

Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вищого навчального закладу)

Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))

Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури  
(повна назва кафедри (предметної, циклової комісії))

## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:

«Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності»

Виконав: студент 2-го курсу, групи Б-21мз  
за спеціальністю 192 – «Будівництво та  
цивільна інженерія»

Мур І. В. Журавльов

Керівник к.т.н., доц. Ю. С. Бікс

Бікс «19» червня 2023 р.

Опонент к.т.н. доц. Анохіка К. В.

Анохіка «19» червня 2023 р.

Допущено до захисту

Завідувач кафедри БМГА

к.т.н., доц. В. В. Швець

(ініціали та прізвище)

«19» червня 2023 р.

Вінниця ВНТУ – 2023 рік

Вінницький національний технічний університет  
Факультет Будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
Кафедра Будівництва, міського господарства та архітектури  
Рівень вищої освіти другий (магістерський)  
Галузь знань 19 Архітектура та будівництво  
Спеціальність 192 Будівництво та цивільна інженерія  
(шифр і назва)  
Освітньо-професійна програма Промислове та цивільне будівництво

**ЗАТВЕРДЖУЮ**  
Завідувач кафедри БМГА  
Швець В.В.  
"20" березня 2023 року

## **ЗАВДАННЯ** НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ МАГІСТРАНТУ

Журавльову Ігорю Віталійовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності

керівник роботи Бікс Ю. С., к.т.н., доцент

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

затверджені наказом вищого навчального закладу від "20" березня 2023 р. №68





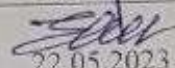
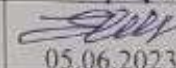

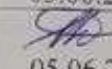
2. Строк подання студентом роботи 09.06.2023 р.

3. Вихідні дані до роботи Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування індивідуального житлового будинку каркасної конструкції із застосування стінових панелей заводської готовності. Переkritтя збірні балочні. Покрівля скатна. Передбачене автономне опалення.

4. Зміст текстової частини (перелік питань, які потрібно розробити) Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, практична значимість, методи досліджень, апробація). 1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел, технології зведення каркасних будинків, варіанти влаштування несучо-огороджувальних конструкцій малоповерхових будівель із панелей заводської готовності, нові напрямки влаштування несучо-огороджувальних конструкцій в малоповерхових каркасних будівлях. 2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту (розрахунок планувальних відміток генплану, специфікації на збірні залізобетонні конструкції, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок). 3. Технологія монтажу каркасного будинку з використанням панелей заводської готовності. 4. Розробка заходів з охорони праці та цивільного захисту. 5. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкту).  
Висновки

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень)  
 1. Науково-дослідний розділ – 5-8 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи). 2. Архітектурно-будівельні рішення – 2 арк. (фаса генеральний план, плани, план покрівлі, розріз, вузли). 3. Технологічна карта монтаж каркасного будинку – 1 арк. (розробка технологічних карт)


6. Консультанти розділів роботи


Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання взяв	виконання прийняв
1-3 розділи	Бікс Ю.С., к.т.н, доцент кафедри БМГА	 20.03.2023	 22.05.2023
Технічний розділ	Бікс Ю.С., к.т.н, доцент кафедри БМГА	 20.03.2023	 22.05.2023
Розділ економіки	Лялюк О.Г., к.т.н, доцент кафедри БМГА	 22.05.2023	 05.06.2023
Розділ ОП	Кобилянська І.М., к.пед.н, доцент каф. БЖДПБ	 22.05.2023	 05.06.2023

7. Дата видачі завдання 20.03.2023 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	20.03-30.03.23	виконано
2	Науково-дослідна частина	20.03-22.05.23	виконано
3	Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкту	20.03-22.05.23	виконано
4	Технологія виконання робіт зі зведення каркасу будинку	20.03-22.05.23	виконано
5	Охорона праці та цивільний захист	22.05-05.06.23	виконано
6	Економічна частина	22.05-05.06.23	виконано
7	Оформлення МКР	01.06-10.06.23	виконано
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	05.06-09.06.23	виконано
9	Попередній захист	05.06-09.06.23	виконано
10	Рецензування	10.06-20.06.23	виконано
11	Захист МКР	22.06-23.06.23	виконано

Студент  (підпис) Журавльов І.  
 (прізвище та ініціали)

Керівник роботи  Бікс Ю.  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.011+624.073

Журавльов І. В., Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності. Магістерська кваліфікаційна робота за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія». Вінниця: ВНТУ, 2023. 108 с.

На укр. мові. Бібліогр.: 37 назв; рис.:29; табл. 14, 13 листів граф. частини.

У даній магістерській кваліфікаційній роботі досліджено технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності.

Відповідно до поставлених задач було виконано:

- аналіз сучасних технологій каркасних будинків;
- виконано моделювання вдосконалених технологічних рішень зведення котеджів із сендвіч-панелей;
- розроблено вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами 1,2×3,6 м сендвіч-панелей, що складаються з каркасу, мінераловатних теплоізоляційних плит та облицювальних обшивок, які з'єднуються між собою за допомогою нових швидкозбірних шарнірних вузлів з урахуванням найбільш важливих критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу та мінімуму вартості;
- розглянуто три види з'єднань панелей – традиційне з'єднання із застосуванням сталевих кутиків та інноваційні – з використанням конекторів X-RAD та безболтових шарнірних з'єднань.

Запроектовано типову каркасну житлову будівлю, двохверхову, за формою – прямокутну у двох варіантах проектного вирішення – без підвалу на фундаментах із паль-стійок для слабких чи підтоплюваних ґрунтів та з підвалом із бутобетону, який може слугувати тимчасовим укриттям та бути частиною житлового чи господарського функціонального простору.

Будівля розміром 9,5×7,5 м. Висота приміщення – 2,5-2,7 м залежно від розміру панелей, які будуть використовуватись.

Планування будинку включає всі необхідні функціональні приміщення для життєдіяльності сім'ї із 4-6 чоловік.

Було запропоновано рекомендації по технології зведення, охороні праці та безпеці в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з монтажем каркасу та панелей підвищеної заводської готовності при новому будівництві малоповерхових житлових будинків.

Також було розроблено розділ економіки з розрахунком необхідних параметрів вартості конструкцій стін із традиційної цегляної кладки та сендвіч-панелей.

Ключові слова: технологія каркасного будівництва, перехресно-клеєна деревина, CLT-панелі, вузлові з'єднання, дерев'яне домобудування, несуча здатність, сендвіч-панелі, OSB-плити.

## ANNOTATION

Zhuravlev I., Technological features of the construction of frame houses with factory-ready wall panels. Master's thesis on specialty 192 – «Construction and civil engineering». Vinnytsia: VNTU, 2023. 108 p.

In Ukrainian speech Bibliography: 37 titles; Fig.: 29; table 14, 13 letters Count. Parts.

In this master's qualification work, the technological features of the construction of frame houses with factory-ready wall panels are investigated.

In accordance with the set task, the following was accomplished:

- analysis of modern technologies of frame houses;
- modeling of improved technological solutions for building cottages from sandwich panels was performed;
- developed improved technological solutions for the installation of size-optimized 1.2x3.6 m sandwich panels, consisting of a frame, mineral wool heat-insulating plates and cladding, which are connected to each other with the help of new quick-assembly hinge units, taking into account the most important criteria optimality: minimum labor costs and machine time and minimum cost;
- three types of panel connections are considered - traditional connection using steel corners and innovative - using X-RAD connectors and boltless hinged connections.

A typical frame residential building, two-story, rectangular in shape was designed in two versions of the design solution - without a basement on foundations made of piles-stands for weak or flooded soils and with a basement made of reinforced concrete, which can serve as a temporary shelter and be part of a residential or economic functional space.

Recommendations on labor protection and safety in emergency situations related to the arrangement of the roof during new construction and reconstruction of a residential building were proposed.

An economics section was also developed. In which all the necessary price characteristics were determined. It was determined that the best characteristics are provided by a roof made of PVC membranes, which is insulated with a 250-mm-thick insulation and reinforced with a wire mesh screed.

Key words: frame construction technology, cross-glued timber, CLT panels, knot connections, wooden house construction, bearing capacity, sandwich panels, OSB plates.

## ЗМІСТ

ВСТУП	5
1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ З СТИНОВИМИ ПАНЕЛЯМИ ЗАВОДСЬКОЇ ГОТОВНОСТІ	9
1.1 Сучасні каркасні технології зведення житлових будинків	9
1.1.1 Каркасно-панельна технологія	9
1.1.2 Каркасно-щитова технологія	11
1.1.3 Модульна технологія	12
1.1.4 Технологія із СІП-панелей (сендвіч-панелей)	13
1.1.5 Технологія каркасно-рамних будинків	15
1.1.6 Технологія зведення будинків із брусу	16
1.2 Аналіз існуючих технологій монтажу каркасних дерев'яних малоповерхових будинків	19
1.2.1 Монтаж каркасних будинків	19
1.2.2 Технологія будинків швидкого збирання	20
1.2.3 Особливості монтажу каркасу	22
1.3 Висновки до розділу 1	25
2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТ (ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕНТРІВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ)	27
2.1 Оптимальна модель технології монтажу каркасних житлових будинків з сендвіч-панелей заводської готовності	27
2.2 Вибір оптимальних типів з'єднань каркасних панелей	32
2.2.1 Види вузлових з'єднань панелей	33
2.2.2 З'єднання за допомогою конекторів X-RAD	36
2.3 Безболтове вузлове шарнірне з'єднання	39
2.1 Висновки до розділу 2	41
3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	43
3.1 Оцінка техніко-економічної ефективності зведення каркасних будинків	43



3.2 Порівняння способів з'єднання панелей	44
3.3 Шляхи зниження трудомісткості монтажу каркасних індивідуальних житлових будинків	47
3.4 Висновки до розділу 3	49
4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	50
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	50
4.1.1 Природно-ресурсний потенціал	50
4.1.2 Аналіз генерального плану та функціонального зонування села Агрономічне	50
4.1.3 Проектування території котеджного містечка	51
4.1.4 Архітектурно-планувальні рішення житлового будинку	53
4.1.5 Зовнішнє інженерне обладнання	56
4.2 Технологічна карта на монтаж каркасу будинку	57
4.2.1 Складання основних таблиць розробки технологічної карти на монтаж каркасного малоповерхового дерев'яного будинку	57
4.2.2 Розробка технологічної карти на монтаж каркасного малоповерхового дерев'яного будинку	58
4.3 Технологія монтажу каркасного будинку із панелей заводської готовності	66
4.4 Висновки до розділу 4	76
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	77
5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта	77
5.1.1 Технічні рішення з безпечної організації робочих місць	77
5.1.2 Електробезпека	80
5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії	81
5.2.1 Мікроклімат	81
5.2.2 Склад повітря робочої зони	82
5.2.3 Виробниче освітлення	82
5.2.4 Виробничий шум	83

5.2.5 Виробничі вібрації	84
5.2.6 Фактори умов праці	85
5.3 Безпека в надзвичайних ситуаціях	86
5.3.1 Вплив радіації на організм людини	86
5.3.2 Оцінка радіаційного захисту в кімнаті першого поверху каркасного будинку першого типу	87
5.3.3 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту підвального приміщення каркасного будинку другого типу	91
5.4 Висновки до розділу 5	95
6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	96
6.1 Техніко-економічне порівняння конструктивних варіантів стін каркасних будинків	96
6.2 Висновки до розділу 6	102
ВИСНОВКИ	103
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	105
ДОДАТКИ	109
ДОДАТОК А Бланк перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	110
ДОДАТОК Б Відомість графічної частини	111

## ВСТУП

**Актуальність теми.** Технологія будівництва зі збірних стінових панелей поширена в Північній Америці, Скандинавії, Західній Європі, а також у деяких регіонах Азії та Далекого Сходу. Ці технології переважно використовуються в малоповерховому житловому будівництві. Донедавна такі технології не користувалися попитом в Україні, оскільки українська житлова архітектура і традиції завжди були пов'язані з більшими будинками та іншими об'ємно-планувальними рішеннями, які переважно визначалися побутом і способом життя сільських і приміських мешканців. Крім того, великі запаси осадових і магматичних гірських порід дозволили виробляти широкий асортимент дрібних штучних і природних кам'яних матеріалів. Незважаючи на широке використання дерева як будівельного матеріалу в деяких регіонах України, його застосування обмежувалося спорудженням підлог і дахів та оздобленням будівель.

Хвиля індустріального типового міського будівництва у 50-80-х роках 20 століття була зумовлена швидкою післявоєнною відбудовою та потребою забезпечити житлом працівників новозбудованих фабрик і заводів. У той час набула поширення технологія будівництва багатоповерхових каркасних будинків з використанням бетону, керамічних панелей або залізобетонних збірних стінових панелей. На тлі недоліків таких будівель і незручностей планування, технологія виготовлення і монтажу збірних стінових панелей і блоків дозволила зводити масове житло за 3-7 днів.

З початку 2000-х років в Україні почали надавати перевагу монолітним залізобетонним багатоповерхівкам при забудові міських кварталів, а в індивідуальному житловому будівництві – будинкам котеджного типу в сільській місцевості та таунхаусам в приміських і міських районах, переважно з цегли, кераміки, силікатного і бетонного каменю.

Збірні панельні каркасні будинки не набули поширення в сучасному житловому будівництві через високу трудомісткість і вартість будівництва, меншу

міцність і термін експлуатації порівняно з монолітними конструкціями та кам'яними спорудами, а також високу вартість панелей, які не виробляються в Україні у достатній кількості і в більшості випадків імпортуються. Також були сумніви щодо їхньої екологічності, енергоефективності та пожежної безпеки. Однак після масових руйнувань, спричинених військовими діями та переселенням великої кількості людей з одних регіонів країни в інші, актуальніс стає не так питання довговічності і капітальності житла, як швидкості зведення будинків та адаптації нового житла до базових потреб українців, можливості трансформації просторово-планувальних рішень та забезпечення підвищених вимог енергоефективності. Сучасні каркасні будинки характеризуються конструктивною простотою, легкістю, мобільністю та функціональністю. Методи будівництва будинків за цією технологією полягають в тому, що всі конструктивні елементи виготовляються безпосередньо в цеху. Готові стіни, перекриття, дах або їх елементи та з'єднання доставляються на будівельний майданчик, і весь будинок може бути побудований в найкоротші терміни.

Тому виникає необхідність у вивченні технології будівництва швидкокомтованих будинків і розробці технічних рішень для зведення індивідуальних будинків з промислових панелей як особливого виду будівель заводської готовності.

**Мета дослідження.** Метою роботи є дослідження та удосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків із застосуванням панелей заводського виготовлення, що забезпечить зниження трудомісткості та вартості будівництва.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес будівництва індивідуальних каркасних житлових будинків методом монтажу із готових елементів заводського виготовлення.

**Предметом дослідження** є параметри технологічних процесів зведення індивідуальних житлових будинків способом монтажу із готових елементів заводського виготовлення.

**Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:**

- проаналізувати стан будівництва індивідуальних каркасних житлових будинків з індустріальних панелей в Україні та за кордоном та провести оцінку існуючих технологій зведення таких будинків;
- теоретично змоделювати вдосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимальних за розміром індустріальних елементів каркасу та сендвіч-панелей підвищеного ступеня заводської готовності з мінімумом кранового обладнання;
- запропонувати вдосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних елементів на основі швидкозбірних шарнірних вузлів, що не вимагають зварювання та омонолічування;
- запропонувати раціональний варіант організації та технології виконання робіт з монтажу котеджів з урахуванням основних факторів впливу – площі об'єкта, кількості та кваліфікації робітників у ланці, ступеня механізації робіт, площі та ваги панелей, видів вузлів з'єднань;
- оцінити техніко-економічну ефективність і технологічність зведення каркасних будинків із панелей заводської готовності на прикладі індивідуального житлового будинку.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- вдосконалено технологічні рішення монтажу каркасних будинків шляхом оптимізації розмірів сендвіч-панелей з мінераловатних теплоізоляційних плит та облицювальних обшивок та з'єднань елементів каркасу і панелей за допомогою швидкозбірних шарнірних вузлів, з урахуванням найважливіших критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу та мінімуму вартості;
- виявлено основні фактори і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових каркасних будинків: зниження трудомісткості та вартості монтажу від збільшення розмірів,

ступеню заводської готовності і маси панелей та від зниження трудомісткості влаштування вузлових з'єднань;

**Практичне значення одержаних результатів:** встановлена технологічна та економічна доцільність застосування розроблених технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних елементів каркасу з застосуванням ефективних панелей заводської готовності та швидкозбірних з'єднань порівняно з відомими способами будівництва на основі традиційних дрібноелементних і недостатньо індустріальних кам'яних та бетонних виробів. Удосконалених рішень зведення індивідуальних житлових будинків дозволить підвищити ефективність монтажу на 10-17%, а вартість знизити на 15-43%.

**Особистий внесок магістранта:** усі результати, наведені у магістерській кваліфікаційній роботі, отримані самостійно. У роботах, опублікованих у співавторстві, автору належать такі: [1] – обробка результатів зібраної інформації та виведення напрямів, які націлені на впровадження енергозберігаючої технології каркасних будинків, що швидко монтується.

**Апробація результатів роботи.** За результатами магістерської кваліфікаційної роботи опубліковано 1 тези доповіді на конференції.

Виступ на ІІ Науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії, яка відбулася 17 травня 2023 року.

#### **Публікації [1]:**

1. Журавльов І. В., Бікс Ю. С. Сучасні технології зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності. *Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії*: матеріали ІІ наук.-техн. конф. ф-ту б-цтва, цивіл. та екол. інженерії, м. Вінниця, 16.01-23.06.2023 р. Вінниця, ВНТУ, 2023. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/18480/15300>

# **1 АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ З СТИНОВИМИ ПАНЕЛЯМИ ЗАВОДСЬКОЇ ГОТОВНОСТІ**

## **1.1 Сучасні каркасні технології зведення житлових будинків**

Сучасні технології зведення каркасних будинків можна умовно поділити на такі види:

- 1) каркасно-панельна технологія (німецькі будинки);
- 2) каркасно-щитова технологія (канадські будинки);
- 3) модульні будинки;
- 4) технології із СП-панелей (сендвіч-панелі);
- 5) будинки із клеєної деревини (каркасно-рамні або фахверкові);
- 6) будинки із бруса.

### **1.1.1 Каркасно-панельна технологія**

Каркасно-панельну технологію зведення житлових будинків називають ще німецькою. Також широкого розповсюдження вона набула у Фінляндії та інших скандинавських країнах і країнах Північної та Центральної Європи. При каркасно-панельній технології основні конструкції будинку виготовляють у заводських умовах і монтуються уже на будівельному майданчику (рис. 1.1, 1.2). Переваги: можливість зміни планувальних рішень в процесі будівництва; незалежність зведення будинку від погодних умов та пори року; швидкість зведення – тривалість монтажу до 14 днів; мобільність – будинок можна зводити на важкодоступних ділянках та за потреби перемістити на іншу територію; екологічність та безпечність – в основі деревина та матеріали з неї; енергоефективність – панелі виготовляють багатошаровими, передбачаючи наявність сучасних ефективних утеплювачів типу мінеральної вати чи термопіни [2-4].



Рисунок 1.1 – Проект каркасно-панельного житлового будинку

Фундаменти – мілкового закладання з бетонних блоків, стрічкові або стовпчасті. Однак дана технологія вимагає ділянки будівництва без високого залягання ґрунтових вод.

Каркас будинку монтують з готових фабричних панелей, які уже утеплені та в яких прокладені внутрішні комунікації (рис. 1.2). Для збірних дерев'яних будинків використовуються сушені дошки шириною від 95 мм до 200 мм та товщиною 45 мм або клеєний брус. Утеплювальний матеріал укладається між елементами каркасу, який потім з обох сторін обшивається дошкою, фанерою або іншими сучасними листовими або штучними матеріалами. В якості утеплювача в каркасних конструкціях найчастіше використовується мінеральна вата, краще – на базальтовій основі, або інший термоізоляційний матеріал, не схильний до деформації і гниття [3].

Стіни будинку обшиваються зовні матеріалами з високою стійкістю до погодних умов: вагонкою, сайдингом або навіть керамічною цеглою чи блоками.

Дах виконують двоскатним. Покрівельний матеріал може бути різним – металочерепиця, металевий профнастил, м'яка покрівля.





Рисунок 1.2 – Монтаж каркасно-панельного будинку

### 1.1.2 Каркасно-щитова технологія

Будівництво каркасних будинків за каркасно-щитовою технологією винайдено в Канаді понад 40 років тому. Принцип зведення будинку базується на створенні надійного легкого каркасу з дерев'яних брусів, між якими є утеплювач (рис. 1.3).



Рисунок 1.3 – Проект каркасно-щитового житлового будинку

Щити, які виконують роль каркасу будинку, виготовляються в заводських умовах і на будівельному майданчику їх монтують до фундаменту. Після монтажу

каркасу будинку додатково проводиться внутрішнє та зовнішнє утеплення. Щити виготовляються без утеплення. Каркасно-щитова технологія дозволяє проектувати будинки з різноманітними об'ємно-планувальними рішеннями, площею, поверховістю, опорядженням. Решта конструктивних рішень не відрізняються від інших технологій, однак увесь цикл зведення може займати від 3 до 6 місяців (залежить від площі будинку, поверховості і дизайну) [2].

### 1.1.3 Модульна технологія

Модульна технологія базується на виготовленні готового каркасу будинку з металевого або дерев'яного профілю за каркасно-панельною технологією. Однак в умовах заводського цеху виконуються також всі зовнішні та внутрішні роботи, встановлюються внутрішні комунікації, електрика, освітлення, кухні, побутова техніка, сантехніка та меблі (рис. 1.4).



Рисунок 1.4 – Варіанти житлового будинку, виконаного за модульною технологією

Уже готовий до проживання будинок чи окремий модуль доставляється на ділянку будівництва та монтується на фундамент, підключається до зовнішніх комунікацій. Повне виготовлення і монтаж займають до 4 місяців. Переваги: дизайн будинку будь-якого стилю; надійність; швидкість будівництва; енергоефективність – будинок прогрівається приблизно за 2 години і довго зберігає тепло; мобільність – будинок легко й швидко транспортується до місця будівництва, може перевозитися, за необхідності, на іншу ділянку; економічність –

ціна виготовлення та зведення такого будинку нижча у порівнянні з будівництвом традиційного житла з цегли, піно- та газоблоків; підготовчі роботи та зведення фундаменту можна проводити паралельно з виготовленням будинку; можливість монтажу житлового модуля на рухому платформу і отримання мобільного житла [2, 4, 5].

#### 1.1.4 Технологія із СІП-панелей (сендвіч-панелей)

Також широкого розповсюдження в Європі набула технологія із СІП-панелей (сендвіч-панелей). Такі панелі виготовляються різних розмірів і можуть бути використані для утеплення вже зведених стін в каркасному будівництві або ж як самостійний самонесучий матеріал. Для спорудження стін використовуються спеціальні панелі, що представляють собою брусчатий каркас, утеплений пінополістиролом, який обшитий з двох сторін дерево-стружковими плитами (рис. 1.5).



Рисунок 1.5 – Технологія зведення будинків із СІП-панелей

Утеплювач, закладений в панелі, може мати різну товщину. СІП-панелі збираються за технологією велико вузлового складанн [3, 6]. Монтаж будинку із СІП-панелей полягає в послідовному з'єднанні між собою панелей до утворення конструкції запроектованої стіни (рис. 1.6). Стики між панелями фіксуються спеціальними кріпленнями та герметизуються. Наявність великої кількості стиків може призвести до виникнення містків холоду, тому варто особливу увагу приділити подальшому зовнішньому утепленню такого будинку. Збирається

контур будинку з міжкімнатними перегородками. Для надання конструкції жорсткості по горизонтальній осі, технологічні пази торців поміщаються обв'язувальні бруси.



Рисунок 1.6 – Монтаж житлового будинку із СІП-панелей

Максимально можливий розмір СІП-панелі – 2,5-2,8 мх1,25-12 м, тому у подібних будинках висота стелі у стандартній комплектації становить 2,5-2,78 м. Зовнішнє фінішне оздоблення будинку виконується на заводі або на будівельному майданчику, всередині панелі обшивають гіпсо-стружковою плитою і потребують чистового оздоблення внутрішніх приміщень. Зазичай будинок з СІП-панелей потребує значних допрацювань – виконання утеплення фасаду, облицювальні роботи, фарбування дерев'яних частин, проведення інженерних робіт тощо. Термін монтажу будинку – від 5-7 до 50-60 днів. Енергоефективність – опір теплопередачі стін із СІП-панелей становить становить  $4.3-4,5 \text{ м}^2 \cdot \text{°C}/\text{Вт}$ , що задовольняє нові норми по тепловій ізоляції будинків [7].

### 1.1.5 Технологія каркасно-рамних будинків

Каркасно-рамні будинки можуть виготовлятися із деревини чи металевих конструкцій (рис. 1.7).



Рисунок 1.7 – Дерев'яний і металевий каркаси каркасно-рамних будинків

Каркас будинку із деревини виготовляють із клеєного бруса перерізом не менше 150 мм. Між стійками каркаса утворюється рама, яка обшивається дошками або плитними водостійкими матеріалами і заповнюється утеплювачем, після чого встановлюються вікна та двері. Збирання такого будинку здійснюється безпосередньо на місці будівництва [8]. Основна відмінність каркасно-рамного будинку від каркасно-панельних і щитових це архітектурне оформлення будинку – такі будинки зазвичай мають велику площу скління (рис. 1.8).



Рисунок 1.8 – Проект каркасно-рамкового житлового будинку

Металеві каркаси збирають із з легких сталевих тонкостінних V і С-подібних термопрофілів з перфорованими пазами. Вага 1 м<sup>2</sup> будинку з такого каркасу – 130

кг, тоді як дерев'яного – 150-180 кг. Металеві каркаси в житловому будівництві досить популярні в Європейських країнах, Америці та в Японії.

Технологія будівництва каркасно-рамного будинку простіша на відміну від вище зазначених каркасних будинків. Будинок на етапі зведення не вимагає застосування спецтехніки, монтажних кранів, а зводиться безпосередньо на місці будівництва та має необмежені конструктивно-архітектурні рішення.

### 1.1.6 Технологія зведення будинків із бруса

За технологіями зведення існує кілька різновидів будинків з бруса: каркасні, з колоди та лафета, рубані вручну, споруди з профільованого клеєного бруса, зі струганого бруса або оциліндрованої колоди та інші [9] (рис. 1.9-1.10). За рахунок відмінності технології обробки якості будинків, побудованих із цих матеріалів, можуть сильно відрізнятись.



Рисунок 1.9 – Приклад дерев'яних будинків із бруса



Рисунок 1.10 – Зведення будинку із клеєного бруса

Для будівництва будинків із оциліндрованого бруса, як правило, використовують колоди з сосни, ялиці та ялини. Вони проходять багатоступінчасту обробку та піддаються високотемпературному просушуванню. Крім того, дерево потребує постійного догляду, основна проблема таких будинків – усадка, яка триває близько року і становить близько 10 см на кожен поверх. Усадка викликає появу тріщин, які призводять до додаткових тепловтрат, а також унеможлиблює виконання опоряджувальних робіт та встановлення вікон і дверей. Недостатня товщина стін (з бруса неможливо збудувати стіни товщиною понад 20 см), щоб забезпечити нормований термічний опір, викликає збільшення витрат на опалення або веде до використання таких будинків тільки в літній період. Тому поширення вони набули не так у житловій сфері, як у вигляді ресторанів, туристичних будиночків, готелів, лазень, альтанок. Також такі будинки не можна перепланувати у майбутньому.

Клеєний профільований брус при збереженні всіх переваг натуральної деревини позбавлений її явних недоліків. Виготовляють матеріал, як правило, з хвойних порід, зазвичай ялини, рідше – сосни та модрина. Готовий виріб отримують шляхом поздовжнього зрощування окремих ламелей із цільного дерева. Волокна сусідніх фрагментів розташовуються у різних напрямках. Подібна технологія виробництва дозволяє отримувати міцний матеріал із заздалегідь прогнозованими властивостями. Профільовані торці таких виробів полегшують процес будівництва та дозволяють отримувати міцну кладку.

До основних переваг матеріалу відносять високу міцність, відсутність усадки та тріщин. Такі стіни не вимагають обробки ні всередині, ні зовні, але максимальна товщина бруса 30 см, що не завжди забезпечує нормований термічний опір. Коштує клеєний брус значно дорожче за оциліндрований. Однак із нього можна будувати каркаси для багатоповерхових дерев'яних будинків.

Будинки із бруса зводять наступними методами:

- в зруб – укладання здійснюється за допомогою колод, що вибудовуються горизонтально і з'єднуються за допомогою врубок. Як матеріал йде тільки хвойна

порода деревини, вибираються ідеально рівні стовбури. Недолік – перевитрата деревини найвищого сорту, великі трудовитрати на зведення, висока ціна.

- зруб з оциліндрованого бруса – елементи каркасу мають не конічну, а циліндричну форму, що значно прискорює та спрощує процес зведення будинку. Обробка матеріалів проводиться промисловим чином, машина зрізає надлишки, підганяє елементи до потрібної довжини, габаритів, вибирає пази та шипи, виробляє торцювання та просвердлює всі необхідні отвори. Це зменшує вартість матеріалу втричі. Високі характеристики енергозбереження досягаються за рахунок щільності прилягання колод одна до одної, але термін усадки будинку – до 6 місяців;

- зведення із профільованого бруса – висушені, оброблені та обрізані з чотирьох сторін промисловим чином колоди, які виготолюються відразу із стикувальними вузлами, з'єднаннями, дверними та віконними з'єднаннями. Брус профільований відрізняється відмінною щільністю прилягання елементів. Оперативність забезпечується простою викладкою бруса один на одного із попутним стягуванням металевими шпильками;

- каркасні технології зведення будинків з клеєного бруса. Будинок з клеєного матеріалу можна оздоблювати відразу після завершення будівництва, однак сам клеєний брус відносно дорогий матеріал;

- лафетні будинки – це тип напівбруса, виготовлений з колоди, обпиляної тільки з двох сторін. На двох інших йдуть пропили під замок "шип-паз". З'єднання здійснюється «норвезьким» способом – у процесі усушки брус заклинюється в чашці власною вагою, за рахунок чого досягається відмінна міцність, і зберігаються високі енергозберігаючі якості будинку.

Хоча каркасна технологія передбачає малоповерхове будівництво, проте, по ній можна проектувати також дерев'яні будинки вище двох поверхів. У нашій країні цей напрямок тільки починає розвиватися, і поки понад три поверхи на каркасній основі не будують.



## **1.2 Аналіз існуючих технологій монтажу каркасних дерев'яних малоповерхових будинків**

### **1.2.1 Монтаж каркасних будинків**

Конструкція каркасного будинку складається з несучого елемента (каркасу), облицювальних матеріалів та щільного утеплювача між шарами облицювання.

Для виготовлення каркасів потрібно деревини в 1,5 – 2 рази менше, ніж для будинків із цільних брусів і колод. Каркас конструюється за принципом бджолиних стільників, що забезпечує будинку високу стійкість до деформації, виключаючи усадку. Існує кілька методів будівництва стін з використанням каркасних технологій. Стіни з дерев'яним каркасом складаються зазвичай із стійок перерізом 50×100 або 50×150 мм та обв'язок, з'єднаних у рами та посилені розкосами. Застосовуються також бруси перерізом щонайменше 200×200 мм, у яких роблять пази шириною і глибиною 5-6 см.

Опорно-брусові будинки виготовляються із застосуванням двох технологій – каркасних будинків та будинків із клеєного профільованого бруса. Технологія включає зведення несучої конструкції, обробку зовнішніх стін сухим профільним брусом, що зв'язується між собою металевими стяжками, панель утеплення і внутрішню оздоблювальну панель.

Канадська технологія дерев'яного домобудівництва передбачає два види каркасу – з наскрізними стійками та поверховими (платформний каркас). Платформенний каркас є найбільш поширеним, перевага його в тому, що каркас перекриття збирається незалежно від стін і служить робочим майданчиком для збору стін та перегородок.

Конструкція будинку за скандинавською технологією являє собою об'ємний несучий каркас із зовнішніми стінами з висушеного профільованого бруса із хвойних порід. Товщина його варіюється від 70 до 140 мм – такий брус міцний, має кутові та поперечні з'єднання класичного будівельного бруса. Кути будинку для додаткового зміцнення виготовляються із клеєного бруса завтовшки 140 мм. За

вказаною технологією основний несучий елемент працює не впоперек волокон, а вздовж, тому матеріал використовується тільки сухий з вологістю не більше 14%. Щоб уникнути вигину під час експлуатації, пиломатеріал закріплюють між двома мембранами, товщина яких 20 мм.

Щитові будинки – це різновид каркасного будинку, для будівництва яких використовуються щити заводського виготовлення. Стінові щити є багат шаровою конструкцією і відрізняються розмірами і наявністю різних елементів для кріплення вікон і дверних блоків.

Панельні будинки будують за вітчизняною, фінською, німецькою, австрійською та американською технологіями. Основу дерев'яного панельного будинку складають панелі на дерев'яному каркасі, що обшиваються з двох сторін облицювальними матеріалами. Ширина панелей від 90 до 120 см, збирання проводиться в горизонтальному положенні.

### **1.2.2 Технологія будинків швидкого збирання**

Характерними рисами швидкокомтованих будинків є:

- підвищений ступінь заводської готовності всіх конструктивних елементів;
- застосування нетрадиційних швидкозбірних вузлів з'єднань на основі замків, що самофіксуються;
- можливість монтажу будинку вручну без використання кранового обладнання;
- зведення будинків у стислі терміни.

Як правило, в систему входять будинки з блок-контейнерів різних модифікацій та розмірів. Дана технологія – це конструктивна система, що складається з різних панельних та рамних елементів, стін, перекриттів, перегородок та покриттів. Панелі виконуються у вигляді уніфікованих конструкцій типу «Сендвіч» з дерев'яним каркасом, з утеплювачем з пінопласту чи мінеральної вати, з обшивкою з обох боків цементно-стружковими плитами.

Контейнери мають панельне рішення та елементи (панелі, дахи і т.д.), а також каркас, виконаний з бруса або металу. На каркасі з двох сторін кріплять цементно-стружкові плити, панелі зовнішніх стін додатково обшиваються зовні фанерою товщиною 8 мм або струганими або шпунтованими дошками товщиною 16-19 мм, усередині – деревоволокнистими плитами товщиною 8 мм. Панелей підлоги та даху можуть додатково посилюватись сталевими рамами.

Технологія PREFAB (архітектор Ле Корбюзьє). Котеджі за цією технологією відрізняються конструкцією (каркасні та безкаркасні) та розмірами модулів. Безкаркасні котеджі складаються з панелей і модулів, в які на етапі виготовлення вбудовують несучі елементи, наприклад, дерев'яний брус в панелях зі стружкових плит, або підсилюють арматурою у разі полегшених залізобетонних виробів. Каркаси можуть бути виконані з дерева, металу чи залізобетону. Дерев'яні каркаси виготовляють із якісної сухої деревини модрини або клеєного бруса.

В основу нової технології сотоструктурної системи (подібність до бджолиних сот) покладені дерев'яно-металеві конструкції, тобто, металевий сердечник одягнений в дерев'яний футляр, що пройшов глибоку обробку і має нові фізико-механічні властивості. Один квадратний метр такого будинку має вагу близько 125 кг.

За канадською технологією швидкокомонтованих будинків у Північній Європі збудовано 80% приватних будинків. Сендвіч-панелі виготовляються шляхом монолітного склеювання плит OSB та утеплювача – пінополістиролу. Така конструкція надає панелям унікальні властивості – високу міцність, довговічність, легкість, стійкість до гниття та плісняви, високі теплозахисні якості.

Австрійська технологія «Велокс» – це монолітне будівництво в незнімній опалубці зовнішніх і внутрішніх стін, що складається з двох деревно-цементних (фібролітових) плит розміром 2000×500×35 мм (товщина може бути від 25 до 50 мм), скріплених між собою металевими стяжками. Основним елементом системи Велокс є одношарова цементно стружкова плита «VELOX» WS-35 для опалубки. Складові компоненти для її виготовлення: оброблена стружка дерев хвойних порід (90 % об'єму плити); цемент для забезпечення міцності; силікат натрію для захисту

плити від вологи; сульфат алюмінію для мінералізації стружки та прискорення процесу твердіння та вода. Аналогічна технологія будівництва може бути здійснена із застосуванням цементного фіброліту (така технологія поширена у Нідерландах), що випускається у різній модифікації, у тому числі з фасадним покриттям.

Бризоліт – порожнисті блоки, виконані з щепо-цементної сировини (аналогічної фібролітовим плитам). Завдяки конструкції блоків (за принципом Лего), можуть збиратися всуху з наступним заливанням порожнин розчином.

Екобрус (або бішофітовий брус) – матеріал нового покоління, виробляється пресуванням екологічно чистих компонентів – хвойної тирси (забезпечують низьку теплопровідність), каустичного магнезиту (вогнетривкої кристалічної гірської породи) та бішофіту (природного розчину солі). Переріз стандартний – 250 × 150 мм, довжина довільна, теплоізоляційні властивості стіни з екобрусу товщиною 15 см відповідає цегляній кладці товщиною 65 см.

Практично при будівництві житлового будинку за будь-якою з існуючих технологій неможливо обійтися без пиломатеріалу, який застосовується як в конструктивних елементах, так і в обробці. Як зовнішню обшивку найчастіше застосовують вагонку, пластмасовий або алюмінієвий сайдинг, цементно-стружкові плити або цегляне облицювання. По дерев'яному каркасу під облицювання кріплять, як правило, тверду деревоволокнисту плиту ДВП або фанеру. Деякі заводи панельного домобудування як зовнішню обшивку панелей застосовують орієнтовано-стружкові плити (OSB). Виробництво плитних матеріалів типу OSB доцільне лише у випадку їх виготовлення з відходів деревообробних та лісопильних матеріалів. Слід зазначити, що OSB є товаром-замінником фанери, причому фанера якісніший матеріал і більш дорогий у виробництві.

### **1.2.3 Особливості монтажу каркасу**

Важливим етапом у каркасному будівництві є власне складання дерев'яного каркасу будинку, який є основою всієї будівлі. Він складається з окремих

елементів: дощок, брусів, комбінованих балок різної конфігурації. Така збірна конструкція бере на себе всі навантаження, що діють на будинок. Тому деталі каркасу мають ретельно підбиратися за геометричними розмірами, розташуванням, способами і типами з'єднань з урахуванням несучої здатності стін. Стінові конструкції заповнюються теплоізоляційними матеріалами з подальшим покриттям каркасу обшивками з фанери, плит або набірних щитів. За класичною технологією каркасні будівлі зазвичай мають нижню обв'язку з брусів. По цій обв'язці встановлюють стійки із дощок, які є опорною системною конструкцією для всієї будівлі. Вони обмежують віконні та дверні прорізи і являють собою вертикальні елементи, до яких кріпляться внутрішня обшивка та фасадне покриття.

Зовнішні стійки спираються на нижні опорні пластини або обв'язкову балку. Для обшивки стін використовують деревні матеріали.

Технологія складання каркаса будинку передбачає, перш за все, кріплення нижньої обв'язки будинку. Ростверк чи стрічковий фундамент покривають шаром гідроізоляції. Для кріплення брусів нижньої обв'язки між собою найкраще використовувати спосіб врубки на кутах. Між собою кутові елементи можна закріпити анкерами, цвяхами або нагелем. Остаточне скріплення елементів передуює перевірці кутів і діагоналей. Складання каркаса будинку починається з установки кутових вертикальних стійок, дотримуючи потрібну відстань між ними. Кріплення стійок на кутах будинку можна здійснювати за допомогою металевих кутиків (залізних, посиленних), коли для скріплення елементів нижньої обв'язки ви використовували цвяхи або анкера. Якщо з'єднання брусів виконують нагелем – кутові стійки закріплюються на частини виступаючих нагелів і підкріплюються тимчасовими укосами. Для кріплення вертикальних, не кутових, стійок можна вибрати один з наведених нижче методів: метод врубки, кріплення сталевими кутиками. Кріплення металевими кутиками, з фіксацією за допомогою оцинкованих саморізів. Таке кріплення дещо підвищує вартість будівництва, проте при цьому не порушується цілісність бруса у нижній обв'язці. При кріпленні шляхом врубки на брус нижньої обв'язки наноситься розмітка, яка дозволяє

здійснити вирубку пазів завглибшки близько 30% від висоти самого бруса. Всі вертикальні стійки, незалежно від методу кріплення, фіксуються тимчасовими розкосами (рис. 1.11). Завдяки такому закріпленню стійки зберігають свою міцність, а кріплення – не розхитаються.

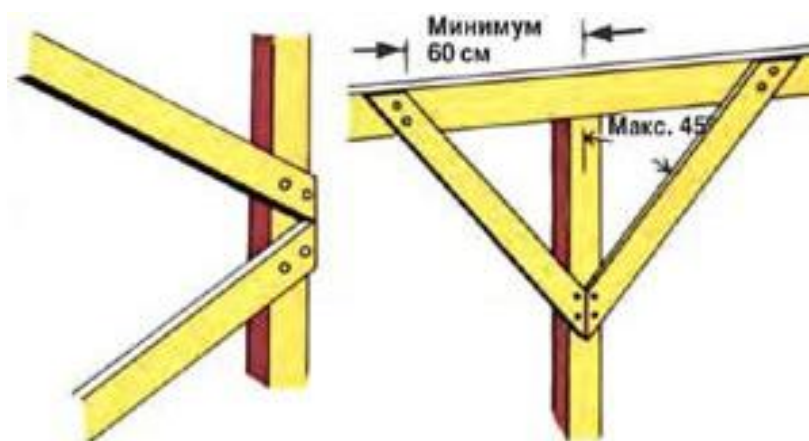


Рисунок 1.11 – Правильне встановлення розкосів

Монтаж верхньої обв'язки в кутах будівлі кріпитися методом врубки. З'єднання вертикальних стійок з верхньою обв'язкою проводиться способом, аналогічним тому, який застосовувався для їх кріплення з обв'язкою нижньою. Перевіряють і контролюють вертикальне розташування стійок. Якщо використовується метод врубки – слід слідкувати за чіткою розміткою. Монтаж верхньої обв'язки каркасного будинку виконують для зміцнення каркасу.

На наступному етапі складання каркасного будинку виконуються монтаж укосів (рис. 1.12). Їх функція – надання каркасу будинку належної міцності та стійкості до вібраційних навантажень. Перед монтажом і закріпленням укосів виконується фінальна перевірка горизонталей і вертикалей каркасу за допомогою рівня. Оптимальним є закріплення кожної стійки чотирма укосами. Якщо виконувалися тимчасові укоси – вони демонтуються.

