


Вінницький національний технічний університет  
(повне найменування вишого навчального закладу)  
Факультет будівництва, цивільної та екологічної інженерії  
(повне найменування інституту, назва факультету (відділення))  
Кафедра будівництва, міського господарства та архітектури  
(повна назва кафедри (предметної, школової комісії))

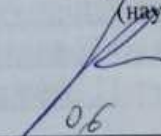
## МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему:  
Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі  
малоповерхового житлового будинку (місто Летичів)

Виконала: студентка 2 курсу, групи Б-21мз  
спеціальності 192 «Будівництво  
та цивільна інженерія»  
(шифр і назва напрямку підготовки, спеціальності)


 Антонюк Т.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник: д.т.н, проф.,  
(науковий ступінь, посада)

 Сердюк В.Р.  
(прізвище та ініціали)

« 15 » 06 20 р.

Опонент: к.т.н, доцент  
(науковий ступінь, посада)

 Слободян Н.М.  
(прізвище та ініціали)

« 15 » 06 20 р.

Допущено до захисту  
Завідувач кафедри БМЕА  
 В.В. Швець  
(підпис) (прізвище та ініціали)  
« 18 » 06 2023 року

Вінниця ВНТУ - 2023 рік

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



## ЗАВДАННЯ НА МАГІСТЕРСЬКУ КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

Антонюк Тетяні Сергіївні

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів)

керівник роботи Сердюк В.Р., д.т.н, проф.

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

затверджені наказом закладу вищої освіти від «20» березня 2023 року № 68

2. Строк подання студентом роботи 20 березня 2023 року

3. Вихідні дані до роботи: Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкта проектування, результати інженерно-геологічних вишукувань. Передбачається проектування одноповерхової житлової будівлі з несучими стінами із газобетону. Будинок без підвалу, з гаражем. Перекриття балочне. Покрівля скатна.

4. Зміст текстової частини: Вступ (актуальність та новизна наукових досліджень, об'єкт, предмет, мета і задачі, методи досліджень, апробація)

1. Науково-дослідна частина (огляд літературних джерел. Аналіз ринку композитної арматури. Аналіз ринку житлового фонду на терені пострадянських країн у порівнянні з розвиненими країнами світу. Критерії заміни сталюї арматури композитною в малоповерховому будівництві. Екологічні аспекти використання композитної арматури в малоповерховому житловому будівництві).

2. Архітектурно-будівельні рішення технічного об'єкта (Креслення поверхів, розрізи фасадів, креслення дахового переkritтя, віконні та дверні заповнення, експлікація підлоги, теплотехнічний розрахунок армопоясу, схема армування армопоясу композитною арматурою).

3. Розробка способів муфтового з'єднання композитних прутів.



4. Економічна частина (визначення економічного ефекту від впровадження результатів наукової розробки на прикладі технічного об'єкта).

5. Розробка заходів з охорони праці

6. Висновки








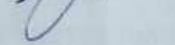
5. Перелік ілюстративного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслеників)

1. Науково-дослідний розділ – 5 арк. (плакати, що ілюструють результати науково-дослідної роботи)

2. Архітектурно-будівельні рішення – 4 арк. (фасад, плани, план покрівлі, розріз, вузли)

3. Муфтове з'єднання – 1 арк. (робочі кресленики)

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		Завдання видав	Завдання перевірів
Наукова розділ (1,2,3)	Сердюк В.Р.		
Технічна частина	Сердюк В.Р.		
Охорона праці	Сердюк В.Р.		
Економічна частина	Сердюк Т.В.		

7. Дата видачі завдання 10.03.2023 року

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Ч.ч.	Назва етапів магістерської кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	Складання вступу до МКР	01.02-06.02.23	
2	Науково-дослідна частина	07.02-12.03.23	
3	Архітектурно-будівельні рішення	13.03-25.03.23	
4	Розробка композитних з'єднань	27.03-03.04.23	
5	Економічна частина	10.04-20.04.23	
6	Охорона праці та цивільний захист	21.04-05.05.23	
7	Оформлення МКР	06.05-14.05.23	
8	Подання МКР на кафедру для перевірки	15.05-20.05.23	
9	Попередній захист	29.05-31.05.23	
10	Опонування	29.05-03.06.23	

Студент  Антонюк Т.С.

( підпис ) ( прізвище та ініціали )

Керівник роботи  Сердюк В.Р.

( підпис ) ( прізвище та ініціали )

## АНОТАЦІЯ

УДК 624.15

Антонюк Т.С. Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів). Магістерська кваліфікаційна робота зі спеціальності 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», освітня програма – «Промислове та цивільне будівництво». Вінниця: ВНТУ, 2023. 115 с. Укр. мовою. Бібліогр.: 55 назв; рис. 41; табл. 14.

Магістерська кваліфікаційна робота присвячена вивченню питання доцільності актуальності використання композитної арматури, як альтернативи класичній сталій арматурі.

В науковій частині даної роботи проведено аналіз наукових теоретичних та практичних досліджень технічно експлуатаційних характеристик композитної арматури. Досліджено вплив її життєвого циклу на стан навколишнього середовища. Додатково, для обґрунтування актуальності вибраної теми роботи, проведено аналітичне дослідження світових тенденцій у розвитку малоповерхового житлового фонду.

У технічній частині, базуючись на результатах наукових досліджень, показано приклади реалізації заміни сталюї арматури на композитну на вибраному будівельному об'єкті. Акцент роботи зроблено на екологічну та економічну перевагу композитних стрижнів при будівництві малоповерхового житла.

Графічна частина містить 10 аркушів.

В економічній частині за допомогою програмного комплексу АВК, проведено калькуляцію різних варіантів армування армопоясу. Зроблено висновки, щодо доцільності використання композитів.

У розділі охорона праці було розглянуто загальні правила техніки безпеки при виконанні будівельних виконання робіт, організації будівельного майданчика та робочого процесу.

Ключові слова: композитна арматура, малоповерхове житлове будівництво, перспективи композитної арматури, муфтові з'єднання композитних прутів.

## ABSTRACT

UDC 624.15

Antonyuk T.S. Composite fittings in the construction of low-rise housing on the example of a low-rise residential building (the city of Letychiv). Master's qualification thesis on specialty 192 - "Construction and civil engineering", educational program - "Industrial and civil construction". Vinnitsa: VNTU, 2023. 115 p. Ukraine language Bibliography: 55 titles; Fig. 41; table 14

The master's thesis is devoted to the study of the feasibility and relevance of the use of composite reinforcement as an alternative to classic steel reinforcement.

In the scientific part of this work, an analysis of scientific theoretical and practical studies of the technical operational characteristics of composite reinforcement was carried out. The impact of its life cycle on the state of the environment was studied. In addition, to justify the relevance of the selected work topic, an analytical study of global trends in the development of low-rise housing stock was conducted.

In the technical part, based on the results of scientific research, examples of the implementation of replacement of steel reinforcement with composite at the selected construction site are shown. The emphasis of the work is on the ecological and economic advantage of composite rods in the construction of low-rise housing.

The graphic part contains 10 sheets.

In the economic part, with the help of the AVK software complex, the calculation of various options for armobelt reinforcement was carried out. Conclusions have been made regarding the expediency of using composites.

In the occupational health and safety section, the general safety rules for construction work, organization of the construction site, and the work process were considered.

Key words: composite reinforcement, low-rise residential construction, prospects of composite reinforcement, sleeve joints of composite rods.

## ЗМІСТ

ВСТУП	9
РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ	13
1.1 Екологічні, соціальні та економічні передумови використання композитної арматури в Україні	13
1.2 Види композиційної арматури	17
1.3 Експлуатаційні характеристики композитних арматур	22
1.4 Зміни в нормативно-правовій базі композитних матеріалів в Україні	34
Висновок до 1-го розділу	38
РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗРОСТАННЯ ОБСЯГІВ БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛА	40
2.1 Ключові фактори розвитку популярності та сучасні тенденції зростання обсягів будівництва малоповерхових житлових будівель в розвинених країнах світу	40
2.2 Сучасні тенденції будівництва житла в пострадянських країнах	49
Висновок до 2 розділу	52
РОЗДІЛ 3. АКТУАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ	53
3.1 Конструктивні елементи та вироби з використанням композитної арматури	53
3.2 Визначення екологічного ефекту від використання композитної арматури	57
Висновок до 3-го розділу	58
РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА	60
4.1 Архітектурно-будівельні рішення	60
4.1.1 Район будівництва	60
4.1.2 Об'ємно-планувальне рішення	61

4.2	Опис основних прийнятих конструктивних рішень	62
4.2.1	Цоколь	62
4.2.2	Стіни і перегородки	62
4.2.3	Мощення	64
4.2.4	Перекриття	64
4.2.5	Перемички	65
4.2.6	Вікна та двері	66
4.2.7	Сходи	67
4.2.8	Підлога	68
4.3	Заміни сталевної арматури на композитну при виконанні армопоясу	70
4.4	Розробка способу муфтового з'єднання між собою прутів композитної арматури	76
	Висновок до 4-го розділу	82
	РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА	84
	Висновок до 5-го розділу	91
	РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ	93
6.1	Сучасний стан охорони праці	93
6.2	Реалізація європейської Директиви Ради 92/57/ЄЕ про мінімальні вимоги щодо безпеки і захисту здоров'я на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках	94
6.3.	Охорона праці при виконанні будівельних робіт	97
	Висновки за 6-м розділом	107
	ВИСНОВКИ	105
	СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	107
	ДОДАТКИ	116
	Додаток А. Протокол перевірки кваліфікаційної роботи на наявність текстових запозичень	116
	Додаток Б. Відомість графічної частини	117



## ВСТУП

Основним сучасним напрямком розвитку будівельної галузі в світі є перехід на «зелене будівництво» - нову філософію в будівництві, що об'єднує в собі низку технічних, екологічних, економічних та будівельних рішень, які в загальному покликані максимально знизити споживання енергоресурсів, покращити технічно-експлуатаційні та соціально-економічні показники будівлі, протягом усього її життєвого циклу.

Усі ці заходи мають на меті максимально знизити темпи зростання температури на планеті, що є наслідком антропогенної діяльності.

Україна, як країна учасниця Паризької конвенції, на якій було затверджено основні вимоги і принципи щодо подальшого впливу на навколишнє середовище розвитку економіки країн учасниць, взяла на себе зобов'язання щодо зменшення шкідливих викидів і досягнення до 2060 вуглецевої нейтральності.

Враховуючи, що значна частина енергоресурсів і шкідливих викидів припадає саме на будівельну галузь, досягнути поставлених цілей без реорганізації будівельної галузі країни неможливо. Зміни повинні відбуватися на всіх етапах «життєвого циклу» будівництва (LCA). Впровадження новітніх технологій, використання екологічно чистих або, як тимчасова перспектива, екологічно чистіших у порівнянні з традиційними матеріалів, оптимізація самого процесу будівництва задля зменшення енергозатрат, як на сам процес так і на обслуговування споруди в майбутньому.

Метал являється одним із основних ресурсів для виготовлення різних будівельних матеріалів, інструментів і конструкцій при будівництві. Сучасних будівель чи споруд збудованих без прямої або хоча б опосередкованої участі металу в їх LCA практично не існує, тому важко переоцінити його значимість для будівельної галузі. Але, водночас, металургійна промисловість є досить енергоємною і на неї припадає значна кількість шкідливих викидів. За даними досліджень впливу металургійної

галузі на парниковий ефект [8], в період з 1900-2015 на металургійну промисловість покладена відповідальність за 8% парникових газів. За цей період в світі було вироблено приблизно 45 Гт сталі, що призвело до викидів 147 Гт CO<sub>2</sub>-екв. І хоча за всі роки існування металургійна промисловість постійно вдосконалюється і енергозатратність процесу знизилася десь на 67%, це досягнення нівелювалося 44-кратним збільшенням річного виробництва сталі, що в свою чергу призвело до 17-кратного збільшення річних викидів парникових газів. А потреби ринку в металопрокаті з кожним роком лише зростають.

**Актуальність теми.** В основу відбудови України, відповідно до національної програми «План відновлення України», покладено принципи «зеленого будівництва» екологічність, енергоефективність та соціальна спрямованість. Такий підхід передбачає заміну, при можливості, енергоємних будівельних матеріалів і технологій екологічно чистими з низьким або нульовим вуглецевим слідом, будівництво енергоефективних будівель з нульовим або плюсовим споживанням енергоресурсів.

Враховуючи це, бачимо необхідність проведення детальнішого аналізу можливості заміни сталюї арматури композитною, як більш екологічнішою та економічно вигіднішою, у наймасовішому і перспективному секторі повоєнної відбудови України – малоповерхового житлового фонду.

**Мета і завдання дослідження.** Метою роботи є обґрунтування доцільності використання композитної арматури в малоповерховому житловому будівництві, на основі аналізу періодичних наукових видань, що базуються на теоретичних і практичних досліджень її основних властивостей.

Розробка можливих варіантів технічних рішень з'єднання між собою композитних прутів при виконанні армування в умовах будівельного майданчику без використання готових гнутих елементів та традиційних методів притаманних сталевим стрижням.

Для досягнення зазначеної мети в роботі вирішувались такі завдання:

- керуючись останніми науковими дослідженнями визначити перспективність заміни сталюї арматури композитною;
- проаналізувати ринок композитних стрижнів та досвід їх використання в розвинених країнах;
- провести аналіз ринку житлового фонду на терені пострадянського простору та розвинених країнах світу;
- обґрунтувати екологічну та економічну доцільність використання композитних арматур при будівництві малоповерхового житлового фонду.

**Об'єктом дослідження** є процес впровадження альтернативних арматур у будівництві на досвіді світової та вітчизняної будівельної галузі.

**Предметом дослідження** є теоретичні та практичні рішення при виконанні армування альтернативними видами арматур в процесі відбудови зруйновано та нового малоповерхового житлового фонду України.

**Методи дослідження.** Основою для аналітичної роботи стали теоретичні та практичні дослідження описані в наукових працях періодичних видань провідних вчених світу.

Базою для даної магістерської роботи є законодавчі та нормативні акти, статистичні дані, доступні інтернет-ресурси відповідного профільного спрямування та наукові праці зарубіжних і вітчизняних учених.

#### **Наукова новизна одержаних результатів.**

У магістерській роботі дістало подальшого розвитку питання розширення використання композитної арматури з U-подібними газобетонними блоками при виконанні армопоясів у малоповерховому житловому будівництві.

В результаті розрахунків доведено енерго-екологічна та економічна доцільність використання композитної арматури на прикладі армування нею виробів та конструкцій при малоповерхового житлового будівництва.

Було запропоновано варіанти технічних рішень муфтового з'єднання стрижнів композитної арматури при армуванні бетонних виробів і конструкцій безпосередньо на об'єкті будівництва.

### **Практичне значення одержаних результатів.**

Визначено зменшення кінцевої вартості армованих виробів, їх довговічності і корозостійкості при використанні композитної арматури та зменшення трудоемності робіт при її використанні.

Встановлений екологічний ефект від використання композитної арматури, дозволить аргументувати доцільність впровадження її масового використання в рамках енергоефективного малоповерхового будівництва .

При ефективному впровадженні муфтових з'єднань швидкого монтажу композитних прутів, зникає необхідність замовлення на виробництві готових гнутих елементів або їх заміни сталевими.

### **Публікації:**

Сердюк В.Р., Антонюк О.М., Антонюк Т.С. Композитна арматура в будівельній галузі: розширення використання. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 33 № 2 (2022) –С.25-35.

Антонюк Т. С., Сердюк В.Р. Актуальність виробництва та використання композитної арматури в . НТК. ВНТУ.

<https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17434/14677>

Антонюк О.М., Антонюк Т.С. Поліфункціональні властивості зеленої рослинності сучасного міста. ВНТУ. МНТК «Інноваційні технології в будівництві» <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/itb/itb2022/>

**Апробація роботи.** Результати роботи апробовано на ЛІІ Науково-технічній конференції факультету будівництва, цивільної та екологічної інженерії (травень 2023).

**Структура та обсяг магістерської роботи.** Магістерська робота складається зі вступу, шести розділів, які містять 14 таблиць та 41 рисунок, висновків, списку використаної літератури - 55 джерела. Загальний обсяг магістерської роботи 117 сторінок.

## **РОЗДІЛ 1. АКТУАЛЬНІСТЬ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ**

### **1.1 Екологічні, соціальні та економічні передумови використання композитної арматури в Україні**

В результаті повномасштабної військової агресії, Україна зазнає значних руйнувань цивільної та промислової інфраструктури. Так за оцінками KSE [2] збитки завдані житловому фонду на листопад 2022 року оцінювалася у \$54 млрд.(за грудень 2022 ця сума зросла ще на \$1.5 млрд.), втрата промисловості і підприємств склала \$13 млрд., руйнування інфраструктури оцінюють в \$35,6 млрд.

Загалом за 9 місяців пошкоджено або зруйновано 149.3 тис житлових будинків, серед яких: 131.4 тис приватних будинків, 17.5 тис — багатоквартирних та 280 гуртожитків, понад 3 тисячі освітніх закладів, з них: 1.4 тис — середньої освіти, 865 — дошкільної, 505 — вищої освіти. Також за підсумками грудня 2022 року зазнали руйнувань чи пошкодження 907 закладів культури, 168 спортивних закладів, 157 об'єктів туризму та 95 релігійних об'єктів.

Відбудова та реконструкція величезного об'єму зруйнованого будівельного фонду, потребує величезних капіталовкладень. Нажаль, будівельна галузь України і в довоєнні роки показувала негативну динаміку свого розвитку [3], що було обумовлено низкою економічних та соціальних факторів.

Вартість металу, як одного з основних сировинних матеріалів будівництва, на пряму впливає на кінцеву вартість об'єкту. Сьогодні, через військові дії на території України, значно скоротилося виготовлення продукції металургійної промисловості в країні, багато промислових районів і підприємств України знищені повністю. Так за даними видання UkraineInvest [4], в довоєнний 2021 рік, металургійна промисловість отримала приріст виручки на 81% у порівнянні



з 2020 роком, проте за перше півріччя війни виробництво скоротилося на 53% у порівнянні з 2021 роком. Зазнав негативних змін і ринок експорту продукції металургійної галузі, спад експорту коливається в межах 33-45%. Після закінчення бойових дій, Україну чекає гострий дефіцит металопродукції такої необхідної для відновлення і відбудови зруйнованого війною.

Зміна вартості металу на українському ринку в період з 2010 по 2023 рр. зображена на рис. 1.1 [5]. По ньому видно, що зараз відбувається динамічне здорожчання металу. Для прикладу в країнах ЄС станом на лютий 2023 року, вартість металу на оптових продажах склала 790 євро/т.

Враховуючи високу вартість металу, а також обмеженість запасу руд, придатних для забезпечення безперервно зростаючих потреб сталі та дефіцитних легуючих добавок при її виробництві композитна арматура вже давно розглядається як альтернативний композиційний матеріал [6].

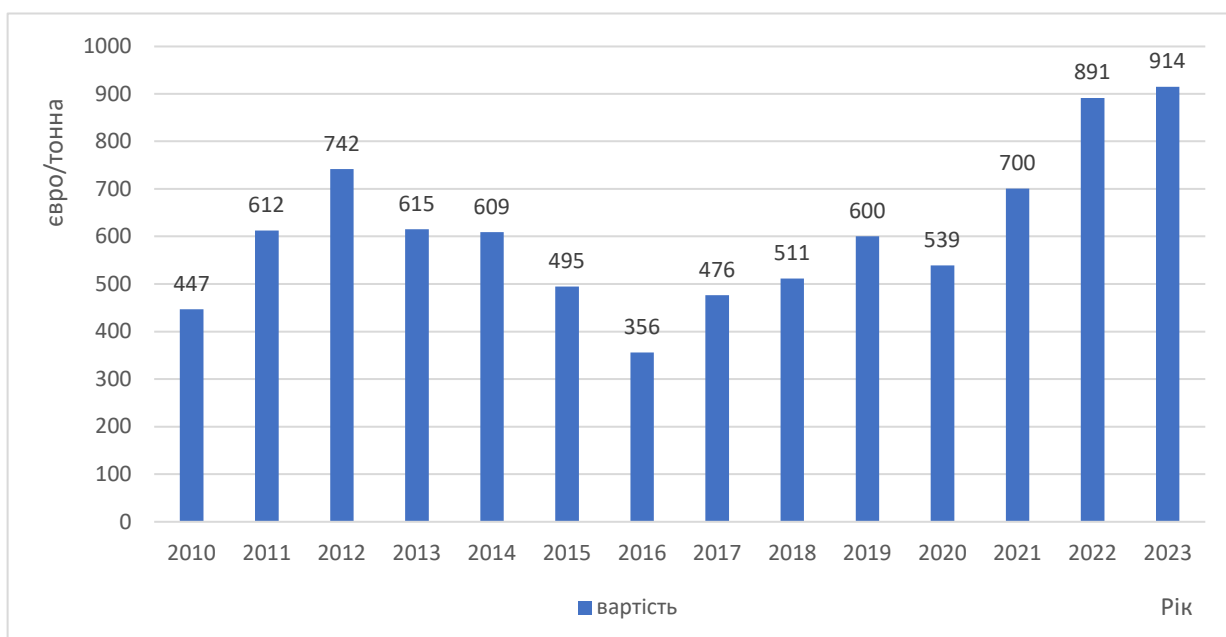


Рис. 1.1 Зміна вартості сталльної арматури в Україні євро/тонна, 2010-2023

Початок 21 століття характеризується широким застосуванням композитних матеріалів у всіх галузях промисловості і зокрема в будівельній галузі. Як видно з рис. 1.2 [48], на будівельну галузь припадає 26% всього ринку композитів.

За даними маркетингових досліджень, лише з 2001 по 2007 рік загальносвітовий ринок композитів у будівництві зріс з 300 млн. до 1,5 млрд. дол. Глобальний ринок композитної арматури оцінювався в 456 млн. дол. США в 2020 році, і очікується, що він досягне 837,1 млн дол. США до кінця 2027 року, зростаючи на 9,3% CAGR протягом 2021-2027 років [12].

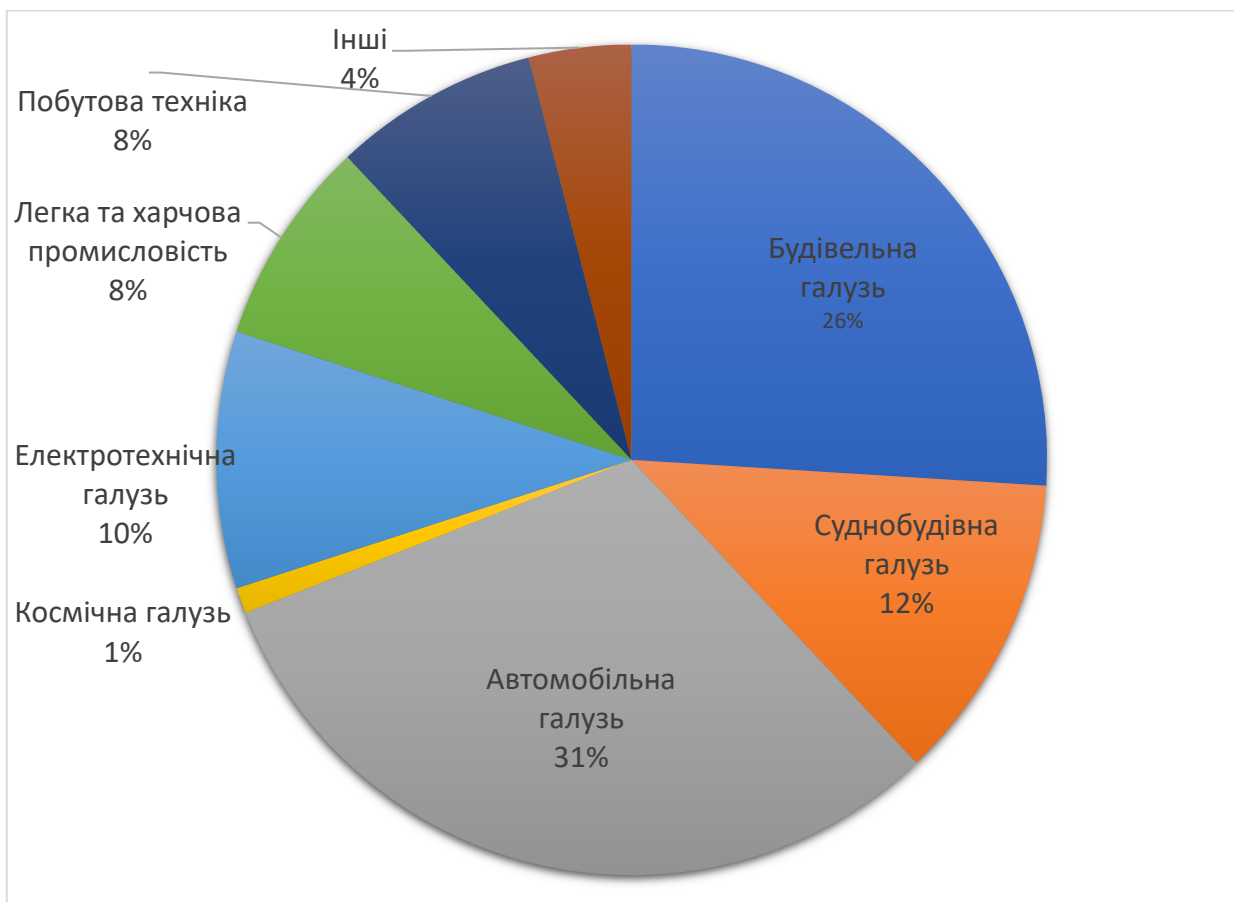


Рис. 1.2 Аналіз ринку композитних матеріалів

Україна сильно відстає в впровадженні і використанні композитної арматури від провідних країн світу (рис. 1.3). Застосування композитної арматури поки що обмежене. Немає жодної великої будівельної компанії, яка масштабно використовує АК в будівництві. А виробництвом неметалевої композитної арматури виготовляє ряд середніх та малих підприємств. Україна знаходиться в долі 1.2% ринку колишнього СНГ.

Регулювання ринку викидів парникових газів в глобальному масштабі розпочалося підписанням Кіотського протоколу 1997 року (Україною ратифіковано в 2004). Далі декарбонізація промисловості продовжилася

відповідно до Паризької конференції 2015 року (Україною ратифіковано 2016 році). Згідно якого Україна зобов'язується скоротити викиди парникових газів на 65% (скорочення на 65% по відношенню до показників 1990 року) до 2030 року., і не пізніше 2060 року країна має досягти кліматичної нейтральності.

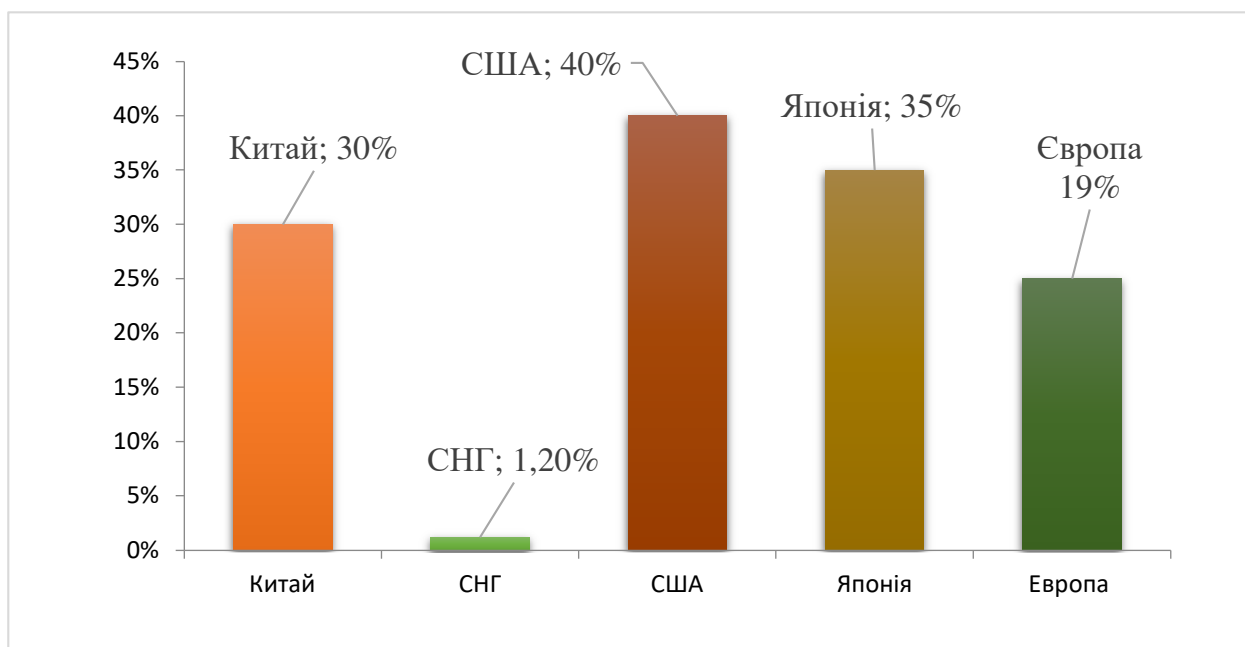


Рис. 1.3 Розподіл ринку композитної арматури [7]

З метою зменшення викидів CO<sub>2</sub> в кінці 2022 країни члени Європейської комісії підписали угоду, що передбачає впровадити прикордонне вуглецеве регулювання Carbon Border Adjustment Mechanism (СВАМ) [9]. Згідно неї вже з жовтня 2023 року, в режимі тестування запускається екологічне оподаткування на парникові гази для імпорتنних продуктів. Тобто країни-імпортери «брудної продукції», при виготовленні якої відбувається виділення парникових газів, повинні будуть сплачувати податок за ці викиди. Сума буде визначатися потижнево і буде враховувати багато факторів, але на сьогодні регламентована ставка податку на вуглекислий газ - 85 євро. Український експорт містить високу долю металу, тому СВАМ стане способом «дискримінації» українських виробників, які не мають фінансових можливостей швидкої модернізації існуючого виробництва для зниження викидів CO<sub>2</sub>. Відповідно до [10] загальні виділення вуглекислого газу під час виробництва 1 т чавуну становлять 2085 кг. Тобто Україні за тону готової

продукції на сьогодні довелося б додатково сплатити 170 євро, це приблизно 7 тис грн, за тону металу. Це ставить металургійну продукцію наших виробників не конкурентоспроможне положення. Крім того в Україні існують внутрішні ставки оподаткування на парникові гази. В умовах адаптації нормативної бази до вимог ЄС Україна вимушена була ще в 2019 році підвищити ставку податку на CO<sub>2</sub> майже в 25 раз з 0,41 грн / т до 10 грн / т, а в 2020 ще в 3 рази (приблизно до 30 грн / т), в той час як в ЄС середнє значення податку коливається від 30 до 100 євро /т. Українські підприємства, що викидають 500 т і більше CO<sub>2</sub> тепер зобов'язані платити цей податок. З досвіду розвинених країн тривала дія і поступове зростання податку на CO<sub>2</sub> являється дієвим механізмом енергозбереження і податок на викиди платять всі, хто здійснює викиди CO<sub>2</sub>.

Подібний до європейського прикордонного механізму регулювання шкідливих викидів свій механізм розглядається і в США [11]. Закон поки що не прийнятий, але за існуючої редакції законопроекту пропонується встановити оплату в розмірі 55 доларів за тону викидів, із можливістю корегування вартості в майбутньому.

## **1.2 Види композиційної арматури**

Арматура композитна - це композиційний матеріал, що складається з поздовжніх односпрямованих волокон, пов'язаних затверділим полімерним матеріалом. Але в залежності від волокон, які використовуються, як основа композитної арматури, та виду смол, що використовуються в якості зв'язуючого елемента, можна отримати різні за своїми властивостями композитні матеріали.

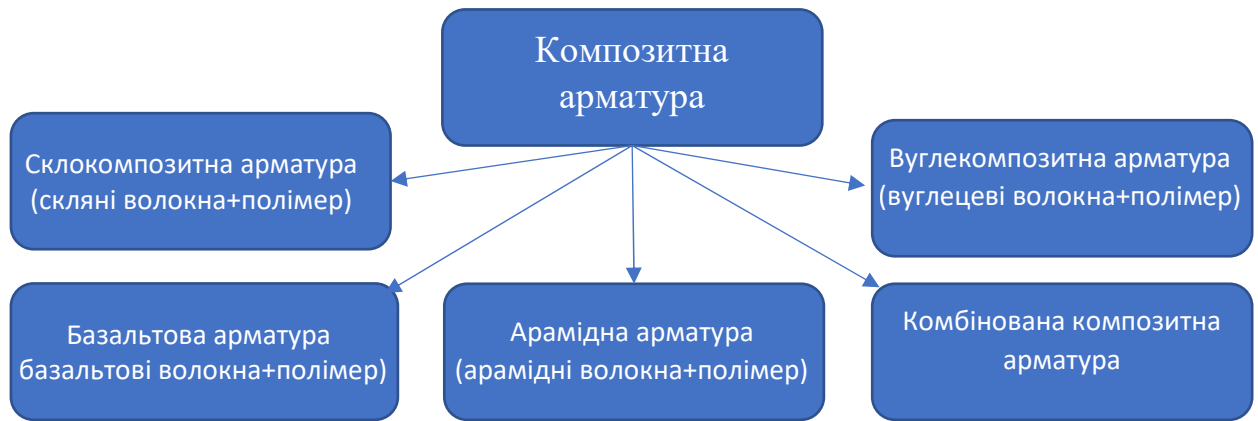


Рис. 1.4 Основні види композитної арматури [13]

Найбільш поширена в будівельній галузі композитна арматура, поділяються на такі види (рис. 1.4), в залежності від армуючих волокон, що складають її основу (загальний вигляд рис. 1.5):

- склокомпозитну (АСК) - композитний матеріал в основі якого знаходяться скловолокно [13]. Отримується в основному, за рахунок змішування між собою декількох інгредієнтів, а саме вапняку, фолієвої кислоти та кварцового піску, можливе додавання і інших складових, що пов'язано з постійним удосконаленням технології і прагненням здешевити кінцевий продукт або надати йому кращих технічно експлуатаційних показників. Перевагою даної арматури є її вартість, вона дешевша і технологічно простіші у виготовленні, якщо порівнювати з іншими композитними арматурами. І хоча має більшу вагу у порівнянні з іншими композитами, все ж вона легша за сталеву арматуру;

- базальтокомпозитну (АБК) - складається з полімерної матриці, тобто в'язучої частини, та базальтових армуючих волокон. Енергоємність процесу виготовлення базальтових волокон на 45% менша ніж у скловолокон і декілька разів нижча ніж вуглецевих волокон [14]. Базальт вважається екологічно чистим матеріалом і відповідає вимогам декарбонізації. За своїми характеристиками вона мало чим відрізняється від скловолоконної арматури,



проте має меншу вагу, володіє кращими характеристиками по стійкості до впливу вологи (майже в 3 рази менш гігроскопічна), в неї вищий модуль пружності;

- вуглекомполитну (АУК) - виготовлена із застосуванням вуглецевих волокон, основою для яких є органічні полімери [15], для прикладу це може бути поліакрилонітріл, який в процесі окислення і карбонізації при дії температур не нижче 1600<sup>0</sup>С втрачає органічну складову і залишається неорганічна структура, що в основному складається з атомів вуглецю. Процес виготовлення даного виду волокон енергозатратний, що призводить до здорожчання цього виду арматури, хоча за більшістю своїх показників даний вид композитного матеріалу перевершує інші композитні матеріали;



Рис. 1.5 Композитна арматура. Загальний вигляд

- арамідокполитну (ААК) – для виготовлення використовують арамідні волокна отримані з ароматичного поліаміду [15]. Ще однією з відомих назв даного композиту є кеврал, що походить від торгової марки, яка виготовляє ці волокна, хоча є і інші торгові марки по виготовленню даного композитного волокна, такі як Twaron, Technora та SVM. Але нажаль, даний матеріал, не зважаючи на свої характеристики, що наближені до вуглекомполитної арматури, майже не використовується в цивільному будівництві, так як має

проблеми з корозією під напругою, також є досить чутливими до вологи, температури і впливу ультрафіолетового випромінювання;

- комбіновану композитну (АКК) - складається з двох і більше різновидів волокон. В залежності від того які матеріали поєднуються, змінюються і фізико механічні властивості отриманого продукту. Такі комбінації використовують при необхідності нівелювати слабкі сторони композитної арматури, надавши їй нових властивостей.

Для кріплення між собою волокон [4] використовують полімерні смоли, по іншу ще називають матриця або просто полімер. Полімер може займати 30-60% композиту. На матрицю покладено ряд функцій, серед яких захист від впливу навколишнього середовища, наприклад вологи, механічного зносу, стирання, утримання волокон заданому композиту положенні, передає навантаження між волокнами та запобігає деформації при стисненні. Враховуючи відносну низьку вартість поліефірної смоли на її долю припадає 75% всіх продуктів з композитів.

Для зменшення вартості і покращення певних властивостей композитних матеріалів, в процесі виготовлення до складу вводяться різні добавки і наповнювачі. Комбінація різних складових дозволяє отримати різні за властивостями волокна і матриці. Вміст [4] наповнювачів може складати 10-30% від власної ваги матриці, а додаткових добавок 1%.

На сьогодні основним методом, що дозволяє отримати композитну арматуру належної якості із необхідними технічно експлуатаційними показниками, є метод пультрузії. Пултрузія є економічно ефективним способом виробництва арматури з композиту [4]. Це єдиний автоматичний метод виготовлення композитної арматури. Сам процес пультрузії (рис. 1.6) мало енергоємний, але весь процес створення композитної арматури по витратам енергії мало відрізняється від виготовлення сталюого аналогу. Зменшену енергоємність виробництва та кількості викидів парникових газів в порівнянні з металевою арматурою в перерахунку на погонний метр готової

продукції (від 30 до 75%) вдається досягнути за рахунок значно меншій вазі композитів, а отже і більшій кількості одиниці продукції в тонні матеріалу.

Сам процес поділяють на дві фази: волоконна фаза та матрична фаза. Схематично процес зображено на рис. 4. У волоконній фазі різні армуючі частини (пучки, мати та поверхневе покриття) подаються через направляючу пластину, яка потім і формує необхідний нам профіль. Односпрямовані ровниці або джгути забезпечують міцність по довжині профілю. Тканий ровінг або тканина надають міцність по всій ширині профілю. Поліестерове поверхневе покриття додається для додаткового поверхневого захисту. Ці покриття багаті смолами, додатково додаються стійкості до корозії та ультрафіолету.

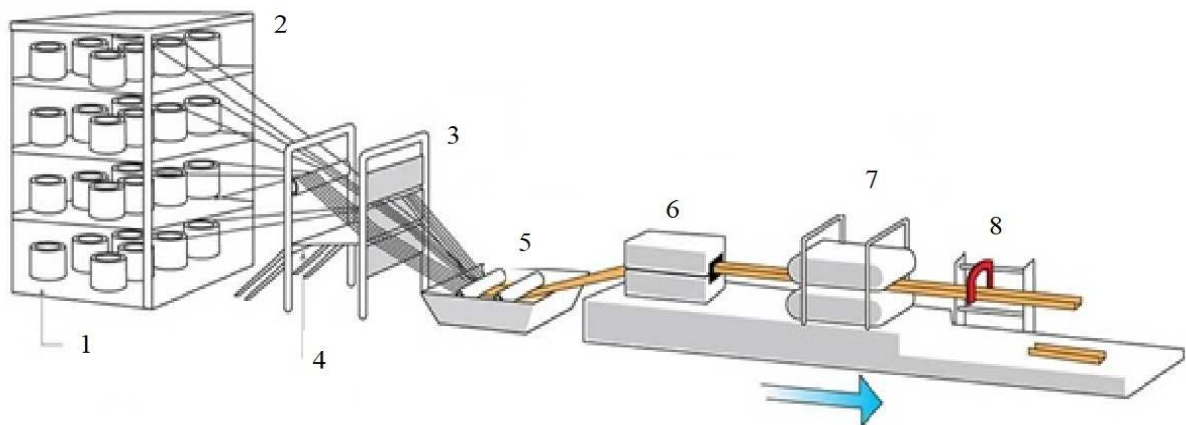


Рис. 1.6 Схематичне зображення процесу пультрузії

1. Стелаж; 2. Ровінг; 3. Платиновий фільтр; 4. Зовнішня обмотка; 5. Ванна з полімером; 6. Сушильна камера; 7. Тяговий механізм; 8. Різак

У матричній фазі арматура проходить через ванну з полімером, далі віджимається, попередньо натягується та подається у камеру з відповідними реагентами та температурним режимом для затвердіння. Готовий прут обрізається до необхідного розміру.

