

Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка»
Навчально-науковий інститут архітектури, будівництва та землеустрою
Кафедра будівництва та цивільної інженерії

Пояснювальна записка

до кваліфікаційної роботи

магістра

на тему «Дослідження інсоляції території житлової групи на
розі вулиць Київське шосе та Європейська з використанням
програми REVIT».

Виконав: студент 6 курсу, групи 601-БМ

напряму підготовки (спеціальності)

192 «Будівництво та цивільна інженерія»

Бойко А.А.

Керівник: Юрін О.І.

Рецензент:

Полтава – 2024 року

ЗМІСТ

РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ З ІНСОЛЯЦІЇ ВИКОНАНИХ ВІДЧИХНЧНИМИ ТА ЗАКОРДОННИМИ АВТОРАМИ	6
Висновки по розділу 1	34
РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСОЛЯЦІЇ ТЕРИТОРІЇ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ НА РОЗІ ВУЛИЦЬ КИЇВСЬКЕ ШОСЕ ТА ЄВРОПЕЙСЬКА З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ REVIT	35
2.1. МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ІНСОЛЯЦІЇ ТЕРИТОРІЇ	36
2.2 МЕТОДИКА ВИКОРИСТАННЯ REVIT ДЛЯ РОЗРАХУНКУ ІНСОЛЯЦІЇ	41
2.3. ВИЗНАЧЕННЯ ПЛОЩІ ІНСОЛЯЦІЇ ТЕРИТОРІЇ ДВОРУ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ НА РОЗІ ВУЛИЦЬ КИЇВСЬКЕ ШОСЕ ТА ЄВРОПЕЙСЬКА	44
2.4 Можливе збільшення житлової площі у будинках за рахунок підвищення поверховості.	52
2.4.1. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 1-н поверх	52
2.4.2. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 2-а поверха	53
2.4.3. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 3-а поверхи	55
2.4.4. Підвищення поверховості будинку номер 3 на 1-н поверх	58
2.4.5. Підвищення поверховості будинку номер 3 на 2-а поверхи	59
2.4.6. Підвищення поверховості будинку номер 1 та 3 на 1-н поверх	62
2.4.7. Підвищення поверховості будинку номер 1 та 3 на 2-а поверх	63
2.5 Оцінка варіантів збільшення житлової площі у будинках	66
Висновки по розділу 2	67
РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО ВИКОРИСТОВУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ПІД ЗАБУДОВУ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ З ДОТРИМАННЯМ НОРМ ІНСОЛЯЦІЇ.	68
3.1 ВИБІР ОПТИМАЛЬНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ ПО СТОРОНАМ СВІТУ	69

<i>601-БМ. 11393390.ПЗ</i>				
Змн.	Арк.	№ докум.	Підпис	Дата
Розроб.		Бойко А.А.		
Перевір.		Юрін О.І.		
Консульт.		Юрін О.І.		
Н. Контр.		Юрін О.І.		
Затверд.		Семко О.В.		
<i>Дослідження інсоляції території житлової групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська з використанням програми REVIT</i>				
		Стадія	Арк.	Аркушів
			2	108
<i>НУПП ім. Юрія Кондратюка Кафедра АтаЦІ</i>				

3.1.1. Поворот житлової групи на 45 градусів.	69
3.1.2. Поворот житлової групи на 90 градусів.	71
3.1.3. Поворот житлової групи на 135 градусів.	74
3.1.4. Поворот житлової групи на 180 градусів.	76
3.1.5. Поворот житлової групи на 225 градусів.	79
3.1.6. Поворот житлової групи на 270 градусів.	81
3.1.7. Поворот житлової групи на 315 градусів.	84
3.2 Збільшення житлової площі у будинках за рахунок підвищення поверховості.	88
3.2.1. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 1 поверх	88
3.2.2. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 2 поверхи	89
3.2.3. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 3 поверхи	91
3.2.4. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 4 поверхи	93
3.2.5. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 5 поверхів	95
3.2.6. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 6 поверхів	97
3.2.7. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 7 поверхів	99
Загальні висновки.	103
Список використаної літератури	104

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		3

Актуальність теми.

Актуальність теми дослідження визначається сучасними вимогами до якості житлових умов та енергоефективності будівель, зокрема через забезпечення належного рівня інсоляції приміщень та прилеглих територій. В умовах швидкої урбанізації та щільної забудови виникає необхідність ефективного планування та проектування будівель, щоб забезпечити оптимальне природне освітлення і мінімізувати затінення сусідніх споруд.

Тривалість інсоляції має прямий вплив на здоров'я, комфорт та добробут мешканців, оскільки природне освітлення сприяє зниженню використання штучного світла, що зменшує енерговитрати, покращує енергоефективність та позитивно впливає на екологічний баланс. Дотримання нормативних вимог щодо інсоляції, зокрема під час проектування багатоквартирних житлових будинків та їхнього розташування на території, є обов'язковим завданням для архітекторів і забудовників.

Сучасні технології, такі як програмне забезпечення REVIT у поєднанні з додатком Dymato, дозволяють виконувати високоточні розрахунки інсоляції за допомогою автоматизованих скриптів, що використовують методи інсоляційних лінійок. Це забезпечує детальний аналіз сонячного освітлення, дозволяє враховувати складні геометричні фактори та тіньові ефекти, що виникають через близьке розташування будівель.

Актуальність цього дослідження також зумовлена потребою у впровадженні інноваційних методів розрахунку інсоляції та автоматизації процесів, що значно підвищує точність проектних рішень і полегшує процес їхньої корекції.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Робота пов'язана з одним з напрямів наукової роботи кафедри БтаЦІ.

Метою роботи є дослідження інсоляції дворового простору групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська м. Полтава та розроблення способів приведення тривалості інсоляції на території житлової групи відповідно вимог норм.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		4

Задачі дослідження:

- Визначити тривалість інсоляції дворового простору групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська м. Полтава та виконати аналіз стану виконання норм;
- Запропонувати способи, які дозволяють підвищити тривалість інсоляції дворового простору групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська м. Полтава до існуючих норм.

Об'єкт дослідження: дворовий простір групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська м. Полтава

Методи дослідження: використання програми REVIT для розрахунків інсоляції

Наукова новизна: визначення оптимальної орієнтації житлової групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська м. Полтава з точки зору інсоляції дворового простору

Обсяг та структура роботи. Робота складається з 000 аркушів креслень, пояснювальної записки на 000 сторінках, списку з 000 використаних літературних джерел. Основний текст роботи містить вступ, 3 розділи, висновки.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						5
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ З ІНСОЛЯЦІЇ
ВИКОНАНИХ ВІДЧИХНЧНИМИ ТА ЗАКОРДОННИМИ
АВТОРАМИ**

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		6

Грузков А.А., Матвієнко В.Д., Харламова П.А. в [5]

Проаналізовано важливість збереження природних ресурсів. Визначено основні способи досягнення цієї мети при проектуванні будівель та споруд, зокрема акцент на енергоефективному будівництві. Описано основні методи підвищення енергоефективності та відповідні нормативні акти. Підкреслено значення врахування інсоляції при проектуванні. Досліджено методи розрахунку інсоляції за нормативними документами. Також наведено документи, що визначають необхідні параметри освітленості будівель та споруд відповідно до їх функціонального призначення. Описано детальний алгоритм створення скрипта на платформі візуального програмування Dynamo, який автоматично розраховує час інсоляції для заданої поверхні. Візуально продемонстровано переваги цього методу. Прогнозовано подальшу інтеграцію параметричних методів у процес проектування будівель та споруд.

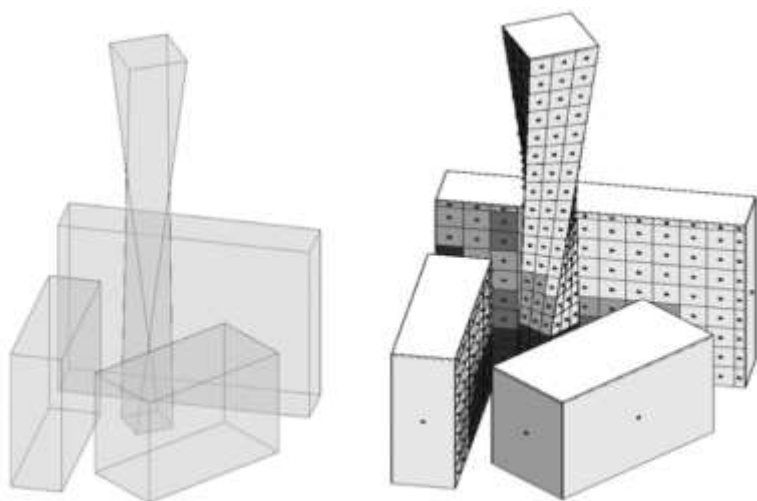


Рис. 1.1

Шмаров І.А., Земцов В.А., і Коркіна Є.В. в [2]

Інсоляція та природне освітлення приміщень житлових і громадських будівель, а також прилеглих територій, є важливими факторами в проектуванні міської забудови. В Україні та за кордоном ці питання ретельно вивчаються, причому кожна країна має власні підходи до нормування і розрахунку тривалості інсоляції, беручи до уваги світловий клімат та містобудівні особливості. У даній статті проаналізовані підходи до нормування і розрахунку тривалості інсоляції як в Україні, так і за

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		7

Нідерланди	Використовувалися дані доповіді про норми «Пропозиції щодо мінімальних вимог інсоляції» – Stanislav Darula, Marta Malikova. Proposals for minimum requirements for sunlight. Item 11. CEN/TC 169/WG 11 – Daylight. Berlin, February 23–25, 2015
Чехія	Regulation No. 268/2009 about technical requirements for buildings. ČSN 73 4301:2004. Obytné budovy
Польща	Regulation No. 620/2002 of the Ministry of Infrastructure on the technical requirements to be met by buildings and their placement
Словаччина	Standard STN 73 4301:2005 Buildings for dwelling
Китай	Технічні стандарти аналізу інсоляції будівель провінцій Хубей, Чжецзян, Хенань, Гірін, Цзянсу (Китай).
Монголія	БНБД 23-02-08. «Природне та штучне освітлення». Улан-Батор, 2008 р. БНБД 23-04-07 «Житлові, громадські будівлі, містобудівне планування та забезпечення сонячним світлом (освітленням)». Улан-Батор, 2007 р.

Середа С.М. в [3]

Ця робота має на меті дослідити вплив сонячного випромінювання на мікроклімат житлових приміщень шляхом аналізу кількості теплової енергії, що проникає через світлопрозорі конструкції будівель. Вивчається структура вимірювального комплексу, який дозволяє проводити вимірювання і дистанційний моніторинг параметрів мікроклімату приміщення за допомогою Інтернету. Представлені результати спостережень параметрів мікроклімату у перехідний та опалювальний сезони. Запропоновано математичну модель для експериментальної оцінки кількості сонячного випромінювання, що проникає у приміщення через вікна. Встановлено емпіричне співвідношення між відбитою та проникаючою сонячною радіацією через вікна. Визначено залежність між надходженням тепла і відносною вологістю повітря в приміщенні. Побудовано температурно-вологісні характеристики повітря в приміщенні, яке нагрівається від інсоляції. Показано, що

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		9

сонцезахисна плівка впливає на термозахист вікон і змінює характер температурної залежності вологості повітря в приміщенні на експоненційну при нагріві, зменшуючи частку теплової енергії, що проникає всередину. Надано кількісну оцінку тривалості інсоляції та кількості сонячної радіації, що проникає у приміщення через вікна восени та під час опалювального сезону у ясні сонячні дні.

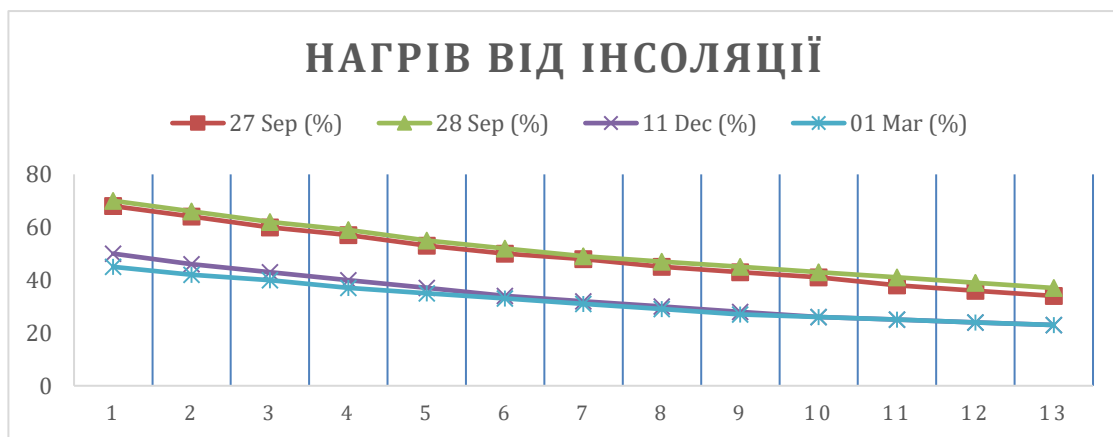


Рис. 1.2 - Графіки залежності вологості від температури повітря у приміщенні

Богданов М.Б., Катрущенко А.В. в [4]

Було проаналізовано спектр потужності часових рядів сонячного випромінювання, яке надходить на Землю, за припущенням стабільної світності Сонця у період з 1700 по 2000 рік в частотному діапазоні, пов'язаному з рухом Місяця. У спектрі інсоляції, окрім основного піку з періодом синодичного місяця 29,53 дня, видно також піки, що відповідають комбінаційним частотам цього місяця з гармоніками річного циклу обертання Землі. Амплітуда зміни інсоляції з періодом синодичного місяця складає 82,5 мВт/м², що приблизно вдвічі перевищує максимальні амплітуди гармонік, пов'язаних з планетарними збуреннями.

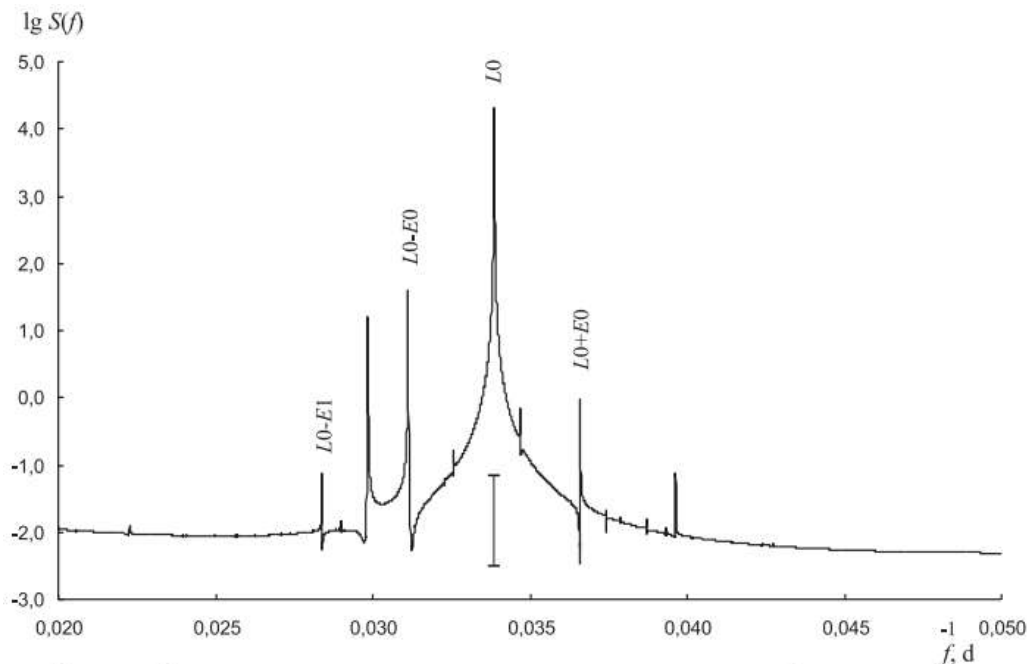


Рис. 1.3 - Графік логарифму спектра потужності часового ряду зміни інсоляції в області частот, пов'язаних з рухом Місяця

Хейфец Олександр Львович в [5]

Розглянуто новий алгоритм для розрахунку тривалої інсоляції та можливості автоматизованої системи, розробленої на основі пакету AutoCAD як додатка. Подані приклади розрахунку інсоляції для завдань ущільнення існуючої забудови та планування. Показано, як можна досліджувати геометрію зон інсоляції за допомогою цієї системи.

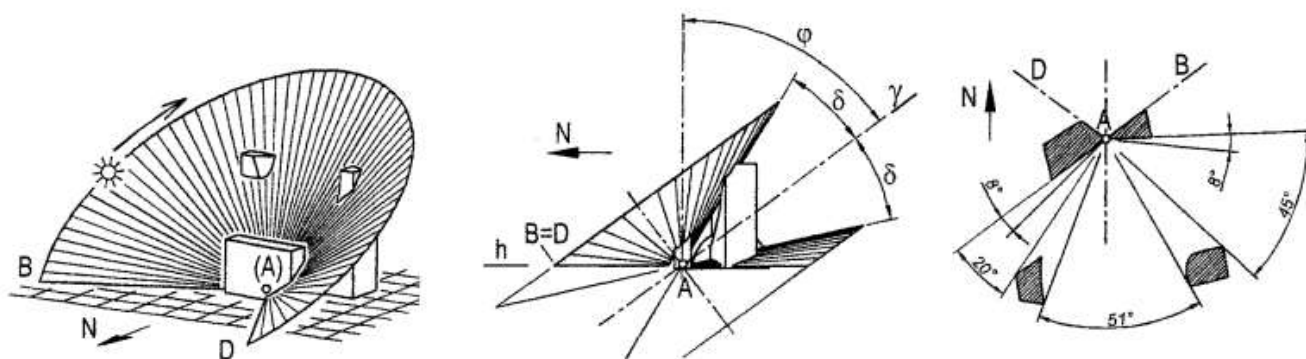


Рис. 1.4

Кравченко М.І. в [6]

Освітлення, як природне, так і штучне, виконує екологічну, економічну та естетичну функцію для міст або окремих будівель. Комфортність освітлення

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

пов'язана з забезпеченням сприятливих умов для видимості та сприйняття архітектурних форм, площ та об'єктів людиною. Інсоляція означає пряме сонячне опромінення житлових будинків та прилеглих територій.