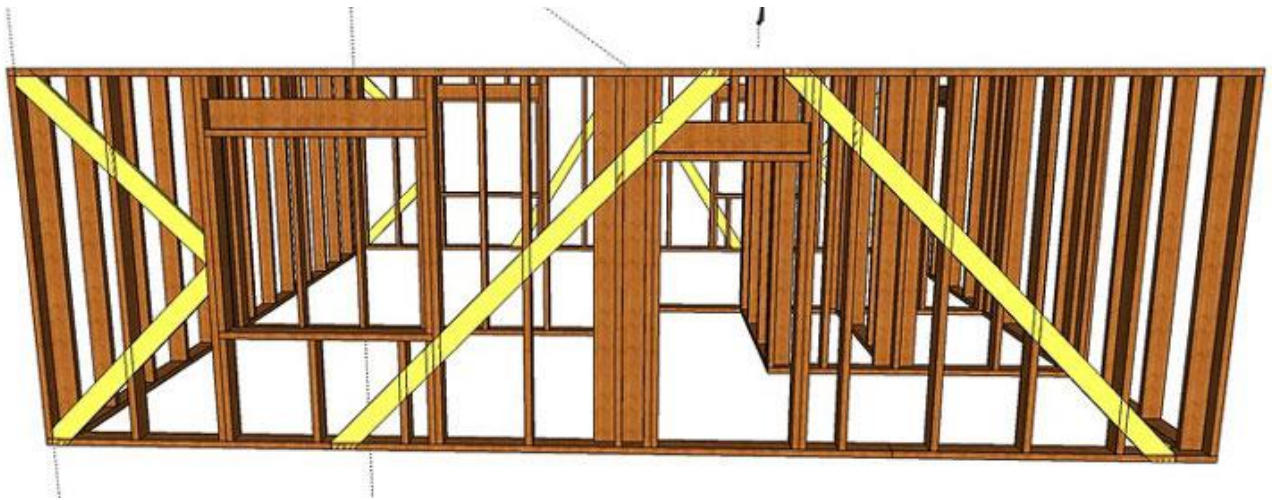


Рисунок 1.12 – Укоси каркасу для міцності конструкції

### 1.3 Висновок до розділу 1

Отже, перевагою каркасних будинків різних технологій у порівнянні із традиційними технологіями малоповерхового житлового будівництва є: архітектурна різноманітність; екологічність; шумоізоляція; легкість каркасної конструкції; висока сейсмостійкість і низька сприйнятливість до сезонного руху ґрунту; використання панелей заводської готовності спрощує та здешевлює внутрішнє та зовнішнє оздоблення будинку; енергоефективність; висока несуча здатність стін; відсутність усадки конструкції; можливість у майбутньому змінювати планувальні рішення будинку; можливість використання внутрішнього стінового простору для розміщення інженерних комунікацій; вести будівництво будинку можна практично в будь-який час року, за умови забезпечення захищеності від підвищеної вологості та опадів; більшість процесів монтжу можна виконати вручну чи з засобами місцевої механізації; при належній якості матеріалів забезпечуються пожежна безпека (стінові панелі мають третій ступінь вогнестійкості), вологостійкість, безпечність для здоров'я; економічність – вартість зведення каркасного будинку на 15-20% нижча, ніж будинку з газоблоку або оциліндрованого бруса.

Виявлено, що існуючі теорії та моделі технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей не повною мірою задовольняють новим сучасним вимогам, особливо – досягненню мінімізації всіх видів витрат за весь будівельний цикл; обліку конкурентного середовища; здатності до адаптації та періодичної реконструкції залежно від факторів будівельного виробництва, що змінюються, і потреби громадян у житлі.

Тому є потреба в дослідженні шляхів удосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей заводського виготовлення для досягнення максимальної ефективності всього циклу життєдіяльності будинку.



## 2 МОДЕЛЮВАННЯ ТА ЕКСПЕРИМЕНТ (ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕНТРИВ ТЕХНОЛОГІЇ ЗВЕДЕННЯ КАРКАСНИХ БУДИНКІВ)

### 2.1 Оптимальна модель технології монтажу каркасних житлових будинків з сендвіч-панелей заводської готовності

Розглянемо розроблену теоретичну модель підвищення технологічності всіх будівельних операцій. Ця модель пропонується як системна високотехнологічних рішень, прийнятих як на етапах зведення, а й у процесах експлуатації, ремонту, розбирання і утилізації. Таким чином система прагне до максимуму на всіх етапах життєвого циклу (ЖЦ):

$$M = f(E_{ж}) + \{E_{ктр}\} \rightarrow \max, \quad (2.1)$$

де  $M$  – модель підвищення технологічності будівельних процесів;

$E_{ж}$  – етапи життєвого циклу будинку,

$E_{ктр}$  – етапи розробки та впровадження удосконалених конструктивно-технологічних рішень.

Такі основні технологічні параметри зведення котеджів, як витрати праці і машинного часу, вартість і тривалість робіт пропонується оцінювати інтегральним підсумовуванням системних витрат не тільки на стадіях підготовки та забезпечення, проектування ( $V_{пр}$ ) і будівництва ( $V_{буд}$ ), але на всіх інших етапах життя ( $V_{жит}$ ), ремонту ( $V_{рем}$ ), реконструкції ( $V_{рек}$ ), демонтажу ( $V_{дем}$ ) та утилізації ( $V_{утил}$ ) за допомогою наступної моделі:

$$M(V_{жц}) = V_{ктр\text{підг.пр.буд.}} + V_{ктр\text{експл.рем.рек.}} + V_{ктр\text{дем.трансп.утил.}} \rightarrow \min, \quad (2.2)$$

де  $V_{жц}$  – витрати життєвого циклу;

В<sub>КТР</sub> підг.пр.буд. – витрати на стадіях підготовки, проектування та будівництва;

В<sub>КТР</sub> експл.рем.рек. – витрати на етапах експлуатації, ремонту та реконструкції;

В<sub>КТР</sub> дем.трансп.утил. – витрати на етапах демонтажу, транспортування та утилізації будинку.

Сформулюємо наступні принципи розробки вдосконалених технологічних рішень на основі поставлених критеріїв оптимізації – мінімізації трудомісткості та вартості будівництва індивідуального житлового будинку:

1) полегшення транспортування та монтажу конструкцій за рахунок застосування легких сендвіч-панелей на основі не традиційних важких матеріалів, а з ефективних сталевих та дерев'яних каркасів, мінеральних плит та зменшення маси конструктивних елементів;

2) розширення планувальної та функціональної номенклатури індивідуальних житлових будинків за рахунок уніфікації типових елементів сендвіч-панелей стін та перекриттів;

3) можливість трансформації об'єкта, його легкої та швидкої прибудови у будь-якому напрямку;

4) використання як основного уніфікованого модуля розміру сендвіч-панелей, кратного 1,2 м (1,2; 2,4; 3,6 м та ін.)

5) застосування нових модифікацій швидкозбірних вузлів з'єднання між елементами;

6) відсутність трудомістких і дорогих будівельних процесів – зварювання, болтів, саморізів, замонолічування бетонних стиків, закладних деталей та ін;

7) простота будівельних процесів, операцій та прийомів монтажу житлового будинку на основі сендвіч-панелей з мінімальним використанням одного автокрана та ланки з 2-3 монтажників невисокого розряду (3-4).

На основі даних принципів виконано моделювання технології зведення котеджів на основі сендвіч-панелей із системним обліком наступних 5 різних видів

технологічності на всіх стадіях їх життєвого циклу проектування, будівництва та експлуатації індивідуального житлового будинку.

1. Технологічність виготовлення сендвіч-панелей – характеристика підсистеми виготовлення конструкцій сендвіч-панелей, що відповідає таким критеріям, як різнотипність, загальна кількість елементів, матеріаломісткість, трудомісткість, деформації та напруги, механізація технологічних процесів, точність геометричних форм, крупність елементів.

2. Транспортна технологічність сендвіч-панелей – характеристика критеріїв підсистеми транспортування виробів, таких як різнотипність, різноважність, вартість транспорту, зміцнення відправних елементів, завантаження рухомого складу транспортного засобу, механізація навантаження та розвантаження сендвіч-панелей.

3. Технологічність монтажних робіт з сендвіч-панелями – характеристика таких позицій підсистеми монтажу конструкцій, як трудовитрати, виконання мокрих процесів, деформації та напруги, механізація процесів, швидкість виконання робіт, однорідність осередків будівлі та ділянок захваток та ярусів, однорідність конструктивних елементів, зручність складання та зварювання, облік допусків.

4. Експлуатаційна технологічність сендвіч-панелей – характеристика підсистеми експлуатації з урахуванням вимог до зручності обслуговування, витрат з експлуатації, до економії енергоресурсів та автоматизації, до трудомісткості та мінімізації витрат на опалення індивідуального житлового будинку.

5. Технологічність модернізації та реконструкції – характеристика таких показників підсистеми, як покращення технічних властивостей індивідуального житлового будинку, подальше підвищення теплозахисту стін при прийнятті нових норм, заміна застарілого облицювання сендвіч-панелей на нові види, можливі об'ємно-планувальні зміни, застосування нових технологій, нових механізмів та обладнання так, щоб індивідуальний житловий будинок із сендвіч-панелей задовольняв вимогам безпеки та комфорту.

При цьому під загальною технологічністю зведення котеджів на основі сендвіч-панелей пропонується розуміти певний ступінь простоти, доступності, швидкості і легкості реалізації типовими засобами механізації і невеликою ланкою робітників середньої кваліфікації сукупності конструктивно-технологічних рішень, причому тільки в рамках задачі зведення котеджів, але і при їх експлуатації, подальшій модернізації та реконструкції на рівні сучасних вимог до якості, безпеки та інтенсивності виконання будівельних процесів та операцій. Отримані залежності відображені на рис. 2.1.

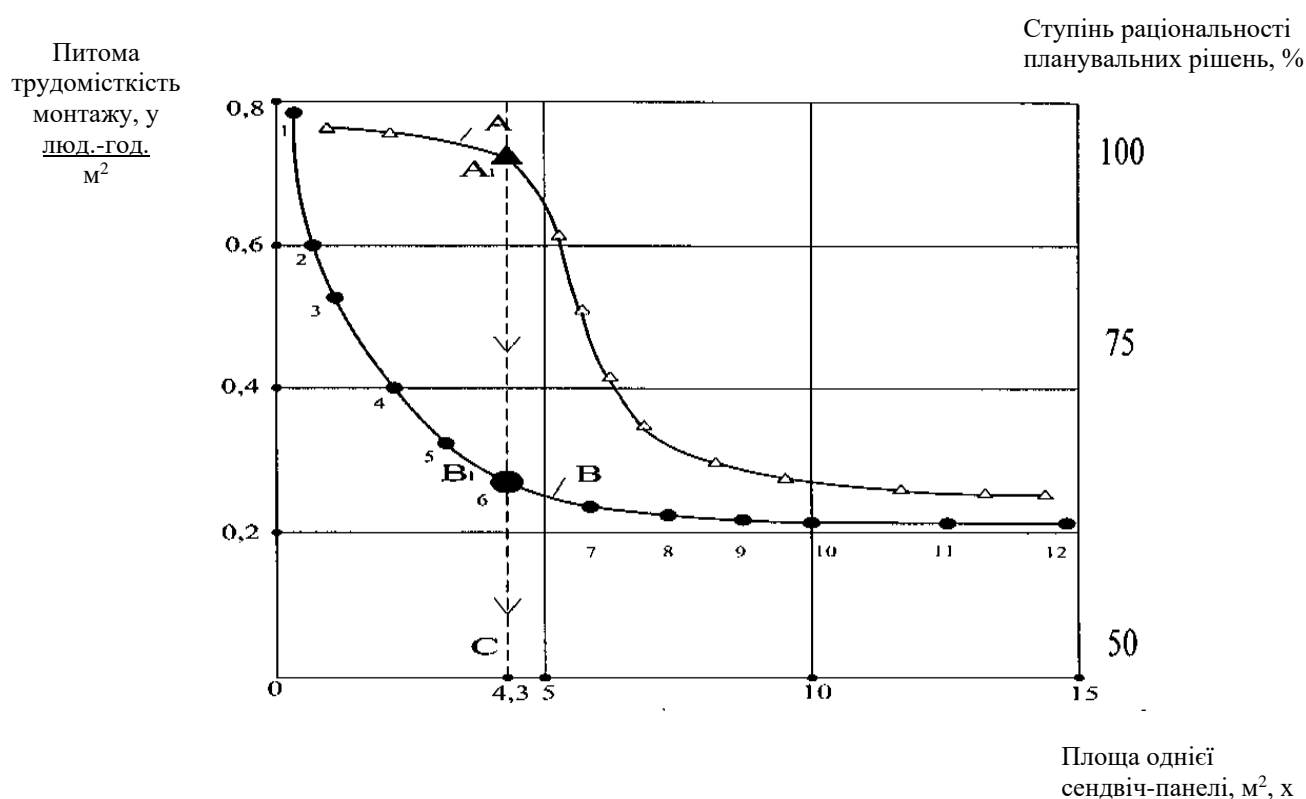


Рисунок 2.1 – Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних жилих будинків від збільшення площі інноваційних індустріальних сендвіч-панелей: А – залежність зниження раціональності об'ємно-планувальних рішень будинків від збільшення площі сендвіч-панелей; А<sub>1</sub> – точка оптимальності; В – залежність зниження трудомісткості монтажу від збільшення площі сендвіч-панелей; В<sub>1</sub> – точка оптимальної площі; 1-5 – дрібні панелі; 6-8 – середні панелі; 9-12 – великі панелі; С – оптимальна площа панелі 4,3 м<sup>2</sup> (1,2 × 3,6 м)

Далі методами математичної статистики та теорії ймовірності були розраховані адекватні, виявленим на рис. 2.1 залежностям, моделі:

$$y_a = 1/\operatorname{tg}x \quad (-1,57 < x < 1,57); \quad (2.3)$$

$$y_b = (2x+3)/10x, \quad x > 0. \quad (2.3)$$

Таким чином, обґрунтовано оптимальний розмір панелей, що дорівнює 1,2 м на 3,6 м у плані.

Виконаний теплотехнічний розрахунок показав, що для I кліматичного району товщина панелі, повинна становити 30 см, включаючи 25 см жорсткої мінераловатної плити (3 типові шари по 10, 10 і 5 см), укладену в металодерев'яний балковий каркас панелі, і 5 см – обшивка з двох сторін з цементно-стружкових плит по 2,5 см. Можливі варіанти інших мінераловатних утеплювачів та обшивок, наприклад, товстої фанери, фіброцементних плит та інших матеріалів з відповідним теплотехнічним розрахунком для визначення товщин шарів.

Для подальшої оптимізації зниження трудомісткості та вартості монтажу індивідуальних житлових будинків з сендвіч-панелей заводського виготовлення необхідно замінити традиційні трудомісткі будівельні операції на більш прості і менш трудомісткі прийоми.

Виявлено залежність: зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків залежить від такого важливого фактору впливу як підвищення ступеня швидкості з'єднань вузлів сендвіч-панелей між собою. Вона розкрита на рис. 2.2.

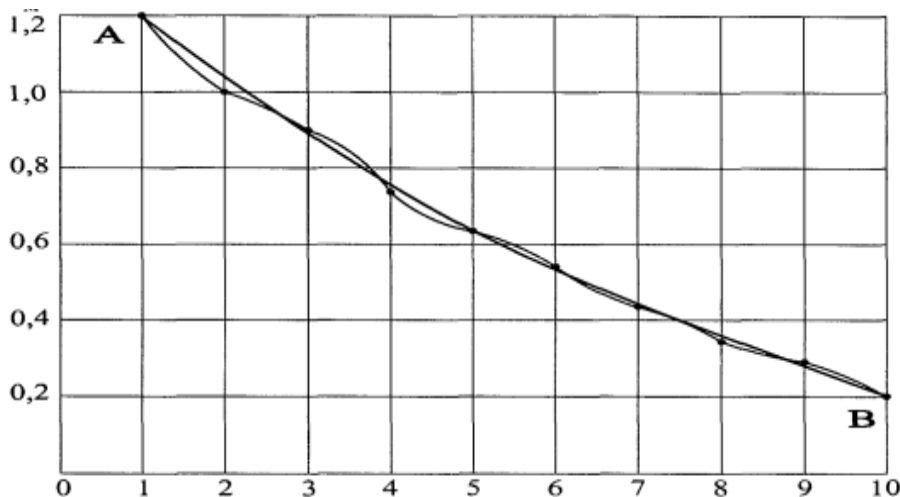
Виявленою на рис. 2.2 залежності відповідає розрахована методами математичної статистики та теорії ймовірності адекватна модель:

$$y' = 0,005x^2 - 0,163x' + 1,335, \quad (2.5)$$

де  $y'$  – питома трудомісткість монтажу;

$x'$  – вид вузлових з'єднань.

Питома трудомісткість  
монтажу,  $y'$   
 $\frac{\text{ЛЮД.-ГОД.}}{\text{м}^2}$



Вид вузлів з'єднань по  
ступені швидкості  
збирання,  $x'$

Рисунок 2.2 – Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу житлових будинків від підвищення ступеня швидкості з'єднань вузлів сендвіч-панелей між собою: 1 – додаткові елементи з'єднань; 2 – зварювання; 3 – замонолічування; 4 – накладні пластини; 5 – болти; 6 – саморізи; 7 – паз-гребінь; 8 – болти та саморізи; 9 – гвинти; 10 – технологія швидкого з'єднання «гнучкі розрізні гільза та муфта»; А – максимум трудомісткості; В – мінімум трудомісткості

## 2.2 Вибір оптимальних типів з'єднань каркасних панелей

Розглянемо дві технології з'єднання панелей – традиційну – болтову на кутиках та за допомогою конекторів X-RAD, з точки зору таких характеристик, як несуча здатність, особливості розрахункової схеми, складність та швидкість монтажу, а також основні переваги та недоліки цих з'єднань.

### 2.2.1 Види вузлових з'єднань панелей

Вузлові з'єднання в каркасі впливають на структурну цілісність каркасу, забезпечення необхідного ступеня пластичності конструкції при дії бічних навантажень (наприклад, сейсмічних та вітрових), експлуатацію конструкції (вібраційні, акустичні властивості та ін.), пожежну безпеку споруди, вибір внутрішньої та зовнішньої обробки та огорожувальних конструкцій будівлі, рівень заводської готовності панелей до монтажу на будівельному майданчику, швидкість збирання та демонтажу (рис. 2.3).

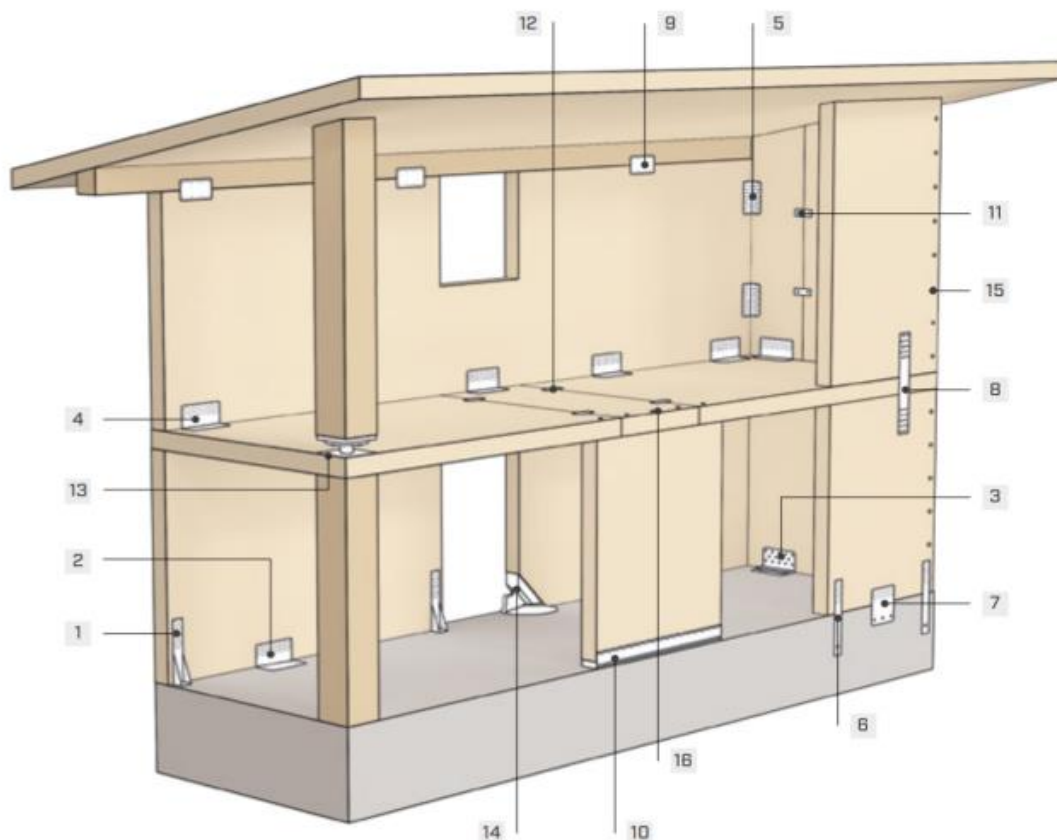


Рисунок 2.3 – Схема застосування кріпильних елементів у типовому каркасі [10]

Традиційним конструктивним рішенням з'єднання панелей є використання саморізів великої довжини та сталевих кутиків.

На даний момент одна з основних альтернатив традиційному способу з'єднання панелей – системи кріплення X-RAD, інноваційне вирішення вузлових

з'єднань для складних умов будівництва Далі розглянемо особливості традиційного з'єднання та з'єднання з конекторами X-RAD.

З'єднання на саморізах та сталевих кутиках. Саморізи та куточки отримали широке застосування у вузлових з'єднаннях дерев'яних конструкцій в силу їх порівняно високої несучої здатності при дії зсувних, розтягуючих зусиль і значному опором висмикуванню. Крім того, поширеність цієї технології у будівельній практиці обґрунтована простотою монтажу без попереднього свердління.

Сталеві пластини та кутики – універсальні елементи для з'єднання панелей між собою, з покриттям чи фундаментом. Кріпильні та посилені кутики виготовляються зі сталі завтовшки 2-4 мм і мають отвори діаметром від 5 мм для саморізів та цвяхів (рис. 2.4). Підбір оптимальної комбінації кутиків дозволяє забезпечити необхідну міцність з'єднання панелей.

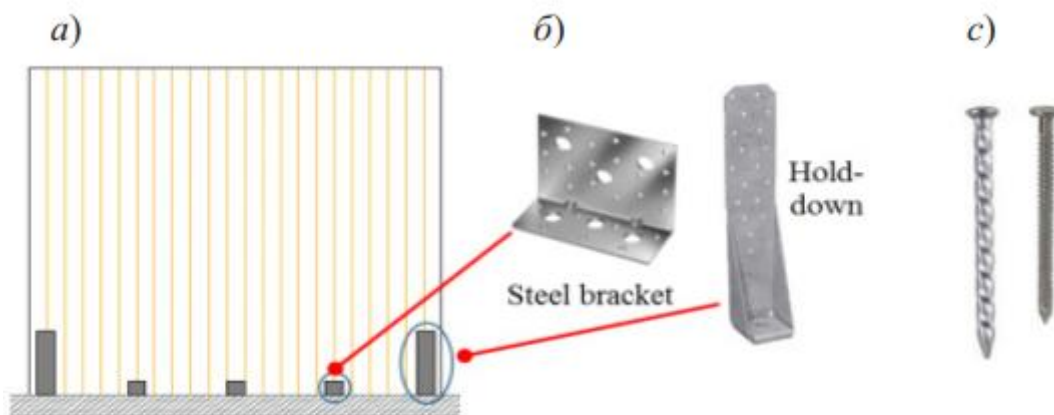


Рисунок 2.4 – Кріпильні та посилені кутики: а – схема закріплення стінової панелі, б – сталеві кутики, с – кріплення

Розглянемо види конструктивних рішень вузлових з'єднань панелей:

1. З'єднання у площині плити можуть виконуватися за допомогою саморізів та додаткових дерев'яних вставок (рис. 2.5), а також за допомогою спеціальних елементів та їх комбінацій.



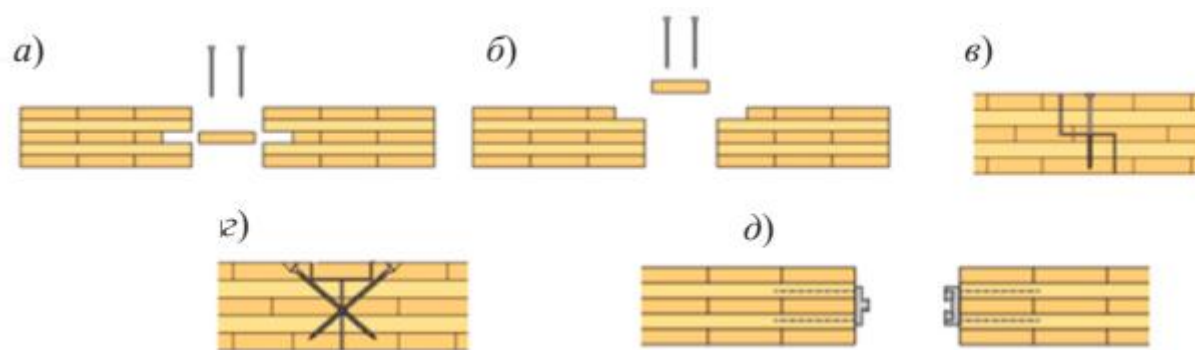


Рисунок 2.5 – З'єднання у площині плити: а – з'єднання у площині плити з додатковою деталлю; б – з'єднання у площині плити з додатковою деталлю (варіант 2; в – з'єднання у площині плити з підрізуванням, г – з'єднання у площині плити з діагональними гвинтами, д – з'єднання в площині плити зі спеціальним конектором [11, 12]

## 2. Кутове та Т-подібне з'єднання стінових панелей (рис. 2.6).

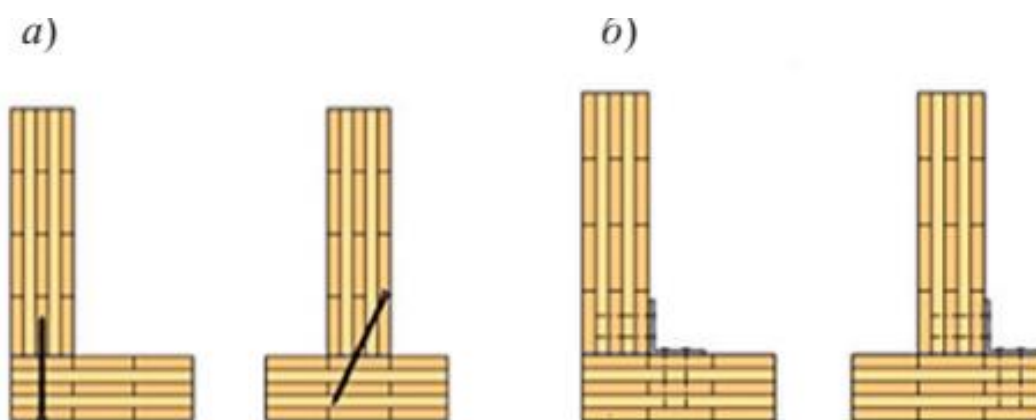


Рисунок 2.6 – Кутове та Т-подібне з'єднання: а – вузол стику стінових панелей на гвинтах; б – вузол стику стінових панелей на кутиках [11, 12]

3. Платформений стик стінових панелей та панелі перекриття. Основними способами з'єднання стінових панелей з перекриттям є з'єднання з використанням довгого саморіза з повним різьбленням. Різні конфігурації з'єднання показано на рис. 2.7.

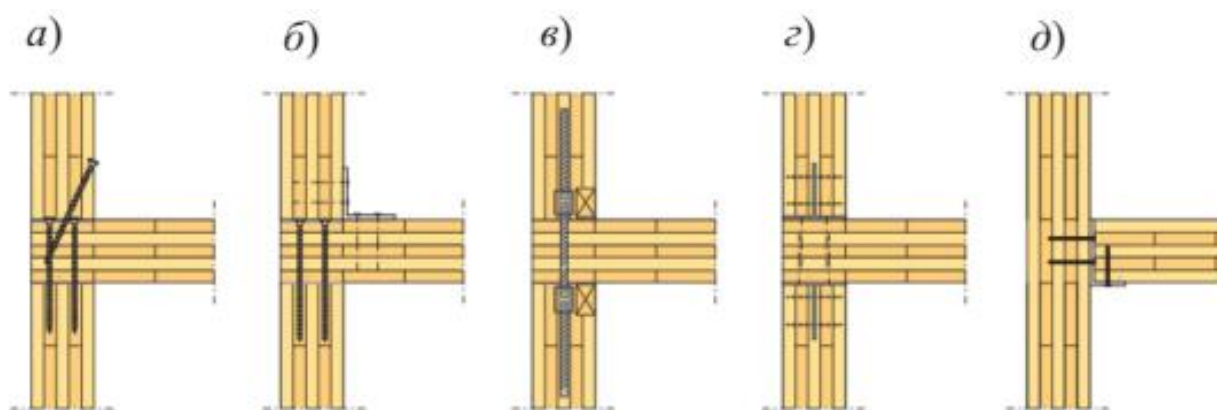


Рисунок 2.7 – Комбіновані види вузлів: а – з’єднання з похилим саморізом; б – з’єднання з кутиком та саморізами; в – вклеєні стержні з повним різьбленням і втулками; г – з’єднання зі сталевими деталями; д – вузол примикання перекриття до стіни на кутиках [11, 12]

Основні переваги з’єднання із застосуванням сталевих кутиків:

- простота збирання;
- доступність кріпильних елементів;
- можливість прихованого кріплення без шкоди зовнішньому вигляду;
- поширеність у будівельній практиці;
- великий досвід проектування вузлових з’єднань;
- низька металомісткість.

Недоліки:

- велика кількість нагелів, місць послаблення перерізу;
- велика кількість кріпильних елементів;
- низька несуча здатність при дії сейсмічних навантажень.

### 2.2.2 З’єднання за допомогою конекторів X-RAD

Інноваційне рішення, що отримало назву X-RAD, складається із системи точкового механічного з’єднання, закріпленого на кутах панелей. Це дозволяє створювати сейсмостійкі системи, які є максимально готовими до збирання на будівельному майданчику та, з погляду конструктивних характеристик, сприяють

рівномірному розподілу навантаження у каркасі та передачі зусиль на фундамент. На будівельних майданчиках панелі з використанням X-RAD конекторів кріпляться до спеціальних сталевих пластин, закріплених на фундаментах чи інших опорах. Для з'єднання конекторів зі сталевими пластинами використовуються стандартні сталеві болти, які утворюють штирьові з'єднання між елементами панелей. Самі з'єднувачі X-RAD складаються із зовнішньої металевої оболонки, внутрішнього дерев'яного сердечника та шести повнорізьбових шурупів (рис. 2.8).

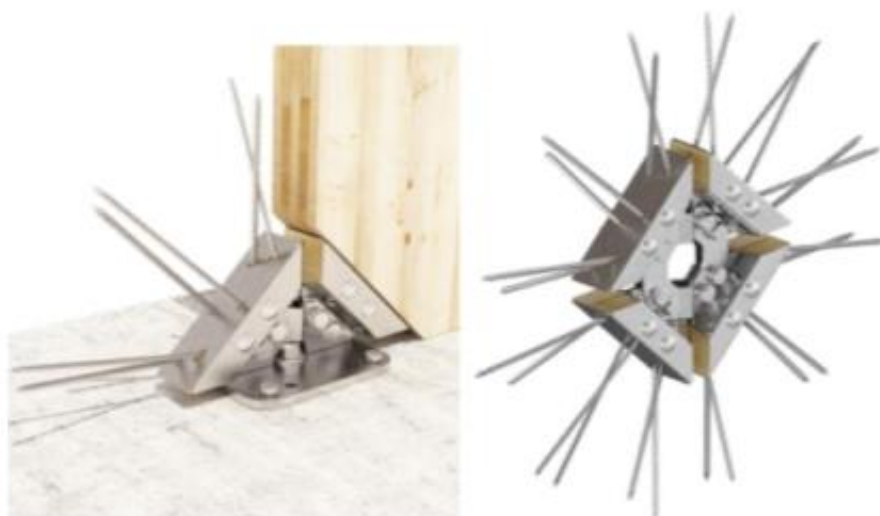


Рисунок 2.8 – Конектор X-RAD [10]

Шість саморізів встановлені під двома кутами нахилу, щоб забезпечити розподіл зусиль в елементах панелей таким чином, щоб не викликати крихкої руйнації, незалежно від напрямку моменту, у якому результуюче зусилля передається на саморіз. Основне завдання, яке вирішується використанням даних конекторів, полягає в тому, щоб будь-які збитки будинкам, викликаний землетрусами або іншими екстремальними явищами, був би поверховим, а реакція системи вузлового з'єднання була б еластичною.

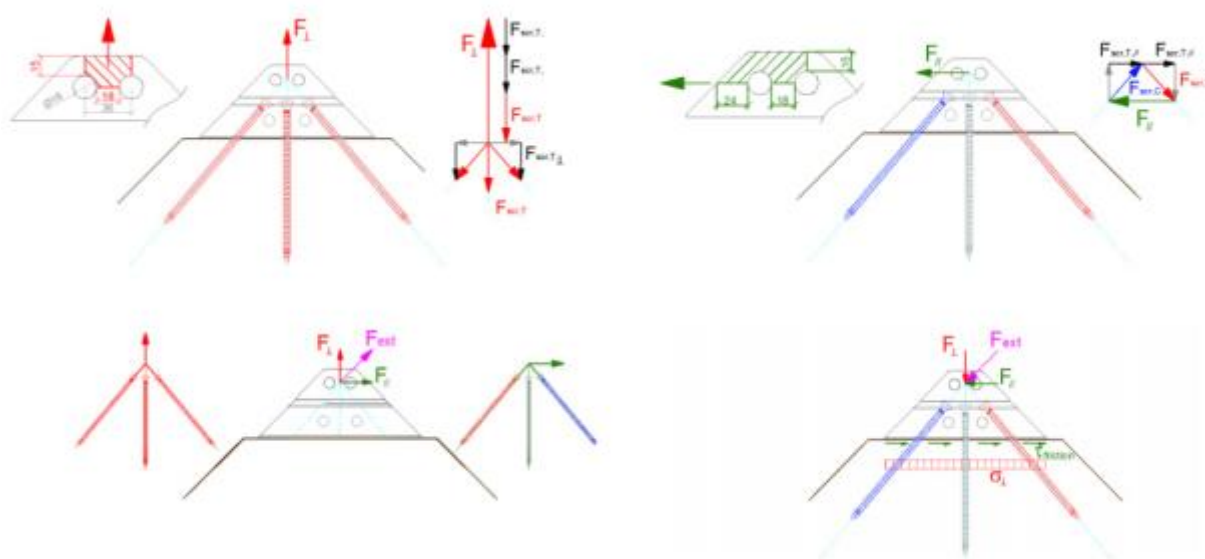


Рисунок 2.9 – Конфігурація навантаження коннектора:  $F_I$  – зусилля розтяг, що передається на конектор;  $F_{II}$  – зсувне зусилля, що передається на конектор;  $F_{scr}$  – зусилля, що сприймається саморізами;  $F_{ext}$  – зусилля під кутом  $45^\circ$ , що передається на конектор [13]

У такому рішенні каркасу вертикальні навантаження передаються на фундаменти через прямий контакт тільки між вертикальними стіновими панелями. Панелі перекриттів з'єднуються з вертикальними стіновими панелями шляхом закріплення їх саморізами у попередньо запиляних пазах у верхній частині кожної панелі (рис. 2.10).

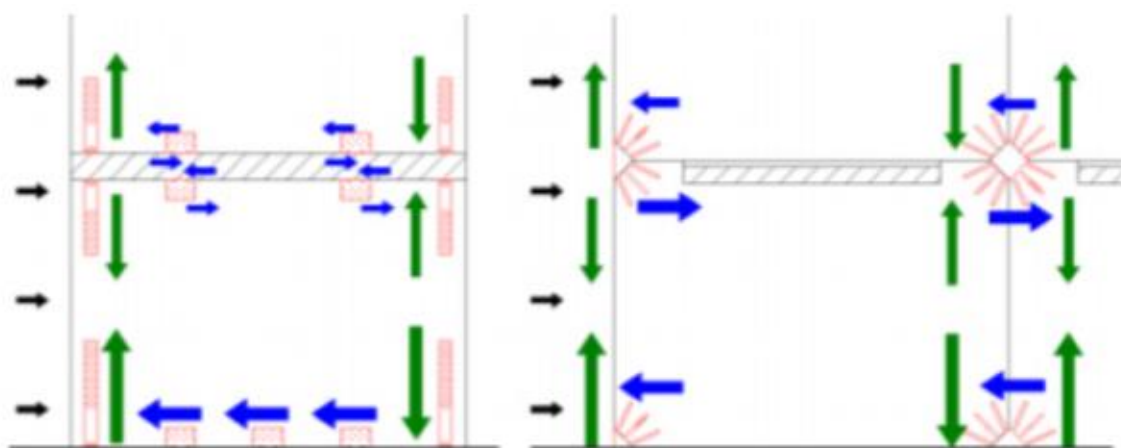


Рисунок 2.10 – Схема зусиль, що виникають у місцях закріплення панелей (зліва – класична система закріплення, праворуч – конектори X-RAD) [13]

Основні переваги конектора X-RAD:

- велика несуча здатність з'єднання;
- висока стійкість до сейсмічної дії;
- зняття вертикальних та зсувних навантажень з плити перекриття, передача навантажень на фундамент тільки через стінові панелі;
- зменшення кількості кріпильних елементів;
- підвищення рівня заводської готовності конструкцій.

Недоліки:

- висока вартість кріплення;
- складність монтажу та потреба у високій кваліфікації робітників;
- концентрація напруги в кутах панелей;
- малий досвід проектування каркасів із використанням цього виду кріплень.

### **2.3 Безболтове вузлове шарнірне з'єднання**

Вузол з'єднання включає муфту, закріплену на горизонтальному несучому елементі 1, і принаймні один шип 6, прикріплений на вертикальному несучому елементі і встановлений в муфті з його співвісним або не співвісним закріпленням (рис. 2.11-2.12).

Таким чином, вузол з'єднання несучих елементів індивідуального житлового будинку включає горизонтальні несучі елементи 1, несучі вертикальні елементи у вигляді стійок 2 і панелей 3, фундаментні подушки 4 з пластинами 5. На вертикальні елементи 2, 3 4 прикріплений принаймні один шип 6, а на горизонтальних несучих елементах закріплені муфти 7, 8. Шип 6 встановлений в муфті 7 або 8 з його співвісними або неспіввісними закріпленнями. У панелях перекриття та підлоги є муфти 8, розраховані на монтаж шипів 6 як зверху, так і знизу муфти. Муфти 7 і 8 виконані бочкоподібної форми і з вертикальним прорізом 9 на всю висоту муфти, яка утворює два пружні пелюстки 10. У стінках муфт 7 і 8 виконані отвори 11 для фіксаторів, щоб здійснювати монтаж панелей

вантажопідійомними засобами. Шип 6 виконаний у вигляді бочкоподібної гільзи. При цьому-муфти-виконані-з-вертикальними-прорізами на всю свою висоту 12 з утворенням пружних пелюсток 13. Ущільнення стиків між горизонтальними і вертикальними панелями відбувається автоматично за рахунок закріпленого до монтажу на торцях панелей в два шари , силікону, вілатерму).

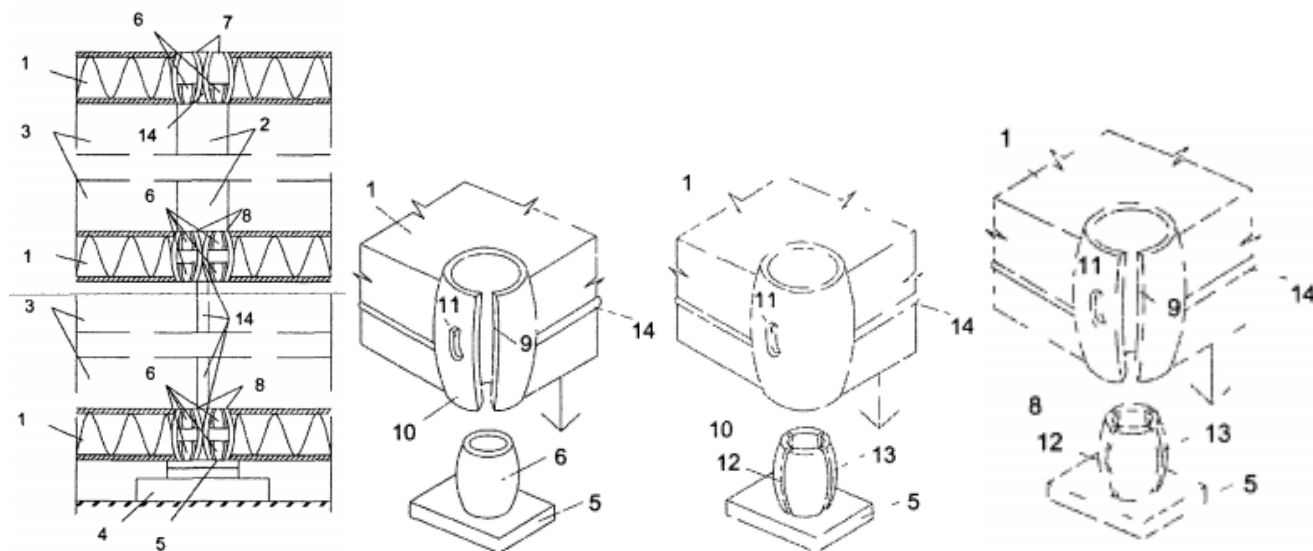


Рисунок 2.11 – Технологія монтажу 2-х поверхового індивідуального житлового будинку з сендвіч-панелей з використанням безболтового вузла: 1 – горизонтальні несучі елементи; 2 – вертикальні несучі стійки; 3 – панелі; 4 – елементи фундаментів; 5 – пластини; 6 – шип клеєний; 7, 8 – муфти кріплення панелей перекриття і підлоги; 9, 12 – вертикальний проріз на всю висоту муфти; 10, 13 – бокові стінки муфти; 11 – отвори для фіксаторів; 14 – ущільнювач

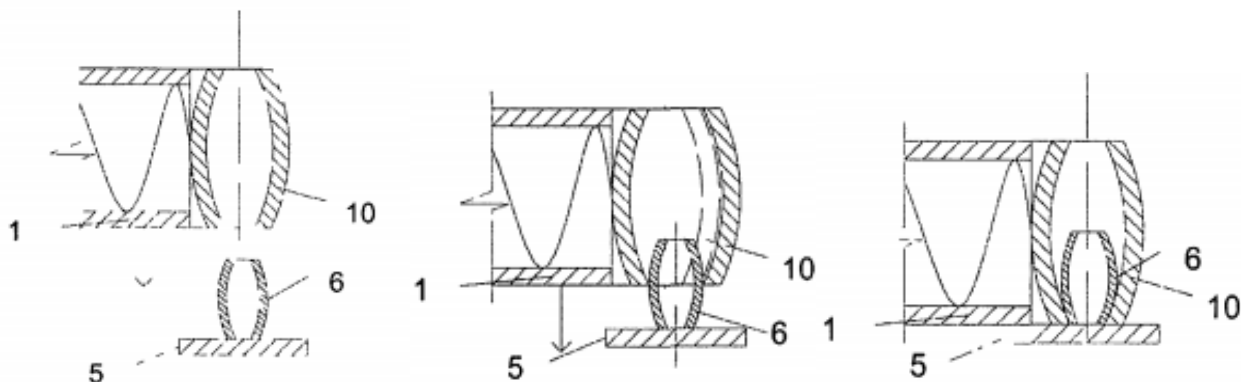


Рисунок 2.112 –Монтаж сендвіч-панелей на безболтове з'єднання

Муфти 7 виконані бочкоподібної форми зі сталі. Шип 6 виконаний також із сталі у вигляді бочкоподібної гільзи. Муфта 7 і шип 6 мають вертикальні прорізи 9 і 12 на всю їх висоту. Частина зовнішньої поверхні шпильки 6 взаємодіє з частиною внутрішньої поверхні муфти 7.

## **2.4 Висновок до розділу 2**

Встановлено, що для моделювання вдосконалених технологічних рішень зведення котеджів із сендвіч-панелей необхідно формалізувати такі поняття, як технологічність на всіх 5 стадіях життєвого циклу: виготовлення, транспортування, монтажу, експлуатації та модернізації.

Розроблено вдосконалені технологічні рішення монтажу оптимізованих за розмірами 1,2 м на 3,6 м сендвіч-панелей, що складаються з каркасу, мінераловатних теплоізоляційних плит та облицювальних обшивок, які з'єднуються між собою за допомогою нових швидкозбірних шарнірних вузлів і герметизуються укладанням пружних теплозахисних шнурів із силікону в пази панелей до їх монтажу, з урахуванням найбільш важливих критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу та мінімуму вартості.

Виявлено основні фактори та закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей: зниження трудомісткості та вартості монтажу від збільшення розмірів, ступеня заводської готовності та маси панелей; від зниження трудомісткості типу вузлових з'єднань; скорочення тривалості будівництва від підвищення: кількості та кваліфікації робітників у ланці, змінності та ступеня механізації робіт.

Розглянуто три види з'єднань панелей – традиційне з'єднання із застосуванням сталевих кутиків та інноваційні – з використанням конекторів X-RAD та безболтових шарнірних з'єднань.