### 1.3 Експлуатаційні характеристики композитних арматур

В будівельній галузі, виходячи із вартості матеріалу і його основних характеристик, в основному використовується два види композитної арматури це склокомпозитна та базальтокомпозитна. Ринок вуглецевих та арамідних композитів досить дорогий, тому вироби з них використовують лише при певних вимогах, що здатна забезпечити саме така арматура.

Інтерес до композитної арматури пов'язаний з її властивостями не притаманними сталевій арматурі, а саме її актикорозійними і діелектричними властивостями, стійкістю до агресивних середовищ, низька теплопровідність та інші. Кожна властивість притаманна композитній арматурі знайшла своє відображення у її використанні в різних сферах будівництва, де використання сталеві арматури було б ускладнене або економічно чи екологічно не доцільне. Основні сфери застосування композитної арматури подано у таб 1.1.

Таблиця 1.1 Сфери застосування композитної арматури

Властивість композитної арматури	Сфера можливого застосування
Стійкість до агресивних речовин	Хімічна промисловість, сільське господарство, легка та харчова промисловість, морські споруди
Стійкість до корозії	Мости, пристані, укріплення берегової лінії, резервуари для рідин, басейни, армування мощення та доріг
Діелектричні властивості	Електроопори, електростанції, шпали та платформи для електротранспорту, дослідницькі лабораторії, військові об'єкти
Діамагнітні властивості	Обладнання медичних закладів, навчальні та наукові центри, військові об'єкти, аеропорти, об'єкти радіолокації та зв'язку
Низька теплопровідність	Армування при енергоефективному будівництві, як елементи в'язів і кріплення при утепленні і облицюванні
Низький модуль пружності	Будівництво в сейсмічно активних зонах
Густина (вага)	Використання при необхідності зменшення маси готового виробу чи конструкції

Порівняння техніко-експлуатаційних характеристик АК з металевою арматурою класу А-III (А400С) підтверджує низку її експлуатаційних переваг (табл.1.2).

За результатами досліджень встановлено, що антикорозійна властивість, а також стійкість до агресивних речовин, композитної арматури може змінюватися від типу волокон та матриці [13].

Стійкість до впливу рідин та агресивних сполук також доведено дослідно [16]. В процесі даного експерименту морська вода за рік призвела до повного окислення металеві арматури в дослідному зразку де армування здійснювалося сталеві арматурою, а композитною ні.

Отримані результати досліджень, дають можливість прогнозувати збереження експлуатаційних властивостей до 80 років без необхідності поточного обслуговування, що значно перевищує відповідні показники для сталеві арматури, а деякі виробники сміливо прогнозують термін експлуатації 150 років для своїх виробів. Ці властивості композитної арматури використовуються при будівництві гідропоруд, укріплення річкових та морських берегових ліній, пристаней.

Одним із самих масштабних проєктів на сьогодні є [17] канал для пом'якшення наслідків паводку в Саудівській Аравії збудованого в 2020 році, протяжність створеного каналу 23 кілометри.

На великий термін експлуатації композитної арматури, також вказує низький показник «ефекту пам'яті» – здатності матеріалу повертатися в початкове положення. Так за даними досліджень [18,19], в довгостроковій перспективі постійного навантаження протягом 50 років, коефіцієнт деформації для вуглецевої арматури становитиме 2-10%, а для склокомпозитної 11-25%, тоді як при короткострокових динамічних навантаження цей показник близький до 0.



Таблиця 1.2 Порівняльні характеристики металевої та композитної арматури

Вид матеріалу Характеристика	Металева арматура	Склокомпозитна арматура	Базальто-композитна арматура
Армувальний матеріал	сталь вуглецева	скловолокно	базальтове волокно
Тимчасовий опір при розтягу, МПа	360	600 – 1200	700 – 1300
Модуль пружності, МПа	200000	45000	60000
Відносне подовження, %	14–22	2,2	2,2
Густина, кг/м <sup>3</sup>	7850	1900	1900
Корозійна стійкість	кородує	не кородує	не кородує
Електропровідність	струмопровідна	діелектрик	діелектрик
Радіопрозорість	ні	так	так
Профілі (діаметр), мм	6 - 80	4 – 20	4 – 20
Довжина, м	6 – 12 м	необмежена	необмежена
Коефіцієнт лінійної температурної деформації в температурному діапазоні від 0 до 200°C, м/°C (бетон $k=0.7-1.0 \cdot 10^{-5}$ )	$1.3-1.5 \cdot 10^{-5}$	$0.9-1.2 \cdot 10^{-5}$	$0.5-0.9 \cdot 10^{-5}$
Коефіцієнт теплопровідності, Вт/(м·°К)	46	0.5	0.36
Стійкість до корозії, кислот і лугів	піддається	не піддається	не піддається

Поєднання пластичності, тобто низького модуля пружності, високим показникам міцності на розрив та відсутності «ефекту пам'яті», композитну арматуру рекомендовано використовувати у конструктивних рішеннях щодо усунення впливу негативних наслідків на існуючі та при проектуванні нових будівель та споруд у сейсмоактивних зонах. За результатами дослідження [20,21], стійкість до сейсмічної активності, посилені під час реконструкції

конструктивних елементів споруд та нових споруд з використання композитних матеріалів при будівництві, значно зросла і в окремих випадках в 6 кратному розмірі (для кам'яних стін). Можливість використання композитних матеріалів і арматури зокрема, при будівництві і реконструкції в сейсмічно активних зонах, набула широкого поширення в США та Японії. Враховуючи нещодавній землетрус в Туреччині та Сирії, що зруйнував велику кількість будівель і забрав тисячі життів, а також враховуючи територіальну приналежність України до однієї сейсмічної зони з цими країнами, можна сміливо говорити про актуальність використання цього виду арматури і на території нашої держави.

Таблиця 1.3 Взаємозаміна композитної та сталеної арматури

Композитна арматура			Сталева арматура класу А-III (А400С)		
Діаметр арматури, мм	Вага 1 пог. м, кг	Кількість метрів в тонні	Діаметр арматури, мм	Вага 1 пог. м, кг	Кількість метрів в тонні
4	0,02	50000	6	0,22	4504,5
5	0,03	33333	6	0,22	4504,5
6	0,04	25000	8	0,40	2531,7
7	0,06	16667	10	0,62	1620,8
8	0,08	12500	12	0,89	1126,1
10	0,20	5000	14	1,21	826,5
12	0,23	4348	16	1,58	632,9
14	0,30	3333	20	2,00	404,9
16	0,35	2857	22	2,47	335,6
18	0,43	2326	25	2,98	259,7
20	0,60	1667	28	4,83	207,0

Ще одним важливим показником армуючого матеріалу є міцність на розрив. У композитної арматури він більше ніж в 2 рази вищий за міцність

сталевій арматури (для скловолоконної арматури – 2 рази, в 2,5 рази для базальтової та 3 і 4 рази більша для арамідної і вуглецевої арматури відповідно). Виходячи з цього, сформована таблиця взаємозаміни сталевій і композитній арматури (табл. 1.3) Враховуючи, що щільність композитної арматури - в 4-5,5 рази менша ніж сталевій, в залежності від типу волокон і матриці, то і вага її при однакових діаметрах зі сталевію значно менша. Це в свою чергу зменшує витрати на транспортування, розвантажувально – завантажувальні роботи, скорочує терміни будівництва, полегшує монтажні роботи. Менша вага композитної арматури дозволяє виготовляти полегшені конструкційні елементи де це потрібно, за рахунок меншої ваги армування, а також зменшення товщини необхідного захисного шару бетону, що частково покликаний захистити армування від негативного впливу навколишнього середовища, що спричиняє корозійні процеси, якщо армування виконано сталевію арматурою.

Але менша вага композитної арматури, крім покращення технічних характеристик виробів, має ще позитивний екологічний ефект. Ще не так давно, при розрахунку вартості матеріалу і його впливу на навколишнє середовище враховувалися лише прямі витрати та процеси. На сьогоднішній день для реальної оцінки впливу на екосистему того чи іншого продукту прийнято враховувати весь його життєвий цикл: від видобутку сировини до утилізації кінцевого продукту. Схематично весь життєвий цикл умовно можна поділити на такі етапи: витрати і процеси пов'язані з видобутком сировини, переробка сировини і виготовлення продукції, реалізація і використання продукції за призначенням і утилізація. Кожен з цих етапів має свій вплив на навколишнє середовище і свої енергозатрати, що також впливають на довкілля. Рівень навантаження на екосистему прийнято вимірювати в еквіваленті викидів CO<sub>2</sub> на тонну готової продукції.

При детальному аналізі процесів виготовлення композитної та сталевій арматури [27,28,29,30], із врахуванням всіх прямих і непрямих факторів

впливу, можна дійти висновку, що композитні арматури чинять менший вплив на навколишнє середовище, є менш енергозатратний у процесі виготовлення ніж сталева арматура.

Завдяки меншій вазі складових композитної арматури, вдається зменшити кінцеву вагу структурного елемента на 60-80% [4], а отже значно зменшити витрати енергії і шкідливих викидів при транспортуванні

При аналізі витрат енергії на композитні матеріали слід враховувати, що енергозатрати сумуються за кількістю складових. І хоча сам процес пультрузії є доволі малозатратним по енергії і потребує 3,1 МДж/кг на сам процес і на намотування ниток 2,7 МДж/кг, потрібно підготувати матрицю, а є процес опресовування і висушування [4]. Враховуючи сумарні дані по витратам енергії на виготовлення тони сталеві арматури і тони композитної арматури і рівню викидів вуглекислого газу при отриманні кінцевого продукту, ці два продукти мало чим відрізняється, але враховуючи, що вага метру погонного композиту в 4-5,5 разів менша, навіть при рівнозначній заміні по діаметрах зі сталеві арматурі, на одиницю продукції в якій використовується армування припадає на 75% менше викидів вуглекислого газу і енергії на виготовлення армувального матеріалу.

Повертаючись до аналізу даних таблиці 1.1, бачимо, що показники теплопровідності композитної арматури більш як у 100 разів нижчі, ніж у сталеві. Це забезпечує усуненню ефекту «містка холоду», і дає можливість використовувати її для армування кладки «теплыми» стіновими матеріалами типу автоклавного газобетону, без втрати теплових якостей цього матеріалу в готовій конструкції. Також завдяки низькій теплопровідності АК успішно використовується при влаштуванні багатошарових зовнішніх стін (несуча стіна - шар утеплювача - облицювання) з використанням керамічних, бетонних, газобетонних блоків, цегли та утеплювача. При утепленні цегляних стін стандартними мінераловатними плитами, плитами з пінополістиролу використовуються «гнучкі зв'язки» які з'єднують внутрішню несучу стіну з

зовнішнім облицювальним шаром в конструкціях будівель різного призначення. Основна функція «гнучкого зв'язку» - з'єднання внутрішньої частини стіни через утеплювач (або повітряний проміжок) з зовнішньою облицювальною частиною стіни (рис. 1.7). Така конструкція стіни, сьогодні, може використовуватися як для нового малоповерхового будівництва так і утеплення застарілого житлового фонду.

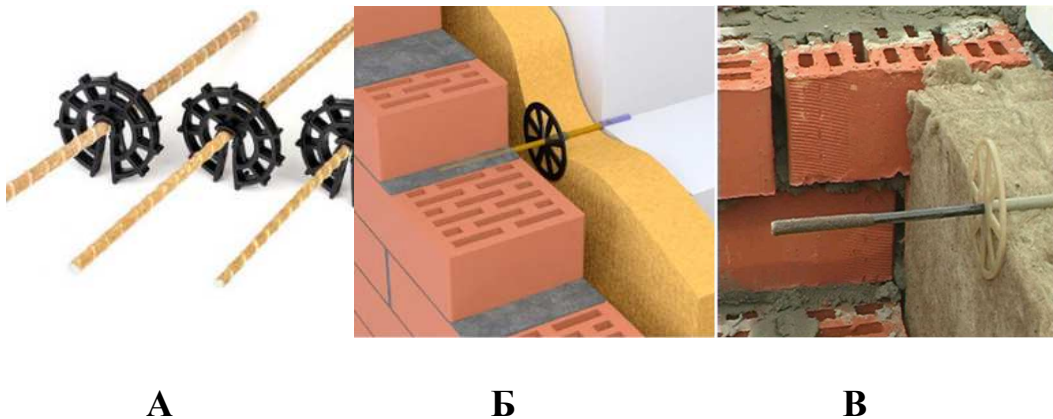


Рис. 1.7 Фрагмент «гнучкого зв'язку» з АК та утеплення стіни:

А – «гнучкий зв'язок»; Б і В – трьохшарова стіна з прошарком утеплювача.

Близькі за своїми показниками модуля розширення бетон, базальтова і склопластикова арматури (бетон характеризується ізотропним коефіцієнтом термічного розширення із значенням від  $7,2 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$  до  $10,8 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , для скляної і базальтової арматури від  $6,0$  до  $10,0 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ , а для сталі цей показник  $11,7 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ ) /30/, дають їм можливість однаково реагувати на зміну температурного режиму без виникнення додаткового внутрішнього напруження. При циклічних термічних розширеннях не утворюються тріщини на межі двох матеріалів через ріст внутрішнього напруження і не відбувається руйнування конструкції.



Рис. 1.8 Центр квантових нанотехнологій (Ватерлоо, Канада), 2008

Завдяки тому, що АК є діамагнітною, її можна використовувати при будівництві лікарень, особливо це стосується приміщень де буде розташоване чутливе до електричного і магнітного поля обладнання, серед яких кабінети МРТ, це ж стосується і дослідницьких центрів (рис. 1.8), аеропортів і злітних смуг на них, станцій радіолокації, різних військових спорудах, електроопор, при будівництві платформ для електропоїздів, трамваїв та виготовлення залізничних шпал (рис. 1.9).

Міцність, антикорозійні властивості і чудова робота арматури в конструкціях, що працюють на пружній основі, в світові практиці, особливо в США, Канаді, Японії, Німеччині дозволила масштабно використовувати даний матеріал для будівництва мостів і доріг. Компанії, що виконують роботи по будівництву мостів, витрачають кошти на проведення досліджень по ефективності використання даної технології для зменшення вартості проекту і витрат у його подальшій експлуатації, та збільшенню його терміну експлуатації. За даними звіту [22] по аналізу стану мосту поблизу Елгіна, штат Міннесота США, за 4 роки експлуатації міст знаходиться у відмінному стані, що дозволяє зробити оптимістичні довгострокові прогнози на його подальше використання. Зазначається, що в кліматичних умовах притаманних півночі США та Канади, експлуатація мостів зазнає значних капіталовкладень через руйнування бетонних конструкцій, що піддаються великій кількості циклів



замерзання і розмерзання, а це в свою чергу приводе до утворенню тріщин в бетоні та до руйнування захисного бетонного шару і оголення армуючих елементів. І хоча використання напружених якісних бетонів частково запобігає цьому, додатковим фактором передчасної корозії армуючих елементів є використання хімічних реагентів для догляду за мостами. Композитна арматура позбавлена цих недоліків.



Рис. 1.9 Трамвайна платформа (Відень, Австрія), 2009 р.

Але композитна арматура не здатна повністю замінити сталеву, тому що має відмінні від сталеві характеристики, що обмежують її використання.

Одним із недоліків композитної арматури у порівнянні зі сталевію її адгезія з бетоном. Експериментальні дослідження свідчать, що за рахунок скловидного покриття АК її адгезія з бетоном зменшується приблизно на 17%, відбувається її висмикування з бетону. На сьогодні цей недолік усунений за рахунок навивки додаткової пряді, створення профілю і напилення на поверхню арматури кварцового піску. На рис. 1.10 приведені фрагменти зовнішнього вигляду АК із цими змінами. Проведені маніпуляції дозволи зрівняти показник висмикування композитної арматури з відповідним показником для сталевію.

Для покращення щеплення з бетоном і зменшення вартості композитної арматури, було розроблено пустотну арматуру. Пустота в арматурних

елементах має заповнюватися бетонним розчином, забезпечуючи додаткове зчеплення з ним.



Рис. 1.10 Витки і кварцове напilenня на композитній арматурі

Низький модуль пружності – ще один недолік композитної арматури. Історично склалось так, що в колишньому Радянському Союзі через дешевизну і доступність енергоносіїв на відміну від європейських країн, США, Канади, Японії, переважно домінувало використання збірного залізобетону. Залізобетонні конструкції пропарювались за заводах ЖБК при температурі 75–90° С, досягали 75% і більше проектної міцності і транспортувались на будівельний майдан. Попереднє напруження арматури в таких конструкціях не збільшувало їх несучу здатність, але відсувало появу розкриття тріщин. Натяг арматури на упори здійснювався механічним, електротермічним або комбінованим способами і такі технологічні прийоми добре відпрацьовані на вітчизняних заводах.

Велика жорсткість попередньо напружених залізобетонних конструкцій давала можливість перекидати великі прольоти, будувати цехи зі збірних залізобетонних конструкцій (ферм, одно- і двоскатних балок, підкранових балок, плит перекриття, стінових панелей). Використання композитної арматури в таких конструкціях можливе, але лише при виконанні необхідних розрахунків, збільшення кількості арматури і її елементів для забезпечення необхідної жорсткості, а це приводе до здорожчання виробу. Якщо виконати



просто заміщення арматури, експлуатаційні характеристики таких конструкцій значно знижуються [23,24]. Тому найчастіше використовують спосіб комбінування двох арматур, де кожна з них виконує свої функції, доповнюючи одна одну.

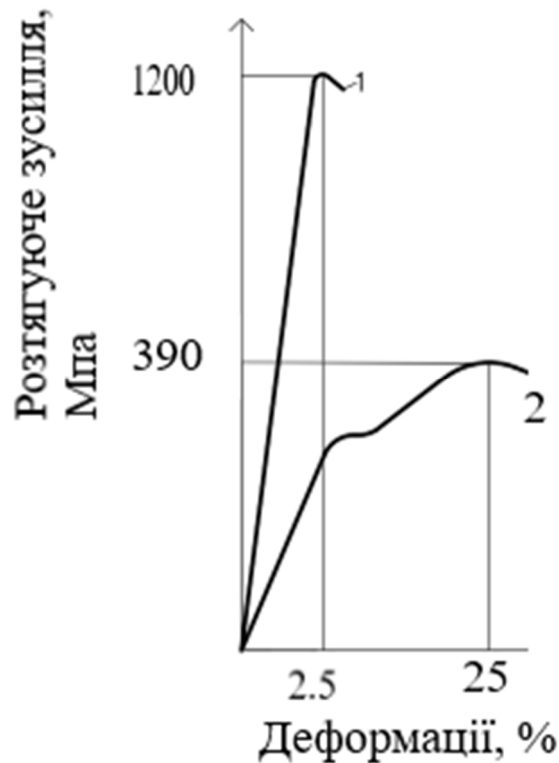


Рис 1. 11 Графік лінійної залежності деформації від навантаженням стальної та композитної арматури

Важливим експлуатаційним фактором АК є її поведінка при критичному навантаженні. Люба арматура характеризується лінійною залежністю деформації від навантаженням (рис 1.11), але оскільки АК не має площадки текучості, вона «раптово» руйнується. Це є важливою пересторогою для обмеження використання АК в збірних залізобетонних конструкціях, які працюють на згин саме через низький модуль пружності, хоча її міцність на розтягування значно перевищує міцність сталеві арматури. Сталева арматура

при руйнації конструкції може подовжуватись, за різними джерелами до 22–25% і лише тоді остаточно розриватись, композитна – різко обривається [25].

Низька вогнестійкість виробів армованих АК також обмежує їх використання. При нагріванні АК до 150–170° С полімерний компаунд, що зв'язує волокна арматури, розм'якшується, а при 200° С взагалі втрачає в'язучі властивості. І хоча при температурі 200° С відбуваються і структурні зміни в бетоні, з'являються мікротріщини, бетон ще зберігає свою несучу здатність, а композитна арматура уже ні і процес незворотній. Це і підтверджується експериментальною роботою [26] по можливості використання композитної арматури в армуванні автоклавного бетону. При досягненні температури в 200°С і високому тиску, арматура «поплила».

Неможливість виготовлення гнутих арматурних виробів на місці, та як радіус згину під прямим кутом в 20 разів перевищує діаметр прута. Неможливість їх зварювання, використання так званих «прихваток», що широко використовуються при сталевому армуванні також неможливе при використанні композитів. І хоча гнуті елементи без проблем виготовляють на замовлення під проект, це несе за собою певні незручності, а саме необхідність чіткого дотримання проекту, логістичне навантаження, дотримання строків будівництва і неможливість конструктивних змін по ситуації.

Також відсутні єдині вимоги на рівні державних або міжнародних стандартів щодо механічних властивостей, методів контролю та правил приймання арматури. Розвиток великої кількості дрібних виробників і відсутність контролю, приводить до появи на неякісного продукту.

При виконанні розрізання композитної арматури на частини, рекомендовано використовувати засоби захисту органів дихання, тому що частини волокна можуть нашкодити їм.

Використання та утилізація обох матеріалів також має вуглецевий слід. І тут нажаль сталева арматура виграє, енергозатрати на вторинну переробку металу вдвічі менші ніж на етапі виготовлення. А економічної доцільності в

переробці композитів немає, полімери мало придатні для переробки. Вторинне використання волокнистої частини можливе в якості наповнювача для бетонних сумішей.

#### **1.4 Зміни в нормативно-правовій базі композитних матеріалів в Україні**

Єдиним діючим нормативним документом був радянський ГОСТ 31384-2008 «Захист бетонних та залізобетонних конструкцій від корозії» в якому було зазначено, що «в середньо агресивних та сильно агресивних середовищах для армування конструкцій без попередньої напруги рекомендується застосовувати неметалеву композиційну арматуру, за винятком елементів, що згинаються» та «у конструкціях, що піддаються електрокорозії, допускається замінювати сталеву арматуру на неметалеву (базальтопластикову, склопластикову та ін.) за відповідного обґрунтування». [47]

На сьогодні ситуація в Україні кардинально змінилась, функціонує відносно велика кількість компаній – виробників АК, приватний забудовник в міру своєї обізнаності сам приймає рішення про економічну доцільність вибору тієї чи іншої арматури чи стінового матеріалу з врахуванням цінової пропозиції. Особливістю виробництва композитної арматури є те, що його можна організувати на незначних за площею виробничих приміщеннях і при відносно не великих фінансових затратах, що неможливе для класичного металургійного виробництва.

Енерго-екологічні проблеми будівельного виробництва вносять певні корективи і кардинально змінюють ситуацію виробництва і використання металеві арматури. Додатковим аргументом на користь розширення обсягів використання АК стало неспинне зростання вартості енергоносіїв та проблеми, пов'язані з обмеженням викидів парникових газів.

В останні 5–10 років на терені країн СНД інтенсивно розробляється нормативна база, яка стосується композитної арматури. В таб 1.4 приведена

нормативно-технічна документація, що регламентує застосування склопластикової арматури.

Таблиця 1.4. Нормативно-технічна документація, щодо застосування склопластикової арматури

Країна	Нормативно-технічна документація
Митний Союз та інші країни СНД	<p>ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Общие технические условия»;</p> <p>СП 295.1325800.2017 Конструкции бетонные, армированные полимерной композитной арматурой. Правила проектирования;</p> <p>СТО НОСТРОЙ 2.6.90-2013 «Применение в строительных бетонных и геотехнических конструкциях неметаллической композитной арматуры».</p> <p>ГОСТ 32492-2015 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения физико-механических характеристик</p> <p>ГОСТ 32487-2015 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения характеристик стойкости к агрессивным средам</p> <p>ГОСТ 32486-2015 Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. Методы определения структурных и термохимических характеристик</p> <p>СТБ 1103-98 «Арматура стеклопластиковая. Технические условия»</p>

З великим запізненням на декілька десятиліть від розвинених країн світу та з врахуванням рішення про скасування чинності на території України радянських ГОСТ, як вже не існуючої країни, в останні роки суттєво прискорилась розробка власної нормативної бази, яка стосується АК (рис.1.12). Це не може не вплинути позитивно на можливість широкого застосування композитної арматури в цивільному будівництві.

Вже сьогодні дані для розрахунків і проектуванню бетонних виробів і конструкцій вносяться в автоматичні програмні комплекси, що значно спрощує пошук конструктивних рішень з використанням армування композитними арматурами.

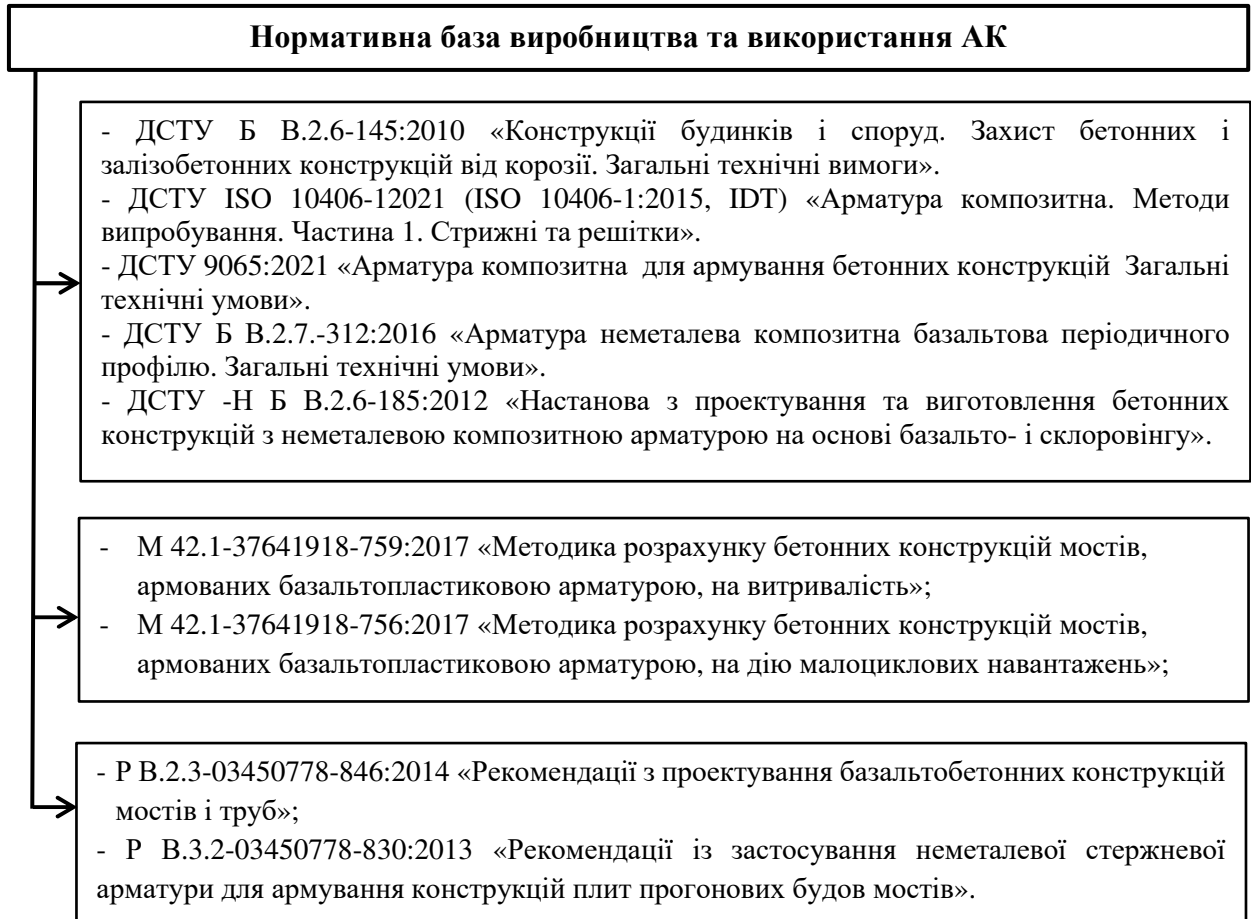


Рис. 1.12 Українські державні стандарти, методики розрахунку та рекомендації проектування виробів з використанням АК.

Щодо нормативної бази для виробництва, на сьогодні всі українські АК виготовляють продукцію на основі власних технічних умов із заявленими характеристиками арматури. Але перевірити і проконтролювати якість кінцевого продукту дуже складно, без чіткого механізму і відповідних стандартів. Верховна Рада ухвалила Закон «Про надання будівельної продукції на ринок» відповідно до Регламенту (ЄС) № 305/2011 про будівельну продукцію.

З 2023 року виробники мають нести повну відповідальність за виробництво будівельної продукції, що відповідає вимоги європейського законодавства та Регламенту ЄС 305/2011. Виробник зобов'язаний скласти декларацію про продуктивність, нанести маркування PE та скласти необхідну технічну документацію на свою продукцію. Забезпечити відповідність продукції декларативним характеристикам. Як запрацює ця норма в умовах військових дій, на сьогодні не відомо.

Регламент Європейського союзу (ЄС) № 305/2011 про будівельну продукцію, набув чинності 1 липня 2011 року. Цей нормативний акт ЄС замінив собою Директиву 89/106/EE. Для підтвердження якості та безпеки вся будівельна продукція, яка виводиться в обіг на європейський ринок, повинна відповідати вимогам Регламенту 305/2011. У Мінрегіоні триває робота над розробкою підзаконних нормативно-правових актів, які мають імплементувати у національне законодавство європейський Регламент 305/2011 щодо будівельної продукції.

У ЄС діють конкретні правила, вимоги та методи оцінки відповідності до будівельних виробів та конструкцій, що виробляється або ввозяться на територію ЄС. Такі дані вимоги встановлює Регламент ЕС № 305/2011 (Construction products (CPD/CPR)) щодо будівельних матеріалів. Під дію цих вимог підпадають всі будівельні матеріали, вироби, конструкції і їх компоненти або системи, які використовуються в зведенні будівель та споруд, монтажі і у будь-яких інших супутніх будівельних роботах. Вимоги Регламенту охоплюють критерії в частині: механічного опору і стійкості продукції, її безпеки (в тому числі, при виникненні пожежі), гігієни, охорони здоров'я та навколишнього середовища, доступності у використанні, захисту від шуму, економії енергії та використання енергоресурсів та інше. Виробники мають зберігати технічну документацію та декларацію якісних характеристик протягом 10 років після розміщення будівельної продукції на ринку.

## Висновок до 1-го розділу

В Україні, з врахуванням змін в енергетичній і екологічній сферах та запланований вступ нашої країни до Європейського союзу, а отже умовно-автоматичне визнання та прийняття їх норм і правил, необхідно проводити глобальні зміни в будівельній галузі та галузях промисловості, які є найбільшими споживачами енергії та забруднювачами навколишнього середовища.

До передумов розширення використання АК в Україні крім експлуатаційних її переваг в порівнянні зі сталевією слід віднести:

- зменшену енергоємність виробництва та кількість викидів парникових газів в порівнянні з металевією арматурією;
- суттєве зростання податку на викиди CO<sub>2</sub>;
- впровадження прикордонного вуглецевого регулювання експорту металу в країни ЄС;
- постійне зростання вартості металу;
- наявність новоствореної нормативної база використання АК;
- розширення експлуатаційних вимог використання залізобетонних виробів.

Незворотність необхідності зменшення викидів парникових газів відповідно до ратифікованих нами угод, зменшення енергоспоживання нашою металургійною та будівельною галуззю, введення в дію СВМ з жовтня 2023 року, послужить додатковим поштовхом в сторону збільшення обсягів використання композитної арматури в різних сферах будівництва: житловому, промисловому та дорожньому, як це видно на прикладі досвіду розвинених країн світу.

Різкий ріст вартості металопрокату та прогнози на його здорожчання у майбутньому, при постійному рості попиту на будівельні матеріали, змушує будівельні організації шукати перспективу дорогій металевій арматурі для зменшення кінцевої вартості проектів. Композитна арматура уже на сьогодні,

навіть без використання схеми взаємозаміни сталюї арматури на композитну зі зменшенням діаметру, зрівнялася з металевю арматурю у вартості.

Повсюдно замінити залізобетонних конструкціях сталеву арматуру композитною неможливо. Композитну арматуру доцільно використовувати при наявному економічному ефекті, при умові збереження експлуатаційних характеристик елемента чи споруди. Також доволі ефективно використання її особливих властивостей, якими сталева арматура не володіє, а саме хімічну стійкість до корозії, радіо прозорість, а в окремих випадках навіть низький модуль пружності, якщо мова йде про будівництво в сейсмічно-активних регіонах.

Повсюдно замінити залізобетонних конструкціях сталеву арматуру композитною неможливо. Композитну арматуру доцільно використовувати при наявному економічному ефекті, при умові збереження експлуатаційних характеристик елемента чи споруди. Також доволі ефективно використання її особливих властивостей, якими сталева арматура не володіє, а саме хімічну стійкість до корозії, радіо прозорість, а в окремих випадках навіть низький модуль пружності, якщо мова йде про будівництво в сейсмічно-активних регіонах.



## РОЗДІЛ 2. СУЧАСНІ ТЕНДЕНЦІЇ ЗРОСТАННЯ ОБСЯГІВ БУДІВНИЦТВА МАЛОПОВЕРХОВОГО ЖИТЛА

### 2.1 Ключові фактори розвитку популярності та сучасні тенденції зростання обсягів будівництва малоповерхових житлових будівель в розвинених країнах світу

Враховуючи темпи росту населення і розвитку промисловості, проблема житла залишається досить гострою і невирішеною в різних частинах світу, а отже і відсоток забудови неодмінно буде рости, намагаючись покрити потреби. В якому саме напрямку буде розвиватися будівельна індустрія, і які саме фактори будуть на нею впливати, можна спрогнозувати аналізуючи розвиток будівництва передових країн світу.

За різними даними, на сьогоднішній день, загальна кількість малоповерхових будівель в розвинених країнах світу складає 75 %. В Сполучених Штатах цей показник сягає 82% [31] для окремих штатів, а для Європейських країн 35-91%.

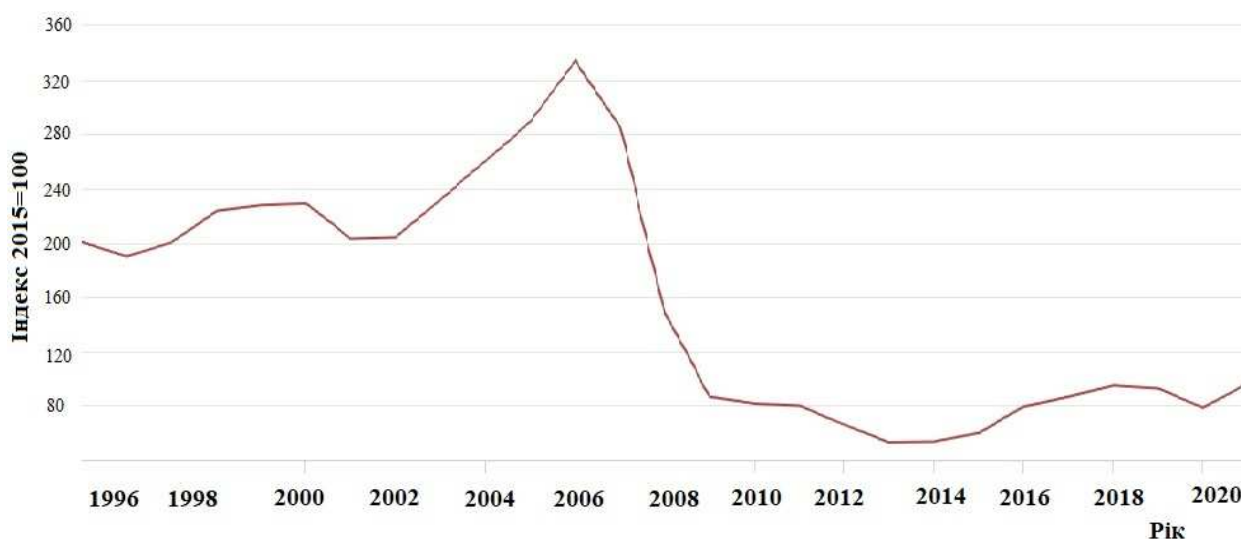


Рис 2.1 Дозволи видані на приватне житлове будівництво в країнах Єврозону (19 країн) 1996-2021 рр [33]

В країнах європейського союзу, протягом останніх років, після падіння обсягів індивідуального будівництва, як результату економічної кризи 2008

року, спостерігалася позитивна динаміка по будівництву приватного житлового фонду (рис 2.1).

Популярності малоповерхового житла в європейських країнах, має свої історичні, економічні та соціальні передумови. Для прикладу, в Великій Британії, купівля житла вище третього поверху вважається непопулярним, а саме житло незручним і таким, що не відповідає стилю життя британського населення. За даними статистики, вище третього поверху мешкає не більше 3% населення Великобританії [34].

Масове висотне житлове будівництво мало місце в Європі у післявоєнні роки, задля швидкого вирішення проблем із знищеним військовими діями житловим фондом. Уряди європейських країн приймали рішення на користь будівництва багатоповерхових будівель, переважно збірної конструкції, що здешевлювало і прискорювало будівництво. Але час показав, що ефективність забудови дешевим багатоповерхівками, досить низька, вони мали цілу низку недоліків: порівняно малий термін експлуатації, а на сьогоднішній день і досить велика енергозатратність на утримання будівель такого типу, вимагає їх термомодернізації і оновлення. Негативний вплив на пейзажність міст [34], погіршення соціальної і криміногенної ситуації з місцях розташування багатоповерхових забудов, змусили відмовитися від будівництва багатоповерхового житла відразу, як була вирішена житлова криза післявоєнних років. На перший план, на сьогодні, виходить комфорт проживання. В рекомендаціях ЄС щодо будівництва житлових будівель, радять будувати будинки не вище семи поверхів [34].

По статистичним даним останнього десятиліття [31], відсоток населення що проживає в окремих будинках та будівлях малоповерхового типу різниця в залежності від країни ЄС.