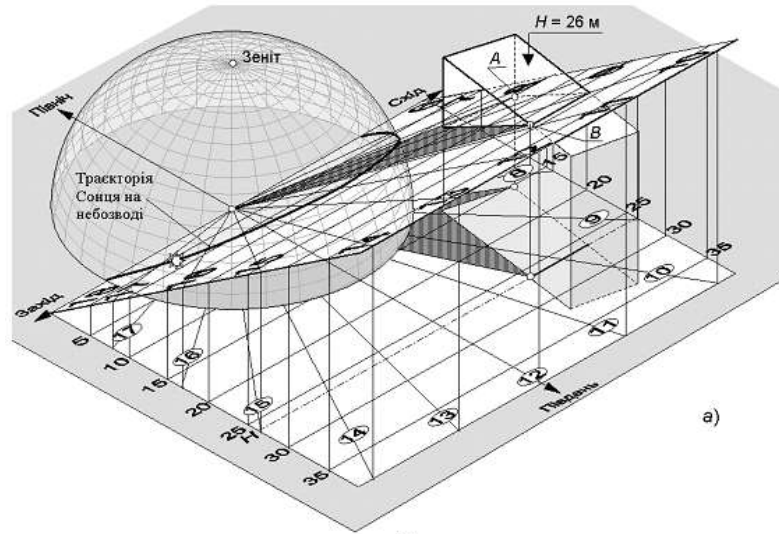


Рис. 1.5

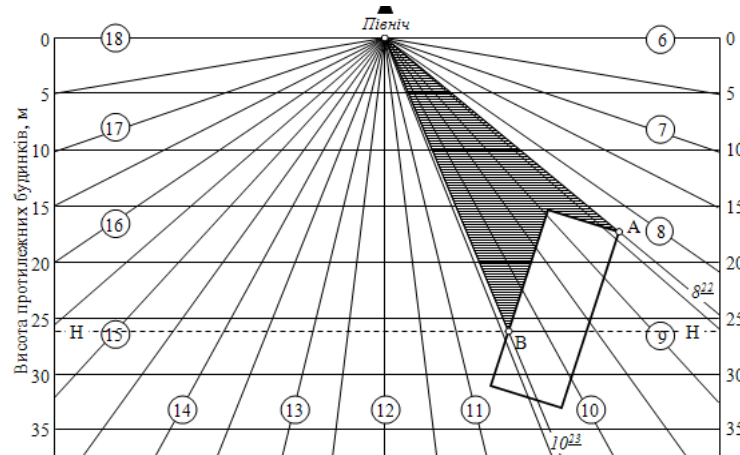


Рис. 1.6

Денякова Вікторія В'ячеславівна в [7]

Для створення сучасного архітектурно привабливого міського середовища необхідно переглядати та оновлювати нормативи відповідно до поточного історичного періоду. Вимоги до інсоляції, прийняті ще в 1920-х роках, були

спрямовані на боротьбу зі спалахами туберкульозу та іншими шкідливими бактеріями. Ці норми значно застаріли і не дозволяють створювати житлові будинки з більш виразним архітектурним змістом. У цій статті розглядаються питання, пов'язані з необхідністю коригування тривалості інсоляції на території України.

Гриценко С.Ю., Зевіна Ю.А., Бородянський І.М. в [8]

Ця робота зосереджена на розробці 3D моделей території з будівлями та іншими об'єктами для подальшого аналізу інсоляції. В ній описані вимоги до інсоляції будівель, проаналізовані нормативні вимоги щодо інсоляції приміщень, створено підложку з контурами будівель та об'єктів для зручнішої реалізації 3D моделювання в сторонньому програмному забезпеченні. Проведено короткий аналіз програмного продукту Energy 3D, який висвітлює його переваги та недоліки. На прикладі планування науково-освітнього центру здійснено аналіз інсоляції території за допомогою створеної 3D моделі. За результатами аналізу було скориговано розміщення об'єктів для досягнення необхідного рівня освітленості.



Рис. 1.7

І.А. Оденбах. в [9]

У статті розглядається числове моделювання геометричних параметрів решіток, кутових та часових характеристик світлопропускання і пропускання сонячної енергії, оптимізації природного освітлення, інсоляції та сонцезахисту, а також впливу притоку тепла від сонячної радіації на роботу систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (ОВК). Представлені унікальні особливості кутових фільтрів, включаючи формулу для обчислення зміщення між вхідними та вихідними решітками при характеристичному куті фільтра і довільному куті падіння світла. У таблицях наведені розрахункові формули та параметри світлопропускання для різних меж діапазонів залежно від співвідношення ширин смуг.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						13
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Головна перевага смарт-вікон, обладнаних такими фільтрами, полягає у можливості змінювати кут нахилу решіток, що робить їх більш універсальними порівняно з іншими сонцезахисними пристроями, такими як жалюзі. Це дозволяє забезпечити оптимальний захист від сонячного світла при будь-якому азимуті вікна, що наочно демонструється на прикладі схеми смарт-вікон з різними азимутами для будівлі з круглим фасадом. Наголошується на доцільності використання смарт-вікон з решітчастими фільтрами для будівель з непрямыми фасадами, що дозволить покращити природне освітлення в приміщеннях, регулювати інсоляцію та захищати приміщення від прямих сонячних променів.

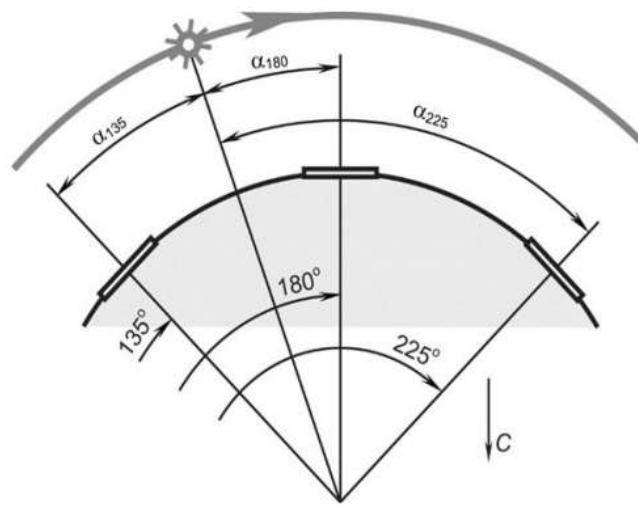


Рис. 1.8 - Розрахункова схема смарт-вікон з різними азимутами для будівлі з круглим фасадом

Федоров Валерій Михайлович, і Фролов Денис Максимович в [10]

На основі розрахунків опромінення Землі за період від 3000 р. до н.е. до 2999 р. н.е. визначено просторові характеристики багаторічних змін меридіонального градієнта інсоляції. Встановлено широтні зони, де спостерігаються екстремуми в річному та сезонному (літньому) меридіональному градієнті інсоляції. Ці зони збігаються з областями, де формуються тропічні й найбільш розвинені позатропічні атмосферні вихори – циклони. Показано, що середнє річне перенесення енергії в системі океан – атмосфера визначається середнім річним меридіональним градієнтом інсоляції на верхній межі атмосфери. Також встановлено, що зміни річного та

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		14

сезонного меридіонального градієнта інсоляції залежать від зміни нахилу осі обертання Землі.

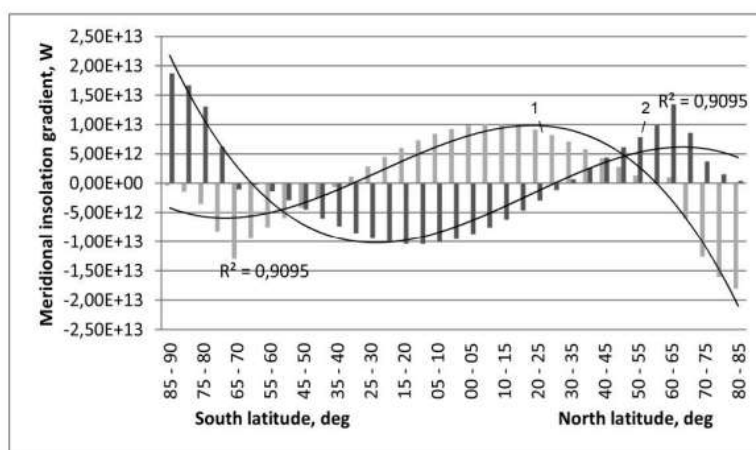


Рис. 1.9

Зміна середніх багаторічних за період від 3000 року до н.е. до 2999 року н.е. сезонних МГІ (меридіональних градієнтів інсоляції) в літній (1) та зимовий (2) періоди для північної півкулі, Вт (апроксимація – поліноми 4-го ступеня).

Тихомиров Б.І., Коршунов А.Н. в [11]

Застосування універсальної системи великопанельного домобудування (УСКД) дозволяє гнучко пристосовуватися до специфічних умов інсоляції при розташуванні панельних будинків на конкретній будівельній ділянці. Прикладом може служити досягнення бажаної квартирографії шляхом облаштування еркерів у квартирах, які не мають інсоляції. Також наведено приклад розташування будівельної секції з меридіональною орієнтацією замість широтної. Використовуючи УСКД з одним комплектом опалубки і незмінними зовнішніми розмірами, виробник може створювати житлові будинки з оптимальною квартирографією та вільним плануванням як окремих квартир, так і цілих поверхів.

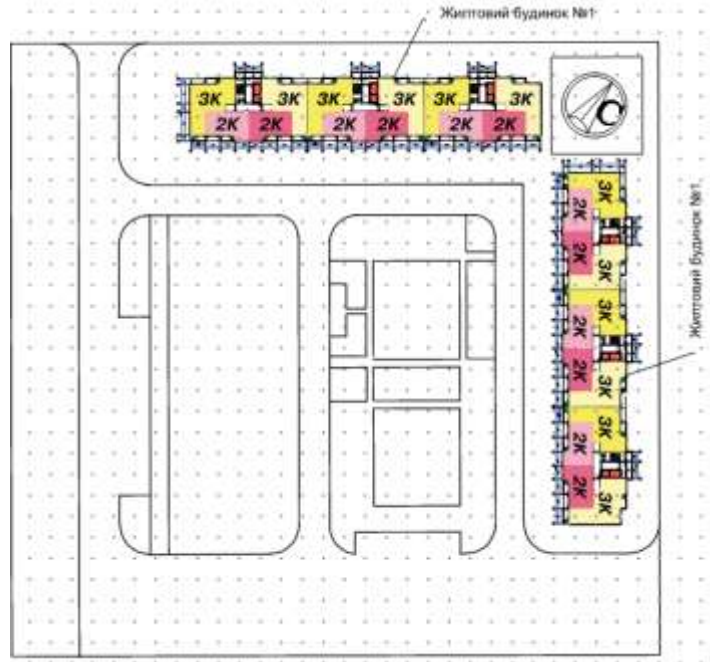


Рис. 1.10 - Варіант забудови будівельного майданчика без урахування переваг житлових будинків за системою УСКД

Серебрякова М.В. в [12]

У статті розглянуто проблеми розвитку великих міст в Україні та за кордоном, зокрема дефіцит земельних ділянок для нових інвестиційно-будівельних проєктів. Це створює виклики для сучасних архітекторів і містобудівників, які повинні розміщувати нові об'єкти нерухомості в умовах вже існуючої міської забудови на обмежених площах. Нові будівлі мають відповідати вимогам інсоляції, забезпечуючи необхідний рівень сонячного опромінення як для себе, так і для прилеглих територій. У статті проаналізовано міжнародний досвід реалізації інвестиційно-будівельних проєктів різних типів будівель з урахуванням вимог інсоляції та сонцезахисту, а також об'ємно-планувальні рішення, які є цікавими з точки зору проєктування інсоляції. Описано сучасні технічні методи та інноваційні рішення, що використовуються закордонними архітекторами для проєктування інсоляції будівель. Надано рекомендації щодо використання програмного забезпечення українських і закордонних розробників. Підкреслено важливість ролі архітектора у створенні архітектурної концепції будівлі та її вплив на подальші етапи розвитку інвестиційно-будівельного проєкту.

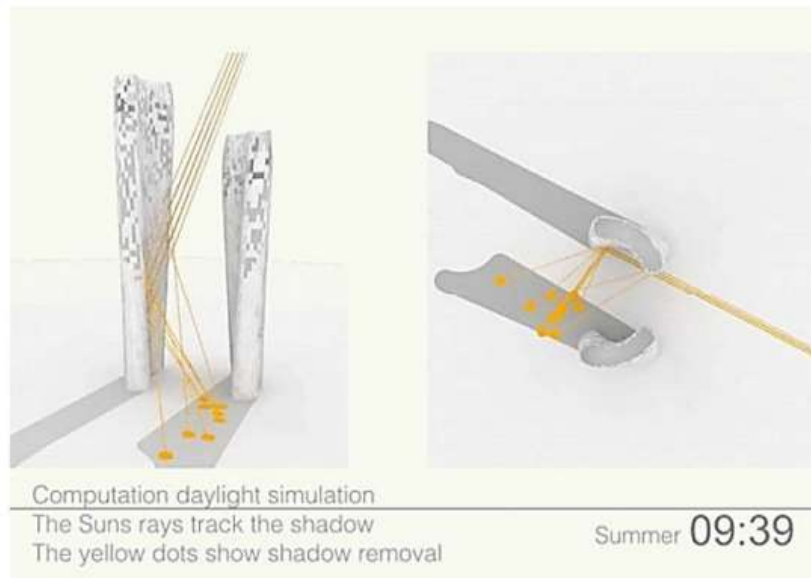


Рис. 1.11 - Використання відбитого сонячного випромінювання, запропонованого архітекторами бюро NBBJ

Федоров В.М., Голубєв В.М., and Фролов Д.М. в [13]

Дослідження показали, що довготривала зміна рівня вуглекислого газу (CO₂) в атмосфері переважно обумовлена довготривалою зміною температури поверхні океану (ТПО). ТПО, в свою чергу, є наслідком збільшення інсоляційної контрастності (ІК), що викликане зменшенням кута нахилу осі обертання Землі. Тобто, змінність вмісту CO₂ є наслідком, а не причиною змін у глобальному кліматі.

За допомогою регресійного аналізу був виконаний прогноз рівня вуглекислого газу в атмосфері. Згідно з розрахунками, у 2050 році вміст CO₂ складе 466 ppm, що на 65,5 ppm більше, ніж у 2015 році. Отже, очікується збільшення рівня CO₂ на 16,3%, незалежно від зусиль країн, що беруть участь у Парижській угоді з клімату. Це пов'язано з тим, що менш ніж 1% CO₂ в атмосфері походить від людської діяльності, тоді як майже 99% CO₂ регулюється довготривалою змінністю інсоляційної контрастності. Цей прогноз суттєво відрізняється від сценарних прогнозів Міжурядової групи експертів з кліматичних змін (МГЕІК).

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		17

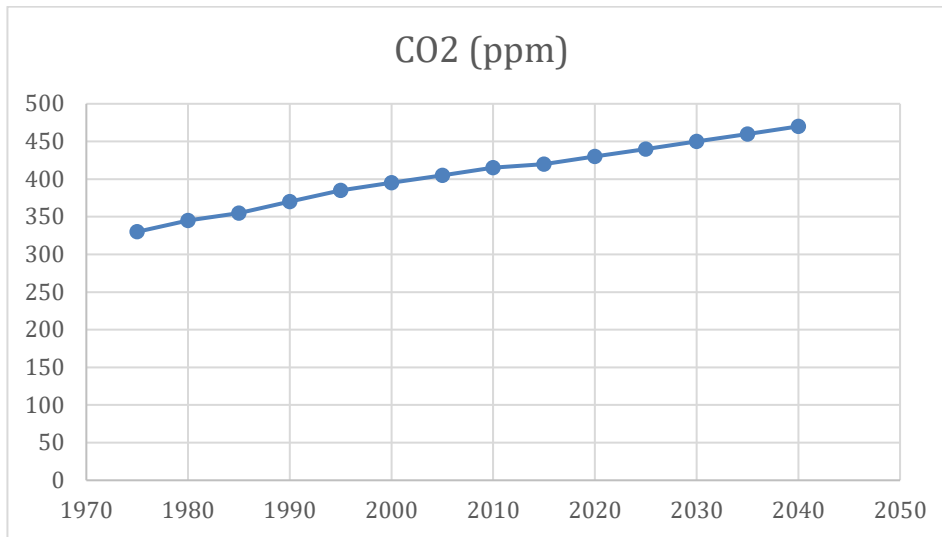


Рис. 1.12 - Многорічна змінність вмісту CO₂ за даними [17] (з 1975 по 2015 рр.) та прогнозовані значення (з 2016 по 2050 рр.)

Матус Є.П., Желободько М.І., і Качанова О.Д. в [14]

Розглядається можливість проведення розрахунків інсоляції та природного освітлення приміщень в умовах щільної міської забудови без використання спеціалізованого програмного забезпечення, враховуючи останні зміни в законодавстві. Виявлено, що для розрахунку тривалості інсоляції в середній смузі Росії відсутні необхідні графіки в нормативних документах. Також з'ясовано, що результати розрахунку відбитої частини природного освітлення залежать від методу інтерполяції табличних даних у нормативних документах. Аналіз показав необхідність впровадження обов'язкових вимог для визначення коефіцієнта відбиття фасадних матеріалів і конструкцій під час їх сертифікації, а також доопрацювання затверджених методів визначення коефіцієнтів відбиття та пропускання фасадних матеріалів.

Стецький Сергій В'ячеславович, і Ларіонова Кіра Олегівна в [15]

У статті аналізуються актуальні проблеми нормування та розрахунку тривалості інсоляції, теоретичні аспекти яких є частиною будівельної світлотехніки. З медичної точки зору, сонячна радіація повинна забезпечувати інсоляцію приміщень протягом певного часу року. Однак, згідно з розрахунковими схемами, наведеними в

санітарних правилах і нормах інсоляції будівель і територій, які наразі застосовуються в нашій країні, графічно визначене розташування розрахункових точок інколи опиняється поза межами приміщень. Це особливо стосується лоджій і балконів, де сонячна радіація не проникає безпосередньо в інтер'єр. Така ситуація веде до порушення санітарно-медичних вимог до інсоляції житлових приміщень. Іноді подібна проблема виникає і з вікнами, якщо віконні блоки встановлені неправильно. Висновок полягає в необхідності перетворення літніх приміщень, таких як балкони та лоджії, у повноцінні житлові площі з їх повним остекленням, утепленням і забезпеченням теплопостачання.

Оленін Ілля Едуардович, Дубровський Олексій Вікторович, та Талапов Володимир Васильович в [16]

Інформаційне моделювання будівель — це складний процес створення комп'ютерної імітаційної моделі об'єкта. У процесі інформаційного моделювання формується база даних про об'єкт, а також існуюча інформація суттєво доповнюється результатами модельних розрахунків параметрів об'єкта, таких як внутрішній об'єм, необхідна кількість енергії для опалення або освітлення приміщень тощо. У статті представлено приклад інформаційного моделювання будівлі — будинку культури «Академія», який використовувався для дослідження рівня природного освітлення внутрішніх приміщень і моделювання оптимального розташування будівлі відносно сторін світу. Дані показали, що реальне розташування будівлі відносно сторін світу не забезпечує максимальну природну інсоляцію основних внутрішніх приміщень. Проведені розрахунки дозволили визначити сумарні значення сонячної освітленості будівлі. Показана залежність енергоефективності будівлі від рівня її природного освітлення. Зроблені висновки про необхідність використання технологій BIM (Building Information Modeling) при розробці проектів будівель, щоб забезпечити максимальну природну освітленість приміщень і підвищити їх інвестиційну привабливість.