Традиційний спосіб конструювання вузлових з'єднань із застосуванням сталевих кутиків залишається найбільш прийнятним у стандартних умовах без ризику виникнення особливих видів навантажень.

Застосування альтернативних технологій з'єднання панелей, таких як конектори X-RAD, є доцільним за необхідності підвищення несучої спроможливості каркаса за умов динамічних навантажень.

Безболтові шарнірні з'єднання відрізняються простотою виготовлення і монтажу і є оптимальними видами вузлів з'єднання панелей між собою, виходячи з поставлених задачами дослідження критеріїв оптимальності – мінімуму трудомісткості монтажу та максимуму простоти, зручності з'єднання між собою вручну малою ланкою з 2-4 робочих невисокої кваліфікації (2-3 розряду).



## **3 АНАЛІЗ І УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ**

### **3.1 Оцінка техніко-економічної ефективності зведення каркасних будинків**

Виявлено такі переваги застосування сендвіч-панелей під час будівництва малоповерхових житлових будинків:

1. За своїми тепло-фізичними характеристиками сендвіч-панелі до 10 разів перевершують традиційні будівельні матеріали.
2. Швидкість зведення будинку з використанням сендвіч-панелей до 80 разів вища, ніж при будівництві, наприклад, з цегли.
3. Висока вогнестійкість утеплювача з мінеральної вати дозволяє застосовувати панелі як зовнішні огорожувальні конструкції та протипожежні перегородки.
4. Завдяки малій масі, сендвіч-панелі практично не передають велике навантаження на несучі елементи та фундамент, тим самим, дозволяючи зменшити до мінімуму металоємність конструкції та знизити матеріальні витрати.
5. Відповідність санітарним та екологічним нормам, сумісність із технологіями харчової промисловості.
6. Зручність і низькі, порівняно з традиційними матеріалами, витрати на транспортування, що здешевлює житло і підвищує його доступність.
7. Стійкість до агресивних середовищ.
8. Якісна поверхня панелей не потребує витрат на додаткову обробку та облицювання стін будинку.
9. Відносно високий рівень звукопоглинання.
10. Можливість використання вже встановлених панелей при модернізації будинку, та легка заміна панелей, пошкоджених у процесі експлуатації.
11. Можливість створення легких мобільних та збірно-розбірних допоміжних споруд у котеджному будівництві: лазні, сараї, гаражі.

Таким чином, технологія зведення житлових будинків із сендвіч-панелей заводського виготовлення в 3,1 рази економічніша за існуючу технологію суцільної цегляної стіни і в 1,8 рази – технології з газобетонними блоками (табл. 3.1). Однак ця умова виконується при підборі оптимальних розмірів панелей, зменшення витрат на їх з'єднання з іншими елементами каркасу.

Таблиця 3.1 – Порівняльна характеристика каркасних будинків з різними типами матеріалів стін

Показники	Каркас, СІП-панелі	Брус клеєний	Оциліндрована колода	Піноблок/ газоблок	Цегла/ блоки керамічна	Залізобетонні панелі
Фундамент	Будь-який, навіть гвинтовий	Мілкового закладання монолітний			Заглиблений армований	Заглиблений армований
Планування будинку	Будь-яке	Обмежене	Обмежене	Будь-яке	Будь-яке	Обмежене
Теплопровідність	0,02	0,15	0,15	0,45/0,12	0,58-0,81/0,24	0,4-1,5
Довговічність (роки)	До 100	До 100	До 100	50-60	Більше 100	50-60
Облицювальні роботи в період будівництва	Залежно від типу панелей	Через сезон	Через сезон	Через 6 місяців	Через 3 місяці	Через 1 місяць
Термін монтажу	1 тиждень	1-2 місяці	1 місяць	2-3 місяці	3-4 місяці	1 місяць
Пора року для будівництва	Круглий рік	Круглий рік	Круглий рік	Весна-осінь	Весна-осінь	Круглий рік
Ціна за 1 м <sup>2</sup> , грн.	11500	8500	5500	5000/ 5300	8000/ 5600	6000

### 3.2 Порівняння способів з'єднання панелей

Основні результати порівняння способів з'єднання наведені у таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Порівняння способів з'єднання елементів каркасу

Критерії порівняння	Традиційні з'єднання	X-RAD	Безболтове вузлове з'єднання
Несуча здатність (вертикальні/зусилля зсуву)	49,2 кН/ 50,4 кН	111,6 кН/ 165,9 кН	90,6 кН/ 81,5 кН
Швидкість монтажу 1 панелі	60–70 хв	близько 30 хв	близько 10 хв
Спосіб передачі навантаження на фундамент	Через плиту перекриття	По стіновим панелям, виключаючи перекриття	Через плиту перекриття та по стіновим панелям
Металоемність	Нижче, ніж для X- RAD	Висока	Висока
Ступінь заводської готовності	75%	85%	95%
Складність монтажу	Низька	Висока	Низька
Досвід конструювання з'єднань	Часто застосовується в проектах	Одиничні проекти	Одиничні проекти
Раціональність застосування при поверховості	До 8 поверхів	8 поверхів і більше	До 8 поверхів
Кваліфікація робітників	3-4	3-4	1-2
Трудоємність монтажу люд.-зм./м <sup>2</sup>	1-3	0,4-1	0,2

Конструктивне рішення з'єднання панелей з використанням сталевих кутиків і шурупів було перейнято з технології будівництва каркасних споруд без значних змін. Каркасні споруди за визначенням є легкими і тому у разі сейсмічного впливу та інших спеціальних навантажень піддаються меншому впливу, ніж панелі порівнянних розмірів. Стіни в каркасній технології будівництва збираються з окремих компонентів – каркасу, обшивки, утеплювача та ін., за рахунок чого забезпечується вищий ступінь розсіювання енергії, ніж у монолітних стінах із панелей, що веде до зниження сейсмічної дії на вузлові з'єднання в конструкціях. Таким чином, стандартні вузли, які спочатку розроблені для з'єднання елементів дерев'яних каркасних стін, не здатні витримувати інерційні навантаження, що створюються більш важкими та жорсткими панелями.

В результаті кріплення за допомогою кутиків стінові панелі поверху спираються безпосередньо на панелі підлоги того ж поверху, які розташовані поверх стінових панелей нижнього поверху. Через це горизонтальні панелі

піддаються стиску перпендикулярно волокнам, що створює необхідність захисту деревини від сколювання та зминання.

У порівнянні з традиційною системою з'єднання конектори X-RAD розташовані в кутах панелей, що дозволяє створити пази для спирання панелей перекриття та передача навантажень відбувається по стінових панелях, що виключає сприйняття зсувних та вертикальних зусиль плитами перекриттів.

За результатами випробування різних конфігурацій з'єднання на кутиках і шурупах найкращий результат за значенням граничного монотонного навантаження – 49,7 кН вздовж волокон, 52,4 кН уперек волокон [14].

За результатами випробування конекторів X-RAD, отриманих в рамках низки досліджень [10] за аналогічними напрямів дії навантаження значення несучої здатності вздовж волокон 111,6 кН та поперек волокон – 165,9 кН.

Таким чином, несуча здатність вузлового з'єднання на основі X-RAD конектора значно перевищує несучу здатність з'єднання на кутиках, що суттєво розширює можливості проектування в умовах підвищеної статичної навантаження (будівництво середньоповерхових та багатоповерхових будівель) та за наявності особливих навантажень (сейсмічна активність та ін.).

До суттєвих переваг з'єднань із застосуванням кутиків відноситься в першу чергу швидкість та простота складання безпосередньо на будівельному майданчику. Таким чином, для з'єднання конструкцій із панелей на кутиках не потрібно специфічного обладнання та підвищеної кваліфікації робітників.

Значним недоліком X-RAD конекторів є складність монтажу та необхідність унікальної кваліфікації робітників, що монтують конструкції. Крім того, у зв'язку з новизною даної технології та її унікальністю, вона на даний момент мало поширена, що може викликати додаткові витрати під час будівництва. Але незважаючи на особливості технології монтажу, швидкість при використанні X-RAD вище вдвічі, як запевняє виробник кріпильних елементів обох видів.

Безболтові шарнірні з'єднання. Сприйняття вузлами з'єднання знакозмінних навантажень у процесі експлуатації індивідуального житлового будинку

здійснюються за рахунок взаємодії частини зовнішньої бочкоподібної поверхні шипа з частиною внутрішньої бочкоподібної поверхні муфти. При дії на індивідуальний житловий будинок динамічного навантаження, спрямованого вертикально вгору, в кожному вузлі з'єднання несучих елементів виникає компенсуюча його, спрямована в протилежний бік (вертикально вниз), сила тертя між частиною внутрішньої бочкоподібної поверхні муфти і частиною зовнішньої бочкоподібної поверхні принаймні одного шипа. Сила тертя виникає за рахунок щільного притискання частини принаймні однієї зовнішньої поверхні муфти. Щільне притискання забезпечується тим, що в результаті наявності вертикальних прорізів на всю висоту в муфті, в ній утворюється дві пружних пелюстки, які розпрямляючись під дією бочкоподібної гільзи шипа. При монтажі горизонтального несучого елемента вертикальний несучий елемент після з'єднання вузла прагнуть повернути собі вихідну форму. В результаті пелюстки муфти складаються і щільно притискаються до пелюсток принаймні одного шипа при дії навантаження, спрямованого вгору, тобто створюється надійне з'єднання сендвіч-панелей в індивідуальному житловому будинку.

### **3.3 Шляхи зниження трудомісткості монтажу каркасних індивідуальних житлових будинків**

Проведено у процесі монтажу виміри основних технологічних параметрів: трудомісткості (люд.-год), машиномісткості (маш.-год), виробітку ( $\text{м}^2/\text{люд.-зм.}$ ), вартості ( $\text{грн}/\text{м}^2$ ), допусків (мм) та показників якості. Високі рівні технологічності, безпеки та якості всіх будівельних процесів забезпечують такі переваги альтернативної технології перед традиційними методами, як: зниження трудомісткості, підвищення якості монтажу, зниження вартості збирання, підвищення теплозахисних властивостей зовнішніх огорожуючих конструкцій (рис. 3.1).

Трудомісткість  
монтажу,  
люд.-зм./м<sup>2</sup>

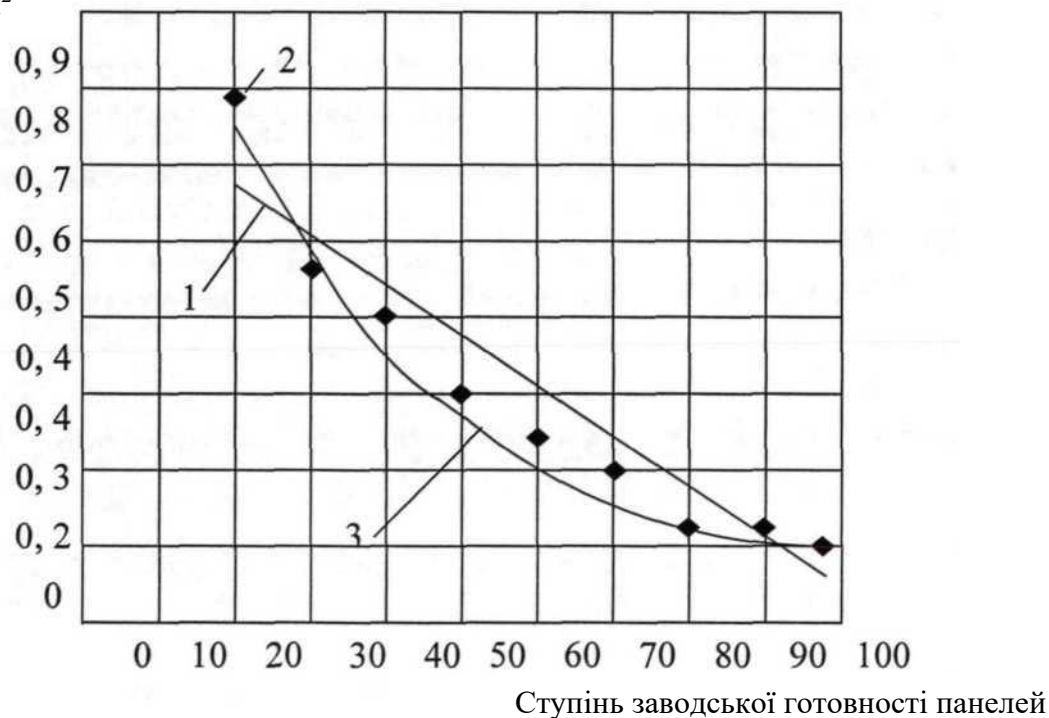


Рисунок 3.1 – Залежність зниження трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від підвищення ступеня заводської готовності сендвіч-панелей: 1 – теоретичні (розрахункові) значення; 2 – експериментальні (натурні) значення; 3 – апроксимація

Таким чином, перевірено та обґрунтовано безболтове шарнірне з'єднання як оптимальний вид вузлів з'єднання панелей між собою, виходячи з двох критеріїв оптимальності – мінімуму трудомісткості їх монтажу та максимуму простоти, зручності їх з'єднання між собою вручну малою ланкою з 2-4 робочих 2-3 розряду.

Було виявлено нову залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків із сендвіч-панелей високого ступеня заводської готовності (90-95%) від підвищення площі будинків (рис. 3.2).

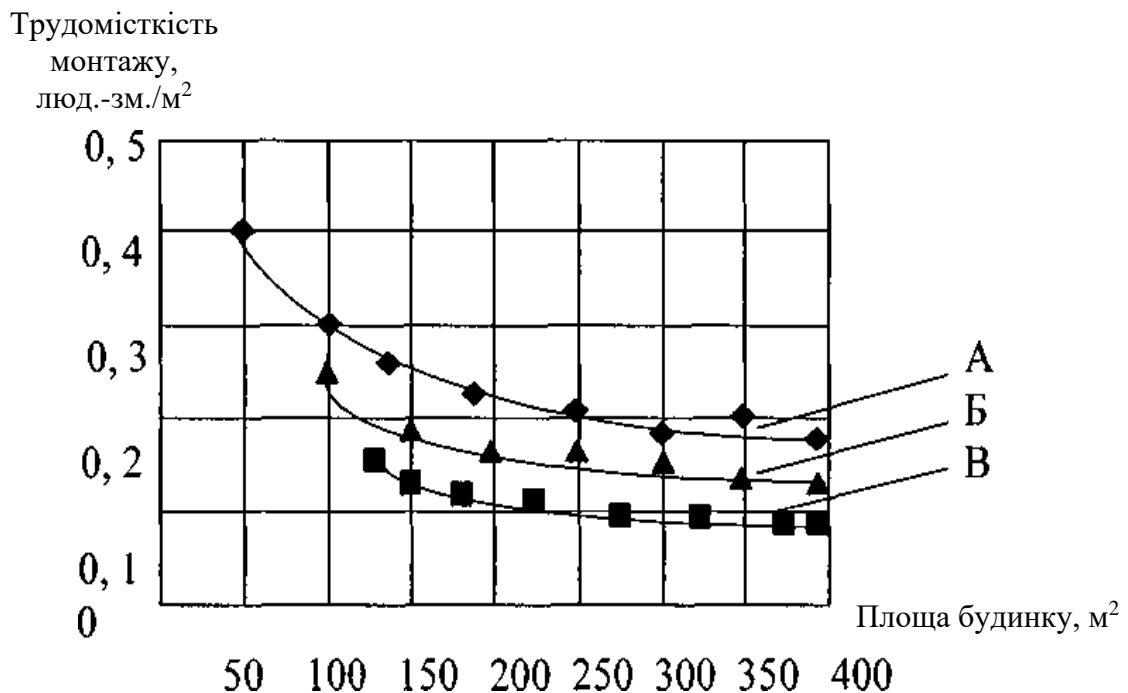


Рисунок 3.2 – Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків із сендвіч-панелей високого ступеня заводської готовності (90-95%) від підвищення площі будинків:

А – одноповерхові будинки; Б – двоповерхові будинки; В – триповерхові будинки

### 3.4 Висновки до розділу 3

Встановлено оптимальні технологічні параметри монтажу каркасних будинків шляхом використання безболтових шарнірних з'єднань: трудомісткість робіт – 0,2-0,3 люд.-год. на 1 м<sup>2</sup> площі панелей, кількість монтажників у ланці – 3-4, трудомісткість – 108 люд.-дв., тривалість будівництва – 1-1,5 місяця (36 робочих днів при ланці з 3 монтажників та 1 зміні та 18 робочих днів при ланці з 3 монтажників і 2 змінах). Отримані параметри є досить прогресивними та конкурентоспроможними порівняно з існуючими технологіями та дозволяють більш швидко і дешево вести всесезонне та всепогодне будівництво малоповерхового житла в основному вручну без залучення засобів механізації.

## **4 ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА**

### **4.1 Архітектурно-будівельні рішення**

#### **4.1.1 Природно-ресурсний потенціал**

Місто Луцьк, розташоване на північному заході України, має певний природно-ресурсний потенціал, який може бути використаний для будівництва котеджного містечка. Основні аспекти, які можуть вплинути на цей потенціал, включають наступне:

**Географічне розташування:** Луцьк знаходиться в зеленій зоні, близько до природних заповідників та рекреаційних зон. Це створює можливості для розташування котеджного містечка в природному середовищі з мальовничими краєвидами.

**Існуюча інфраструктура:** Луцьк має розвинену інфраструктуру, що включає дороги, електромережі, водопостачання та інші комунікації. Це сприяє зручності будівництва котеджного містечка, оскільки вже є базові послуги та зручний доступ до них.

**Природні ресурси:** Місцеві природні ресурси, такі як ліси, озера або річки, можуть стати складовою частиною котеджного містечка, надаючи жителям можливості для рекреації, спорту та відпочинку на відкритому повітрі.

#### **4.1.2 Аналіз генерального плану та функціонального зонування села Агрономічне**

Територія проектування відповідно до [15] розташовується на західній околиці міста.

Територія межує з існуючою содибною забудовою і належить до функціональної зони Ж-1.

На території відсутня архітектурно цінна забудова та планувальні обмеження.



Проектне котеджне містечко розташоване за 800 м від автобусної станції, та дитячого садочка.

Для покращення побутового обслуговування населення котеджного містечка запропоновано спорудити ТРЦ.

#### **4.1.3 Проектування території котеджного містечка**

Перспективи розвитку садибних територій полягають у створенні сприятливого житлового середовища, що враховує потреби населення і сприяє його розвитку. Ці території передбачають будівництво житлових зон з відповідною інфраструктурою та озелененими площами для відпочинку та розваг [15, 16].

Проектування садибного містечка передбачає комплексний підхід, що враховує соціальні, екологічні та містобудівні умови, забезпечуючи комфорт та зручність для мешканців, а також сприяючи їх демографічному та соціальному розвитку.

З метою створення привабливого та комфортного житлового середовища в котеджному містечку було розроблено планову організацію та дизайн території. Цей підхід відповідає поставленим цілям і враховує особливості аналізованої території.

Згідно з планом, ділянки для будівництва розташовані з використанням прямих ліній, що перетинаються під кутом 90 градусів. Кожна приватна ділянка має прямокутну форму з типовими розмірами 20 м × 30 м, що дозволяє розмістити житлову будівлю та виконати благоустрій території.

Окремою особливістю є те, що приватні території навколо будинків не розділені парканами, але мають зелені насадження. Вхід до будинків є відкритим, а для зручності передбачено гаражі та площі для тимчасового зберігання автомобілів.

Вулиці, шириною 6 м, розташовані вздовж будинків, що дозволяє двосторонній рух автомобілів. Проект також передбачає тротуари шириною 2 м. Як дорожнє покриття використовується асфальтобетон.

Територія навколо будинків влаштована з тротуарної плитки шириною 2 м. На задньому дворі кожного котеджу передбачено відпочинкову зону, яка може бути дитячим майданчиком та альтанкою або дитячим майданчиком та басейном. Також враховано прокладення доріжок до цих зон та озеленення.

Озеленення території полягає в основному у газонах, які займають значну частину території, деревах та квітниках. Також передбачено місця для збору побутових відходів, які розміщено по периметру житлових зон.

Цей проект створює простір, який відповідає сучасним нормам і сприяє поліпшенню санітарно-гігієнічних умов проживання, забезпечуючи комфортне мешкання мешканців. Крім того, була створена загальнодоступна рекреаційна зона, розташована в північно-західній частині містечка.

Рекреаційна зона складається з протяжного скверу, де розміщені пішохідні та велосипедні доріжки. Це простір для активного відпочинку, де можна ходити, бігати та їздити на велосипеді. Також передбачено зону тихого відпочинку для старшого покоління, яка представлена затишною алеєю з лавами поміж дерев. Поміж цих зон розташований дитячий майданчик, що має круглу форму і обладнаний різноманітними елементами для активного та спокійного відпочинку.

Враховуючи всі ці аспекти, було створено простір, який задовольняє потреби мешканців у комфортному житті та відпочинку. Баланс території та техніко-економічні показники наведені в табл. 4.1-4.2.

Таблиця 4.1 – Баланс території

Статті балансу	Площа м <sup>2</sup>	м <sup>2</sup> /люд
Житлова територія	12600	313,3
ТРЦ	1338	3,35
Спортивні споруди	2918	7,3
Рекреаційно зона	430	1,08
Дитячі майданчики	964	2,41
Дорожнє покриття	180,96	45,24
Тротуари	6031	15,08
Парковки	354	8,94

Таблиця 4.2 – ТЕП

Статті балансу	Площа м <sup>2</sup>	%
Площа котеджного містечка	182000	100
Площа під житлову забудову	12600	6,9
Площа озеленення	84200	46
Площа асфальтованого покриття	36107	19,8

#### 4.1.4 Архітектурно-планувальні рішення житлового будинку

Об'ємно-планувальне рішення проекрованої будівлі. Будівля двоповерхова, житлова, за формою – прямокутна. Має два варіанти проектного вирішення – без підвалу на фундаментах із паль-стійок для слабких ґрунтів та з підвалом із бутобетону, який може слугувати тимчасовим уриттям та бути частиною житлового чи господарського функціонального простору.

Будівля розміром: у довжину – 9500 мм, завширшки – 7500 мм. Висота приміщення – 2,5-2,7 м.

Планування будинку та експлікації приміщень наведені на арк. ГЧ роботи.

У проекті застосовуються екологічно чисті матеріали, які не дають шкідливого впливу на навколишнє середовище та людину. Будинок відповідає всім нормам інсоляції, провітрювання та ізоляції від шуму та пилу.

Конструктивне рішення. Конструкція будинку виконана за технологією каркасного дерев'яного будинку стіновими панелями згідно [17-22]. Панелі являють собою каркас, виготовлений із струганих пиломатеріалів хвойних порід перерізом 46×146 мм, вологістю не більше 14% та оброблених вогнебіозахисним складом. Каркас заповнений мінераловатним утеплювачем (1 шар – 150мм), обшитий зі сторони приміщення гіпсоволокнистими листами товщиною 12 мм, що кріпляться на металокаркас: із зовнішньої сторони – облицьований сайдингом, також із зовнішнього боку додатково прокладається утеплювач з негорючих мінераловатних плит (другий шар 50 мм) і закривається з боку вулиці орієнтовано-стружковою плитою ОСП-3 20 мм. Панелі міжповерхових перекриттів виконані у вигляді каркасу із клеєного бруса з настилом із пиломатеріалів хвойних порід оброблених вогнебіозахисним складом.

У відповідності до норм [19] дерев'яні житлові будинки повинні бути в обов'язковому порядку оброблені спеціальними вогнезахисними складами.

Під час проведення оздоблювальних робіт підлога виконується «сухим» способом за технологією «КНАУФ» (за шаром утеплювача укладається 2 шари гіпсоволокнистих чи гіпсовостружкових плит), з боку нижнього приміщення панель обшивається двома шарами гіпсоволокнистих плит.

Фундаменти –палі (гвинтові або забивні), монолітні ростверки, відмітка низу – 0,350 м. За відносну позначку 0,000 прийнято рівень чистої підлоги.

Зовнішні та внутрішні стіни підвалу виконані з бутобетону товщиною 300 мм. Також можна використовувати цегляну кладку з повнотілої керамічної цегли марки 100 на розчині марки 75.

Стіни зовнішні – із збірних дерев'яних стінових панелей, з мінераловатним утеплювачем. Зовнішні стіни обшиті фасадною системою "Сайдинг" L-брус 15×240 з імітацією бруса.

Другий варіант стін – сендвіч-панелі заводського виготовлення, які кріпляться до металевого індустріального каркасу із алюмінієвих та сталевих профілей. Як утеплювач використовується мінеральна вата. У якості облицювання – цегла лицьова. Передбачено повітряний прошарок між утеплювачем і цегляною кладкою.

Перегородки – виконуються у вигляді гіпсокартонних листів за профілями системи KNAUF. Міжкімнатні перегородки виконуються товщиною 125 мм із заповненням простору між листами звукоізолюючим матеріалом. Це дозволяє створити комфортні акустичні умови у спальнях. Санвузли облицюються вологостійкими гіпсокартонними листами, що мають знижене водопоглинання (менше 10%) і володіють підвищеним опором проникненню вологи.

Внутрішнє оздоблення стін та перегородок: у всіх приміщеннях крім санвузла обклеювання шпалерами, санвузол – вологостійка фарба.

Перекрыття дерев'яне, виконане з деревини хвойних порід 2-го сорту зі звукоізоляцією 200 мм. Переріз балок перекрыття – 100×200мм, крок балок визначається шириною панелі.

Перекрыття підвального поверху – монолітне з утепленням мінеральватними жорсткими плитами, товщиною 100 мм.

Покриття. Дах скатний, горищний, покриття металочерепиця, передбачений зовнішній водостік організований, використовуються металопластикові жолоби, воронки та труби. Як теплоізоляційний матеріал даху використовується мінероловатні плити.

Сходи: дерев'яні двомаршеві шириною 1,3 м із забіжними сходами (розміри ступенів 150×300 мм). Висота огорожі 1 м.

Вікна визначають ступінь комфорту в будівлі та її архітектурну виразність. Вікна підібрані відповідно до площ освітлюваних приміщень, індивідуального виготовлення: потрійне скління в ПВХ склопакети. Підвіконні дошки із ПВХ.

Двері: двері зовнішні, входні з розширеною коробкою і доводчиком внутрішньої сторони; із зовнішнього боку обробляються рейками та покриваються лаком; з внутрішньої сторони обробка ламінованим ДВП.

Зовнішні металеві двері індивідуального виготовлення.

Внутрішні двері відповідно до призначення спроектовані одно- та двополотними, глухими, зашкеленими, правими та лівими з порогами та без.

Підлоги: у кухні, кімнатах і коридорах підлога вкрита лінолеумом та ламінованою дошкою; санвузли – керамічна плитка. Гідроізоляція підлоги вологих приміщень заводиться на стіну на 200 мм.

Проект водопостачання та каналізації житлового будинку виконано відповідно до [23, 24], виходячи з технічного завдання проектування. Проектом передбачено прокладання внутрішньоквартального водопроводу  $D=150$ мм з точкою підключення від існуючого водопроводу  $D 300$  мм. Зовнішні мережі водопроводи прокладаються з поліетиленових напірних труб. Внутрішні мережі

водопроводу прокладаються з водогазопровідних оцинкованих труб, підводки до санітарних приладів монтуються з поліпропіленових труб.

Для обліку витрати води на введення в житловий будинок передбачено встановлення водомірного вузла із загальнобудинковим водолічильником.

Каналізація проекрованої забудови здійснюється в проектований каналізаційний колектор. Проектовані самопливні каналізаційні мережі виконуються з безнапірних поліетиленових розтрубних труб, напірні мережі – із напірних труб.

Система опалення запроектована двотрубна тупикова з нижнім розведенням з обліком тепла. Система опалення – променева з розведенням у конструкції підлоги. Як нагрівальні прилади в житлових приміщеннях і коридорах прийнято радіатори з регулюванням подачі теепла.

Проектом передбачається природна витяжна вентиляція із приміщень кухонь, санвузлів, ванних кімнат через канали вентблоків та збірну шахту.

Слаботоківі пристрої – телефон, телебачення. Також запроектовано:

- пожежна сигналізація (ПС) з автоматичним датчиками;
- система оповіщення про пожежу (СОП).

Пожежна сигналізація виконана шляхом встановлення на стелі приміщень димових пожежних сповіщувачівна.

Сигнали про спрацювання сигналізації надходять на приймально-контрольний прилад, світлові та звукові оповіщувачі.

#### **4.1.5 Зовнішнє інженерне обладнання**

Водопровід і каналізація. У котеджному містечку запроектовано такі системи: господарсько-питний водопровід, водопровід гарячої води, система автономної каналізації, господарсько-побутові та очисні споруди зливових стоків для очищення поверхневих та господарських стічних вод від завислих речовин з продуктивністю 10 л/сек.

Джерелом водопостачання є проектовані мережі водопроводу.

Опалення. Адміністративні та громадські будівлі котеджного містечка обладнані системою центрального опалення. Система центрального опалення – інженерна система, призначена для опалення приміщень, джерелом теплоти для яких служить котельня, яка проектується на території поселення. Житлові будинки мають також автономне опалення.

Електропостачання житлових будинків здійснюється від вступно-розподільчих пристроїв ВРУ-3, що встановлюються в електрощитовій, розташованій у частині житлового комплексу. Облік споживаної електроенергії передбачається загальний на введеннях та побудинковий. Облік електроенергії на вводах виконується лічильником РС 301 S33143 380/220В, 5-10А, що підключається через трансформатор струму. У нішах, передбачених архітектурно-будівельною частиною проекту встановлюються щити ЩР, в які встановлюються автоматичні вимикачі вводів у будинки зі струмом розчіплювача теплового реле 32А, 4х полюсні. У передпокої будинків встановлюються квартирні щитки індивідуального виготовлення ЩРН-1/18, із ступенем захисту ІР31.

## **4.2 Технологічна карта на монтаж каркасу будинку**

### **4.2.1 Складання основних таблиць розробки технологічної карти на монтаж каркасного малоповерхового дерев'яного будинку**

При розробці технологічної карти розроблено на монтаж каркасного малоповерхового дерев'яного будинку. Місце будівництва – місто Луцьк. Калькуляція трудових витрат складена на підставі Кошторисні норми України «Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Дерев'яні конструкції (Збірник 10)» за одиничними розцінками і нормами часу [25, 26] і подана в таблиці 4.3.

Таблиця 4.3 – Калькуляція трудових витрат

№ п/п	Назва робіт	Од. вимір.	Кіл-сть	Нч. на од. вимір.	Нч. заг. люд/дн
1	2	3	4	5	6
1	Гідроізоляція під обв'язування фундаменту	м <sup>2</sup>	9,9	0,858	8,49
2	Обв'язування фундаменту брусом розмірами 145 × 45 мм	м <sup>3</sup>	34,7	0,18	6,3
3	Встановлення основних стійок	100м	1,1386	42	47,46
4	Обв'язування каркасу	100 м <sup>2</sup>	0,44	11	4,84
5	Встановлення проміжних стійок	100 м	0,34	42	14,28
6	Заповнення дверних та віконних отворів	м <sup>2</sup>	0,13	10,5	1,37
7	Монтаж балок перекриттів	м <sup>2</sup>	4,19	0,27	1,13
8	Влаштування прогонів покрівлі	м	66	0,19	12,54
9	Влаштування крокв	м	105,4	1,13	119,1
10	Влаштування обрешітки	м	55,8	0,89	49,7
11	Влаштування покрівлі	м <sup>2</sup>	37,2	0,42	15,62
12	Влаштування гідроізоляції підлог	м <sup>2</sup>	24,06	0,03	0,72
13	Влаштування підлог з керамічної плитки	м <sup>2</sup>	24,06	0,089	2,14
14	Влаштування підлог з лінолеумного покриття	м <sup>2</sup>	24,06	0,084	2,02
15	Оздоблення стель під фарбування	м <sup>2</sup>	24,06	0,08	1,92
				Всього:	287,63

Роботи виконуються в однозмінному режимі, у літній час. Загальна трудомісткість становить 287,63 люд-дн.

#### 4.2.2 Розробка технологічної карти на монтаж каркасного малоповерхового дерев'яного будинку

Для будівництва потрібно вибрати оптимальний ґрунт та рівень розташування ґрунтових вод, врахувати всі кліматичні особливості місця та розташування комунікаційних систем. Після цього можна проводити розмітку і закладання відповідного типу фундаменту. При монтажі дерев'яного каркасу в



фундамент укладаються два вінця з обробленого бруса, на які монтується дерев'яний каркас.

Технологія монтажу полягає у формуванні каркасу з дерева (дошок або бруса) або металу, з поступовою поетапною обшивкою його шарами з плівок, мембран, утеплювачів та ін. або готовими сендвіч-панелями. Утеплення каркасного будинку може бути виконане зередини мінеральною ватою, а зовні листами пінопласту. Листи пінопласту дозволять поліпшити звукоізоляції, вони є відмінним вітрозахистом і при зниженні властивостей мінеральної вати з часом (таке може статися при попаданні вологи або роси всередину стін) дозволять зберегти теплові характеристики будинку.

Мембранна гідроізоляція необхідна для захисту утеплювача від вологи, яка надходить зовні у вигляді опадів і конденсату. Її необхідно укласти внахлест, фіксуючи спеціальною липкою стрічкою для утеплювача. Пароізоляція фіксується з внутрішньої сторони стіни і дозволяє стінам «дихати». Крапельки вологи, які можуть конденсуватися в стіні, спокійно виводяться в кімнати, завдяки чому утеплювач служить набагато довше. OSB листи фіксуються поверх всієї конструкції, і є основою, до якої будуть кріпитися оздоблювальні матеріали. Перед тим, як монтувати каркас, влаштовують обв'язування. Всього у кожного будинку 2 види обв'язки – верхня та нижня. Обв'язувальні дошки або брус скріплюють всю конструкцію стін між собою. Влаштування нижньої обв'язки починаємо з гідроізоляції фундаменту. Далі розташовуємо обв'язувальні дошки і кріпимо їх за допомогою анкерних болтів, заздалегідь встановлених у фундамент.

Фундамент може бути: стрічковий або пальовий. Стрічковий являє собою монолітний фундамент з бутобетону, який у рідкому стані заливають під несучі зовнішні та внутрішні стіни. Для цього необхідно нанести розмітку за допомогою колів і мотузки, помітити місця майбутніх стін, вирити траншеї своїми руками або екскаватором (мінітрактором). У траншею встановити опалубку, яка може бути знімною, незнімною, придбаною в магазині, взятою в оренду або виготовленою з дошок чи фанери вручну на будівельному майданчику. Готову опалубку

гідроізолюють зсередини та заливають бетонну суміш. Після набору міцності фундаменту знімають опалубку та перевіряють геометрію. При перепадах по висоті наносять додатковий шар цементу для вирівнювання.

Палевий фундамент. Палі занурюються в землю в певних місцях: по кутах, в місцях перекриття, на відстані одна від одної не більше 2-2,5 м. Палі застосовують на складних ґрунтах, наприклад, глинистих. Після встановлення палей необхідно ретельно перевірити геометрію. Гвинтові палі можуть бути відрегульовані за висотою.

На другому етапі монтують каркас майбутнього будинку. Каркас починають з влаштування кутових стійок. Їх роль виконує брус 100×100 мм або 150×150 мм або дошка 150×50 мм. Кутові стійки повинні бути жорстко фіксовані за допомогою металевих кутиків і обов'язково підкосів. Між кутувими стійками на відстані 1-1,5 м повинні розташовуватися прості вертикальні стійки. Всі вертикальні стійки одна з одною скріплюються горизонтальними перемичками з бруса. При будівництві каркасу будівлі відразу виконують дверні і віконні прорізи. Їх необхідно зміцнювати ригелями, що приймають навантаження та рівномірно розподіляють його до фундаменту.

Монтаж стійок каркасу будинку починають із встановлення кутових вертикальних стійок, потім проміжних. Щоб закріпити вертикальні стійки у кутах робляться отвори. Кріплення проміжних стійок робиться таким же чином (рис. 4.1).



Рисунок 4.1 – Встановлення стійок каркасного будинку

Вертикальні опори укріплюються за допомогою спеціальних П-подібних скоб, які вбивають у вертикальні та горизонтальні балки. Вони значною мірою зміцнюють каркас.

При встановленні вертикальних брусів потрібно ретельно перевіряти діагональ майбутньої стіни ривнем.

На кутах бруски верхньої обв'язки з'єднуються у вигляді врубки. Вони закріплюються аналогічно, як і нижні бруски. Вони з'єднуються в кутах та з опорами будівлі (рис. 4.2).

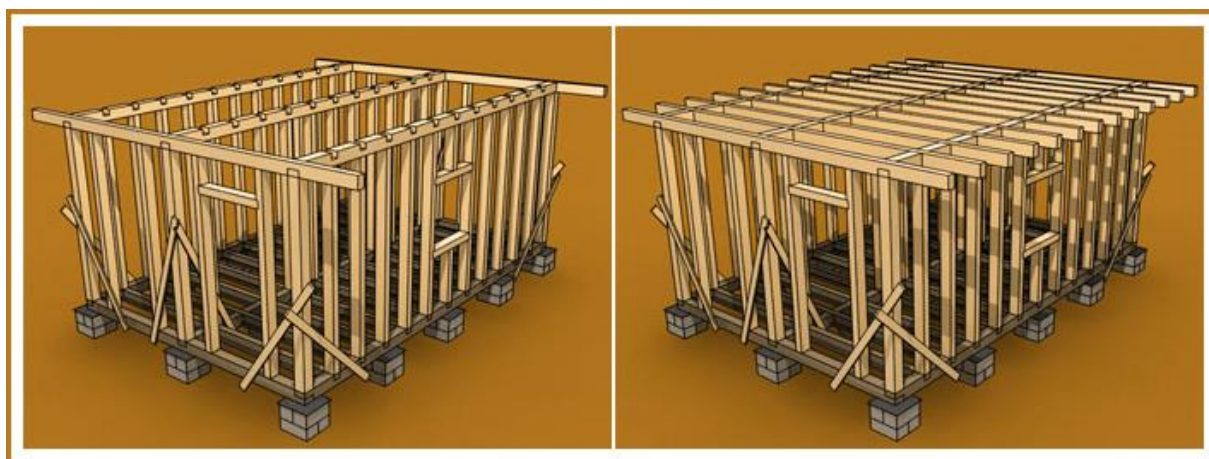


Рисунок 4.2 – Кріплення бруса у вертикальній обв'язці

Зовнішня обшивка стін каркасного будинку з OSB плит. OSB плита являє собою спресовані під високим тиском частинки дерева (це можуть бути тирса, стружки і навіть дрібні залишки дерева), які зв'язані клеючим складом (зазвичай це вологостійка смола). У зв'язку з цим плити OSB мають більшу стійкість до вологи та механічного впливу. Нижня обв'язка повністю перекривається листом OSB. Плити OSB закріплюють наступним чином:

- на проміжній ділянці – з кроком 30 см;
- на стиках плит – з кроком 15 см;
- зовнішній край – з кроком 10 см;
- відстань від краю плити до кріплення – 0,8-1 см;
- зазор між плитами – 0,5 см;

- саморіз або цвях заходить в опору на 4-5 см.

Вітрозахист та гідроізоляція стін каркасного будинку здійснюються супер дифузійною мембраною.

Влаштування двосхилої покрівлі починається зі монтажу кроквяної системи з подальшим утепленням практично з таких шарів, як і стіна. Зовні утеплення даху укладаємо гідроізоляцію, яку фіксуємо решетуванням. Фіксуємо шар пароізоляції та закриваємо все щитами OSB. Далі влаштовується покриття металочерепицею. На першому поверсі чи у підвалі найчастіше влаштовують підлогу по ґрунту. Технологія полягає у наступному: знімається родючий шар ґрунту, і на його місце засипається шар гравію для дренажу; влаштовують по ґрунту шар піску товщиною 30-50 см та утрамбовують. В результаті шар піску повинен розташовуватися на 5 см нижче за рівень фундаменту, щоб уникнути містка холоду і промерзання по кутах; виконують чорнову стяжку, використовуючи рідкий цемент. Якщо ви берете цемент трохи рідкіший; влаштовують гідроізоляцію плівкою, поверх якої розкладається утеплювач для підлоги. Поверх утеплювача, використовуючи сітку, можна закріпити труби теплої підлоги і влаштувати чистову стяжку.

До початку монтажу необхідно:

- ознайомити бригаду монтажників з проектом виконання робіт та технологічною картою;
- провести інструктаж робітників з техніки безпеки;
- виконати планування ділянки будівництва з улаштуванням водовідведення;
- зробити розбивку та закріпити осі будівлі, винести висотні позначки;
- влаштувати основу під плити підлоги та піщану підготовку під фундаментні подушки;
- доставити в зону монтажу конструкції та матеріали.

Планування і трамбування ґрунту слід проводити механізованим способом із застосуванням бульдозера і пневмотрамбування. Незначні обсяги таких робіт (при відповідному обґрунтуванні) допускається виконувати вручну.

З метою скорочення обсягу (в ідеальному випадку – ліквідації) цих робіт рекомендується вибирати для встановлення складу майданчика з незначним ухилом (до 5%) і нерівностями.

Розбивку осей будівлі та винесення висотних позначок проводять за допомогою геодезичних інструментів.

Закріплення осей будівлі здійснюється шляхом винесення відміток на обнесення та подальшого провішування.

Далі зводять каркас із зовнішнім обшиванням. Під час монтажу обшивки встановлюються вікна та двері.

Наступний етап – зведення внутрішніх стін. Коли весь каркас зібраний і обшитий, збираються внутрішні перегородки, облаштовуються підлоги та стелі, проводяться комунікації. В останню чергу монтується дах і проводиться внутрішнє та зовнішнє оздоблення приміщення.

Звичайні технології каркасного домобудівництва та полегшені елементи конструкції будинку не вимагають використання спеціалізованої техніки, що також зменшує загальну вартість будівельного процесу.

Для виготовлення та монтажу дерев'яної малоповерхової будівлі необхідно набір інструментів і пристосувань для каркасного будівництва, а саме:

- розмічувальні та вимірювальні пристрої: рулетка для монтажних робіт та заміру дошки, кутики для прямих кутів, будівельні лінійки, крейди та олівці для розмітки засічок, позначок на обшивці та будові каркасу, шнур-маркер та водні рівні;

- інструменти для зведення каркасу: ножівки та пилки для обрізання дошки, сокира для вирівнювання та складання каркасу, молотки для забивання цвяхів і для їх вилучення;

- інструменти для прокладання фундаменту: штикові лопати для підготовки траншей, совкові для вирівнювання ділянки будівництва та земельних робіт, відра для транспортування піску, землі, цементу, води. Також знадобляться кілька тачок

для перевезення та бетонозмішувач для розчину, плоскогубці та кусачки для згинання дроту;

- риштування, сходи, драбини для внутрішніх і зовнішніх робіт;
- інструменти для обробки: великий канцелярський ніж для нарізання плівки та гіпсокартону, пістолет для монтажною піни, будівельний степлер для нашивки пароізоляції та вітрозахисту, викрутки, будівельний скотч для обробки стиків та швів.

Крім ручного інструменту в каркасних роботах, необхідні також електроінструменти для каркасного будівництва:

- перфоратор для виконання під болти і для роботи з фундаментом;
- електродріль для висвердлювання дірок у каркасі для різьбових шпильок;
- шуруповерт для закручування саморізів при кріпленні OSB плит, вагонки та гіпсокартону;
- електролобзик для припасування та встановлення кроквяної системи даху, а також інших тонких робіт;
- дискова електропилка для нарізки дощок при встановленні каркасу;
- електрорубанок для корекції нерівностей дошки, якщо з'явиться така потреба, також для стикування елементів каркасу;
- шліфмашинка (болгарка) потрібна під час роботи з плиткою, каменем, арматурою та бетоном;
- пневмомолоток із компресором.

Операційний контроль полягає в регулярному контролі параметрів деталей і виробів із деревини і технологічних операцій у процесі їх виготовлення і монтажу. Операційний контроль повинен виконуватись відповідно до програми. Операційний контроль здійснюють:

- бригадир (столяри) – постійно у процесі виконання робіт;
- майстер (виконроб) – періодично протягом зміни та при прийманні виконаних робіт.