Як видно з порівняльного аналізу популярності малоповерхового житла в окремих країнах Європи (рис 2.2), в Іспанії в приватних односімейних і інших малоповерхових будинках мешкає лише 31.5% населення, що є найнижчим

показником серед країн ЄС. Лідерами по малоповерховому житловому фонду є Норвегія (84.9%) і Швеція (91%) [31,34, 35]

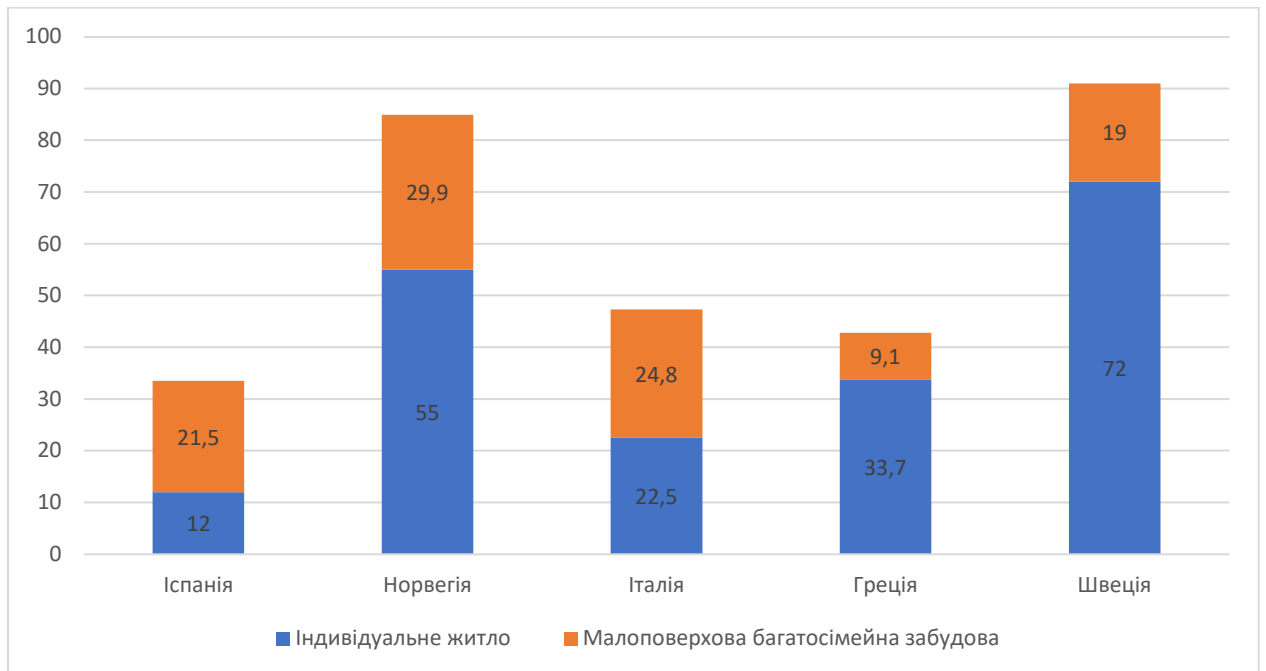


Рис. 2.2 Відсоток малоповерхового житла в деяких країнах ЄС [31,34, 35]

В США сьогодні, більшість населення великих і економічно розвинених міст поселяються поза межами економічного ядра міста. Так, для прикладу, у Нью-Йорку це 70% мешканців, а в Бостоні – 80% живуть поза межами міста [36]. Хоча є міста, де власний приватний будинок, це швидше розкіш (Вашингтон, округ Колумбія), десь один з десяти будинків є односімейного типу, четверту частину всіх будівель округу Колумбія займають рядні будинки, на 4-6 квартир, а третина всіх будівель це квартирні будинки на 20 квартир, це все малоповерхове житло. Зацікавленість саме МПЖ в штатах, також обумовлена певним історичним фактом. А саме поштовхом для інтенсивного розвитку малоповерхових будівель, була запропонована ідея зробити малоповерхове будівництво – «символом успішності американця». Під час великої депресії, що була в тридцятих роках минулого століття, один із архітекторів, а саме Френк Ллойд Райт, запропонував тодішньому президентові Сполучених штатів Франкліну Рузвельту, свою ідею по виходу

країни з кризи. В його концепції, це мало пройти через будівництво саме малоповерхового житла односімейного типу, вказавши цим самим на значущість однієї особи для держави. Саме власний будинок, за межами міста, з невеликою присадибною ділянкою, гаражем або парковкою для авто – це показник комфортного життя.

На Рис 2.3 зображена динаміка змін попиту на приватне будівництво в США в різні періоди розвитку країни. Більшість коливань, що зображені на графіку є прямим відображенням економічної і політичної стабільності в державі.

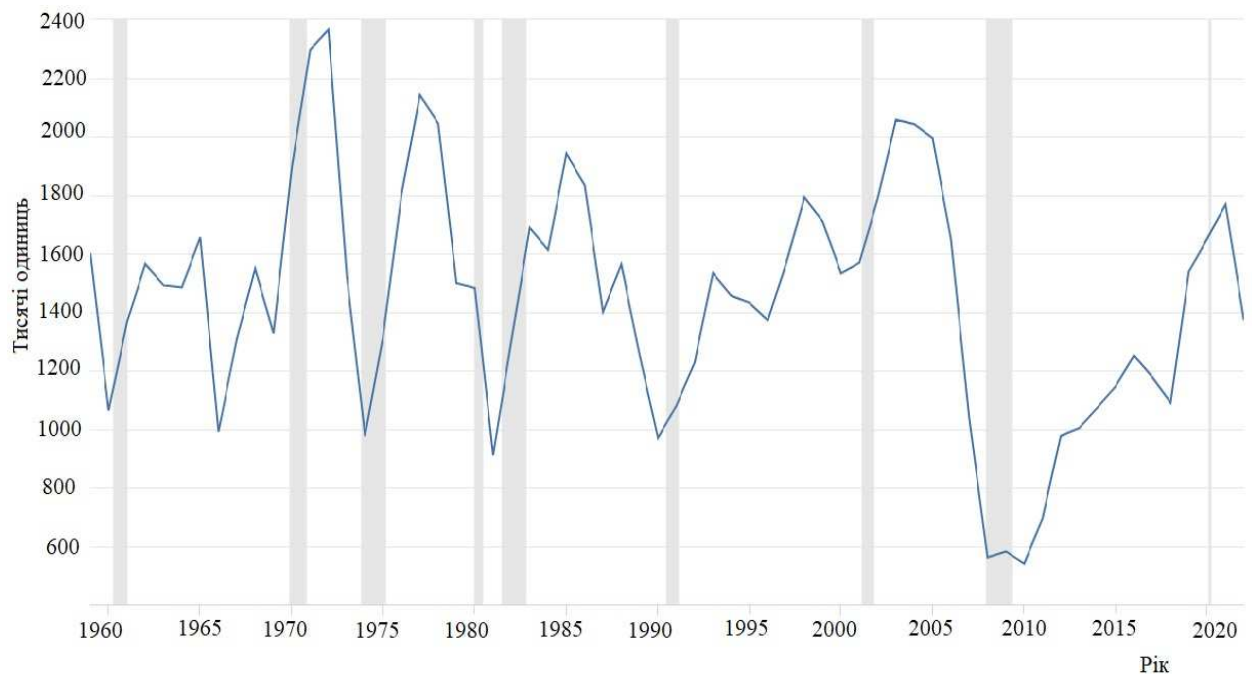


Рис 2.3 Кількість нового приватного будівництва в США 1960-2022 р [31]

Кінець графіку це наростання світової кризи на тлі українсько-російського протистояння і прослідковуючи динаміку графіку в цілому, можна зробити висновок, що буде сплеск зацікавленості на приватне будівництво після закінчення кризи. По даним бюро перепису населення [31], кількість завершеного будівництва в 2022 році скоротилася на 3% порівняно з аналогічним періодом 2021 року, це сталося вперше з 2009 року і передумовою є зниження іпотечної платоспроможності. Натомість приватне будівництво односімейних будинків виросло на 11,3 %.

По прогнозам розвитку будівельного ринку США, вартість будівництва малоповерхових багатоквартирних будівель зросте на 14 %, а багатоповерхівок з комфортними умовами, торговельними центрами, басейнами, спортивними площадками на 50 %. Тоді як для порівняння, вартість будівництва одно або двох квартирного житла дорожчає лише на 4% [35].



Рис 2.4 Середня вартість квадратного футу (0,093 м<sup>2</sup>) житла в США в різних типах будівель [35]

Аналізуючи вартість будівництва будівель різної етажності (Рис 2.4), видно, що вартість однієї і тієї ж площі в маленькому будинку інколи чи не вдвічі дешевші за таку ж площу в багатоповерхівці. Це зумовлено передусім різницею технологій будівництва. Для малих будинків широко розповсюджена каркасна система будівництва з використанням дерева і йому похідних матеріалів, природних утеплювачів, що дешевше ніж будівництво

багатоповерхівки, що вимагає ускладнення технології, використання великої кількості металу, бетону, цегли, світлопрозорих конструкцій, інженерних мереж з високотехнічним обладнанням. Крім того залучення спецтехніки при побудові малоповерхового житла, потрібне лише при певних операціях, наприклад риття під фундамент, або подача готових конструкцій, якщо це модульна будівля. Для багатоповерхівки, спецтехніка потрібна чи не на кожному етапі будівництва, що значно піднімає вартість проекту.

В зв'язку з ростом цін на енергетичні ресурси, зростає і вартість обслуговування будівель. І якщо в малоповерховому будинку при використанні новітніх технологій підрівняно легко досягти мінімального енергоспоживання і енергонезалежності будинку, підбором утеплювача, установки сонячних панелей, геліосистем, теплових насосів, то запроєктувати і побудувати енергоефективну багатоповерхівку значно важче.

Висотні ж будинки є основою економічних міських агломерацій, де формуються бізнес центри з великою кількістю офісних приміщень. І не зважаючи на те що проживання у будівлях, що розраховані більше чим на 20 квартир, все ж таки має місце, це як правило зумовлене близьким розташуванням до роботи чи низьким рівнем матеріальної забезпеченості квартиронаймача, так як цей вид житла має нижчу вартість орендної плати, ніж при такому ж розташуванні в малоповерховому багатоквартирному будинку. Тому державні програми по побудові висотного соціального житла були відмінені після відносної стабілізації будівельного ринку і переорієнтацію його на комфортне житло. А саме малоповерхове будівництво тут вважається комфортне.

Якщо до не давна, саме висотне будівництво вважалось оптимальним шляхом подолання територіальної кризи і перенаселення міст, то за даними отриманими в дослідженнях [40] щільність забудови має прямий вплив на рівень викидів парникових газів в міському просторі.

На основі комп'ютерного моделювання [43], використовуючи різні типи міської забудови зображені на Рис. 2.5, а також даних по кількості населення, що може проживати на даній території дослідження, було встановлено що різниця кількості викидів вуглекислого газу між щільною багатоповерховою забудовою і такою ж за площею малоповерховою щільною забудовою, при такій же кількості населення може сягати 142% за весь життєвий цикл забудови. А це при перерахунку на одну людину, що проживає на даній території, за весь життєвий цикл забудови складає 365 тон CO<sub>2</sub>.

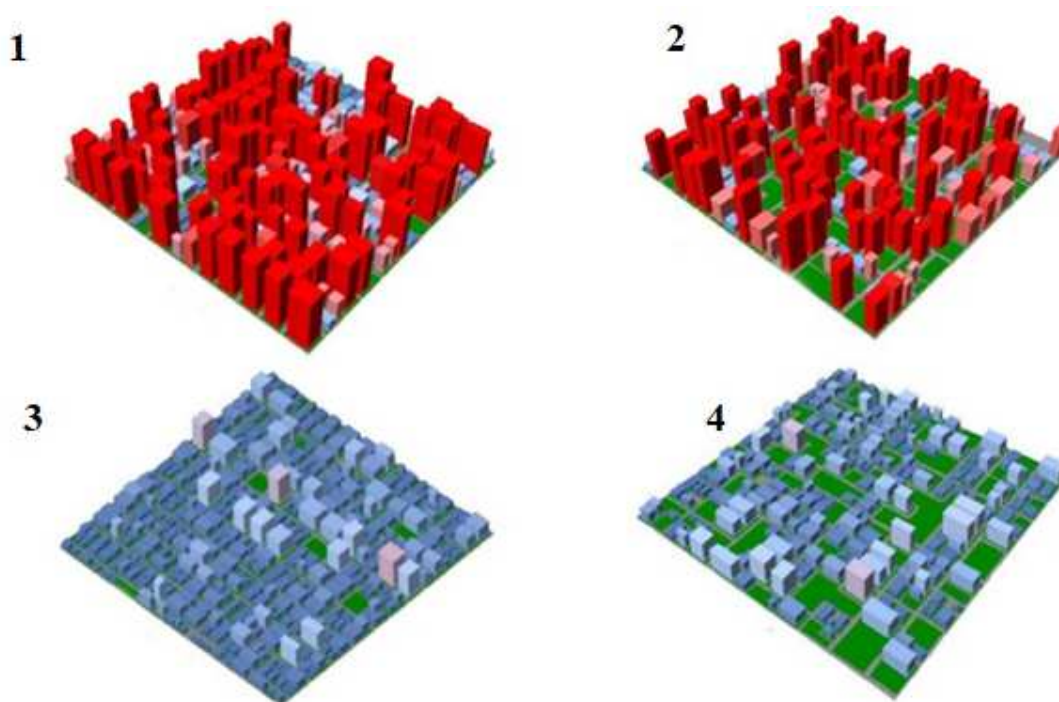


Рис. 2.5 Типи щільності та висотності забудови 1. багатоповерхова забудова високої щільності (HDHR); 2. низька щільність, багатоповерхові забудови (LDHR); 3. щільні малоповерхові будівлі (HDLR); 4. малоповерхові низької щільності (LDLR).

Світова практика заселення нових житлових масивів у великих містах показала, що далеко не всі вони користуються належною популярністю. Житло в центрі міста з багатьох причин є привабливим для населення більше,

ніж на нових периферійних територій. У свою чергу, це породжує протиріччя між можливістю поліпшення житлових умов і віддаленістю міської сфери обслуговування, що веде до збільшення витрат часу на різні пересування.

Менталітет українських громадян поступово наближається до європейських стандартів розуміння комфорту життя. У багатьох країнах більшість людей проживають у малоповерхових будинках. Монолітні висотки там є лише як адміністративно-комерційні офісні центри. Забудова панельними та монолітними багатоповерхівками великих міст України довгий час йшла врозріз зі світовими тенденціями комфортності проживання. Програма малоповерхового будівництва, на думку фахівців, має стати гідною альтернативою зведенню житлових панельних та монолітних висоток.

Містобудівна концепція, що займає провідне місце в Україні протягом багатьох років, передбачала розвиток багатоповерхового домобудівництва з переважним використанням таких будівельних матеріалів як металопрокат, бетон та цегла. Це призводить до високої вартості житла, надмірно ущільнює забудову центральної частини міст та знижує його комфортність, доступність та екологічність.

Світова практика пройшла шлях по організації технології будівництва малоповерхового житла. Такі країни як США, Канада, Німеччина, Фінляндія будують малоповерхові будинки. Енергоефективність такого будівництва перевищує досягнутий рівень енергоефективності в нашій країні. В середньому біля 80% житлового фонду це малоповерхові будинки. Показовим в цьому відношенні є досвід США в 2003 році коли було побудовано 250 млн. м<sup>2</sup> житла і з них 230 млн це індивідуальні будинки котеджного типу[40].

Світовий досвід показує що в Європі і США сьогодні використовується підхід до проектування і будівництва, який називається конструювання і збирання ММС – Modern Methods of Construction (варіант в США – factory build housing, prefab housing), оснований на конструюванні і моульному і збиранні основних елементів майбутніх будинків. Лідерами використання



такої технології є Швеція – біля 90% будинків будуються по prefab-технології [41].

Малоповерхове житло будується по периметру великих міст. Питома вага введення в експлуатацію малоповерхового житла в республіках колишнього СРСР постійно зростає і становить 50-60%. Загальна площа житлових будівель, введених в експлуатацію у 2020 році, склала 5,749 млн. м<sup>2</sup>, з них 53,78% становили будинки одноквартирні, 46,12% — із двома та більшою кількістю осель, 01% — гуртожитки.

Розглядаючи різні стратегії і програми, націлені на вирішення житлової проблеми в Україні, можливо виділити варіант створення доступного житла за допомогою масового типового малоповерхового будівництва, адже малоповерхове будівництво може забезпечити формування якісно нового середовища існування [42].

Серед багатьох тенденцій розвитку малоповерхового житла можна відрізнити найбільш значущим для цього фактори: Ефективність; Екологічна доброзичливість; енергоефективність; Швидке будівництво; Динамізм.

Вже зараз жителі великих міст відчувають дискомфорт від підвищеної концентрації шкідливих газів, шуму, стресів і конфліктів, психічних розладів, нестачі часу і сил на подолання великих відстаней. Так само збільшуються температура зовнішнього повітря в нічний час через акумуляцію теплової енергії будівлями і спорудами під дією сонячної радіації.

Особисті стратегії та програм, які спрямовані на вирішення проблеми житла в ряді країн отримує державне фінансування. Будівництво може забезпечити утворення якісно нового середовища проживання. Будинки на землі викликає у людини почуття власності, відповідальності. Природно, якщо сім'ї живуть у власному будинку Україна зможе значно просуватися у вирішенні демографічної проблеми. Багаточисельні дослідження показали, що питання наявності власного малоповерхового житла відіграє важливу роль у прийнятті рішення щодо народження дітей.

## 2.2 Сучасні тенденції будівництва житла в пострадянських країнах

Україна являється однією із пострадянських країн. Стан і енергоефективність житлового фонду є продуктом застарілих технологій і стандартів колишнього союзу.

За даними офіційної статистики [3] по забезпеченню населення житлом в пострадянських республік (Рис. 2.6).

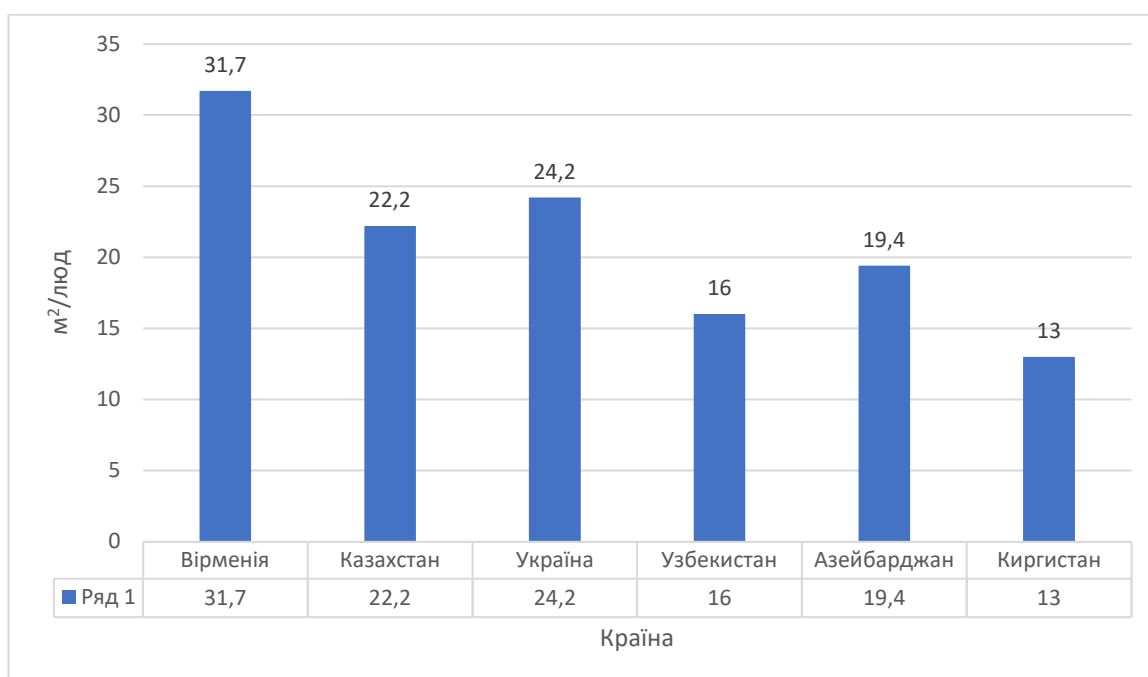


Рис. 2.6 Середня забезпеченість населення житлом України та інших пострадянських країн станом на 2019 рік.

Житлова площа на душу населення в Україні, в середньому, становить близько 24,2 м<sup>2</sup>, ці показники значно поступаються даним забезпечення житлом населення у розвинутих країнах світу(Рис 2.7).

Дані порівняно не погані показники в Україні у порівнянні з іншими пострадянськими країнами, досягнуті за рахунок демографічної кризи у нашій державі. Чисельність населення України за останні 30 років скоротилась практично на 20% за рахунок депопуляції населення та надмірної міграції. А враховуючи, що в наслідок російської агресії приблизно 8 млн осіб тимчасово

переїхали в європейські країни і якась частина населення там вже працевлаштувалась і може не повернутись назад, дані статистики мають не втішні прогнози.

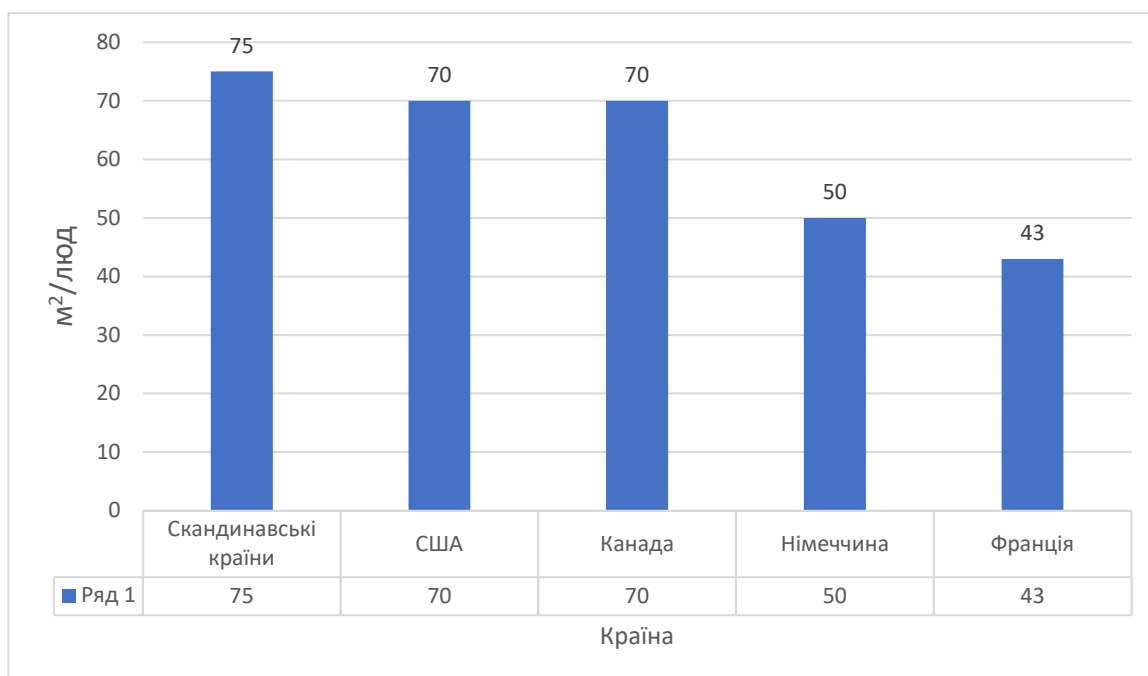


Рис. 2.7 Середня забезпеченість населення житлом розвинених країн світу

Ще одним ключовим моментом показника забезпеченості житлом в Україні, став факт переведення будівель дачних споруд у категорію житлових із можливістю приписки в них.

Насправді, забезпеченість житлом українців значно поступається населенню інших європейських країн. В Європейських країнах використовуються різні методи стимулювання підвищення народжуваності і більш сприятливі умови іпотечного кредитування житла. Це, насамперед: першочергове право для молодих сімей на безкоштовне житло або безвідсотковий кредит на його покупку, компенсація комунальних послуг, знижки в магазинах, пільги при сплаті податків тощо. Цей відомий інструментарій для поліпшення демографічної проблеми може бути рекомендований і для України за умови подолання кризових явищ в економіці країни. Враховуючи постійно зростаючі ціни на житло в Україні, а також

доволі низькі обсяги будівництва житла, руйнацію будівельного фонду в результаті російської агресії, вирішення житлової проблеми для більшості українських сімей є складним завданням. Не зважаючи на введення державної програми по кредитуванню житла під 7% річних в 2021 р., вирішити проблему з забезпеченням саме доступного житла, при існуючих об'ємах будівництва, на жаль, не можливо. Крім того, зазначений механізм кредитування житла через пандемію та російську агресію так і не запрацював.

Загальні обсяги будівництва житла в 2020 році, за даними офіційної статистики, у порівнянні з 2019 року скоротились, на 48%, а у відносному вимірі - до 0,11 м<sup>2</sup> / люд. в рік, що в 4-8 раз менше, від показників інших колишніх пострадянських країнах.

Відповідно до світових норм забезпечення населення житлом, достовірним показником оцінки стану будівництва вважається кількість кімнат, що приходяться на людину. Орієнтовно, за міжнародними стандартами ООН, обсяг будівництва має становити 1 м<sup>2</sup> / люд. в рік, за таких умов максимально збалансовується пропозиція житла до його попиту, при цьому його вартість містить меншу корупційну складову. Також, відповідно до міжнародних стандартів, норма загальної житлової площі, що приходить на людину повинна становити 30 м<sup>2</sup>, що вище, поточного значення в Україні (24,2 м<sup>2</sup>).

За даними статистики, загальні обсяги будівництва житла в Україні зменшились з 21,2 млн. м<sup>2</sup> в 1987 році до 5,8 млн. м<sup>2</sup> в 2000 році, а в 2020 році Україна побудувала найменше житла за всі 30 років незалежності – 5,75 млн. м<sup>2</sup>.

Безперечним лідером на пострадянському просторі являється Казахстан, за 12 місяців 2021 року введено в експлуатацію більше 17 млн. м<sup>2</sup> (на 11.4 % більше, ніж в 2020 році).

Щодо України, то одним із рушійних факторів, що вплинуть на розвиток малоповерхового будівництва і всю її будівельну галузь в цілому є

декарбонізація. Цілі поставлені в Паризькій угоді 2015 року, по зменшенню об'єму викидів парникових газів до 2050 року і не допущення підняття температури навколишнього середовища більше ніж на 1.5 градуса Цельсія до кінця століття, ставить складні виклики перед урбаністами, щодо правильного і раціонального проектування простору міст, що постійно ростуть і збільшуються як в площі так і в кількості населення.

### **Висновок до 2 розділу**

Аналізуючи економічні, соціальні та екологічні фактори сьогодення, що мають прямий вплив на розвиток будівельної галузі в світі, можна спостерігати підвищення інтересу саме до малоповерхового будівництва. І якщо у більшості економічно розвинених країнах популярність малоповерхового будівництва зумовлена його ототожненням з комфортом, вектор розвитку будівництва в Україні за поверховістю, зумовлений взятими зобов'язаннями по досягненню нульових парникових викидів і необхідністю відбудови знищеного війною житлового фонду відповідно до європейських норм екологічності та енергоефективності.

Комфорт і екологічність для пересічного українця поки що, не є ключовою необхідністю, але є обов'язковою сходинкою у майбутньому розвитку суспільної думки: від простого володіння житлом до проживання в комфортних умовах із мінімальним впливом на екосистему.

## **РОЗДІЛ 3. АКТУАЛІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ КОМПОЗИТНОЇ АРМАТУРИ ПРИ БУДІВНИЦТВІ МАЛОПОВЕРХОВИХ ЖИТЛОВИХ БУДІВЕЛЬ**

### **3.1 Конструктивні елементи та вироби з використанням композитної арматури**

Використання композитної арматури при будівництві регламентовано ДСТУ 9065:2021, а рекомендації щодо розрахунків в ДСТУ Н Б В.2.6-185:2012.

При будівництві малоповерхового приватного будинку, враховуючи технічні характеристики композитної арматури можливе її використання як альтернативу сталевій:

- в фундаментах;
- плитах перекриття;
- бетонованих доріжках та парковках;
- армування парканів і підпірних стінок;
- при будівництві гідроспоруд: фонтанів, басейнів та технічних приміщень для них;
- армування технічних резервуарів: зливні та каналізаційні;
- відмостки;
- армування кладки;
- влаштування армопоясів;
- перемички;
- армування сходів;
- як елемент кріплення при утепленні тощо.

Армування фундаментів композитною арматурою. Можливість використання композитної арматури для повної заміни сталюї в стрічковому фундаменті залежить від його перерізу, навантаження на конструкцію, а також з врахуванням розмірів самого фундаменту для виключення його нерівномірного осідання.

Для прямокутного перерізу стрічкового фундаменту, використання композитної арматури доцільне і це пов'язано з тим, що така конструкція фундаменту працює в основному на стиск.

У т-подібній конструкції, стінка буде працювати тільки на стиск, тому обмежень на використання композитної арматури не має, а от підшва сприймає вигин і тому повинна розраховуватися. У випадку незначних навантажень, використання композитної арматури у підшві як основної можливе, в іншому випадку використовують комбіноване армування разом зі сталевією або не використовують композитну арматуру взагалі.

В плитному фундаменті малоповерховієї будівлі, можливе використання композитної арматури для виконання армування моноліту. Незважаючи на погану роботу композитної арматури на вигин і розтяг, навантаження спричиненні будівельною конструкцією на монолітну плиту, при правильному підборі армуючих елементів, дозволяють використовувати композит в якості робочієї арматури без втрати експлуатаційних характеристик фундаменту. Крім того, використання в якості стінового матеріалу газобетону, дозволяє істотно зменшити навантаження на фундамент. Зменшення ваги відбувається і в самому фундаменті, за рахунок зменшення маси армуючих матеріалів. У випадку перестороги, щодо можливих деформацій, через нерівномірність навантаження і просідання, рекомендовано використати комбіноване армування разом зі сталюїєю арматурою.

Композитна арматура в плитах перекриття. При виготовлені і використанні плит перекриття потрібно враховувати ті навантаження, які вона повинна витримати, а це навантаження від власної ваги, навантаження від ваги людей, меблів, устаткування, стін. Повна заміна сталюї арматури композитною для цих елементів, можлива якщо при детальних прорахунках отриманий результат задовольняє всі необхідні технічно-експлуатаційні вимоги.

На практиці частіше використовують комбіноване армування панелей перекриття. В зоні стиску робочою арматурою обирається композитна, а в зоні розтягу сталюна. Це пов'язано з низьким модулем пружності композитної арматури. Як конструктивна арматура в такому випадку також використовується композитна.

При підборі композитної арматури для плит перекриття, на відміну від фундаменту, де взаємозаміна відбувалася виходячи з міцності, заміна відбувається по рівнозначному діаметру, а інколи і навіть із його збільшенням, якщо цього вимагають результати отримані при відповідних розрахунках.

Ще одним із факторів, що впливає на можливість використання композитної арматури в плитах перекриття є клас пожежостійкості.

Чіткої заборони на використання композитної арматури в плитах перекриття немає, але існує пересторога відповідно до якої, використання композитних арматур виробів де арматура працює на розтяг є небажаним.

Доріжки, парковки, відмостка. Дані елементи мощення не піддаються надмірним навантаженням, натомість вони постійно контактують з вологою та агресивними речовинами.

Сукупність цих факторів і також чудової роботи композитної арматури в виробів, що працюють на пружній основі, дозволяє виконати заміщення сталюї арматури композитною при виконанні бетонних доріжок, бетонних основ під брущатку, відмостки, парковки.



Гідроспоруди та резервуари. Збір дощової та «сірої» води для технічних цілей та поливу прибудинкової території, можливий при створенні відповідних ємностей накопичення. При побудові останніх, як і при будівництві басейнів і фонтанів, в індивідуальному будівництві, гостро стоїть питання захисту сталюї арматури від шкідливого впливу надмірної вологості та агресивних сполук (хлор, аміак, розчини солей, кислот, лугів). При використанні сталюї арматури на неї наносять речовини, що забезпечують її додатковий захист. Але такий захист потребує додаткових капіталовкладень та витрат робочого часу. Тому доцільно замінити сталюю арматуру композитною, що не піддається негативному впливу вологи та агресивних речовин.

Заміна робочої сталюї арматури композитною для стін відбувається по аналогічному діаметру. Це зумовлено додатковими тиском на стіни споруд ґрунту, конструктивна арматура і армування дна може виконуватися із взаємозаміною арматур по міцності, так як працює в елементах на пружній основі.

Армування кладки. Кладка газобетону, з якого запроектована будівля, передбачає виконання її армування з метою уникнення деформації розтягу та осідання і як результату тріщин. В класичному варіанті армування виконується за допомогою кладочної сітки, сталюї арматури у штробах в газобетоні і армопоясу по периметру будівлі.

Використання сталюих армуючих матеріалів при кладці газобетону створює додаткові містки холоду в стінах, а також значно збільшує використання металопрокату на будівництві. Тому пропонується замінити сталюю арматуру і сітку на композитну, що має значно меншу теплоємність, досить малий коефіцієнт розтягу і високий запас міцності на розрив.

### 3.2 Порівняльна оцінка екологічної ефективності використання композитної арматури

Використання композитної арматури в основному зумовлено її екологічністю у порівнянні з металевою.

На основі даних аналітичних досліджень [49], за якими рівень викидів вуглекислого газу при виготовленні композитної арматури і рівень кінцевої енергоємності однієї тони готової продукції нижчий на 43% та 47% відповідно, у порівнянні зі сталюю арматурою, проведемо розрахунок екологічного ефекту по зниженню рівня викидів CO<sub>2</sub> при використанні даної арматури.

В Україні на тону металу виділяється 2 тони CO<sub>2</sub> [10]. Для армування підлоги, типовим проектом передбачено армування підбетонки та стяжки металевими сітками 6 та 4 мм в діаметрі, розміри чарунків 150\*150 та 50\*50 мм відповідно. Робимо заміну сітки 6 діаметру на композитну діаметром 3 мм і розміром чарунки 100\*100 мм, а сітки 4 мм на сітку з композиту 3 мм, розмір чарунки залишається. Площа армування складає 182 м<sup>2</sup>, так як сітка має ширину 1 м та вкладається в нахлист збільшуємо кількість на 10%, отримуємо 200 м<sup>2</sup> сітки кожної позиції.

Вага необхідної кількості металеві сітки для даної площі сумуються по двох позиціях і складає 1,352 т. За пропорційним співвідношенням визначаємо кількість CO<sub>2</sub>:

$$1 \text{ т металу} - 2 \text{ т CO}_2$$

$$1,352 \text{ т металу} - ? \text{ CO}_2$$

$$1,352 * 2 / 1 = 2,704 \text{ т CO}_2$$

Вага сітки з композитної арматури – 0,225 т. Кількість викидів 43% від викидів при виготовленні 1 т. сталюї арматури, отже на 1 тоні композиту припадає  $2 * 0,43 = 0,86$  т CO<sub>2</sub>. В нашому випадку отримаємо такі результати:

1 т композитної арматури – 0,86 т CO<sub>2</sub>

0,225 т композиту - ? CO<sub>2</sub>

$0,225 * 0,86 / 1 = 0,193$  т CO<sub>2</sub>

Для зручності, отримані результати заносимо в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 Викиди CO<sub>2</sub> при використанні різних видів арматур

Вид арматури	Стальна арматура 1,352 т.	Композитна арматура 0,225 т
Викиди т. CO <sub>2</sub>	2,704	0,193
Витрати енергії	100%	7,8%

Енергетична складова виготовлення композитної арматури на тону виробу у порівнянні із сталлюю на 47% менша. Враховуючи вагу наших матеріалів, виходить для виготовлення композитної арматури буде використано на 92,2 % менше енергії ніж для сталлюю.

### Висновок до 3-го розділу

Користуючись світовою практикою застосування композитної арматури та опираючись на численні наукові та експериментальні дослідження її основних технічно-експлуатаційних характеристик, вважаємо доцільною та обґрунтованою часткову, а в окремих виробих чи конструкціях, повну заміну сталлюю арматури на композитну.

Доцільність використання саме при виконання малоповерхового будівництва, ґрунтується на її прекрасних експлуатаційних характеристиках, простій замі її за рахунок даних таблиці рівноцінної заміності арматур (таб. 1.3).

При малоповерховому будівництві, використання композитної арматури повинно стати синонімом доступності, зменшення вартості та трудоемності роботи, полегшення загальної ваги готового виробу, підвищення стійкості до впливу вологи, зменшення втомлюваності виробу в часі, а отже збільшення терміну його експлуатації і зменшенню необхідності в поточному обслуговуванні.

Екологічний ефект від використання композитної арматури, навіть при найпростіших підрахунках, показав зменшення викидів вуглекислого газу в 14 разів у порівнянні із сталлюю арматурою, і це лише при заміні нею конструкцій армування підлоги, без урахування армувань в інших елементах та конструкціях. Крім того витрати енергії також зменшуються майже в 14 разів.

## РОЗДІЛ 4. ТЕХНІЧНА ЧАСТИНА

### 4.1 Архітектурно-будівельні рішення

#### 4.1.1 Район будівництва

В роботі розглядається одноповерховий будинок. Проект забудови розроблено для смт. Летичів Хмельницької області.

Рельєф ділянки відведеної для будівництва помірно рівнинний. Відповідно до генерального плану, має невеликий природний ухил в північно східному напрямку з перепадом висоти на рівні 55 см. по довжині ділянки (відмітки 270,25-269,69).

В геоморфологічному відношенні дана ділянка знаходиться в межах Летичів-Літинського вододільного схилу водно-елювіальної рівнини. Ґрунти на об'єкті дослідження характеризуються просідними властивостями. Тип ґрунтових умов просідності 1-й. До глибини 5 метрів підземні води не виявлені.

Враховуючи межування ділянки з лісовим масивом необхідно забезпечити зменшення впливу на навколишнє середовище. Провести благоустрій та озеленення ділянки після закінчення будівельних робіт. Через відсутність централізованого водопостачання та каналізації, рекомендовано вжити заходів щодо попередження забруднення побутовими нечистотами.

Відповідно до генерального плану передбачено мощення території бруківкою, асфальтування дороги під'їзду до території, висадку деревно-чагарникової рослинності і посів газонних трав.

Клімат місця розташування забудови помірно теплий. Кліматичний район будівництва – 1. Середня глибина промерзання ґрунту 0,8-0,9 м. Температурний мінімум  $-34^{\circ}\text{C}$ , максимум  $+38^{\circ}\text{C}$ .

### 4.1.2 Об'ємно-планувальне рішення

Будинок одно поверховий, має правильну форму в плані з розмірами 16,2 м x 14,1 м. Висота поверху – 3 м., висота гаража 2,8 м.

Таблиця 4.1 Експлікація кімнат та приміщень

Номер	Найменування	Площа, м <sup>2</sup>
1	Вхідний тамбур	4,32
2	Санвузол	3,24
3	Санвузол	6,48
4	Кухня/столова/гостьова	38,07
5	Коридор	5,09
6	Дитяча	15,98
7	Гардероб	6,2
8	Гардероб	5,89
9	Спальня	16,43
10	Тераса	8,2
11	Гараж	26,04
12	Технічне приміщення	8,82
Всього		144,75

Загальна площа забудови 216,64 м<sup>2</sup>, площа будинку 158,78 м<sup>2</sup>. Загальна площа приміщень будинку 145,73 м<sup>2</sup>, житлова площа 52,92 м<sup>2</sup>. Будівельний об'єм 907,3 м<sup>3</sup>.

## 4.2 Опис основних прийнятих конструктивних рішень

### 4.2.1 Цоколь

Цоколь (Рис. 4.1) будівлі оздоблюється ПВХ панелями з тисненням під натуральний камінь, що монтується на дерев'яну обрешітку 40\*40 мм. Додатково зона цоколю оброблена бітумною гідроізоляцією, що наноситься макловицею в два шари. Утеплення виконано екструдованим пінополістиролом 80 мм.