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
						19
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

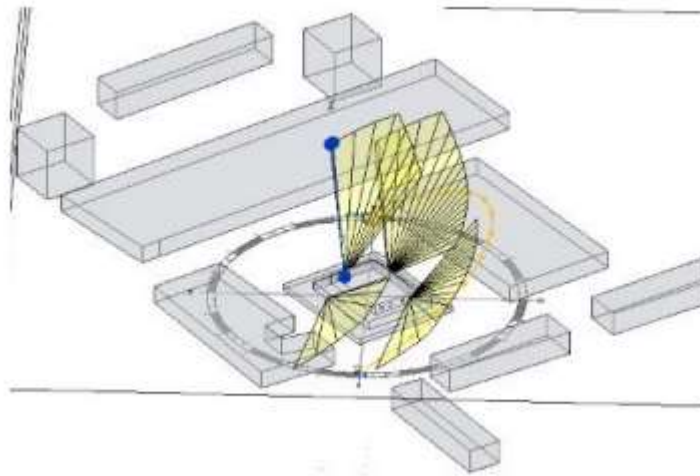


Рис. 1.13 - Приклад розрахунку кількості годин попадання сонячного світла

Коновалов Ю. В., and Хазієв А. Н. в [17]

Метою є розробка методики розрахунку інсоляції для сонячної фотоелектричної станції з урахуванням максимальної кількості значущих вхідних параметрів та адаптації до конкретної території. Для вирішення цієї задачі застосовувалося імітаційне моделювання за допомогою MATLAB. Використовувалися можливості синтезу моделей з існуючих елементів та інтеграція алгоритмів і результатів моделювання між блоками підсистеми Simulink. До значущих вхідних параметрів відносилися географічні координати, місцевий час, кут нахилу сонячної панелі, моделюваний день, коефіцієнт прозорості атмосфери, альbedo і азимутальний кут. Створена комп'ютерна модель сонячної фотоелектричної станції дозволяє досліджувати роботу фотоелектричних елементів з урахуванням координат їх установки, геометрії сонячних панелей, температури і відбивної здатності навколишнього середовища. Моделювання демонструє графічні залежності інсоляції від кута нахилу панелі, прозорості атмосфери, географічних координат об'єкта, а також від поточного місяця або дня року. Аналіз показав, що зміна кута нахилу панелі на 15° може модифікувати інсоляцію на 10–15%, зміна коефіцієнта прозорості атмосфери на 20% впливає на інсоляцію на 30–50%, а добові суми інсоляції протягом року для м. Ангарськ коливаються від 1000 до 6500 Вт/м². Результати дослідження показали, що для точного розрахунку інсоляції необхідно враховувати геолокаційні та погодні параметри, що є важливим для оцінки

доцільності використання сонячних станцій. Запропонована математична модель розрахунку інсоляції для фотоелектричних станцій може бути використана при проектуванні та оптимізації енергетичних систем, що включають сонячні фотоелектричні станції.

Sánchez de la Flor, F. J., Ortiz Cebolla, R., Molina Félix, J. L., & Álvarez Domínguez, S. в [18]

У статті представлено новий підхід до розрахунку прямої, дифузної та відбитої сонячної радіації для різних типів поверхонь як в умовах відкритих міських територій, так і всередині будівель. Ця методологія підходить для вирішення таких завдань, як сонячний доступ (опалення приміщень, затінення відкритих просторів), сонячні надходження (охолодження приміщень) і природне освітлення. Сонячна радіація є основним фактором, що впливає на енергетичний баланс поверхонь і обсягів протягом дня. Особливо важлива вона для теплових надходжень у будівлях, особливо в житлових, де внутрішні теплові надходження мінімальні. Використання природного освітлення може значно зменшити витрати на електричне освітлення та покращити якість внутрішнього середовища. Крім того, під час сезону охолодження зниження внутрішніх теплових надходжень через електричне освітлення може призвести до зменшення витрат на охолодження.

Аналіз існуючих методів розрахунку, представлених у науковій літературі для вирішення завдань, пов'язаних із сонячним доступом взимку, сонячними надходженнями влітку та природним освітленням, підкреслює потребу в розробці нової і комплексної методології. Ця нова методологія забезпечує високу точність і швидкість розрахунків для всіх цих завдань.

Nasrollahi, N., & Shokri, E. в [19]

Природне освітлення є пасивним методом, що суттєво покращує якість життя, продуктивність і візуальний комфорт мешканців. Воно також допомагає зменшити загальне споживання електричної енергії в будівлі. Поглинання сонячної радіації фасадом і внутрішніми частинами будівлі змінюється в залежності від різних

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		21

факторів, таких як тип неба, екологічні бар'єри, рослинність і положення сонця. Урбаністичні фактори середовища грають важливу роль у створенні комфортного візуального простору та зменшенні енергетичних витрат будівлі. Ця стаття має на меті проаналізувати літературу з основних концепцій природного освітлення, типів неба, руху сонця і важливих архітектурних параметрів в урбаністичному контексті. Обговорюється значення цих факторів для поглинання природного світла фасадом і внутрішніми частинами будівлі, візуального комфорту та енергоефективності. Висновки свідчать, що ці фактори мають велике значення, і їхній вплив на кількість природного світла та споживання енергії є очевидним. В залежності від геометрії урбаністичних каньйонів (співвідношення висоти до ширини вулиці), збільшення ширини вулиці значно підвищує кількість сонячної радіації, що потрапляє в каньйони, зменшуючи при цьому споживання енергії. Крім того, підвищення відбивної здатності матеріалів на зовнішніх поверхнях в горизонтальному і вертикальному напрямках сприяє збільшенню кількості природного світла, що проникає всередину будівлі, і, відповідно, зменшує потребу в штучному освітленні. Зовнішні затінювальні пристрої також покращують візуальний комфорт і знижують енергетичні витрати будівлі. Кількість природного світла, що потрапляє в будівлю, розглядається як можливість для енергетичних заощаджень, що залежить від кліматичних умов регіону. Проте орієнтація вулиці може призвести до нерівномірного розподілу радіації на поверхнях урбаністичних каньйонів.

Мартіросов Олександр Леонідович, і Пашян Джульєтта Араратівна в [20]

У статті розглядаються питання трансформації пучка сонячних променів у конгруентність за допомогою геометричних конструкцій, обмежених двома поверхнями, які формують об'єкт, названий "лінза". Розроблена модель дозволяє змінювати параметри розташування елементів, що визначають зовнішні та внутрішні поверхні, і досліджувати процес реорганізації пучка, тобто проводити комп'ютерні дослідження з перетворення пучка.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		22

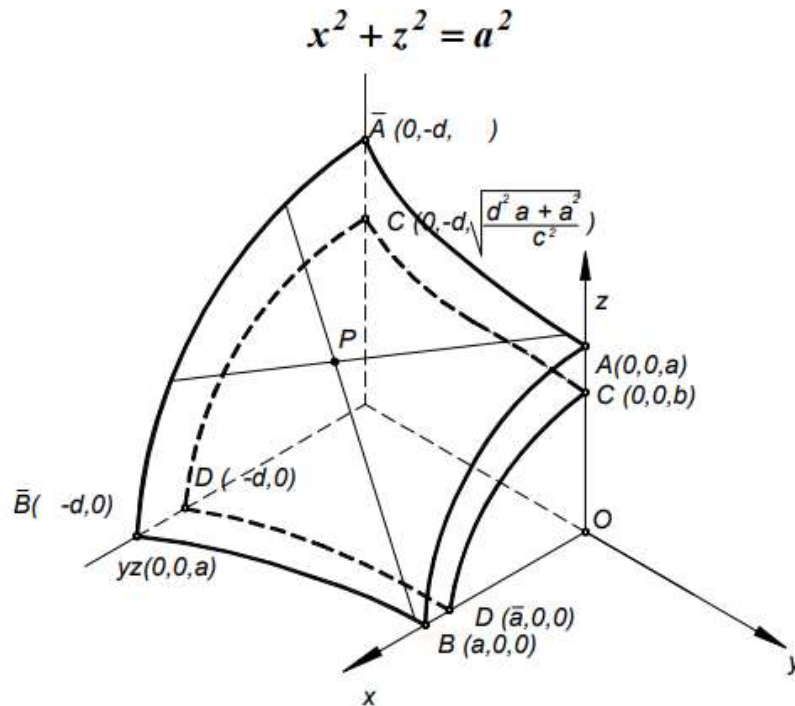


Рис. 1.14 - Аксонометричне зображення огорожувальних поверхонь

Djaafari, A., Ibrahim, A., Bailek, N., Bouchouicha, K., Hassan, M. A., Kuriqi, A., Al-Ansari, N., & El-kenawy, E. M. в [21]

Хоча можливості використання сонячної енергії значно залежать від використовуваних технологій і метеорологічних умов, точне прогнозування прямого нормального випромінювання (DNI) є важливим для ефективного планування та управління системами концентруючої сонячної енергії. У цій роботі розроблено гібридні моделі Long Short-Term Memory (LSTM) для оцінки погодинного DNI, використовуючи метеорологічні дані, такі як відносна вологість, температура повітря та глобальне сонячне випромінювання. Пропонується унікальна гібридна модель, яка поєднує балансно-динамічний алгоритм синус-косинус (BDSCA) з прогнозатором LSTM. Такі гібридні моделі, що поєднують оптимізатори та прогнозатори, рідко використовуються для оцінки DNI, особливо в коротких інтервалах прогнозування. Тому для оцінки нової гібридної моделі було розглянуто різні поширені алгоритми з відповідних досліджень. Результати показують, що відносні помилки запропонованих моделей не перевищують 2,07%, а мінімальний коефіцієнт кореляції становить 0,99. Крім того, кількість вхідних даних зменшена з чотирьох до двох найбільш економічно ефективних змінних для прогнозування DNI. Отже, ці моделі є

надійними для оцінки DNI в посушливих пустельних районах Алжиру та інших регіонах із подібними кліматичними умовами.

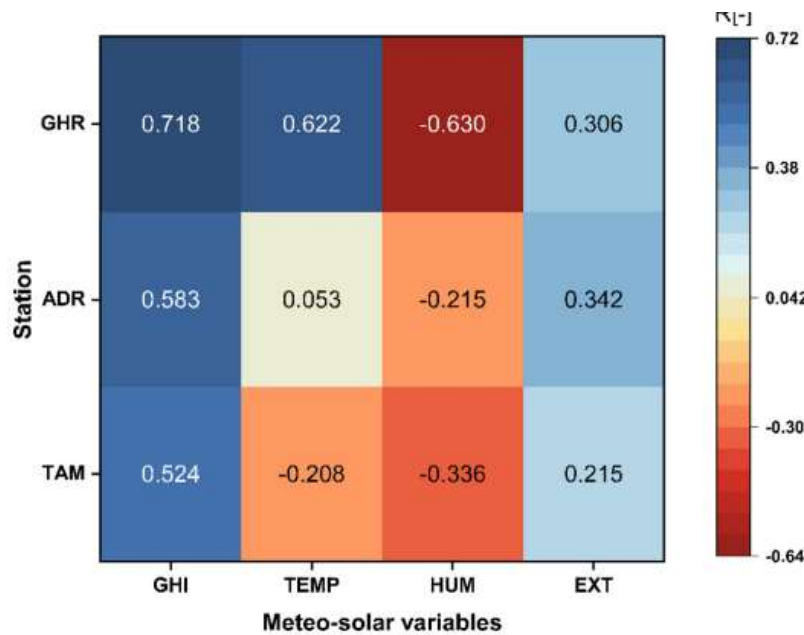


Рис. 1.15 - Кореляції між цільовою змінною та всіма метео-сонячними змінними

Xu, Zhao & Yuan, Jingfeng в [22]

Зі стрімким переходом будівельної галузі до використання моделювання інформації про будівлі (BIM), досягнення сталого розвитку в будівництві вимагає застосування інструментів аналізу відновлюваних джерел енергії на ранніх етапах проектування та впровадження практик, сумісних із стандартами BIM. Важливим є планування використання сонячного світла, щоб отримати стійкі переваги від сонця як всередині, так і навколо будівель, що потребує розуміння та врахування характеристик будівлі, які впливають на використання сонячного світла. У цьому розділі представлено модель для симуляції впливу сонячного світла на дизайн будівлі за допомогою технології BIM, а також розрахунку потенційної енергетичної потужності фотоелектричних панелей на дахах і фасадах. Для цього дослідження пропонує використовувати статистичні будівельні дані та 3D цифрові моделі, отримані за допомогою програмного забезпечення BIM (Revit і THSWARE), для вимірювання корисної тривалості сонячного освітлення та отримуваної енергії для вибіркового будівель. Вимірюючи сонячну енергію, що поглинається фасадами будівель, можна оцінити кількість електроенергії, перетвореної з сонячної енергії, та

потенційні заощадження. З урахуванням вартості сонячних панелей та доцільності проєкту, дослідження показує, що використання сонячних панелей високої якості може значно сприяти соціальним, економічним та екологічним вигодам.

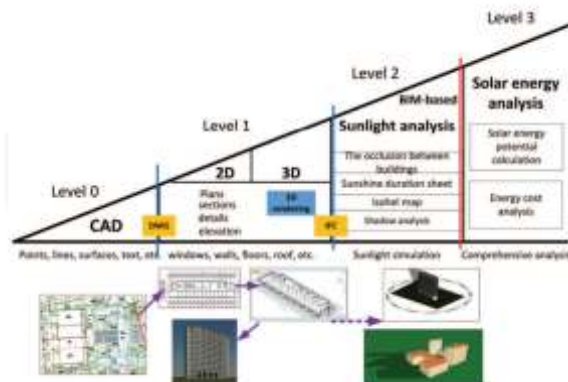


Рис. 1.16 - Огляд чотирирівневої дослідницької основи для аналізу сонячної енергії.

Moreno, Belen & del Ama Gonzalo, Fernando & Fernandez, Jose & Lauret-Aguirregabiria, Benito & Hernandez, Juan в [23]

Будівництво будівель з нульовим енергоспоживанням (NZEB) є важливою метою на шляху до низьковуглецевої економіки до 2050 року. Проєктування NZEB передбачає зниження поточного енергоспоживання та забезпечення балансу між споживанням енергії та її генерацією на місці, не жертвуючи комфортними умовами всередині приміщень. Архітектори використовують моделювання інформації про будівлю (BIM) та інструменти моделювання енергоспоживання будівель (BES) для перевірки своїх рішень та оцінки енергетичного балансу будівель. Проте, питання передачі даних між BIM і BES програмами залишається відкритим. У цій роботі пропонується метод для підтримки процесу прийняття рішень на трьох етапах проєктування будівлі. Спочатку BIM використовується під час архітектурного проєктування для прийняття обґрунтованих рішень щодо пасивного сонячного тепла та матеріалів оболонки будівлі. Далі застосовується розширений BES для аналізу стратегій вентиляції та впливу систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря (HVAC). Нарешті, впроваджується новий метод інтеграції водоточної склопакетної системи (WFG) для підвищення комфорту в приміщеннях з великими скляними фасадами. Правильне використання природної вентиляції може знизити

теплові навантаження на 45% влітку, а застосування WFG зменшує розрив між температурою повітря в приміщенні та робочою температурою, згідно з отриманими результатами.

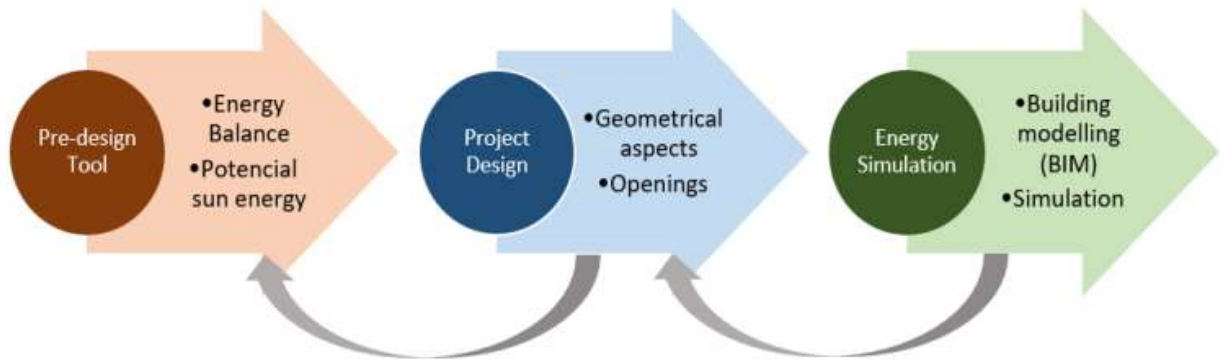


Рис. 1.17 - Методологічний процес для досягнення NZEB за допомогою інструменту попереднього проектування, який включає енергіюміркування, пов'язані з потенційною сонячною енергією в різних місцях, дизайн проекту та енергіюмоделювання, виконане за допомогою BIM.

Gabr, Mostafa & Mekawy, Mohammed в [24]

Енергоспоживання в будівлях складає приблизно 40% від загального обсягу енергоспоживання в Європейському Союзі. Європейська Комісія нещодавно взяла на себе зобов'язання скоротити щорічне споживання первинної енергії на 20% до 2020 року. Виникаюча Модель Інформації про Будівлю (BIM), як спільний ресурс знань протягом життєвого циклу будівлі, може бути використана як основа для управління енергоспоживанням будівлі.

Метою цієї статті є модернізація скляного фасаду існуючої будівлі шляхом встановлення прозорих сонячних панелей, що дозволить збільшити виробництво енергії будівлею. Використовуючи дані 6D BIM як вихідні дані про поточне споживання енергії, оболонку будівлі та патерни її використання, можна точно оцінити відсоток річної економії енергії та оцінити ефективність цього підходу.

У дослідженні аналізується конфігурація напівпрозорих фотоелектричних панелей з точки зору їх площі та розташування, щоб замінити звичайні скляні панелі в процесі реконструкції існуючої будівлі та зменшити її енергоспоживання. Процес базується на визначенні оптимального річного виробництва електроенергії, яке

можуть забезпечити напівпрозорі сонячні панелі на квадратний метр [кВтг/м²], враховуючи можливі конфігурації сонячних панелей, виходячи з річної сонячної інсоляції на одиницю площі скляного фасаду та показника окупності інвестицій (ROI). У дослідженні також враховано вплив самозатінення, затінення від сусідніх будівель, а також затінення від дерев та інших елементів ландшафту.

Для моделювання, аналізу та оптимізації використовуються програми Autodesk Revit та Dynamo.