Техніка безпеки. Відповідно до правил техніки безпеки, ручний інструмент має бути правильно та надійно закріплений на рукоятках. Точити інструмент на абразивних верстатах можна лише в захисних окулярах. Корпус електроінструменту заземлюють. Електропровід ізолюють, оберігаючи від ушкоджень підвіскою чи прокладкою їх у коробі. При монтажі стін риштування влаштовують через кожні 1,2 м по висоті. Укладання верхньої обв'язки та балок перекриття допускається після того, як стійки або рами каркаса укріплені підкосами у двох взаємно перпендикулярних напрямках. До початку монтажу каркаса другого поверху треба зміцнити розкосами всі стійки першого поверху.

Балки міжповерхових і горищних перекриттів, елементи стель і накат укладають з риштування. Для монтажу перегородок, кроквяних конструкцій та інших частин будівель з перекриттями по балках останніх укладають настил завширшки не менше 0,7 метра, зміцнюючи щити на опорах. Ходіння робітників та розміщення матеріалів на підшивці, прибитій знизу до балок, або за накатом, покладеним на черепні бруски, забороняється.

Робочі, зайняті на антисептуванні конструкцій, забезпечуються спецодягом та захисними пристроями. Після роботи інструменти треба промити. Антисептування проводять лише на спеціально призначених майданчиках; після закінчення робіт місце, де воно проводилося, очищають. Робітники ретельно обмивають відкриті частини тіла водою із милом.

Паління дозволяється лише у спеціально відведених місцях, де встановлюються бочки із водою чи урни.

Лісові та інші матеріали треба складувати відповідно до будгєнплану, не захаращуючи доріг та проїздів. Штабелі лісових матеріалів повинні бути віддалені від тимчасових будівель та споруд: круглі матеріали – на відстані не менше 15 м, пиляні – 30 мв.

З території складу лісових матеріалів слід зняти дерни і періодично очищати її від кори і тріски.

Простір під підлогами в будівлях ретельно очищають від стружки, тріски та тирси.

Розводити багаття на території будівництва забороняється.

Охорона навколишнього середовища. При організації будівельного майданчика необхідно здійснювати заходи щодо охорони навколишнього природного середовища: щодо запобігання забруднення повітря, води, ґрунту, збереження деревно-чагарникової рослинності, забезпечення рекультивації земель.

На території будівельного майданчика не допускається знищення деревно-чагарникової рослинності та засипання ґрунтом стовбурів дерев, що ростуть, випуск води з будівельного майданчика на схили без належного захисту від розмиву.

При виконанні планувальних робіт ґрунтовий рослинний шар, придатний для використання, повинен зніматися та складуватися у спеціальних місцях.

Тимчасові автодороги та інші під'їзні колії не повинні влаштовуватись у місцях сільськогосподарських угідь.

При виконанні будівельно-монтажних робіт на заселених територіях повинні дотримуватися вимог щодо запобігання запиленості та загазованості повітря.

Не допускається скидання сміття та відходів будівництва з поверхів будівлі без влаштування лотків та бункерів накопичувачів.

При виконанні робіт із штучного закріплення ґрунтів у проектах повинні передбачатися заходи щодо запобігання забруднення ґрунтових вод нижніх горизонтів.

#### **4.3 Технологія монтажу каркасного будинку із панелей заводської готовності**

Підбір складу робітників: з розрахунку калькуляції трудових витрат рекомендується роботи проводити в одну зміну, влітку. Загальна трудомісткість становить 287,63 люд.-дн. Бригада робітників складається із 8 осіб.



Будівництво будинку рекомендується виконувати згідно з графіком виконання робіт, за графіком тривалість – 10 днів.

Необхідно розмістити пакети з панелями на складському майданчику таким чином, щоб забезпечувався доступ до панелей, які монтуються в першу чергу.

Послідовність операцій у будівельному технологічному процесі монтажу індивідуальних житлових будинків способом «сухого» збирання сендвіч-панелей оптимізованих розмірів 1,2×3,6 м та 95 % ступеня заводської готовності на основі швидкозбірних вузлів «муфта-гільза» наступна:

- основні види уніфікованих модульних сендвіч-панелей та елементів;
- встановлення дерев'яних термопакетів з гільзами на ростверк фундаменту з кроками 1,2×3,6 м вручну;
- монтаж панелей перекриттів наведенням їх муфт на гільзи термопакетів вручну;
- монтаж панелей стін 1-го поверху наведенням їх гільз на муфти перекриттів та тимчасове закріплення вручну;
- монтаж панелей перекриттів автокраном;
- монтаж панелей стін 2-го поверху автокраном та тимчасове закріплення;
- монтаж панелей перекриттів 2-го поверху з наступним «сухим» збиранням стінових панелей і кроквяної системи мансарди, покрівлі, монтаж інженерних систем, оздоблення та ін.

Залежно від проекту готується основа першої (нижньої) панелі. До цоколя (до бетону), за допомогою спеціальних анкерів (крок 500...600 мм) або самонарізних гвинтів (до бруса/балки – крок 500 мм), кріпляться горизонтальні напрямні: або І-подібний профіль, або кутик (товщина прокату не менше 1,0 мм). Попередньо в напрямних робляться отвори для кріплення до фундаменту. Напрямні на фундамент встановлюються за рівнем, щоб забезпечити горизонтальність панелей, що монтуються. Якщо необхідно, між напрямними та цоколем, напрямними та панеллю прокладається ущільнювач (герметик).

Спеціальними захватами за допомогою підйомного механізму панель встановлюється на напрямні так, щоб вона власною вагою притиснула ізоляцію і нижню частину відливу (у разі складеного відливу), що знаходяться в пазі панелі. Число захватів визначається виходячи з товщини та довжини панелей. Одним захопленням можна піднімати панелі товщиною до 100 мм і довжиною не більше 6 м; товщиною понад 100 мм – довжиною трохи більше 4,5 м. Потім, з допомогою рівня, перевіряють горизонтальність встановленої панелі. Якщо необхідно, то, послаблюючи та затискаючи відповідну струбцину, вирівнюють рівень.

Аналогічно монтуються всі інші панелі першого ярусу (поверх будинку) і вище. Якщо за проектом потрібна установка герметика в замках панелей, то його прокладка проводиться безпосередньо перед встановленням кожної наступної панелі. У замок панелі 1200 мм ущільнювач може бути встановлений на заводі під час виробництва панелей.

Після того, як змонтовано одну стіну споруди, приступають до монтажу наступних стін аналогічно сказаному вище, не забуваючи при цьому, що насамперед монтуються стикові панелі, а потім накладні.

Кутові з'єднання монтуються аналогічно стиковим.

Після того, як монтаж панелей закінчено, відповідно до вузлів кріплень панелей встановлюють фасонні елементи. Установку ведуть у напрямку «знизу-вгору», починаючи з установки відливу. Потім у будь-якій послідовності монтують всі інші, з єдиною умовою: нахлест вертикально розташованих нащільників розташовується зверху вниз, щоб уникнути попадання вологи під нащільник. Нахлест за необхідності також обробляється герметиком.

В останню чергу встановлюються вікна та двері з відповідними елементами, такими як лиштва, відливи і т.д.

Технологічні процеси та операції вертикального монтажу сендвіч-панелей:

1) Вертикальний монтаж, по суті, не відрізняється від горизонтального, проте слід звернути особливу увагу на необхідність забезпечення достатнього зусилля

при стикуванні сусідніх панелей, що дуже важко при використанні панелей значної довжини та маси.

2) Стикування панелей здійснюється за допомогою спеціальних притискних пристроїв, з метою забезпечення надійного з'єднання замкових частин. Стикування панелей за допомогою будь-яких інших (ударних) впливів не допускається.

Пакет панелей має необхідну жорсткість, яка дозволяє здійснювати вантажно-розвантажувальні роботи, складування і зберігання без порушення форми і цілісності.

Конструкція пакета передбачає навантаження та розвантаження за допомогою автотранспорту. Покладені в пакет панелі обтягують з усіх боків поліетиленовою плівкою, краї якої запає для захисту від несприятливих атмосферних впливів, що дозволяє тривалий час зберігати панелі без додаткового захисту (навісів, складських споруд).

При правильному закріпленні панелей на транспортному засобі та способі розвантаження гарантується збереження вантажу. Кожна панель маркується відповідно до специфікації замовника. На пакет прикріплюється паспорт, в якому вказуються відомості: про завод-виробник, тип, кількість і маркування панелей, покладених у цей пакет.

Склад операцій та засоби контролю наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4 – Операційний контроль виконання монтажу

Етапи робіт	Контрольовані операції	Контроль (метод, обсяг)	Документація
1	2	3	4
Підготовчі роботи	Перевірити: - наявність документа про якість; - якість поверхні, точність геометричних параметрів, зовнішній вигляд панелей; - наявність розмітки, що визначає проектне положення панелей	Візуальний  Вимірювальний, кожен елемент  Вимірювальний	Паспорт (сертифікат), загальний журнал робіт

Продовження таблиці 4.4

1	2	3	4
Монтаж панелей	Контролювати: - встановлення панелей в проектне положення (відхилення від вертикальних поздовжніх кромek панелей, зміщення осей і граней панелі в нижньому перерізі відносно розбивних осей або орієнтовних рисок, різниця відміток кінців горизонтально встановлених панелей, площини зовнішньої поверхні стінового огороження від вертикалі); - якість виконання болтових з'єднань панелей до каркаса; - якість замонолічування і герметизації стиків. Технічний огляд (кожен елемент)	Вимірювальний, кожна панель  Технічний огляд (кожен елемент) Технічний огляд (кожен елемент)	Загальний журнал робіт
Приймання виконаних робіт	Перевірити: - фактичне положення змонтованих панелей; - якість герметизації стиків.	Вимірювальний кожен елемент  Технічний огляд	Акт огляду прихованих робіт, акт приймання виконаних робіт
Контрольно-вимірювальний інструмент: лінійка вимірювальна, висок будівельний, рулетка.			
Вхідний та операційний контроль здійснюють: майстер (виконроб) – у процесі робіт. Приймальний контроль здійснюють: працівники служби якості, майстер (виконроб), представники технагляду замовника.			

## Граничні відхилення:

- від вертикалі кромek панелей 0,001 довжини панелі;
- різниці позначок кінців горизонтально встановлених панелей при довжині панелі: до 6 м – 5 мм;
- площині зовнішньої поверхні стінового огороження від вертикалі – 0,002 висоти огорож;
- розмірів карт укрупненого складання за довжиною та шириною  $\pm 6$  мм;
- різниці розмірів діагоналей – 15 мм.

Закінчені монтажем конструкції стін слід приймати на всю будівлю, температурний блок або по прольотах.

Матеріально-технічні ресурси:

1. Мінераловатні панелі. Як утеплювач для мінераловатних панелей використовується негорюча базальтова вата "Rockwool". В особливо обумовлених випадках в замковій частині панелей може закладатися брусок мінеральної вати сендвіч-баттс для більш високої щільності з метою підвищення механічної міцності, теплоізоляційної здатності та протипожежної безпеки.

2. Як в'язуче при виробництві панелей використовується однокомпонентний клей виробництва.

3. Як теплоізолюючий матеріал в панелях використовується заливний поліуретан .

4. Комплектуючі. Поряд з основною продукцією, що випускається на заводі, виготовляються всі необхідні для монтажу сендвіч-панелей і профнастилу додаткові елементи: нащільники, кріплення та ущільнювачі.

Фасонні елементи. Фасонні елементи (нащільники), якими перекривають шви і відкриті частини панелей, виготовляються як за наведеними типовими ескізами, так і відповідно до індивідуальних вимог замовника. Як правило, нащільники виконані з оцинкованої сталі та сталі з полімерним покриттям відповідного виду і кольору.

Кріплення фасонних елементів здійснюється за допомогою шурупів або заклепок. Крок кріплення при цьому зазвичай приймається рівним 300 мм.

Нащільники рекомендується встановлювати з нахлестом 100 мм, і при їх установці використовувати силіконовий герметик відповідно до наведених вузлами кріплення панелей.

Крім захисної функції, фасонні елементи несуть декоративне навантаження і надають архітектурної завершеності будівлі.

Елементи кріплення. У комплект поставки сендвіч-панелей може входити весь набір кріпильних елементів: від самонарізних болтів для монтажу панелей до саморізів та заклепок для встановлення фасонних елементів.

Самонарізні болти або дюбелі підбираються в залежності від товщини панелей і товщини матеріалу несучої конструкції, а їх кількість – в залежності від діючих навантажень і довжини панелей, що встановлюються (тобто розмірів прольотів). Як правило, кожна панель встановлюється на 4 кріпильні елементи, проте короткі панелі (коротше 0,8 м) вимагають для закріплення 2 болти. Для випадку збільшених прольотів (більше 6,5 м), значних навантажень, що впливають (більше 0,7 кН/м ) і особливих вимог пожежобезпечності, кількість кріпильних елементів на одну панель може зрости до 6-8 шт.

Для забезпечення герметичності та запобігання можливості промерзання у вузлах з'єднання панелей один з одним, у замкові частини панелей з внутрішньої сторони (а за необхідності і із зовнішньої) наноситься герметик (як правило, силікон).

Необхідність нанесення герметика на зовнішню сторону замкового з'єднання може бути викликана особливими вимогами до герметичності та підвищеними зовнішніми (наприклад, вітровими) навантаженнями.

Витрати на герметики становлять менше 1% загальної вартості зведення будівлі, а втрати тепла через негерметичність споруди можуть становити близько 12% від витрат на його експлуатацію.

Для запобігання механічних пошкоджень виробів при транспортуванні та монтажі, в процесі виробництва панелей на металеві поверхні наклеюється захисна поліетиленова плівка, яка легко видаляється після завершення монтажних робіт.

Охорона праці під час виконання монтажних робіт зі зведення котеджів із сендвіч-панелей.

Монтажні роботи є найбільш небезпечними з усього комплексу збирання та транспортування сендвіч-панелей із землі до місця встановлення. Особлива увага повинна бути приділена зоні підвищеної небезпеки – роботі кількох монтажних механізмів на монтажних ділянках, що примикають, на одному або різних рівнях роботи по вертикалі.

До монтажу та виробництва допоміжних робіт з розвантаження, складування та стропування збірних елементів робочих допускають тільки після вступного інструктажу. До виробництва верхолозних робіт допускають монтажників не нижче 4-го розряду, старше 18 років і зі стажем роботи не менше двох років. Для отримання допуску необхідно пройти курс навчання з техніки безпеки та здати необхідні випробування. Знання перевіряють не рідше одного разу на рік, медичний огляд проводять не рідше двох разів на рік.

Вантажозахоплювальні пристрої, стропи та інший інвентар повинні бути забезпечені бирками із зазначенням вантажопідйомності. Їх випробовують на подвійне навантаження щонайменше двічі на рік, за результатами огляду видають спеціальні паспорти.

При роботі на висоті монтажники обов'язково надягають монтажні пояси і за допомогою ланцюга з пристроєм кріплення зачіпають себе до петлів змонтованих конструкцій або до натягнутих і закріплених тросів. Робочий інструмент повинен бути в ящиках або сумках, щоб уникнути падінь. Під час підйому елементів для запобігання їх розгойдування або кручення вони обов'язково беруться на розтяжки. Підняті елементи забороняється залишати на вазі під час перерв у роботі.

На будівельному майданчику влаштовують проходи та проїзди, на видних місцях закріплюють покажчики небезпечних та заборонених зон. У нічний час будмайданчик обов'язково висвітлюють.

Вантажозахоплювальні пристрої після кожного ремонту повинні піддаватися випробуванню на навантаження, що в 1,25 рази перевищує їх нормальну вантажопідйомність з тривалістю витримки 10 хв. Результати оглядів вантажозахоплювальних пристроїв заносять до журналу обліку. Огляди виконуються: для траверсу через кожні 6 міс.; для строп та тари – через кожні 10 діб; для інших захватів – через місяць.

Не допускається виконання монтажних і післямонтажних робіт на одній захваті, але на різних горизонтах. В окремих випадках робиться виключення, але при цьому розрив у рівнях не повинен бути менше трьох перекриттів.

Кордон небезпечної зони визначають відстанню по горизонталі від можливого місця падіння вантажу при його переміщенні краном. Ця відстань при максимальній висоті підйому вантажу до 20 м має бути не менше 7 м, при висоті до 100 м – не менше 10 м, при більшій висоті розмір його встановлюють у проекті виконання робіт.

Змонтовані з сендвіч-панелей міжповерхові перекриття та покриття котеджу повинні бути огорожені до початку наступних робіт.

Особливі запобіжні заходи слід вживати при зміні погодних умов. Не допускається виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях при швидкості вітру 15 м/с і більше, при ожеледиці, грозі та тумані.

Особи, винні у порушенні правил пожежної безпеки, несуть кримінальну, адміністративну, дисциплінарну чи іншу відповідальність відповідно до чинного законодавства.

Відповідальним за пожежну безпеку на будівельному об'єкті призначається наказом особа з числа співробітників організації, яка виконує роботи.

Всі робітники, зайняті на виробництві, повинні допускатися до роботи тільки після проходження протипожежного інструктажу та додаткового навчання щодо запобігання та гасіння можливих пожеж.

На робочих місцях мають бути вивішені таблички із зазначенням номера телефону виклику пожежної охорони та схеми евакуації людей у разі пожежі.

На місці ведення робіт мають бути встановлені протипожежні пости, забезпечені пожежними вогнегасниками, ящиками з піском та щитами з інструментом, вивішені запобіжні плакати. Весь інвентар повинен перебувати у справному стані.

На території забороняється розведення багать, користування відкритим вогнем та паління. Палити дозволяється тільки в місцях, спеціально відведених та обладнаних для цієї мети. Там обов'язково має бути ємність з водою.

Електромережу слід завжди тримати у справному стані. Після роботи необхідно вимкнути електрорубильники всіх установок і робочого інструменту.



Робочі місця та підходи до них потрібно утримувати в чистоті, своєчасно очищаючи їх від сміття.

Зовнішні пожежні сходи та огороження на даху повинні утримуватися в справному стані.

Забороняється захарашувати проїзди, проходи, під'їзди до місць розташування пожежного інвентарю, воріт пожежної сигналізації.

Мережі протипожежного водопроводу повинні знаходитися у справному стані та забезпечувати необхідну за нормами витрату води на потреби пожежогасіння. Перевірка їх працездатності повинна проводитися не рідше двох разів на рік (навесні та восени).

Для опалення тимчасових мобільних (інвентарних) будівель повинні використовуватися парові та водяні калорифери та електронагрівачі заводського виготовлення.

Сушіння одягу та взуття повинно проводитися у спеціально пристосованих для цієї мети приміщеннях з центральним водяним опаленням або із застосуванням водяних калориферів.

Забороняється сушити обтиральні та інші матеріали на опалювальних приладах. Промаслений спецодяг і ганчір'я, тару з-під легкозаймистих речовин слід зберігати в закритих ящиках і видаляти їх після закінчення роботи.

Електрозварювальна установка на час роботи має бути заземлена.

Над переносними та пересувними електрозварювальними установками, що використовуються на відкритому повітрі, повинні бути споруджені навіси з негорючих матеріалів для захисту атмосферних опадів.

Робітники, зайняті на монтажі котеджів із сендвіч-панелей, зобов'язані:

- дотримуватись на виробництві вимог пожежної безпеки, а також дотримуватись та підтримувати протипожежний режим;
- виконувати запобіжні заходи при користуванні небезпечними в пожежному відношенні речовинами, матеріалами, обладнанням;

- у разі пожежі повідомити про нього пожежну охорону та вжити заходів до порятунку людей та ліквідації пожежі.

#### **4.4 Висновок до розділу 4**

Проектом передбачено будівництво двоповерхового житлового будинку у місті Луцьк. Запроектована забудова котеджного містечка із каркасних будівель із застосуванням елементів і панелей заводського виготовлення, що дозволяє скоротити терміни будівництва у порівнянні із будинками із дрібноштучних виробів. Наведено рішення по генплану території котеджного містечка і прибудинкових ділянок із благоустроєм.

Наведено основні архітектурно-планувальні, конструктивні рішення, рішення по технології та організації зведення каркасної житлової будівлі. Прийнято два варіанти конструкції будинків, які відрізняються конструкцією стін та наявністю підвального поверху.

Розроблено технологічну карту на монтаж каркасного будинку. Виконано обґрунтування оптимальних технологічних параметрів удосконаленого методу зведення індивідуальних житлових будинків.

## **5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

В цьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи розробляються заходи з охорони праці в процесі організації безпечних робочих місць на будівництві під час зведення каркасних будинків. Завданням охорони праці є зведення до мінімуму вірогідності травмувань та виникнення професійних захворювань. Аналіз потенційних небезпек проведемо за [27, 28] для будівельно-монтажного персоналу, з метою запобігання впливу на працівників таких шкідливих виробничих факторів:

- фізичні фактори: мікроклімат (температура, вологість, швидкість руху повітря); виробничий шум, інфразвук; вібрація (локальна, загальна); освітлення: природне (недостатність), штучне (недостатня освітленість, прямий і відбитий сліпучий відблиск тощо);

- хімічні фактори: речовини хімічного походження, в основному аерозолі фіброгенної дії (нетоксичний пил, оксид вуглецю);

- фактори трудового процесу: важкість (тяжкість) праці; напруженість праці. Важкість праці характеризується рівнем загальних енергозатрат організму або фізичним динамічним навантаженням, масою вантажу, що піднімається і переміщується, загальною кількістю стереотипних робочих рухів, величиною статичного навантаження, робочою позою, переміщенням у просторі. Напруженість праці характеризують: сенсорні, емоційні навантаження, ступінь монотонності навантажень, режим роботи.

### **5.1 Технічні рішення щодо безпечної експлуатації об'єкта**

#### **5.1.1 Технічні рішення щодо безпечної організації робочих місць**

Живлення силового обладнання будівельного майданчика, житлового масиву та системи освітлення здійснюється від електричної мережі з заземленою нейтраллю напругою  $380 \times 220$  В з частотою 50 Гц.

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [29, 30]. Під час монтажу будівельних конструкцій, виробів, трубопроводів і обладнання (далі – виконання монтажних робіт) необхідно передбачати заходи із запобігання негативному впливу на працівників визначених у вступі небезпечних і шкідливих виробничих факторів. За наявності цих факторів безпека монтажних робіт повинна бути забезпечена відповідно до [31], рішень проектно-технічної документації (ПОБ, ПВР тощо), зазначених заходів безпеки праці: точного визначення місця встановлення крана із зазначенням його марки, позначенням небезпечних зон під час його роботи; зазначення ваги вантажу, що піднімається; забезпечення безпеки робочих місць на висоті; визначення послідовності та забезпечення безпечного встановлення конструкцій; забезпечення стійкості конструкцій і частин будинку під час зведення; зазначення схем і способів укрупнювального складання елементів конструкцій.

У робочій зоні монтажних робіт не допускається виконання інших робіт і перебування сторонніх осіб. Під час зведення будинків і споруд забороняється виконувати роботи, пов'язані з перебуванням людей на одній ділянці на поверхах (ярусах), над якими переміщують, встановлюють і тимчасово закріплюють елементи конструкцій та обладнання. За неможливості розподілення будинків і споруд на окремі ділянки одночасне виконання монтажних та інших будівельних робіт на різних поверхах (ярусах) дозволяється тільки за наявності між ними надійних (обґрунтованих відповідними розрахунками на дію ударних навантажень) міжповерхових перекриттів, що передбачені у ПВР. Використання встановлених конструкцій для прикріплення до них вантажних поліспастів, відвідних блоків та інших монтажних пристосувань допускається тільки за згодою проектною організацією, яка виконала робочі креслення конструкцій.

Монтаж конструкцій будинків (споруд) необхідно починати з просторово стійкої частини: сполучного елемента, ядра жорсткості тощо. Монтаж конструкцій кожного розташованого вище поверху (ярусу) багатопверхового будинку

необхідно виконувати після закріплення усіх установлених монтажних елементів відповідно до проекту та досягнення бетоном (розчином) стиків несучих конструкцій необхідної міцності.

Під час монтажу каркасних будинків установлювати наступний ярус каркаса допускається тільки після встановлення огорожувальних конструкцій чи тимчасових огорож на попередньому ярусі. Монтаж сходових маршів і площадок будинків (споруд), а також вантажопасажирських підйомників (ліфтів) необхідно здійснювати одночасно з монтажем конструкцій будинку. На змонтованих сходових маршах повинні бути негайно встановлені огорожі.

Під час монтажу конструкцій будинків чи споруд монтажники повинні перебувати на раніше встановлених і надійно закріплених конструкціях чи засобах підмошування. Забороняється перебування людей на елементах конструкцій і обладнання під час їх піднімання і переміщення. Навісні монтажні площадки, сходи та інші пристосування, що необхідні для виконання робіт на висоті, потрібно встановлювати на конструкціях, які монтуються до їх піднімання. Для переходу монтажників з однієї конструкції на іншу потрібно застосовувати драбини, перехідні містки, трапи з огорожами.

Забороняється перехід монтажників по встановлених конструкціях та їх елементах (фермах, ригелях тощо), на яких неможливо забезпечити необхідну ширину проходу при встановлених огорожах, без застосування спеціальних запобіжних пристроїв (натягнутого уздовж ферми чи ригеля каната для закріплення карабіна запобіжного поясу). Місця та способи кріплення каната повинні бути зазначені в ПВР.

Спосіб стропування елементів конструкцій та обладнання повинен забезпечувати їх подавання до місця розміщення в положенні, близькому до проектного. Під час монтажу огорожувальних панелей необхідно застосовувати запобіжний пояс разом із запобіжними пристроями, про що слід зазначити у ПВР. Не дозволяється перебування людей під елементами конструкцій і обладнання, що монтуються. Навісні металеві драбини довжиною більше ніж 5 м необхідно

огородити металевими дугами з вертикальними зв'язками і надійно прикріпити до конструкцій чи обладнання. Необхідно запобігати розгойдуванню й обертанню елементів конструкцій чи обладнання, що монтуються, під час переміщення. Стропування конструкцій і обладнання необхідно виконувати засобами, що забезпечують можливість дистанційного розстропування з робочого горизонту у разі, коли висота до замка вантажозахоплювального засобу перевищує 2 м.

Стропування елементів, що монтуються, необхідно виконувати у місцях, зазначених у робочих кресленнях, і забезпечувати їх піднімання і подавання до місця встановлення у положенні, близькому до проектного. Забороняється піднімання елементів будівельних конструкцій, що не мають монтажних петель чи отворів, маркування і позначок, які забезпечують їх правильне стропування і монтаж. Під час монтажу з транспортних засобів елементи конструкцій забороняється проносити над кабіною водія.

Забороняється виконання монтажних робіт на висоті у відкритих місцях за швидкості вітру 15 м/с і більше, під час ожеледі, грози, туману, що унеможлиблює видимість у межах фронту робіт.

### **5.1.2 Електробезпека**

Проектування та експлуатація електричних мереж і установок повинна здійснюватися за умови дотримання вимог з їхньої електробезпеки [29, 30].

Технічні рішення щодо запобігання електротравмам під час виконання робіт:

1) Для запобігання електротравм від контакту зі струмопровідними елементами електроустаткування потрібно: розміщувати неізольовані струмопровідні елементи в окремих приміщеннях з обмеженим доступом, у металевих шафах; використовувати засоби орієнтації в електроустаткуванні – написи, таблички, попереджувальні знаки; підвід кабелів до споживачів здійснювати в закритих конструкціях підлоги.

2) При живленні однофазних споживачів струму при напрузі до 1000 В використовується нульовий захисний провідник. При його використанні пробій на

корпус призводить до КЗ. Спрацьовує захист від КЗ і пошкоджений споживач відключається від мережі.

### 3) Електрозахисні засоби захисту

Персонал, який обслуговує електроустановки, повинен бути забезпечений випробуваними засобами захисту. Перед застосуванням засобів захисту персонал зобов'язаний перевірити їх справність, відсутність зовнішніх пошкоджень, очистити і протерти від пилу, перевірити за штампом дату наступної перевірки. Користуватися засобами захисту, термін придатності яких вийшов, забороняється.

Використовуються основні та допоміжні електрозахисні засоби. Основними електрозахисними засобами називаються засоби, ізоляція яких тривалий час витримує робочу напругу, що дозволяє дотикатися до струмопровідних частин, які знаходяться під напругою. До них відносяться (до 1000В): ізолювальні штанги; ізолювальні та струмовимірювальні кліщі; покажчики напруги; діелектричні рукавиці; слюсарно-монтажний інструмент з ізольованими ручками.

Додатковими електрозахисними засобами називаються засоби, які захищають персонал від напруги дотику, напруги кроку та попереджають персонал про можливість помилкових дій. До них відносяться (до 1000 В): діелектричні калоші; діелектричні килимки; переносні заземлення; ізолювальні накладки і підставки; захисні пристрої; плакати і знаки безпеки.

## **5.2 Технічні рішення з гігієни праці та виробничої санітарії**

### **5.2.1 Мікроклімат**

Параметри мікроклімату для робіт категорії важкості Пб в виробничих приміщеннях [32], які монтуються, наведено в таблиці 5.1.

Для забезпечення потрібних за нормативами параметрів мікроклімату проектом передбачено [33]: утеплення фасаду будівлі; встановлення вентиляції приміщень.

Таблиця 5.1 – Нормування параметрів мікроклімату на непостійних робочих місцях

Період року	Категорія робіт	Температура, °С	Відносна вологість	Швидкість руху
Теплий	Пб	15-29	70 при 25°С	0,2-0,5
Холодний	Пб	13-23	не більш 75	не більш 0,4

### 5.2.2. Склад повітря робочої зони

В умовах, що розглядаються в роботі, можливим забруднювачем повітря може бути пил нетоксичний [32]. Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення наведені в таблиці 5.2.

Таблиця 5.2 – Характерні забруднюючі речовини для виробничого приміщення

Найменування речовини	ГДК, мг/м <sup>3</sup>		Клас небезпечності
	Максимально разова	Середньодобова	
Пил нетоксичний	0,5	0,15	4

Для забезпечення складу повітря робочої зони в роботі передбачені такі рішення [33]: робочі місця, де можливе виділення пилу та, обладнані вентиляційними пристроями, які повинні бути постійно готовими до роботи; будь-які порушення у системі вентиляції відображаються попереджувальними сигнальними пристроями; механічні вентиляційні установки під час їх роботи не повинні створювати для працівників протягів.

### 5.2.3 Виробниче освітлення

Штучне освітлення в будівлі запроєктоване загальне, освітлення, за якого світильники розміщуються рівномірно у верхній зоні приміщення (загальне рівномірне освітлення). Нормовані значення виробничого освітлення наведені в таблиці 5.3.



Таблиця 5.3 – Вимоги до освітлення приміщень виробничих підприємств

Х-ка зорової роботи	Найменший або еквівалентний розмір об'єкта розрізнення, мм	Розряд зорової роботи	Під-розряд зорової роботи	Контраст об'єкта з фоном	Х-ка фону	Штучне при системі комбінованого освітлення		Природне Ен пр	Сумісне Е сум
						всього	у т. ч. від загального		
Середньої точності	Від 0,5 до 1,0 включно	IV	г	середній великий великий	світлий світлий середній	-	200	4	2,4

Характеристика зорових робіт – середньої точності. Відповідно до ДБН В.2.5-28-2018 [34] розряд зорової роботи IV, підрозряд «г».

Для забезпечення нормованого значення освітлення в проекті передбачено: використання природного та штучного освітлення; штучне освітлення повинне бути рівномірне та достатньо інтенсивне; світло не повинне створювати різких тіней на місцях роботи, значних контрастів між освітленим робочим місцем і навколишньою обстановкою; штучне світло не створює зайвих відблисків у полі зору працівника.

#### 5.2.4 Виробничий шум

Джерелами шуму, що розглядаються в роботі, для працівників є шум будівельних машин і механізмів. Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму наведено в таблиці 5.4 [35].

Таблиця 5.4 – Допустимі рівні звукового тиску і рівні звуку для постійного (непостійного) широкосмугового (тонального) шуму

Характер робіт	Допустимі рівні звукового тиску (дБ) в стандартизованих октавних смугах зі середньгеометричними частотами (Гц)									Допустимий рівень звуку, дБА
	32	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	
Основні виробничі приміщення	86	71	61	54	49	45	42	40	38	50

Для забезпечення допустимих параметрів шуму (поліпшення шумового клімату) в приміщенні проектом передбачено: раціональне розташування робочих місць; постійний контроль режиму праці і відпочинку працівників; обмеження застосування обладнання та використання робочих місць, що не відповідають санітарно-гігієнічним вимогам.

### 5.2.5 Виробнича вібрація

На робочих місцях присутня вібрація типу – За [36]. Джерелами вібрацій в умовах, що розглядаються в проекті, являються вентиляційне обладнання, під'йомники, транспорт тощо, які відносяться до типу загальної вібрації.

Основні параметри вібрації, такі як середньоквадратичне значення віброприскорення та віброшвидкості, логарифмічні рівні приведені у таблиці 5.4.

Таблиця 5.5 – Середньоквадратичні значення віброприскорення та віброшвидкості

Категорія вібрації по санітарним нормам	Напрямок дії	Нормативні, корекційовані по частоті та еквівалентні корекційовані значення			
		Віброприскорення		Віброшвидкість	
		$m \cdot c^{-2}$	ДБ	$m \cdot c^{-2} \cdot 10^{-2}$	ДБ
Загальна	Zo, Yo, Xo	0,1	100	0,2	92

Для зменшення дії вібрацій на працюючих проектом передбачено: динамічне погашення вібрації – приєднання до захисного об'єкту системи, реакції якої зменшують розмах вібрації об'єкта в точках приєднання системи; зміна конструктивних елементів машин; застосування засобів індивідуального захисту, а саме рукавиці, вкладиші і прокладки, віброзахисне взуття з пружнодемпферуючим низом.

### 5.2.6 Фактори умов праці

Психофізіологічні фактори визначаються відповідно до Гігієнічної класифікації праці [27, 28]. Робота електротехнічного персоналу потребує значних фізичних зусиль за важкістю та напруженістю праці.

1. Клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості): загальні енергозатрати організму (кГ/м) – 291-348; зовнішнє фізичне динамічне навантаження, виражене в одиницях механічної роботи за зміну, кГ/(Вт): при регіональному навантаженні (для чоловіків) – 18000; при загальному навантаженні ( за участю м'язів рук, тулуба, ніг) – до 61600; маса вантажу, що постійно підіймається та переміщується вручну, кГ – до 35 кГ; стереотипні робочі рухи: при локальному навантаженні (участь м'язів кистей та пальців рук)- до 60000; при регіональному навантаженні(участь рук та плечового суглоба) – до 30000; статичне навантаження (кГ/с): двома руками (чоловіки) – до 140000; за участю мязів тулуба та ніг – до 200 000; робоча поза: періодичне перебування в незручній та/або фіксованій позі від 25% до 50% часу зміни; перебування у вимушеній позі (навпочіпки, на колінах тощо) від 10 % до 25 % часу зміни; перебування в позі «стоячи» від 60% до 80% часу зміни; нахил тулуба: вимушені нахили протягом зміни – 101-300 разів; переміщення у просторі (переходи через виконання технологічного процесу) – по горизонталі більше 12, вертикалі – 8 км.

2. Класи умов праці за показниками напруженості праці:

Інтелектуальні навантаження: зміст роботи – рішення простих альтернативних завдань згідно з інструкцією; сприймання інформації та їх оцінка – сприймання інформації з наступною корекцією дій та операцій; розподіл функцій за ступенем складності завдання – обробка, виконання завдання та його перевірка; характер виконуваної роботи – робота за встановленим графіком з можливим його коригуванням під час діяльності.

Сенсорні навантаження: зосередження (% за зміну) – 51-75; щільність сигналів (звукові за 1 год) – 151-300; навантаження на голосовий апарат – сумарна кількість годин, з напруженням голосового апарату (протягом тижня) – від 16 до 20.

Навантаження на зоровий аналізатор: розмір об'єкта розрізнення (при відстані від очей працівника до об'єкта розрізнення не більше 0,5 м), мм, % часу зміни – 5,0 – 1,1 мм більше 50% часу; 1,0 – 0,3 мм до 50 % часу; менше 0,3 мм до 25% часу.

Навантаження на слуховий аналізатор (при виробничій необхідності сприйняття мови чи диференційованих сигналів) – розбірливість слів та сигналів від 90% до 70%.

Емоційне навантаження: ступінь відповідальності за результат своєї діяльності – є відповідальним за виконання окремих елементів завдання; ступінь ризику для власного життя – вірогідний; ступінь відповідальності за безпеку інших осіб – є відповідальним за безпеку інших.

Режим праці: тривалість робочого дня – 8 год; змінність роботи – двозмінна (без нічної зміни).

### **5.3 Безпека у надзвичайних ситуаціях**

#### **5.3.1 Вплив радіації на організм людини**

Під впливом іонізаційного випромінювання атоми і молекули живих клітин іонізуються, в результаті чого відбуваються складні фізико-хімічні процеси, які впливають на характер подальшої життєдіяльності людини.

Згідно з одними поглядами, іонізація атомів і молекул, що виникає під дією випромінювання, веде до розірвання зв'язків у білкових молекулах, що призводить до загибелі клітин і поразки всього організму. Згідно з іншими уявленнями, у формуванні біологічних наслідків іонізуючих випромінювань відіграють роль продукти радіолізу води, яка, як відомо, становить до 70% маси організму людини. При іонізації води утворюються вільні радикали  $H^+$  та  $OH^-$ , а в присутності кисню — пероксидні сполуки, що є сильними окислювачами. Останні вступають у хімічну взаємодію з молекулами білків та ферментів, руйнуючи їх, в результаті чого утворюються сполуки, не властиві живому організму. Це призводить до порушення

обмінних процесів, пригноблення ферментних і окремих функціональних систем, тобто порушення життєдіяльності всього організму.

Специфічність дії іонізуючого випромінювання полягає в тому, що інтенсивність хімічних реакцій, індукованих вільними радикалами, підвищується, й у них втягуються багато сотень і тисячі молекул, не пошкоджених опроміненням. Таким чином, ефект дії іонізуючого випромінювання зумовлений не кількістю поглинутої об'єктом, що опромінюється, енергії, а формою, в якій ця енергія передається. Ніякий інший вид енергії (теплова, електрична та ін.), що поглинається біологічним об'єктом у тій самій кількості, не призводить до таких змін, які спричиняє іонізуюче випромінювання.

### 5.3.2 Оцінка радіаційного захисту в кімнаті першого поверху каркасного будинку першого типу

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому перебуватимуть люди розраховуватимемо за формулою [37]:

$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{III})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} \quad (5.1)$$

Основні характеристики приміщення (рис. 5.1):

1. Стіни з перехресним утепленням наповнені утеплювачем ROCKWOOL (15 см), маса  $1\text{ м}^2 - 46\text{ кг}$ .
2. Стіни з утеплювачем ROCKWOOL (10 см), маса  $1\text{ м}^2 - 22\text{ кг}$ .
3. Площа віконних прорізів:  $0,33\text{ м}^2$ ;  $1,3\text{ м}^2$ ;  $1,94\text{ м}^2$ .
4. Площа дверних прорізів:  $1,9\text{ м}^2$ ;  $2,1\text{ м}^2$ ;  $2,5\text{ м}^2$ .
5. Висота підвіконників –  $0,7\text{ м}$ ;
6. Площа підлоги для розрахунку приміщення –  $24,93\text{ м}^2$ ;
7. Висота приміщення –  $2,5\text{ м}$ ;
8. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення –  $16\text{ м}$ ;



Визначаємо сумарні маси  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

$$\text{Кут } \alpha_1 = 120^\circ.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  зовнішньої стіни (15 см) площею  $18 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $1,3 \text{ м}^2$ .

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,3}{18} = 0,072, \quad G_{36} = 46(1 - 0,072) = 42,6 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок плоского кута  $\alpha_1$ :

$$G_{\Sigma}^1 = 42,6 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Кут } \alpha_2 = 60^\circ.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  зовнішньої стіни (15 см) площею  $11 \text{ м}^2$

$$G_{36} = 46 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок плоского кута  $\alpha_2$ :

$$G_{\Sigma}^2 = 46 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Кут } \alpha_3 = 120^\circ.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  внутрішньої стіни (10 см) площею  $18 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $2,5 \text{ м}^2$ :

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{2,5}{18} = 0,14, \quad G_{36} = 46(1 - 0,14) = 39,6 \text{ (кг)}.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  внутрішньої стіни (10 см) площею  $18 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $3,56 \text{ м}^2$ :

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{3,56}{18} = 0,2, \quad G_{36} = 46(1 - 0,2) = 36,8 \text{ (кг)}.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  зовнішньої стіни (15 см) площею  $18 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $1,96 \text{ м}^2$ :

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,96}{18} = 0,11, \quad G_{36} = 46(1 - 0,11) = 41 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса  $1 \text{ м}^2$  стін плоского кута  $\alpha_3$ :

$$G_{\Sigma}^3 = 39,6 + 36,8 + 41 = 117,4 \text{ (кг)}.$$

$$\text{Кут } \alpha_4 = 60^\circ.$$

Маса  $1 \text{ м}^2$  зовнішньої стіни (15 см) площею  $11 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $2,5 \text{ м}^2$ :

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{2,5}{11} = 0,23, \quad G_{\text{зв}} = 46(1 - 0,23) = 35,5 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін плоского кута  $\alpha_4$ :

$$G_{\Sigma}^4 = 35,5 \text{ (кг)}.$$

Сумарні маси 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок проти усіх плоских кутів:

$$G_{\Sigma}^1 = 42,6 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 46 \text{ (кг)};$$

$$G_{\Sigma}^3 = 117,4 \text{ (кг/м}^2\text{)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 35,5 \text{ (кг)}.$$

Сумарні маси стін і перегородок проти усіх плоских кутів приміщення менші за 1000 кг/м<sup>2</sup>, тому

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 360} = 0,91.$$

За мінімальною сумарною масою стін  $G_{\Sigma}^4 = 35,5 \text{ (кг)}$ , визначаємо [37] коефіцієнт  $K_{\text{ст}} = 2$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{ш}} = 0,3$  (висота приміщення складає 2,5 м).

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням висоти від підлоги до вікон 0,7 м розрахуємо:

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{п}}} = 0,8 \frac{3,8}{24,9} = 0,12, \quad (5.2)$$

де  $S_0 = 3,8 \text{ м}^2$  – загальна площа віконних і дверних прорізів приміщення;

$S_{\text{п}} = 24,93 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в приміщенні від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_{\text{м}} = 0,55$ .

Тоді:



$$K_3 = \frac{0,65 \times K_1 \times K_{CT}}{(1 - K_{Ш})(K_0 \times K_{CT} + 1)K_M} = \frac{0,65 \times 0,91 \times 2}{(1 - 0,3)(0,12 \cdot 2 + 1)0,55} = 2,47. \quad (5.3)$$

Проведені для кімнати першого поверху розрахунки показали, що її коефіцієнт протирадіаційного захисту складає 2,47, тому дане приміщення не може бути використане для перебування людей в умовах радіаційного забруднення.

### 5.3.3 Розрахунок коефіцієнта протирадіаційного захисту підвального приміщення каркасного будинку другого типу

Коефіцієнт протирадіаційного захисту приміщення, в якому переховуватимуться люди розраховуватимемо за формулою:

$$K_3 = \frac{0,77 \times K_1 \times K_{CT} \times K_{П}}{K_M \times (1 - K_{Ш}) \times [(K_0 \times K_{CT} + 1) \times (K_{П} + 1)]}. \quad (5.4)$$

Для розрахунку використаємо такі дані (рис. 5.2):

1. Стіни з бутобетону (30 см), маса 1 м<sup>2</sup>- 700 кг.
2. Маса 1 м<sup>2</sup> міжповерхового перекриття - 300 кг/м<sup>2</sup>.
3. Площа прорізів – 1,9 м<sup>2</sup>.
4. Площа підлоги для розрахунку приміщення – 48,9 м<sup>2</sup>;
5. Висота приміщення – 2,7 м;
6. Ширина зараженої ділянки, що примикає до приміщення – 14 м (за периметром приміщення);

7. Плоскі кути:

Кут  $\alpha_1 = 64^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна з бутобетону (30 см) площею 14,9 м<sup>2</sup>;
- стіна з бутобетону (30 см) площею 14,9 м<sup>2</sup> з прорізом площею 1,9 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_2 = 116^\circ$ . Проти кута розташована:

- стіна з бутобетону (30 см) площею 23,9 м<sup>2</sup>.