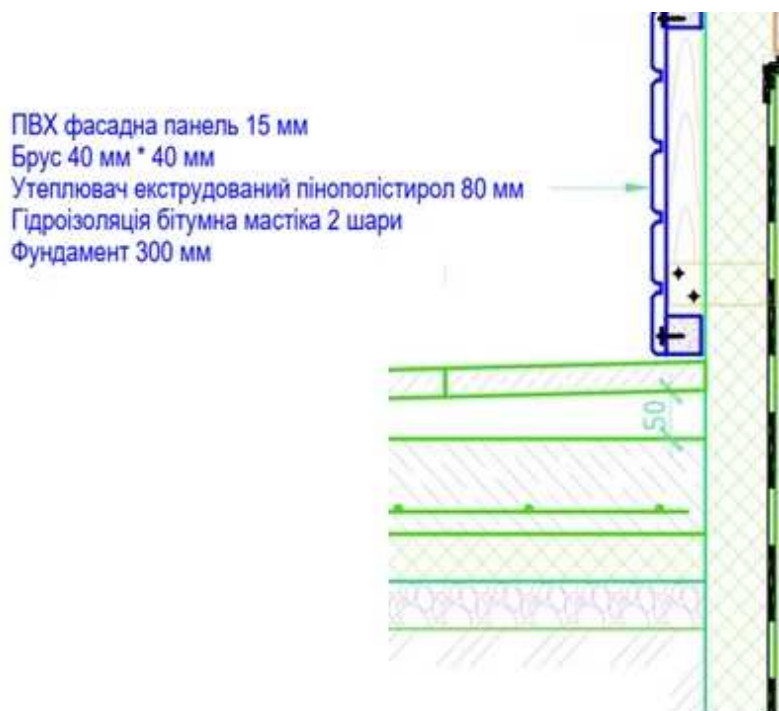


Рис. 4.1 Цоколь

### 4.2.2 Стіни і перегородки

Стіни виконанні з газобетону товщиною 300 мм марки D400. Зовнішні стіни додатково утеплені фасадною мінеральною ватою 80 мм із щільністю 90 кг/м<sup>3</sup> (Рис. 4.2). Кладка відбувається на «теплу» суміш для газобетону, щоб уникнути створення містків холоду. Оздоблення зовнішнє запроектовано

декоративними ПВХ панелями товщиною 15 мм, що змонтовані на дерев'яний брус 40 мм., це забезпечує додаткову вентиляцію фасаду.

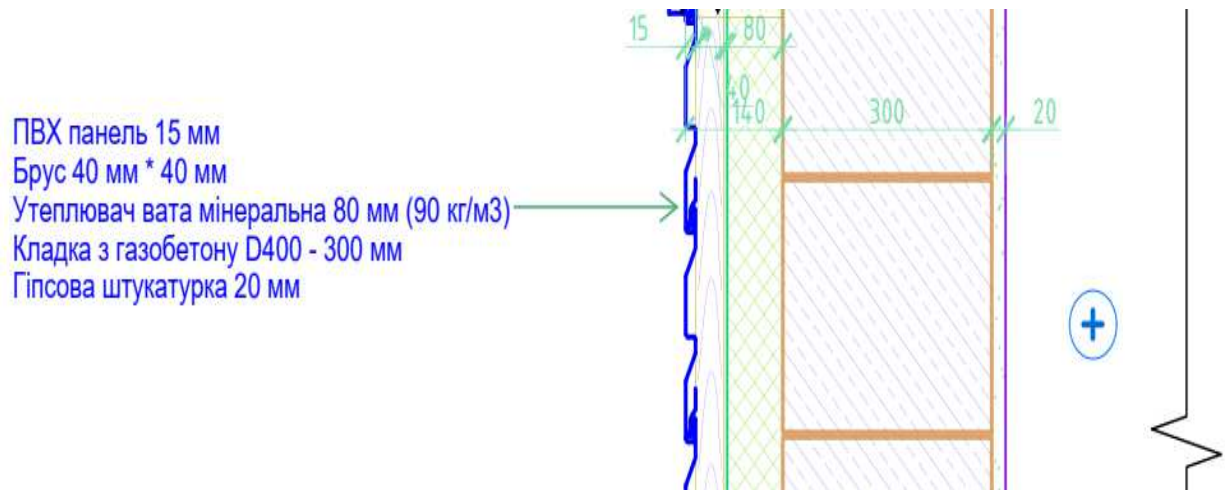


Рис. 4.2 Зовнішня стіна із утепленням і декоративним оздобленням

Армування кладки запроектовано за допомогою композитної арматури діаметром 4 мм., методом укладання арматури в штробу (рис 4.3) в два ряди. Такий діаметр дозволяє виконати вигин арматури або використати запроектовані в підрозділі 4.4 муфтові з'єднання. Армування виконується для першого ряду газобетону, в місцях додаткових навантажень і можливих осідань, через кожні 4 ряди кладки газоблоку, кільцеве армування виконано у вигляді армопоясу.

Перегородки виконанні із газобетону товщиною 100 мм марки D400. Перегородка мурується із зазором до 30 мм між ним перекриттям, що заповнюється спіненим матеріалом.

В середині стіни оздоблюються гіпсовою штукатуркою.



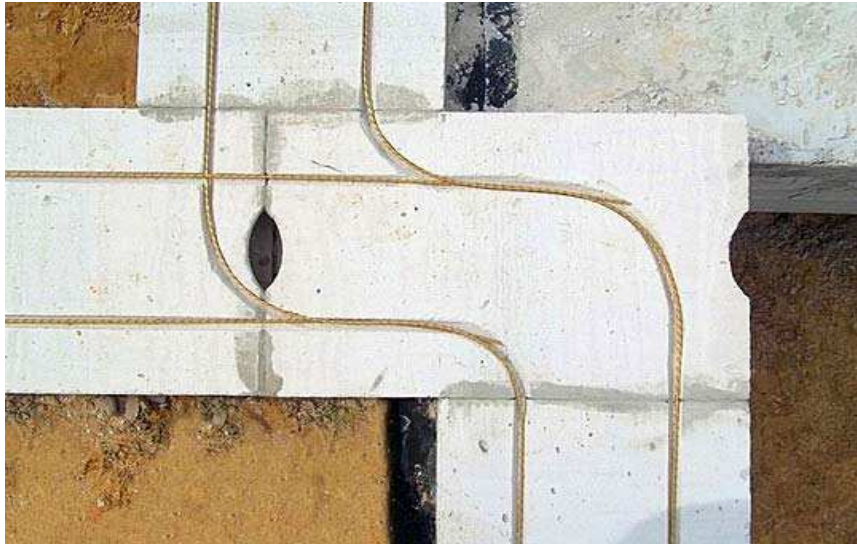


Рис 4.3 Армування газобетонної кладки композитною арматурою в штробу

#### 4.2.3 Мощення

По периметру будинку виконане мощення (Рис 4.4). Зовнішнє оздоблення запроектовано гранітними плитами товщиною 30 мм. Бетонування виконано із армуванням сіткою з композитної арматури з розміром чарунки 100\*100 мм. і товщиною прута 4 мм. Використання даного виду арматури зумовлено умовами експлуатації відмостки, а саме перебування в зоні підвищеної вологи. Композитна арматура, що має стійкість до вологих умов та коефіцієнт теплового розширення схожий за своїми показниками до бетону, дозволить значно збільшити термін експлуатації даного мощення.

#### 4.2.4 Перекриття

Переkritтя між першим поверхом та горищем будинку, запроектовано товщиною 200 мм із використанням дерев'яних балок 100\*200 мм. Між балками знаходиться утеплювач – мінеральна вата товщиною 200 мм. і щільністю 100 кг/м<sup>3</sup>.

Перекриття виконується із застосуванням пароізоляції та гідроізоляції. Вся конструкція обшивається дерев'яною дошкою 200\*20 мм. на стелі, та з мощенням ОСБ плити зі сторони горища.

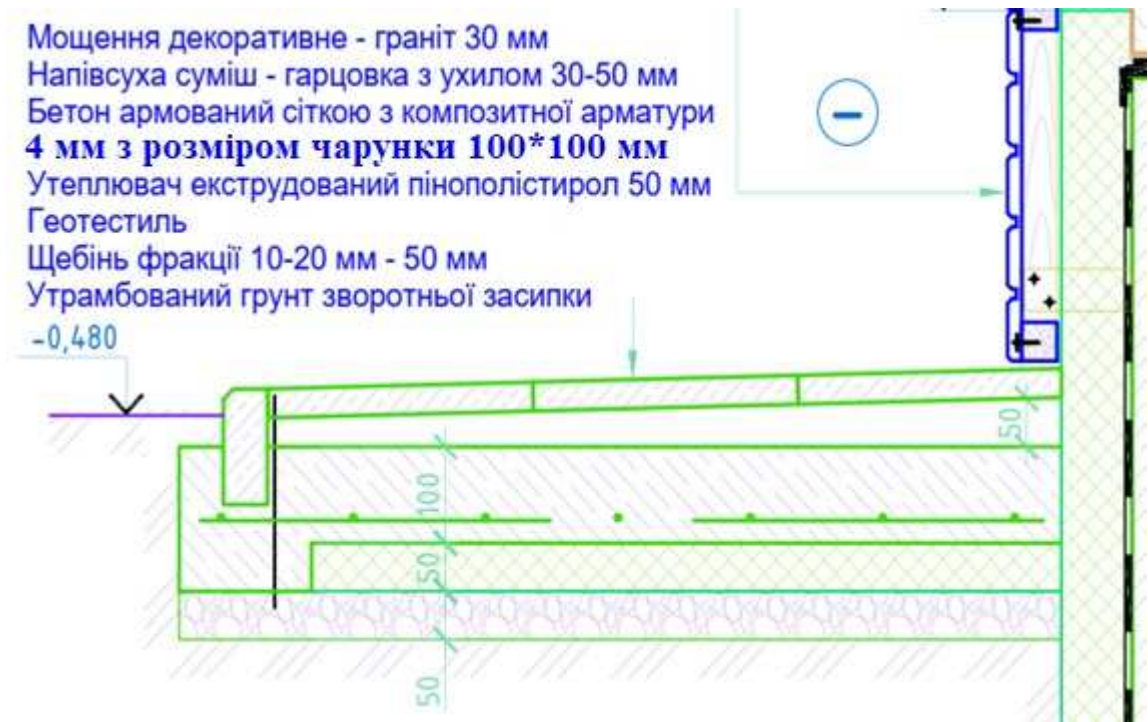


Рис 4.4 Мощення навколо будинку

#### 4.2.5 Перемички

Перемички над дверними і віконними розрізами запроектовано виконати з U- подібними газобетонними блоками, армованими сталлюю арматурою.

Після виконання армування, перемичку бетонують бетоном В20. В зоні стиснення, можливе виконання армування композитною арматурою, але враховуючи незначну кількість перемичок при індивідуальному будівництві, відсутності можливості виготовлення гнутих елементів на місці будівництва, проводити розрахунок композитної арматури для перемичок вважаємо недоцільним, тому армування залишається сталлюю.

#### 4.2.6 Вікна та двері

Вікна та двері в проектуваному будинку роздільні та нероздільні.

Металопластикові вікна з енергозберігаючим напленням і склом марки «Low-E». Вікна забезпечують достатню кількість освітлення приміщення в яких встановлені.

Двері першого та другого типу виконанні з металу, утеплені та обшиті дерев'яним шпоном. Відповідно до нових вимог ДБН В.2.6-31:2021 «Теплова ізоляція та енергоефективність будівель» піднятий термічний опір огорожувальних конструкцій. Запропоновані варіанти вікон і дверей підбираються відповідно до нових вимог.

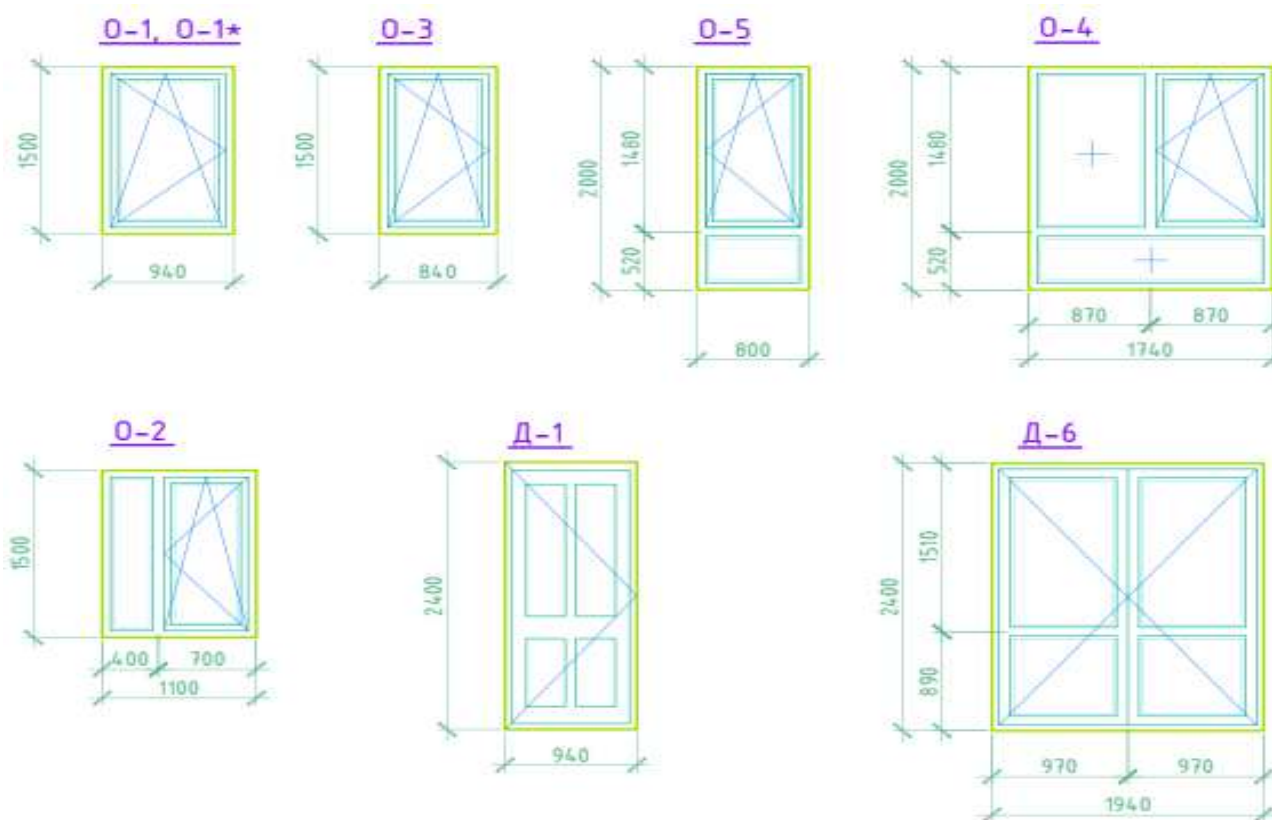


Рис 4.6 Розміри та типи вікон та дверей

### Специфікація елементів заповнення прорізів

Поз.	Назва	Кільк.
Вікна		
0-1	Вікно металопластикове з подвійним склопакетом і енергоефективним напленням	1
0-1*	Вікно металопластикове з одинарним склопакетом	1
0-2	Вікно металопластикове з подвійним склопакетом і енергоефективним напленням	4
0-3	Вікно металопластикове з подвійним склопакетом і енергоефективним напленням	2
0-4	Вікно металопластикове з подвійним склопакетом і енергоефективним напленням	1
0-5	Вікно металопластикове з подвійним склопакетом і енергоефективним напленням	1
Двері, ворота		
Д-1	Двері зовнішні глухі	1
Д-2	Двері внутрішні дерев'яні глухі	2
Д-3	Двері внутрішні дерев'яні глухі	1
Д-4	Двері внутрішні дерев'яні глухі	3
Д-5	Двері внутрішні дерев'яні глухі	1
Д-6	Двері зовнішні металопластикові з подвійним склопакетом	1

Рис 4.7 Специфікація вікон та дверей

#### 4.2.7 Сходи

Сходова частина (Рис. 4.8) запроектована біля центрального входу на три сходинок, шириною 250 мм. Сходи бетоновані і армовані сіткою з композитної арматури  $\varnothing 3$  з чарункою 50x50 мм, бетонна основа армована сіткою композитною  $\varnothing 4$  розміром чарунки 100\*100 мм. Облицювання керамогранітом.

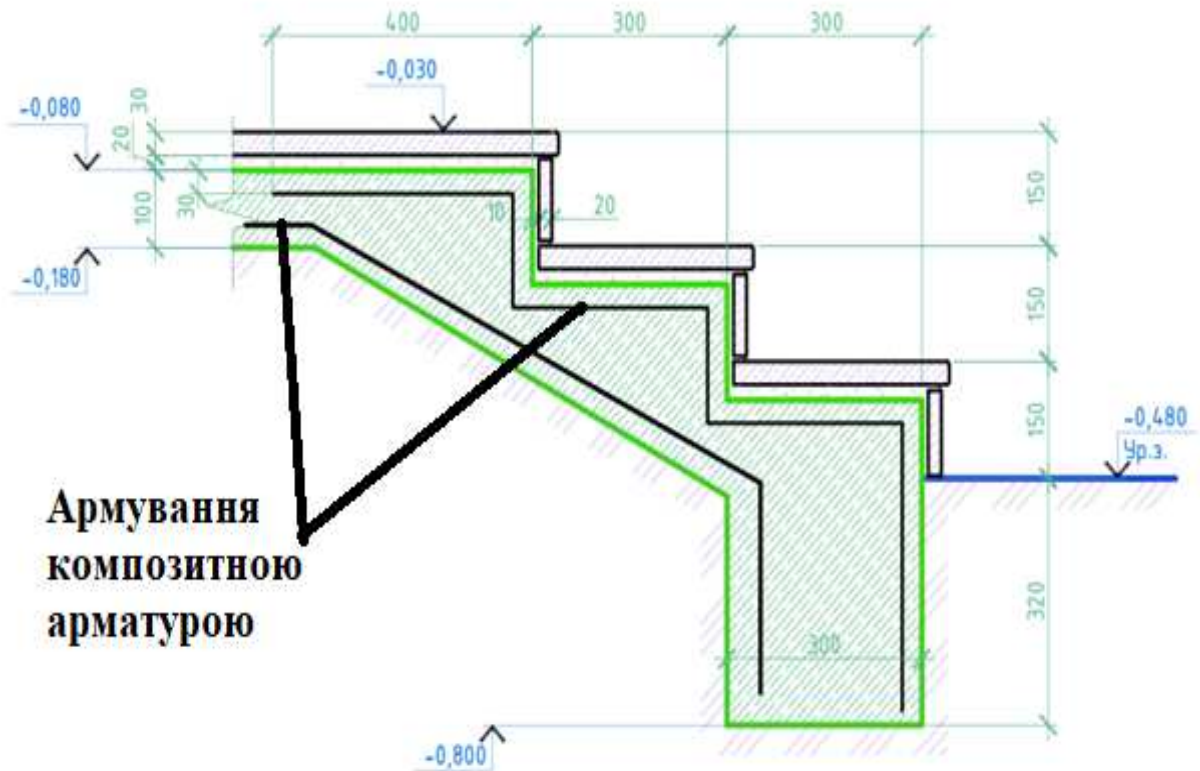


Рис. 4.8 Сходовий марш

#### 4.2.8 Підлога

В різних частинах будинку, в залежності від розміщення та призначення, підлога виконана із відповідним до вимог оздобленням. Конструкції підлог, що використано подано на таблиця 4.2.

При виконанні робіт по виконанню бетонування основи під підлогу та виконання стяжок передбачається використання в якості армуючого матеріалу сітки з композитної арматури.

Таблиця 4.2 Експлікація типів підлоги в проєкті

Номер по проєкту	Тип полу	Схема	Елементи підлоги	Площа, м <sup>2</sup>
01,02,03, 07,08	1		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Керамограніт - 10мм</li> <li>2. Клейова суміш - 5мм</li> <li>3. Гідроізоляція Ceresit CR 66 - 2мм</li> <li>4. Стяжка - цементно-піщана - М150 армована сіткою з композиту Ø3 з чарункою 50х50 мм - 40мм</li> <li>5. Гідро-пароізоляція</li> <li>6. Звуко-теплоізоляція плитами мінеральної вати - 40мм</li> <li>7. Підбетонка - бетон В15 армований сіткою з композитної арматури Ø4 чарункою 100х100 - 150мм</li> <li>8. Грунт основи ущільнений щебнем фракція 40...60 мм.</li> </ol>	25,98
04,05,06, 09	2		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Паркетна дошка - 15мм</li> <li>2. Кorkова підложка - 3мм</li> <li>3. Самовивівнююча суміш Ceresit CN 69 - 3мм</li> <li>4. Стяжка - цементно-піщана - М150 армована сіткою з композиту Ø3 з чарункою 50х50 мм - 40мм</li> <li>5. Гідро-пароізоляція</li> <li>6. Звуко-теплоізоляція плитами мінеральної вати - 40мм</li> <li>7. Підбетонка - бетон В15 армований сіткою з композитної арматури Ø4 з чарункою 100х150мм - 100мм</li> <li>8. Грунт основи ущільнений щебнем фракція 40...60 мм.</li> </ol>	75,57
10, вхід	3		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Натуральний камінь - 20мм</li> <li>2. Клейова суміш "CERESIT" CM 117 - 10мм</li> <li>3. Гідроізоляція Ceresit CR 66 - 2мм</li> <li>4. Стяжка цементно-піщана розчин М150 армована сіткою з композиту Ø3 з чарункою 50х50 мм - 20...50мм</li> <li>5. Підбетонка - бетон В15 армований сіткою з композитної арматури Ø4 з чарункою 100х100мм - 100мм</li> <li>6. Грунт основи ущільнений щебнем фракція 40...60 мм.</li> </ol>	35,06 +6,66
11	4		<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Поліуретанова наливна підлога - 2мм</li> <li>2. Бетон В25, шліфований, армований сіткою з композитної арматури Ø3 з розміром чарунки 50х50 мм -50...80мм</li> <li>3. Теплоізоляційна плита - 30мм</li> <li>4. Наливна гідроізоляція - 2мм</li> <li>5. Підбетонка - бетон В15 армований сіткою з композитної арматури Ø4 з чарункою 100х100мм - 150мм</li> <li>6. Грунт основи ущільнений щебнем фракція 40...60 мм.</li> </ol>	37,94



### 4.3 Заміна сталюї арматури на композитну при виконанні армопоясу

Враховуючи технічно-експлуатаційні характеристики композитних арматур, що представлені на будівельному ринку України і керуючись ДСТУ 9065:2021 і ДСТУ -Н Б В.2.6-185:2012 розробляємо технічні рішення по використанню композитної арматури в різних конструкціях на об'єкті будівництва.

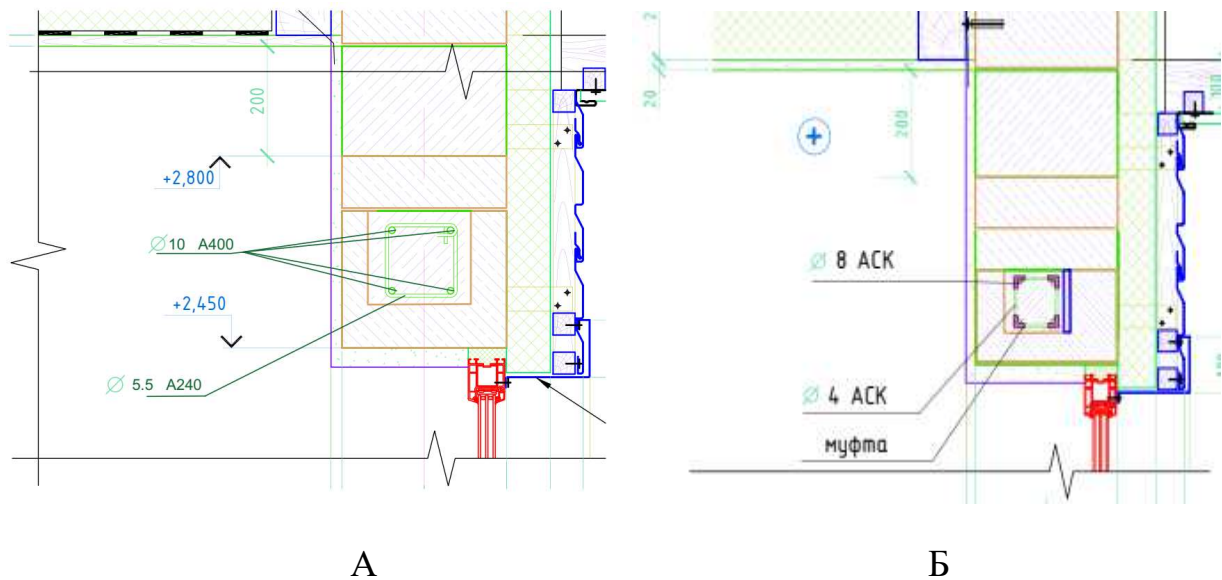


Рис. 4.9 Армопояс: А- сталюї арматура; Б – композитна арматура

Для даного об'єкту технічне рішення по заміщенню арматури буде виконуватися на прикладі армопоясу.

Відповідно до проекту будинку передбачено виконання армувального поясу за допомогою сталюї арматури 10 перерізу класу А400 з послідувочим виготовленням каркасу разом із сталюю арматурою класу А240 і перерізом 5,5 мм. і кроком 30 см (рис 4.9). Заливка армопоясу буде виконуватися в U – газоблок (рис. 4.10) бетоном класу В20. Враховуючи той факт що армопояс буде виконувати функцію перемичок пропонується комбінований метод армування: при армуванні перемичок арматура залишається сталюю, а сам армопояс виконується композитною арматурою.

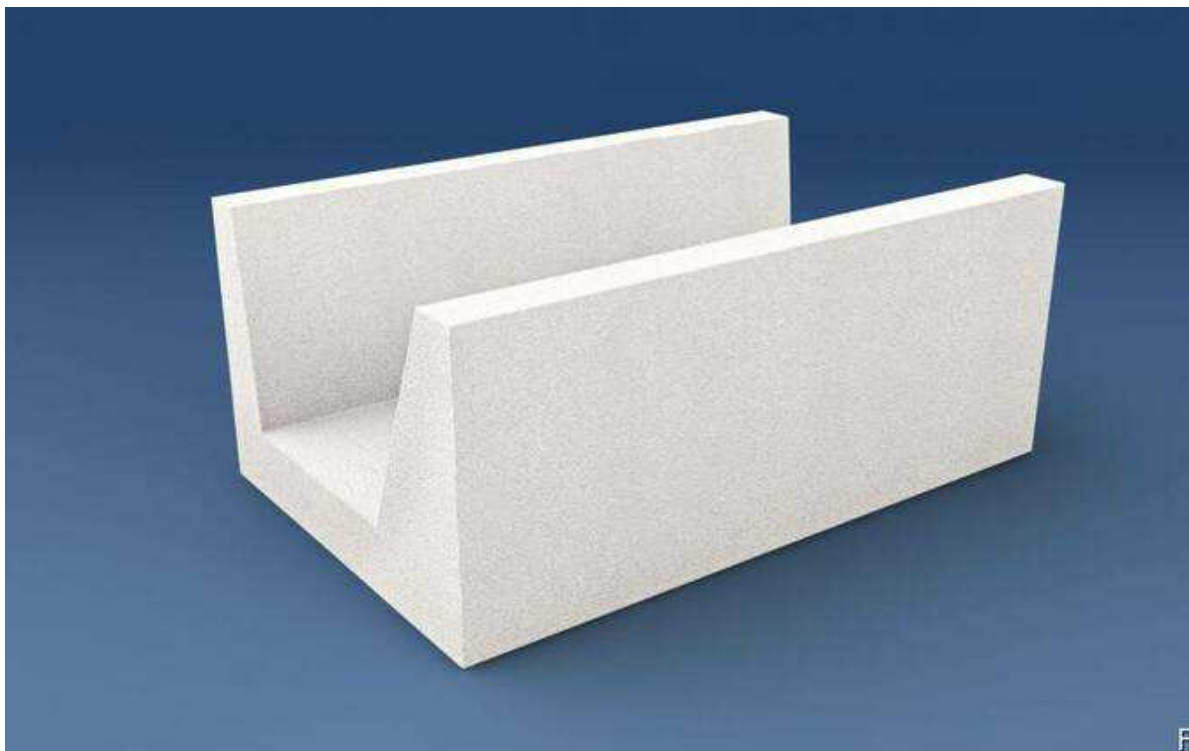


Рис. 4.10 U-блок газобетон

Проводимо заміну сталевної арматури композитною відповідно до таб.1.3 без втрати експлуатаційних характеристик всієї конструкції. В результаті отримуємо діаметри основної арматури 8 мм, а конструктивної 4 мм.

Зв'язування арматурних прутів між собою слід виконувати за допомогою в'язального дроту, а у нашому випадку при армуванні композитною арматурою допускається використання пвх стяжок.

Порізка прутів в необхідний розмір здійснюється на місці за допомогою відрізного круга встановленого на кутову шліфувальну машинку. В результаті різки виділяються пилюваті частинки скла та епоксидів тому роботу рекомендовано виконувати з засобами індивідуального захисту органів дихання.

При виборі U-блоку для армопоясу, вважаємо вибір доцільно зупинити вибір на конфігурації з непропорційним зміщенням вирізу блоку як зображено на рис 4.11.



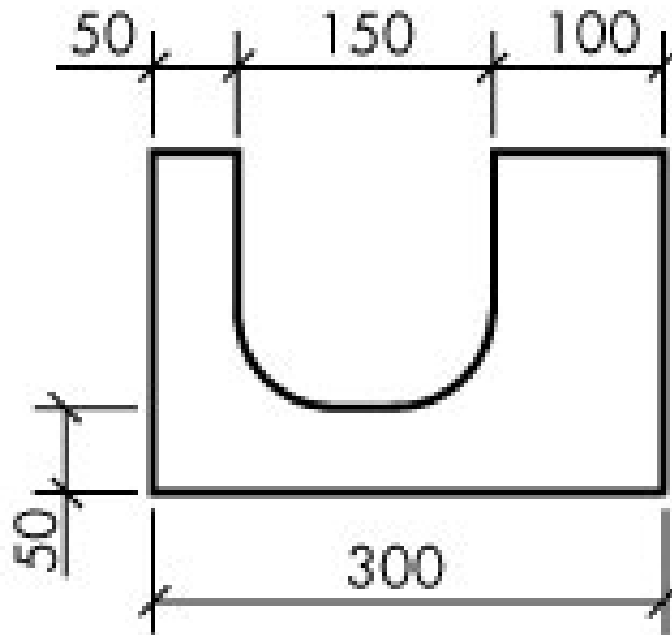


Рис 4.11 Аерок U 300

Потрібно врахувати, що виконання бетонування в U-блок важкими бетонами, може створити додатковий місток холоду в стіні в місці армопоясу. Тому перевіряємо термічний опір пирога стіни буз армопоясу і з армопоясом за формулою:

$$R_{\Sigma} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n R_i + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} = \frac{1}{\alpha_{\text{в}}} + \sum_{i=1}^n \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{з}}} \quad (4.1)$$

Для зручності вихідні дані різних огорожувальних конструкцій заносимо в таблицю 4.3.

Вихідні дані для розрахунку:

- Температура холодної п'ятиденки  $-21^{\circ}\text{C}$ ;
- Тривалість опалювального сезону (Хмельницька обл.) 181 день
- Середня температура опалювального сезону  $-0,5^{\circ}\text{C}$ .

Стіновий пиріг без армопоясу (рис 4.12):

- Зовні вентиляований прошарок між зовнішнім ПВХ;
- Мінеральна вата щільністю 75 -100кг/м<sup>3</sup> товщиною 80 мм;
- Газобетон D 400 товщиною 300 мм;
- Внутрішнє оздоблення – гіпсова штукатурка 20 мм.

Таблиця 4.3 Тепловий опір елементів зовнішньої огорожувальної конструкції

№ пп	Найменування шару	Товщина шару, $\delta, м$	Коефіцієнт теплопровідності, $\lambda, \frac{Вт}{м \cdot К}$	Термічний опір шару, $R = \frac{\delta}{\lambda},$ $м^2 \cdot К / Вт$
1	Штукатурка гіпсова	0,02	0,25	0,08
2	Блок газобетонний D400	0,3	0,096	3,13
3	Блок газобетонний D400	0,05	0,096	0,52
4	Блок газобетонний D400	0,1	0,096	1,04
5	Залізобетон	0,15	1,69	0,09
6	Бетон композитне армування	0,15	1,51	0,1
7	Бетон композитне армування	0,13	1,51	0,09
8	Мінеральна вата	0,08	0,037	2,16
9	Екструдований пінополістирол 30 кг/м <sup>3</sup>	0,02	0,033	0,61

В результаті проведеного розрахунку отримуємо приведений опір теплопередачі нашої конструкції 5,54 м<sup>2</sup> · К/Вт.

Відповідно до ДБН В.2.6-31:2021 мінімальний приведений опір теплопередачі огорожувальної конструкції стін для першої температурної зони складає 4 м<sup>2</sup> · К/Вт.

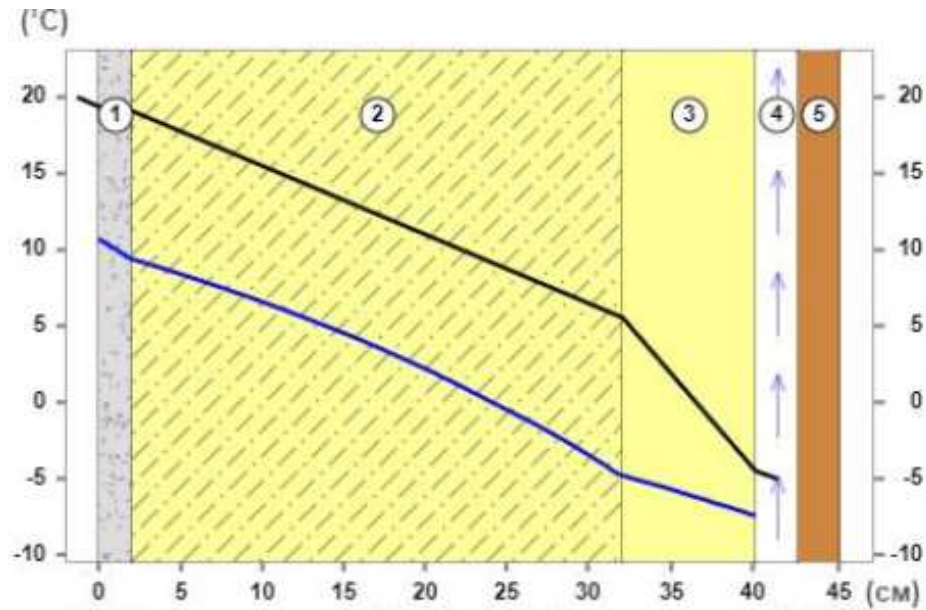


Рис. 4.12. Стіновий пиріг без армопоясу

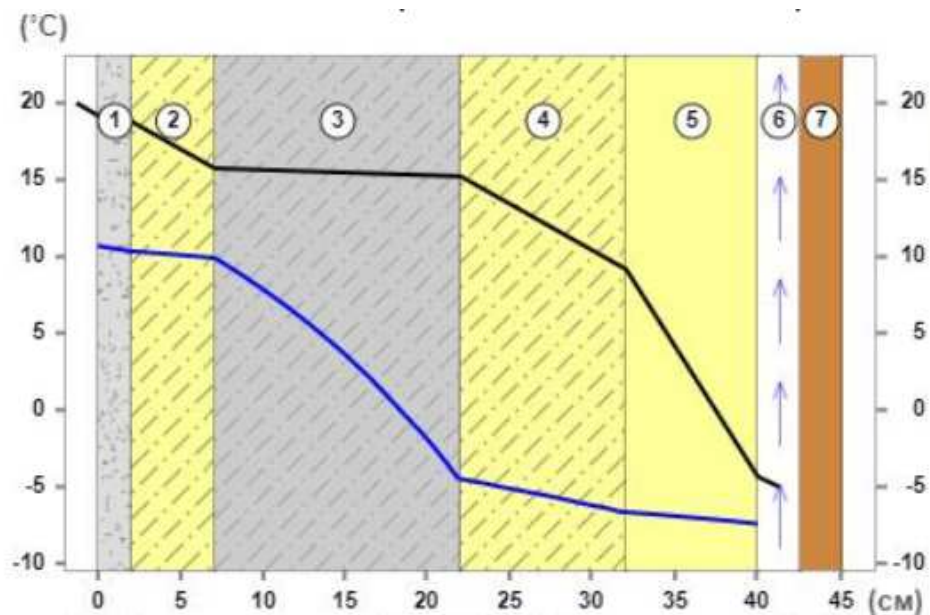


Рис. 4.13. Стіновий пиріг з армопоясом

Отриманий нами результат перевірки теплового опору стіни повністю задовольняє вимоги ДБН.

Наступним етапом роботи буде перевірка теплового опору стінового пирога з виконаним у ньому залізобетонним армопоясом. Кліматичні умови для розрахунку приймаємо ідентичними попередньому прикладу.

Основні складові стінового пирога з армуванням (рис 4.13):

- Зовні вентиляований прошарок між зовнішнім ПВХ оздобленням та плитами мінеральної вати;
- Мінеральна вата щільністю 75-100 кг/м<sup>3</sup> товщиною 80 мм;
- Газобетон D 400 товщиною 100 мм;
- Залізобетонний армопояс 150 мм;
- Газобетон D 400 товщиною 50 мм;
- Внутрішнє оздоблення – гіпсова штукатурка 20 мм.

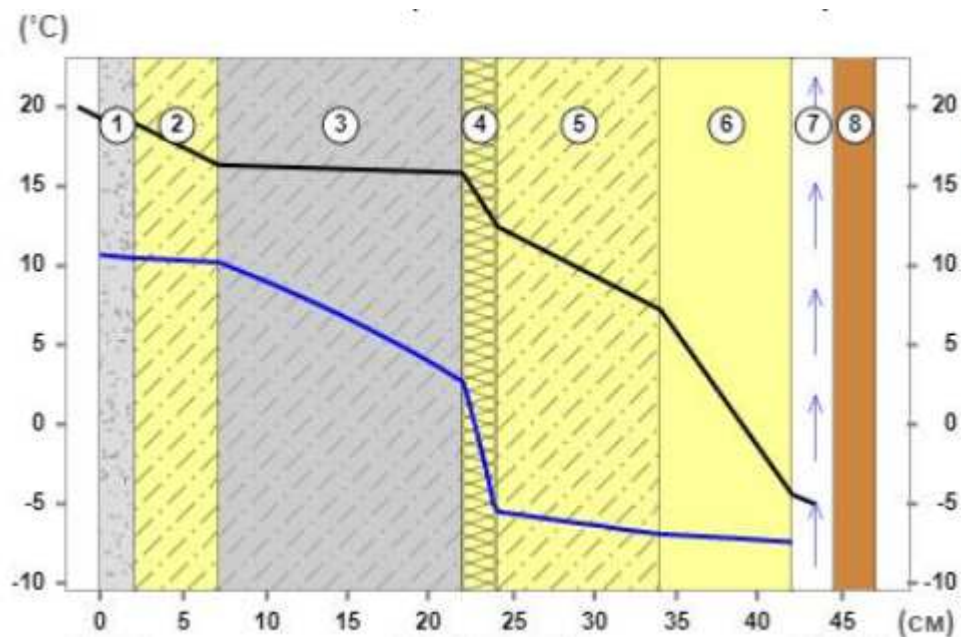


Рис. 4.14. Стіновий піріг з армопоясом утеплений

Отримані результати теплотехнічного розрахунку складають 4,06 м<sup>2</sup>·К/Вт., що задовільняють вимоги ДБН, але для усунення негативного ефекту містка холоду, методом розрахунку підбираємо утеплювач, для встановлення його як додатковий шар в стіновий піріг з армуванням між армопоясом і газобетоном по напрямку на зовню. Армування виконуємо композитною арматурою. Отримуємо такий стіновий піріг (рис 4.14):

- Зовні вентиляований прошарок між зовнішнім ПВХ оздобленням та плитами мінеральної вати;
- Мінеральна вата щільністю 75-100 кг/м<sup>3</sup> товщиною 80 мм;
- Газобетон D 400 товщиною 100 мм;

- Екструдований пінополістирол  $30 \text{ кг/м}^3$  товщиною 20 мм;
- Композитно-бетонний армопояс 150 мм;
- Газобетон D 400 товщиною 50 мм;
- Внутрішнє оздоблення – гіпсова штукатурка 20 мм.