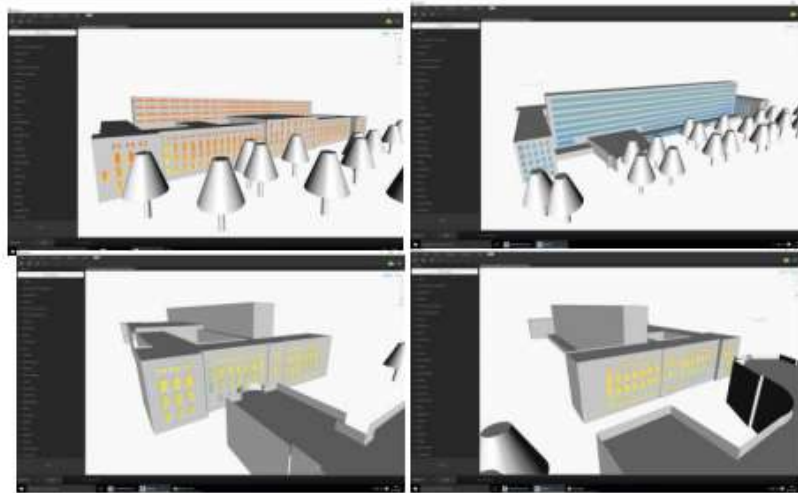


Рис. 1.18 - Скріншот моделювання

Chudikova, Blanka & Faltejsek, Michal в [25]

Будівництво стимулює нас використовувати відновлювані джерела енергії для різних типів споруд. Сонячна енергія є одним із варіантів, що може бути застосований за оптимального співвідношення простору, вартості та отриманих переваг. Моделювання інформації про будівлі (BIM) є сучасним і ефективним підходом до управління будівлями, враховуючи всі етапи їх життєвого циклу. Основним етапом є ретельне планування та моделювання у фазі доінвестиційного планування, де можна визначити ефективний результат та вплинути на термін експлуатації будівлі та її вартість. Використовуючи моделювання, аналіз та інтеграцію будівлі в її майбутнє середовище, з урахуванням кліматичних умов і оточуючих споруд, можна передбачити ефективність використання сонячної енергії та створити оптимальну модель. Сонячні системи також мають значний вплив на внутрішнє планування будівель. Аналіз на етапі доінвестиційного планування, з

урахуванням майбутніх перспектив, гарантує, що побудована споруда буде енергоефективною та екологічно чистою.



Рис. 1.19 - Значна різниця в затіненні в залежності від розташування колектори

Elsheikh, Asser & Alzamili, Hadeal & Al-Zayadi, Sora & Shadhan, Ali в [26]

Містобудування є однією з найважливіших наукових сфер сьогодення, оскільки воно безпосередньо впливає на щоденне життя людей. Моделювання інформації про будівлі (BIM) та геоінформаційні системи (GIS) стали потужними інструментами завдяки їхнім численним функціям та можливостям. Однак кожна з цих технологій має свої слабкі місця. Для подолання цих недоліків необхідна інтеграція BIM і GIS. У цій статті розглядаються останні дослідження, що ґрунтуються на інтеграції технологій GIS і BIM у сфері містобудування. Висновки з цих досліджень показують, що ці технології є важливими через їхнє широке застосування у містобудуванні, зокрема у стратегічному плануванні, виборі місць, використанні земель, генеральному плануванні та прогнозуванні розвитку міст.

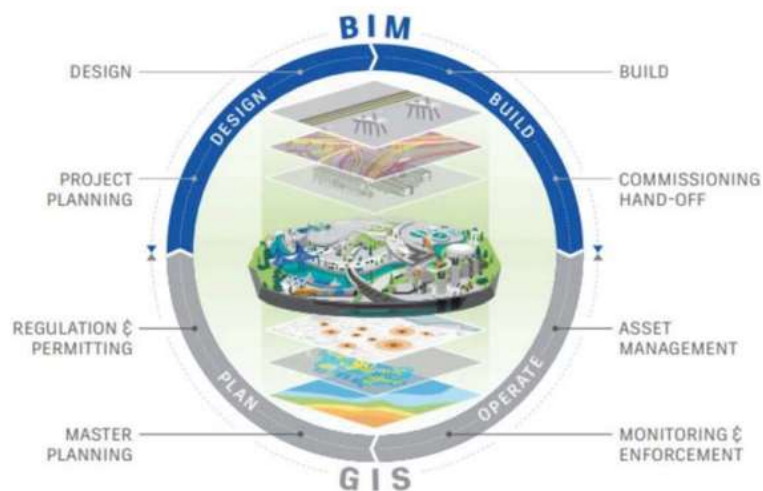


Рис. 1.20 - Цикл інтеграції GIS та BIM

Mukul Kumar в [27]

Нестандартні джерела енергії, такі як сонячна енергія, є не тільки екологічно чистими, але й стійкими. Використання таких стійких джерел енергії є перспективним підходом. У цій роботі автори дослідили та змоделювали різні аспекти будівлі навчального закладу для оцінки придатності та ефективності використання сонячної енергії за допомогою плагіна для сонячного аналізу Autodesk Revit 2021. Вони розглянули та зафіксували різні параметри сонячного аналізу, такі як шлях сонця, потенціал фотоелектричних панелей та інтенсивність сонячної радіації. Після оцінки різних показників, таких як покриття поверхні фотоелектричними панелями та їх ефективність, середні витрати на енергію були зменшені. Автори виявили, що витрати на енергію знизилися з 24,3 до 18,8 доларів.

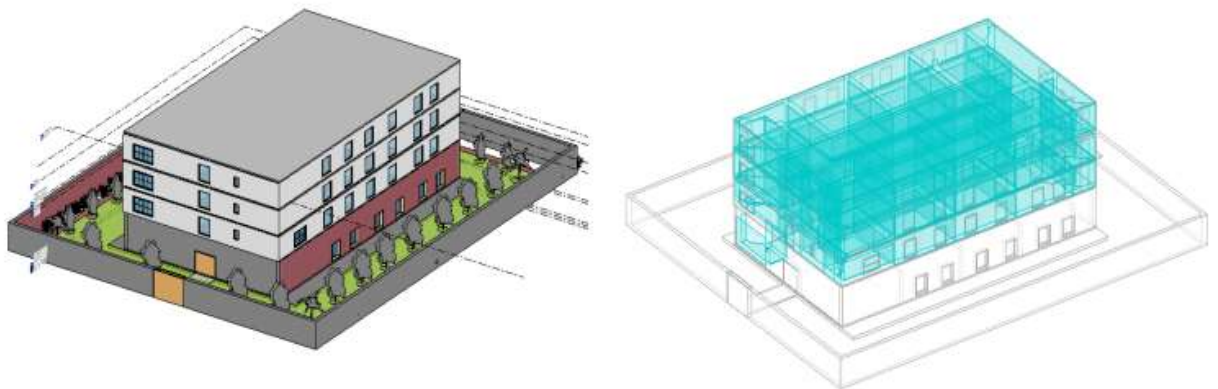


Рис. 1.21 - 3D-модель інституційної будівлі, створена за допомогою AutoDesk Revit

Fu, Pinde & Rich, Paul в [28]

Вхідне сонячне випромінювання (інсоляція) є основним рушієм фізичних, біологічних та промислових систем на Землі. Знання про кількість інсоляції в різних географічних місцях необхідні для таких галузей, як використання сонячної енергії, цивільне будівництво, сільське господарство, лісівництво, метеорологія, оцінка навколишнього середовища та екологічні дослідження. Однак, для більшості географічних районів дані про інсоляцію недоступні. Просте інтерполювання та екстраполювання точкових вимірювань зазвичай не є можливим через значні варіації інсоляції на коротких відстанях, зумовлені топографічною неоднорідністю та особливостями поверхні.

Для вирішення цієї проблеми розроблено Solar Analyst як розширення ArcView GIS, використовуючи C++, Avenue та бібліотеку GridIO. Solar Analyst є комплексним інструментом для моделювання сонячного випромінювання, який розраховує карти інсоляції за допомогою цифрових моделей рельєфу (DEM). Високоєфективні алгоритми враховують впливи видимості, орієнтації поверхні, висоти та атмосферних умов. Модель Solar Analyst була верифікована шляхом порівняння розрахованих тимчасових та просторових патернів інсоляції поблизу біологічної лабораторії Роки-Маунтін (RMBL) з детальним моніторингом інсоляції, погоди та рослинності. Solar Analyst забезпечує зручний та ефективний інструмент для розуміння просторової та часової варіації інсоляції на ландшафтному та локальному рівнях.

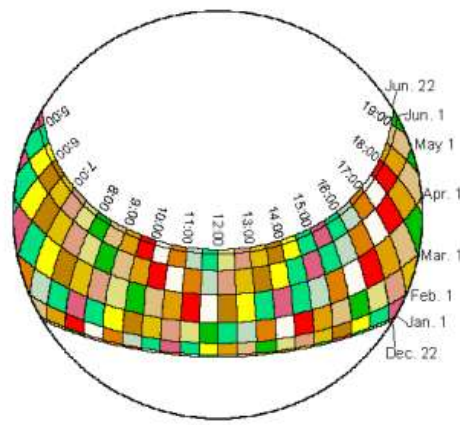


Рис. 1.22 - Річні карти сонця для 39° північної широти з інтервалом 0,5 години через інтервали днів і місяців протягом року.

Md Saad, Nurhafiza & Abdul Hamid, Juazer & Suldi, A. в [29]

Сонячна енергія є важливим компонентом для впровадження концепції "зелених" технологій. Коли сонячне випромінювання взаємодіє з атмосферою та об'єктами на поверхні Землі, утворюються неоднозначні патерни інсоляції, які потребують додаткового вивчення. У цій статті аналізуються патерни інсоляції та неоднозначності, пов'язані з топографічними поверхнями, з акцентом на пряме, розсіяне та відбивне випромінювання. Топографія моделюється на основі даних LiDAR у вигляді Цифрової Моделі Поверхні (DSM) і Цифрової Моделі Рельєфу (DTM). Згенеровані DSM і DTM перетворюються у формат Нерегулярної Трикутної

Мережі (TIN) в середовищі Arc GIS для подальшої візуалізації патернів інсоляції. Увага приділяється впливу нахилу та орієнтації поверхні на інсоляцію. Основним результатом дослідження є створення карти інсоляції та графіків, що показують залежність між інсоляцією та орієнтацією поверхні. Отримані результати сприятимуть впровадженню стійких практик у галузі зелених будівельних технологій.

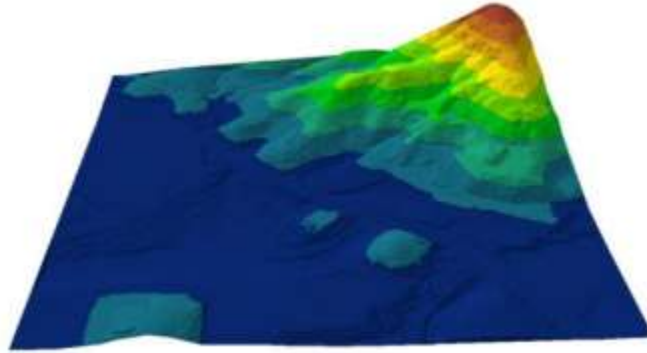


Рис. 1.23 - Цифрова модель рельєфу/висот створені з хмарних даних точок LiDAR.

Tehrani, A. A., Veisi, O., Fakhr, B. V., & Du, D. в [30]

Прогнозування сонячної радіації в міських умовах за допомогою моделі штучної нейронної мережі (ANN) є інноваційним кроком у розвитку міського планування з використанням сонячної енергії. У цьому дослідженні використовуються великі набори даних для прогнозування середньорічної сонячної радіації, з урахуванням мінімальної інформації про міські параметри, такі як координати (X, Y, Z), середня висота будівель, заселені та незаселені площі, а також азимутальний кут. Використовуючи параметричний дизайн та дистанційне зондування для збору даних, ANN моделює та прогнозує ці показники. Досліджено характеристики 20 міст, таких як Касабланка, Абу-Дабі, Кейптаун, Дублін, Гавана, Мельбурн, Рим, Сінгапур, Найробі, Мумбаї, Нью-Йорк, Нагоя, Сан-Паулу, Тегеран, Мадрид, Торонто, Антананаріву, Пекін, Лісабон і Париж. Цей підхід дозволяє моделі ANN виявляти складні та нелінійні взаємозв'язки між змінними, що допомагає прогнозувати рівень сонячної радіації в містах. Результати навчання моделі показують, що прогнозування мінімальної сонячної радіації за рік у цих містах можна здійснювати з втратою 0,01, середньоквадратичною помилкою 0,01 і коефіцієнтом

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
						31
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

детермінації R^2 85%. Ці прогнози допомагають вдосконалювати міський дизайн, будівлі, громадські простори та інші інфраструктури, що дозволяє оптимізувати використання сонячної енергії, зменшувати вплив на навколишнє середовище та залежність від викопного палива, сприяючи сталому розвитку та пом'якшенню наслідків зміни клімату. Наші результати підкреслюють важливість взаємозв'язку між сонячною радіацією та стійким міським розвитком, надаючи міським планувальникам і дослідникам стратегії для підвищення енергоефективності та екологічної стабільності.

Pereira, F. O. R., Silva, C. A. N., & Turkienikz, B. в [31]

Метою цього дослідження є представлення методології, яка спрямована на покращення якості забудованого середовища шляхом ефективного контролю сонячної радіації та огляду небесного простору. Основним критерієм для регулювання доступу до сонячного випромінювання та запобігання його негативному впливу було використання поняття бажаного та небажаного сонячного випромінювання. Було розроблено приклад застосування цієї методології. Незважаючи на те, що ця методологія потребує подальшої розробки для впровадження в нормативну базу та практичне застосування, вона показала значний потенціал для вирішення проблеми, яка інакше була б майже нездоланною.

Gupta, V. K. в [32]

У цьому дослідженні оцінюються та порівнюються три типові форми будівель, відомі як павільйон, вулиця та двір, з точки зору їх теплових характеристик у разі використання без кондиціонування повітря в жаркому кліматі. Описані методи розрахунку сонячного опромінення будівель, а також запропоновано новий метод, який може бути застосований до масивів будівель архетипових форм. Дослідження робить висновки, що пропонують відповідні міські форми та розміри будівель для жаркого і складного клімату.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		32

Capeluto, Guedi & Yezioro, Abraham & Bleiberg, Tamar & Shaviv, Edna в [33]

Розгляд сонячних променів в урбаністичному дизайні є важливим для забезпечення пасивного обігріву будівель у зимовий період та підвищення комфорту людей на вулицях, тротуарах і відкритих територіях. Недотримання сонячних прав будівель і відкритих просторів може призвести до незручних умов як всередині будівель, так і на відкритому повітрі. У цій роботі представлено простий інструмент для врахування сонячних прав в урбаністичному плануванні, розроблений з використанням комп'ютерної моделі SustArc. Цей інструмент дозволяє створювати та оцінювати будівельні конфігурації, забезпечуючи сонячні права кожної сусідньої будівлі та відкритих просторів між ними за допомогою концепції сонячних оболонок, без використання спеціалізованого програмного забезпечення. Метою роботи є надання архітекторам простих і зручних для використання номограм, які можуть допомогти на початкових етапах проектування визначити оптимальні пропорції та геометрію відкритих просторів і профілю вулиць залежно від бажаного рівня щільності, місця розташування та орієнтації проєкту. Номограми засновані на об'єктивних критеріях сонячного освітлення фасадів будівель для різних міських зон, таких як центр або периферія. У статті розглядається процес створення номограм та демонструється їх застосування на двох прикладах.

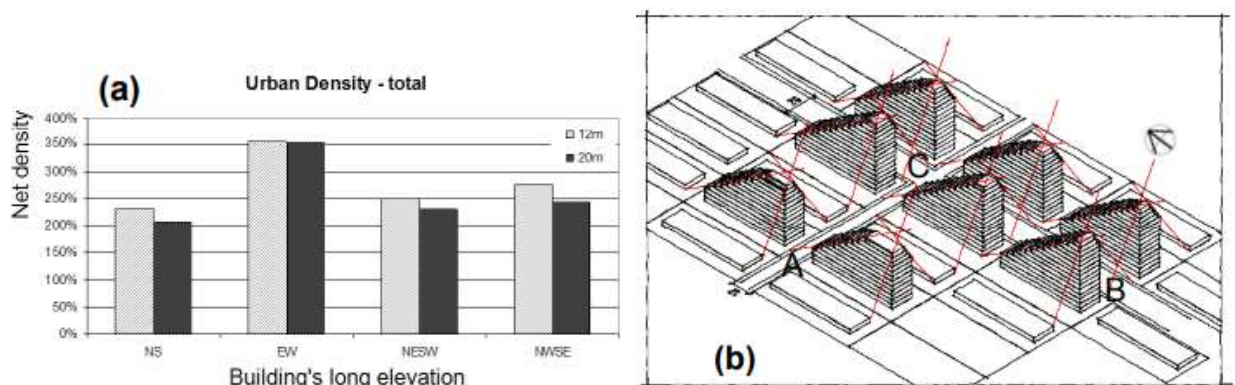


Рис. 1.24 – (а) Загальна чиста міська щільність для прикладу в Тель-Авіві, категорії представляють орієнтацію довгого фасаду будівель, а серії представляють ширину вулиці, перпендикулярної до них. (б) Приклад однієї з найбільш щільних ситуацій – будівлі, розташовані з довгим фасадом, що виходить на схід-захід, з вулицею шириною 12 м, перпендикулярною до них, що проходить з схід на захід (EW-12m на графіку).

Висновки по розділу 1

1. Дослідженням інсоляції територій та приміщень присвячено багато робіт як вітчизняних так і закордонних авторів.
2. Аналіз джерел показав що багато робіт присвячена використанню сонячної енергії для відновлюваної енергетики.
3. Що стосується бактерицидному впливу інсоляції на території та приміщення то більшість цих досліджень стосується приміщень.
4. Тому дослідження інсоляції територій є актуальною проблемою.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						34
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

**РОЗДІЛ 2. ДОСЛІДЖЕННЯ ІНСОЛЯЦІЇ ТЕРИТОРІЇ
ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ НА РОЗІ ВУЛИЦЬ КИЇВСЬКЕ ШОСЕ
ТА ЄВРОПЕЙСЬКА З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМИ
REVIT**

					401-БП.17037.ПЗ	Арк.
						35
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		

2.1. Методика розрахунку інсоляції території

Геометрична сутність методів розрахунку тривалості інсоляції та межі їх використання

Розрахунок тривалості інсоляції виконується з наступними припущеннями:

- Сонячні промені, що потрапляють на поверхню Землі, в будь-який момент часу вважаються паралельними.
- Орбіта Землі (екліптика) розглядається як коло.
- Рух Землі по орбіті відбувається ривками: протягом доби Земля залишається в одній точці орбіти, а на початку кожної наступної доби миттєво переміщується в іншу точку, що відповідає повороту навколо Сонця на кут $360^\circ/365^\circ$ в площині екліптики.
- Нахил осі Землі до площини екліптики становить $66,55^\circ$.
- Сонячні промені досягають поверхні Землі миттєво і не піддаються заломленню в атмосфері.
- Час обчислюється за середнім сонячним часом, який відповідає умовам рівномірного руху Землі по коловій орбіті.

