету LWS 3 для вікна 1,5м·1,5м:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1{,}91 + 0{,}34}{1{,}91 \cdot 1{,}33 + 0{,}34 \cdot 1{,}16 + 2{,}7 \cdot 0{,}08} =$$

$$= 0{,}71 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі світлопрозорої конструкції, R_{min} = 0,75 м²·К/Вт;

$U_{\Sigma i}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, Вт/ м²·К;

A_f — площа, яку займає профільна система у площині конструкції, м²;

A_g — площа, яку займають видимі частини склопакетів, м²;

I_g — периметр видимої частини склопакету, м;

U_f — коефіцієнт теплопередачі профільної системи, включаючи армування і фурнітуру, Вт/ м²·К;

U_g — коефіцієнт теплопередачі склопакету у центральній точці, Вт/ м^2·К;

Ψ_g — розрахунковий лінійний коефіцієнт теплопровідності, що враховує вплив скла, дистанційної рамки і рами на теплотехнічні властивості вікна, Вт/К.

Провівши аналогічні розрахунки за іншими світлопрозорими конструкціями, отримаємо, що значення опір теплопередачі світлопрозорої конструкції коливається в межах 0,71…0,74 м^2·К/Вт. Тому проводимо розрахунок світлопрозорих конструкцій з використанням склопакету Gealan S 8000 для вікна 1,5м·1,5м:

$$R_{\Sigma i} = \frac{1}{U_{\Sigma i}} = \frac{A_g + A_f}{A_g \cdot U_g + A_f \cdot U_f + I_g \cdot \Psi_g} = \frac{1{,}91 + 0{,}34}{1{,}91 \cdot 1{,}08 + 0{,}34 \cdot 0{,}94 + 2{,}7 \cdot 0{,}08} =$$

$$= 0{,}87 \left(\frac{\text{м}^2 \cdot \text{К}}{\text{Вт}}\right)$$

$R_{\Sigma i}$ – опір теплопередачі світлопрозорої конструкції, R_{min} = 0,75 м^2·К/Вт;

$U_{\Sigma i}$ – коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорої конструкції, Вт/ м^2·К;

A_f — площа, яку займає профільна система у площині конструкції, м^2;

A_g — площа, яку займають видимі частини склопакетів, м^2;

I_g — периметр видимої частини склопакету, м;

U_f — коефіцієнт теплопередачі профільної системи, включаючи армування і фурнітуру, Вт/ м^2·К;

U_g — коефіцієнт теплопередачі склопакету у центральній точці, Вт/ м^2·К;

Ψ_g — розрахунковий лінійний коефіцієнт теплопровідності, що враховує вплив скла, дистанційної рамки і рами на теплотехнічні властивості вікна, Вт/К.

Провівши аналогічні розрахунки за іншими світлопрозорими конструкціями, отримаємо, що значення опір теплопередачі світлопрозорої конструкції коливається в межах 0,87…0,9 м^2·К/Вт.

Далі рахуємо теплову потужність світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету LWS 3:

$q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out})$ = (135+67,5+57+144)·1,41·(20 - - 0,1) = 11,436 (кВт)

$q_{ск}$– теплова потужність світлопрозорих конструкцій;

$A_{ск}$– площа світлопрозорих конструкцій;

$U_{ск}$– коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура.

Далі проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій LWS 3:

$Q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out}) \cdot 24 \cdot n$ =(135+67,5+57+144)·1,41·(20 - - 0,1)·24·203 = =55,714 (тис. кВт·год)

$Q_{ск}$– витрата енергії через світлопрозорі конструкції;

$A_{ск}$– площа світлопрозорих конструкцій;

$U_{ск}$– коефіцієнт опору теплопередачі світлопрозорих конструкцій;

t_{in} – внутрішня температура приміщення;

t_{out} – зовнішня температура;

n – кількість діб опалюваного сезону.