Кут  $\alpha_3 = 64^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна з бутобетону (30 см) площею  $14,9 \text{ м}^2$ .

Кут  $\alpha_4 = 116^\circ$ . Проти кута розташовані:

- стіна з бутобетону (30 см) площею  $23,9 \text{ м}^2$ ;
- стіна з бутобетону (30 см) площею  $23,9 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $1,9 \text{ м}^2$ .

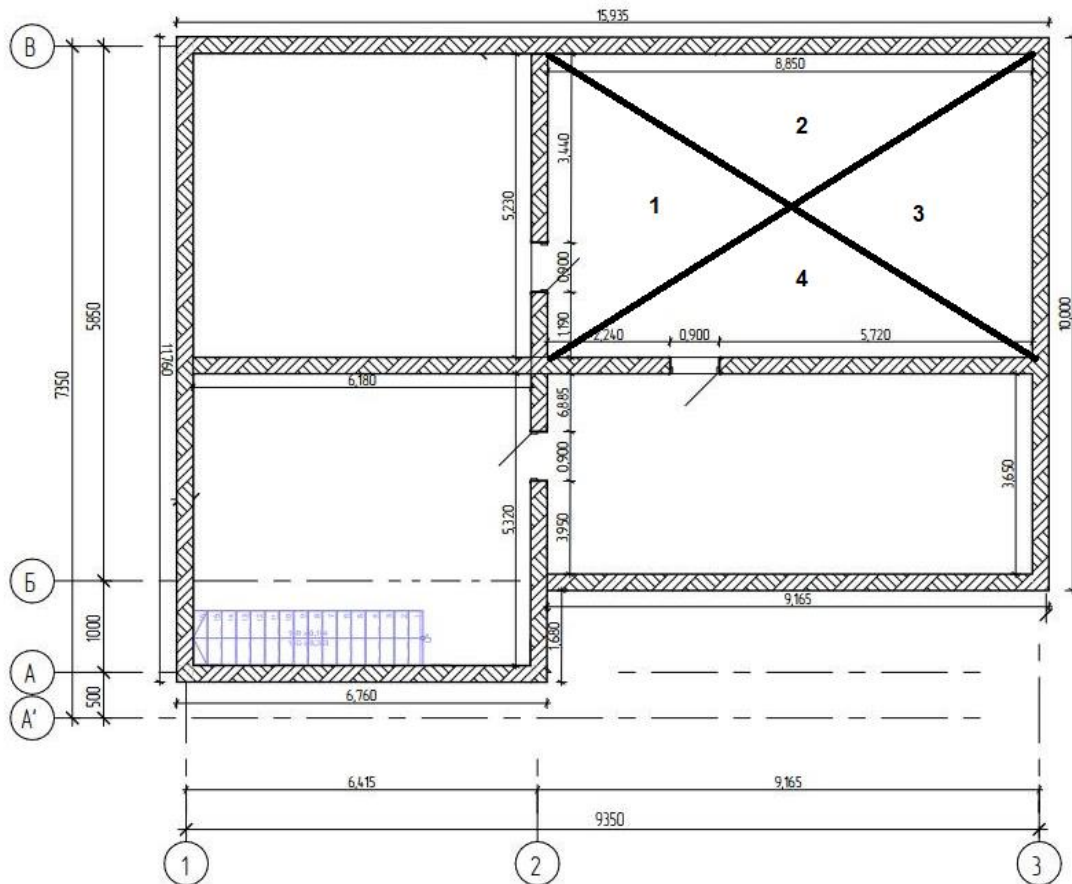


Рисунок 5.2 – План підвального приміщення

Визначаємо сумарні маси  $1 \text{ м}^2$  стін і перегородок, розташованих проти плоских кутів.

Кут  $\alpha_1 = 64^\circ$ .

Маса  $1 \text{ м}^2$  стіни з бутобетону (30 см) площею  $14,9 \text{ м}^2$  з прорізом площею  $1,9 \text{ м}^2$

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,9}{14,9} = 0,13, \quad G_{\text{пр}} = 700(1 - 0,13) = 609 \text{ (кг)}.$$

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни з бутобетону (30 см) площею 14,9 м<sup>2</sup>:

$$G_{\text{пр}} = 700 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок проти плоского кута  $\alpha_1$ :

$$G_{\Sigma}^1 = 609 + 700 = 1309 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_2 = 116^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни з бутобетону (30 см) площею 23,9 м<sup>2</sup>.

$$G_{\text{пр}} = 700 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін проти плоского кута  $\alpha_2$

$$G_{\Sigma}^2 = 700 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_3 = 64^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни з бутобетону (30 см) площею 14,9 м<sup>2</sup>.

$$G_{\text{пр}} = 700 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін проти плоского кута  $\alpha_3$

$$G_{\Sigma}^3 = 700 \text{ (кг)}.$$

Кут  $\alpha_4 = 116^\circ$ .

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни з бутобетону (30 см) площею 14,9 м<sup>2</sup> з прорізом площею 1,9 м<sup>2</sup>.

$$\alpha_{\text{ст}} = \frac{1,9}{23,9} = 0,08, \quad G_{\text{пр}} = 700(1 - 0,08) = 560 \text{ (кг)}.$$

Маса 1 м<sup>2</sup> стіни з бутобетону (30 см) площею 23,9 м<sup>2</sup>:

$$G_{\text{пр}} = 700 \text{ (кг)}.$$

Сумарна маса 1 м<sup>2</sup> стін проти плоского кута  $\alpha_4$ :

$$G_{\Sigma}^4 = 560 + 600 = 1160 \text{ (кг)}.$$

Отже отримані сумарні маси 1 м<sup>2</sup> стін і перегородок

$$G_{\Sigma}^1 = 1309 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^2 = 700 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^3 = 700 \text{ (кг)}; \quad G_{\Sigma}^4 = 1160 \text{ (кг)}.$$

Сумарні маса стін і перегородок проти першого і четвертого кутів приміщення більше  $1000 \text{ кг/м}^2$ , тому коефіцієнт  $K_1$ , що враховує долю радіації після послаблення зовнішніми і внутрішніми стінами складе:

$$K_1 = \frac{360}{36 + \sum \alpha_i} = \frac{360}{36 + 180} = 1,67. \quad (5.5)$$

За мінімальною сумарною масою  $1 \text{ м}^2$  стін  $G_{\text{сер}} = 700 \text{ кг}$  визначаємо [37] коефіцієнт  $K_{\text{ст}} = 120$ .

За шириною будівлі визначаємо коефіцієнт, який враховує долю розсіювання випромінювання  $K_{\text{ш}} = 0,47$  (висота приміщення складає  $2,7 \text{ м}$ ) [37].

Коефіцієнт  $K_0$ , що враховує зниження поглинальної здатності зовнішніх стін за рахунок наявності в них віконних і дверних прорізів та проникнення в приміщення вторинного випромінювання, з врахуванням відсутності таких прорізів:

$$K_0 = 0,8 \frac{S_0}{S_{\text{п}}} = 0,8 \frac{0}{48,9} = 0, \quad (5.6)$$

де  $S_0 = 0 \text{ м}^2$  – загальна площа зовнішніх дверних і віконних перерізів приміщення;

$S_{\text{п}} = 48,9 \text{ м}^2$  – площа підлоги приміщення.

Коефіцієнт, що враховує зниження дози радіації в будинку, розташованому районі забудови, від екранувальної дії сусідніх споруд  $K_{\text{м}} = 0,55$  [37].

Коефіцієнт, що враховує кратність послаблення радіації перекриттям  $K_{\text{п}} = 30$  [37]. Тоді:

$$\begin{aligned} K_3 &= \frac{0,77 \times K_1 \times K_{\text{ст}} \times K_{\text{п}}}{K_{\text{м}} \times (1 - K_{\text{ш}}) \times [(K_0 \times K_{\text{ст}} + 1) \times (K_{\text{п}} + 1)]} = \\ &= \frac{0,77 \times 1,67 \times 120 \times 30}{0,55 \times (1 - 0,47) \times [(0 \times 120 + 1) \times (30 + 1)]} = 529,4. \end{aligned} \quad (5.7)$$

Проведені для приміщення підвального розрахунки показали, що коефіцієнт протирадіаційного захисту цього приміщення складає 529,4, тому дане приміщення можна використати як протирадіаційне укриття для чого необхідно забезпечити можливість герметизації приміщення та обладнати фільтровентиляційною системою.

#### 5.4 Висновок до розділу 5

У даній роботі було встановлено небезпечні виробничі фактори при виконанні робіт по зведенню каркасної житлової будівлі. Проведено розрахунок шкідливих речовин, мікроклімату при виконанні робіт в приміщенні. Проаналізувавши всі перераховані значення оптимальних умов праці, можна зробити висновок, що клас умов праці за показниками важкості праці – допустимий (середньої важкості). Також встановлено розряд зорової роботи робітників, клас та категорію електробезпеки. Виконано розрахунки коефіцієнта протирадіаційного захисту приміщення підвального поверху, що складає 529,4 і відповідає встановленим нормам з охорони праці.

## 6 ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

### 6.1 Техніко-економічне порівняння конструктивних варіантів стін каркасних будинків

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних конструктивних варіантів стін.

Розглянуто два варіанта для порівняння:

1 варіант – цегляна кладка 510 мм з утепленням мінеральною ватою 120 мм;

2 варіант – зведення каркасного будинку із використанням утеплювача арболіту і зовнішнім оздобленням металосайдингу.

Кошторисний розрахунок стін виконуємо за допомогою програмного комплексу АВК (таблиця 4.1-4.2) на 100,2 м<sup>2</sup>.

Для розрахунку вартості робіт дотримувалися вимог КНУ «Настанови з визначення вартості будівництва».

Кошторисна вартість влаштування конструкцій враховує трудовитрати та заробітна плата будівельників та машиністів, кількість та вартість матеріальних ресурсів, експлуатації будівельних машин та механізмів. Кошторисна вартість влаштування конструкцій визначається як сума прямих та загальновиборничих витрат.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Прямі витрати (ПВ) враховують в своєму складі заробітну плату робочих, вартість експлуатації будівельних машин та механізмів, вартість матеріалів, виробів та конструкцій.

Загальновиборничі витрати (ЗВВ) – це витрати будівельно-монтажної організації, які входять у виробничу собівартість будівельно-монтажних робіт. Усі затрати, які відносяться до ЗВВ, згруповані в три групи.

Таблиця 6.1 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 1

Варіант 1

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

269,431 тис. грн.  
1,096 тис.люд.-год.  
24,408 тис. грн.  
4,2 розряд

Складений в поточних цінах станом на "" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.			
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин			
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати	тих, що обслуговують машини	
												на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	E8-6-3	Мурування зовнішніх середньої складності стін з цегли керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	51,102	<u>2682,43</u> 155,14	<u>72,07</u> 23,29	137078	7928	<u>3683</u> 1190	<u>7,52</u> 1,3175	<u>384,29</u> 67,33		
2	EH15-78-1	Утеплення фасадів мінеральними плитами товщиною 100 мм з опорядженням декоративним розчином за технологією "CEREZIT". Стіни гладкі	100 м2	1,002	<u>114461,79</u> 10774,65	-	114691	10796	-	<u>479,94</u>	<u>480,9</u>		
3	EH15-46-1	Просте штукатурення цементно-вапняним розчином по каменю і бетону стін механізованим способом	100м2	1,002	<u>2122,37</u> 1113,74	<u>102,65</u> 83,97	2127	1116	<u>103</u> 84	<u>55,3</u> 5,778	<u>55,41</u> 5,79		
Разом прямі витрати по кошторису							253896	19840	<u>3786</u> 1274		<u>920,6</u> 73,12		
Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн.							253896						
							230270						

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		всього заробітна плата, грн.					21114				
		Загальновиробничі витрати, грн.					15535				
		трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год.					101,9				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					3294				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>269431</b>				
		-----									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>269431</b>				
		Кошторисна трудоємність, люд.год.					1096				
		Кошторисна заробітна плата, грн.					24408				

Склав

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Перевірив

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*



## Таблиця 6.2 - Локальний кошторис на будівельні роботи № 2

Варіант 2

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість  
Кошторисна трудомісткість  
Кошторисна заробітна плата  
Середній розряд робіт

401,205 тис. грн.  
1,144 тис.люд.-год.  
23,559 тис. грн.  
3,4 розряд

Складений в поточних цінах станом на "" 2023 р.

№ п/п	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кількість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.-год.	
					Всього	експлуатації машин	Всього	заробітної плати	експлуатації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										заробітної плати	в тому числі заробітної плати
					на одиницю	всього					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	EH10-5-1	Установлення елементів каркаса з брусів	м3	16,2	8192,51	-	132719	10453	-	35,55	575,91
					645,23	-			-	-	-
2	& C114-1-1 варіант 1	Арболіт	м3	15,2	4652,82	-	70723	-	-	-	-
3	E8-20-3	Мурування зовнішніх стін із арболіту керамічної при висоті поверху до 4 м	м3	15,03	516,17	91,86	7758	4458	1381	14,01	210,57
					296,59	29,67			446	1,6791	25,24
4	EH15-80-4	Опорядження стін фасадів металосайдингом з улаштуванням каркасу з риштувань	100 м2	1,002	153572,35	57,63	153879	2756	58	126,09	126,34
					2750,02	20,81			21	1,1436	1,15
5	EH15-63-1	Улаштування обшивки стін гіпсокартонними і гіпсоволокнистими листами	100м2	1,002	20147,82	55,60	20188	1613	56	84,88	85,05
					1609,32	49,20			49	3,2672	3,27
		Разом прямі витрати по кошторису					385267	19280	1495		997,87
		Разом будівельні роботи, грн.					385267		516		29,66

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		в тому числі: вартість матеріалів, виробів та конструкцій, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					364492 19796 15938 116,4 3763 <b>401205</b>				
		----- <b>Всього по кошторису</b>					<b>401205</b>				
		Кошторисна трудомісткість, люд.год. Кошторисна заробітна плата, грн.					1144 23559				

Склав

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Перевірив

\_\_\_\_\_

*[посада, підпис ( ініціали, прізвище )]*

Результати порівняння варіантів наведені в таблиці 6.3.

Всі вищенаведені показники, окрім первісної вартості і-тої машини та нормативної тривалості роботи машини за рік, узяті з локальних кошторисів. При порівнянні варіантів приймається той варіант, який має мінімальне значення приведених витрат.

Розрахунок виконується за такою формулою

$$P_B = K_B + \sum_{i=1}^t C_i \cdot (1 + E_M)^i, \quad (6.1)$$

де  $P_B$  – приведені витрати, грн.;

$C_i$  – річні витрати на опалення у відповідні роки, грн/рік;

$t$  – термін функціонування основних фондів, років;

$K_B$  – обсяги інвестицій у будівництво об'єкта, грн.

$E_M$  – дисконтна ставка приведення різночасових витрат,  $E_M = 0,25$ .  
розрахунок приводимо для 24 років експлуатації

Таблиця 6.3 – Порівняння варіантів

Показники	Варіант 1	Варіант 2
Прямі витрати, тис. грн.	253,896	385,267
Кошторисна трудомісткість, тис. люд.-год.	1,096	1,144
Кошторисна заробітна плата, тис. грн.	24,408	23,559
Загальновиробничі витрати, тис. грн.	15,535	15,938
Усього за кошторисом, тис. грн.	269,431	333,227
Показники (обчислені)		
Кошторисна величина ЗВВ, тис. грн.	15,535	15,938
Річні витрати на опалення, тис. грн.	137,85	128,40
Показник приведених витрат, тис. грн.	407,28	529,61
Економічний ефект, тис. грн.	122,32	

## 6.2 Висновки до розділу 6

В даному розділі виконано техніко-економічне порівняння різних конструкцій стін. Для двох варіантів розроблений локальний кошторис за допомогою програмного комплексу АВК. В кошторисних документах визначена кошторисна вартість виконання робіт, з урахуванням заробітної плати, вартості матеріалів, вартості експлуатації машин та трудовитрат. Усі загальні витрати зведені в порівняльну таблицю, в якій порашовані приведені витрати. Приведені витрати враховують в своєму складі майбутню вартість експлуатації приміщень, які мають різні тепловтрати і відповідно різні витрати на опалення приміщень.

Порівнюючи кожний варіант із таблиць 6.3 ми бачимо, що найбільш економічним є 1 варіант застосування цегляної кладки товщиною 510 мм з утепленням мінватою 120 мм. Кошторисна вартість на влаштування становить – 269,43 тис. грн., кошторисна трудомісткість – 1,096 тис. люд-год., приведені витрати – 407,28 тис. грн.

## ВИСНОВКИ

Магістерська кваліфікаційна робота стосується питання удосконалення технології каркасного будівництва малоповерхових житлових будинків із використанням панелей заводської готовності.

Проаналізовано стан будівництва індивідуальних каркасних житлових будинків з індустріальних панелей в Україні та за кордоном, та провести оцінку існуючих технологій зведення таких будинків. Виявлено, що існуючі теорії та моделі технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків з індустріальних сендвіч-панелей не повною мірою задовольняють вимоги мінімізації технологічних параметрів усього циклу життєдіяльності будинку і сучасні потреби населення у житлі.

Запропоновано нову удосконалену технологію швидкого зведення індивідуальних житлових будинків, що відповідає критеріям мінімуму трудоемкості та вартості монтажу.

Розроблені удосконалені технологічні рішення монтажу, оптимізованих за розмірами сендвіч-панелей розміром  $1,2 \times 3,6$  м, які складаються з каркасу, мінераловатних теплоізоляційних плит і облицювальних шарів. Панелі з'єднуються між собою за допомогою нових швидкозбірних безболтових шарнірних вузлів і герметизуються укладкою ущільнених теплозахисних прокладок в пази панелей до їх монтажу. При будівництві у складних умовах або на територіях з підвищеними динамічними впливами на будинок монтаж каркасу будівель вионати на конекторах нового покоління X-RAD.

Виявлені основні фактори і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових будинків із сендвіч-панелей заводського виготовлення: зниження трудомісткості монтажу від збільшення розмірів, ступеня заводської готовності і маси панелей та від зниження типу вузлових з'єднань. Дані фактори при їх оптимізації дозволяють скоротити тривалість будівництва та зменшити вартість монтажу шляхом зниження кількості та кваліфікації робочих та ступеня механізації робіт.

Встановлені оптимальні технологічні параметри прискореного методу збирання будинків: трудоємкість робіт – 0,2-0,3 люд.-год на 1 м<sup>2</sup> площі панелі, кількість монтажників – 3-4 люд., кваліфікація – 2-3 розряд, режим виконання робіт – 1-2 зміни, ступінь готовності заводської панелі – 90-95%, поверховість будинку – 1-2.

Будівельний процес зведення типового двоповерхового будинку загальною площею 150 м<sup>2</sup> запропонованим методом характеризується наступними технологічними параметрами: трудоємність робіт – 108 люд.-зм., тривалість будівництва – 1-1,5 місяця (36 робочих днів при однозмінному режимі роботи, і 18 робочих днів – при двозмінному), склад бригади – 3 монтажники.

Доведено достатньо високий рівень технологічності розроблених рішень з комплексним урахуванням як заводської, транспортної, монтажної та експлуатаційної технологічності, так і технологічності модернізації та реконструкції. Це дозволяє спростити і знизити вартість будівельно-монтажних робіт та підвищити загальну ефективність процесу зведення житла.

У технічній частині МКР розроблено архітектурно-планувальні та технологічні рішення монтажу двоповерхової житлової будівлі двох типів – з дерев'яним каркасом з заповненням сендвіч-панелями та з панелей заводського виготовлення, які кріпляться до металевого індустріального каркасу із алюмінієвих та сталевих профілей. Запропоновано генплан котеджного містечка у передмісті міста Луцьк.

Запропоновано рекомендації та вказівки з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях, пов'язаних з монтажем двох типів каркасних малоповерхових житлових будинків.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Журавльов І. В., Бікс Ю. С. Сучасні технології зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності. *Науково-технічна конференція факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії*: матеріали ЛП наук.-техн. конф. ф-ту б-цтва, цивіл. та екол. інженерії, м. Вінниця, 16.01-23.06.2023 р. Вінниця, ВНТУ, 2023. URL : <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/18480/15300>
2. Компанія “Модуль-Префаб”. URL: <https://modul-prefab.com/>
3. Будівництво будинку по німецькій технології. URL: <http://ekobil.com.ua/budivnitstvo-budinku-po-nimetskij-tehnologiyi/>
4. Будівництво модульних готелів: тенденції розвитку технології на вітчизняному ринку. URL: <https://roof.lviv.ua/budivnytstvo-modulnyh-goteliv-tendentsiyi-rozvytku-tehnologiyi-na-vitchyznyanomu-rynku/>
5. Модульні будівлі з блок-контейнерів: специфіка використання і конструктивні рішення. URL: <https://roof.lviv.ua/modulni-budivli-z-blok-kontejneriv-spetsyfika-vykorystannya-i-konstruktyvni-rishennya/>
6. Завод каркасно-панельного дерев'яного домобудівництва ЕкоДім. URL: <http://ekoohouse.com.ua/uk/karkasni-budinki/evropeyska-tehnologiya/>
7. ДБН В.2.6-31:2021. Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-09-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2022. 27 с.
8. Каркасний будинок. Технологія будівництва каркасного будинку. URL: <https://stroyrec.com.ua/karkasnii-bydinok-tehnolog%D1%96ia-byd%D1%96vnictva-karkasnogo-bydinky-chastina-ii/>
9. Особливості конструкції дерев'яних будинків. URL: <https://dom.ukr.bio/ua/articles/6389/>
10. Rothoblaas. Solutions for Building technology. CLT and mass timber.
11. The CLT Handbook, Swedish Wood, 2019.

12. CLT Handbook USA Edition, FPInnovations, 2013.
13. Polastri, Andrea & Giongo, Ivan & Piazza, Maurizi o. An Innovative Connection System для Cross-Laminated Timber Structures. Structural Engineering International. 2017.
14. Shen Yinlan, Johannes Schneider, Siegfried F. Stiemer, Ren Xueyong. Failure Modes and Mechanical Properties of Bracket Anchor Connections for Cross-Laminated-Timber. MATEC Web of Conferences 275, 2019.
15. ДБН 2.2-12:2019. Планування і забудова територій. [Чинний від 2019-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіон України, 2019. 185 с.
16. ДБН Б.2.2-5:2011. Благоустрій територій. [Чинний від 2012-09-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2012. 64 с.
17. ДБН В.2.2-15-2019. Житлові будинки основні положення. [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2019. 42 с.
18. ДСТУ-Н 8855:2019. Визначення класу наслідків (відповідальності). [Чинний від 2019-12-01]. Вид. офіц. Київ : ДП «УкрНДПЦ», 2019. 17 с.
19. ДБН В.1.1-7-2016. Пожежна безпека об'єктів будівництва. [Чинний від 2016-10-31]. Вид. офіц. Київ : Міністерство регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2016. 39 с.
20. ДБН В.2.6-31-2021. Теплова ізоляція будівель. [Чинний від 2021-12-30]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2021. 31 с.
21. ДБН В.2.6-161:2017. Дерев'яні конструкції. Основні положення. [Чинний від 2018-02-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2017. 31 с.
22. ДБН В.2.6-220:2017. Покриття будівель і споруд. [Чинний від 2017-06-06]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон України, 2017. 53 с.
23. ДБН В.2.5-23:2010. Інженерне обладнання будинків і споруд. Проектування електрообладнання об'єктів цивільного призначення. [Чинний від 2010-10-01]. Вид. офіц. Київ : Мінрегіонбуд України, 2010. 106 с.
24. ДБН В.2.5-74:2013. Водопостачання зовнішні мережі та споруди. Основні положення проектування. [Чинний від 01.01.2014]. Київ: Міністерство



регіонального розвитку, будівництва та житлово-комунального господарства України, 2013. 180 с.

25. Кошторисні норми України. Ресурсні елементні кошторисні норми на будівельні роботи. Дерев'яні конструкції (Збірник 10). [Чинний від 2023-02-22]. Вид. офіц. Київ : Міністерство розвитку громад та територій України, 2021. 121 с.

26. Дудар І. Н., Потапова Т. Е., Прилипко Т. В. Довідник нормативно-технічних даних для проектів виконання комплексу робіт по зведенню надземної частини будівель та споруд : навч. посіб. Вінниця : ВНТУ, 2006. 132 с.

27. ДСНіП «Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу». Наказ МОЗ № 248 від 08.04.2014. [Чинний від 2014-05-30]. URL: [http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id\\_doc=58073](http://online.budstandart.com/ua/catalog/doc-page.html?id_doc=58073).

28. ДСТУ-Н Б А 3.2-1: 2007. Настанова щодо визначення небезпечних і шкідливих факторів та захисту від їх впливу при виробництві будівельних матеріалів і виробів та їх використання в процесі зведення та експлуатації об'єктів будівництва. [Чинний від 2007-12-01]. URL: <https://profidom.com.ua/a-3/a-3-2/824-dstu-n-b-a-3-2-12007-nastanova-shhodo-viznachenna-nebezpechnih-i-shkidlivih-faktoriv->.

29. ДСТУ Б В.2.5-82:2016. Електробезпека в будівлях і спорудах. Вимоги до захисних заходів від ураження електричним струмом. [Чинний від 2017-04-01]. Вид. офіц. К. : ДП «УкрНДНЦ», 2016. 109 с.

30. НПАОП 40.1-1.32-01. (ДНАОП 0.00-1.32-01). Правила будови електроустановок. Електрообладнання спеціальних установок. [Чинний від 2002-01-01]. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/rada/show/v0272203-01#Text>.

31. ДБН А.3.2-2-2009. ССБП. Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення. [Чинний від 2009-01-27]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2009. 116 с.

32. ДСН 3.3.6.042-99. Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень. Постанова МОЗ № 42 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL:

<http://mozdocs.kiev.ua/view.php?id=1972>.

33. ДБН В.2.5-67:2013. Опалення, вентиляція та кондиціонування. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2013. 149 с.

34. ДБН В.2.5-28:2018 Природне і штучне освітлення. [Чинний від 2019-03-01]. Вид. офіц. К. : Мінрегіонбуд України, 2018. 133 с.

35. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://document.ua/sanitarni-normi-virobnichogo-shumu-ultrazvuku-ta-infrazvuku-nor4878.html>.

36. ДСН 3.3.6.039-99. Державні санітарні норми виробничої загальної та локальної вібрації. Постанова МОЗ № 39 від 01.12.1999. [Чинний від 1999-12-01]. URL: <http://zakon2.rada.gov.ua/rada/show/va039282-99>.

37. Сакевич В. Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах: навчальний посібник. Вінниця: ВНТУ. 2006. 109 с.

## **ДОДАТКИ**

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи Технологічні особливості зведення каркасних будинків з  
стіновими панелями заводської готовності

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

Показники звіту подібності Unicheck

Оригінальність 97,9 % Схожість 2,1 %

Аналіз звіту подібності (відмітити потрібне):

1. Запозичення, виявлені у роботі, оформлені коректно і не містять ознак плагіату.
2. Виявлені у роботі запозичення не мають ознак плагіату, але їх надмірна кількість викликає сумніви щодо цінності роботи і відсутності самостійності її виконання автором. Роботу направити на розгляд експертної комісії кафедри.
3. Виявлені у роботі запозичення є недобросовісними і мають ознаки плагіату та/або в ній містяться навмисні спотворення тексту, що вказують на спроби приховування недобросовісних запозичень.

Особа, відповідальна за перевірку

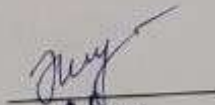
  
(підпис)

Блащук Н.В.

(прізвище, ініціали)

Ознайомлені з повним звітом подібності, який був згенерований системою Unicheck щодо роботи.


Автор роботи

  
(підпис)

Журавльов І.В.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Бікс Ю.С.

(прізвище, ініціали)

## Додаток Б

## Відомість графічної частини МКР

Аркуш	Зміст аркуша
Аркуш №1	Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, наукова новизна
Аркуш №2	Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків
Аркуш №3	Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків (продовження)
Аркуш №4	Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків (продовження)
Аркуш №5	Порівняльна характеристика каркасних будинків з різними типами матеріалів стін
Аркуш №6	Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів
Аркуш №7	Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів (продовження)
Аркуш №8	Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів (продовження)
Аркуш №9	Графіки зниження трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків
Аркуш №10	Порівняння способів з'єднання елементів каркасу
Аркуш №11	Фрагмент генерального плану міста, аерофотозйомка, генеральний план, умовні позначення, ТЕП, баланс території
Аркуш №12	План 1-го та 2-го поверхів, план перекриттів, план покрівлі, план кроквяної системи
Аркуш №13	План підвального приміщення, фасади, розрізи, вузли
Аркуш №14	План розташування паль, фасади, розрізи, вузли

**Мета дослідження.** Метою роботи є дослідження та удосконалення технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків із застосуванням панелей заводського виготовлення, що забезпечить зниження трудомісткості та вартості будівництва.

**Об'єктом дослідження** є технологічний процес будівництва індивідуальних каркасних житлових будинків методом монтажу із готових елементів заводського виготовлення.

**Предметом дослідження** є параметри технологічних процесів зведення індивідуальних житлових будинків способом монтажу із готових елементів заводського виготовлення.

**Для досягнення поставленої мети необхідно виконати такі задачі:**

- проаналізувати стан будівництва індивідуальних каркасних житлових будинків з індустріальних панелей в Україні та за кордоном та провести оцінку існуючих технологій зведення таких будинків;
- теоретично змодельувати вдосконалені технологічні рішення зведення індивідуальних житлових будинків з оптимальних за розміром індустріальних елементів каркасу та сендвіч-панелей підвищеного ступеня заводської готовності з мінімумом кранового обладнання;
- запропонувати вдосконалені конструктивно-технологічні рішення монтажу індивідуальних житлових будинків з індустріальних елементів на основі швидкозбірних шарнірних вузлів, що не вимагають зварювання та омоноличування;
- запропонувати раціональний варіант організації та технології виконання робіт з монтажу кофеджів з урахуванням основних факторів впливу – площі об'єкта, кількості та кваліфікації робітників у ланці, ступеня механізації робіт, площі та ваги панелей, видів вузлів з'єднань;
- оцінити техніко-економічну ефективність і технологічність зведення каркасних будинків із панелей заводської готовності на прикладі індивідуального житлового будинку.

**Наукова новизна одержаних результатів:**

- вдосконалено технологічні рішення монтажу каркасних будинків шляхом оптимізації розмірів сендвіч-панелей з мінераловатних теплоізоляційних плит та облицювальних обшивок та з'єднань елементів каркасу і панелей за допомогою швидкозбірних шарнірних вузлів, з урахуванням найважливіших критеріїв оптимальності: мінімуму витрат праці та машинного часу та мінімуму вартості;
- виявлено основні фактори і закономірності, що впливають на оптимізацію технологічних режимів зведення індивідуальних житлових каркасних будинків: зниження трудомісткості та вартості монтажу від збільшення розмірів, ступеню заводської готовності і маси панелей та від зниження трудомісткості влаштування вузлових з'єднань.

**Практичне значення одержаних результатів:** встановлена технологічна та економічна доцільність застосування розроблених технологічних рішень зведення індивідуальних житлових будинків порівняно з відомими способами будівництва на основі традиційних дрібноелементних і недостатньо індустріальних кам'яних та бетонних виробів. Застосування удосконалених рішень зведення індивідуальних каркасних будинків дозволить підвищити ефективність монтажу на 10-17%, а вартість знизити на 15-43%.

# Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків

1) каркасно-панельна технологія  
(німецькі будинки)



Рисунок 1 – Проект каркасно-панельного житлового будинку

2) каркасно-щитова технологія  
(канадські будинки)



Рисунок 2 – Проект каркасно-щитового житлового будинку

### 3) модульні будинки



Рисунок 3 – Варіанти житлового будинку, виконаного за модульною технологією

### 4) технології із СІП-панелей (сендвіч-панелі)



Рисунок 4 – Варіанти зведення будинків із СІП-панелей



**5) будинки із клеєної деревини (каркасно-рамні або фахверкові)**



Рисунок 5 – Дерев'яний і металевий каркасно-рамні будинки



Рисунок 6 – Проекти каркасно-рамних житлових будинків

**6) будинки із бруса  
(цільного або клеєного)**



Рисунок 7 – Проекти будинків із бруса

Таблиця 1 – Порівняльна характеристика каркасних будинків з різними типами матеріалів стін

Показники	Каркас, СП-панелі	Брус клеєний	Оциліндрована колода	Піноблок/газоблок	Цегла/ блокі керамічні	Залізобетонні панелі
Фундамент	Будь-який, навіть гвинтовий	Мілкого закладання, монолітний			Заглиблений армований	Заглиблений армований
Планування будинку	Будь-яке	Обмежене	Обмежене	Будь-яке	Будь-яке	Обмежене
Теплопровідність	0,02	0,15	0,15	0,45/0,12	0,58-0,81/0,24	0,4-1,5
Довговічність (роки)	До 100	До 100	До 100	50-60	Більше 100	50-60
Облицювальні роботи в період будівництва	Залежно від типу панелей	Через сезон	Через сезон	Через 6 місяців	Через 3 місяці	Через 1 місяць
Термін монтажу	від 1 тиждня	1-2 місяці	1 місяць	2-3 місяці	3-4 місяці	1 місяць
Пора року для будівництва	Круглий рік	Круглий рік	Круглий рік	Весна-осінь	Весна-осінь	Круглий рік
Ціна за 1 м <sup>2</sup> грн.	11500	8500	5500	5000/ 5300	8000/ 5600	6000

## ДОСЛІДЖЕННЯ ТИПІВ З'ЄДНАНЬ ЕЛЕМЕНТІВ ДЕРЕВ'ЯНИХ КАРКАСІВ

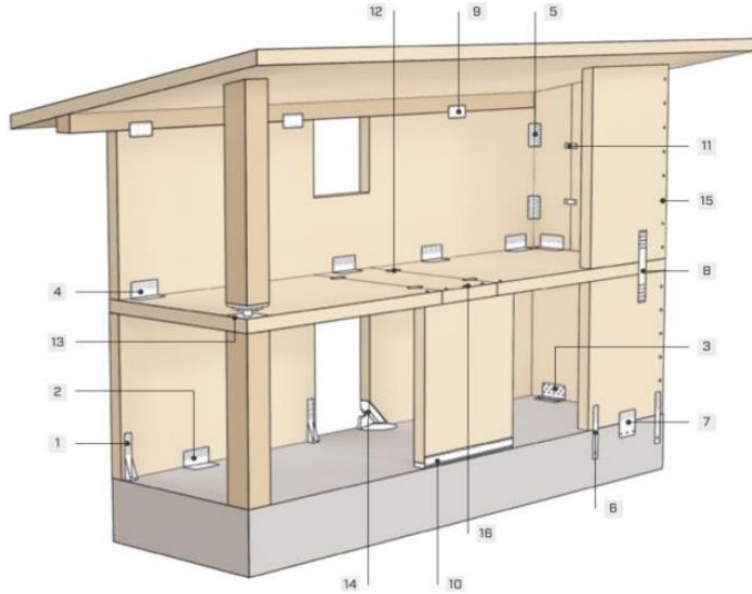
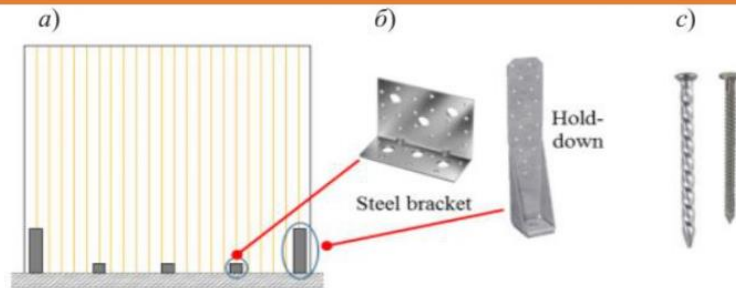
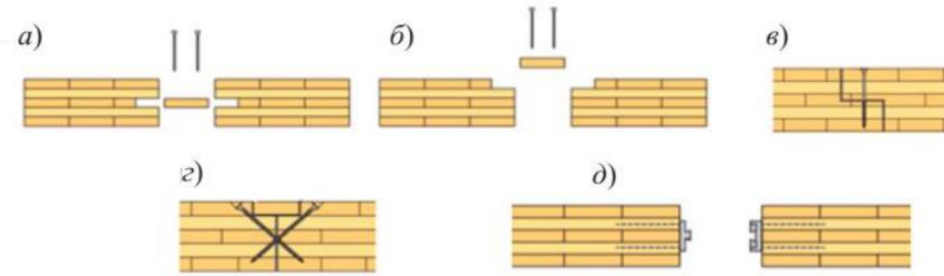


Схема застосування кріпильних елементів у типовому каркасі

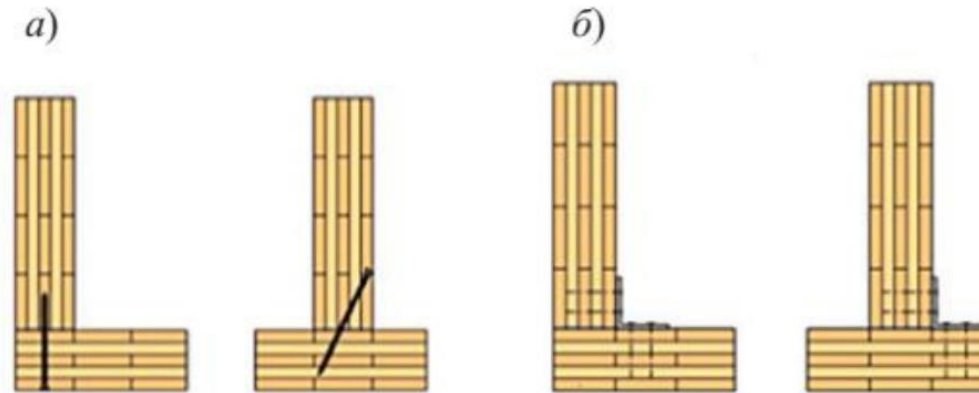


З'єднання на саморізах і сталевих болтах:  
 а – схема закріплення стінової панелі,  
 б – сталеві кутики, с – кріплення



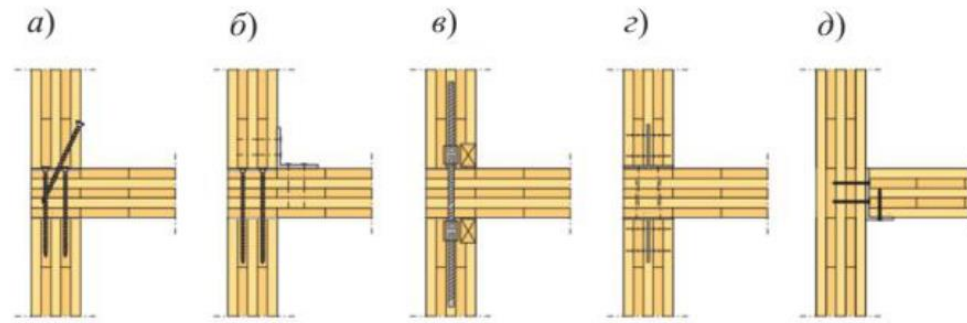
З'єднання у площині плити:

- а – з'єднання у площині плити з додатковою деталлю,
- б – з'єднання у площині плити з додатковою деталлю (варіант 2),
- в – з'єднання у площині плити з підрізуванням,
- г – з'єднання у площині плити з діагональними гвинтами,
- д – з'єднання в площині плити зі спеціальним конектором



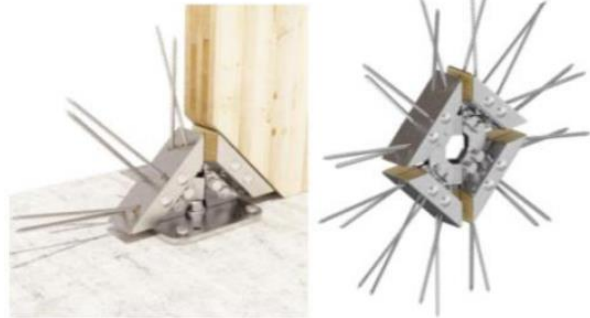
Кутове та Т-подібне з'єднання стінових панелей:

- а – вузол стику стінових панелей на гвинтах,
- б – вузол стику стінових панелей на куточках

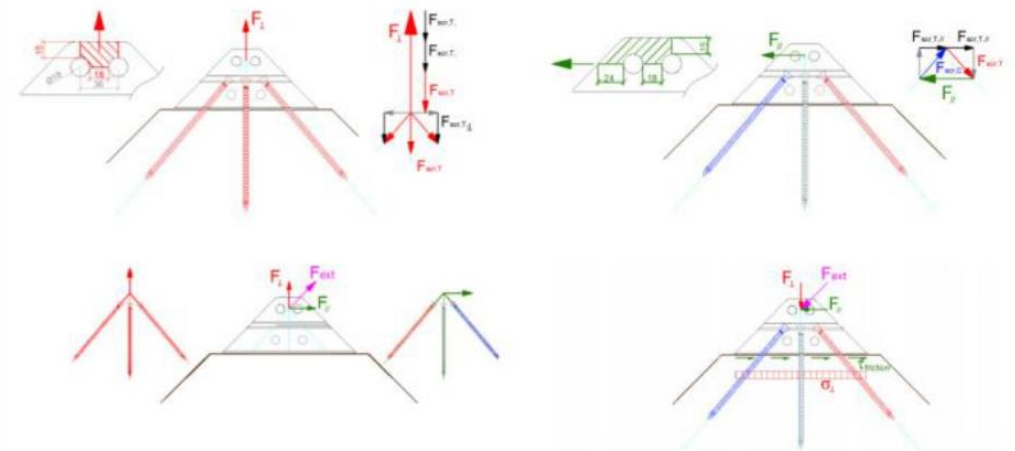


Площинний стик стінових панелей та панелі перекриття. Комбіновані види вузлів:

а – з'єднання з похилим саморізом, б – з'єднання з кутиком та саморізами, в – вклеєні стержні з повним різьбленням і втулками, г – з'єднання зі сталевими деталями, д – вузол примикання перекриття до стіни на кутиках



Конектор X-RAD



Зміни навантаження конектора:

$F_I$  – зусилля розтягу, що передається на конектор;

$F_{II}$  – зсувне зусилля, що передається на конектор;

$F_{scr}$  – зусилля, що сприймається саморізами;