Згідно з такими припущеннями, протягом року множина сонячних променів поділяється на окремі множини, що утворюються при щоденному русі Сонця. У результаті складний спіралеподібний конус розбивається на 365 окремих добових конусів сонячних променів. Суть методу розрахунку тривалості інсоляції за допомогою сонячних карт ілюструється на рис. 2.1. На небосхилі, центр якого знаходиться у розрахунковій точці приміщення, проектується видимий з цієї точки контур світлового прорізу 1234 (центр проектування — розрахункова точка). Всі відрізки прямих навколишнього простору проектуються у дуги великих кіл. Проекція 11213141 визначає тіньову маску світлового прорізу на небосхилі. Тривалість інсоляції в розрахунковій точці визначається відрізком A1B1 траєкторії Сонця на небосхилі, що знаходиться всередині проекції 11213141.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		36

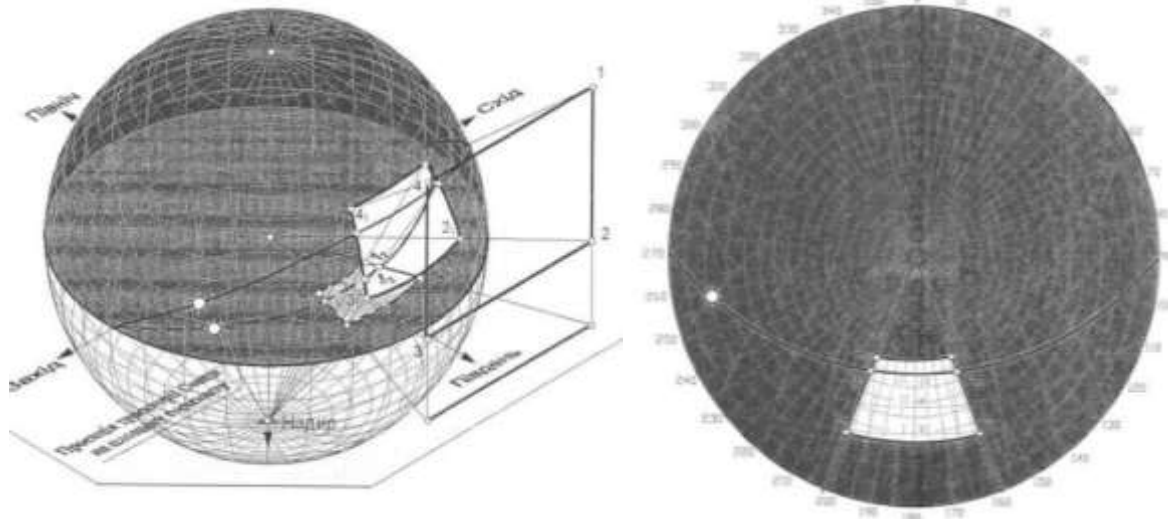


Рис. 2.1 – а) - геометричний апарат побудови тіньової маски світлопрорізу на небесній сфері та сонячній карті; б) - визначення часу інсоляції на сонячній карті

Якщо з точки надира перенести зображення на площину горизонту (основу небосхилу), тривалість інсоляції можна визначити за допомогою відрізка A_2B_2 , що відображає горизонтальну проекцію траєкторії Сонця (рис. 2.1, а).

Оскільки сонячна карта є проекцією небесної півсфери на площину горизонту, аналогічні побудови можна зробити безпосередньо на самій сонячній карті. У цьому випадку режим інсоляції визначатиметься точками перетину тіньової маски 12223242 з проекцією сонячної траєкторії (рис. 2.1, б).

При вирішенні реальних завдань, крім побудови тіньової маски світлового прорізу, потрібно також враховувати тіньову маску навколишньої забудови. Тривалість інсоляції буде визначатися за сукупною тіньовою маскою світлового прорізу та забудови.

Фактична тривалість інсоляції приміщення може перевищувати тривалість інсоляції розрахункової точки (РТ), оскільки в певних випадках сонячні промені можуть потрапляти у приміщення, не досягаючи безпосередньо РТ. Тому для визначення загальної тривалості інсоляції приміщень у таких ситуаціях застосовується метод граничної поверхні інсоляції, який встановлює час, коли хоча б один промінь перетинає умовну світлопрозору поверхню, що обмежує внутрішній простір приміщення.

Метод розрахунку тривалості інсоляції за допомогою інсоляційних лінійок пояснюється на рис. 2.2.

Оскільки під час рівнодення конус сонячних променів стає площиною, що проходить через сонячну траєкторію 22 березня та 22 вересня, затінювати РТ буде лише та частина будівлі, яка розташована вище цієї площини (рис. 2.26, а). У ці дні Сонце сходить строго на сході та заходить строго на заході.

У площині сонячних променів збудовані лінії для кожної цілої години дня (6, 7, 8,... 18 год) та горизонталі з однаковим кроком по висоті (0, 5,10,... м). Ці лінії ортогонально спроектовані на площину горизонту.

Оскільки побудована у попередньому пункті проекція фактично є інсоляційною лінійкою, визначення часу затінення РТ протилежною будівлею можна здійснити безпосередньо за допомогою лінійки, масштабованої під креслення плану (рис. 2.2, б). У цьому випадку частина будівлі, що затінює РТ, знаходиться між горизонталлю з відміткою Н (Н - висота будівлі над РТ) і РТ, а горизонтальний кут затінення визначається між променями, що проходять через точки А і В.

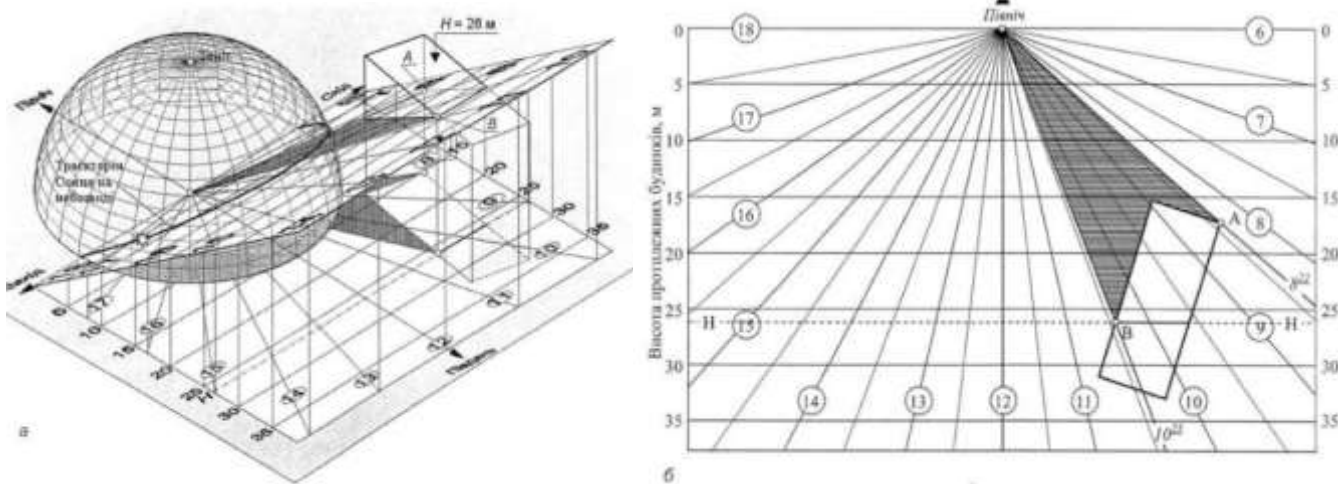


Рис. 2.2 – а) - геометричний апарат побудови тіньової маски протилежного будинку на інсоляційній лінійці; б) - визначення часу інсоляції на інсоляційній лінійці

Розрахунок тривалості інсоляції з застосуванням сонячної карти за методом розрахункової точки

Розрахунок тривалості інсоляції із використанням сонячної карти за методом розрахункової точки дозволяє детально оцінити інсоляційний режим приміщень і територій на будь-який день року. Цей підхід враховує всі можливі затінюючі

елементи, такі як світлопрорізи, балконні плити, козирки, інші сонцезахисні пристрої, а також оточуючі будинки та рельєф місцевості. Відповідність нормативним вимогам протягом періоду з 22 березня до 22 вересня забезпечує виконання інсоляційних норм.

В Україні застосовуються сонячні карти, створені для кожного цілого градуса широти від 45° до 52° північної широти. Вибір розрахункової сонячної карти виконується аналогічно раніше описаному методу.

Цей метод передбачає визначення вертикального кута інсоляції та вертикального кута затінення сусідніми будинками і рельєфом у кожній вертикальній площині, яка проходить через розрахункову точку (РТ) у межах горизонтального кута інсоляції. Ці кути використовуються для побудови спільної тіньової маски світлопрорізу.

Розрахункова точка у світлопрорізах загального типу обирається у вертикальній січній площині, яка перпендикулярна до серединної поверхні світлопрорізу в його центральній точці. Вона є точкою перетину серединної поверхні і променя, що обмежує вертикальний кут інсоляції від нижньої внутрішньої точки перетину світлопрорізу з екрануючими елементами (рис. 2.3, а).

У горизонтальних світлопрорізах, таких як zenітні ліхтарі, розрахункова точка розташовується в центрі отвору в плиті покриття (рис. 2.3, б).

Приклади розміщення розрахункової точки для різних типів світлопрорізів у вертикальних стінах показані на рис. 2.3, в і г, а для нахилених стін і скатних дахів — на рис. 2.2, д.

Горизонтальний кут інсоляції у світлопрорізах, розташованих у вертикальних стінах, визначається з урахуванням вертикальних екранів, таких як стінки лоджій, пілони та вертикальні сонцезахисні пристрої, які обмежують їх.

Для світлопрорізів, розташованих у нахилених стінах і дахах, а також у zenітних і шахтних ліхтарях, горизонтальний кут інсоляції дорівнює 360° .

У межах горизонтального кута інсоляції на плані визначаються напрямки, за якими будуть визначатися вертикальні кути інсоляції, а на генплані — напрямки для визначення кутів затінення. Кількість таких напрямків залежить від форми світлопрорізу, затінюючих елементів та розташування протилежних будинків. Їх має

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						39
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

бути достатньо для точної побудови тінювих масок світлопрорізу та навколишніх споруд.

Під час побудови тінювої маски світлопрорізу необхідно проводити вертикальні площини через точки зламу форми зовнішнього отвору світлопрорізу, балконної плити, козирка тощо. Ці напрями визначатимуть точки зламу тінювої маски світлопрорізу.

При побудові тінювої маски, створюваної сусідніми будинками, напрями проводяться через кути будинків, які видно з розрахункової точки. Ці напрями визначатимуть кути затінення і точки зламу тінювих масок сусідніх будинків.

Між точками зламу форми затінюючих елементів потрібно додавати додаткові точки для уточнення форми тінювої маски. На прямолінійних ділянках елементів достатньо однієї додаткової точки, оскільки прямолінійним відрізкам на стереографічній тінювій масці відповідають дуги кола, а вертикальним відрізкам — прямі лінії. Для криволінійних ділянок елементів потрібно додати три додаткові точки, щоб створити плавну дугу на тінювій масці.

Через ці додаткові точки також проводяться напрями від розрахункової точки, що формує дві множини напрямів: А, В, С і т.д. — для визначення форми тінювої маски світлопрорізу, та 1, 2, 3 і т.д. — для визначення тінювої маски оточуючих будівель.

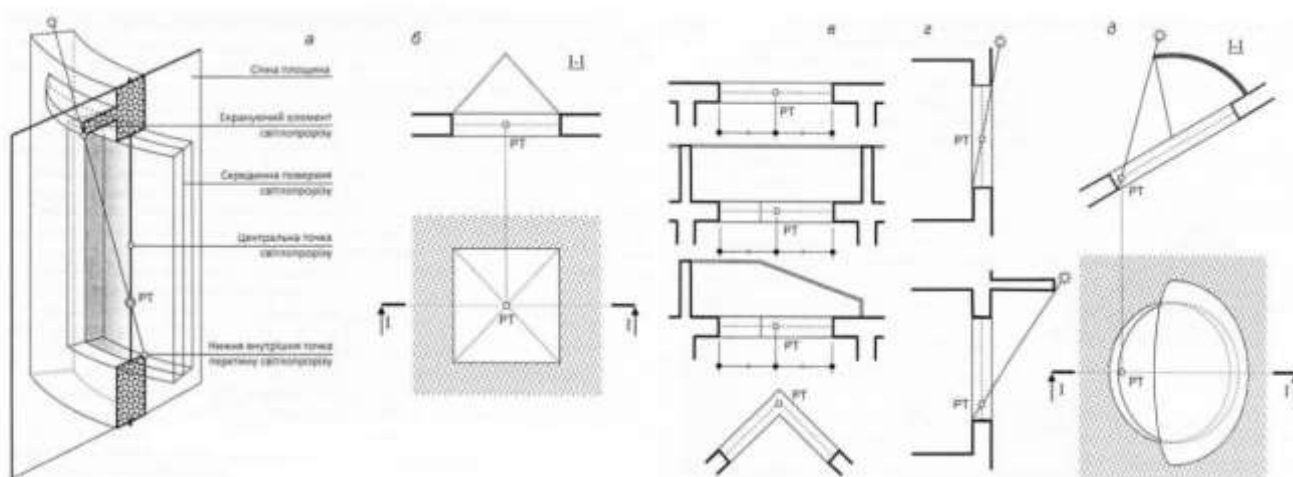


Рис. 2.3 – а) у світлопрорізах загального положення; б) у горизонтальних світлопрорізах; в - на плані у вертикальних стінах; г - на розрізі у вертикальних стінах; д - у світлопрорізах у нахилених стінах та похилих дахах

2.2 Методика використання REVIT для розрахунку інсоляції

Визначення тривалості інсоляції проводиться за допомогою програми REVIT у поєднанні з додатком Dynamo. REVIT дозволяє створювати детальні тривимірні моделі будівель і прилеглих територій, що є основою для подальшого аналізу. Dynamo, завдяки своїм потужним алгоритмічним можливостям, автоматизує процеси розрахунку інсоляції, забезпечуючи ефективне управління даними та проведення складних обчислень.

Скрипт, розроблений у Dynamo, використовує метод інсоляційних лінійок для точного визначення моментів, коли сонячні промені досягають і зникають з різних точок на території. Це дозволяє детально аналізувати тривалість освітлення конкретних ділянок двору або приміщень протягом дня чи року, враховуючи такі фактори, як геометрія забудови, затінення від інших об'єктів та особливості рельєфу.

Завдяки цьому методу можна значно спростити процеси аналізу та коригування проектних рішень, що забезпечує точне дотримання нормативних вимог щодо інсоляції. Це допомагає не лише у створенні ефективних проектів, але й у забезпеченні комфортного і здорового середовища для користувачів будівель.

Скрипт Dynamo, представлений на рис. 2.4, має чітко структуровані елементи для зручності використання.

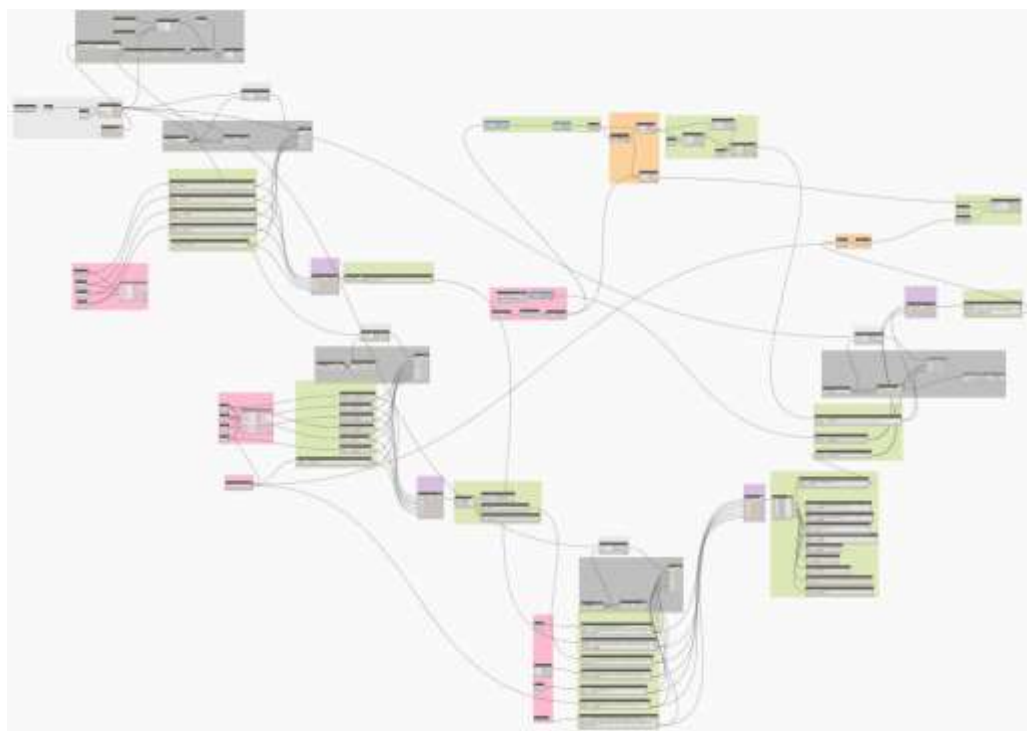


Рис. 2.4. – Скрипт Dynamo

Основні етапи роботи скрипта:

Для виконання розрахунків за допомогою скрипта Dynamo, необхідно задати кілька основних параметрів, що дозволять точно проаналізувати тривалість інсоляції. Ці параметри є ключовими для проведення коректних розрахунків, адже вони враховують просторове розташування об'єктів та умови освітлення.

1) Координати точок вводяться в області скрипта, яка позначена на рис. 2.5

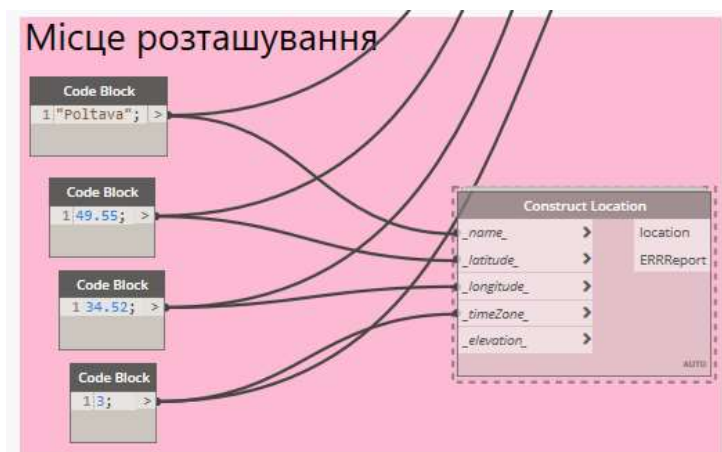


Рис. 2.5 – Місце розташування моделі

2) Пору року та період часу, протягом якого проводиться розрахунок інсоляції, задають в області, позначеній на рис. 2.6



Рис. 2.6 – Пору року та час інсоляції

Визначення геометрії, що створює тінь, здійснюється через параметри, які задаються в області скрипта, позначеній на рис. 2.7. Цей елемент відповідає за вибір

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		42

об'єктів або поверхонь, що блокують сонячне світло та створюють затінення. Також в цьому пункті потрібно вибрати, на який саме елемент має проводитися розрахунок інсоляції. Правильне налаштування геометрії та вибір об'єкта для розрахунку є важливими для точного аналізу впливу тіньових зон на інсоляцію території або приміщення.