Теплова потужність світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету LWS 3 у МЗК:

$q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out})$ = (39+8,8)·1,41·(8 - - 0,1) = 0,55 (кВт)

Проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій LWS 3 у МЗК :

$Q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out}) \cdot 24 \cdot n$ =(39+8,8)·1,41·(8 - - 0,1)·24·203=2,66 (тис. кВт·год)

Рахуємо теплову потужність світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету Gealan S 8000:

$q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out})$ = (135+67,5+57+144)·1,15·(20 - - 0,1) = 9,33 (кВт)

Проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій Gealan S 8000:

$Q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out}) \cdot 24 \cdot n$ = (135+67,5+57+144)·1,15·(20 - - 0,1)·24·203 = =45,44 (тис. кВт·год)

Обраховуємо теплову потужність світлопрозорих конструкцій із використанням склопакету Gealan S 8000 у МЗК:

$q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out})$ = (39+8,8)·1,15·(8 - - 0,1) = 0,45 (кВт)

Проводимо обрахунок енерговитрат світлопрозорих конструкцій Gealan S 8000 у МЗК :

$Q_{ск} = A_{ск} \cdot U_{ск} \cdot (t_{in} - t_{out}) \cdot 24 \cdot n$ = (39+8,8)·1,15·(8 - - 0,1)·24·203=2,17(тис кВт·год)

Робимо порівняння отриманих результатів і дані заносимо у табл. 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння результатів розрахунків у житлових приміщеннях та в МЗК

Отримані дані	Житлові приміщення		МЗК	
	LWS 3	Gealan S 8000	LWS 3	Gealan S 8000
Опір теплопередачі, ($R_{q\ min}$=0,75 м^2·К/Вт)	0,72	0,87	0,72	0,87
Теплова потужність огороджувальної конструкції, кВт	11,436	9,33	0,55	0,45
Витрата теплової енергії впродовж опалюваного сезону, тис. кВт·год	55,714	45,44	2,66	2,17

3.4 Висновки за результатами дослідження

За результатами проведених досліджень можна зробити наступні висновки:

1. Для забезпечення мінімально необхідного значення опору теплопередачі у випадку зовнішньої огороджуючої конструкції – стіна, необхідно проводити її теплоізоляцію ізоляційним матеріалом із коефіцієнтом теплопровідності не нижче 0,035Вт/м·К та товщиною не менше 150 мм.

2. Використання у світлопрозорих конструкціях склопакетів, що забезпечують отримання значення опору теплопередачі вищого за мінімально допустимий, забезпечують зменшення витрати теплової енергії впродовж опалюваного сезону на 20%.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1 Характеристика проектованого об’єкта

Проектується десятиповерховий житловий будинок в м. Хмельницький. З північночі ділянка межує з ділянкою на якій зведено 10-ти поверховий будинок, з півдня обмежена червоними лініями, зі сходу та заходу – ділянками 9-ти поверхових будівель .

В об’єкті наявні системи енергопостачання, газопостачання, водопостачання і водовідведення.

В будинку запроектовано 36 квартир з них:

- 10 однокімнатних;
- 9 двокімнатних;
- 17 трикімнатних.

Максимальна кількість осіб, що можуть перебувати одночасно в будинку - 120 чоловік, не враховуючи покупців в аптеці.

4.2 Зовнішня техногенна безпека

4.2.1 Радіаційна безпека

Радіаційно небезпечними об’єктами для даного району будівництва являються Хмельницька та Рівненська АЕС (атомна електростанція), які знаходяться на межі терміну експлуатації, тому є потенційно небезпечними. На проектованому об’єкті потрібно передбачити укриття.

4.2.2 Хімічна безпека

Хімічно небезпечними являються очисні споруди, станції які хлорують воду. Хлор (використовується для знезараження води) - індивідуальна небезпечна речовина, належить до категорії токсичних речовин (8-ма категорія), а також до категорії речовин, які становлять небезпеку для довкілля (10-такатегорія). Також на підприємствах харчової промисловості.