В результаті проведеного розрахунку отримуємо значення теплового опору для даної конструкції  $4,67 \text{ м}^2 \cdot \text{К/Вт}$ .

Отриманий результат задовольняє вимоги діючих ДБН, тому може бути рекомендованим, як готове технічне рішення для виконання армопоясів в U-подібному газобетонному блоці при будівництві малоповерхових житлових будівель.

#### **4.4 Розробка способу муфтового з'єднання між собою прутів композитної арматури**

Одним із основних недоліків використання композитної арматури є відсутність можливості виготовлення гнутих елементів на будівельному майданчику, а їх потрібно замовляти у виробника арматури. З більшою складністю зустрічаються при будівництві індивідуального малоповерхового житла або інших будівельних конструкцій при відносно невеликих об'ємах, тому що у багатьох випадках будівництво відбувається спонтанно без наявності необхідних креслень та прорахунків, а отже замовити наперед гнуті елементи не вдасться. Крім того гнуті елементи на ринку України знайти вкрай важко так як вітчизняні виробники їх не виготовляють.

Кріплення між собою арматури при нарощуванні і армуванні не складає складнощів і виконується в'язальним дротом або пластиковими стяжками. Для кутових з'єднань крім гнутих елементів, поки що, готові рішення відсутні.

Ми пропонуємо з'єднань за допомогою пустотілих трубчастих кутників (рис 4.15), трійників, х-подібних з'єднань, а для повздовжнього з'єднання арматури пряму з'єднувальну муфту.



Рис 4.15 Муфтове кутове з'єднання, що пропонується (схематичне зображення 3D модель, авторс.)

Основою для виготовлення з'єднувальних елементів можуть бути метали, різні види полімерів та композитних матеріалів.

Найбільш наближеними за експлуатаційними характеристиками будуть елементи виготовлені із споріднених композитних матеріалів. Але враховуючи, що метод пультрузії, яким виготовляється композитна арматура, застосувати при їх виготовлені не вдасться, а саме він дозволяє суттєво знизити енерговитрати та зменшити трудоемність і вартість кінцевого продукту, ми не будемо розглядати цей матеріал більш детально.

При виготовлені елементів з'єднання з металу, суттєвою перевагою є налагодженість технологічного процесу з виготовлення металевих деталей, доступність матеріалів. Але перехід на композитну арматуру, в основному, мотивований екологічними та економічними передумовами, а використання металу у з'єднаннях буде, хоч і не суттєво, зменшувати отриманий позитивний ефект. Крім того залишається відкритим питання фіксації композитної арматури в металевому фітингу, що можливо лише за рахунок епоксидів або інших в'язучих речовин, які потребують часу для застигання та набуття міцності.

Ще однією групою матеріалів можуть слугувати полімери і їх похідні. Окремо звернемо у вагу на термопластичні полімери. Перевагою даних сполук є їхня відносна простота у виготовленні з них готових виробів, їх стійкість до низьких та високих температур для прикладу поліетилентерафталат (ПЕТ) -60 до 170°C. Використання подібних елементів дозволить максимально наблизити характеристики з'єднань до характеристик композитної арматури. Серед них низький коефіцієнт теплопровідності (в більшості полімерів нижчий ніж у композитів) і коефіцієнт теплового розширення, чудові діелектричні і діамагнітні показники, стійкість до лугів, кислот, низький рівень гігроскопічності. Можливість повторної переробки із використанням мало енергоємних у порівнянні з металом технологій. Але самим головним їх плюсом є простий перехід від твердого до пластичного стану за рахунок місцевого нагрівання і їх повернення в короткий термін у твердий стан, для прикладу – метод спаювання поліпропіленових труб.

Ще одним перспективним матеріалом для виготовлення з'єднань, на нашу думку, є поліамід. Температура плавлення його складає 215-225 °C, а короткостроково можна піддавати впливу температурі 170 °C без втрати його властивостей. Не втрачає він свої властивостей і при низьких температурах і при -30 °C продовжує зберігати свої властивості, що відповідає і експлуатаційним характеристикам композитної арматури. Недоліком є гігроскопічність матеріалу 2-4% (повне насичення 10-12%), що впливає на технічні характеристики при експлуатації, але вони повністю відновлюються після висихання матеріалу. Введення в склад скловолоконної фібри значно підвищує технічні характеристики.

Наступним завданням є з'єднання композитної арматури з фурнітурою. При проведенні експериментів і випробувань з композитною арматурою її зазвичай фіксують в металеву трубку за допомогою епоксидних смол, але зважаючи на неоднорідність цієї арматури і нерівномірність розповсюдження навантаження по її перерізу часто спостерігається висмикування

експериментального зразка з фіксаційних елементів. Беручи до уваги, що більшість експериментів проводяться для визначення граничних показників, а при нормальному режимі експлуатації вони виникають рідко і навантаження на розтяг розподіляються рівномірно по арматурі, а не локально в місці з'єднання, ми розглядаємо цей спосіб фіксації, як перспективний і самий наближений за фізичними властивостями до показників арматури. Але використання епоксидних смол для фіксації має ряд недоліків, основним з яких є довгий час затвердіння, що при умові виконання великого об'єму робіт буде не зручно і затратно по часу. Крім того використання не термопластичних смол не дає змогу повторного використання елемента кріплення при такій необхідності. Нівелювати цей недолік можна завдяки термопластичним епоксидам, що дозволяють нагрівати їх повторно без втрати властивостей.

Виходячи із вище зазначеного, перспективними є з'єднання виконанні із термопластичних полімерів, з методом фіксації арматури в середині способом проклеювання епоксидним смолами на місці або, при застосуванні спеціальних нагрівачів, клеювати арматуру у термопластичні смоли, якими заздалегідь змащені фітинги або безпосередньо впаювати арматуру у фітинг з термопластичного полімеру.

Для покращення адгезії епоксиду з полімером, за прикладом створення додаткових витків на арматурі, пропонуємо при виготовленні з'єднання робити гвинтоподібний паз в середині елемента. Основні переваги та недоліки даних з'єднань винесено в таблицю 4.4.

Пропонуємо такі варіанти:

- З'єднання фітингами з використанням у якості з'єднувача епоксидної смоли з коротким часом затвердіння, товщина стінки муфти, для забезпечення необхідної жорсткості, буде змінюватися в залежності від зміни діаметру арматури;



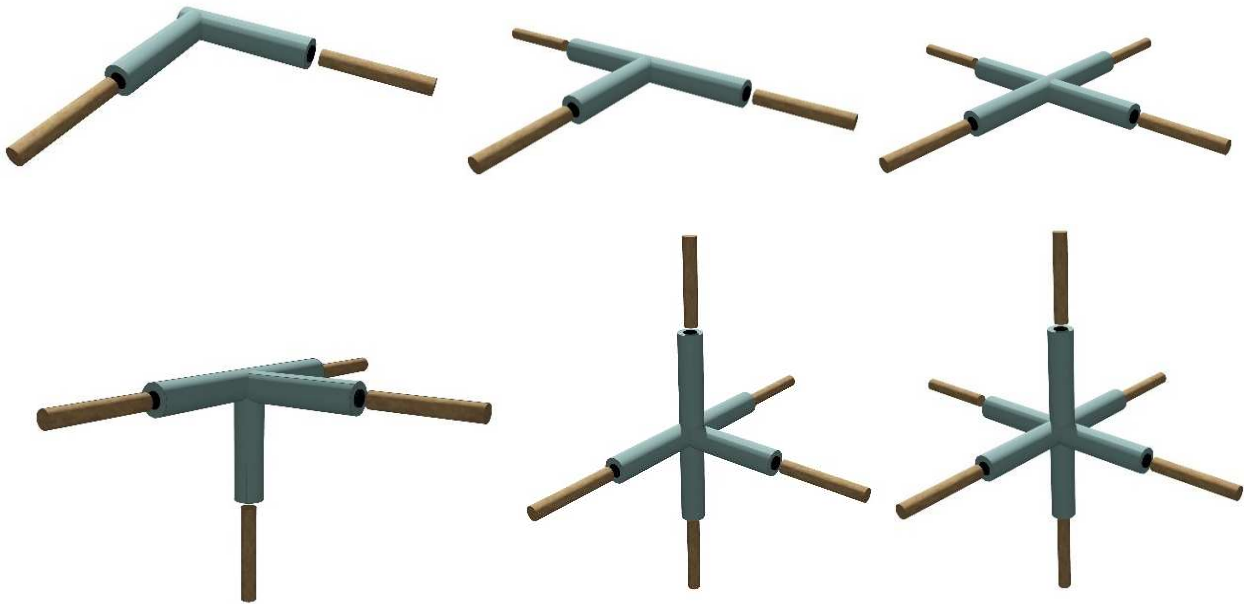


Рис. 4.16 Схематичне зображення конфігурацій муфтових з'єднань, що пропонуються (3D модель, авторс.)



Рис. 4.17 Схематичне зображення прямого термо-муфтового з'єднання (3D модель, авторс.)

-З'єднання фітингами методом розігрівання полімерного матеріалу виробу за допомогою спеціального паяльника із послідуною фіксацією арматури у розігрітому полімері. На рис 4.16 схематично зображено 3D моделі можливих конфігурацій муфт. Товщина стінки, в залежності від діаметру, буде змінюватися;

- Термо-муфтове з'єднання - особливість деяких видів полімерів повертатися у початковий стан після нагрівання, якщо вони були попередньо «роздуті» в процесі виготовлення (принцип термоусадки). Для нагрівання в умовах будівництва можливо використовувати будівельний фен із температурою нижчою за температуру плавлення полімера, але достатньою для зжимання останнього. Такий тип муфт доцільно використати для прямого з'єднання прутів в на хлист (рис. 4.17).

Способи кріплення	Матеріали для скріплення	переваги	недоліки
Термообробка	Термопластичність	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидкість монтажу</li> <li>- великий вибір відмінних за своїми властивостями полімерів</li> <li>- низька вартість</li> <li>- властивості наближенні до композитних арматур</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність додаткового обладнання</li> <li>- неможливість повторного використання</li> </ul>
	Осідання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидкість монтажу</li> <li>- низька вартість</li> <li>- схожість за термічними показниками з композитами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- можливість використання лише в прямих з'єднаннях</li> <li>- необхідність додаткового інструменту</li> </ul>
Приклеювання	Однокомпонентні епоксиди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відсутність необхідності приготування</li> <li>- високі термічні та пластичні показники</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- великий термін застигання</li> <li>- малий вибір готових рішень</li> <li>- висока вартість</li> <li>- для застигання потрібне додаткове нагрівання</li> </ul>
	Двокомпонентні епоксиди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- широкий вибір готових рішень</li> <li>- чудова адгезія з більшістю матеріалів</li> <li>- можливість градації часу застигання</li> <li>- високі термічні та пластичні показники</li> <li>- висока вартість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність приготування</li> <li>- обмеження по часу використання готової суміші</li> </ul>

Таблиця 4.4 Основні переваги і недоліки запропонованих методів кріплення

## Висновок до 4-го розділу

Вибрана конструкція будинку, підбрані для нього матеріали та технічні рішення, забезпечують його відповідність державним будівельним вимогам.

Часткова заміна армування зі сталюї арматури композитною арматурою, пришвидшує час монтажу армокаркасу. Дозволяє зменшити витрати на транспортування та розвантажувальні процеси.

В'язка композитної арматури може виконуватися за допомогою пластикових хомутів, що дозволяє зменшити трудоємність самого процесу армування.

Виконання комбінованого армування дозволяє замінити частину сталюї арматури композитною, без втрати технічно-експлуатаційних характеристик виробів.

При виконанні теплотехнічного розрахунку огорожуючої конструкції стіни з виконанням у ній армопоясу, та без такого, отримано дані, що дозволили запропонувати технічне рішення конструкції стіни, тепловий опір якої забезпечує виконання вимог ДБН навіть при бетонуванні армопоясу.

При аналізі отриманих результатів (таб 4.3) проведених розрахунків рівня викидів вуглекислого газу при створенні двох видів арматурних стержнів, бачимо, що рівень викидів вуглекислого газу при виготовленні композитної арматури для нашого армопоясу 14.7 менший ніж при виготовленні сталюї арматури.

Навіть якщо порівняти рівень викидів при виготовленні композитної арматури до рівня викидів вуглекислого газу української металургії, різниця складає 0,27 тони CO<sub>2</sub>, що в 4.6 рази менше ніж в сталюї арматури. Тому, вважаємо використання композитної арматури доцільним та екологічно обґрунтованим.

Крім того, з метою нівелювання недоліку композитної арматури, а саме відсутності можливості виготовлення гнутих елементів, на основі проведеного аналітичного дослідження, запропоновано декілька перспективних, на нашу думку, способів кріплення композитної арматури між собою.

## РОЗДІЛ 5. ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

У даному розділі необхідно визначити техніко-економічне порівняння різних варіантів виконання армопоясу.

Для розрахунку беремо варіанти армування із сталюю арматурою згідно з проектною документацією, армування композитною арматурою відповідно до даних таблиці взаємозаміни прутів композитних і сталюих. Третій варіант для розрахунку буде проводитися для композитної арматури з додатковим утепленням армопоясу екструдованим пінополістиролом товщиною 20 мм.

Для визначення кошторисної вартості розробляємо локальні кошторисні документи за допомогою програмного комплексу АВК (табл. 5.1-5.3).

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 загальновиробничих витрат.

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

Загальновиробничі 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 5.1 Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01  
на монолітний пояс із звичайною арматурою**

**Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів) (звичайна арматура)**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 24,34622 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 0,0296 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 2,78413 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "28 травня" 2023 р.

№ Ч.ч.	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
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕН6-19-2	Улаштування поясів без опалубки	100м3	0,0132	<u>88933,15</u> 45715,42	<u>41496,09</u> 10753,87	1173,92	603,44	<u>547,75</u> 141,95	<u>516,5000</u> 90,6869	<u>6,82</u> 1,2
2	C1424-11613	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М250], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	1,3398	<u>2916,32</u> -	-	3907,29	-	-	-	-
3	C124-21 варіант 1	Арматурна сталь, клас А-III, діаметр 10 мм	т	0,14808	<u>26322,36</u> -	-	3897,82	-	-	-	-
4	C124-1 варіант 1	Арматурна сталь, клас А-1, діаметр 5,5 мм	т	0,02199	<u>29012,61</u> -	-	637,99	-	-	-	-
5	ЕН8-22-1	Мурування поясу з газобетонних блоків	1 м3	3,51	<u>538,45</u> 420,61	<u>116,13</u> 30,40	1889,96	1476,34	<u>407,62</u> 106,70	<u>4,9900</u> 0,2550	<u>17,51</u> 0,9
6	& C111-81-1 варіант 1	Газоблок 300x200x500	м3	3,51	<u>3097,76</u> -	-	10873,14	-	-	-	-
7	& C1555-11-1 варіант 1	Клей для газо блоків Ceresit СТ-20	кг	87,75	<u>7,98</u> -	-	700,25	-	-	-	-
Разом прями витрати по кошторису							23080,37	2079,78	<u>955,37</u> 248,65		<u>24,33</u> 2,1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		Разом будівельні роботи, грн. в тому числі: вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн. всього заробітна плата, грн. Загальновиробничі витрати, грн. трудоємність в загальновиробничих витратах, люд.год. заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн. <b>Всього будівельні роботи, грн.</b>  ----- -					23080,37 20045,22 2328,43 1265,85 3,17 455,70 <b>24346,22</b>   <b>24346,22</b>					
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>24346,22</b>					
		<b>Кошторисна трудоємність, люд.год.</b>					<b>29,6</b>					
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>2784,13</b>					

**Таблиця 5.2 Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01  
на монолітний пояс із композитною арматурою**

**Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів) (композитна арматура)**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 23,68499 тис. грн.  
Кошторисна трудомісткість 0,0296 тис.люд.год.  
Кошторисна заробітна плата 2,78413 тис. грн.  
Середній розряд робіт 3,3 розряд

Складений в поточних цінах станом на "28 травня" 2023 р.

№ Ч.ч.	Обґрунтування (шифр норми)	Найменування робіт і витрат	Одиниця виміру	Кіль- кість	Вартість одиниці, грн.		Загальна вартість, грн.			Витрати труда робітників, люд.год.	
					Всього	експлуа- тації машин	Всього	заробіт- ної плати	експлуа- тації машин	не зайнятих обслуговуванням машин	
										тих, що обслуговують машини	
					заробіт- ної плати	в тому числі за- робітної плати	в тому числі за- робітної плати	на одини- цю	всього		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕН6-19-2	Улаштування поясів без опалубки	100м3	0,0132	<u>88933,15</u>	<u>41496,09</u>	1173,92	603,44	<u>547,75</u>	<u>516,5000</u>	<u>6,82</u>
					45715,42	10753,87			141,95	90,6869	1,2
2	C1424-11613	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону B20 [M250], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	1,3398	<u>2916,32</u>	-	3907,29	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
3	C124-21 варіант 2	Композитна арматура, діаметр 8 мм	т	0,03216	<u>102259,58</u>	-	3288,67	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
4	C124-29 варіант 1	Композитна арматура, діаметр 4 мм	т	0,00576	<u>101720,49</u>	-	585,91	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
5	ЕН8-22-1	Мурування поясу з газобетонних блоків	1 м3	3,51	<u>538,45</u>	<u>116,13</u>	1889,96	1476,34	<u>407,62</u>	<u>4,9900</u>	<u>17,51</u>
					420,61	30,40			106,70	0,2550	0,9
6	& C111-81-1 варіант 1	Газоблок 300x200x500	м3	3,51	<u>3097,76</u>	-	10873,14	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
7	& C1555-11-1 варіант 1	Клей для газо блоків Ceresit СТ-20	кг	87,75	<u>7,98</u>	-	700,25	-	-	-	-
					-	-			-	-	-



1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Разом прямі витрати по кошторису					22419,14	2079,78	<u>955,37</u>		<u>24,33</u>
		Разом будівельні роботи, грн.					22419,14		248,65		2,1
		в тому числі:									
		вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.					19383,99				
		всього заробітна плата, грн.					2328,43				
		Загальновиробничі витрати, грн.					1265,85				
		трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.					3,17				
		заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.					455,70				
		<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>					<b>23684,99</b>				
		-----									
		-									
		<b>Всього по кошторису</b>					<b>23684,99</b>				
		<b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b>					<b>29,6</b>				
		<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>					<b>2784,13</b>				

**Таблиця 5.3 Локальний кошторис на будівельні роботи № 02-01-01**  
**на монолітний пояс із композитною арматурою та екструдованим пінополістиролом т.20 мм**  
**Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів) (композитна арматура з екстр.пінополістиролом)**

Основа:  
креслення (специфікації) №

Кошторисна вартість 24,26234 тис. грн.  
 Кошторисна трудомісткість 0,03393 тис.люд.год.  
 Кошторисна заробітна плата 3,20971 тис. грн.  
 Середній розряд робіт 3,5 розряд

Складений в поточних цінах станом на "28 травня" 2023 р.

№ Ч.ч.	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	
										тих, що обслуговують машини	
					заробітної плати	в тому числі заробітної плати			в тому числі заробітної плати	на одиницю	всього
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	ЕН6-19-2	Улаштування поясів без опалубки	100м3	0,0114	<u>88933,15</u>	<u>41496,09</u>	1013,84	521,16	<u>473,06</u>	<u>516,5000</u>	<u>5,89</u>
					45715,42	10753,87			122,59	90,6869	1,03
2	C1424-11613	Суміші бетонні готові важкі, клас бетону В20 [М250], крупність заповнювача більше 20 до 40 мм	м3	1,1571	<u>2916,32</u>	-	3374,47	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
3	C124-21 варіант 2	Композитна арматура, діаметр 8 мм	т	0,03216	<u>102259,58</u>	-	3288,67	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
4	C124-29 варіант 1	Композитна арматура, діаметр 4 мм	т	0,00539	<u>101720,49</u>	-	548,27	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
5	ЕН8-22-1	Мурування поясу з газобетонних блоків	1 м3	3,51	<u>538,45</u>	<u>116,13</u>	1889,96	1476,34	<u>407,62</u>	<u>4,9900</u>	<u>17,51</u>
					420,61	30,40			106,70	0,2550	0,9
6	& C111-81-1 варіант 1	Газоблок 300x200x500	м3	3,51	<u>3097,76</u>	-	10873,14	-	-	-	-
					-	-			-	-	-
7	& C1555-11-1 варіант 1	Клей для газо блоків Ceresit СТ-20	кг	87,75	<u>7,98</u>	-	700,25	-	-	-	-
					-	-			-	-	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
8	ЕН26-35-1	Теплоізоляція виробами з пінополістиролу	1 м3	0,175	<u>2736,07</u>	-	478,81	478,81	-	<u>29,0700</u>	<u>5,09</u>
9	С114-97 варіант 1	Пінополістирол екструдований 20 мм	м3	0,1785	<u>2736,07</u> <u>3690,97</u>	-	658,84	-	-	-	-
Разом прями витрати по кошторису							22826,25	2476,31	<u>880,68</u> <u>229,29</u>		<u>28,49</u> <u>1,93</u>
Разом будівельні роботи, грн.							22826,25				
в тому числі:											
вартість матеріалів, виробів та комплектів, грн.							19469,26				
всього заробітна плата, грн.							2705,60				
Загальновиробничі витрати, грн.							1436,09				
трудомісткість в загальновиробничих витратах, люд.год.							3,51				
заробітна плата в загальновиробничих витратах, грн.							504,11				
<b>Всього будівельні роботи, грн.</b>							<b>24262,34</b>				
-----											
-											
<b>Всього по кошторису</b>							<b>24262,34</b>				
<b>Кошторисна трудомісткість, люд.год.</b>							<b>33,93</b>				
<b>Кошторисна заробітна плата, грн.</b>							<b>3209,71</b>				

Розглянувши результати розрахунків локальних кошторисів (таб 5.4), бачимо що самим вартісним серед варіантів є варіант армування зі сталюю арматурою 24346,22 грн., варіант з заміною сталюю арматури на композитну обійдеться в 23684,99 грн, це самий дешевший варіант серед прорахованих. З середньою вартістю обійдеться варіант із утепленням армопоясу. В даному варіанті зменшилися витрати на бетон та оплата праці на його влаштування, також використано зменшена кількість композитної арматури 4 мм перерізу, за рахунок звуження армопоясу.

Таблиця 5.4 Порівняльний аналіз вартості та трудоемності армування

Варіант	сталю арматура	композитна арматура	композитна арматура + утеплення
Кошторисна вартість, грн	24346,22	23684,99	24262,34
Кошторисна трудомісткість, люд. год.	29,6	29,6	33,93

### Висновок до 5-го розділу.

Аналізуючи отримані дані, бачимо що навіть на невеликих об'ємах будівництва, таких як малоповерхова житлова будівля, беручи для прикладу розрахунок економічної доцільності заміні сталюю арматури при виконанні армопоясу, є позитивна динаміка щодо зниження вартості на 2,7% у порівнянні зі сталюю арматурою.

При збільшені об'єму робіт з композитною арматурою, відчутно зменшиться кількість витрат на її доставку, навантажувально – розвантажувальні роботи в перерахунку на погонний метр прута, через її значно меншу вагу у порівнянні з металевою арматура.

Продаж композитної арматури бухтами великого метражу зменшить затрати праці на виконання в'язочних робіт, що в свою чергу також зменшить кінцеву вартість виробу.

Підводячи підсумок економічного розрахунку вважаємо економічно доцільним заміну сталевий арматури композитною.

## РОЗДІЛ 6. ОХОРОНА ПРАЦІ

### 6.1 Сучасний стан охорони праці.

Згідно з Угодою про асоціацію з ЄС, Україна зобов'язана в рамках адаптації українського законодавства до 31 жовтня 2021 року (7 років з дати підписання Договору). Високий рівень травматизму, зокрема смертельного, щорічно фіксується в Україні в будівельній галузі. У будівельників найтриваліші періоди непрацездатності за лікарняними листками, що свідчить про тяжкість травмувань на буд майданчиках.

Практично 15% від загальної кількості травмувань на виробництві зі смертельним наслідком приходить на будівельну галузь. В будівництві найбільше використовується незадекларована праця де відбувається травмування працівників.

Найчастіше нещасні випадки стаються, коли роботи здійснюють невеликі підрядні організації. Такі компанії, які щойно зареєструвались і не завжди планують встановлення офіційних відносин із працівниками. Саме тому Держпраці спрямовує свої зусилля на виявлення неоформлених працівників у будівельній галузі.

За розрахунками МОП, річний обсяг витрат через нещасні випадки, пов'язані з роботою, та професійні захворювання сягає 1200 млрд дол. США, а це майже 4% світового ВВП.

Набрали чинності Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках (далі – Мінімальні вимоги), затверджені наказом Мінсоцполітики України від 23.06.2017 № 1050 і зареєстровані в Мін'юсті України 08.09.2017 за № 1111/30979. У Державному реєстрі НПАОП документу присвоєно відповідне позначення (шифр) НПАОП 45.2-7.03-17.

З січня 2019 року Державна служба України з питань праці (далі – Держпраці) перевіряє виконання будівельними компаніями Мінімальних вимог з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках.

Мінімальні вимоги передбачають суттєві зміни в організації будівельного процесу.

## **6.2 Реалізація європейської Директиви Ради 92/57/ЄЕ про мінімальні вимоги щодо безпеки і захисту здоров'я на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках**

Європейська Директива була імплементована в законодавство України (шляхом затвердження Мінімальних вимог) на виконання Угоди про асоціацію між Україною та ЄС відповідно до плану Кабінету Міністрів.

Інспектори Держпраці праці включатимуть питання про виконання Мінімальних вимог до планів перевірок підприємств будівельної галузі з 2019 року, тобто фактично через півтора року після прийняття нового НПАОП.

Україна вже наблизилася своє національне законодавство до низки директив ЄС із БГП, зокрема таких:

- Директива 2009/104/ЄС Європейського парламенту і Ради від 16 вересня 2009 р. стосовно мінімальних вимог щодо безпеки та здоров'я під час використання робочого обладнання працівниками при здійсненні професійної діяльності (наказ Міністерства соціальної політики України «Про затвердження Вимог безпеки та захисту здоров'я під час використання виробничого обладнання працівниками» від 28 грудня 2017 р. № 2072);

- Директива Ради 92/57/ЄЕС від 24 червня 1992 р. про виконання мінімальних вимог щодо безпеки і захисту здоров'я на тимчасових або таких, що змінюють своє місце, будівельних майданчиках (наказ Міністерства

соціальної політики України «Про затвердження Мінімальних вимог з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках» від 23 червня 2017 р. № 1050);

Наказом Мінпраці і соціальної політики України ще 23.06.2017 за № 1050 затвердженні Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках. Замовник або керівник будівництва до початку виконання будівельних робіт на будівельному майданчику забезпечує складання плану з охорони праці будівельного майданчика з урахуванням вимог державних будівельних норм ДБН А.3.2-2-2009 [58].

Замовник або керівник будівництва зобов'язаний не пізніше ніж за 30 календарних днів до початку виконання будівельних робіт направити у територіальний орган Державної служби України з питань праці попередню інформацію про виконання будівельних робіт за формою згідно з додатком 2 до Мінімальних вимог в одному із таких випадків:

- якщо передбачена тривалість будівельних робіт перевищує 30 робочих днів і на будівельних роботах одночасно буде зайнято понад 20 працівників та фізичних осіб;
- якщо планований обсяг виконання будівельних робіт перевищує 500 люд-днів.

Наказом Мінпраці і соціальної політики України від 23.06.2017 за № 1050 затверджено перелік видів будівельних робіт, на які поширюються мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках: підземні роботи, крім робіт, пов'язаних з видобуванням рудних і нерудних корисних копалин підземним способом, а також з будівництвом та експлуатацією підземних гірничих виробок, створених під час розробки родовищ корисних копалин відкритим способом, земляні роботи, у тому числі улаштування штучних земляних споруд, спорудження зовнішніх інженерних мереж, улаштування штучних основ і фундаментів, кам'яні роботи, монтажні роботи, бетонні роботи, арматурні роботи, ізоляційні роботи, покрівельні



роботи, оздоблювальні роботи, в тому числі улаштування тепло ізолювальних фасадних систем, електромонтажні роботи, монтаж і випробування внутрішнього інженерного обладнання та мереж, підводні роботи, нове будівництво, реконструкція, технічне переоснащення, капітальний ремонт, реставрація, демонтаж, знесення, поточний ремонт під час експлуатації.

Додаток  
до Мінімальних вимог з охорони  
праці на тимчасових або  
мобільних будівельних  
майданчиках (пункт 3 розділу II)

### Попередня інформація про виконання будівельних робіт

1. Дата повідомлення \_\_\_\_\_ 10 лютого 2022  
року \_\_\_\_\_
2. Місце знаходження будівельного майданчика \_\_\_\_\_ м.  
Вінниця \_\_\_\_\_
3. Замовник (код за ЄДРПОУ, фактична та юридична адреси, прізвище, ім'я, по батькові керівника, контактний телефон)  
( \_\_\_\_\_)
4. Вид споруди \_\_\_\_\_ житлова будівля \_\_\_\_\_
5. Керівник будівництва (код за ЄДРПОУ, фактична та юридична адреси, прізвище, ім'я, по батькові керівника або фізичної особи, контактний телефон) \_\_\_\_\_ ПП, 1, \_\_\_\_\_
6. Координатор(и) з охорони праці на стадії розроблення проектної документації на будівництво (прізвище(а), ім'я, по батькові, фактична та юридична адреси, контактний телефон)  
\_\_\_\_\_
7. Координатор(и) з охорони праці на стадії будівництва (прізвище(а), ім'я, по батькові, фактична та юридична адреси, контактний телефон)  
\_\_\_\_\_
8. Передбачуваний термін початку робіт на будівельному майданчику  
\_\_\_\_\_ 15 квітні 2023м  
року \_\_\_\_\_
9. Передбачувана тривалість робіт на будівельному майданчику

9

місяців

10. Передбачувана максимальна кількість осіб, зайнятих на будівельному майданчику

28

11. Передбачувана кількість підприємств і фізичних осіб, які забезпечують себе роботою самостійно, що діятимуть на будівельному майданчику

відсутні

12. Відомості про вибрані підрядні підприємства (назви, код за ЄДРПОУ, види робіт) \_\_\_\_\_

М.П. Підпис керівника

### **6.3. Охорона праці при виконанні будівельних робіт**

Допуск на виробничу територію сторонніх осіб, а також працівників у нетверезому стані або не зайнятих на роботах на даній території забороняється.

Перебуваючи на території будівельного або виробничого майданчика, в виробничих і побутових приміщеннях, на ділянках робіт і робочих місцях, працівники, а також представники інших організацій зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, прийняті в даній організації.

Для забезпечення безпеки при проведенні вантажно-розвантажувальних робіт із застосуванням вантажопідіймального крана його власник і організація, яка виконує будівельно-монтажні роботи, зобов'язані виконувати наступні вимоги:

- на місці проведення робіт не допускається перебування осіб, які не мають відношення до виконання робіт;
- не дозволяється опускати вантаж на автомашину, а також піднімати вантаж при знаходженні людей в кузові або в кабіні автомашини;
- особливу увагу слід приділити правильності зачеплення вантажу, не

допускати перевантаження крана, стежити, щоб не було людей в небезпечній зоні при роботі крана;

- забезпечити стропальників відмітними знаками, випробуваними і маркованими знімними вантажозахоплювальними пристроями і тарою, відповідними масі і характеру вантажів;
- вживати заходів щодо запобігання перекидання крана або самовільного переміщення під дією вітру або за наявності ухилу майданчики;
- забороняти брати участь в вантажно-розвантажувальних роботах водіям або іншим особам, які не входять до складу бригади.

Вантажно-розвантажувальні роботи повинні проводитися краном за умови установки його на всі виносні опори (аутригери). Під опори повинні підкладатись міцні та стійкі підкладки. Опорна площа підстилаючого пристрою під виносну опору крана повинна перевищувати площу опорної плити виносної опори в 3 і більше рази.

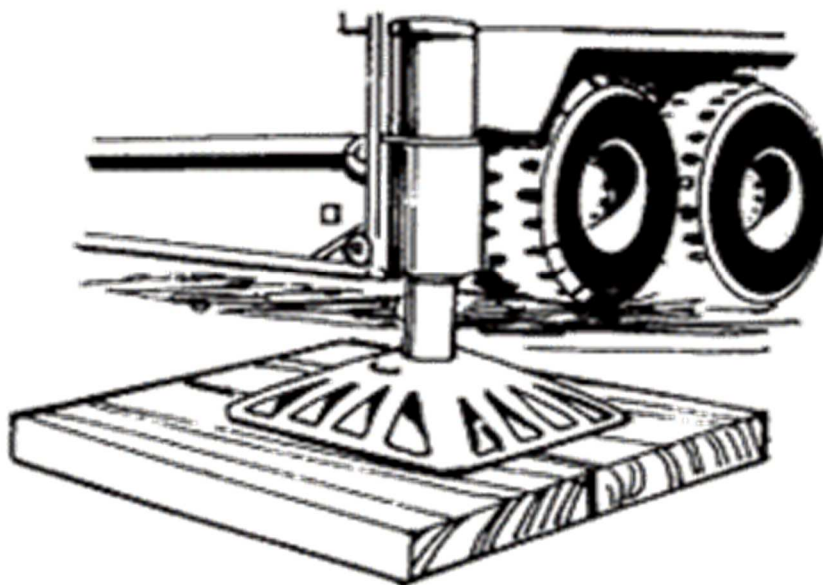


Рис. 6.1. Підстилаючий пристрій під опору крана

При використанні під опору двох і більше підстилаючих пристроїв останні повинні бути впритул покладені один до одного. Укладати

підстилаючі пристрої необхідно горизонтально для забезпечення прямого кута між віссю циліндра виносної опори і опорною плитою (рис. 6. 1). Якщо необхідно під виносну опору укладення не одно-, а багатошарового підстильного пристрою, необхідно переконатися в стійкості пристрою проти руйнування при передачі на нього статичних і динамічних навантажень. На час установки виносних опор машиніст крана повинен вийти з кабіни.

Відстань між поворотною частиною крана при будь-якому її положенні та будівлями, штабелями вантажів, конструкціями має бути не менше 1,0 м.



Рис. 6.2. Схема установки крана при наявності перепон.

Для зачіпки і обв'язки (стропування) вантажу на гак вантажо-підйомної машини повинні призначатися стропальники. В якості стропальників можуть допускатися інші робочі (такелажники, монтажники тощо), які пройшли навчання за професією стропальника в порядку, встановленому Державною службою праці України та пройшли перевірку знань і мають посвідчення встановленого зразка на право проведення цих робіт. Такелажні роботи стропальники повинні виконувати в захисних касках і сигнальних жилетах. Підміна стропальників непідготовленими робочими забороняється.

При підйомі і переміщенні вантажів команди машиністу крана подаються однією особою - відповідальним стропальником, призначеною

наказом керівника підприємства будівельної організації. Сигнал "СТОП" може податися будь-яким працівником, що помітили явну небезпеку.

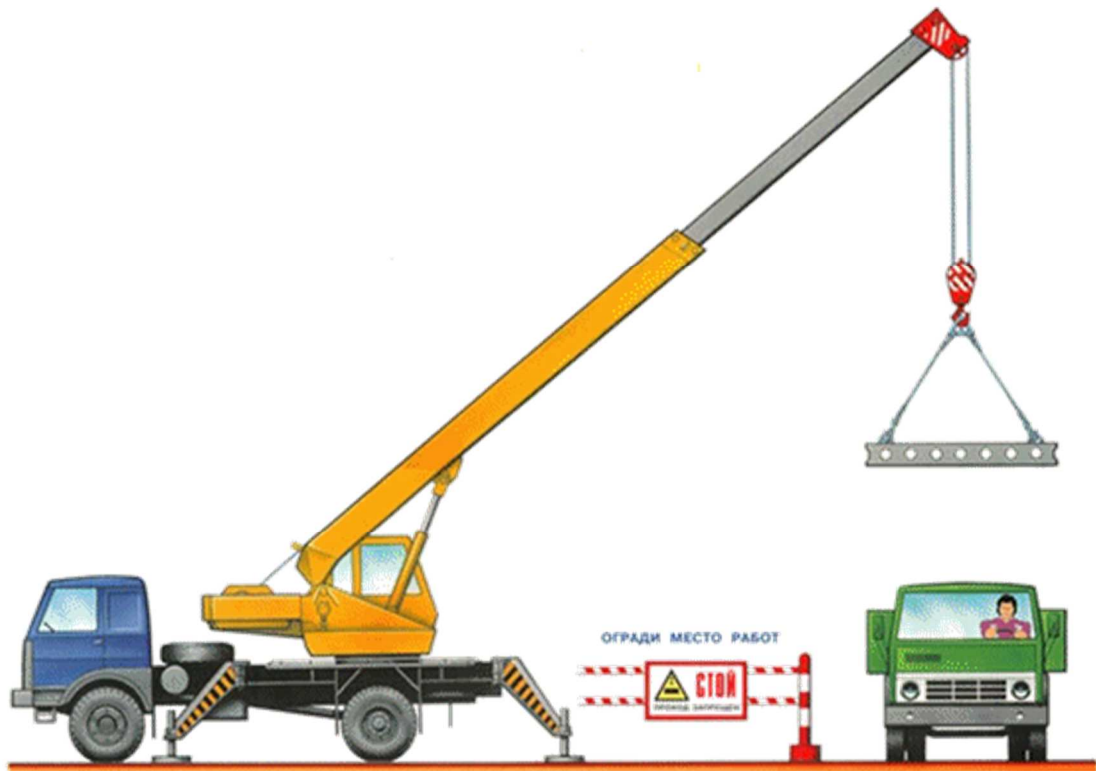


Рис. 6. 3. Схема установки автомобільного крана

При проведенні вантажно-розвантажувальних робіт машиністу автомобільного крана забороняється:

- працювати при несправності крана або вантажо-захоплюваних пристроїв;
- працювати без установки всіх виносних опор;
- на ходу, під час роботи усувати несправності;
- залишати механізм з працюючим двигуном;
- допускати сторонніх осіб до кабіни механізму;
- переміщення вантажу над людьми, автомобілем, обладнанням, виробничими приміщеннями;
- суміщення операцій при підйомі (опусканні) і переміщенні

вантаж одночасно з поворотом стріли;

- не кидати різко вантаж, який опускається;
- переміщення вантажу волоком і над людьми;
- звільняти краном затисненого вантажем стропа, ланцюги, канати;
- опускати (піднімати) вантаж на автомобіль, якщо в кабіні (кузові)

знаходяться люди;

- піднімати затиснені і неправильно застроповані вантажі;
- піднімати вантаж, що знаходиться в нестійкому положенні;
- під час перерв в роботі залишати піднятий вантаж на вазі;
- піднімати вантаж, підвішений за один риг дворогого гака;
- піднімати вантаж масою більше вантажопідйомності крана при

даному вильоті стріли або невідомої маси;

- піднімати вантаж, примерзлий до землі або завалений іншими

вантажами;

- піднімати вантаж підтягуючи при похилому розташуванні

вантажних канатів;

- працювати при сильному вітрі і дощі, в грозу, туман, снігопад, при

погіршенні видимості, при температурі навколишнього повітря нижче зазначеної в паспорті крана.