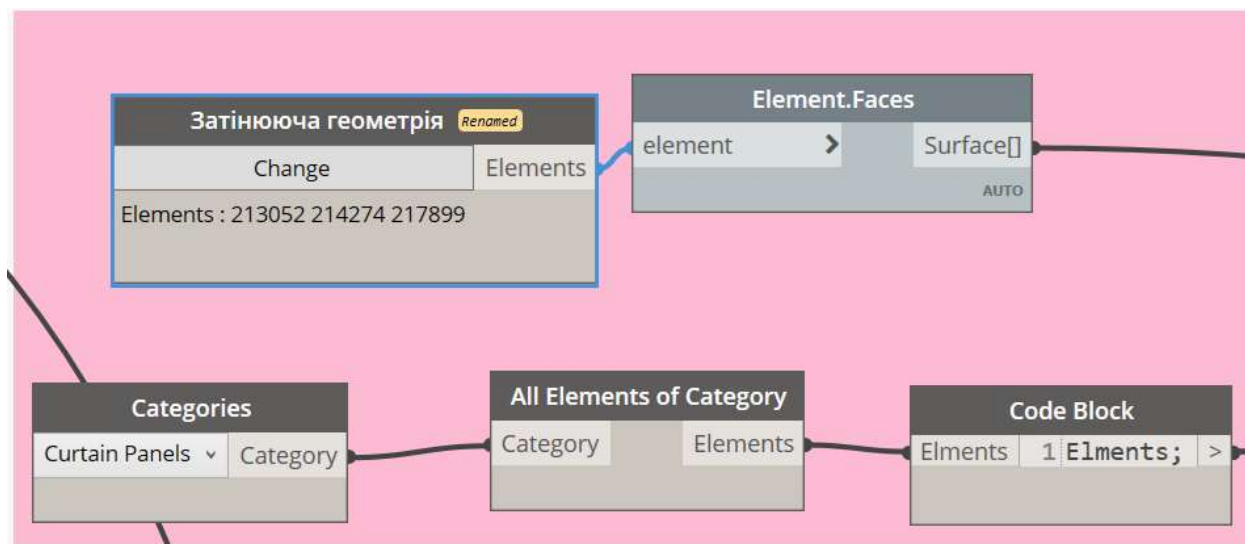


Рис. 2.7 – Затінююча геометрія

Розрахункові блоки: Основні розрахункові блоки були реалізовані за допомогою плагінів LunchBox for Dynamo, Ladybug, Ampersand та Python. Ось їх роль у скрипті:

- **LunchBox for Dynamo:** Цей плагін використовується для обробки даних і створення складних геометричних форм у Dynamo. Він надає набір інструментів для створення та маніпуляції з геометричними шаблонами, що допомагає в моделюванні та обробці об'єктів, які впливають на розрахунок інсоляції.
- **Ladybug:** Плагін **Ladybug** забезпечує потужні інструменти для екологічного аналізу, включаючи точні розрахунки інсоляції та тіньових масок. З його допомогою можна моделювати вплив сонячного світла на різні об'єкти, проводити аналіз тривалості інсоляції і візуалізувати результати, що є критично важливим для оцінки ефективності проектних рішень.
- **Ampersand:** **Ampersand** служить для інтеграції та обробки даних у скрипті. Він забезпечує ефективне з'єднання різних елементів скрипта та правильну

передачу інформації між ними, що дозволяє здійснювати складні обчислення та отримувати точні результати.

- **Python:** Скрипти на **Python** використовуються для створення кастомних функцій і реалізації специфічних алгоритмів, які не можуть бути реалізовані стандартними блоками Dynamo. Python дозволяє написати код для виконання особливих розрахунків і модифікацій даних, що забезпечує гнучкість і точність у виконанні складних обчислень.

Ці плагіни разом забезпечують повний спектр функцій для розрахунку інсоляції, від обробки даних до моделювання сонячного впливу і інтеграції результатів.

2.3. Визначення площі інсоляції території двору житлової групи на розі вулиць Київське шосе та Європейська

Розташування та планувальне рішення житлової групи, що утворює двір наведено на рис. 2.8.



Рис. 2.8 – Розташування та планувальне рішення житлової групи

Для побудови розрахункової моделі визначаємо висоту від поверхні землі до парапету будинку. Кількість поверхів у будинку становить 9 пов. Висота поверхів 3 м.

Тоді

$$H_{\text{роз}} = h_{\text{пов}} \times n_{\text{пов}} + h_{\text{гор}} + h_{\text{пок}} + h_{\text{пр}} + h_{\text{цок}} = 3 \cdot 9 + 2,5 + 0,7 + 0,6 + 1,2 = 32 \text{ м}$$

де $h_{\text{пов}}$ – висота поверху, м;

$n_{\text{пов}}$ – кількість поверхів;

$h_{\text{гор}}$ – висота горища, м, приймаємо 2,5 м;

$h_{\text{пок}}$ – висота конструкції покриття, м, приймаємо 0,7 м;

$h_{\text{пр}}$ – висота парапету, м, приймаємо 0,6 м;

$h_{\text{цок}}$ – висота цоколя, м, приймаємо 1,2 м; Відповідно до чинних нормативів, тривалість інсоляції на території житлового двору повинна становити не менше 230 годин протягом визначеного періоду. Це означає, що на половині площі двору має бути забезпечено достатній рівень сонячного освітлення для підтримки сприятливих умов проживання. Важливо, що цей показник стосується 50% загальної площі двору, що гарантує рівномірний розподіл інсоляції на території. Територія двору, на якій повинні бути дотримані норми інсоляції, детально представлена на рис. 2.9.

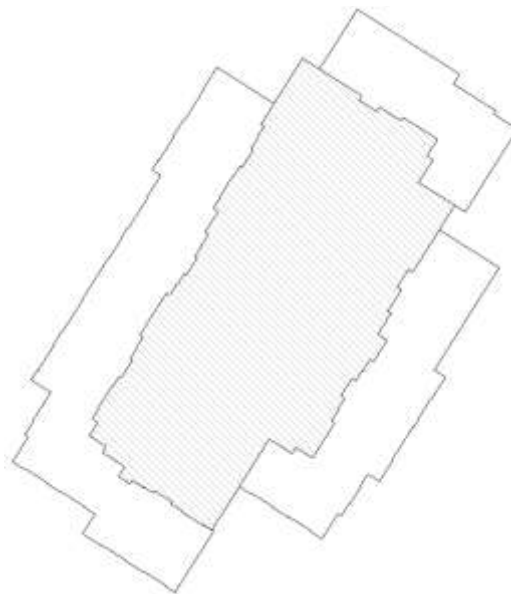


Рис. 2.9 - Територія двору де повинні виконуватися норми інсоляції

Розташування точок в яких визначалася тривалість інсоляції наведена на Рис. 2.10.

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		45

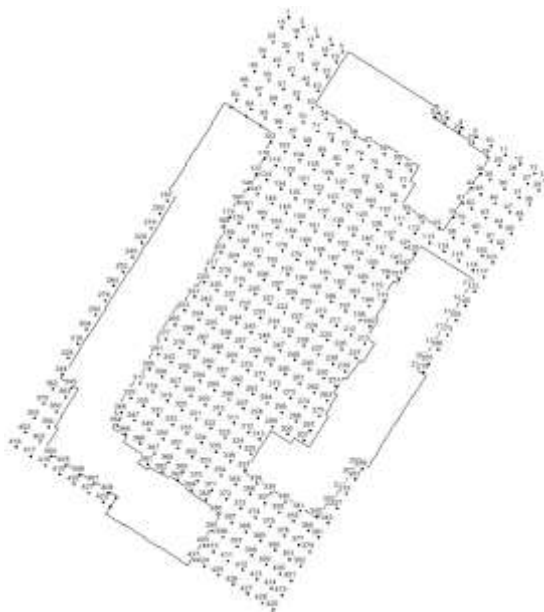


Рис.2.10 - Розташування точок в яких визначалася тривалість інсоляції

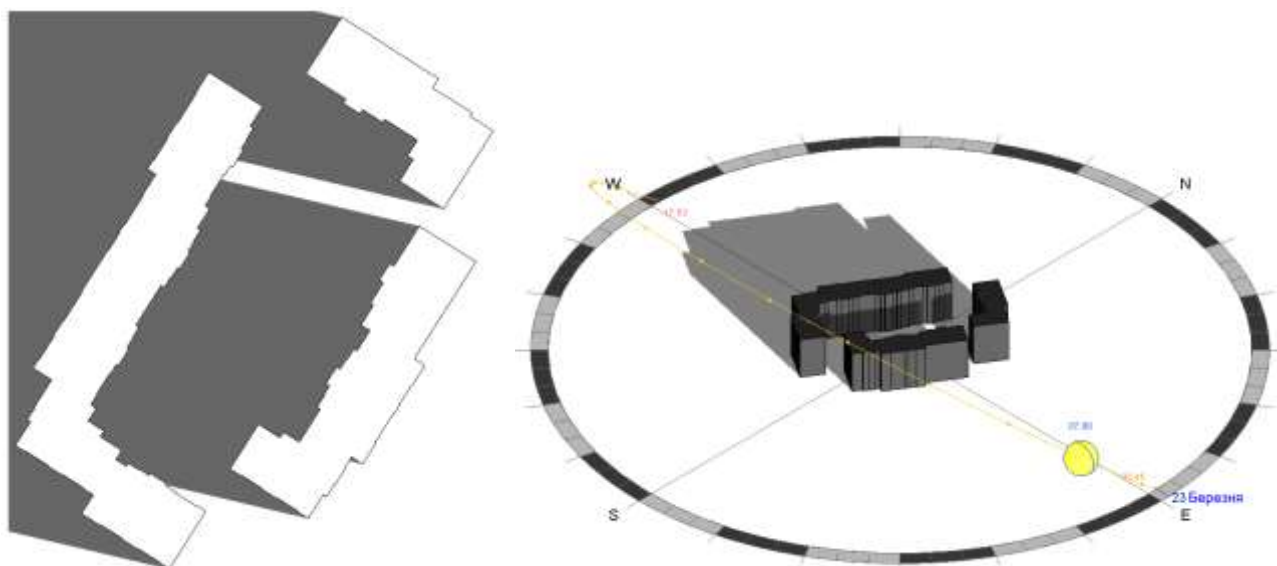


Рис. 2.11 – Тінь території 23 Березня 7.00

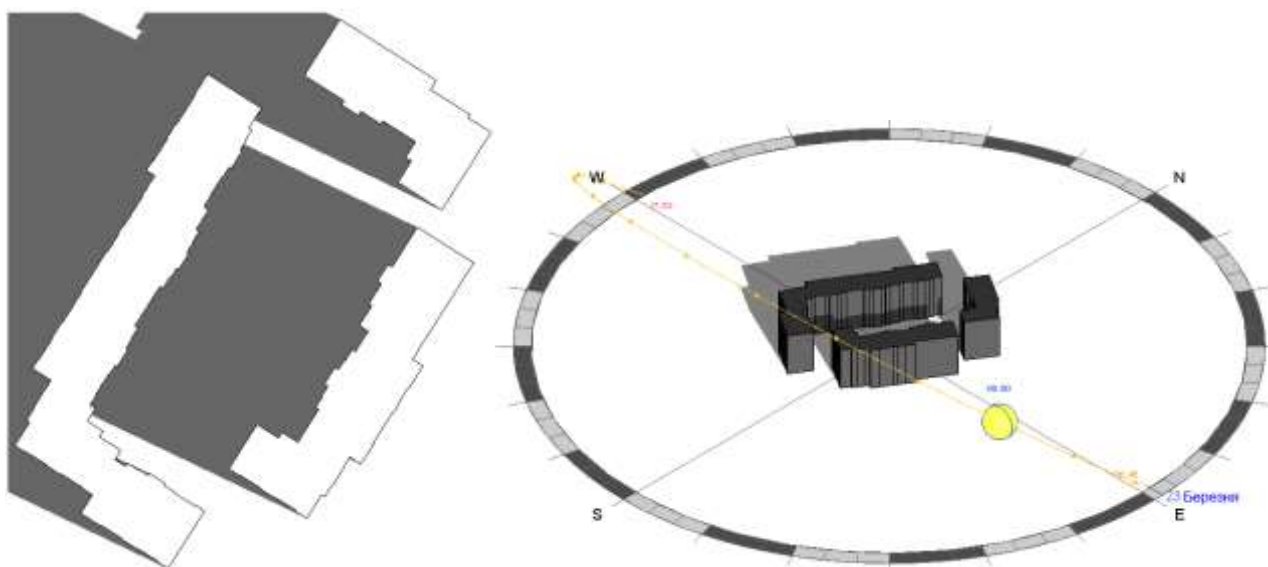


Рис. 2.12 – Тінь території 23 Березня 8.00

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

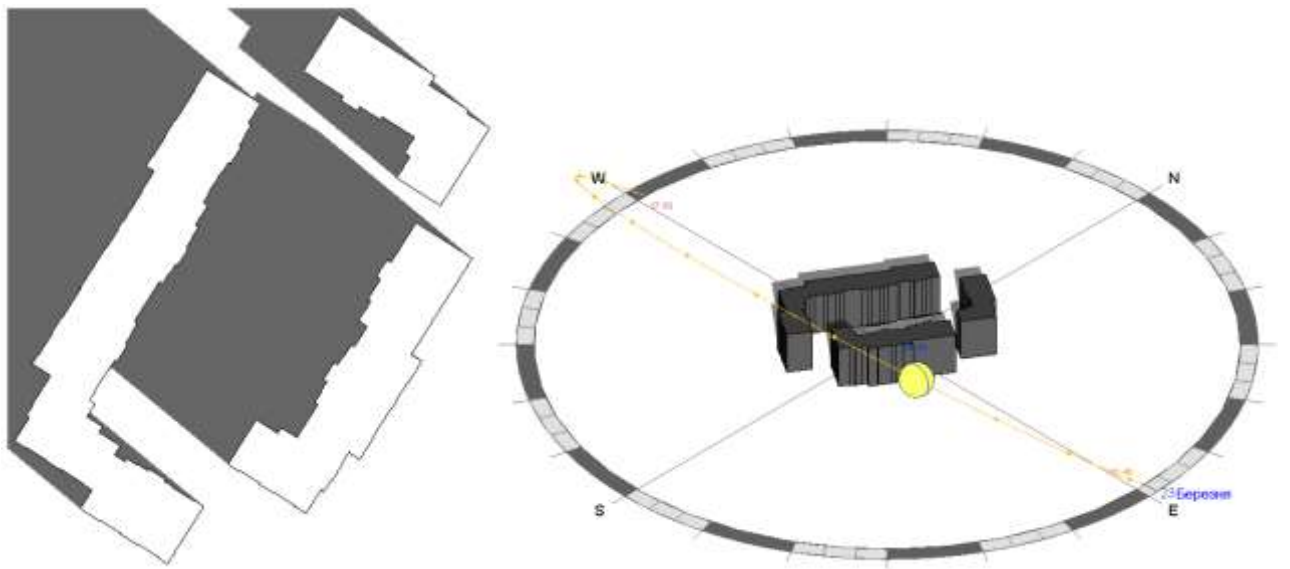


Рис. 2.13 – Тінь території 23 Березня 9.00

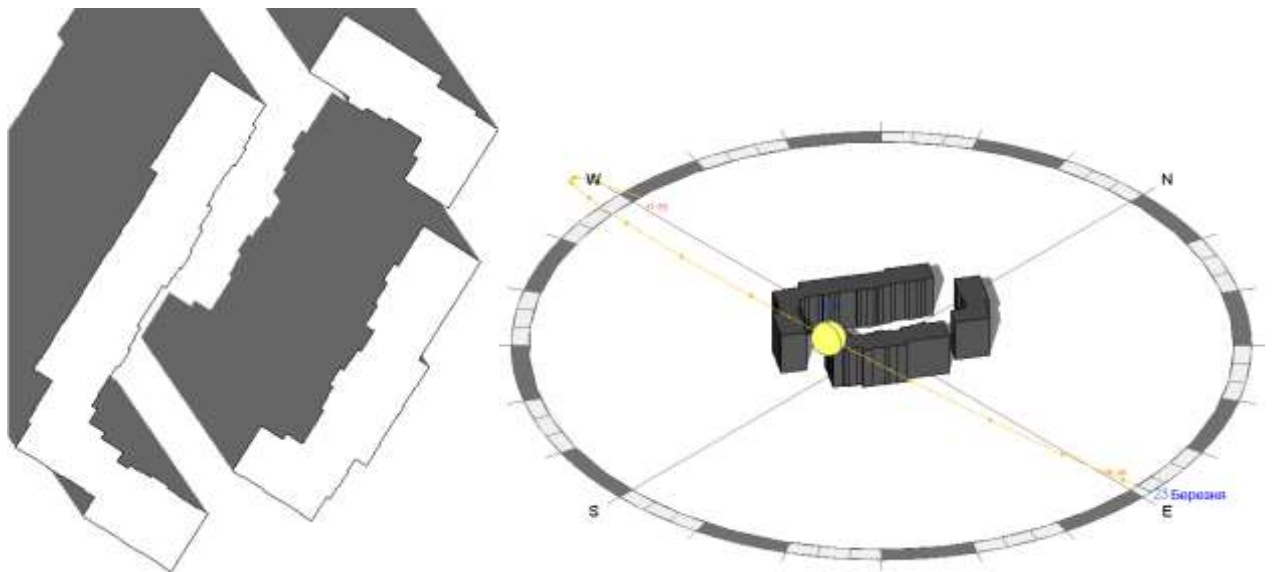


Рис. 2.14 – Тінь території 23 Березня 10.00

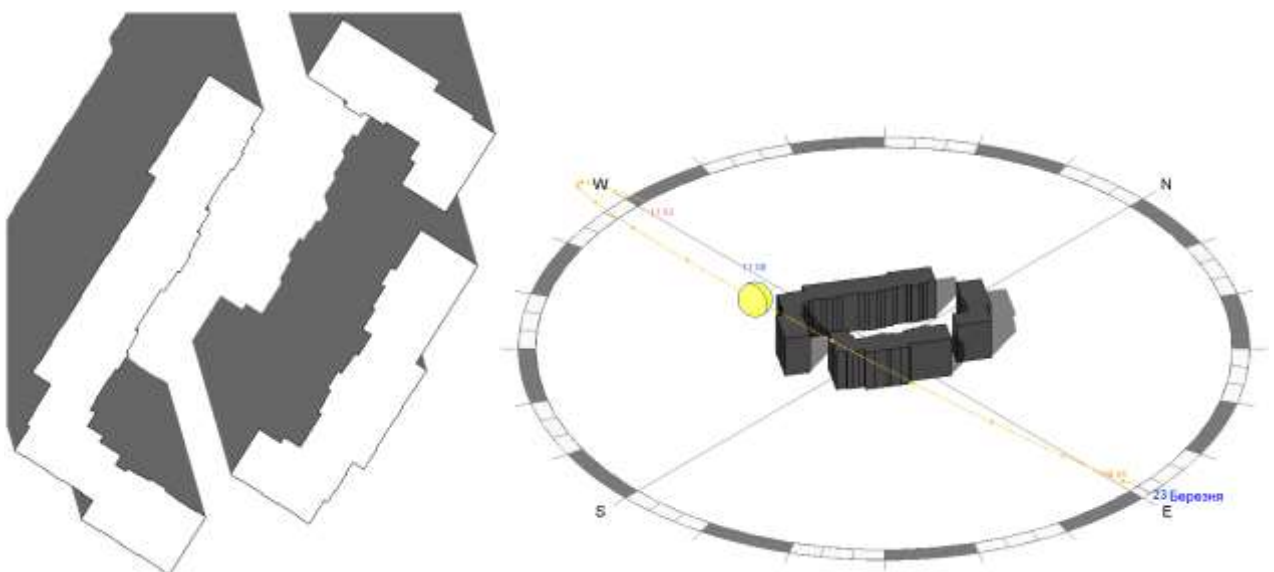


Рис. 2.15 – Тінь території 23 Березня 11.00

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.11393390.ПЗ

Арк.