4.2.3 Транспортні магістралі

Район, в якому проектується даний будинок, знаходиться на віддалі від великих автомобільних магістралей та залізничної колії, імовірність того, що поблизу будуть перевозитись небезпечні вантажі невелика. Якщо виникне надзвичайна ситуація, яка спричинить небезпеку для людей, то відбудеться їх евакуація автобусами в безпечну зону.

4.3 Внутрішня небезпека проектованого об'єкта

4.3.1. Електробезпека

Причини і місця можливих нещасних випадків, зв'язаних з ураженням електричним струмом:

- силове електрообладнання щитової, насосної станції. Можливі причини: коротке замикання.
- ліфтове обладнання і мережі.
- кухні в квартирах. Можливі причини: несправні побутові електроприлади або їх неправильна експлуатація мешканцями, пошкоджена електропроводка (оголення проводів та ін.); спроби ремонту електричних приладів чи проводки неспеціалістами.
- житлові приміщення. Можливі причини: несправні побутові електроприлади або їх неправильна експлуатація; використання власних електроприладів чи електротехніки у своїх помешканнях; пошкоджена електропроводка (оголення проводів електромережі, пошкоджені механізми побутових електроприладів, несправні контакти в джерелах електричного струму та інш.).

4.3.2 Пожежо- та вибухонебезпека

Причини і місця можливих нещасних випадків, зв'язаних з пожежею чи вибухом:

- кухні в квартирах. Можливі причини: несправні побутові електроприлади або їх неправильна експлуатація мешканцями може призвести до

короткого замикання і пожежі; куріння в недозволених для цього місцях – можливе загорання.

- житлові приміщення. Несправні побутові електроприлади або їх неправильна експлуатація жителями може призвести до короткого замикання і пожежі; куріння в недозволених для цього місцях – можливе загорання. Синтетично-оздоблювальні матеріали помешкань (спричиняють задимлення) електричного походження
- коридори на поверхах. Пошкоджена електропроводка (коротке замикання) – можливість самозагорання;

Негерметичність та несправність газових приладів, газопровідної мережі – можливість вибуху.

4.3.3 Психофізіологічна небезпека

При настанні надзвичайної ситуації поведінка людей може набути небезпечного характеру за «ефектом натовпу». Почуття страху, що охоплює групу людей миттєво передається іншим і переростає в некерований процес – паніку. У людей різко підвищується емоційність сприйняття того, що діється навкруги, знижується відповідальність за свої поступки. Людина не може розумно оцінити свою поведінку і обстановку, що склалася. В такій атмосфері досить тільки одному виказати, проявити бажання втекти з небезпечного району, як людська маса починає сліпо копіювати його дії. Тому, люди частіше всього гинуть не від самої небезпеки, а від страху і паніки, що виникають у натовпі.

4.4 Заходи запобігання виникненню надзвичайних ситуацій і захист людей

4.4.1 Інженерні заходи

Інженерно-технічні заходи — це комплекс робіт, що забезпечують підвищення стійкості будинків і споруд, обладнання, комунально-енергетичних систем.

Під стійкістю роботи об'єктів, які безпосередньо не виробляють матеріальні цінності розуміють їх спроможність виконувати свої функції в умовах НС.

На стійкість роботи в умовах НС впливають наступні фактори:

- надійність захисту мешканців;
- спроможність інженерно-технічного комплексу об'єкта протистояти у визначеному ступеню уражаючих факторів стихійного лиха, аварій, катастроф та сучасних видів зброї;
- захищеність об'єкта від вторинних уражаючих факторів (пожеж, вибухів, зараження ОР та СДОР);
- надійність системи забезпечення об'єкта всім необхідним (електроенергією, водою, газом та іншим);
- створення надійних систем електро-, водо- та теплозабезпечення об'єктів:

а)підвищення стійкості електрозабезпечення: розподіл схеми електромереж на незалежно працюючі частини; закільцювання електромереж та підключення їх до декількох джерел енергозабезпечення; створення резерву дизельних електростанцій;

б) підвищення стійкості систем водопостачання: водопостачання від двох незалежних джерел; захист вододжерел та резервуарів чистої води;

в) підвищення стійкості систем газо, тепло- та паливо- забезпечення: розподільні газопроводи робити підземними та передбачати їх кільцювання: газорозподільні станції та опорні пункти обвідних газопроводів передбачати в підземному варіанті; встановлювати в основних вузлових точках систем газо забезпечення автоматичні вимикаючі пристрої, які спрацьовують при аваріях.