$F_{ext}$  – зусилля під кутом  $45^\circ$ , що передається на конектор

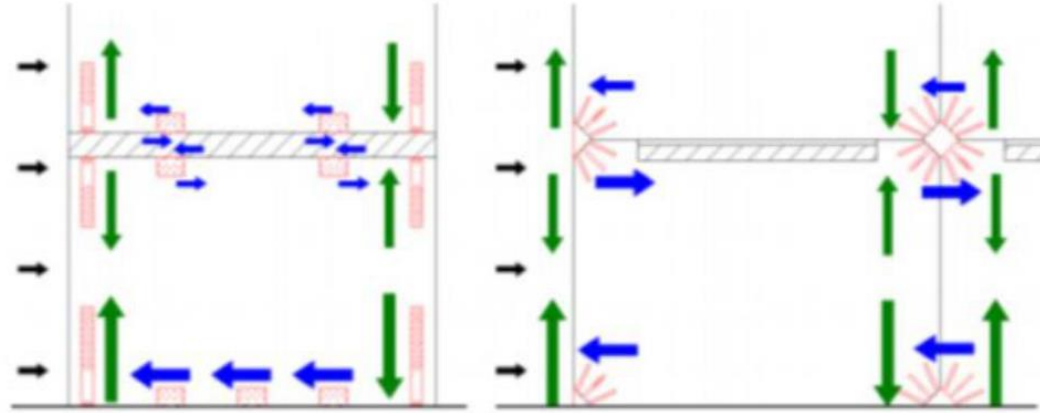
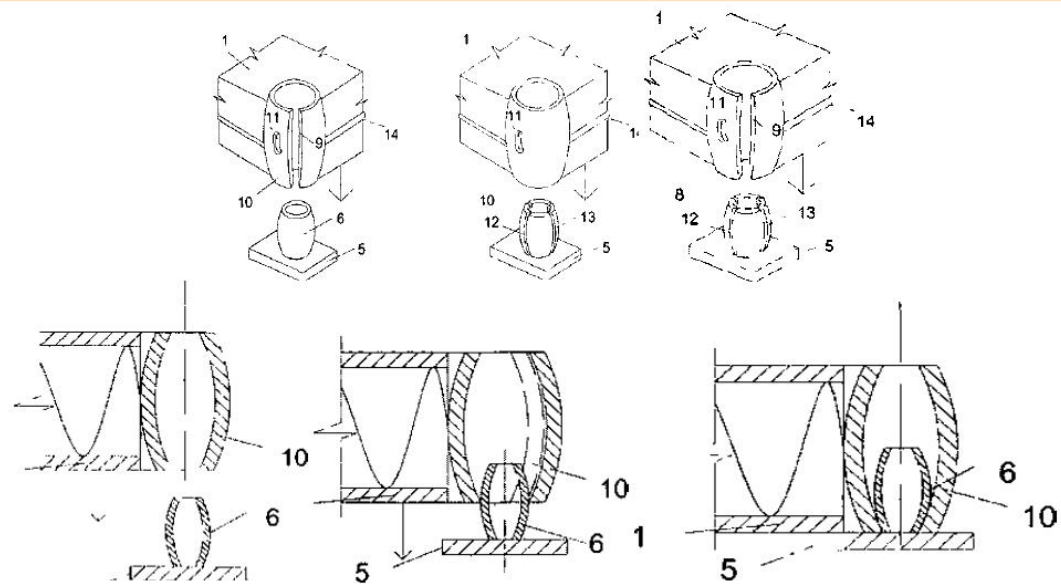
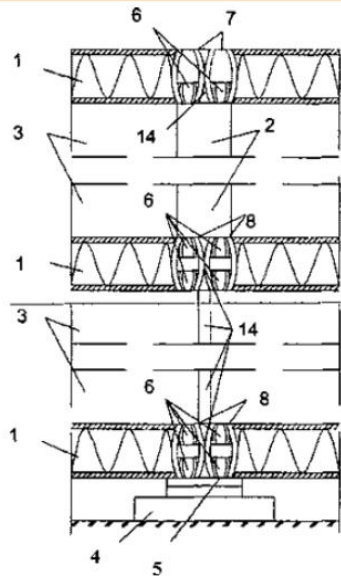


Схема зусиль, що виникають у місцях закріплення панелей:  
зліва – класична система закріплення, праворуч – конектори X-RAD



Технологія монтажу сендвіч-панелей з використанням безболтового вузла: 1 – горизонтальні несучі елементи; 2 – вертикальні несучі стійки; 3 – панелі; 4 – елементи фундаментів; 5 – пластини; 6 – шип клеєний; 7, 8 – муфти кріплення панелей перекриття і підлоги; 9, 12 – вертикальний проріз на всю висоту муфти; 10, 13 – бокові стінки муфти; 11 – отвори для фіксаторів; 14 – ущільнювач

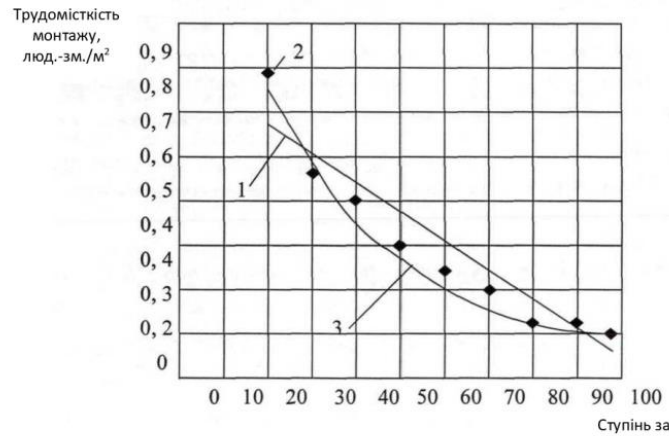


Рисунок 7 – Залежність зниження трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків від підвищення ступеня заводської готовності сендвіч-панелей:

- 1 - теоретичні (розрахункові) значення;
- 2 - експериментальні (натурні) значення;
- 3 - апроксимація

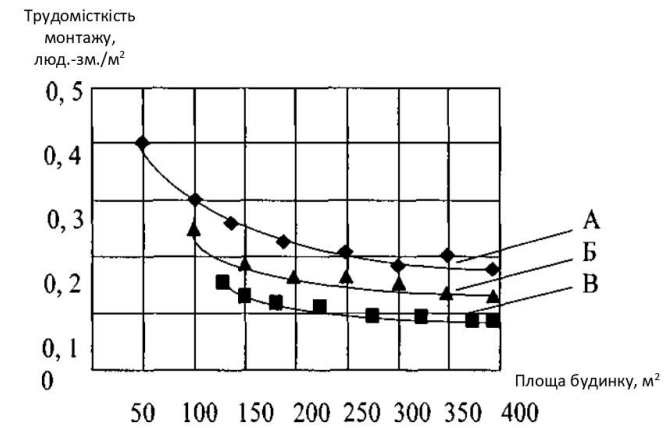
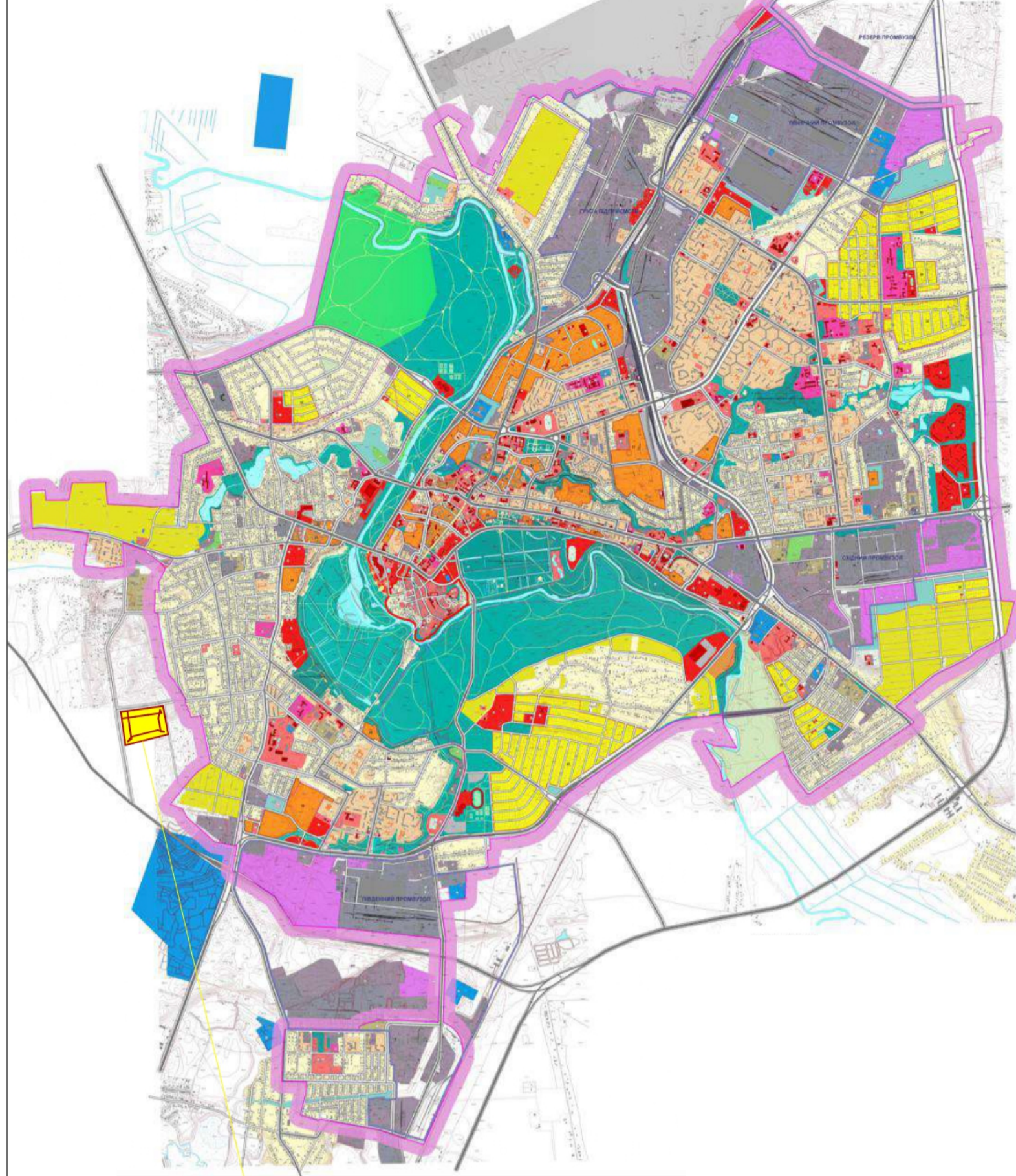


Рисунок 8 – Залежність зниження питомої трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків із високого ступеня заводської готовності (90-95%) від підвищення площі будинків:  
 А – одноповерхові будинки; Б – двоповерхові будинки; В – триповерхові будинки

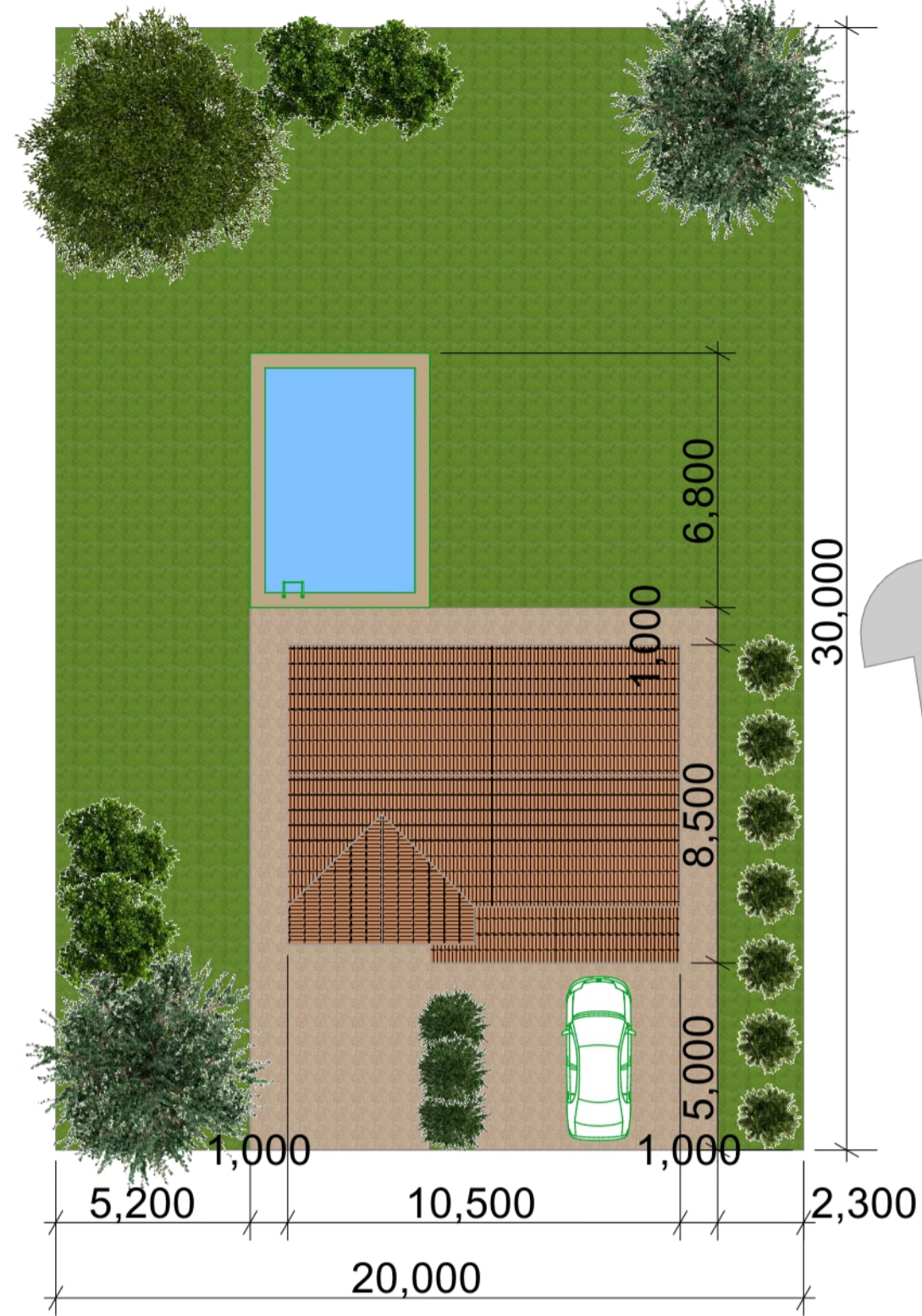
**Таблиця 2 – Порівняння способів з'єднання елементів каркасу**

Критерії порівняння	Традиційні з'єднання	X-RAD	Безболтове вузлове з'єднання
Несуча здатність (вертикальні/зусилля зсуву)	49,2 кН/ 50,4 кН	111,6 кН/ 165,9 кН	90,6 кН/ 81,5 кН
Швидкість монтажу 1 панелі	60–70 хв	близько 30 хв	близько 10 хв
Спосіб передачі навантаження на фундамент	Через плиту перекриття	По стіновим панелям, виключаючи перекриття	Через плиту перекриття та по стіновим панелям
Металоємність	Нижче, ніж для X- RAD	Висока	Висока
Ступінь заводської готовності	75%	85%	95%
Складність монтажу	Низька	Висока	Низька
Досвід конструювання з'єднань	Часто застосовується в проектах	Одиничні проекти	Одиничні проекти
Рациональність застосування при поверховості	До 8 поверхів	8 поверхів і більше	До 8 поверхів
Кваліфікація робітників	3–4	3–4	1–2
Трудоємність монтажу люд.-зм./м <sup>2</sup>	1–3	0,4–1	0,2

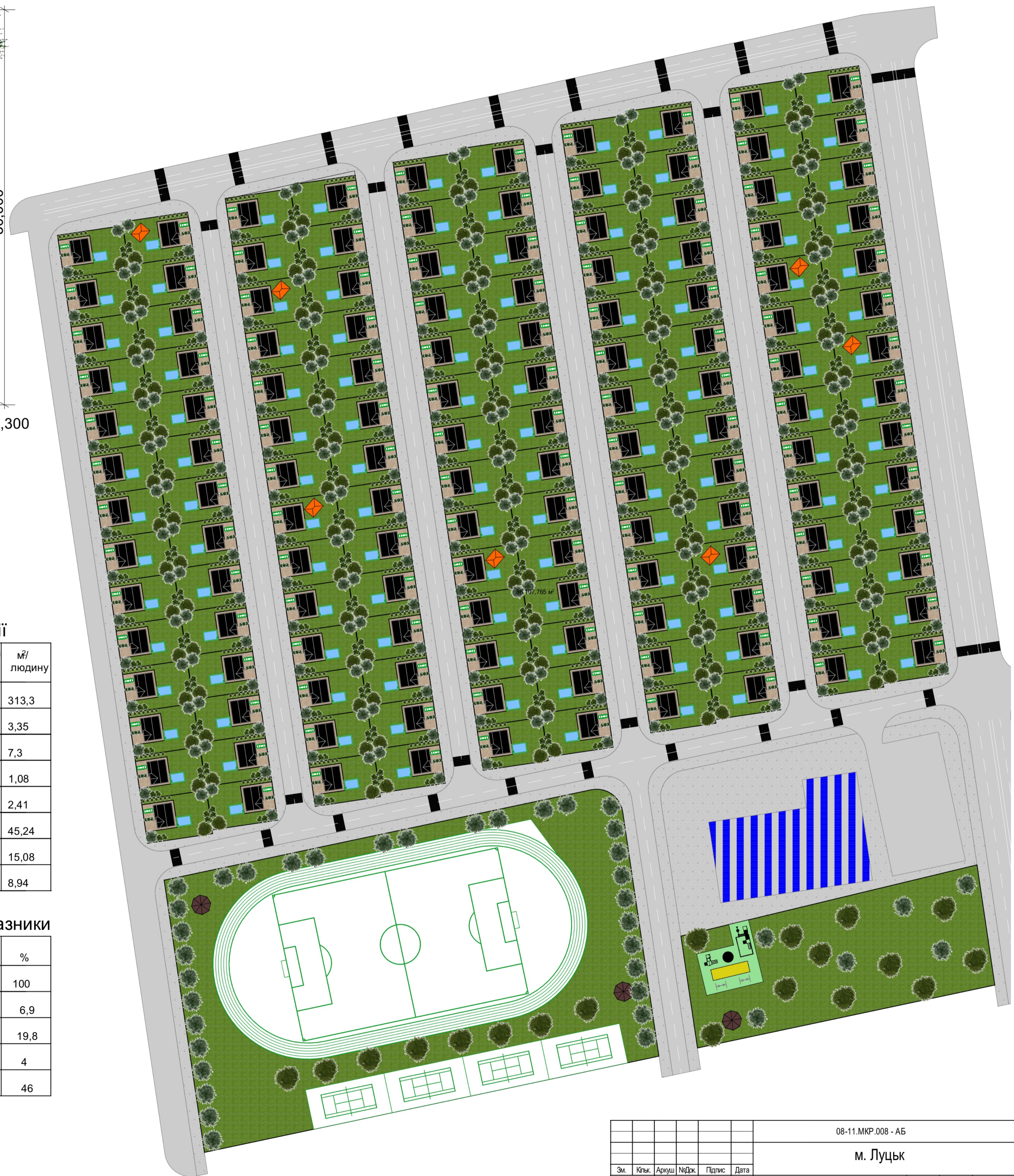
Схема розміщення території в плані міста



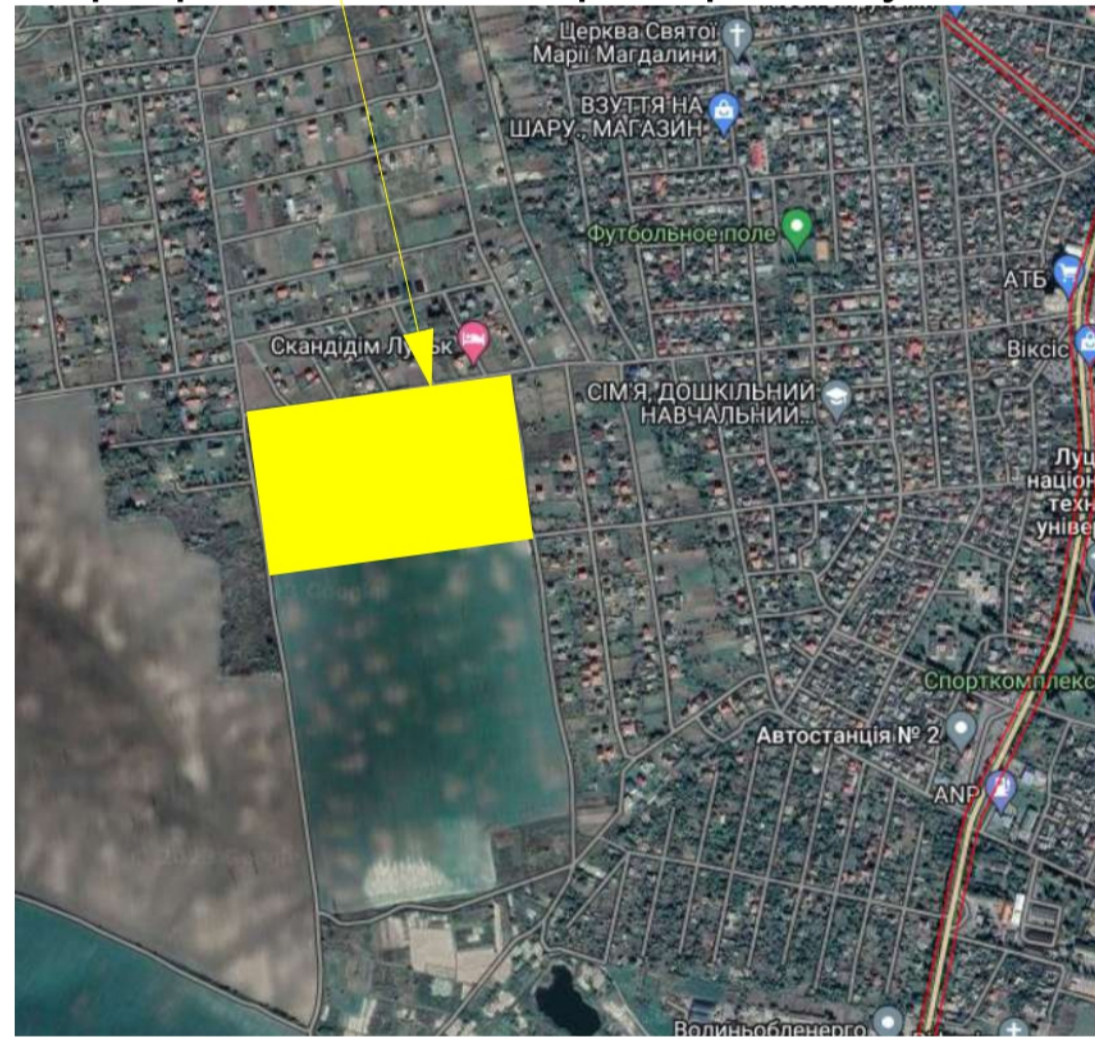
Генеральний план ділянки



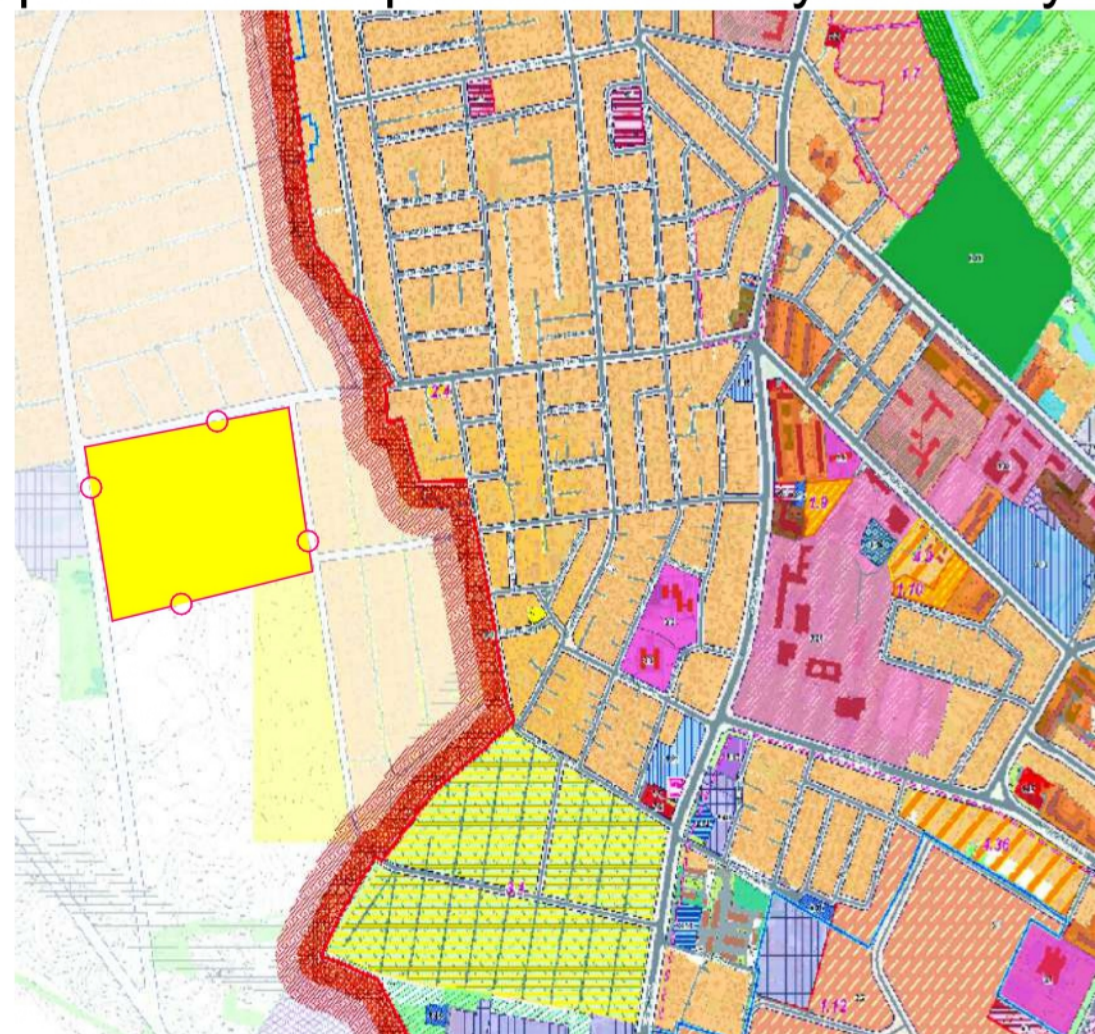
Генеральний план котеджного містечка



Аерофотозйомка території забудови



Фрагмент генерального плану міста Луцьк



Умовні позначення

	Житловий будинок
	Тенісний корт
	Футбольне поле
	Зелені насадження
	Газон
	Басейн
	Бесідки
	Дитячий майданчик
	ТРЦ

Баланс території

Статті балансу	Площа м²	м²/людину
Житлова територія	12600	313,3
Торговий центр	1338	3,35
Спортивні споруди	2918,6	7,3
Відпочинкова зона	430	1,08
Дитячі майданчики	964,2	2,41
Дорожнє покриття	36107	45,24
Тротуари	6031,4	15,08
Парковки	354,1	8,94

Техніко-економічні показники

Показники	Площа м²	%
Площа котеджного містечка	182000	100
Площа під житлову забудову	12600	6,9
Площа асфальтного покриття	36107	19,8
Площа доріжок	6031,4	4
Площа озеленення	84200	46

СОГЛАСОВАНО

Підписи та дата

Ім'я, П.І.О.

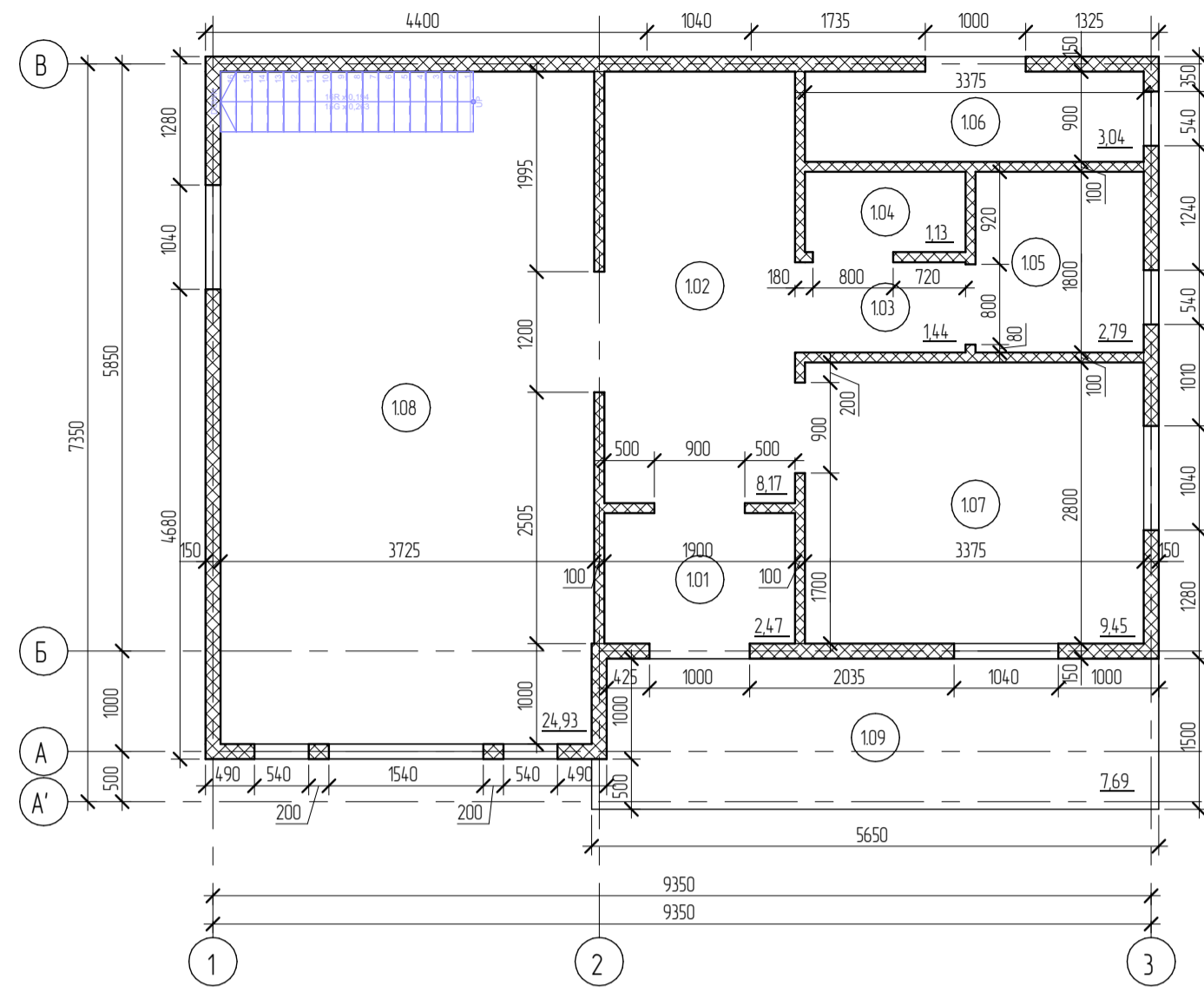
Ваше ім'я, П.І.О.

Ваше ім'я, П.І.О.

						08-11.МКР.008 - АБ			
						м. Луцьк			
Зм.	Кільк.	Аркуш	Надх.	Підпис	Дата	Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності Фрагмент генерального плану міста, аерофотозйомка, генеральний план, умовні позначення, ТЕП, баланс території	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив	Журавльов І.В.								
Перевірив	Бікс Ю.С.								
Керівник	Бікс Ю.С.								
Н.контр.	Масвська І.В.								
ОпONENT	Анохіна К.В.								
Затвердив	Швець В.В.								



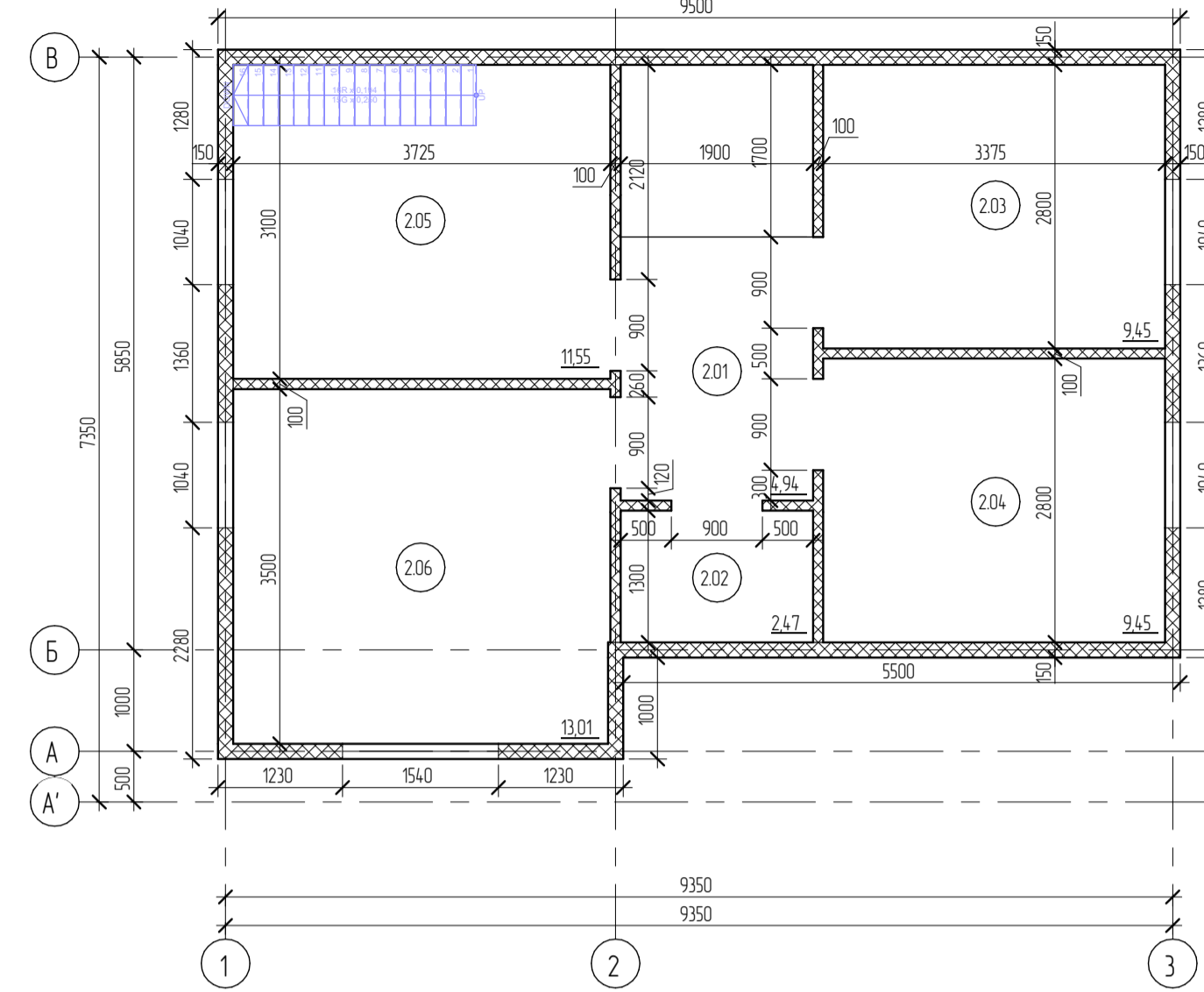
План 1-го поверху



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²
101	Вітальня	2,47
102	Хол	8,17
103	Вітальня	1,44
104	Туалет	1,13
105	Душова	2,79
106	Котельня	3,04
107	Спальня	9,45
108	Кухня-вітальня	24,93
109	Тераса	7,69
Зонал		61,12

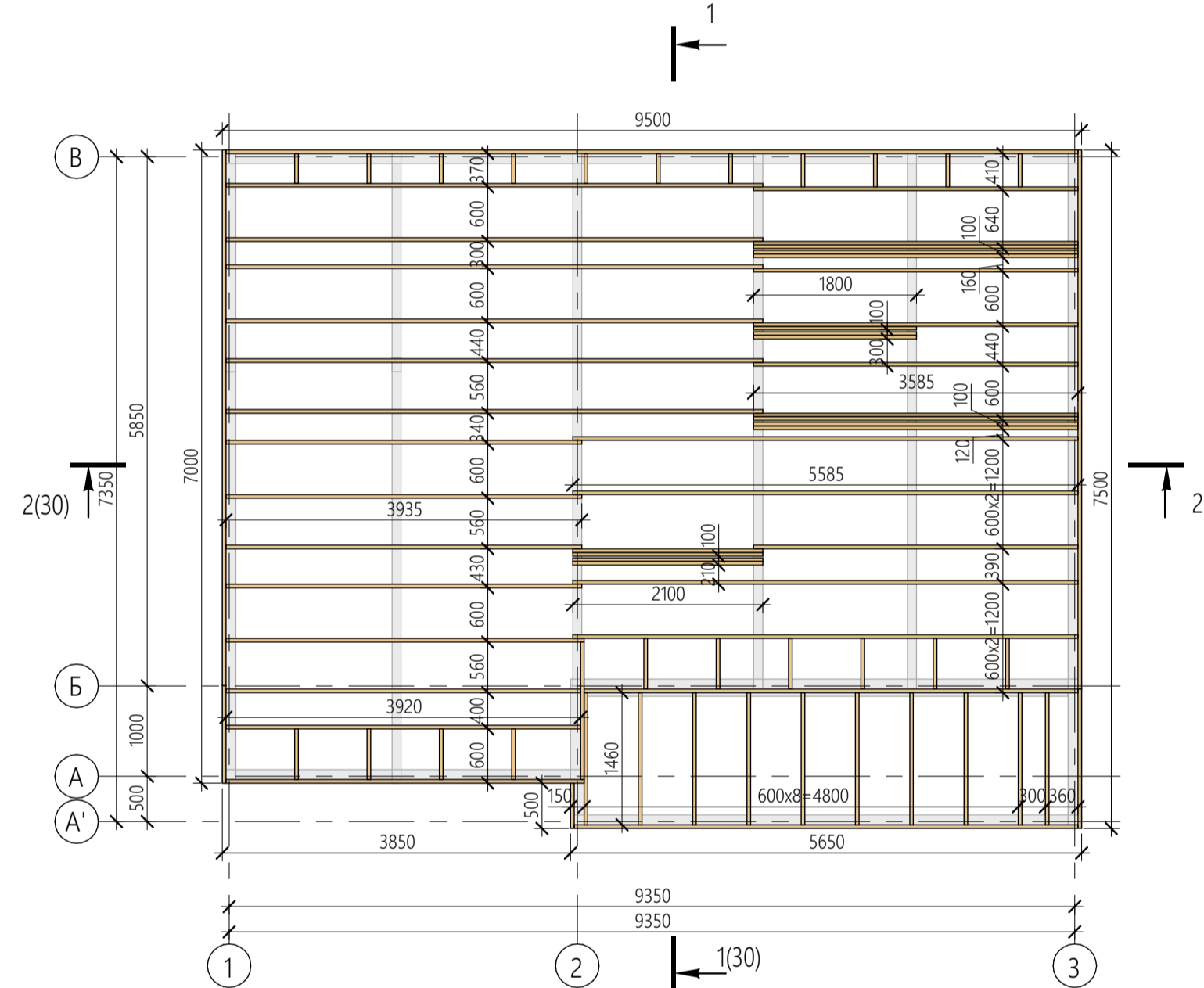
План 2-го поверху



Експлікація приміщень

Номер приміщення	Найменування	Площа, м²
201	Хол	4,94
202	Комора	2,47
203	Спальня	9,45
204	Спальня	9,45
205	Спальня	11,55
206	Спальня	13,01
Зонал		50,81

План перекриття на відмітці -0,200



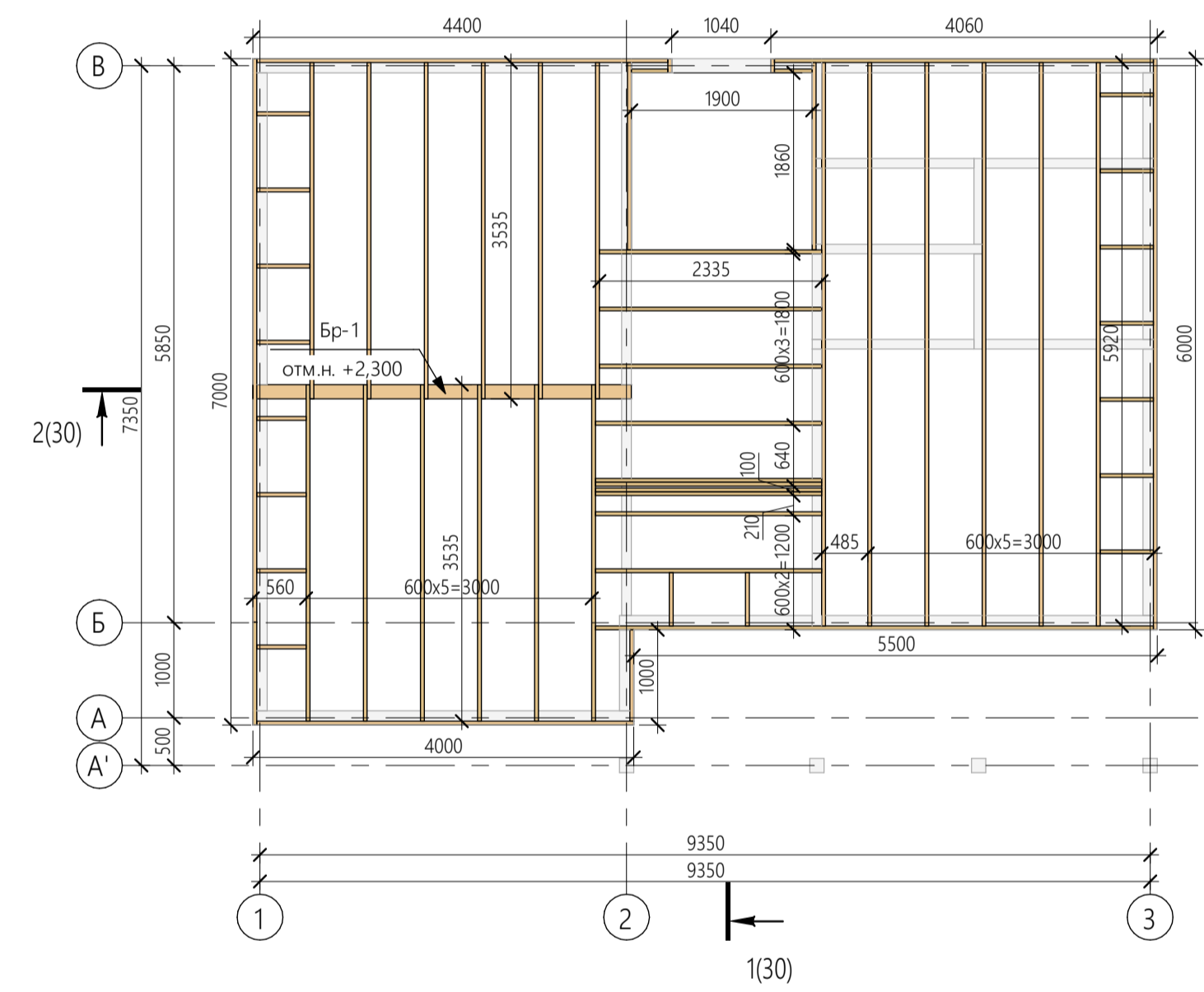
Специфікація елементів перекриття

Поз.	Найменування	Позначення	Кіл.	Маса одн., кг	Примітка
	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x200, м3	1,69		210,81 м
Матеріали					
		Гідро-втрошаксисна плівка ОНДУТИС Smart A 100	61,00		0 м³
		Парозоляційна плівка ОНДУТИС Smart B	61,00		0 м³
		Утеплювач ROCKWOOL t=200мм	61,00		12,2 м³

Специфікація елементів перекриття

Поз.	Найменування	Позначення	Кіл.	Маса одн., кг	Примітка
	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x200, м3	1,18		148,03 м
Бр-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 150x200, м3	0,12		3,98 м
Матеріали					
		Парозоляційна плівка ОНДУТИС Smart B	115,23		0 м³
		Утеплювач ROCKWOOL t=150мм	57,61		8,64 м³