47

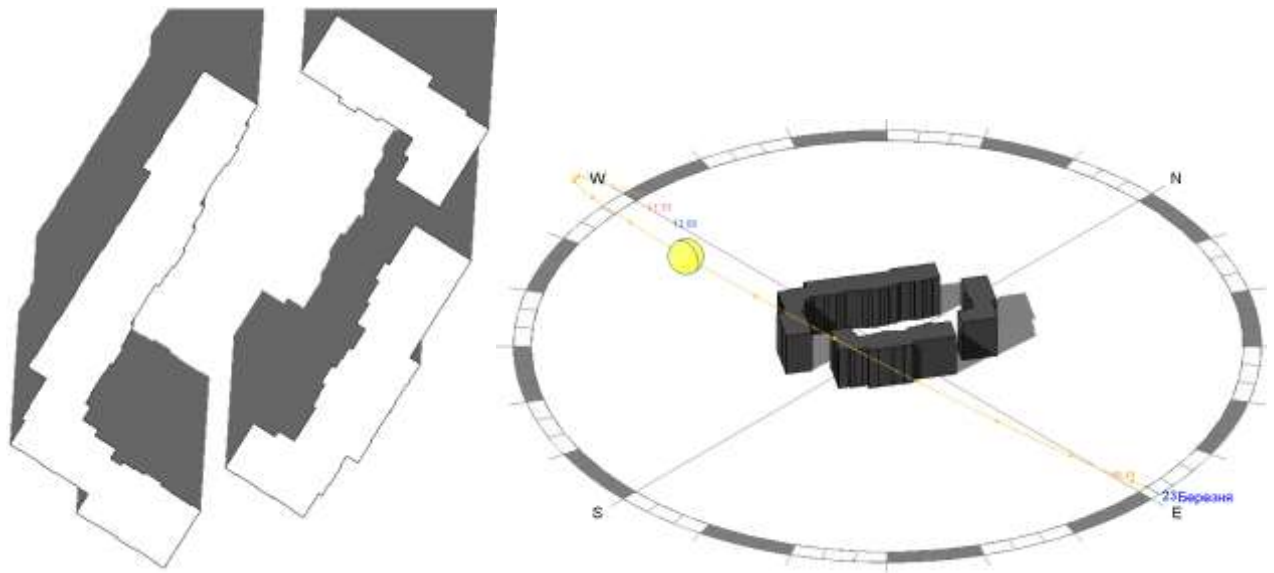


Рис. 2.16 – Тінь території 23 Березня 12.00

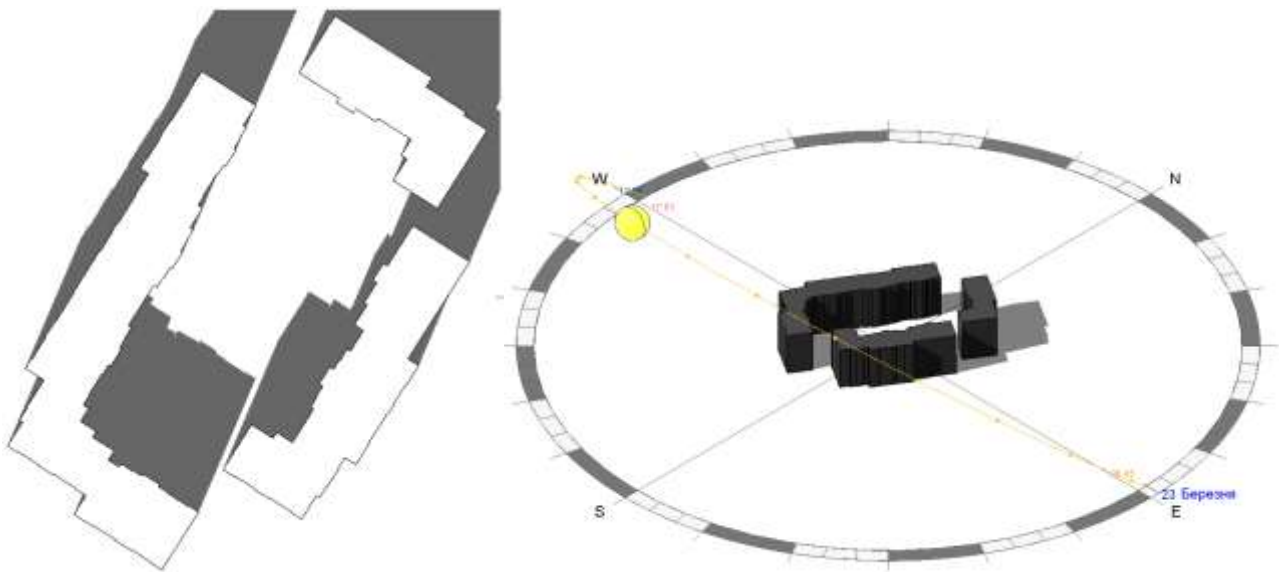


Рис. 2.17 – Тінь території 23 Березня 13.00

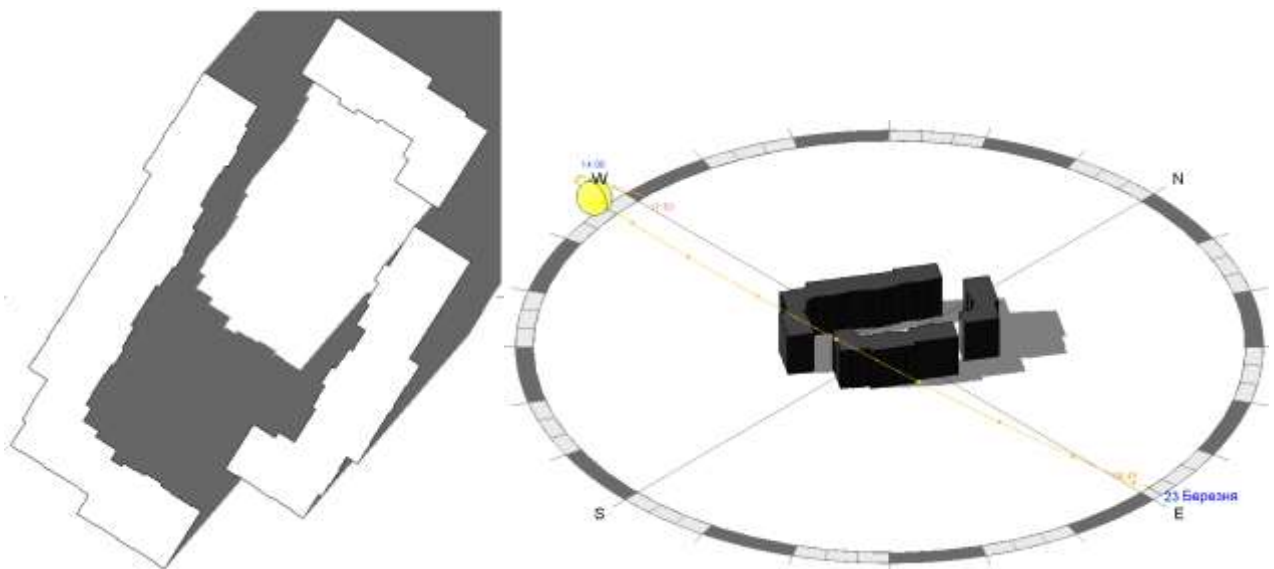


Рис. 2.18 – Тінь території 23 Березня 14.00

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

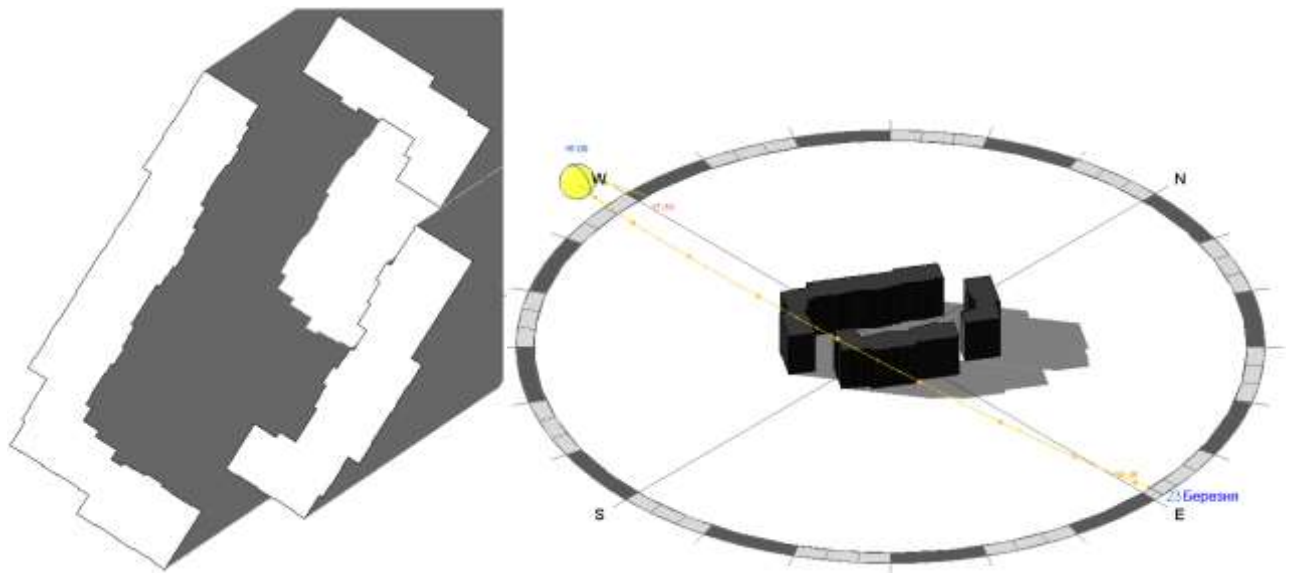


Рис. 19 – Тінь території 23 Березня 15.00

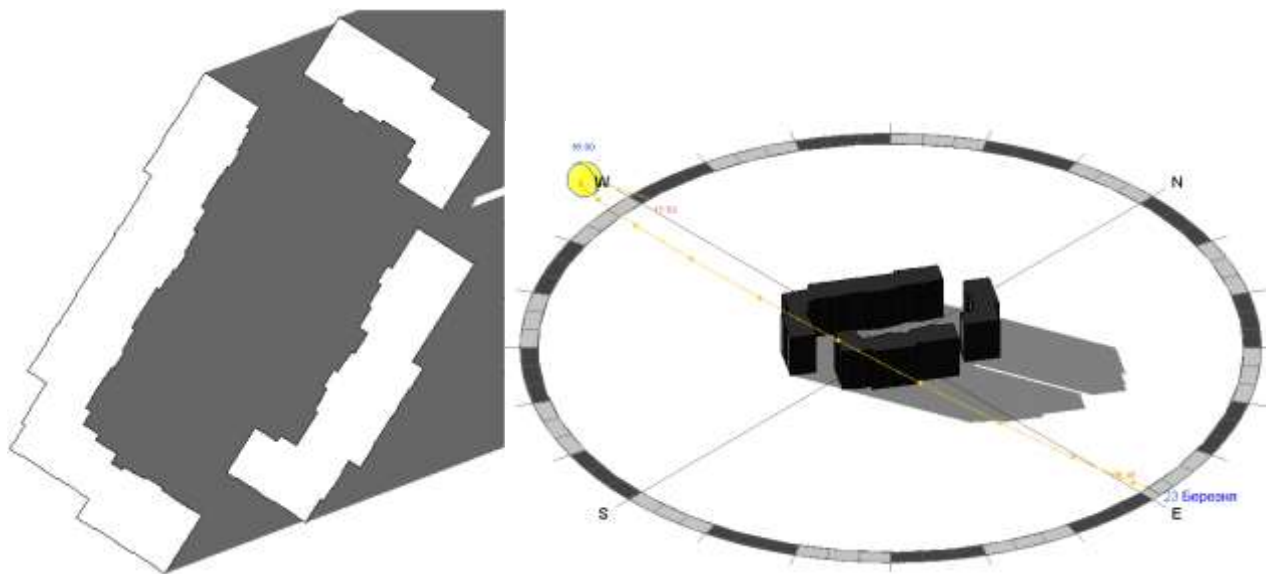


Рис. 2.20 – Тінь території 23 Березня 16.00

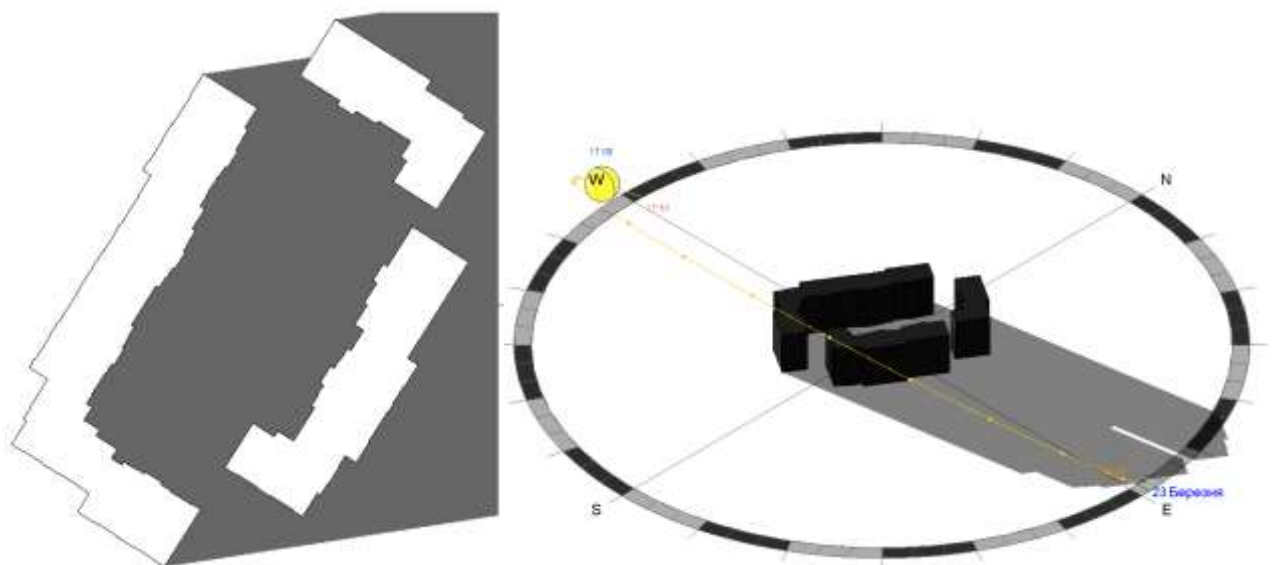


Рис. 2.21 – Тінь території 23 Березня 17.00

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.11393390.ПЗ

Арк.

49

Після введення початкових даних і виконання розрахунків скрипт надає інформацію про тривалість інсоляції для визначених ділянок. Отримані дані представлені на рис. 2.22.

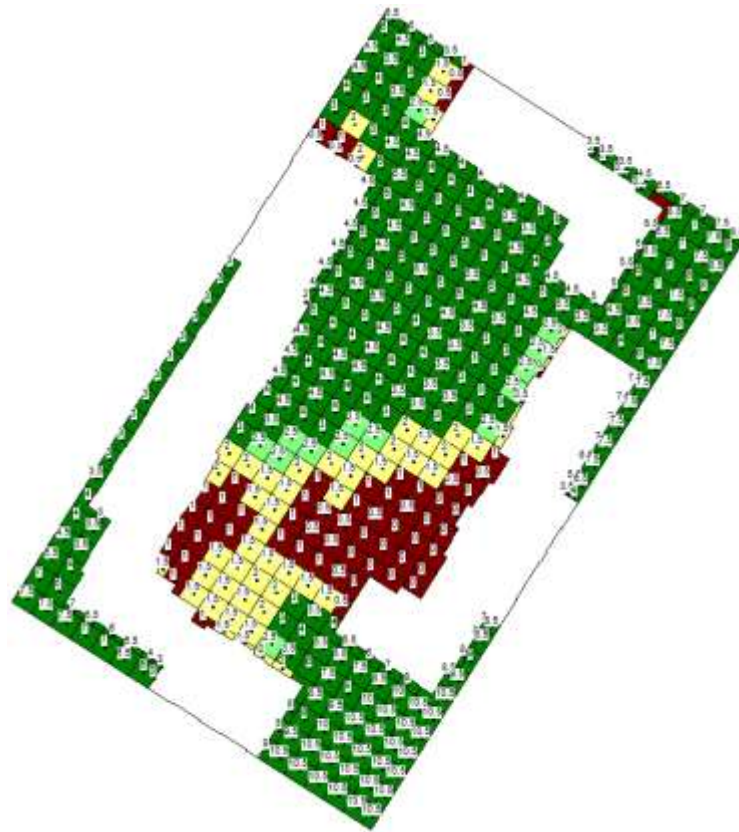


Рис. 2.22 – Аксонометрія кінцевий результат розрахунку

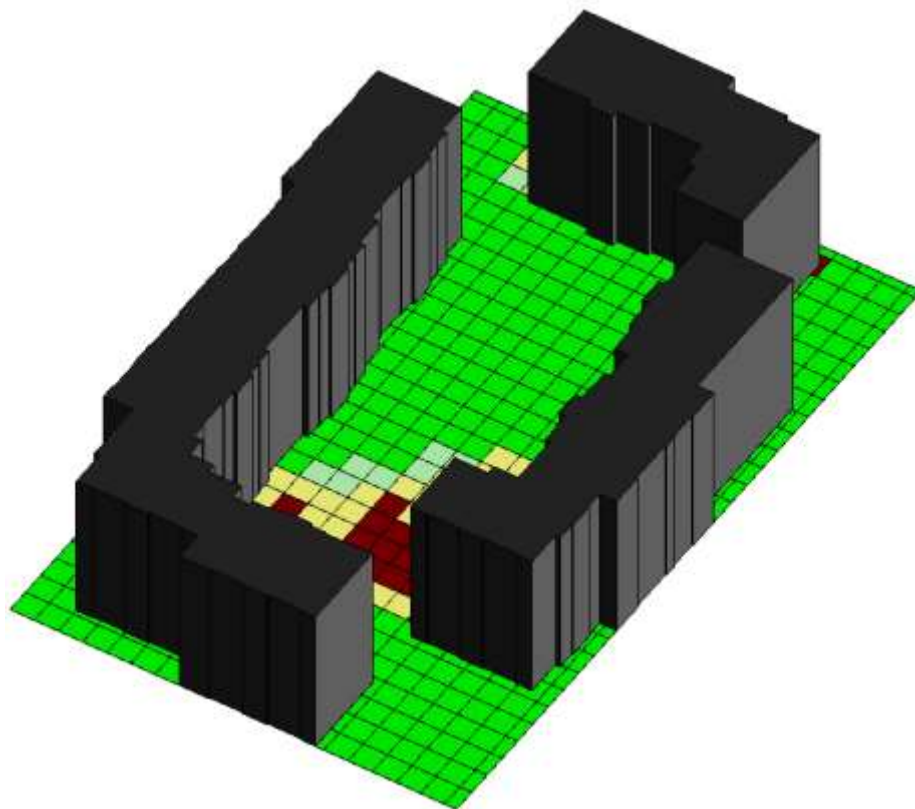


Рис. 2.23 – Аксонометрія кінцевий результат розрахунку

Отриманий результат на рис. 2.23 дозволяє нам накласти ізолінії і визначити, яка площа внутрішнього подвір'я отримує інсоляцію більше ніж 230 годин.