Підвищення протипожежної стійкості:

1) Внутрішні засоби попередження – влаштовані газоаналізатори в коридорах поверхів.

2) Зовнішнє пожежогасіння передбачається від пожежних гідрантів на водопровідній мережі.

Конструктивні вимоги

Всі конструктивні вимоги до будівлі, що споруджується у районах сейсмічністю 6 балів були виконані, а саме: будівлі з цегляними стінами передбачено простої форми у плані; центральна зона жорстких вузлів армована замкненими хомутами, які установлені з кроком не більше 100мм; між гранями перегородок, стінами, які не беруть участь у роботі каркаса, та конструкціями каркаса передбачені антисейсмічні шви завширшки не менше 20мм.

Ядром жорсткості служитиме комунікаційний вузол, виконаний із монолітного залізобетону.

У разі виникнення НС підвальний поверх можна використовувати як захисне укриття.

Заземлення і захисні заходи безпеки.

Для захисту людей від ураження електричним струмом в будинку передбачені наступні заходи:

- Заземлення електроустановок, яке здійснене шляхом приєднання металевих корпусів до захисного PE провідника трипровідної або пятипровідної лінії живлення.

PE провідник у свою чергу приєднаний до PEN-шини групового щитка або ВРП

- Вирівнювання потенціалів, яке здійснюється шляхом об’єднання всіх побутових стаціонарних металевих виробів (ванни, труби, корпуси газових колонок) сталевою штабою вирівнювання потенціалів.
- Захисне відключення − з застосуванням на окремих лініях пристроїв захисного відключення (ПЗВ).
- Понижена напруга. Застосування при необхідності понижуючих трансформаторів 220/36 В.

4.4.2 Організаційні заходи

Оповіщення при НС

При настанні НС відбувається своєчасне повідомлення жителів про небезпеку внутрішньою звуковою сигналізацією – сиреною, що свідчить про команду евакуації з будинку. В кухнях квартир передбачається встановлення сигналізаторів наявності метану газу. Також передбачена установка сигналізаторів метану в приміщенні підвалі.

Евакуація

Для евакуації передбачається влаштування сходової клітки типу СК-1. Відкривання дверей на сходовій клітці передбачено в сторону евакуації. З підвального поверху передбачено окремий вихід безпосередньо назовні. На кожному поверсі на видному місці розташовані схеми евакуації з будинку. Евакуація з верхніг поверхів також може проводитись через пожежні сходи які знаходяться на лоджіях кожної квартири вище 6-го поверху.

4.5 Вибухобезпека будівель і споруд

У період будівництва та планування об’єктів підприємств необ-хідно передбачати заходи вибухобезпеки будівель і споруд.

Основною причиною руйнування несучих елементів будівель і споруд є високий надлишковий тиск у фронті ударної хвилі, що утворюється при вибуху, який діє на конструкцію будівлі.

Можна уникнути руйнування будівельних конструкцій при правильному проектуванні та зведенні будівлі. Будівля зможе протистояти вибуху, якщо в ній передбачені отвори таких розмірів, щоб через них за короткий час, який повинен бути меншим за час, необхідний для руйнування несучих конструкцій, витікали газоподібні продукти вибуху та тиск всередині приміщення падав до значення, не здатного зруйнувати будівлю.