### **При виконанні розвантажувальних робіт робітникам**

#### **забороняється:**

- перебувати між поворотною частиною крана і штабелями вантажів;
- перебувати в небезпечній зоні роботи крана;
- вирівнювати переміщуваний вантаж руками, а також поправляти стропа на вазі;

- перебувати між вантажем, що підіймається та обладнанням або штабелем з вантажем;

- перебувати на вантажі під час її підйому або переміщення;
- під час підйому вантажів ударяти по стропах і гака крана;
- стояти, проходити або працювати під піднятим вантажем;
- залишати вантажі, що лежать в нестійкому положенні;
- застосовувати для обв'язки вантажу випадкові засоби (штирі, дріт);
- застосовувати вантажо-захоплюючі пристрої, не передбачені

проектом виробництва робіт.

### Складування матеріалів

Складування матеріалів, повинні проводитися за межами призми обвалення ґрунту незакріплені виїмок, а їх розміщення в межах призми обвалення ґрунту у виїмок з кріпленням допускається за умови попередньої перевірки стійкості закріпленого укосу по паспорту кріплення або розрахунком з урахуванням динамічного навантаження.

При виконанні монтажних робіт та складування будівельних матеріалів при наявності котлованів необхідно дотримуватись вимог, приведених в табл.1 з забезпеченням відступу від краю котловану. При складуванні матеріалів необхідно дотримуватись вимог (табл.6.1).

Таблиця 6. 1. Зони безпечного складування газобетону при наявності котловану

Глибина, м	Ґрунт ненасипний			
	Піщаний	Супіщаний	Суглинок	Ґлинистий
1,0	1,50	1,25	1,00	1,00
2,0	3,00	2,40	2,00	1,50
3,0	4,00	3,60	3,25	1,75
4,0	5,00	4,40	4,00	3,00
5,0	6,00	5,30	4,75	3,50

Матеріали (конструкції) слід розміщувати відповідно до вимог ДБН і міжгалузевих правил з охорони праці на вирівняних майданчиках, вживаючи заходів проти самовільного зміщення, осідання, опадання і розкочування складованих матеріалів. Складські майданчики повинні бути захищені від поверхневих вод. Забороняється здійснювати складування матеріалів, виробів на насипних неуцільнених ґрунтах.

Матеріали, вироби, конструкції і устаткування при складуванні на будівельному майданчику і робочих місцях повинні укладатися в такий спосіб:

- цегла в пакетах на піддонах - не більше ніж в два яруси, в контейнерах - в один ярус, без контейнерів - висотою не більше 1,7 м;
- плити перекриттів - у штабель заввишки не більше 2,5 м на підкладках і з прокладками;
- перемички - в штабель висотою до 2 м на підкладках і з прокладками;
- чорні прокатні метали (арматурна сталь) - у штабель висотою до 1,5 м на підкладках і з прокладками.

Складування інших матеріалів, конструкцій і виробів слід здійснювати відповідно до вимог стандартів і технічних умов на них.

Між штабелями (стелажми) на складах повинні бути передбачені проходи шириною не менше 1,0 м і проїзди, ширина яких залежить від габаритів транспортних засобів і вантажно-розвантажувальних механізмів, які обслуговують склад. Притуляти (спирати) матеріали та вироби до заборів, деревам і елементам тимчасових і капітальних споруд не допускається.

Складування інших матеріалів, конструкцій і виробів слід здійснювати відповідно до вимог стандартів і технічних умов на них.



Межі небезпечних зон в місцях, над якими відбувається переміщення вантажів підйомними кранами, а також поблизу споруджуваного будинку приймаються від крайньої точки горизонтальної проекції зовнішнього найменшого габариту переміщуваного вантажу або стіни будівлі з додатком найбільшого габаритного розміру переміщуваного (падаючого) вантажу і мінімальної відстані відльоту вантажу. На кордонах небезпечних зон повинні бути встановлені добре видимі в будь-який час доби запобіжні захисні і сигнальні огорожі, попереджувальні написи.

Будівельно-монтажні роботи із застосуванням вантажопідіймальних машин в охоронній зоні діючої лінії електропередачі напругою понад 42 вольт слід проводити під безпосереднім керівництвом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт вантажопідіймальними машинами, при наявності письмового дозволу організації - власника лінії та наряду-допуску на виконання робіт в місцях дії небезпечних або шкідливих чинників, виданого безпосереднього керівника робіт, і нарядів-допусків на виконання робіт вантажопідіймальними машинами поблизу повітряної лінії електропередачі, виданого кранівнику.

При установці вантажопідйомних машин в охоронній зоні повітряної лінії електропередачі необхідно зняти напругу з повітряної лінії електропередачі.

При обґрунтованій неможливості зняття напруги з повітряної лінії електропередачі, роботу автомобільного крана в охоронній зоні лінії електропередачі дозволяється проводити за умови виконання наступних вимог:

- мати в наявності дозвіл і акт-допуск експлуатуючої організації на роботи в даній зоні;
- машиністу крана мати наряд-допуск, виданий на підставі наказу БМУ;

- робота крана повинна проводитися під постійним наглядом особи, відповідальної за безпечне проведення робіт кранами (керівник робіт);
- керівник робіт повинен вказати кранівнику місце встановлення крана і зробити запис у вахтовому журналі про дозвіл робіт: "Установку крана в зазначеному мною місці перевірів. Роботу дозволяю" і поставити свій підпис і дату;
- корпус машини, при установці безпосередньо на ґрунті повинен бути заземлений за допомогою інвентарного переносного заземлення;
- установка стрілового самохідного крана в охоронній зоні лінії електропередачі на виносні опори та відчеплення стропів перед підйомом стріли повинні здійснюватися безпосередньо машиністом крана без залучення стропальників;
- для технічного обслуговування і ремонту мобільні машини повинні бути виведені з робочої зони;
- всі, хто працює в охоронній зоні повинні вміти надати першу долікарську допомогу потерпілим від електричного струму;
- механізми і вантажопідіймальні машини повинні бути заземлені. Машини на гусеничному ході при їх установці безпосередньо на ґрунті заземлювати не вимагається.

### **Висновки за 6-м розділом**

В Україні реалізована Європейська Директива Ради 92/57/ЄЕ про мінімальні вимоги щодо безпеки і захисту здоров'я на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках.

Наказом Мінсоцполітики України від 23.06.2017 № 1050 затверджені і зареєстровані в Мін'юсті України 08.09.2017 за № 1111/30979. У Державному реєстрі НПАОП документу присвоєно відповідне позначення (шифр) НПАОП

45.2-7.03-17. Мінімальні вимоги з охорони праці на тимчасових або мобільних будівельних майданчиках.

Працівники, а також представники інших організацій, перебуваючи на території будівельного або виробничого майданчика, в виробничих і побутових приміщеннях, на ділянках робіт і робочих місцях, зобов'язані виконувати правила внутрішнього трудового розпорядку, прийняті в даній організації.

Стороннім особам, а також працівникам у нетверезому стані або не зайнятих на роботах на даній території забороняється допуск на виробничу територію.

При передбачені тривалості будівельних робіт 30 робочих днів, якщо на будівельних роботах одночасно буде зайнято понад 20 працівників або планований обсяг виконання будівельних робіт перевищує 500 люд-днів, забудовник зобов'язаний подати попередню інформацію в Держпраці.

## ВИСНОВКИ

Проведене аналітичне дослідження підтверджує надзвичайно низький рівень використання композитної арматури в Україні у порівнянні із іншими країнами світу. На долю ринку країн учасниць колишнього СНГ припадає лише 1,2% всього ринку композитної арматури в світі.

Проблеми екології та постійний пошук шляхів вирішення проблеми з викидами CO<sub>2</sub>, спонукають використовувати будівельні матеріали та технології з меншим вуглецевим слідом. Композитна арматура являється саме таким матеріалом, маючи нижчий вуглецевий слід та енергоємність виготовлення у порівнянні із сталлюю 43 % та 47% відповідно. А стійкість до корозії, високі показники міцності, низька теплопровідність, стійкість до агресивних речовин значно розширюють сферу її застосування.

Вплив екології спостерігається і в виборі поверховості будівлі. При будівництві малоповерхових житлових споруд, як показав аналіз, простіше забезпечити належний рівень енергоефективності. Крім того, вони потребують меншої кількості енергії на своє будівництво і обслуговування і менший вуглецевий слід на м<sup>2</sup> готової площі у порівнянні з аналогічною площею багатоповерхівки, при однакових умовах експлуатації. Базуючись на цих даних, та дослідивши ринок нерухомості України і передових країн світу, доходимо висновку, що обсяги малоповерхового будівництва в Україні будуть збільшуватися.

Проаналізувавши основні види будівельних конструкцій, в малоповерховому будівництві, в яких можливо виконати заміну сталюї арматури композитною, частково або повністю, а також опираючись на результати наукових досліджень, ми провели розрахунок екологічного ефекту від використання композитної арматури для однієї з конструкцій. В результаті, отримані значення шкідливих викидів і рівня енергоємності при виготовленні

необхідного нам об'єму композитної арматури, в 14 разів нижчі у порівнянні з необхідним об'ємом сталюого армування даної конструкції. Тому вважаємо використання композитної арматури в малоповерховому будівництві екологічно доцільним.

Ефективність використання композитної арматури підтверджується проведеним економічним розрахунком, де ми отримали зниження вартості армопоясу майже на 3 % у порівнянні із сталюим.

Вирішення проблеми з'єднань прутів композитної арматури, повинні вирішити запропоновані варіанти муфтових з'єднань. Серед запропонованих варіантів, найперспективнішими вважаємо використання муфтових з'єднань на основі термопластичних полімерів.

При виконанні магістерської роботи, на основі проведеного аналізу та отриманих розрахунків робимо висновок, що використання композитної арматури в конструкціях, де це дозволяють її технічно-експлуатаційні характеристики, дозволяють заощадити кошти, зменшити трудоемність робіт та підвищити рівень екологічності всієї будівлі.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. План відновлення України. URL: <https://recovery.gov.ua/> (дата звернення 12.04.2023).
2. Загальна сума прямих збитків, завдана інфраструктурі України через війну, зросла до майже \$138 млрд. URL: <https://kse.ua/ua/about-the-school/news/zagalna-suma-pryamih-zbitkiv-zavdana-infrastrukturi-ukrayini-cherez-viynu-zrosla-do-mayzhe-138-mlrd/> (дата звернення 10.04.2023).
3. Т. В. Сердюк, В. Р. Сердюк Актуальність зростання обсягів житлового будівництва в Україні в умовах демографічної кризи. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 32. №1. 2022. С.79-88.
4. Qureshi, J. A. Review of Fibre Reinforced Polymer Structures. Journals «*Fibers*» № 10, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/fib10030027>
5. Динаміка цін на металопрокат в Україні. URL: <https://www.metalika.ua/statistic/dinam-ka-ts-n-na-metaloprokat-13-zhovtnya-2022.html> (дата звернення 10.05.2023).
6. Okolnikova G.E., Gerasimov S.V. Prospects for the use of composite reinforcement in construction. Construction and architecture. 2015. No. 3. P.14–21.
7. Аналіз ринку Композитної Арматури. URL: <https://megaplast.msk.ru/analiz-rynka-kompozitnoj-armatury/> (дата звернення 04.05.2023)
8. Peng Wang, Morten Ryberg, Yi Yang, Kuishuang Feng, Sami Kara, Michael Hauschild, Wei-Qiang Chen. Efficiency stagnation in global steel production urges joint supply- and demand-side mitigation efforts. Journals «*Nature communications*» DOI: <https://doi.org/10.1038/s41467-021-22245-6>
9. Carbon Border Adjustment Mechanism. URL: [https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism\\_en](https://taxation-customs.ec.europa.eu/green-taxation-0/carbon-border-adjustment-mechanism_en) (дата звернення 10.05.2023).

10. Filantropova V.A., Sham P.I. About atmospheric air pollution by ferrous metallurgy enterprises. Bulletin of the Azov State Technical University, 2001. Issue №. 11 p.1-4.
11. EU Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) – what do businesses in the Middle East need to know? URL: <https://www.pwc.com/m1/en/services/tax/me-tax-legal-news/2023/eu-carbon-border-adjustment-mechanism.html> (дата звернення 09.03.2023).
12. Composite Rebar Market Has Been Evolving in 2022. *New Trends to Consider*. № 11 p. 134.
13. Степанова В.Ф., Степанов А.Ю., Жирков Е.П. Арматура композитная полимерная: М. 2013. 200 с.
14. Оснос С. П., Федотов А. А. Возможности и перспективы развития отрасли производства базальтовых непрерывных волокон. Журнал «Композитный мир» №3, ноябрь 2022 .
15. Мир композита. URL: <https://compositeworld.ru/articles/market/id62bc4ce9f1a59700123c3c3c> (дата звернення 22.03.2023).
16. Prabhakar Sangave<sup>1</sup>, Amit Ra. A Study on FRP-Reinforced Concrete Structures. Journal «*Applied Science and Engineering*» January 2022 URL: [www.asejar.org](http://www.asejar.org) (дата звернення 21.04.2023).
17. Jizan Flood Mitigation Channel, the world's biggest GFRP project URL: <https://ikkmateenbar.com/projects/jizan-channel/> (дата звернення 21.04.2023).
18. Kinga Brózda, Jacek Selejdak, Peter Koteš. Analysis of properties of the FRP rebar to concrete structures. Journal «*Applied Engineering Letters*» № 1, p. 6-10 (2017).
19. Michał Barcikowski, Grzegorz Lesiuk, Karol Czechowski, Szymon Duda Static, Flexural Fatigue. Behavior of GFRP Pultruded Rebars. Journal «*Materials*» (Basel). 2021 Jan; 14(2), p. 297  
DOI: <https://doi.org/10.3390/ma14020297>

20. Ran Gao. Research on the Seismic Performance of Highly Durable Concrete Structures with Corrosion-resistant Reinforcing Steel Materials. «*Journal of Physics: Conference Series*», Volume 1838, 8th annual International Conference on Material Science and Environmental Engineering (MSEE 2020) 20-21 November, 2020, Chengdu, Sichuan, China. URL: <https://iopscience.iop.org/journal/1742-6596> (дата звернення 22.04.2023).

21. Simona Coccia, Fabio Di Carlo, Stefania Imperatore. Masonry Walls Retrofitted with Vertical FRP Rebars. «*Buildings*» 2020, 10(4), p.72. DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings10040072>

22. Field Investigation of Bridge Deck Reinforced with Glass Fiber Reinforced Polymer (GFRP) Rebar Behrouz Shafei Principal Investigator. Bridge Engineering Center. Iowa State University. February 2020. URL: <https://www.dot.state.mn.us/research/reports/2020/202005.pdf> (дата звернення 22.04.2023).

23. Alan Richardson, Paula Drew. Fibre reinforced polymer and steel rebar comparative performance. *Structural Survey*, Vol. 29 April 2011. DOI:10.1108/02630801111118412

24. Tvrtko Renić, Tomislav Kišiček. Ductility of Concrete Beams Reinforced with FRP Rebars. Faculty of Civil Engineering, University of Zagreb, 10000 Zagreb, Croatia *Buildings* 2021, 11(9), 24; DOI: <https://doi.org/10.3390/buildings11090424>

25. Novelties of the construction materials market: composite fittings/ Construction, repair, home and cottage. URL: <https://www.rmnt.ru/story/wall/683926.htm> (дата звернення 15.04.2023).

26. Rudchenko D.G., Serdyuk V.R. About the possibility of using composite reinforcement in the technology of production and use of autoclaved aerated concrete. Magazine «*Building materials and products*» 2020. № 1-2. p.8-14.

27. Joost R. Duflou, Yelin Deng, Karel Van Acker, and Wim Dewulf. Do fiber-reinforced polymer composites provide environmentally benign alternatives. *MRS Bulletin* · April 2012; URL: <https://www.researchgate.net/publication/255485638> (дата звернення 15.04.2023).



28. Eythor Rafn Thorhallssonb, Kamal Azraguea. A mechanical and environmental assessment and comparison of basalt fibre reinforced polymer (BFRP) rebar and steel rebar in concrete beams. 8th International Conference on Sustainability in Energy and Buildings, SEB-16, 11-13 September 2016, Turin, ITALY. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021730022X> (дата звернення 18.04.2023).

29. Sami Sbahieh, Furqan Tahir, Sami G. Al-Ghamdi. Environmental and mechanical performance of different fiber reinforced polymers in beams. Materialstoday: proceedings, Volume 62, Part 6, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.398>

30. A Life Cycle Assessment Approach in Examining Composite Raw Materials, Steel and Aluminum Materials Used in the Manufacturing of Structural Components. Strongwell Corporation, June 19, 2009 URL: <https://www.strongwell.com/wp-content/uploads/2013/04/Life-Cycle-Report.pdf> (дата звернення 18.04.2023).

31. Statista URL: <https://www.statista.com/> (дата звернення 13.04.2023).

32. Dwellings and Residential Buildings Permits Issued for Construction for the European Union. URL: [https://alfred.stlouisfed.org/series?seid=HOUST&utm\\_source=series\\_page&utm\\_medium=related\\_content&utm\\_term=related\\_resources&utm\\_campaign=alfred#](https://alfred.stlouisfed.org/series?seid=HOUST&utm_source=series_page&utm_medium=related_content&utm_term=related_resources&utm_campaign=alfred#) (дата звернення 13.04.2023).

33. Dwellings and Residential Buildings Permits Issued for Construction for the European Union. URL: <https://alfred.stlouisfed.org/series?seid=ODCNPI03EUA661S> (дата звернення 05.04.2023).

34. Визначаючись із питанням "де жити?", українцям слід враховувати і закордонний досвід малоповерхового житлового будівництва. URL: <https://zn.ua/ukr/business/odnosimeyniy-budinok-chi-kvartira-v-bagatopoverhivci-viznachayuchis-iz-pitanniam-de-zhiti-ukrayincyam-slid-vrahovuvati-i->

zakordonniy-dosvid-malopoverhovogo-zhitlovogo-budivnictva-\_.html (дата звернення 22.04.2023).

35 Detached one- or two-dwelling houses most common in localities. URL: <https://www.scb.se/en/finding-statistics/statistics-by-subject-area/environment/land-use/localities-and-urban-areas/pong/statistical-news/urban-areas-localities-and-smaller-localities-2020/> (дата звернення 21.04.2023).

36. Кисельова Г. В. Розвиток районів малоповерхової забудови в сучасній системі міського середовища. Одеса: РПАТМ №15, 2021, с.20-26 URL: <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/9429> (дата звернення 26.03.2023).

37. Кисельова, Г.В. Методи реновації міських територій. Одеса: ОДАБА 22, 2022 р.; с.159 URL: <http://mx.ogasa.org.ua/handle/123456789/9928> (дата звернення 10.03.2023).

38. ДСТУ 9065:2021. Арматура композитна для армування бетонних конструкцій. Загальні технічні умови : [Чинний від 2021-05-01]. Офіц. вид. Київ. : УкрНДНЦ, 2021. – 26 с.

39. Overcrowding rate by age, sex, and poverty status - total population - EU-SILC survey (n.d.). EUROSTAT. URL: [http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc\\_lvho05a0](http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=ilc_lvho05a0). (дата звернення 08.03.2023).

40. Бондаренко Е.Ю, Иваненко Л.В. Зарубежный опыт организации малоэтажного строительства. Менеджмент. Основы экономики, управления и права №2 (8) –С49-53. 2013 р.

41. Стадник Е. Б. Опыт проектирования современного малоэтажного жилища на основе унификации строительных конструкций. Архитектон: Известие вузов. 2012. № 38. С. 76 – 79.

42. Населення України. Статистична інформація URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (дата звернення 14.04.2023)

43. Francesco Pomponi, Ruth Saint, Jay H. Arehart, Niaz Gharavi, Bernardino D'Amico. *Urban Sustainability* volume 1, Article number: 33 (2021)
44. ДБН В.2.6-31:2021 Теплова ізоляція та енергоефективність будівель. [Чинний від 2022-01-09] Видання офіційне. Київ: Мінірегіон України 2022
45. ДСТУ-Н Б В.2.6-185:2012 Настанова з проектування та виготовлення бетонних конструкцій з неметалевою композитною арматурою на основі базальто- і склоровінгу [Чинний від 2013-04-01] Київ: Мінірегіон України 2012. 32 с.
46. ДБН А.3.2-2-2009 Охорона праці і промислова безпека у будівництві. Основні положення (НПАОП 45.2-7.02-12). [ На заміну СНиП III-4-80. Чинний від 2012-04-01] Київ: Мінірегіон України 2012. 126 с.
47. Сердюк В.Р., Антонюк О.М., Антонюк Т.С. Композитна арматура в будівельні галузі: розширення використання. Науково-технічний журнал «Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві». ВНТУ. Том 33 № 2 (2022) –С.25-35.
48. Антонюк Т. С., Сердюк В.Р. Актуальність виробництва та використання композитної арматури в НТК. ВНТУ. URL: <https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fbtegp/all-fbtegp-2023/paper/view/17434/14677>
49. Mohamed Ibrahim, Usama Ebead, Mohammed Al-Ansari. Life Cycle Assessment for Fiber-Reinforced Polymer (FRP) Composites Used in Concrete Beams: A State-of-the-Art Review. International Conference on Civil Infrastructure and Construction (CIC 2020) February 2-5, 2020 Doha, Qatar URL: <https://core.ac.uk/download/pdf/322372451.pdf>
50. Сакевич В.Ф. Основи розробки питань цивільної оборони в дипломних проектах. Навчальний посібник. Вінниця : ВНТУ, 2006. 109 с.
51. Онлайн калькулятори теплотехники огорожених конструкцій. URL: <http://www.smartcalc.ru/> (дата звернення 14.04.2023)

52. ДСТУ Б В.2.6-189:2013. Методи вибору теплоізоляційного матеріалу для утеплення будівель. [Чинний від 2014 – 01 - 01]. Вид. офіц. Київ: Мінрегіон, 2014. 55 с.

53. Фаренюк Г. Г. Основи забезпечення енергоефективності будинків та теплової надійності огороджувальних конструкцій. Київ. : ГамаПринт. 2009. 216 с.

54. ДСН 3.3.6.037-99. Санітарні норми виробничого шуму, ультразвуку та інфразвуку. [Чинний від 1999-12-01]. Постанова МОЗ № 37 від 01.12.1999.

55. ДСТУ Б Д 1.1.1-2013.Правила визначення вартості будівництва. [Чинний від 2014-01-01]. Вид. офіц. К.: Мінрегіонбуд України, 2013. 97 с

ПРОТОКОЛ  
ПЕРЕВІРКИ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ  
НА НАЯВНІСТЬ ТЕКСТОВИХ ЗАПОЗИЧЕНЬ

Назва роботи: Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів)

Тип роботи: Магістерська кваліфікаційна робота  
(БДР, МКР)

Підрозділ кафедра БМГА, ФБЦЕІ  
(кафедра, факультет)

**Показники звіту подібності Unicheck**

Оригінальність 90,6 % Схожість 9,4 %

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.

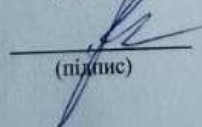
Автор роботи

  
(підпис)

Антонюк Т.С.

(прізвище, ініціали)

Керівник роботи

  
(підпис)

Сердюк В.Р.

(прізвище, ініціали)

## Додаток Б

## Відомість графічної частини

Лист	Зміст листа
Лист №1	Мета, задачі, об'єкт, предмет дослідження, наукова новизна роботи
Лист №2	Композитна арматура: аналіз
Лист №3	Малоповерхове будівництво: аналіз ринку
Лист №4	Розробка з'єнань композитних прутів
Лист №5	Розрізи фасаду
Лист №6	Розріз будівлі. Влаштування відмостки
Лист №7	План першого поверху. Вхідна зона
Лист №8	План покрівлі. Розрізи елементів покрівлі
Лист №9	Армування армопоясу. Муфтові з'єднання прутів
Лист №10	Висновки

## Мета дослідження

- обґрунтування економічної та екологічної доцільності використання композитної арматури в малоповерховому житловому будівництві;
- розробка можливих варіантів з'єднання композитних прутів при виконанні армування в умовах будівельного майданчику без використання готових гнутих елементів.

## Завдання

- керуючись останніми науковими дослідженнями визначити перспективність заміни сталевих арматур композитною;
- проаналізувати ринок композитних стрижнів та досвід їх використання в розвинених країнах;
- провести аналіз ринку житлового фонду на терені пострадянського простору та розвинених країнах світу;
- обґрунтувати доцільність використання композитних арматур при будівництві малоповерхового житлового фонду.

## Об'єкт дослідження

Процес впровадження альтернативних арматур у будівництві на досвіді світової та вітчизняної будівельної галузі.

## Предмет дослідження

Теоретичні та практичні рішення при виконанні армування альтернативними видами арматур в процесі відбудови зруйновано та нового малоповерхового житлового фонду України.

## Методи дослідження

Основою для аналітичної роботи стали теоретичні та практичні дослідження описані в наукових працях періодичних видань провідних вчених світу.

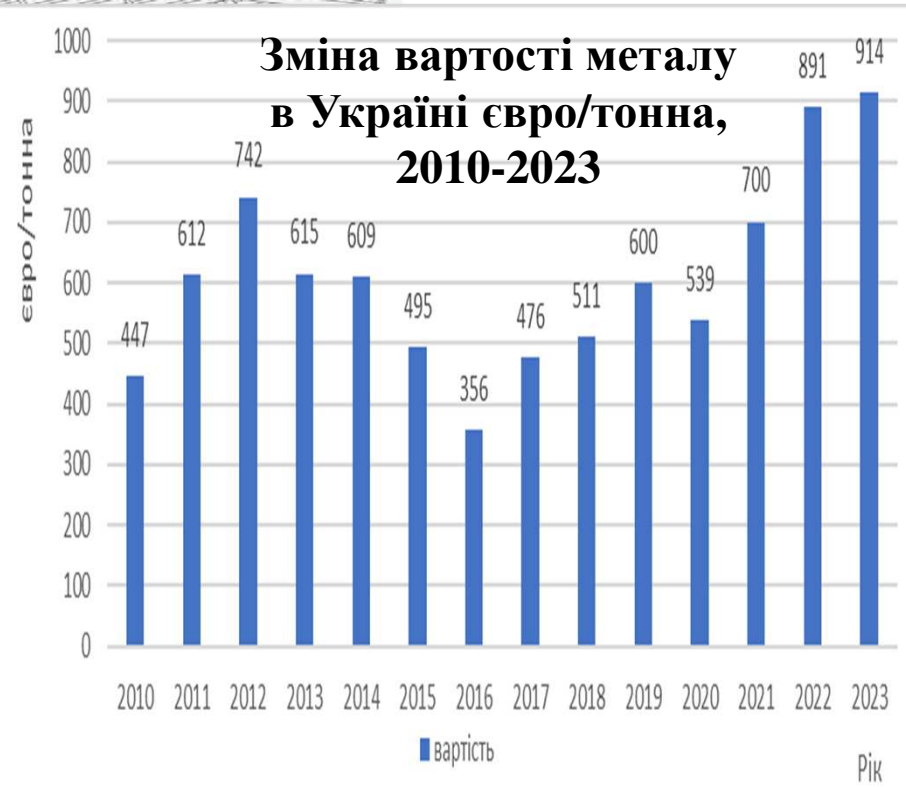
Базою для даної магістерської роботи є законодавчі та нормативні акти, статистичні дані, доступні інтернет-ресурси відповідного профільного спрямування та наукові праці зарубіжних і вітчизняних учених.

## Наукова новизна

- дістало подальшого розвитку питання розширення використання композитної арматури з U-подібними газобетонними блоками при виконанні армопоясів у малоповерховому житловому будівництві;
- доведено енерго-екологічна та економічна доцільність використання композитної арматури на прикладі армування нею виробів та конструкцій при малоповерхового житлового будівництва;
- запропоновано варіанти технічних рішень муфтового з'єднання стрижнів композитної арматури при армуванні бетонних виробів і конструкцій безпосередньо на об'єкті будівництва.



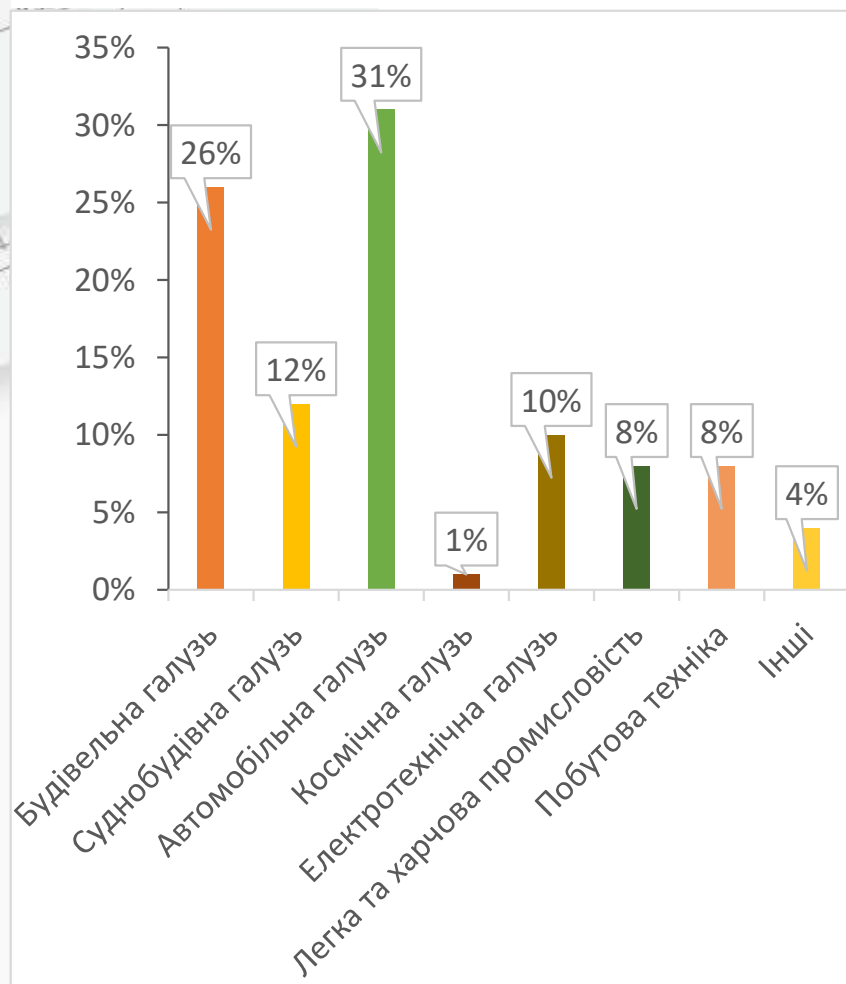
# Композитна арматура



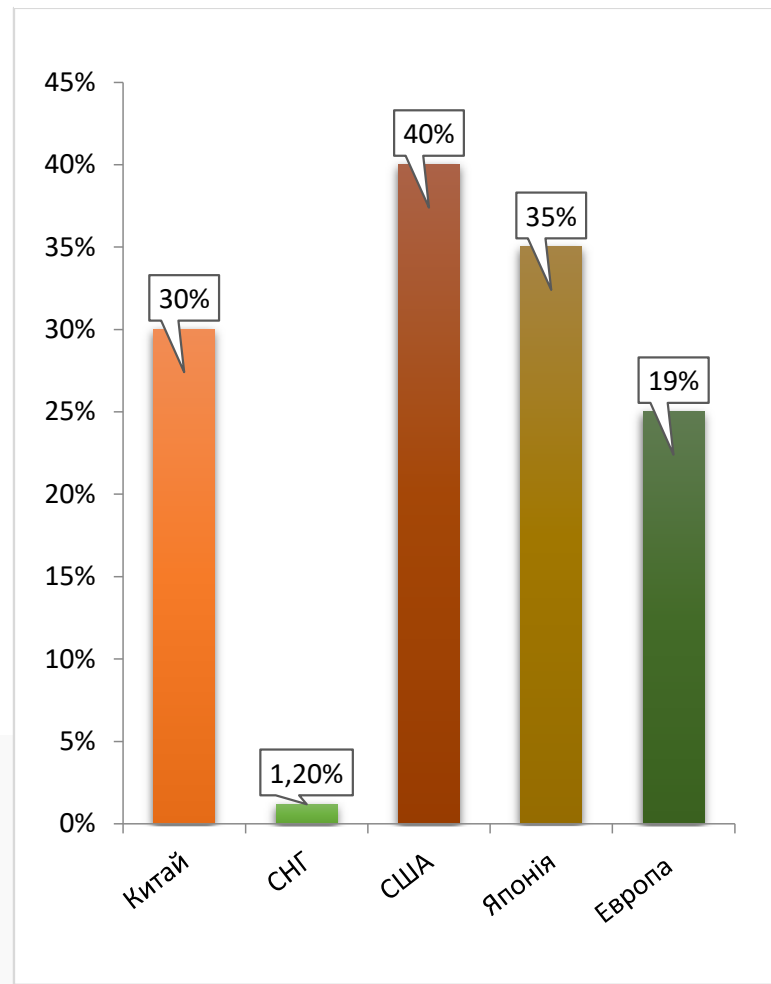
## Види композитної арматури



## Графік розподілу ринку композитних матеріалів між галузями у світі



## Графік розподілу ринку композитної арматури між країнами

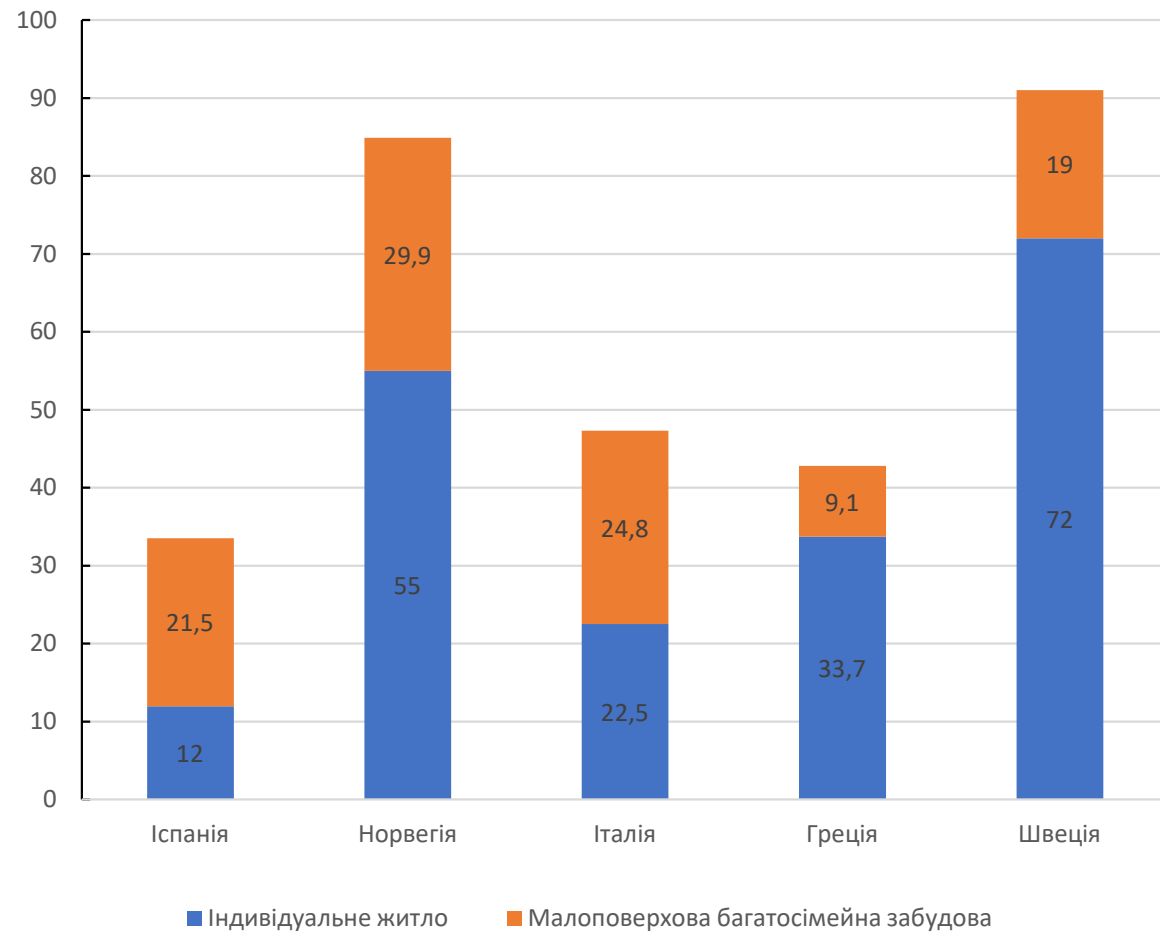


Властивість композитної арматури	Сфера можливого застосування
Стійкість до агресивних речовин	Хімічна промисловість, сільське господарство, легка та харчова промисловість, морські споруди
Стійкість до корозії	Мости, пристані, укріплення берегової лінії, резервуари для рідин, басейни, армування мощення та доріг
Діелектричні властивості	Електроопори, електростанції, шпали та платформи для електротранспорту, дослідницькі лабораторії, військові об'єкти
Діамагнітні властивості	Обладнання медичних закладів, навчальні та наукові центри, військові об'єкти, аеропорти, об'єкти радіолокації та зв'язку
Низька теплопровідність	Армування при енергоефективному будівництві, як елементи в'язів і кріплення при утепленні і облицюванні
Низький модуль пружності	Будівництво в сейсмічно активних зонах
Густина (вага)	Використання при необхідності зменшення маси готового виробу чи конструкції