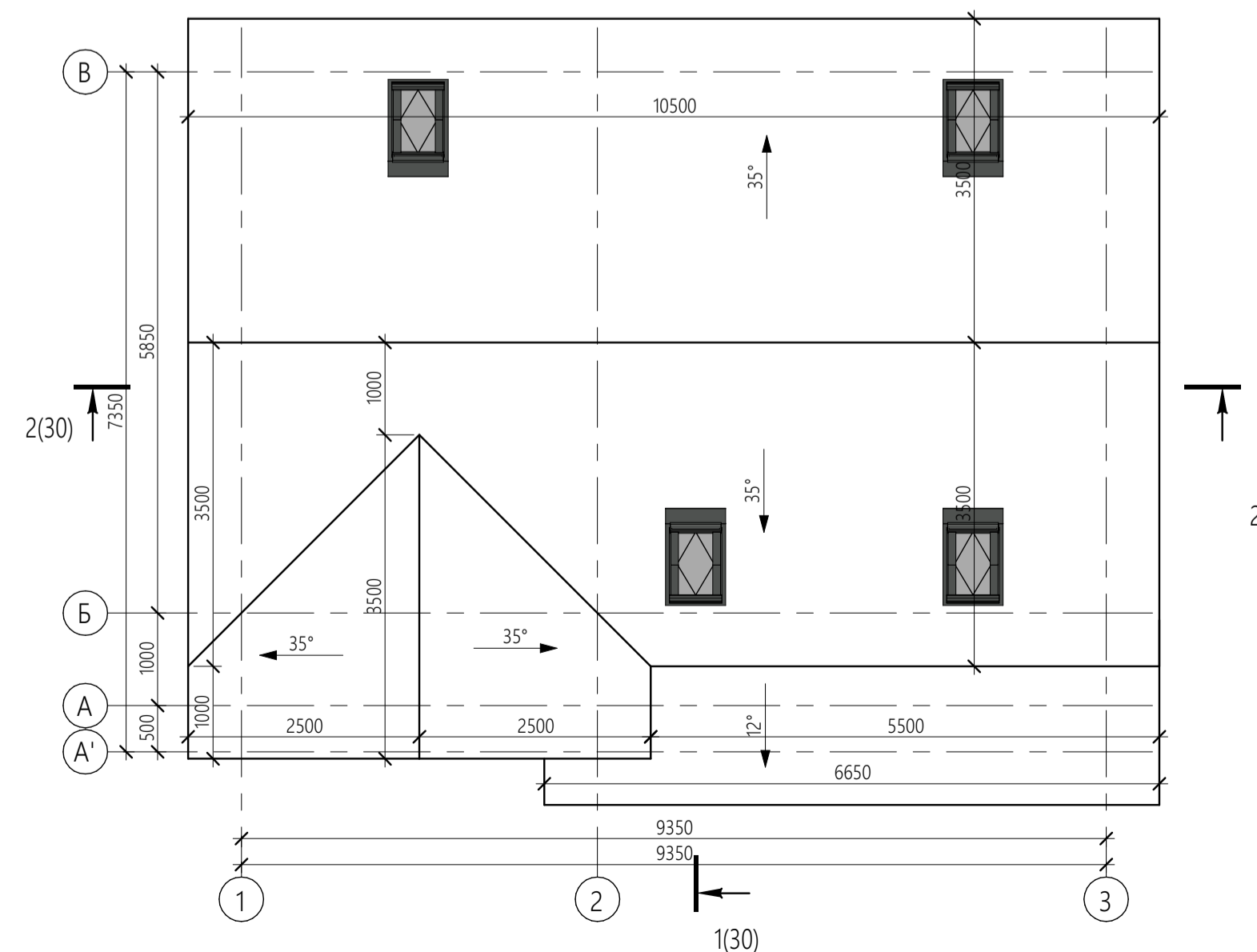
План перекриття на відмітці +2,5000



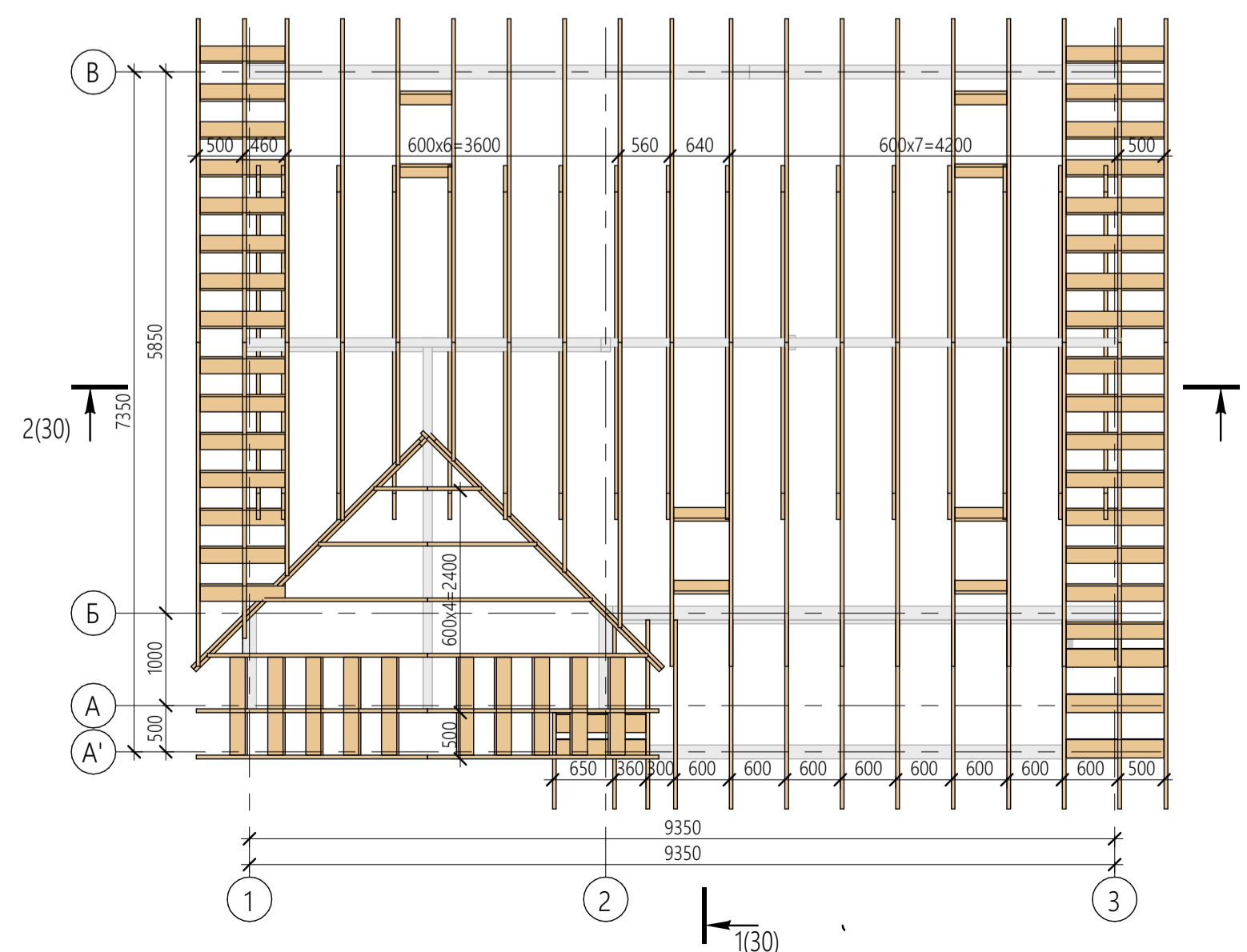
Специфікація елементів покрівлі

Поз.	Найменування	Позначення	Кіл.	Маса одн., кг	Примітка
Обр-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 25x100, м3	0,98		392,41 м
Мр-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x150, м3	0,10		17,3 м
Пр-2	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x150, м3	0,03		5,5 м
Зт-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x200, м3	0,52		65,05 м
С-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x200, м3	2,20		274,45 м
Кобр-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 50x50, м3	0,51		202,75 м
Кл-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 100x150, м3	0,20		13,65 м
Ст-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 100x150, м3	0,02		1,65 м
Пр-3	ДСТУ 8486-86*	Брус 150x150, м3	0,13		5,65 м
Пр-1	ДСТУ 8486-86*	Брус 150x200, м3	0,12		3,98 м
Матеріали					
		Гідро-втрошаксисна плівка ОНДУТИС D Smart RV	106,94		0,00
		Металочерепиця	106,94		
		Парозоляційна плівка ОНДУТИС Smart B	128,78		0,00
		Утеплювач ROCKWOOL t=200мм	115,84		

План покрівлі

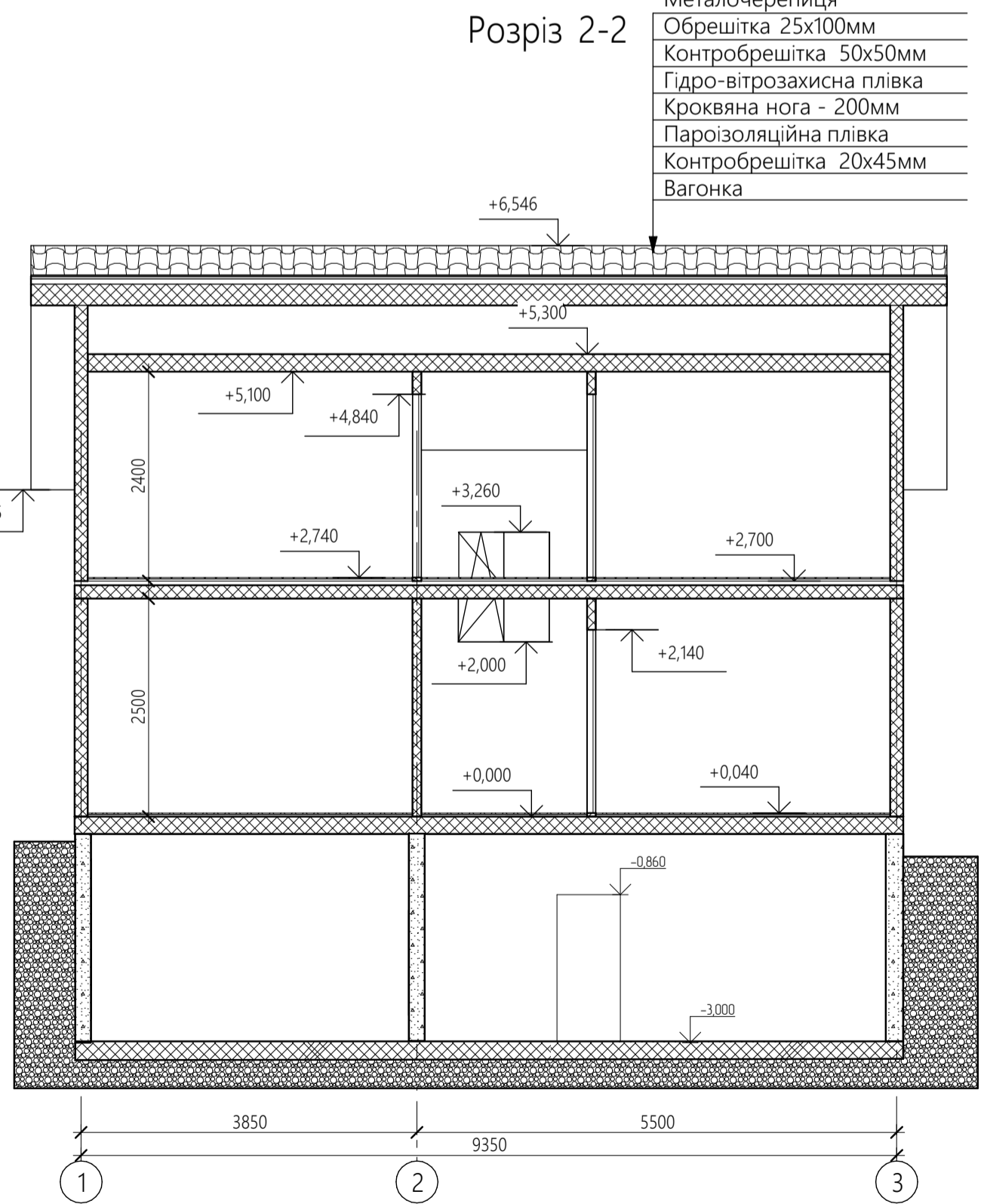
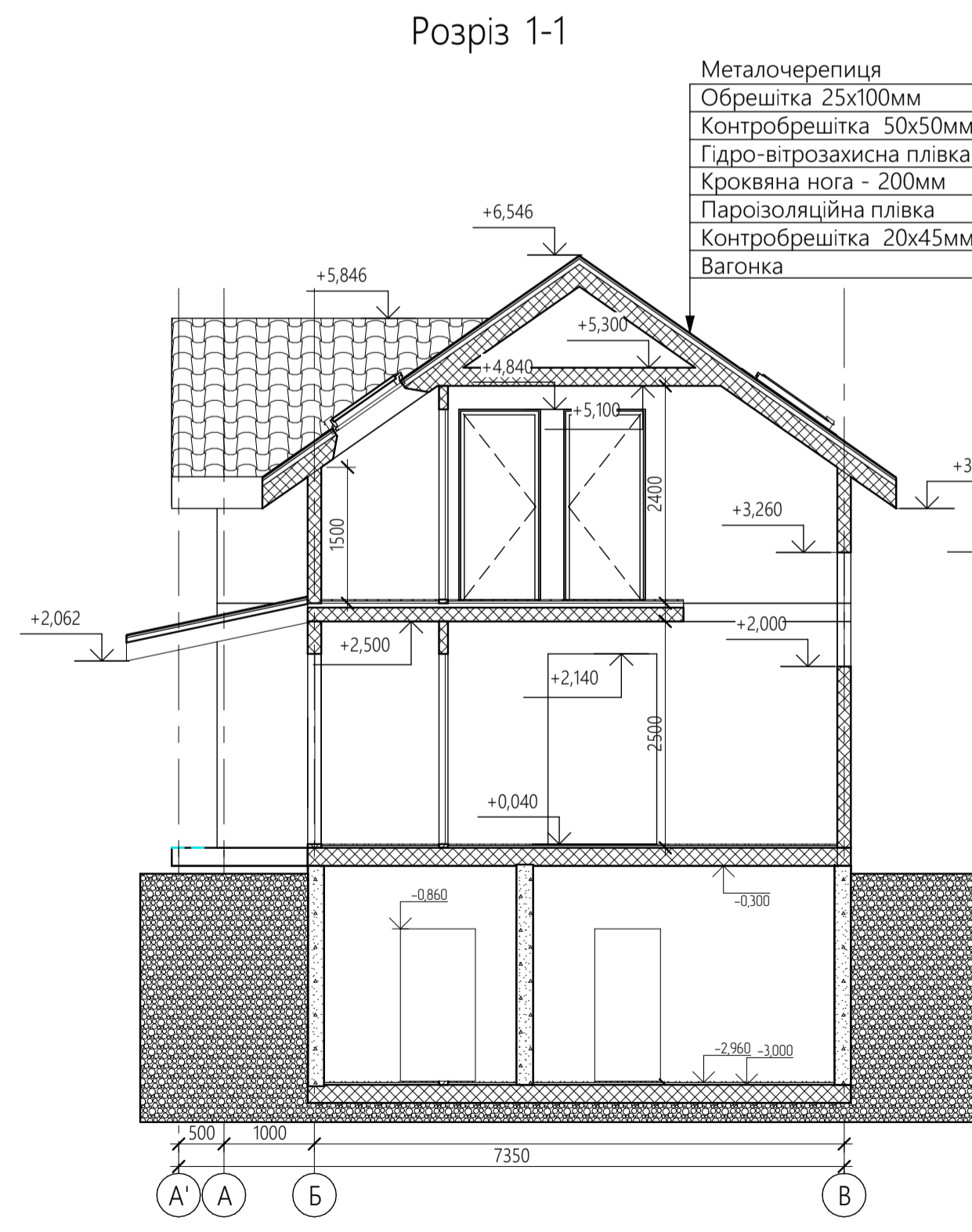
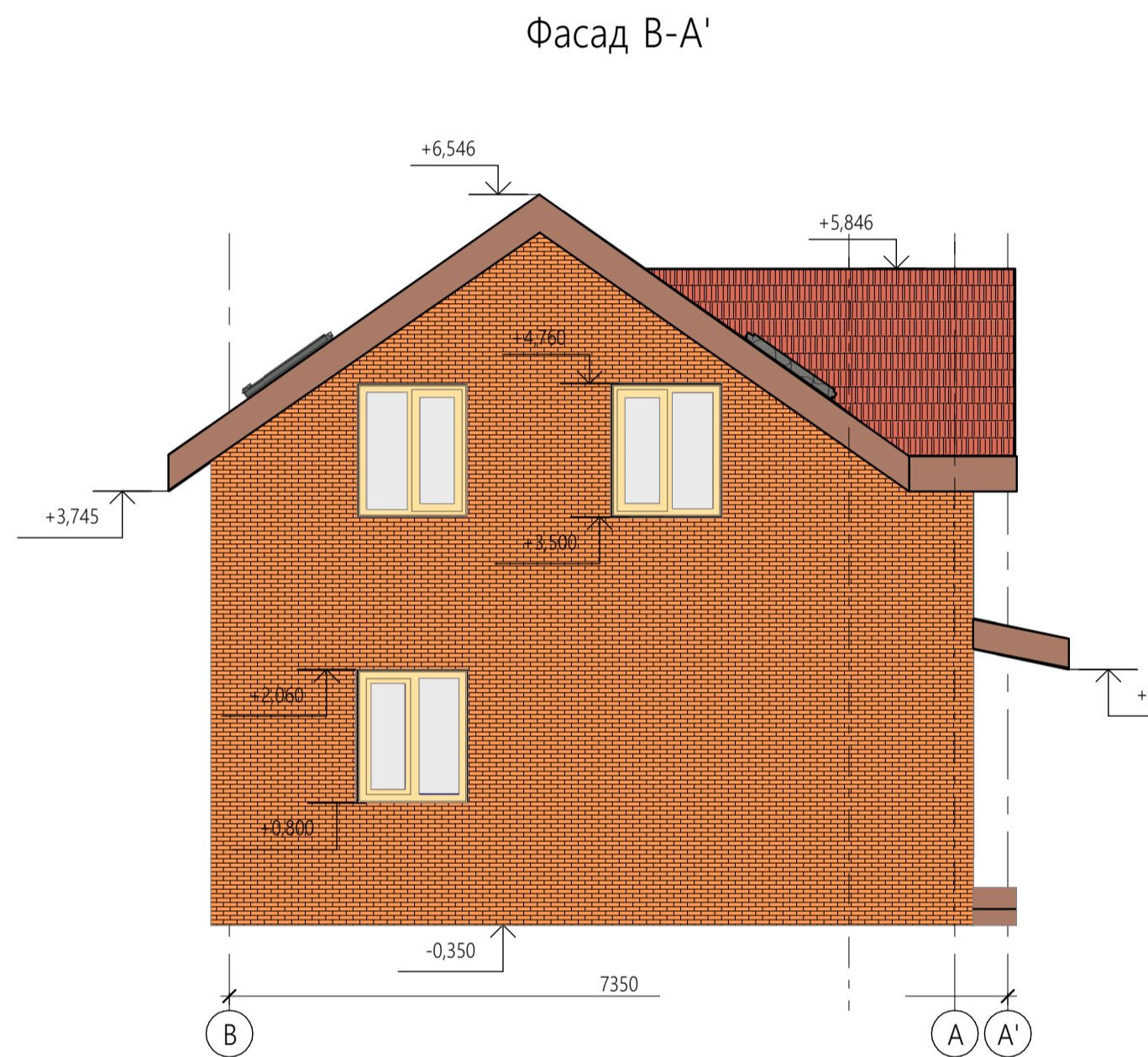
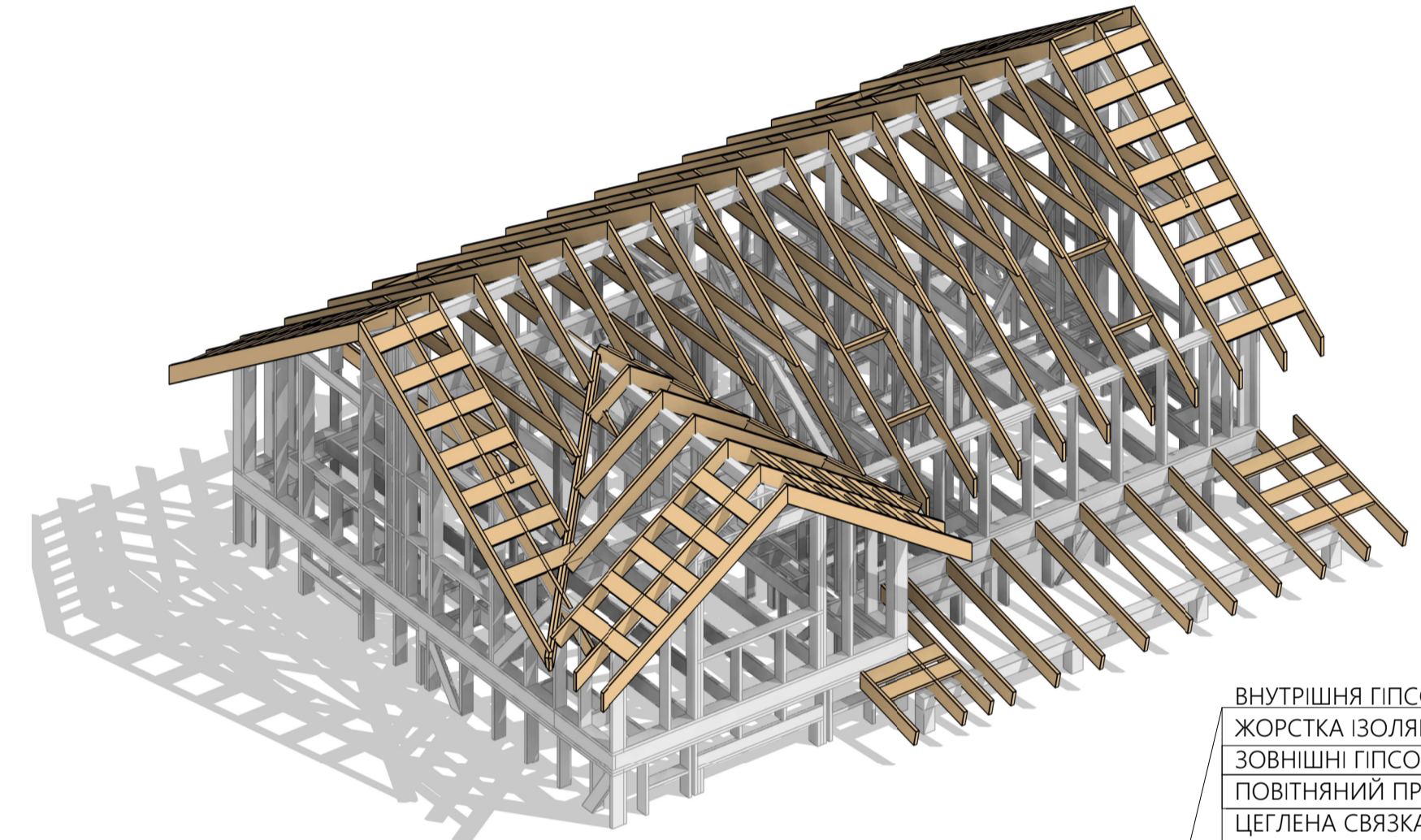
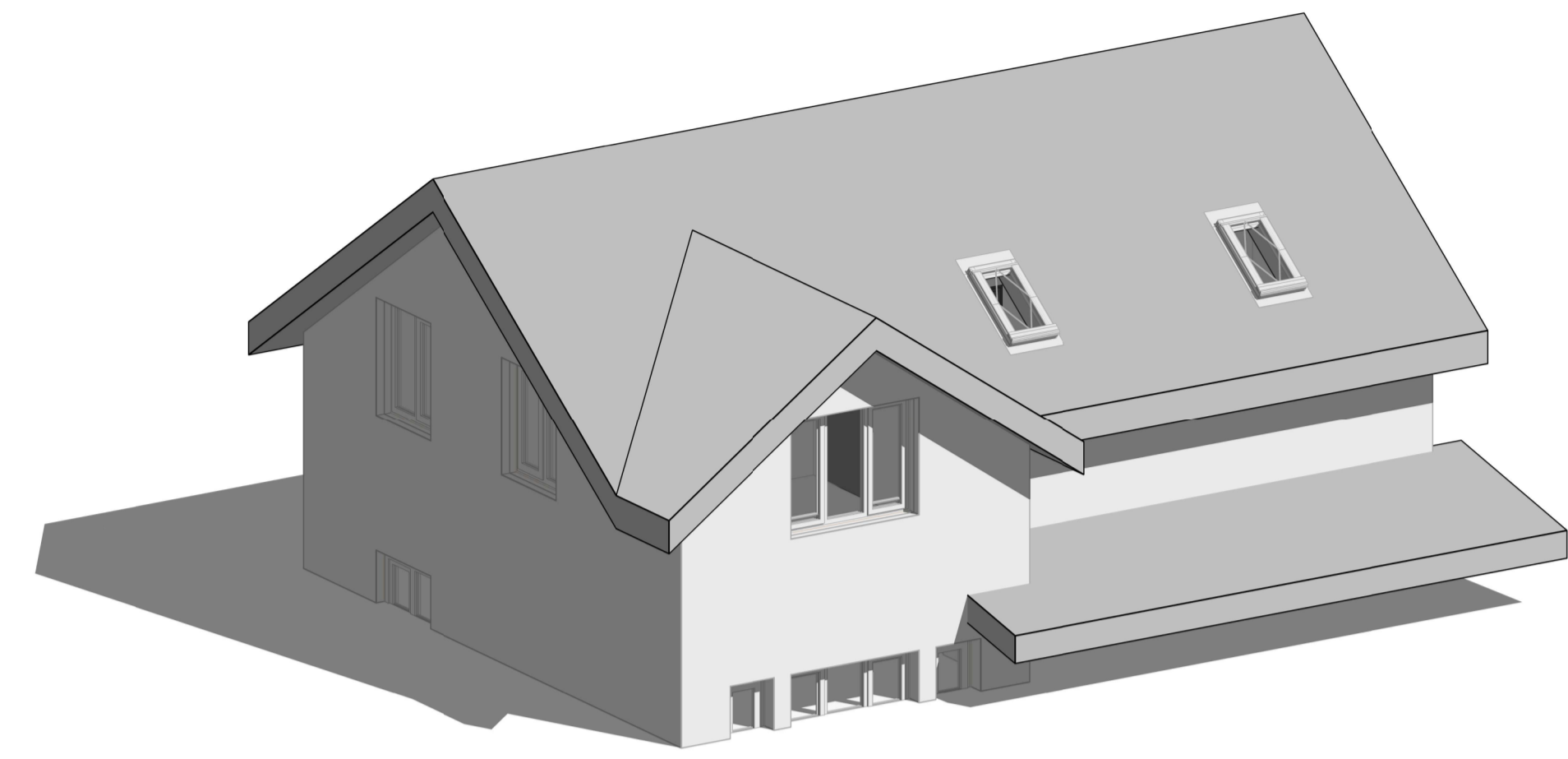
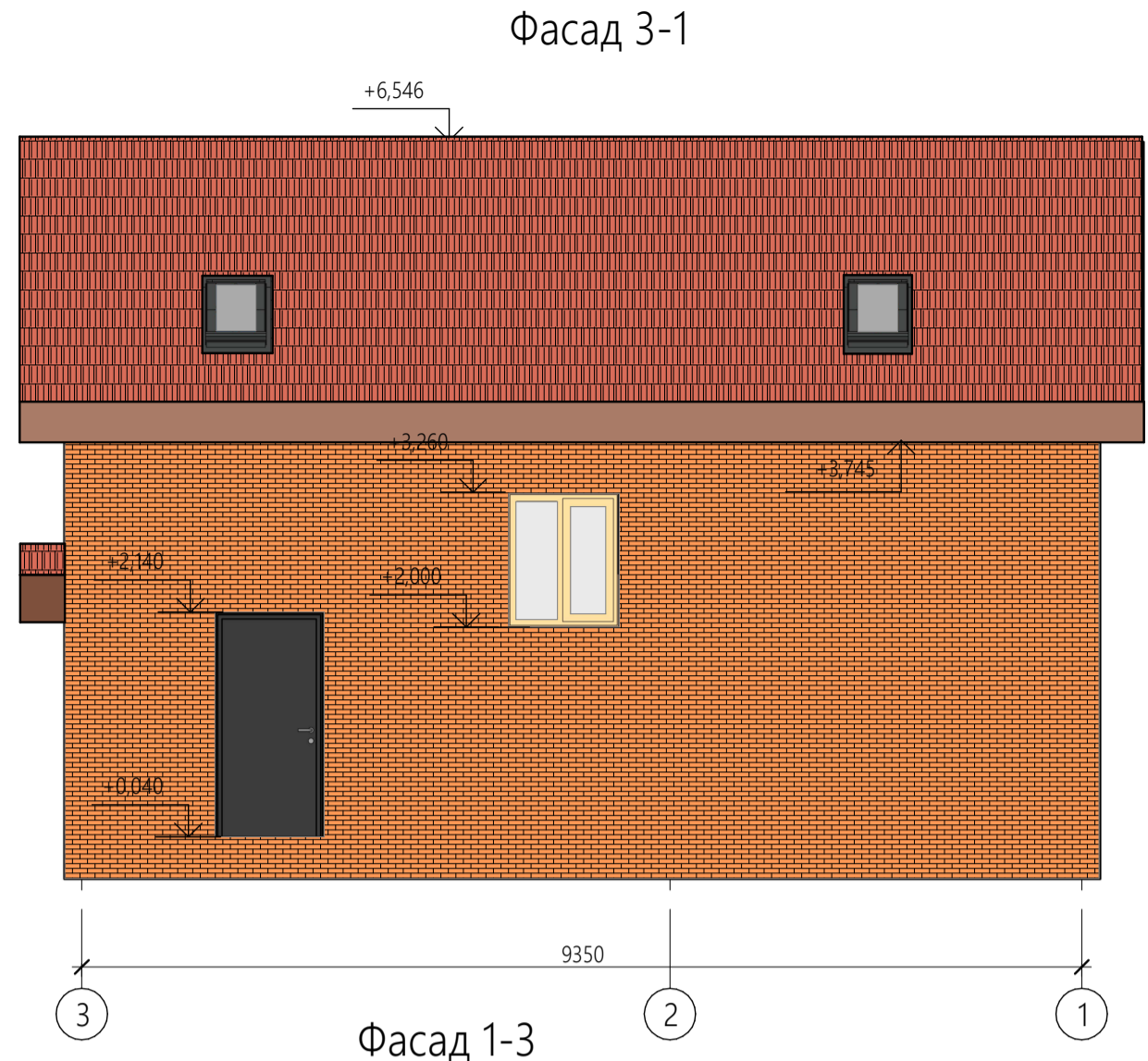
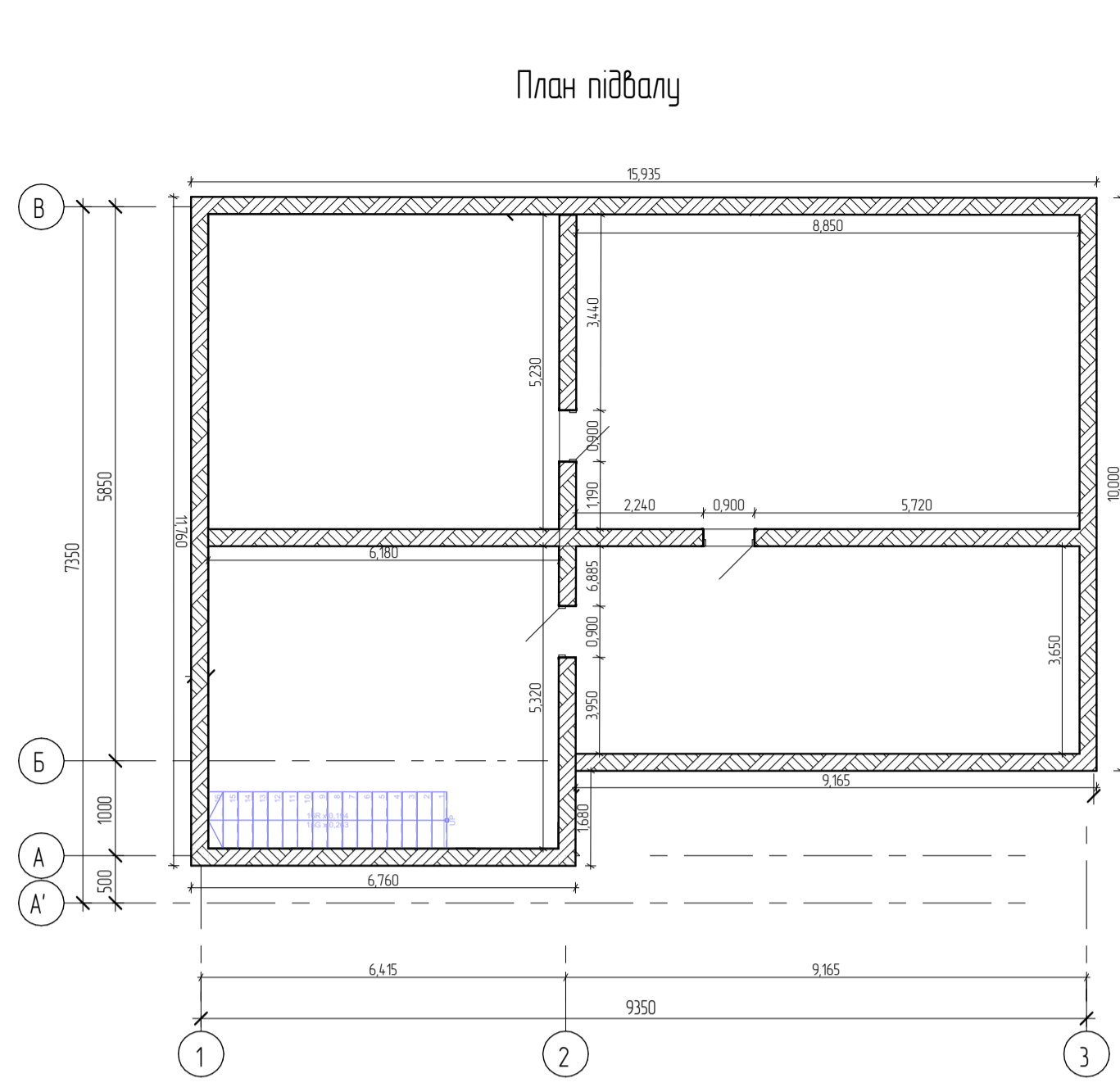


План кроквяної системи

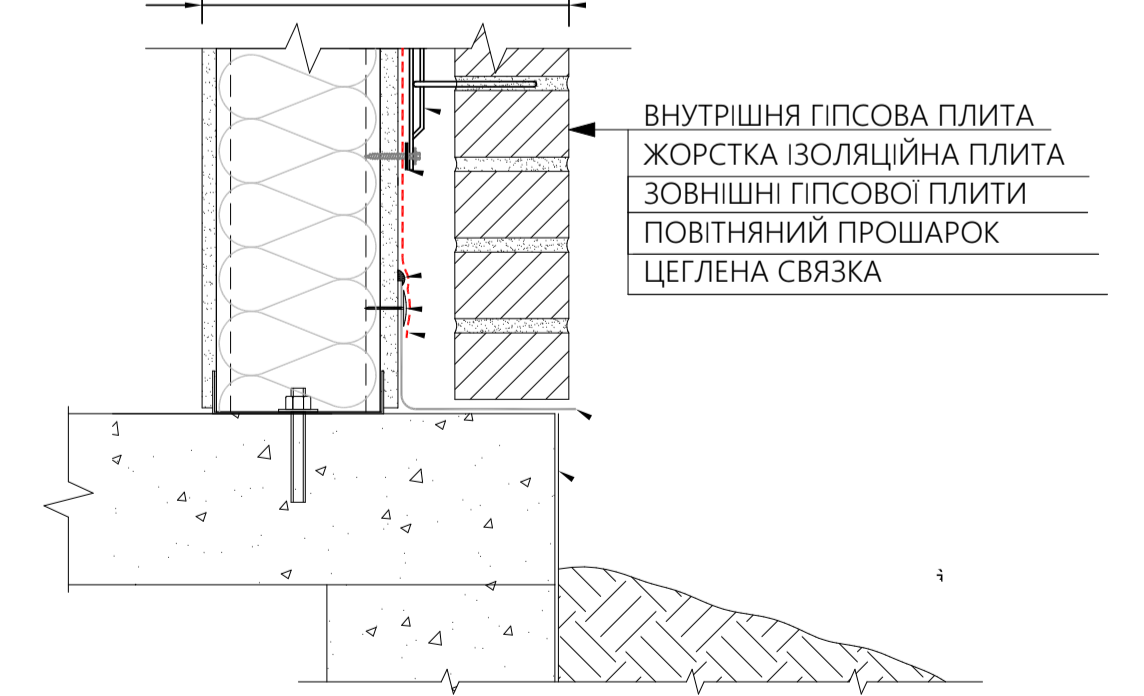
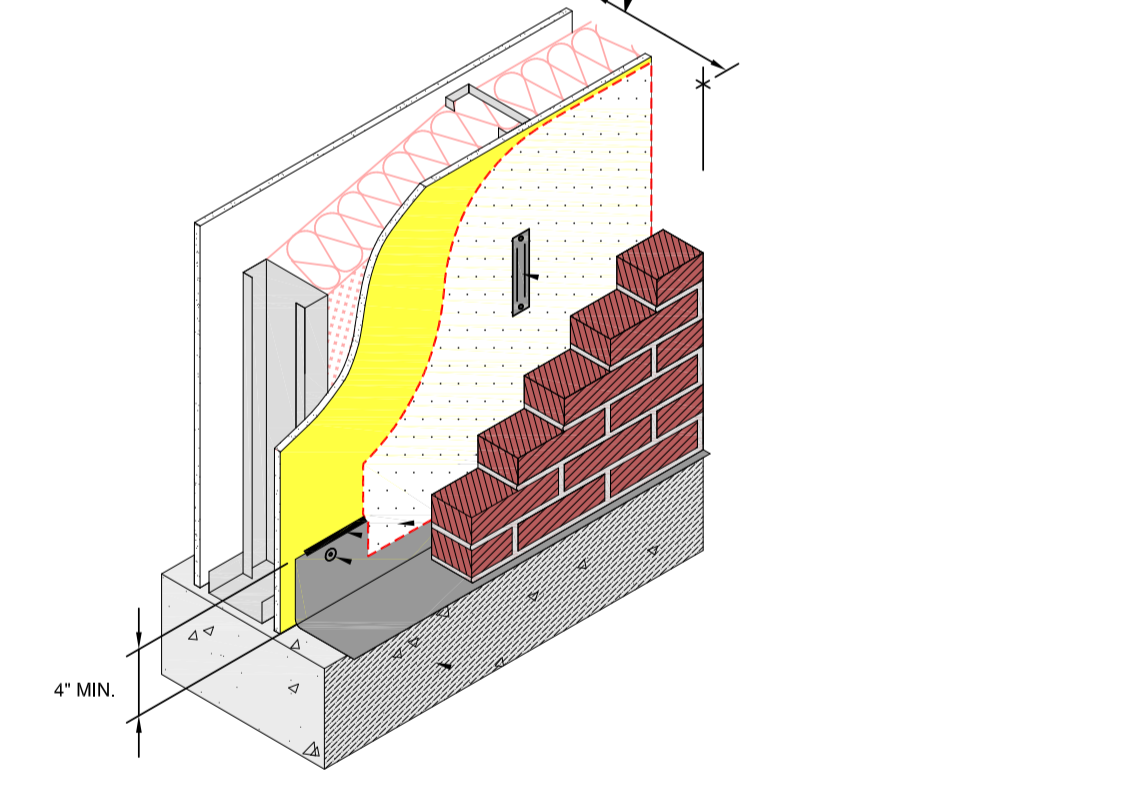


08-11 МКР.008 - АБ

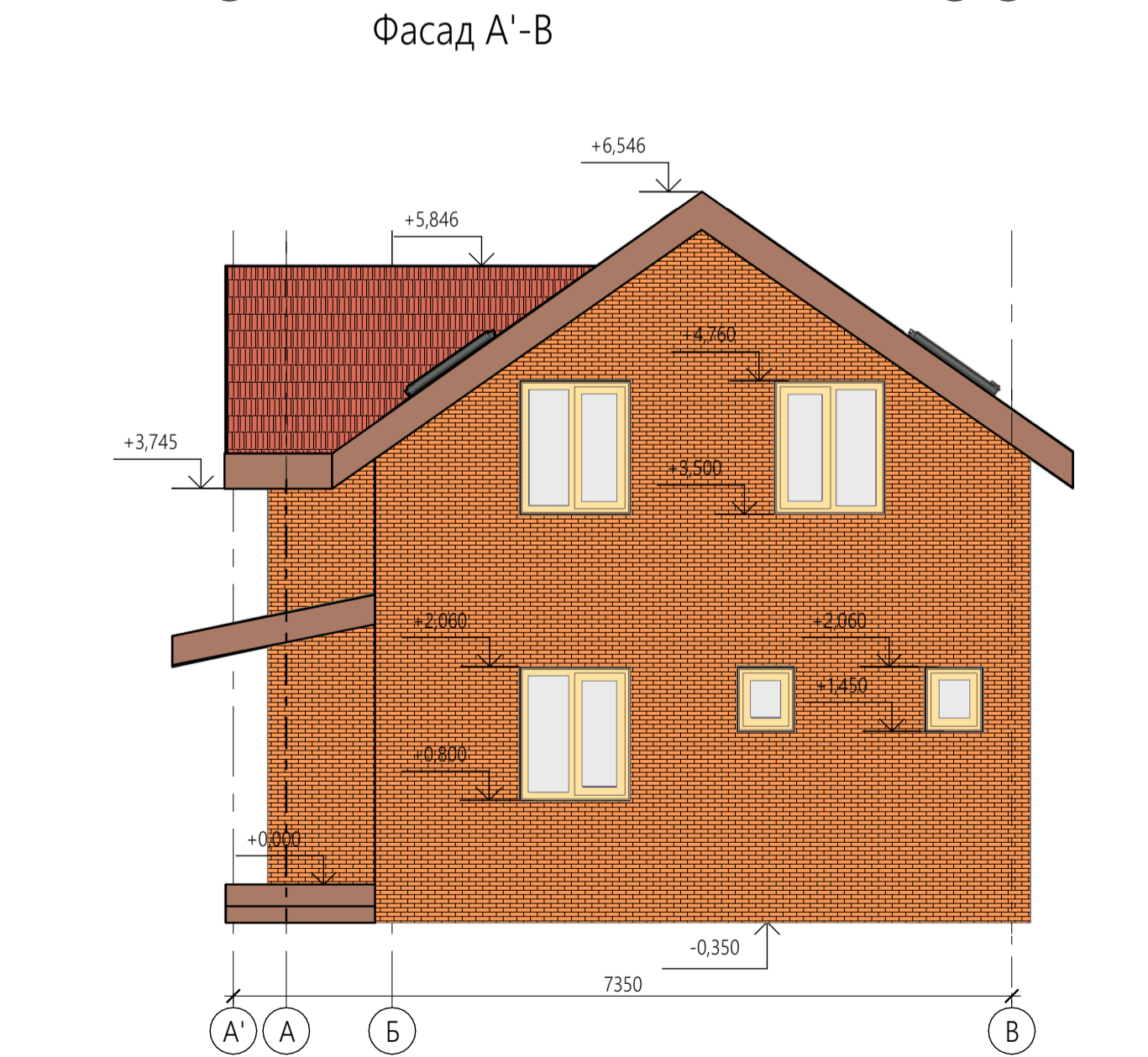
м. Луцьк				Старий	Лист	Листів
Зн.	Арх.	НФШхрн	Підпис	Дата		
Розробив	Журнальов І.В.					
Перевірив	Біс І.Г.					
Н. контроль	Майська І.В.					
Коректив	Біс І.Г.					
Опнент	Авоніні К.В.					
Замовив	Шибель В.В.					
Висновки особливості будівництва: будівництво каркасної будівлі з сталебети панелі зовнішньої оздобованості						
План 1-го по 2-го поверху, план перекриття, план покрівлі, план кроквяної системи						
						ВНТУ, зр. Б-2/нз



ВНУТРІШНЯ ГІПСОВА ПЛИТА  
ЖОРСТКА ІЗОЛЯЦІЙНА ПЛИТА  
ЗОВНІШНІ ГІПСОВІ ПЛИТИ  
ПОВІТЯНИЙ ПРОШАРОК  
ЦЕГЛЕНА СВ'ЯЗКА



ВНУТРІШНЯ ГІПСОВА ПЛИТА  
ЖОРСТКА ІЗОЛЯЦІЙНА ПЛИТА  
ЗОВНІШНІ ГІПСОВІ ПЛИТИ  
ПОВІТЯНИЙ ПРОШАРОК  
ЦЕГЛЕНА СВ'ЯЗКА

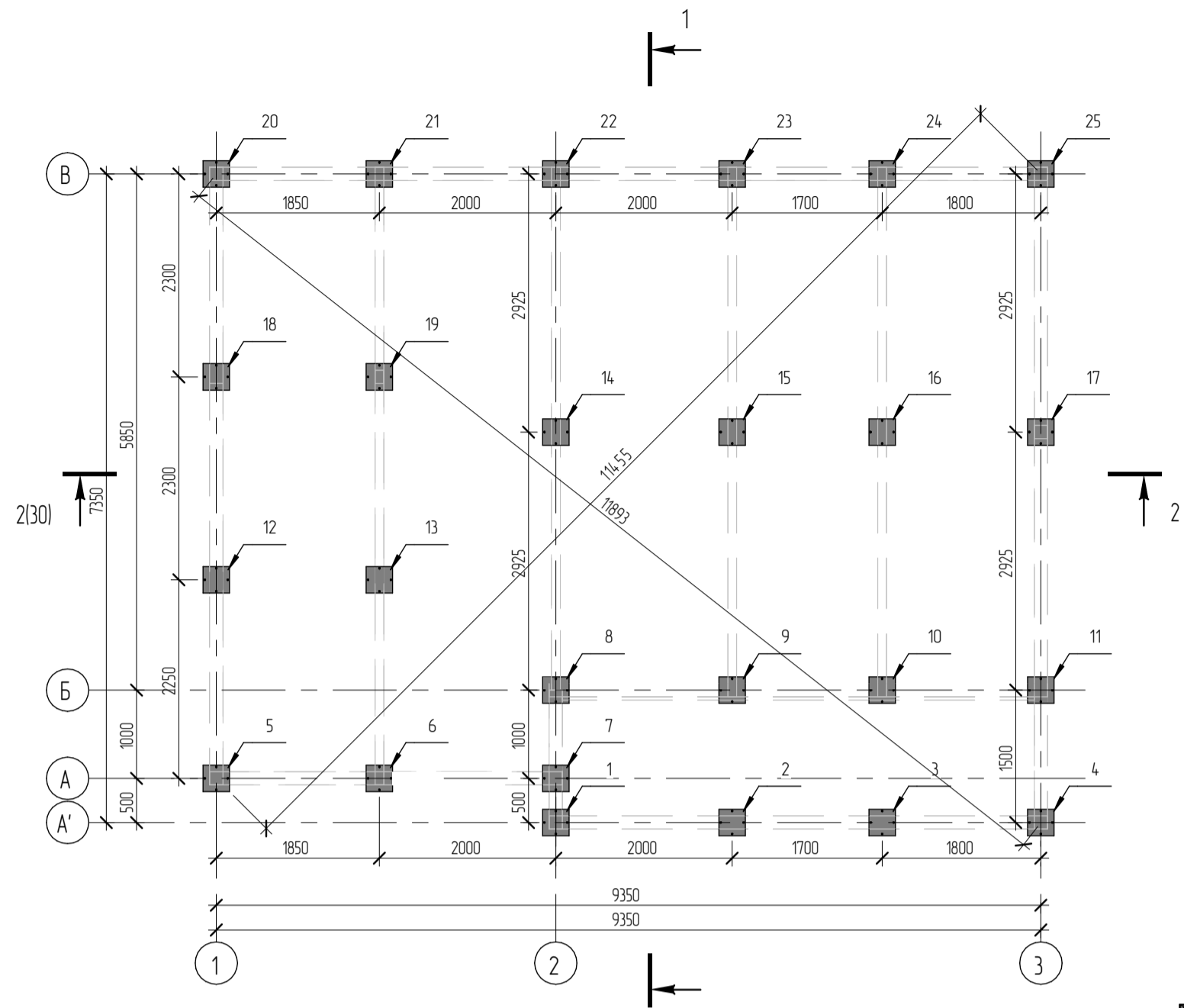


Металочерепиця  
Обрешітка 25x100мм  
Контробрешітка 50x50мм  
Гідро-вітрозахисна плівка  
Кроквяна нога - 200мм  
Пароізоляційна плівка  
Контробрешітка 20x45мм  
Вагонка

Металочерепиця  
Обрешітка 25x100мм  
Контробрешітка 50x50мм  
Гідро-вітрозахисна плівка  
Кроквяна нога - 200мм  
Пароізоляційна плівка  
Контробрешітка 20x45мм  
Вагонка

					08-11 МКР.008 - АБ			
					М. Луцьк			
Знач.	Арх.	Н/Вказ.	Підпис.	Дата.	Технологічна особливост. зведення каркасних будівель з сталежелезобетонними конструкціями	Стандія	Лист	Листов
Розробив	Жиральов І.В.					п		
Перевірив	Бікс В.С.							
Н. контроль	Мавська І.В.							
Керувач	Бікс В.С.							
Опонаент	Андрюха К.В.				План загального призначення, фасади, розрізи, вузли			ВНТУ, гр. Б-2/143
Затвердив	Шевць В.В.							