У випадку коли площа віконних і дверних отворів забезпечує вибухобезпеку будівлі за умови, що руйнуючий тиск p1 або імпульс сили S1 і час t1 руйнування віконних обкладинок і дверних полотен є меншим від тиску p0 або імпульсу сили S0 і часу t0, необхідного для руйнування елементів конструкції будівлі. У іншому випадку в зовнішніх стінах і перекриттях при проектуванні передбачають

додаткові отвори. Отвори заповнюються спеціальними противибуховими клапанами-панелями, які руйнуються або скидаються, якщо: $S1<S0$; $t1<t0$; $p1<p0$.

Вибух і тиск, що спричиняє руйнування або відкривання клапанів-панелей, повинен бути мінімально необхідним, тільки тоді забезпечується вибухобезпека будівлі. У вибухобезпечних будівлях віконні отвори роблять з одного шару скла, а віконні обкладинки повинні відкриватися назовні. Вибухобезпека будівлі істотно зростає, якщо правильно розміщено отвори по периметру зовнішніх стін.

ВИСНОВКИ

Кваліфікаційна робота магістра виконана відповідно до виданого завдання та теми роботи.

В першому розділі розглянуто такі питання як: дані про район і ділянку будівництва, геологічна будова та гідрогеологічні умови будівельного майданчика. Проведено обґрунтування архітектурно-планувальних, конструктивних та інших прийнятих рішень. Також розглянуто питання забудови та організація рельєфу ділянки, вивчено питання інженерних мереж і обладнання.

У розрахунково-конструктивному розділі проведено розрахунок колони, стіни, монолітні плити перекриття, покрівлю та фундаменти з прив'язкою до плану будівлі у ПК «Autodesk Robot Structural Analysis Pro».

У науковій частині кваліфікаційної роботи магістра зроблено постановку задачі дослідження та методики її проведення. Розглянуті питання сучасних вимог до енергоефективності характеристик житла та проведено порівняльний аналіз різних теплоізоляційних підходів й особливостей їх застосування у будівництві.

Розділ охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях містить питання зовнішньої техногенної безпеки, внутрішня небезпека проектованого об'єкта, вибухонебезпечності будівель і споруд, заходів щодо запобігання виникненню надзвичайних ситуацій та захист людей,

БІБЛІОГРАФІЯ:

1. ДБН В.1.1-12:2014. Будівництво в сейсмічних районах України. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2014. - 118 с.

2. ДБН А.2.1–1-2008 Інженерні вишукування для будівництва. Основні положення. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2008.

3. ДБН В.2.2-23:2009 Будинки і споруди. Підприємства торгівлі. К.: Мінрегіонбуд України. 2009. - 50 с.

4. НПАОП 52.0-1.01-96 Правила охорони праці для об’єктів роздрібної торгівлі. К.: Міністерство зовнішніх економічних зв’язків і торгівлі України. 1996. – 9 с.

5. ДСТУ Б В.2.7-61:2008 Будівельні матеріали. Цегла та камені керамічні рядові і лицьові. Технічні умови (EN 771-1:2003, NEQ). К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2009. - 33 с.

6. ДБН В.2.6-31:2016 Теплова ізоляція будівель. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2017. - 33 с.

7. ДБН В.1.2-2:2006 Система забезпечення надійності та безпеки будівельних об`єктів. Навантаження і впливи. Норми проектування. Зміна № 1. К.: МІНБУД УКРАЇНИ. 2007. - 75 с.

8. ДБН В.2.1-10:2018 Основи і фундаменти будівель та споруд. Основні положення. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2018. - 42 с.

9. ДСТУ Б В.2.6-156:2010 Конструкції будинків і споруд. Бетонні та залізобетонні конструкції з важкого бетону. Правила проектування. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2010. - 72 с.

10. ДБН А.3.2-2-2009 Система стандартів безпеки праці. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2012. - 122 с.

11. ДСТУ Б В.2.6-167:2011 Сітки зварні для залізобетонних конструкцій. Технічні умови (ГОСТ 8478-81, MOD). К.: Мінрегіон України. 2012. - 17 с.