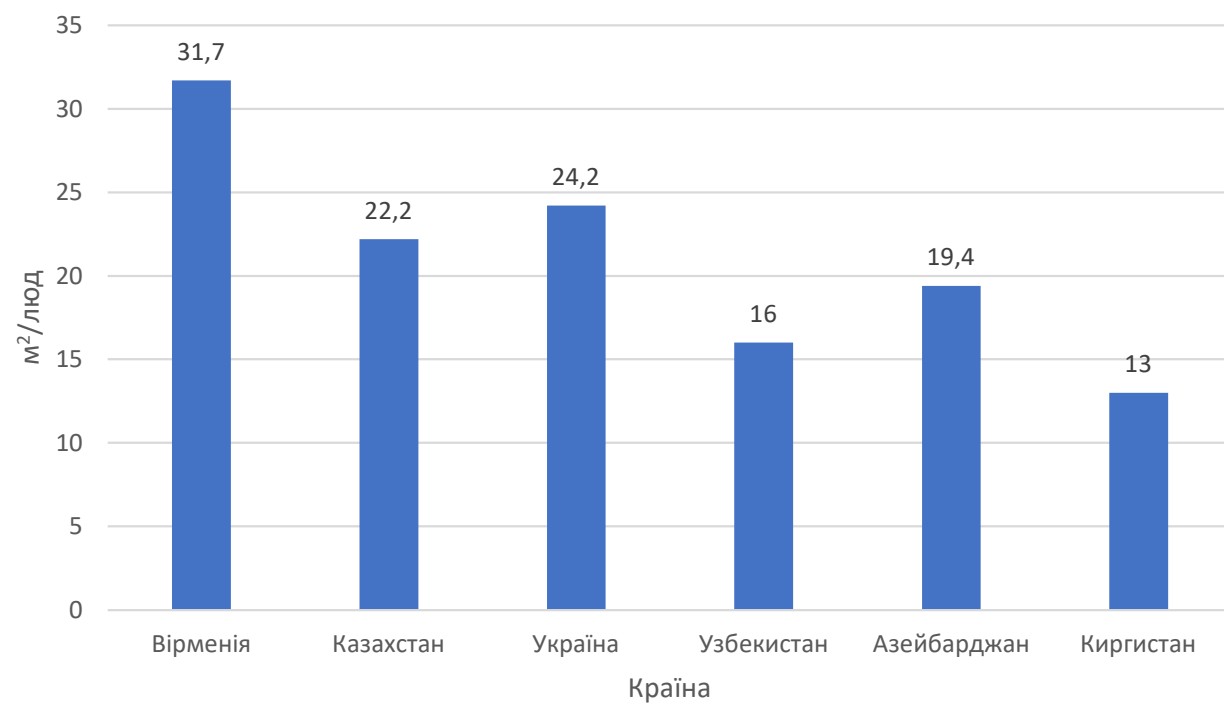


# Малоповерхове будівництво

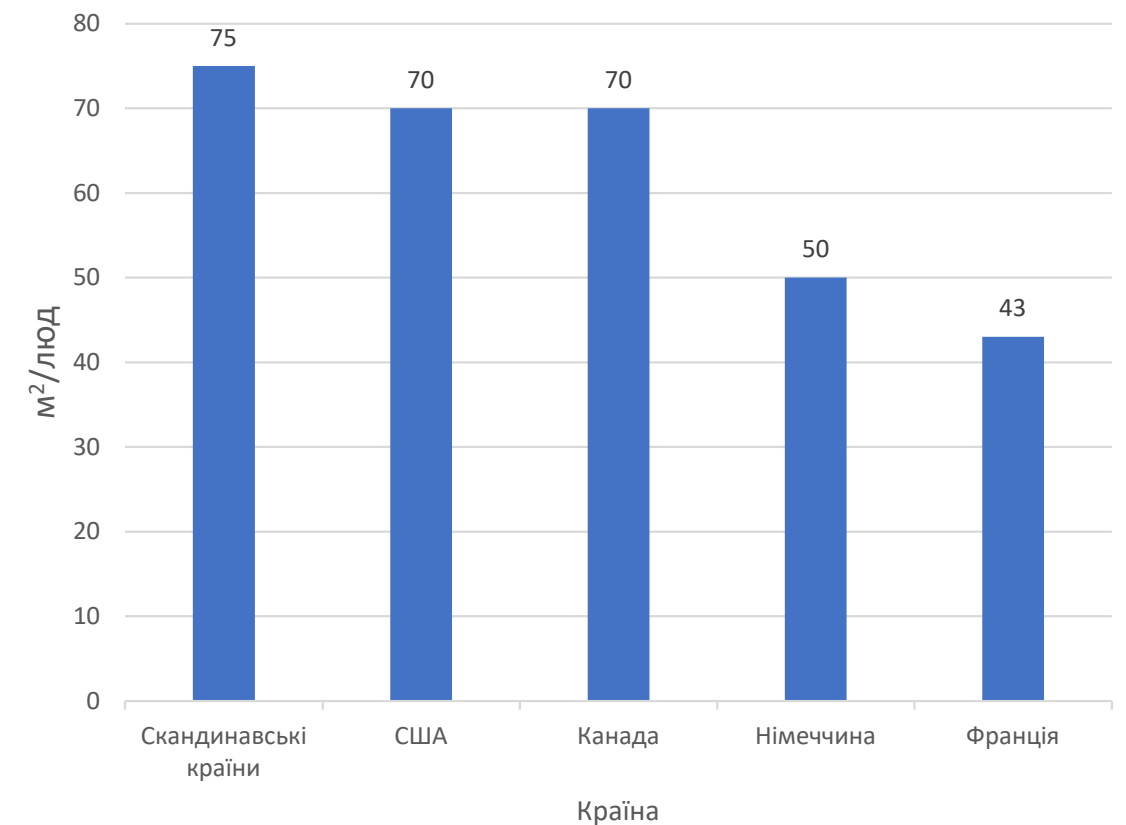
## Відсоток малоповерхового житла в деяких країнах ЄС



## Середня вартість квадратного футу (0,093 м<sup>2</sup>) житла в США в різних типах будівель



## Середня забезпеченість населення житлом України та інших пострадянських країн станом на 2019 рік



## Середня забезпеченість населення житлом розвинених країн світу

# Муфтове з'єднання композитних прутів

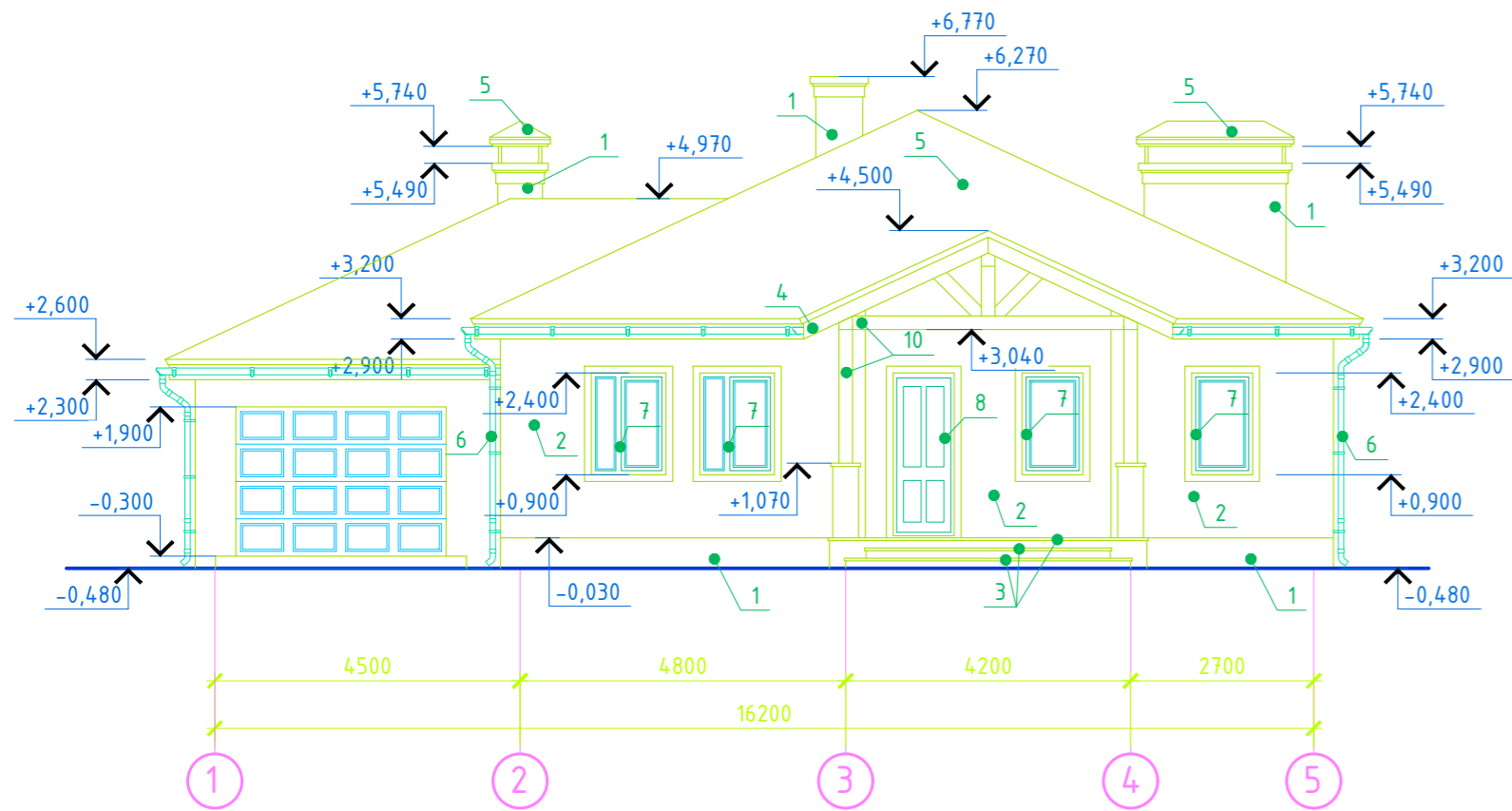
- З'єднання склеюванням з фітингами;
- З'єднання за рахунок термопластичних муфт;
- Муфтове з'єднання термоусадкове.

Способи кріплення	Матеріали для скріплення	переваги	недоліки
Термообробка	Термопластичність	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидкість монтажу</li> <li>- великий вибір відмінних за своїми властивостями полімерів</li> <li>- низька вартість</li> <li>- властивості наближенні до композитних арматур</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність додаткового обладнання</li> <li>- неможливість повторного використання</li> </ul>
	Осідання	<ul style="list-style-type: none"> <li>- швидкість монтажу</li> <li>- низька вартість</li> <li>- схожість за термічними показниками з композитами</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- можливість використання лише в прямих з'єднаннях</li> <li>- необхідність додаткового інструменту</li> </ul>
Приклеювання	Однокомпонентні епоксиди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- відсутність необхідності приготування</li> <li>- високі термічні та пластичні показники</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- великий термін застигання</li> <li>- малий вибір готових рішень</li> <li>- висока вартість</li> <li>- для застигання потрібне додаткове нагрівання</li> </ul>
	Двохкомпонентні епоксиди	<ul style="list-style-type: none"> <li>- широкий вибір готових рішень</li> <li>- чудова адгезія з більшістю матеріалів</li> <li>- можливість градації часу застигання</li> <li>- високі термічні та пластичні показники</li> <li>- висока вартість</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- необхідність приготування</li> <li>- обмеження по часу використання готової суміші</li> </ul>

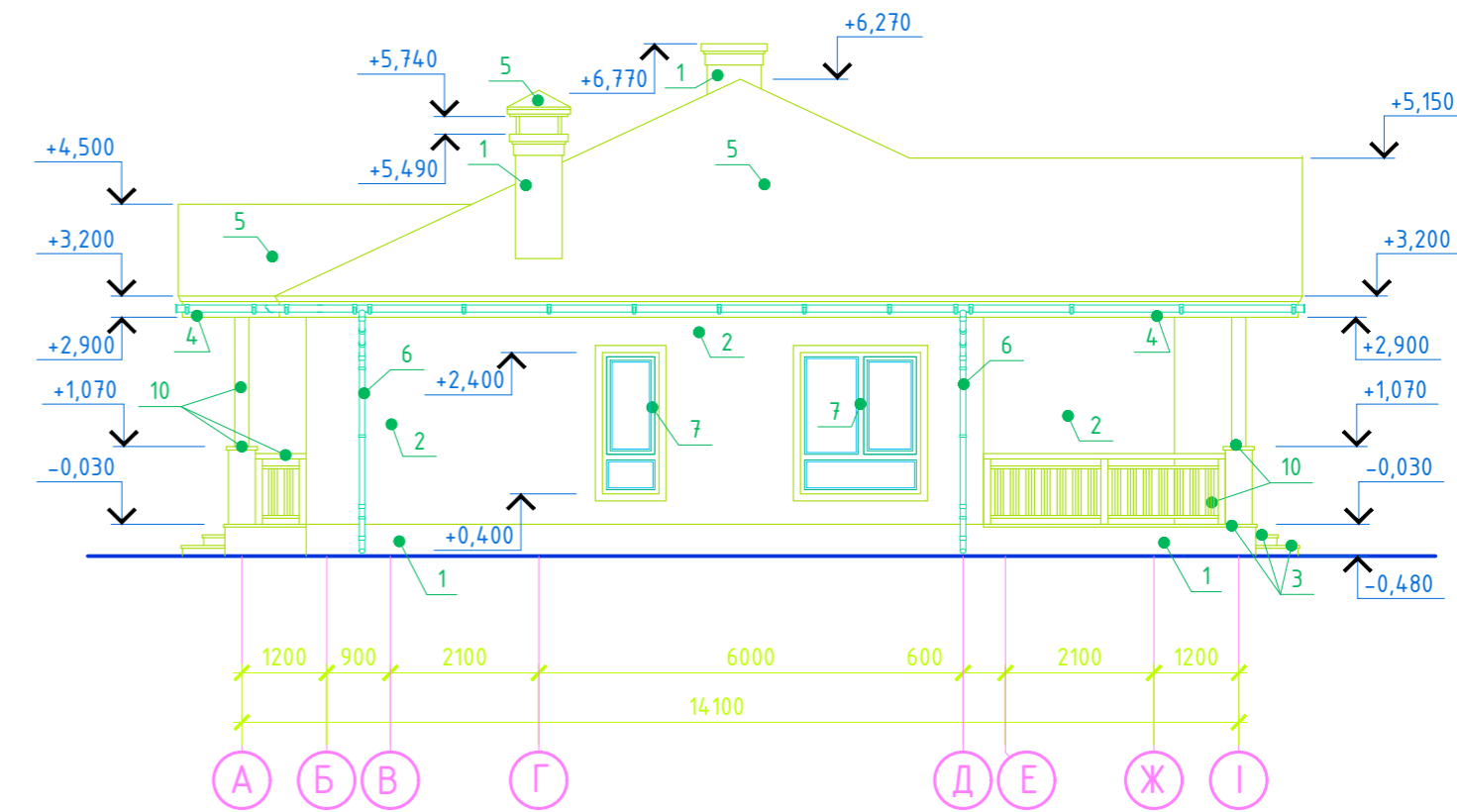


Муфтові з'єднання, що пропонується (схематичне зображення 3D модель, авторс.)

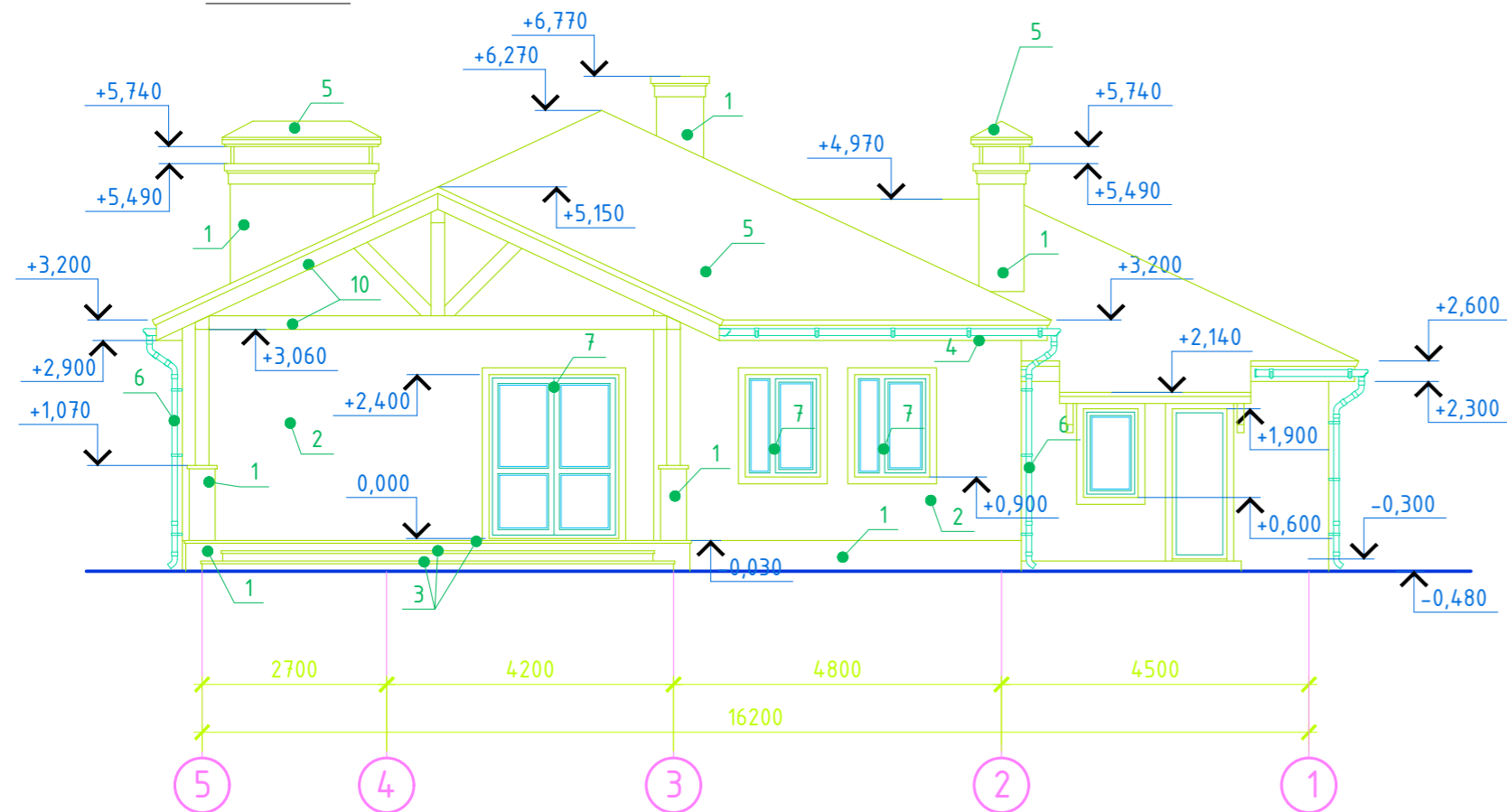
Фасад 1-4.



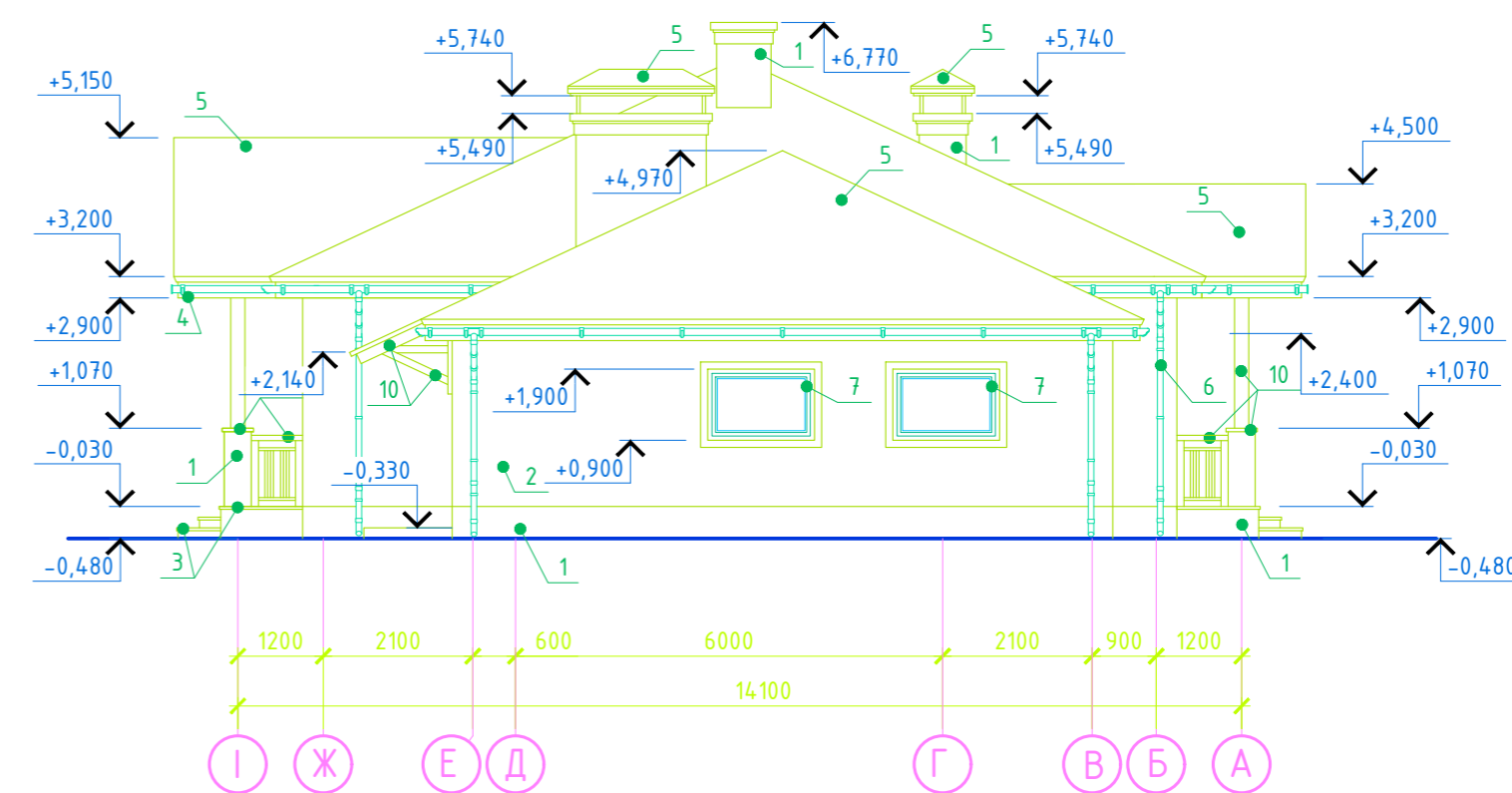
Фасад А-І.



Фасад 4-1.

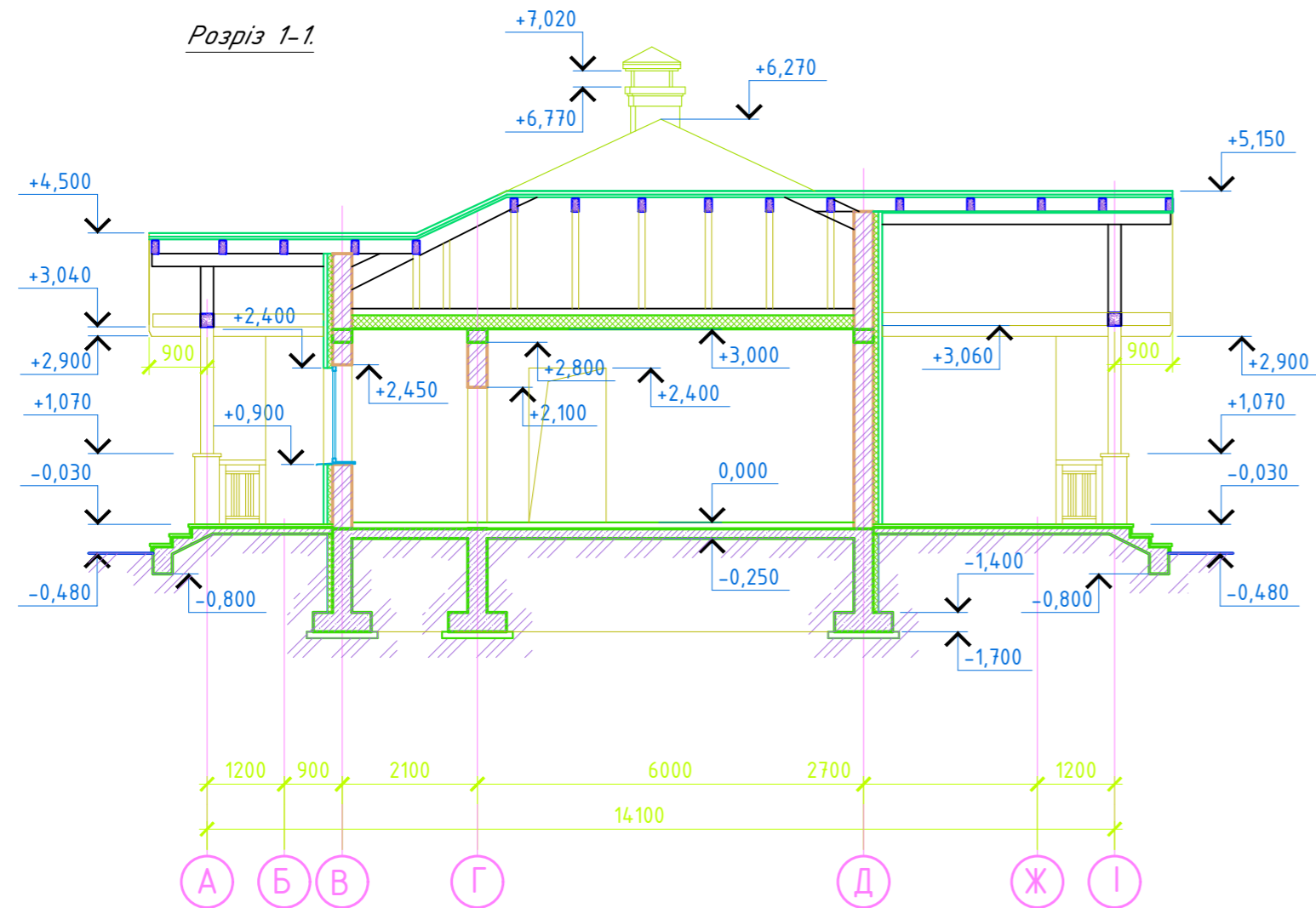


Фасад І-А.

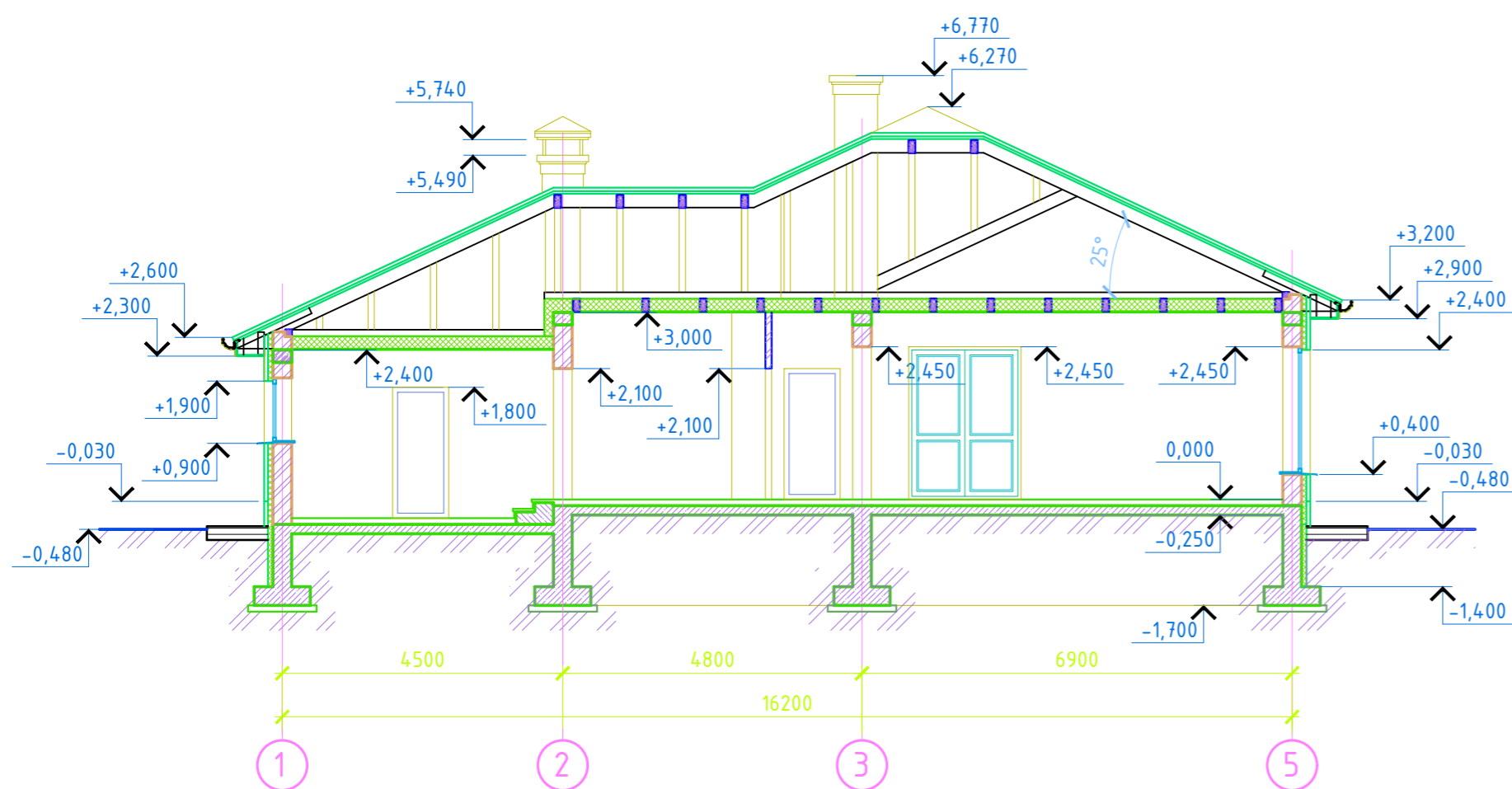


						08-11.МКР.003-АБ			
						Приватний житловий будинок місто Лещичів			
Зм.	Кільк.	Аркуш	№ док.	Підпис	Дата	Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Лещичів)	Стадія	Аркуш	Аркушів
Розробив.	Антонюк Т.С.						П	5	10
Перевірив	Сердюк В.Р.								
Керівник	Сердюк В.Р.								
Н. контр.	Масвська І.В.								
Опонент	Слободян Н.М.					Розрізи фасаду	ВНТУ , гр. Б-21мз		
Затверд.	Швеш В.В.								

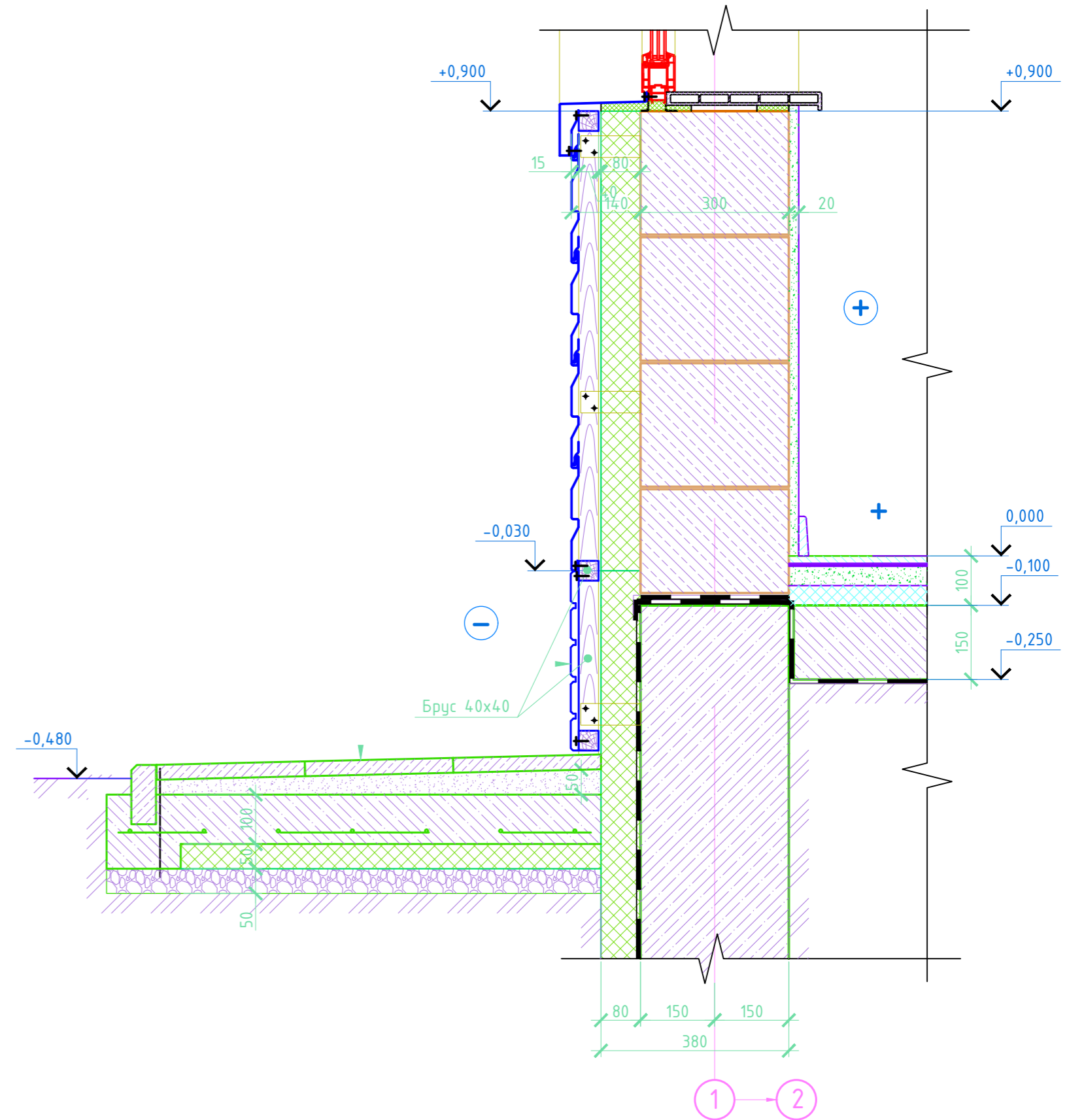
Розріз 1-1



Розріз 2-2



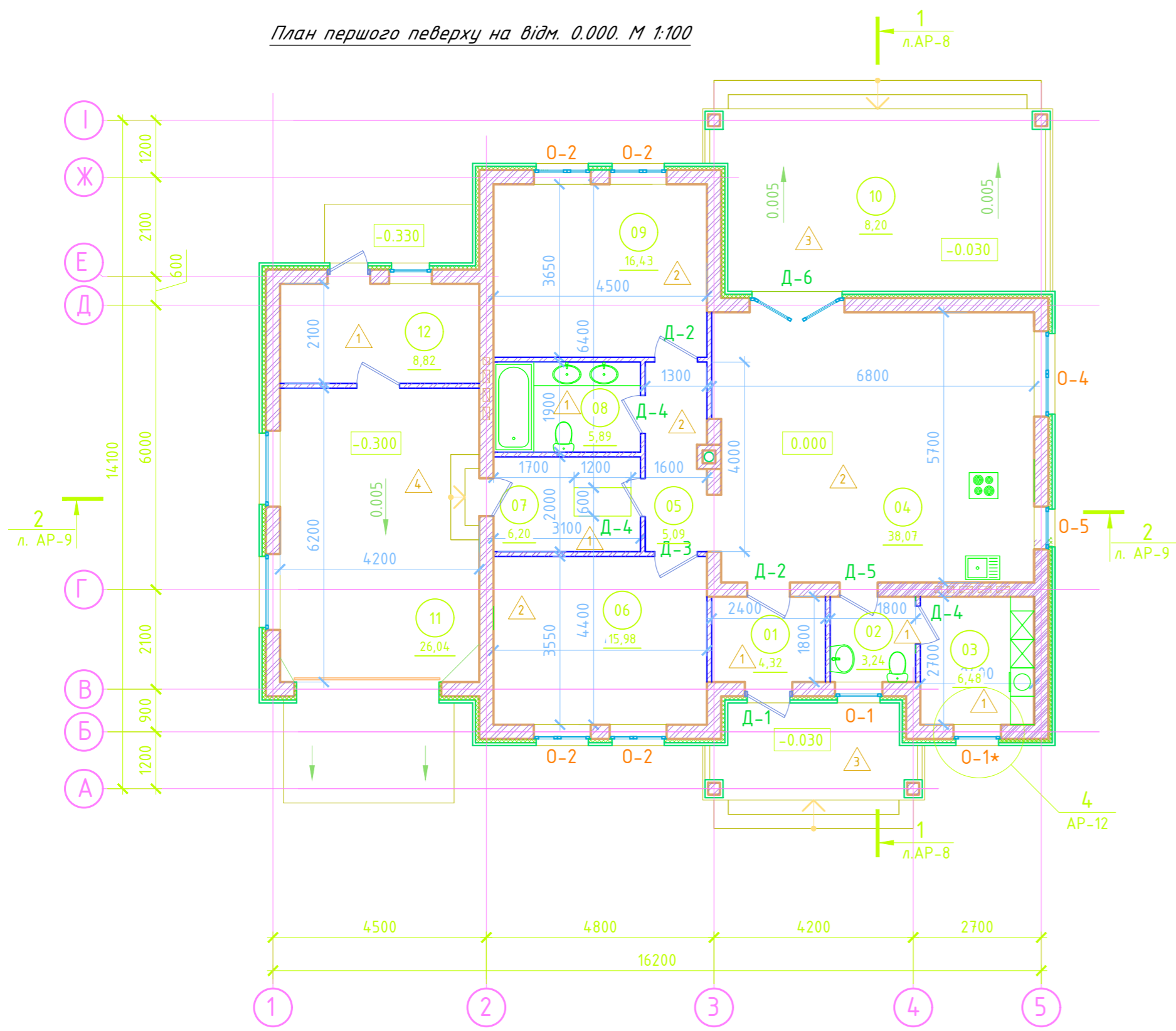
Влаштування відмостки та гідроізоляції фундаменту М 1:10



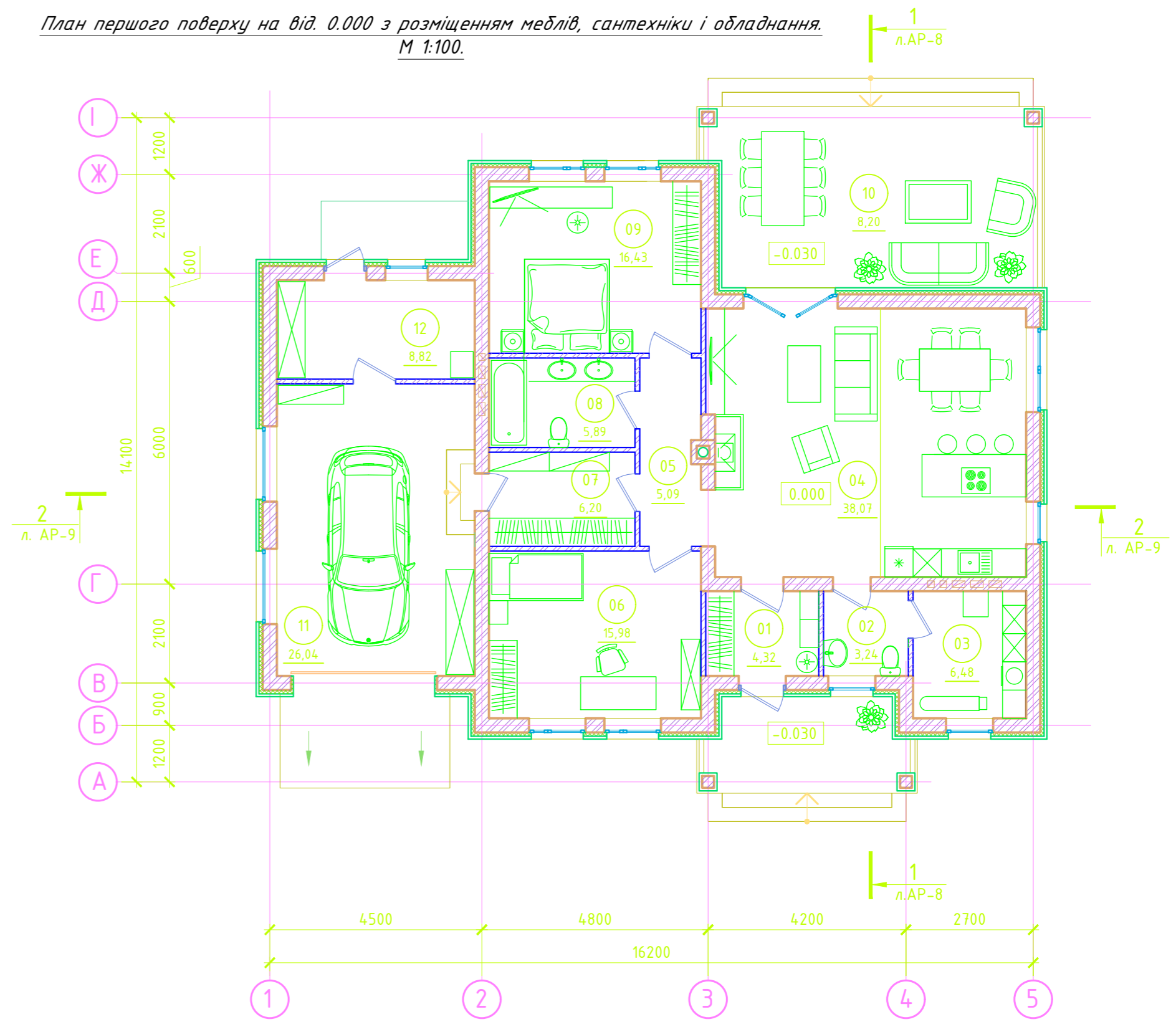
08-11.МКР.003-АБ					
Приватний житловий будинок місто Лetchів					
Зм.	Кільк.	Аркци	№ док.	Підпис	Дата
Розробив.	Антонок Т.С.				
Перевірив	Сердюк В.Р.				
Керівник	Сердюк В.Р.				
Н. контр.	Масвська І.В.				
Опонент	Слободян Н.М.				
Затверд.	Швець В.В.				
Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Лetchів)				Стадія	Аркци
Розріз будівлі Влаштування відмостки				П	6
				Аркци	10
				ВНТУ, гр. Б-21мз	