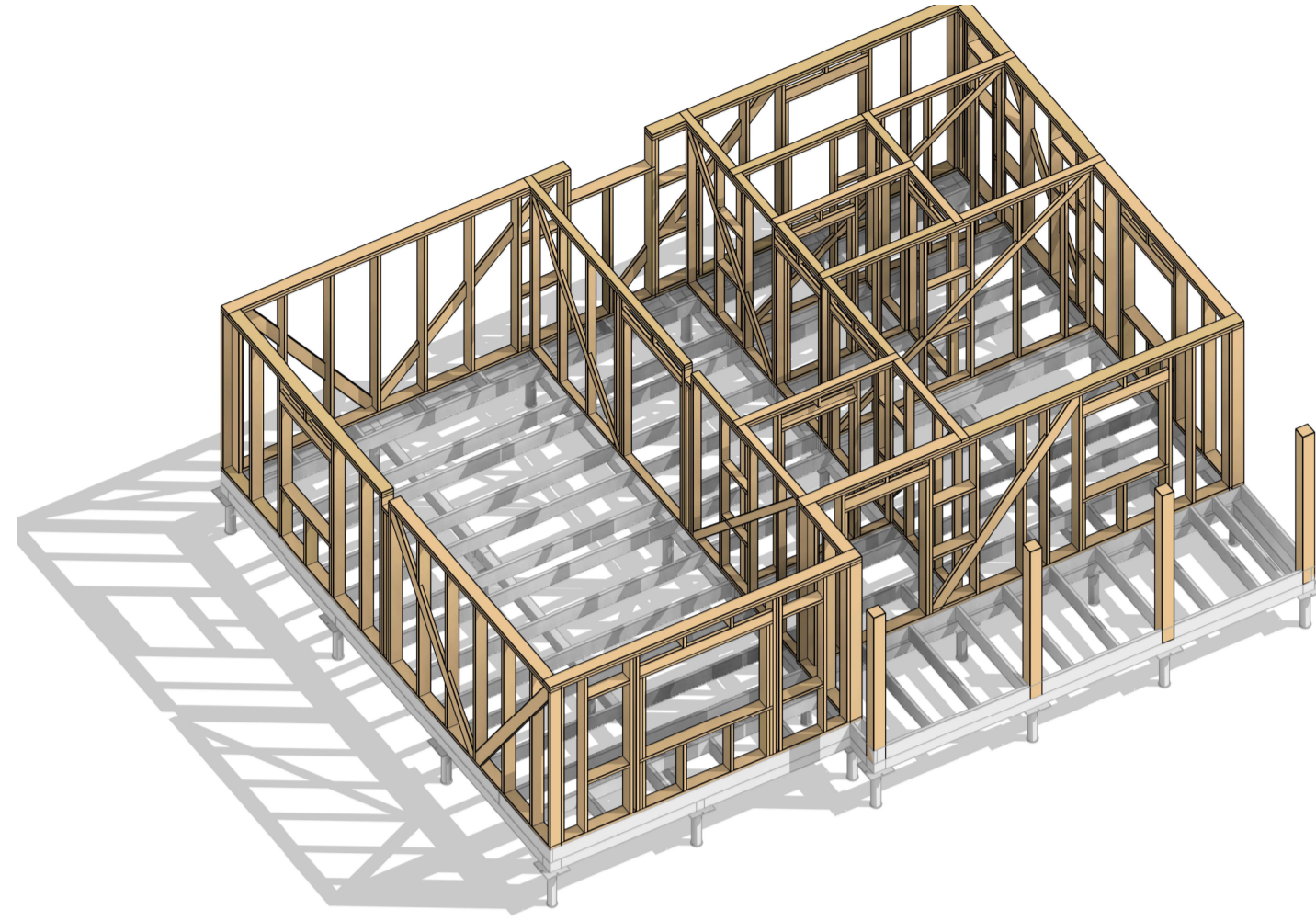
План розташування палів



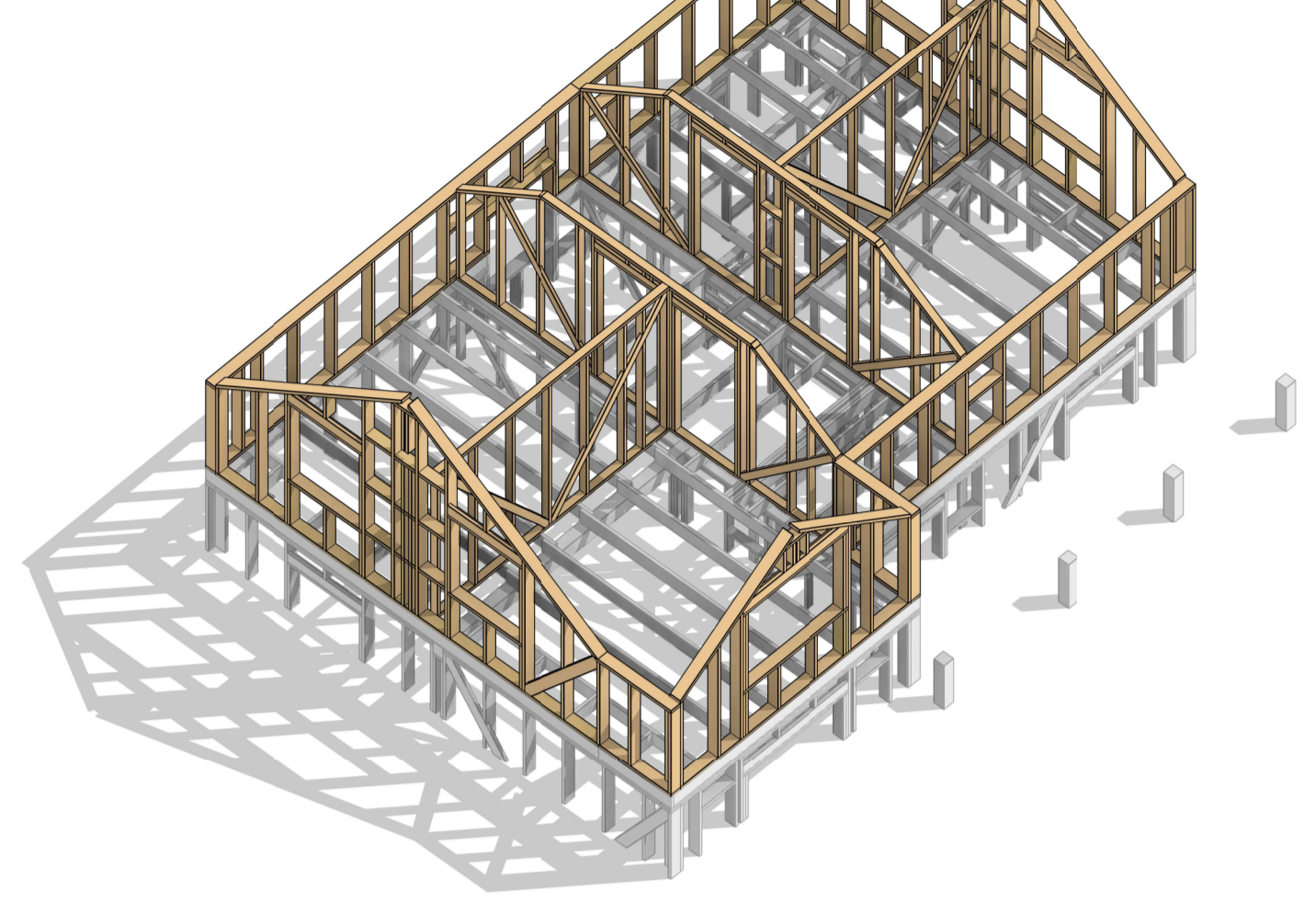
Експлікація палів

Позначення палів	Марка палів	Відмітка верху	Відмітка низу	Примітка
1-25	СВС 108(4)-300(4)-2,5	-0,350	-2,677	25Ш108(4)

План каркасу 1-го поверху



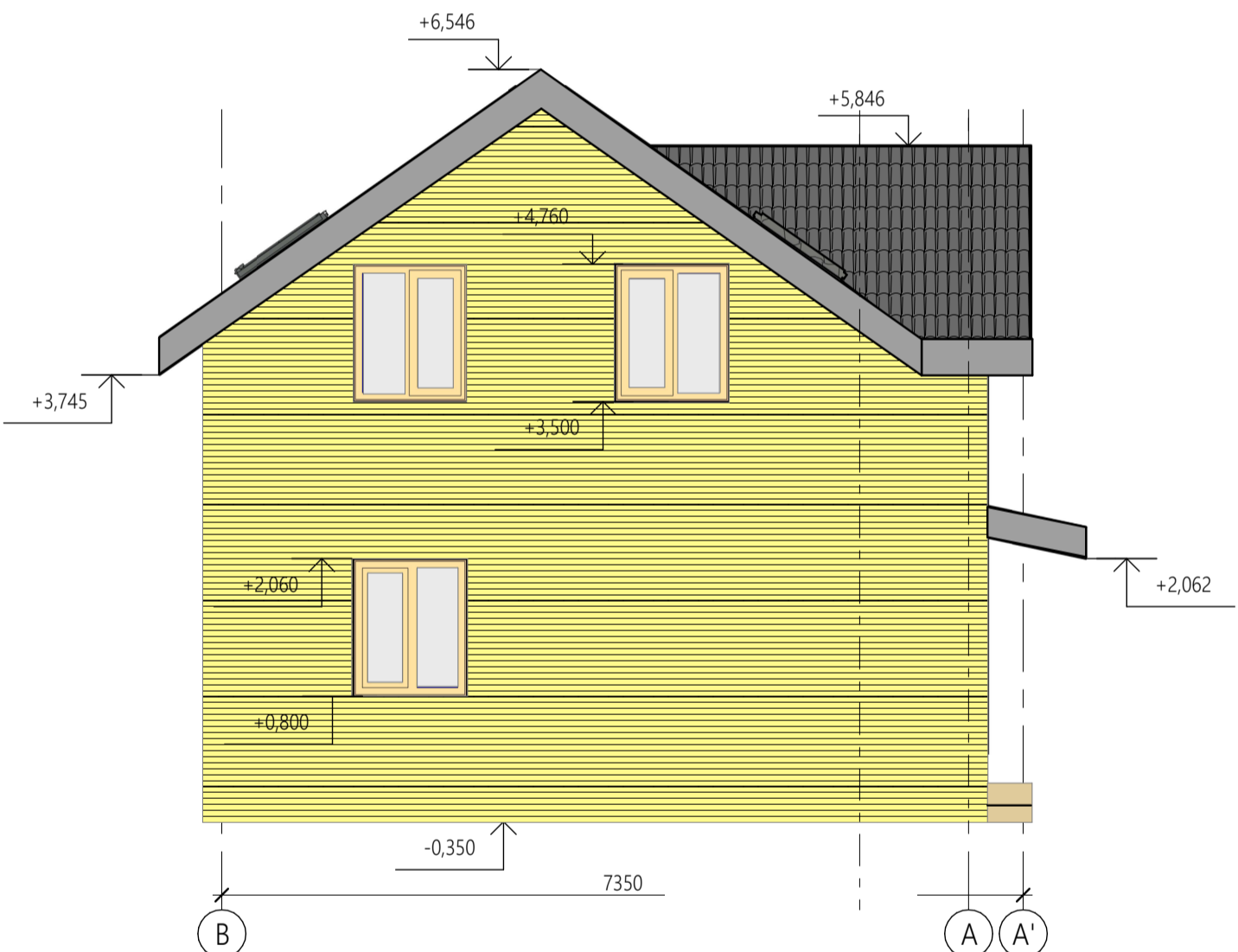
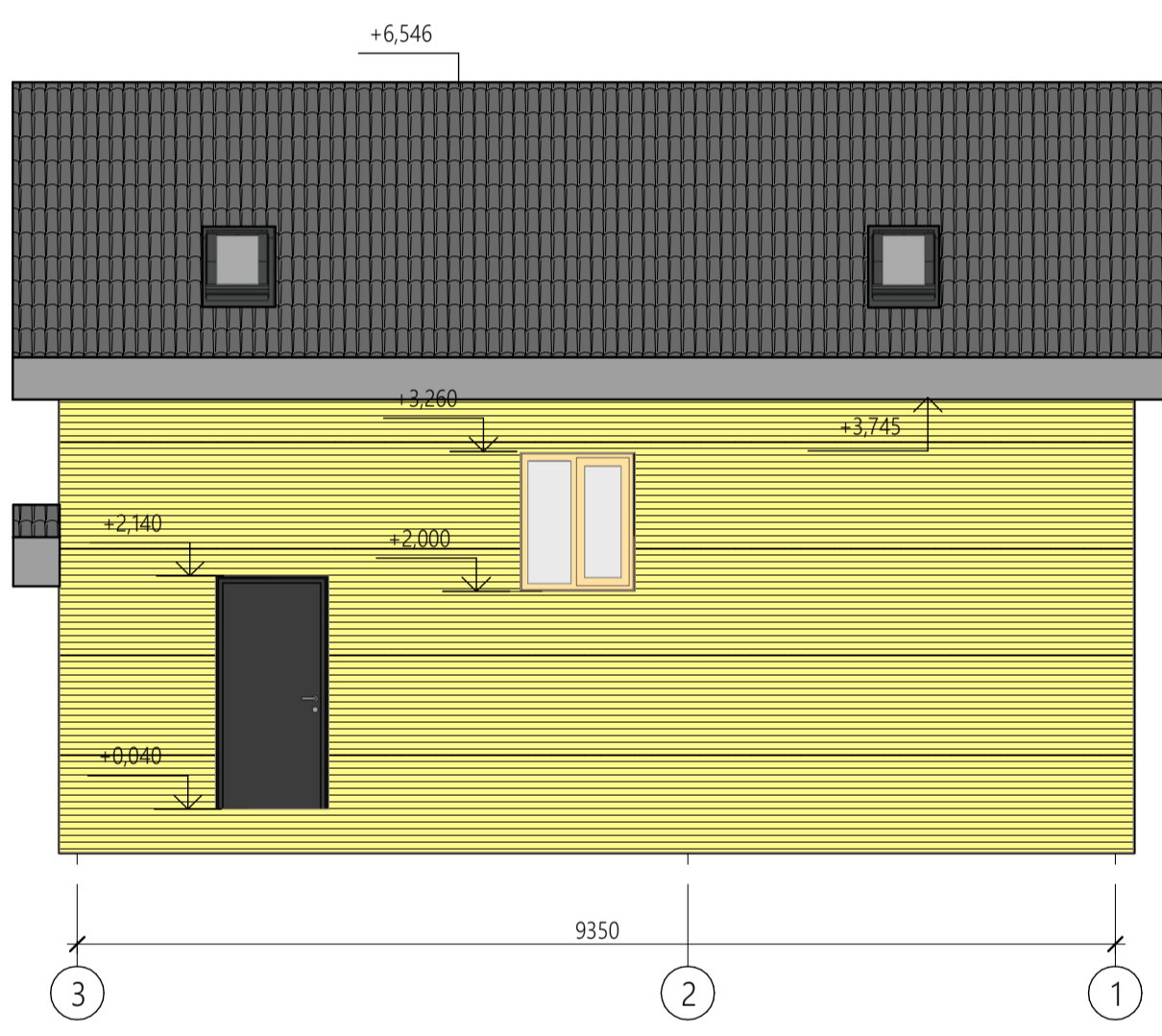
План каркасу 2-го поверху



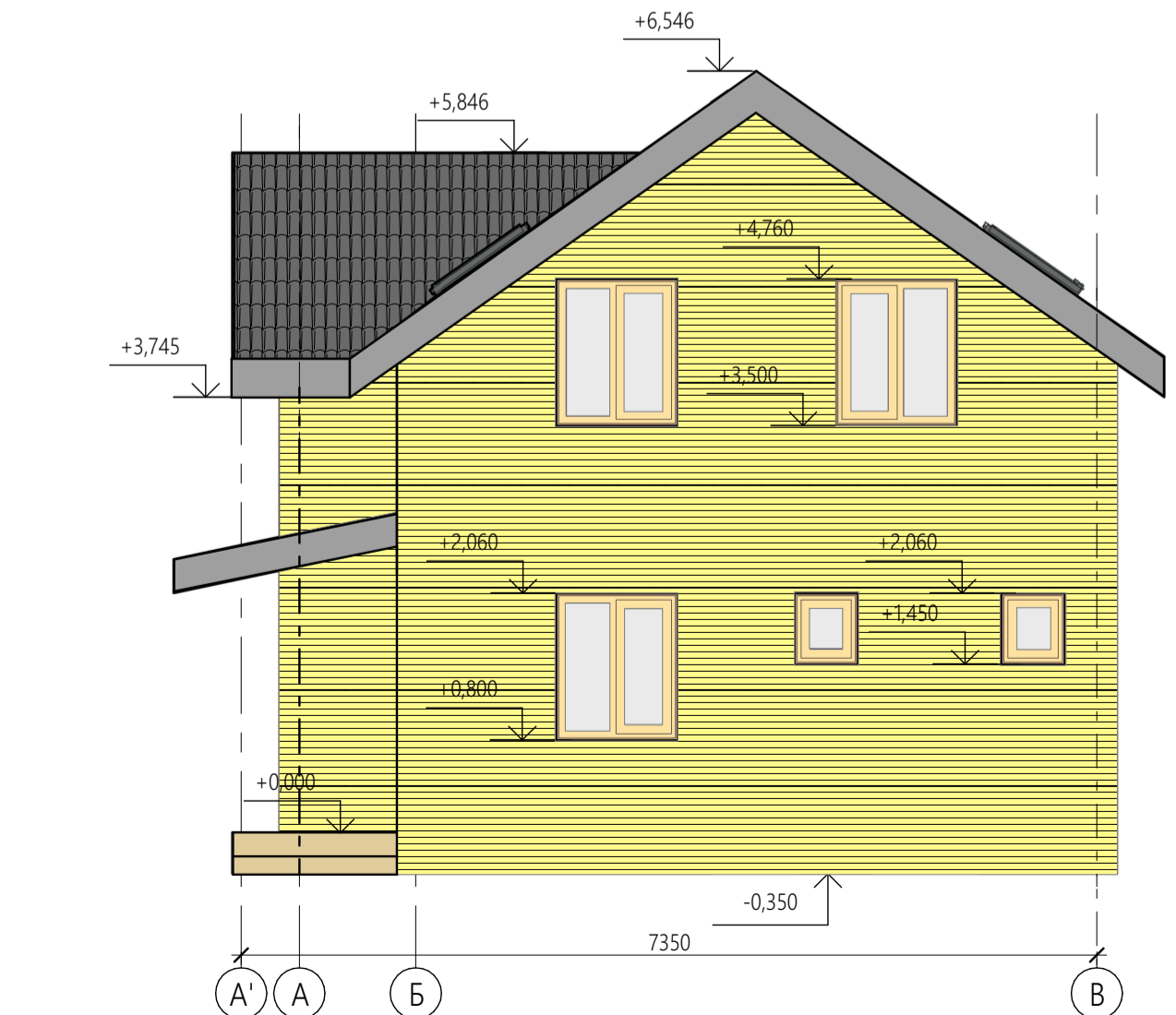
Фасад 1-3



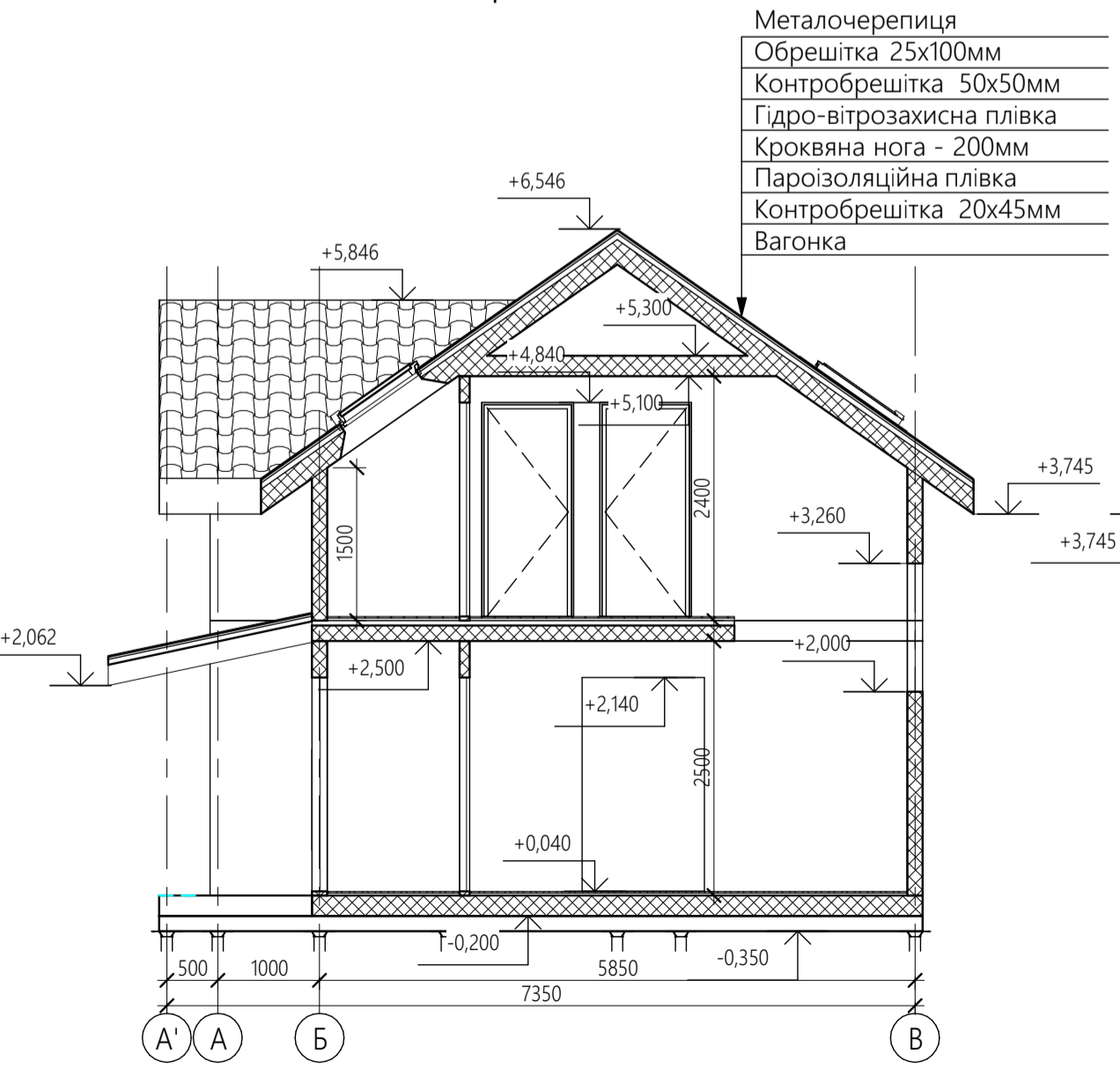
Фасад 3-1



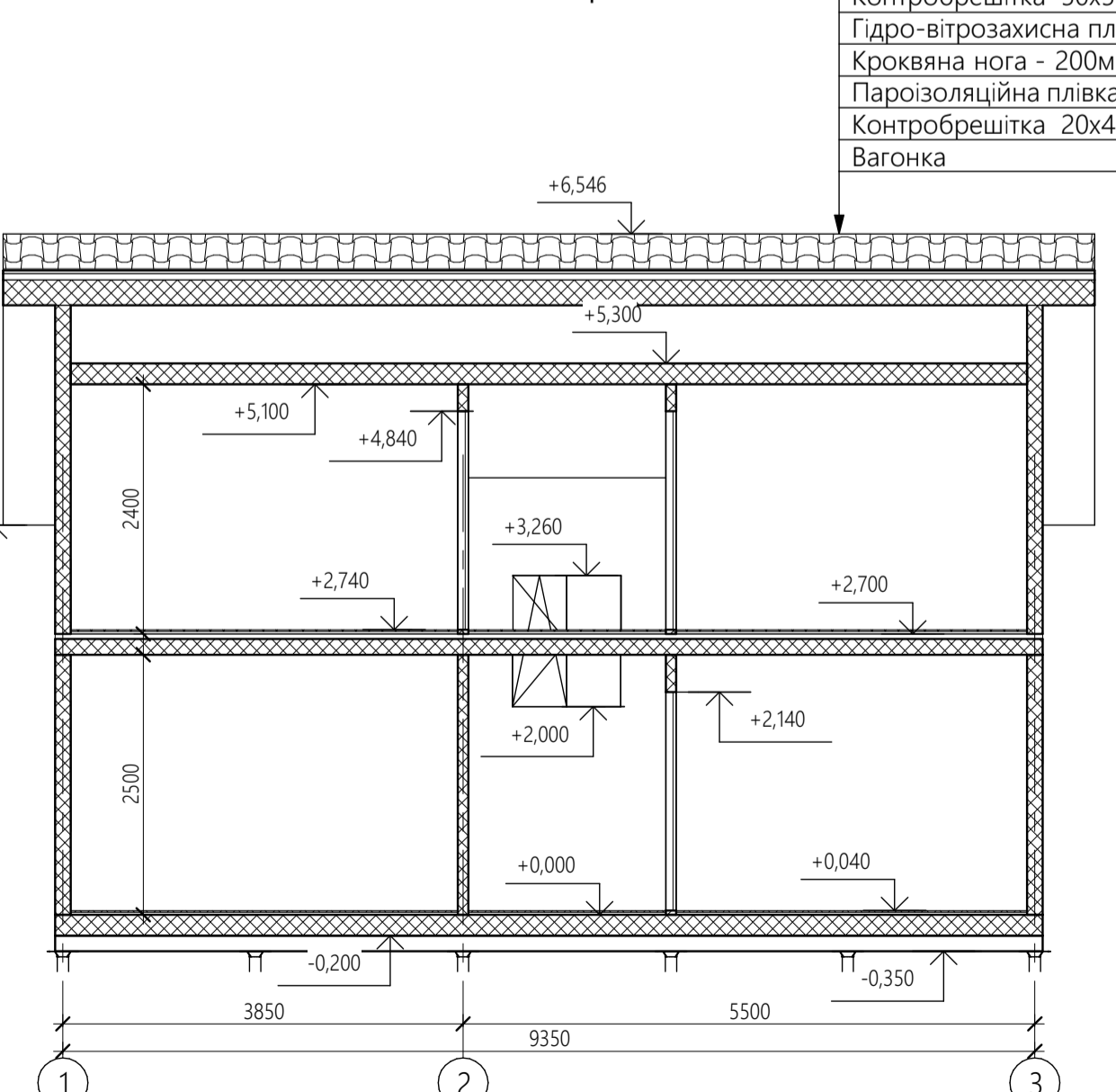
Фасад А'-В



Розріз 1-1

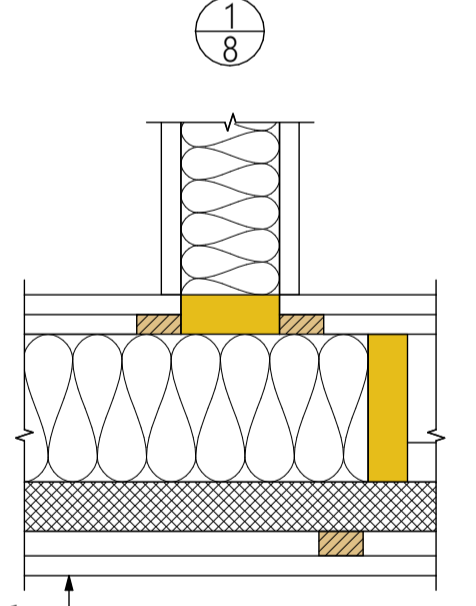


Розріз 2-2

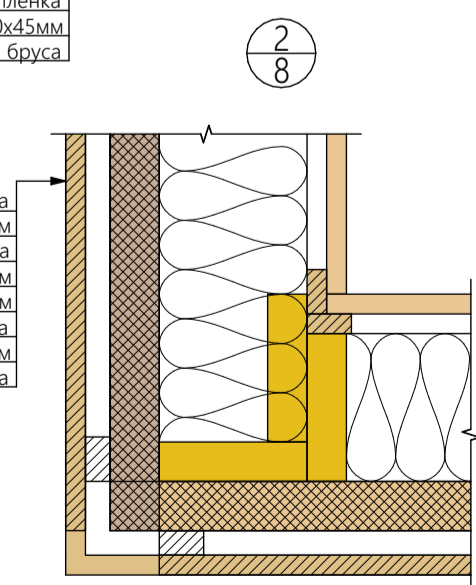


Специфікація елементів стін

Поз.	Найменування	Позначення	Кіл.	Маса оди., кг	Примітка
	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x100, м3	1,69		423,35 м
	ДСТУ 8486-86*	Брус 40x150, м3	3,67		611,75 м
	ДСТУ 8486-86*	Брус 150x150, м3	0,20		9 м
Матеріали					
	Гідро-вітрозахисна плівка ОНДУТИС D Smart RV		122,98		0,00 м²
	Пароізоляційна плівка ОНДУТИС Smart B		291,52		0,00 м²
	Утеплювач ROCKWOOL t=200мм		84,27		8,43 м³
	Утеплювач ROCKWOOL t=200мм		122,98		18,31 м³



- Імітація бруса
- Контробрешітка 25x45мм
- Гідроізоляційна плівка
- Перехресне утеплення - 50мм
- Утеплювач ROCKWOOL 150мм
- Пароізоляційна плівка
- Контробрешітка 20x45мм
- Імітація бруса



- Імітація бруса
- Контробрешітка 25x45мм
- Гідроізоляційна плівка
- Перехресне утеплення - 50мм
- Утеплювач ROCKWOOL 150мм
- Пароізоляційна плівка
- Контробрешітка 20x45мм
- Імітація бруса

08-11 МКР008 - АБ

Знач.	Арх.	МФІ/жур.	Піс.	Дата	М. Луцьк			
Розробит	Журальов ІВ				Технічний особливості зведення каркасних будівель з сталебими проєктами заводської готовності	Станд.	Лист	Листов
Перевірит	Біс В.С.					п		
Н. контроль	Майбєжко ІВ							
Коректор	Біс В.С.							
Опонує	Анохна К.В.				План розташування палів, фасади, розрізи, вузли			ВНТУ, зр. Б-21м3
Затверд.	Ільєв В.В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	1	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Актуальність, мета, задачі, об'єкт, предмет, наукова новизна	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	2	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	3	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків (продовження)	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	4	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Класифікація сучасних технологій зведення каркасних будинків (продовження)	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	5	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Порівняльна характеристика каркасних будинків з різними типами матеріалів стін	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	6	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	7	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів (продовження)	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	8	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Дослідження типів з'єднань елементів дерев'яних каркасів (продовження)	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	9	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Графіки зниження трудомісткості монтажу індивідуальних житлових будинків	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

08-11.МКР.008-Н

## Житлова будівля

Зм.	Кільк.	Лист	№ док	Підпис	Дата				
Розробив		Журавльов І. В.				Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності	Стадія	Арқш	Арқшів
Перевіриб		Бікс Ю. С.					п	10	14
Керівник		Бікс Ю. С.							
Норм. контроль		Маєвська І. В.				Порівняння способів з'єднання елементів каркасу	ВНТУ, зр. Б-21мз		
Опонент		Анохіна К. В.							
Затвердиб		Швець В. В.							

## ВІДГУК ОПОНЕНТА на магістерську кваліфікаційну роботи

студента \_\_\_\_\_ Журавльова Ігоря Віталійовича \_\_\_\_\_  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: **Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності**

Магістерська кваліфікаційна робота Журавльова Ігоря Віталійовича присвячена питанню технологічних особливостей зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності та врахуванню можливості використання простих шарнірних з'єднань елементів каркасу для вдосконалення технологічного процесу. Робота має актуальність, відповідає поставленій меті. Вміст роботи складається з шести основних розділів.

У першому розділі проведено аналіз стану досліджуваної проблеми, існуючих технологій зведення каркасних індивідуальних житлових будівель та впливу конструкції і матеріалів панелей на швидкість монтажу та енергоефективність будинку. Магістром досліджено проблемні питання технології і організації каркасного будівництва, які роблять його трудомістким та збільшують вартість і тривалість зведення будинків. Аналіз проведений магістром показав, що вартість і ефективність технології зведення каркасних будинків залежить не лише від матеріалів заповнення каркасу, а і від типів з'єднань, що будуть застосовуватись та розміру панелей заводської готовності.

У другому розділі магістром теоретико-експериментально досліджено традиційні та нові альтернативні варіанти для з'єднання елементів каркасів стін і перекриттів, їх вплив на трудомісткість, тривалість монтажу, кваліфікацію робітників, а також на довговічність, міцність та стійкість будівлі. Проведено моделювання цих впливів та виявлено, що несуча здатність вузлового з'єднання на основі конекторів значно перевищує несучу здатність традиційних болтових з'єднань чи анкерних на кутиках. Це суттєво розширює можливості проектування каркасних будівель в умовах підвищеного статичного навантаження та за наявності, наприклад, сейсмічної активності. Таким чином можна будувати каркасні будинки більшої поверховості та площі, наприклад, у багатоквартирному варіанті. Також цікавим є варіант вузлового безболтового з'єднання.

Третій розділ присвячений аналізу результатів досліджень каркасних технологій зведення житлових будинків з використанням різних матеріалів та зменшення трудомісткості з'єднань.

Четвертий розділ містить архітектурно-планувальну та конструктивну розробку індивідуального житлового будинку у двох варіантах рішень: з дерев'яним каркасом та заповненням сендвіч-панелями на фундаментах із паль та з панелей заводської готовності на металевому каркасі з підвалом. Наведені всі необхідні архітектурні рішення, розроблено технологію зведення каркасної будівлі у варіанті з краном та лише ручною працею.

П'ятий розділ магістерської кваліфікаційної роботи присвячено заходам з охорони праці та життєдіяльності при проведенні будівельно-монтажних робіт з урахуванням технологічних особливостей процесу каркасного будівництва.

У шостому розділі роботи магістрантом обчислено економічний ефект при порівнянні варіантів зведення огорожувальної конструкції стіни із панелей заводської готовності і традиційної цегляної стіни.

Робота містить певну практичну цінність, а саме – запропоновані рішення стосовно вдосконалення технології зведення каркасних будинків дозволяють знизити трудомісткість процесу та пришвидшити збирання будівель, знизити таким чином їх вартість.

Виявлені такі основні недоліки роботи:

- у першому розділі наведено мало посилань на інформаційні та літературні джерела;

- не пророблені графічні матеріали, які стосуються технології та організації зведення каркасу індивідуального житлового будинку;

- варто б було більш детально дослідити запропоновані типи з'єднань елементів каркасу на вогнестійкість.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною і практичною цінністю результатів магістерська кваліфікаційна робота Журавльова Ігоря Віталійовича "Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності" є завершеною науковою роботою, відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою підготовки «Промислове та цивільне будівництво», а її автор заслуговує на оцінку «В» (82) – добре.

**Опонент**

Доц. каф. ІСБ, к.т.н.

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



К. В. Анохіна

(ініціали, прізвище)

М.П.

Печатка установи, організації опонента

**ВІДГУК**  
**керівника магістерської кваліфікаційної роботи**  
студента Журавльова Ігоря Віталійовича  
(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: Технологічні особливості зведення каркасних будинків з  
стіновими панелями заводської готовності

Робота магістра Журавльова Ігоря Віталійовича присвячена вирішенню важливої науково-практичної задачі – удосконаленню технологічних особливостей зведення каркасних будинків з елементів індустріального виробництва.

Робота є актуальною для розвитку сучасного житлового будівництва, відповідає поставленому завданню та складається з шістьох розділів.

Перший розділ присвячено аналізу стану питання щодо існуючих технологій каркасного будівництва, їх переваг та недоліків, варіантам застосовуваних стінових конструкцій, їх ефективності у розрізі технології зведення індивідуальних житлових будинків та з точки зору сучасних вимог енергоефективності.

У другому розділі магістром теоретико-експериментально досліджено основні види з'єднань елементів каркасу та огорожуючих стінових сендвіч-панелей та змодельовано їх вплив на різні технологічні параметри зведення і на надійність будівлі. Наведено порівняння альтернативних сучасних варіантів з'єднань із традиційними, дано рекомендації щодо використання запропонованих видів з'єднань повної заводської готовності.

У третьому розділі проведено аналіз результатів досліджень щодо використання сучасних каркасних технологій зведення житла та виділено основні фактори, які можуть удосконалити технологію монтажу та трудомісткість: тип з'єднувальних елементів, розмір сендвіч-панелей, ступінь заводської готовності як з'єднань, так і частин самого каркасу, площа будівлі.

Четвертий розділ містить архітектурні, конструктивні та технологічні рішення технічного об'єкта – індивідуального житлового будинку каркасного типу. Також розроблено генеральний план території котеджного містечка у передмісті м. Луцьк, де можна запропонувати зведення малоповерхової типової житлової забудови із швидкозбірних каркасних конструкцій.

П'ятий розділ роботи присвячено основним питанням охорони праці та життєдіяльності при проведенні будівельно-монтажних робіт з урахуванням технологічних особливостей процесу.

У шостому розділі магістрантом обчислено економічну складову для зведення індивідуального житлового будинку у варіанті ефективного швидкомотованого каркасу та традиційної цегляної кладки.

Практична цінність роботи полягає у тому, що запропоновані заходи удосконалення технології зведення каркасних будинків можуть знизити вартість монтажу за рахунок відмови від використання кранів, знизити трудомісткість ручної праці за рахунок використання простих надійних з'єднань, розширення варіантів каркасних будинків від індивідуальних до



багатоквартирних за рахунок використання з'єднань на конекторах для каркасів із клеєного бруса.

За час виконання магістерської роботи Журавльов І. В. проявив організованість і самостійність у прийнятті проектних рішень, обізнаність в галузі технологій сучасного житлового будівництва, провів змістовний аналіз різноманіття технологічних рішень каркасних будинків індивідуального типу. Матеріал роботи апробовано на науково-технічній конференції ВНТУ.

У роботі виявлені такі недоліки:

- не достане використання програмних продуктів для моделювання роботи каркасу будинку зі змною типу з'єднання його елементів;
- недостатнє пропрацювання організаційно-технологічних рішень по зведенню технічного об'єкту;
- наявні недоліки в оформленні пояснювальної записки та графічного матеріалу.

За актуальністю теми, обсягом виконаних досліджень, новизною, теоретичною і практичною цінністю результатів магістерська кваліфікаційна робота Журавльова Ігоря Віталійовича "Технологічні особливості зведення каркасних будинків з стіновими панелями заводської готовності" є завершеною науковою роботою, відповідає вимогам до кваліфікаційних робіт на здобуття наукового ступеня магістра зі спеціальності 192 – Будівництво та цивільна інженерія за освітньо-професійною програмою підготовки «Промислове та цивільне будівництво», а її автор заслуговує на оцінку «В»(82) – добре.

Керівник магістерської  
кваліфікаційної роботи

доцент каф. БМГА, к.т.н., доцент  
(посідає науковий ступінь, вчене звання)



(підпис)

Бікс Ю. С.  
(ініціали, прізвище)