12. ДСТУ Б В.2.6-169:2011 З`єднання зварні арматури та закладних виробів залізобетонних конструкцій. Типи, конструкції та розміри (ГОСТ 14098-91, MOD). К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2012. - 19 с.

13. ДСТУ 3760:2019 Прокат арматурний для залізобетонних конструкцій. Загальні технічні умови. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2019. - 28 с.

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

15. ДБН В.1.2-2:2006. Навантаження і впливи К.: Мінбуд України, 2006.

16. ДБН В.1.1-7:2016. Пожежна безпека об’єктів будівництва. – К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України., 2016. – 39 с.

17. ДБН В.2.6-98:2009. Бетонні та залізобетонні конструкції. Основні положення. К.: Міністерство регіонального розвитку та будівництва України, 2011. – 71 с.

18. ДСТУ Б В.2.1-2-96. Ґрунти. Класифікація. – К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1995. – 51 с.

19. ДБН Б.2.2-12:2019. Планування та забудова територій. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2019. - 185 с.

20. ДБН 360-92 Містобудування. Планування і забудова міських і сільських поселень. К.: Державний комітет України у справах містобудування і архітектури, 1992.

21. ДБН В.2.2-9:2018 Будинки і споруди. Громадські будинки та споруди. Основні положення. К.: Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України. 2018. - 49 с.

22. Вплив температури на мікромеханізми статичного деформування та руйну-вання теплостійких сталей / П.В. Ясній, В.Б. Гладьо, П.О. Марущак, Д.Я. Баран // Вісник Тернопільського державного технічного університету. - 2007. - Т. 14. - № 3. – С. 7-16.

23. Maruschak P., Degradation and cyclic crack resistance of continuous casting machine roll material under operating temperatures / P. Maruschak, D. Baran // Iranian Journal of Science and Technology Transaction B: Engineering. - 2011. - Vol. 35. - M2. - P. 159-165.

24. Ігнатьєва В.Б. Аналіз способів поліпшення теплотехнічних характеристик при будівництві будівель / В.Б. Ігнатьєва, Е.О. Текін // ΛΌГОΣ. Мистецтво наукової думки, 2019. - Vol. 3. – С. 97-100.

25. Yasniy P., Pyndus Y., Hud M. Methodology for the experimental research of reinforced cylindrical shell forced oscillations. Scientific journal of the Ternopil national technical university. 2017. Vol. 86. №. 2. P. 7–13

26. Макара, Т.Я. Оцінка вогнестійкості елементів металевого каркасу торгівель-но-офісного центру / Т.Я. Макара, Т.О. Криницький, А.П. Сорочак // Акту-альні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей IX Міжнародної на-уково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 25-26 листопада 2020). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2020. – С. 93.

27. Ковальчук Я. Теплоізоляційні будівельні матеріали з місцевих технологіч-них відходів / Я. Ковальчук, Г. Крамар, Л. Бодрова, І. Коваль, С. Маринен-ко // Наукові нотатки. - 2019. - Вип. 66. - С. 165-171.

28. Ларочкін А.О. Перспективи використання енергоефективних будівель / А.О. Ларочкін, А.О. Пашко, І.В. Коваль // Актуальні задачі сучасних технологій:

збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 24-25 листопада 2021). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2021. – С. 50.

29. Піняк О.М. Енергоефективність будівель / О.М. Піняк, О.Г Мацьків, І.В. Коваль // Актуальні задачі сучасних технологій: збірник тез доповідей XX Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів (Тернопіль, 24-25 листопада 2021). – Т. 1. – Т. : ТНТУ, 2021. – С. 53.

30. Pidgurskyi I. Analysis of stress intensity factors obtained with the fem for surface semielliptical cracks in the zones of structural stress concentrators // Scientific Journal of TNTU. - Ternopil: TNTU, 2018. - Vol. 90. - No 2. - P. 92-104.