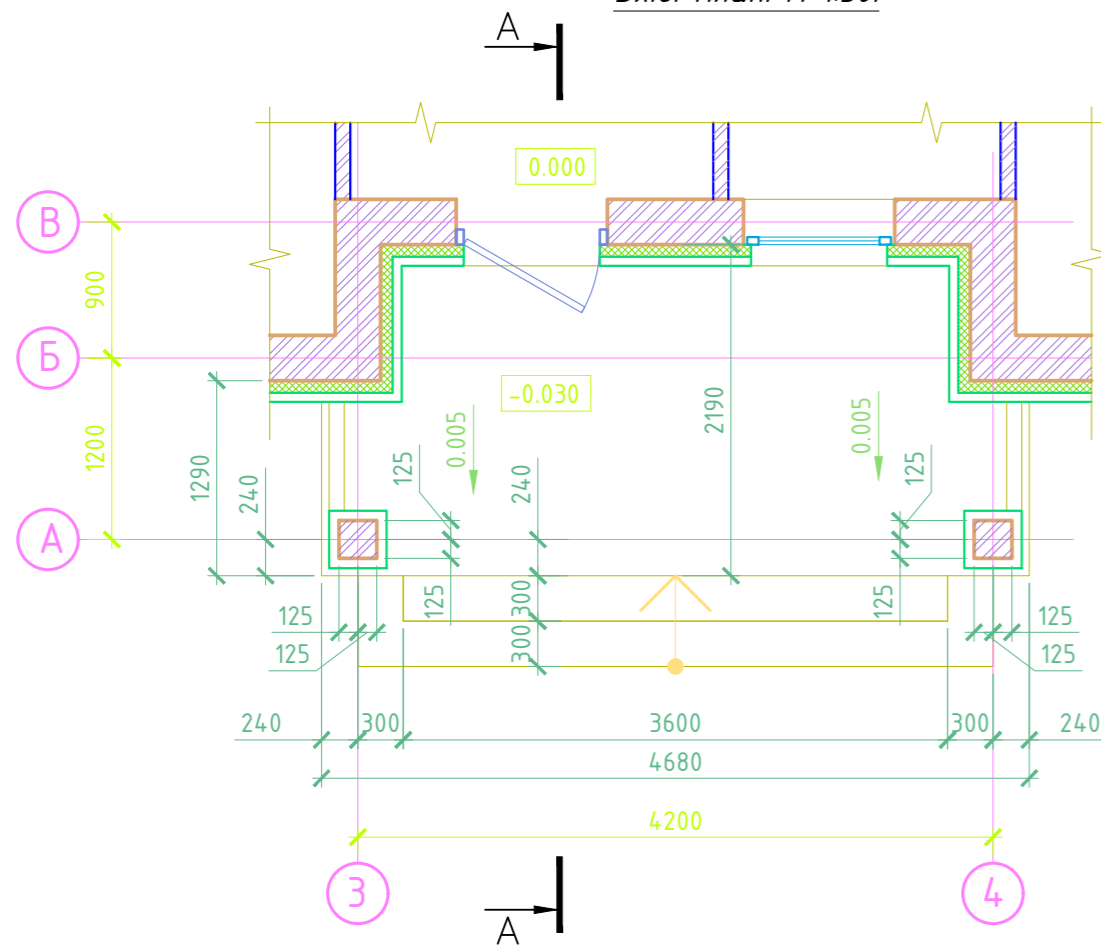
План першого поверху на відм. 0.000. М 1:100



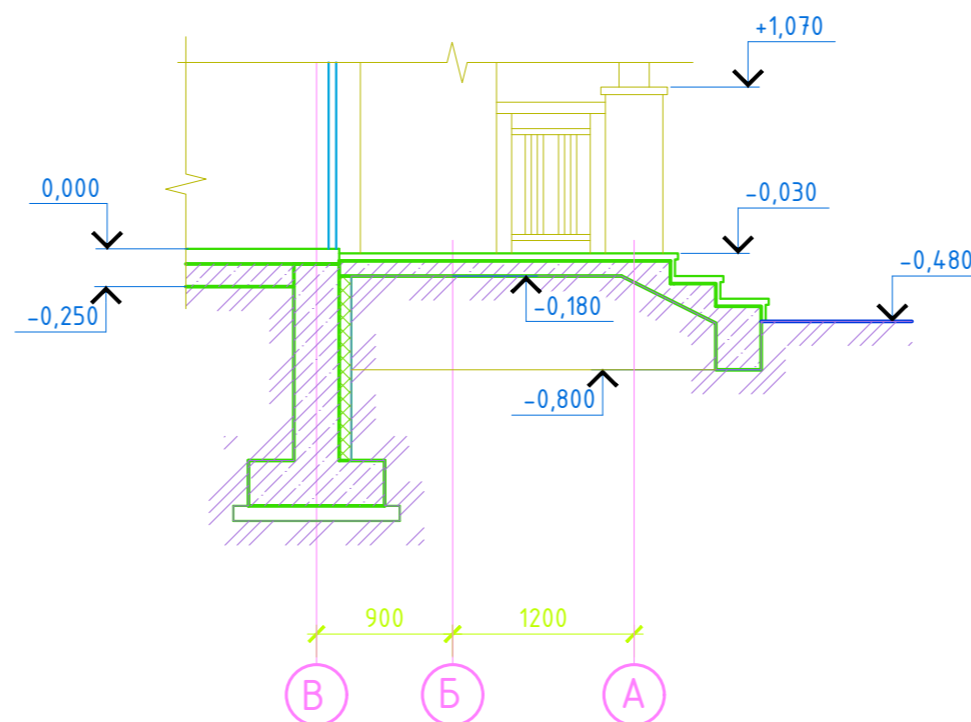
План першого поверху на відм. 0.000 з розміщенням меблів, сантехніки і обладнання. М 1:100.



Вхід. План. М 1:50.



Розріз А-А. М 1:50.

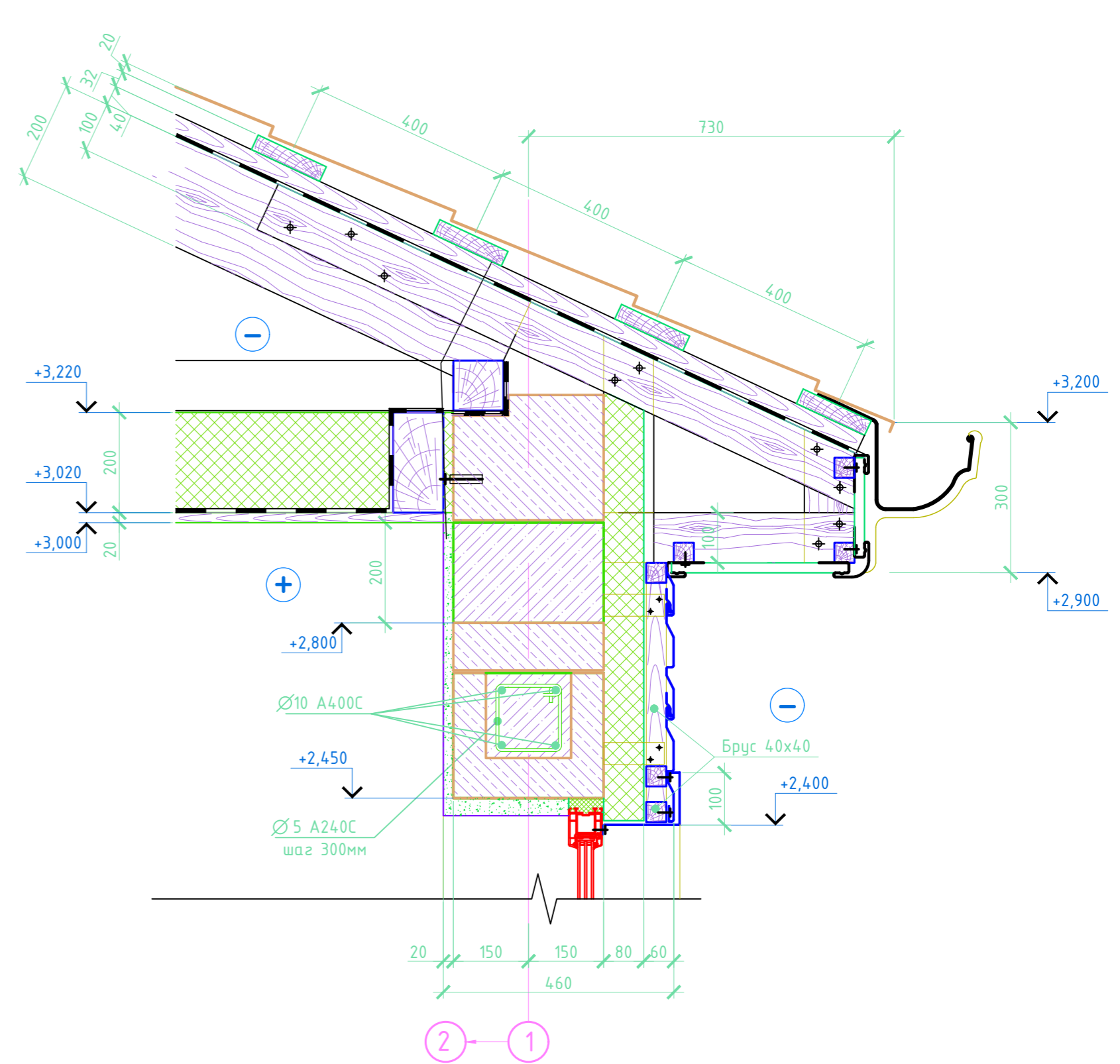
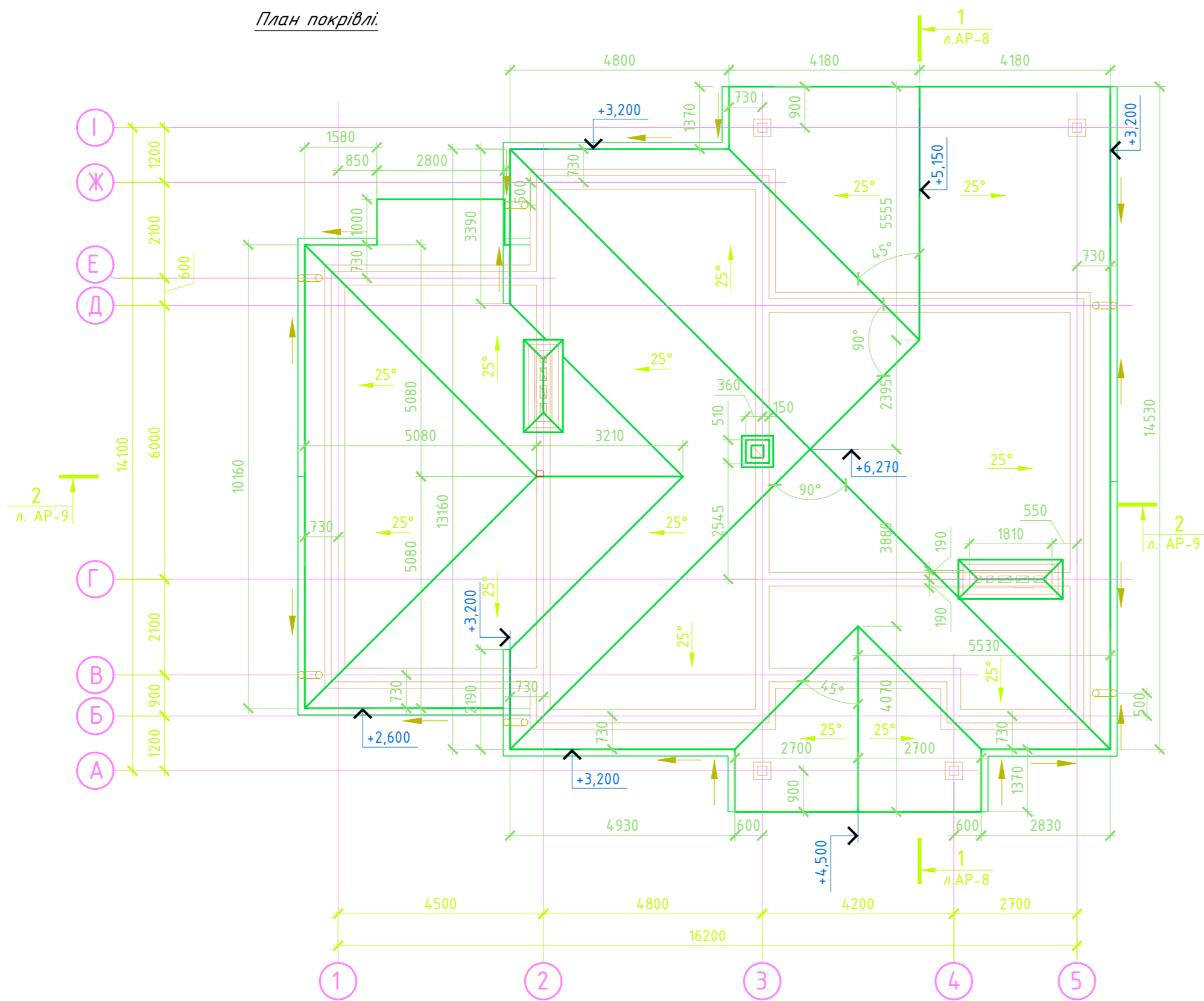


Експлікація приміщень.

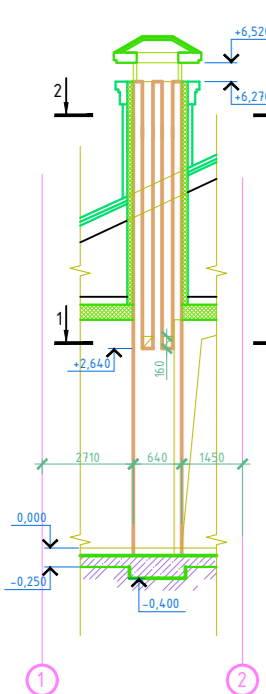
Номер приміщення	Назва	Площа, м <sup>2</sup>
01	Вхідний тамбур	4.32
02	Санвузол	3.24
03	Санвузол	6.48
04	Кухня-гостова	38.07
05	Коридор	5.09
06	Дитяча кімната	15.98
07	Гардероб	6.20
08	Гардероб	5.89
09	Спальня	16.43
10	Тераса (з паниж. ковф. 0.3)	8.20
11	Гараж	26.04
12	Технічне приміщення	8.82
Всього		144.75

08-11.МКР.003-АБ					
Приватний житловий будинок місто Лемичів					
Зм.	Кільк.	Аркуш № док.	Підпис	Дата	
Розробив.	Антонюк Т.С.				Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Лемичів)
Перевірив	Сердюк В.Р.				
Керівник	Сердюк В.Р.				Стадія
Н. контр.	Маєвська І.В.				Аркуш
Опонент	Слободян Н.М.				Аркушів
Затверд.	Швець В.В.				П
План першого поверху Вхідна зона					7
ВНТУ, гр. Б-21мз					10

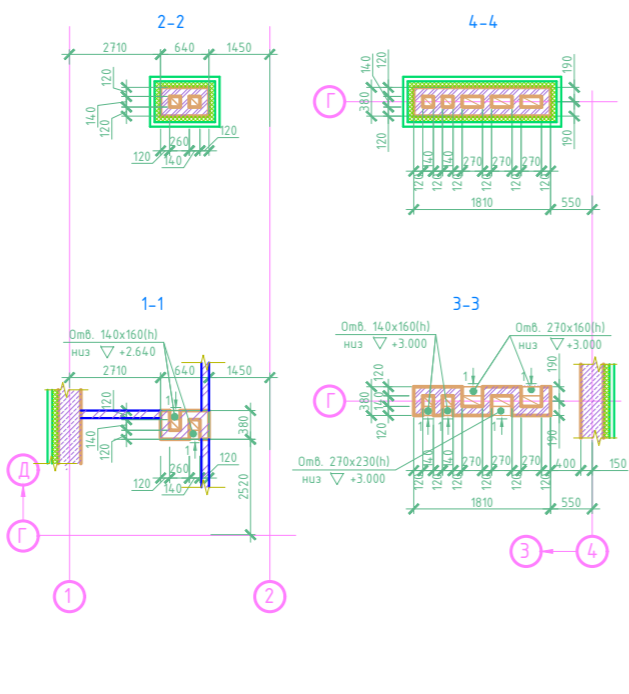
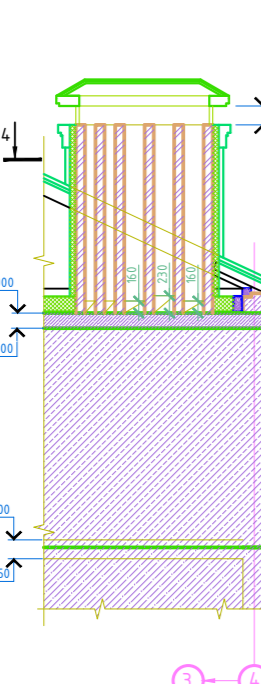
План покрівлі.



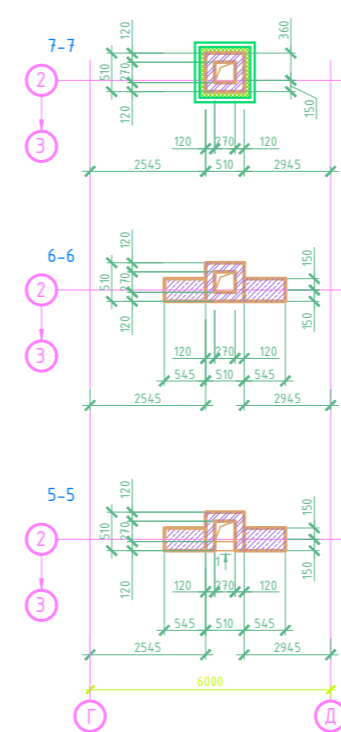
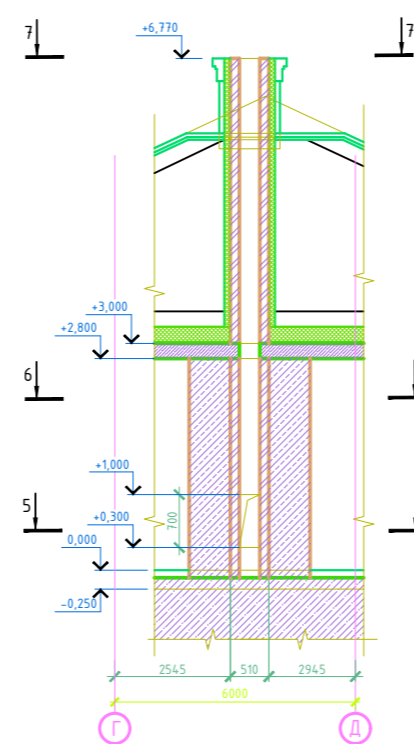
Розріз вентиляційної труби в осях Г-Д і 1-2. М 1:100.



Розріз вентиляційної труби по осі Г в осях 3-4. М 1:100.

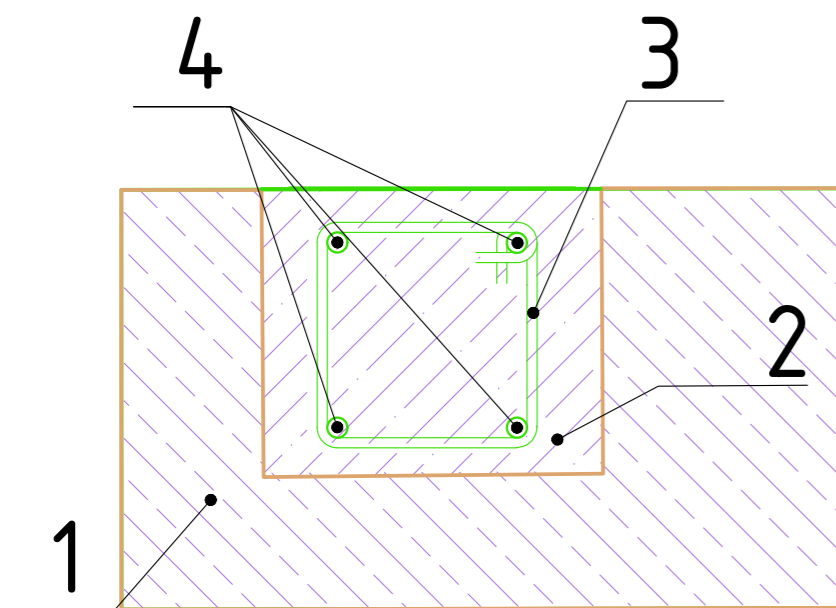


Димохід

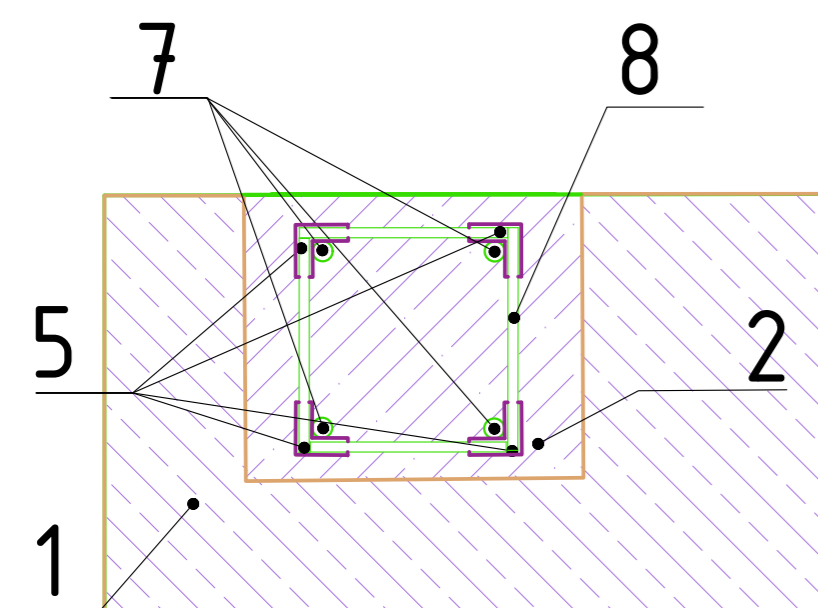


08-11.МКР.003-АБ								
Приватний житловий будинок місто Лещичів								
Зм.	Кільк.	Аркуш № док.	Підпис	Дата				
Розробив.	Антонюк Т.С.				Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Лещичів)			
Перевірив	Сердюк В.Р.					Стадія	Аркуш	Аркушів
Керівник	Сердюк В.Р.					П	8	10
Н. контр.	Маєвська І.В.				План покрівлі			
Опонент	Слободян Н.М.				Розрізи елементів покрівлі			
Затверд.	Швець В.В.				ВНТУ, гр. Б-21мз			

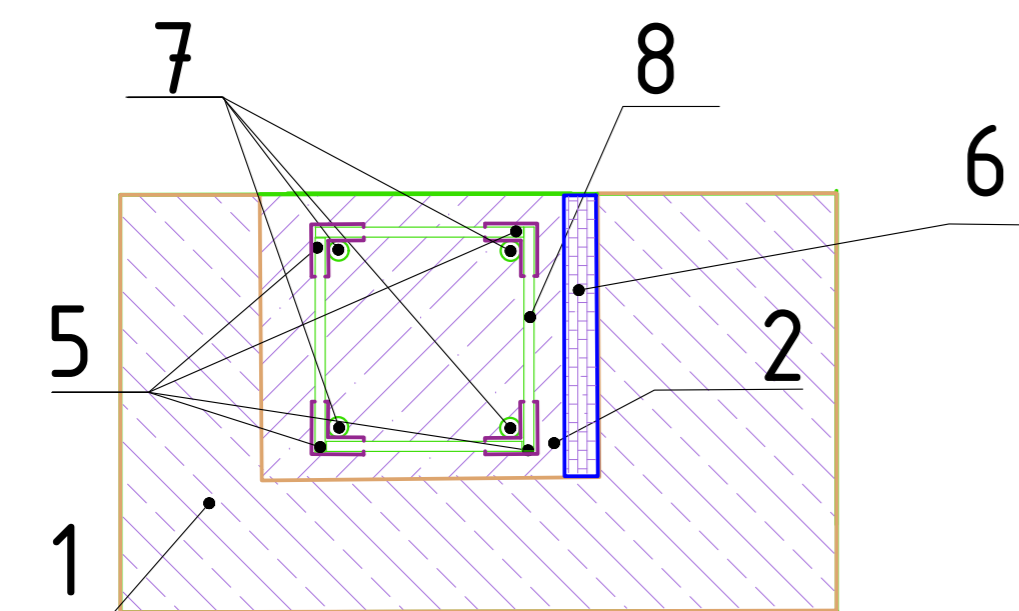
**Армопояс із  
сталльної арматури**



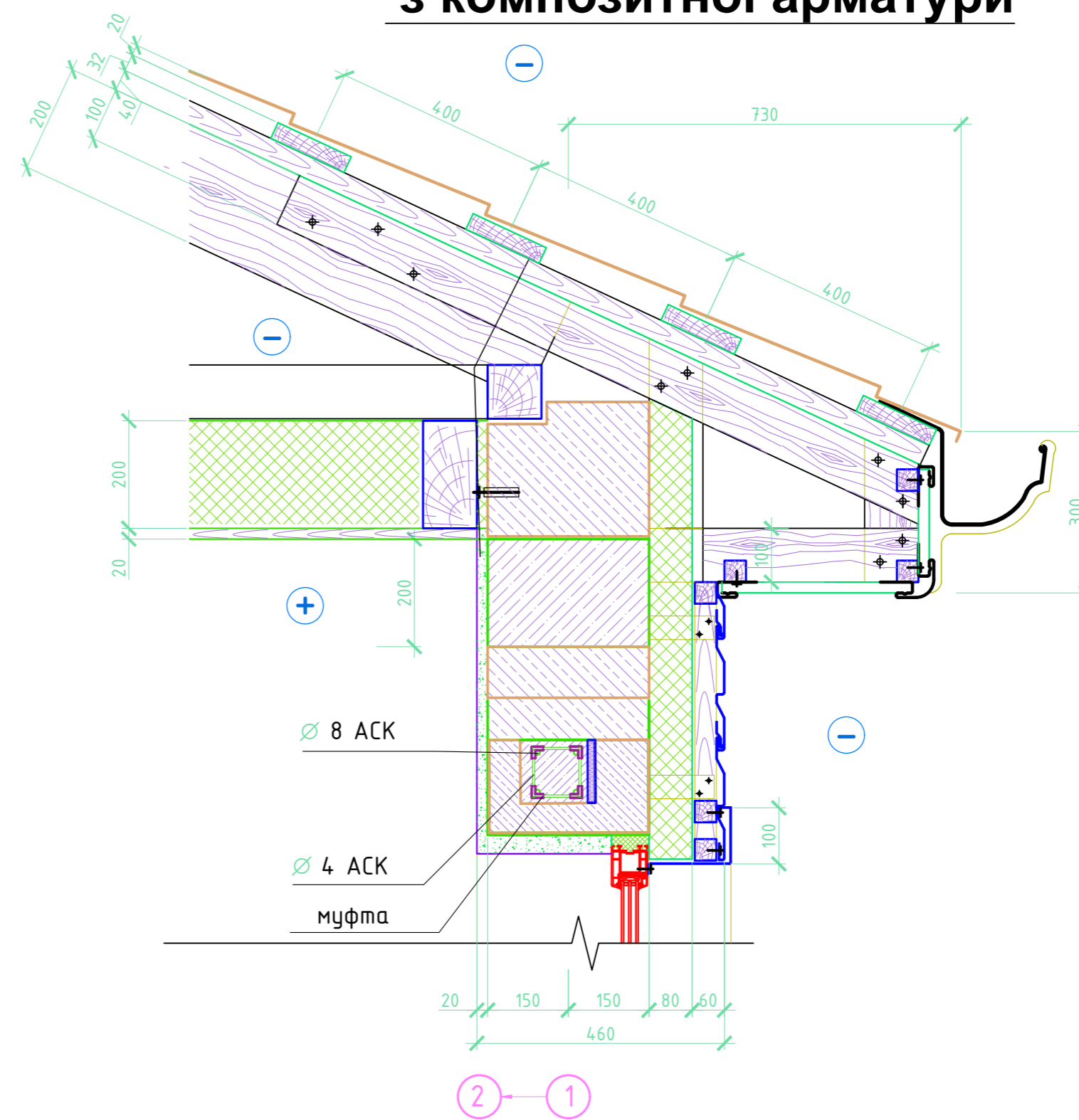
**Армопояс з  
композитної арматури**



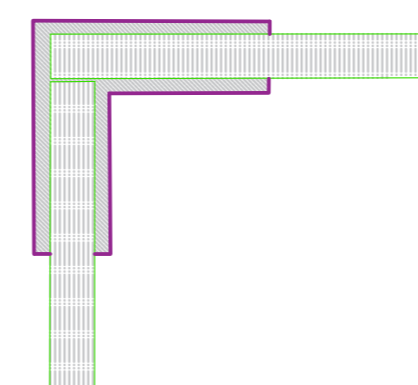
**Утеплений армопояс з  
композитної арматури**



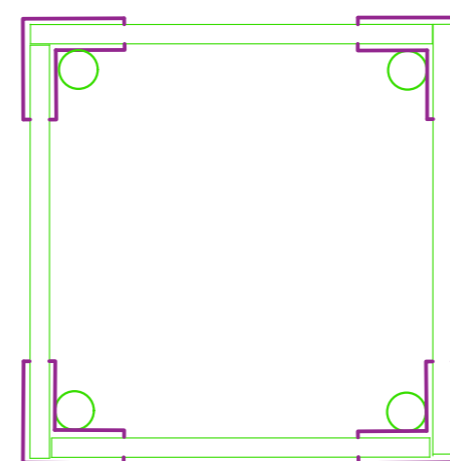
**Виконання утеплення армопоясу  
з композитної арматури**



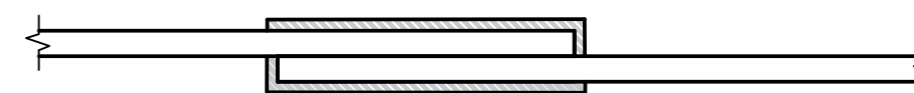
**Деталь стикування  
кутової арматури**



**Обв'язка**



**Деталь стикування  
поздовжньої арматури**



**ЕКСПЛІКАЦІЯ**

- 1 - U подібний газоблок
- 2 - Бетон В20
- 3 - Арматура А240 5.5 мм
- 4 - Арматура А400 10 мм
- 5 - Муфтове кутове з'єднання
- 6 - Екструдований пінополістирол
- 7 - Композитна арматура 8 мм
- 8 - Композитна арматура 4 мм

08-11.МКР.003-АБ					
Приватний житловий будинок місто Лetchiв					
Зм.	Кільк.	Аркуш № док.	Підпис	Дата	
Розробив.	Антонюк Т.С.				
Перевірів	Сердюк В.Р.				
Керівник	Сердюк В.Р.				
Н. контр.	Маєвська І.В.				
Опонент	Слободян Н.М.				
Затверд.	Швець В.В.				
Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Лetchiв)			Стадія	Аркуш	Аркушів
Армування армопоясу Муфтові з'єднання прутів			П	9	10
			ВНТУ, гр. Б-21мз		



# Висновки

- Проведене аналітичне дослідження підтверджує надзвичайно низький рівень використання композитної арматури в Україні у порівнянні із іншими країнами світу. На долю ринку країн учасниць колишнього СНГ припадає лише 1,2% всього ринку композитної арматури в світі.
- Проблеми екології та постійний пошук шляхів вирішення проблеми з викидами CO<sub>2</sub>, спонукають використовувати будівельні матеріали та технології з меншим вуглецевим слідом. Композитна арматура являється саме таким матеріалом, маючи нижчий вуглецевий слід та енергоємність виготовлення у порівнянні із сталлюю 43 % та 47% відповідно. А стійкість до корозії, високі показники міцності, низька теплопровідність, стійкість до агресивних речовин значно розширюють сферу її застосування.
- Вплив екології спостерігається і в виборі поверховості будівлі. При будівництві малоповерхових житлових споруд, як показав аналіз, простіше забезпечити належний рівень енергоефективності. Крім того, вони потребують меншої кількості енергії на своє будівництво і обслуговування і менший вуглецевий слід на м<sup>2</sup> готової площі у порівнянні з аналогічною площею багатоповерхівки, при однакових умовах експлуатації. Базуючись на цих даних, та дослідивши ринок нерухомості України і передових країн світу, доходимо висновку, що обсяги малоповерхового будівництва в Україні будуть збільшуватися.
- Проаналізувавши основні види будівельних конструкцій, в малоповерховому будівництві, в яких можливо виконати заміну сталюї арматури композитною, частково або повністю, а також опираючись на результати наукових досліджень, ми провели розрахунок екологічного ефекту від використання композитної арматури для однієї з конструкцій. В результаті, отримані значення шкідливих викидів і рівня енергоємності при виготовленні необхідного нам об'єму композитної арматури, в 14 разів нижчі у порівнянні з необхідним об'ємом сталюї армування даної конструкції. Тому вважаємо використання композитної арматури в малоповерховому будівництві екологічно доцільним.
- Ефективність використання композитної арматури підтверджується проведенням економічним розрахунком, де ми отримали зниження вартості армопоясу майже на 3 % у порівнянні із сталлюм.
- Вирішення проблеми з'єднань прутів композитної арматури, повинні вирішити запропоновані варіанти муфтових з'єднань. Серед запропонованих варіантів, найперспективнішими вважаємо використання муфтових з'єднань на основі термопластичних полімерів.
- При виконанні магістерської роботи, на основі проведеного аналізу та отриманих розрахунків робимо висновок, що використання композитної арматури в конструкціях, де це дозволяють її технічно-експлуатаційні характеристики, дозволяють заощадити кошти, зменшити трудоемність робіт та підвищити рівень екологічності всієї будівлі.



## ВІДГУК

керівника магістерської кваліфікаційної роботи «Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів) Антонюк Тетяни Сергіївної.

Актуальність. Тема магістерської роботи присвячена дослідженню технології виробництва та використання композитної арматури в сучасному будівництві. Акценти магістерської роботи зроблені саме на розширенні сфери її використання з врахуванням узагальнених аналітичних досліджень зростання будівництва малоповерхового житла.

Тема роботи відповідає виданому завданню. При виконанні кожного розділу студент проявив самостійність, ерудицію, показав високий рівень теоретичної та практичної підготовки, знання та вміння аналізувати оновлену фахову нормативну документацію та вимоги енергоефективності, максимальне використання місцевої ресурсної бази для виконання будівельно-монтажних робіт.

Новизна роботи полягає в розширенні використання композитної арматури з U-подібними газобетонними блоками при виконанні армопоясів у малоповерховому житловому будівництві.

Впровадження запропонованих муфтових з'єднань забезпечує можливість швидкого монтажу арматурних каркасів по аналогії з стальними. В роботі зроблено на екологічних, експлуатаційних та економічних перевагах композитної арматури при будівництві малоповерхового житла.

Висновки: Магістрант хорошо обізнаний з новими будівельними матеріалами та технологіями, має наукові публікації. Недоліки роботи – незначні помилки в оформленні роботи. Рівень підготовки студента відповідає вимогам освітньої програми. Робота виконана на високому рівні, при належному захисті роботи заслуговує на оцінку відмінно «А» 92 бала.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

д.т.н., професор

(посада, науковий ступінь, вчене звання)

(підпис)

В.Р.Сердюк

(ініціали, прізвище)

## **ВІДГУК ОПОНЕНТА** **на магістерську кваліфікаційну роботу**

магістранта Антонюк Тетяни Сергіївни

(прізвище, ім'я, по батькові)

на тему: «Композитна арматура в будівництві малоповерхового житла на прикладі малоповерхового житлового будинку (місто Летичів)»

Магістерська кваліфікаційна робота, яка подана на опонування, повністю відповідає темі та завданню, виконана в повному обсязі. Тема роботи актуальна і присвячена енерго-екологічним проблемам сучасного будівництва, а саме заміні будівельних матеріалів із великим вуглецевим слідом на екологічно чисті, які використовуються у малоповерховому житловому будівництві.

Роботи відповідає всім вимогам: у першому розділі наведено аналіз сучасного стану ринку композитних арматур; другий розділ описує сучасні тенденції в виборі поверховості будівлі та фактори, що впливають на цей вибір; третій розділ присвячений практичному застосуванню композитної арматури в малоповерховому будівництві; в технічній частині запропоновано варіант заміни сталльної арматури композитною; економічний розділ містить три варіанти розрахунку різних видів армування; вирішено питання охорони праці під час будівельних робіт та безпеки у надзвичайних ситуаціях; у економічній частині розраховано техніко-економічні показники проекту; загальні висновки наявні.

На початку своєї роботи, у вступі, автор окреслив основну проблематику у відношенні екології та будівельної галузі, описано мету, актуальність роботи, завдання, що потрібно виконати, об'єкт і предмет, наукову новизну та практичну цінність проведених досліджень, що пов'язані з методикою, за якою відбувається оцінювання різних видів арматур.

У першому розділі ґрунтовно проаналізовано проблематику поставленого питання, завдяки змістовному огляду наукових джерел як вітчизняних так і зарубіжних.

Другий розділ аналізує сучасний стан поверховості житлової забудови, досвід провідних країн світу і країн пострадянського простору із визначенням перспективності розвитку малоповерхового будівництва в Україні.

У третьому розділі магістерської кваліфікаційної роботи, проведено аналіз основних будівельних конструкцій при малоповерховому будівництві в яких можливо виконати заміну сталльної арматури композитною. Зроблено



розрахунок можливого екологічного ефекту від заміни арматури на прикладі бетонування підлоги.

У четвертому розділі магістрант розробив основні архітектурні та технологічні рішення для будівництва одноповерхового будинку. Виконано роботу по розробці нових елементів кріплення кутових та повздовжніх муфтових з'єднань композитних прутів між собою, а також проаналізував матеріалів з яких теоретично можливе виготовлення даних з'єднань.

П'ятий розділ включає розрахунок кошторисної вартості різних варіантів виконання армування армопоясу. Із отриманих результатів зроблено висновки про економічну доцільність використання композитної арматури.

В розділі охорони праці розроблено заходи щодо охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях на будівельному майданчику та робочих місцях.

До виконання текстової частини та ілюстрацій зауваження не має.

Зауваження до роботи:

- в графічній частині, не в повному обсязі реалізовано результати досліджень;
- виконаний спрощений розрахунок екологічного ефекту;
- не має календарного графіку будівництва;
- в роботі частково відсутні посилання на нормативні документи.

Недоліки, що виявлені в роботі не впливають на її рівень.

Магістерська кваліфікаційна робота виконання на відмінному рівні та у відповідності із завданням із дотриманням всіх вимог. Робота заслуговує оцінки «відмінно» (А), а її автор Антошок Тетяна Сергіївна – присвоєння кваліфікації «магістра будівництва» за спеціальністю 192 – «Будівництво та цивільна інженерія», згідно освітньої програми «Промислове та цивільне будівництво»

Опонент

Доцент кафедри ІСБ, к.т.н; доцент

(посада, науковий ступінь, вчене звання)



Н.М. Слободян

(ім'я, прізвище)