На рис. 2.24 зеленою ділянкою показана площа, де інсоляція перевищує 230 годин.



Рис. 2.24 – Зона інсоляції більше 230год.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3269,7}{5578,4} 100 = 58,6 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3269,7 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Висновок.

Як показали дослідження площа території двору де виконуються норми інсоляції перевищує норми на 8,6%. Це дає можливість збільшення житлової площі у будинках за рахунок збільшення їх поверховості.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		51

2.4 Можливе збільшення житлової площі у будинках за рахунок підвищення поверховості.

2.4.1. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 1-н поверх

Збільшення поверховості будинку №1 на ведено на рис. 2.25

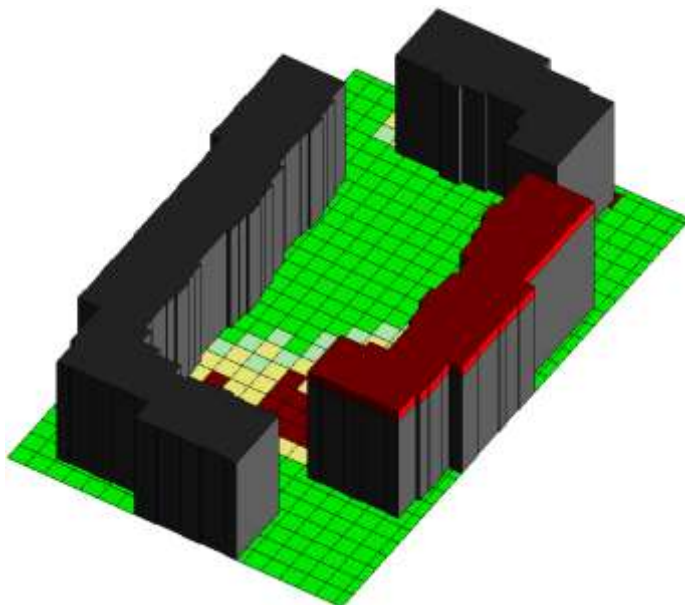


Рис. 2.25 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на один поверх.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.26

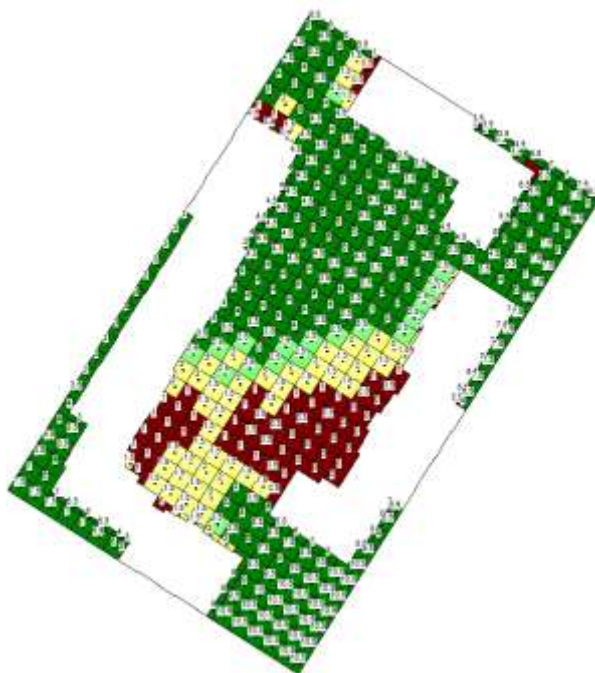


Рис. 2.26 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на один поверх.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.27.



Рис. 2.27 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3001,4}{5578,4} 100 = 53,8 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3001,4 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх становить 53,8%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		53

2.4.2. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 2-а поверха

Збільшення поверховості будинку №1 на ведено на рис. 2.28.

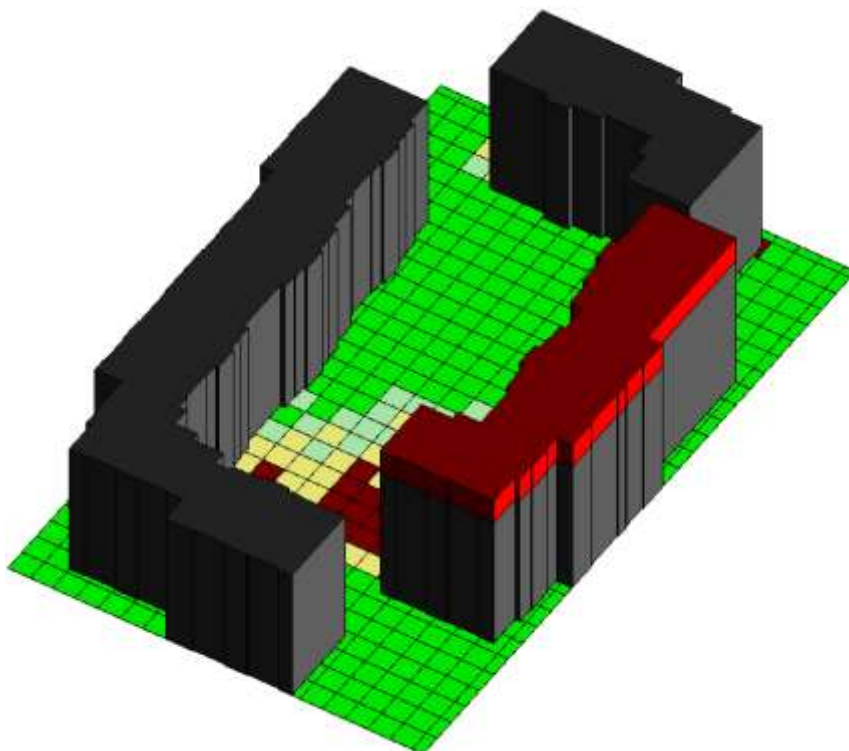


Рис. 2.28 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на два поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.29.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		54

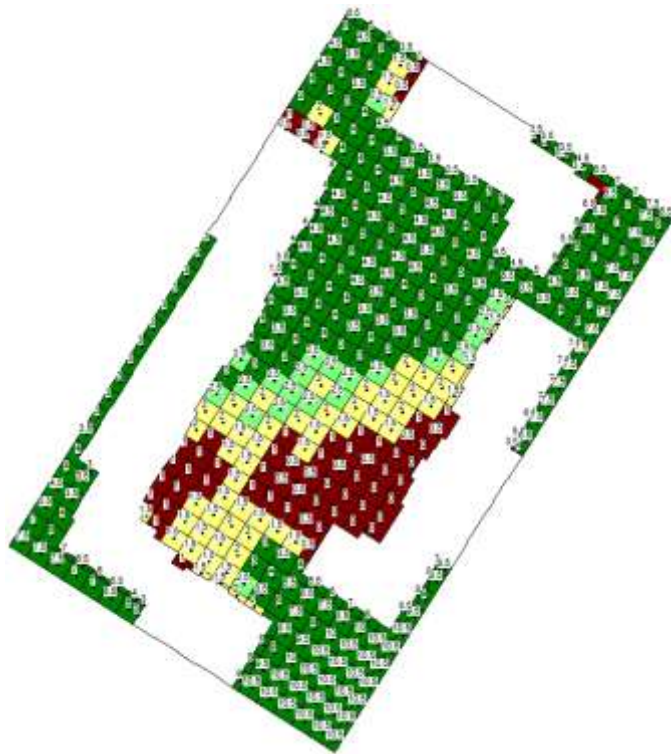


Рис. 2.29 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на два поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.30.

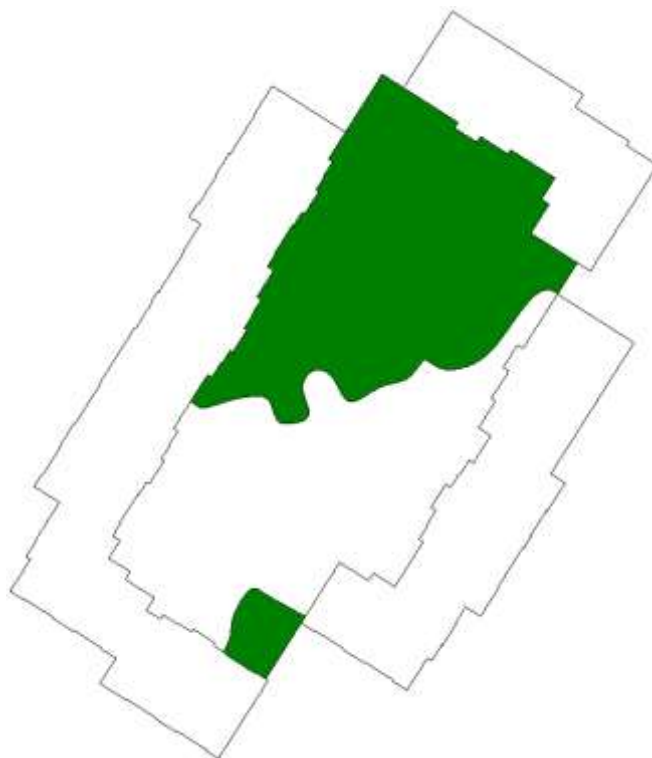


Рис. 2.30 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

55

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2900}{5578,4} 100 = 51,9 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, м², житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2900 \text{ м}^2$$

S_d - площа території, м², житлової групи.

$$S_d = 5578,4 \text{ м}^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи становить 51,9%.

2.4.3. Підвищення поверховості будинку номер 1 на 3-а поверхи

Збільшення поверховості будинку №1 на ведено на рис. 2.31

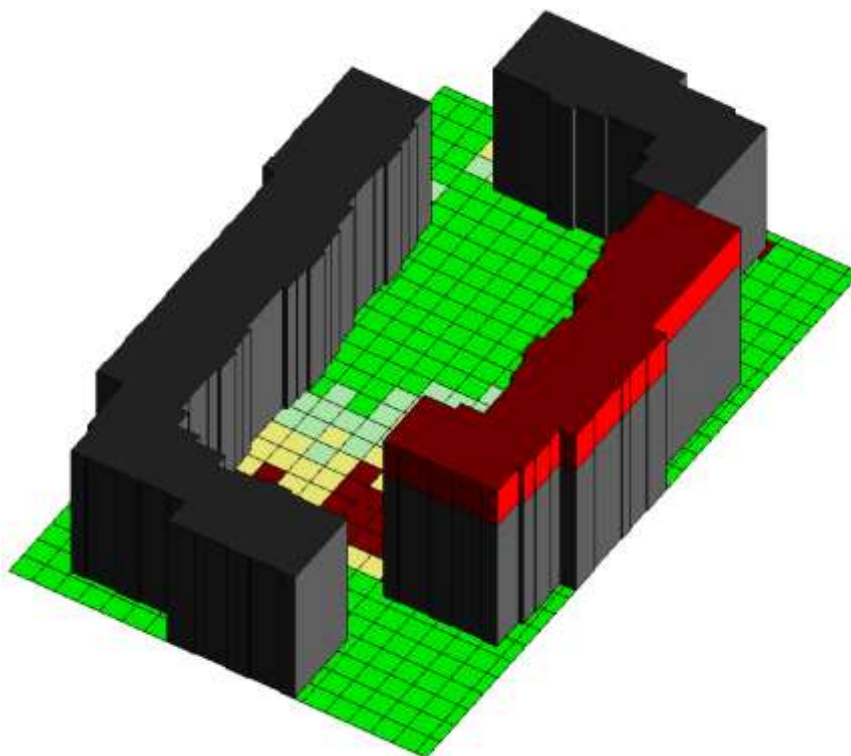


Рис. 2.31 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на три поверхи.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

56

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.32

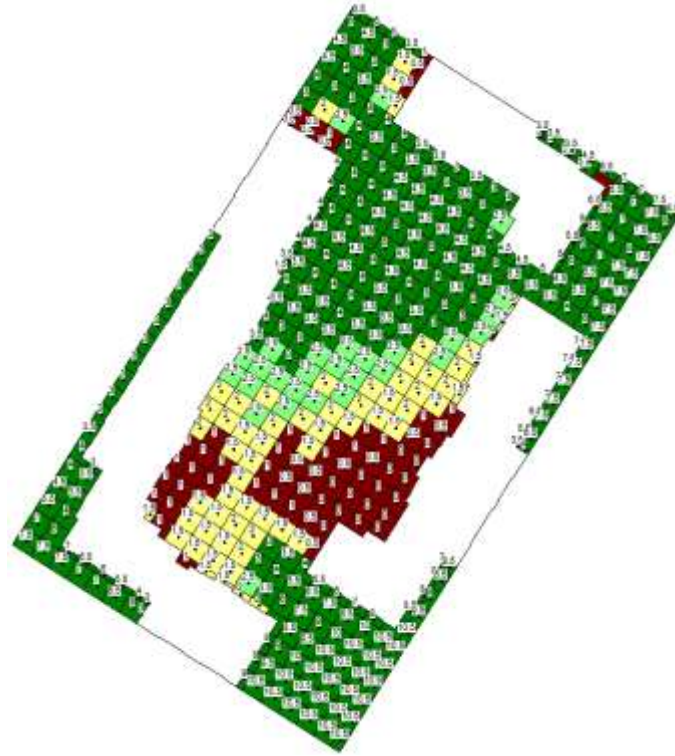


Рис. 2.32 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на три поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.33.



Рис. 2.33 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на три поверхи.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2774,6}{5578,4} 100 = 49,7 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2774,6 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

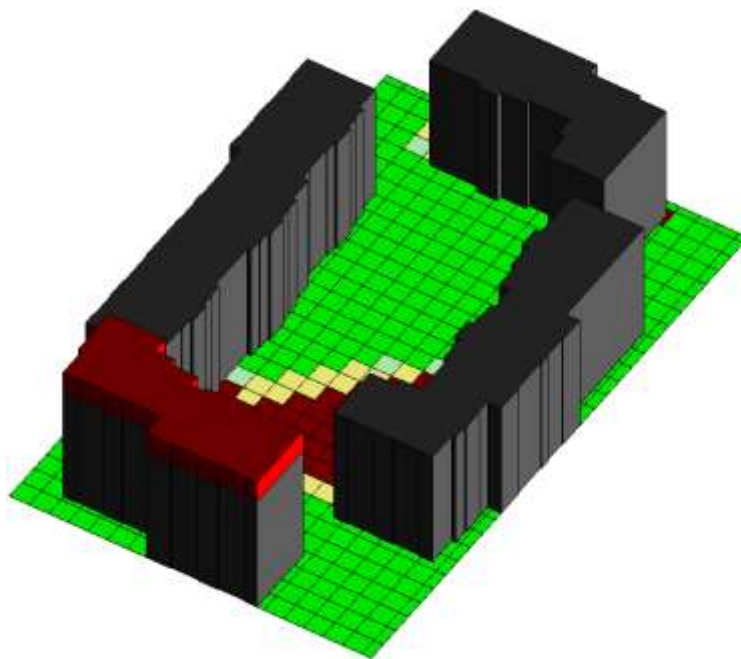
Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на три поверхів становить 49,7%.

Висновок.

Збільшити поверховість будинку №1 можна на 2-а поверхи. При подальшому збільшенні поверховості норми інсоляції двору виконуватися не будуть.

2.4.4. Підвищення поверховості будинку номер 3 на 1-н поверх

Збільшення поверховості частини будинку №3 на ведено на рис. 2.34



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

58

Рис. 2.34 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на два поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.35

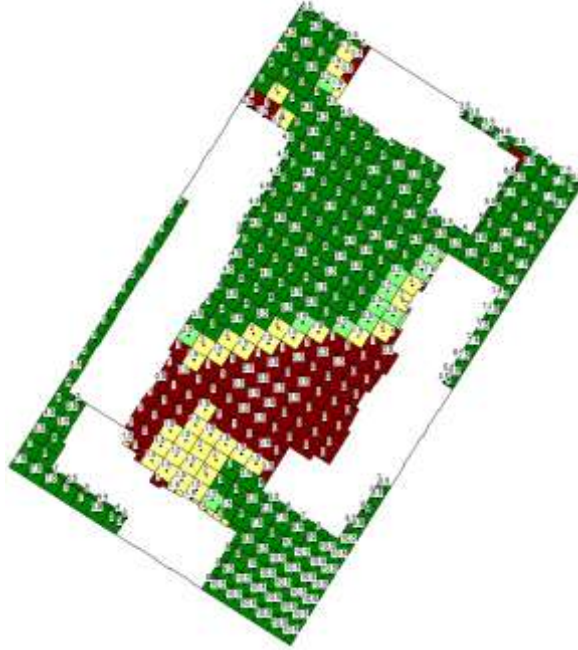


Рис. 2.35 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на один поверх.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.36.



Рис. 2.36 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2956,5}{5578,4} 100 = 52 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2956,5 m^2$$

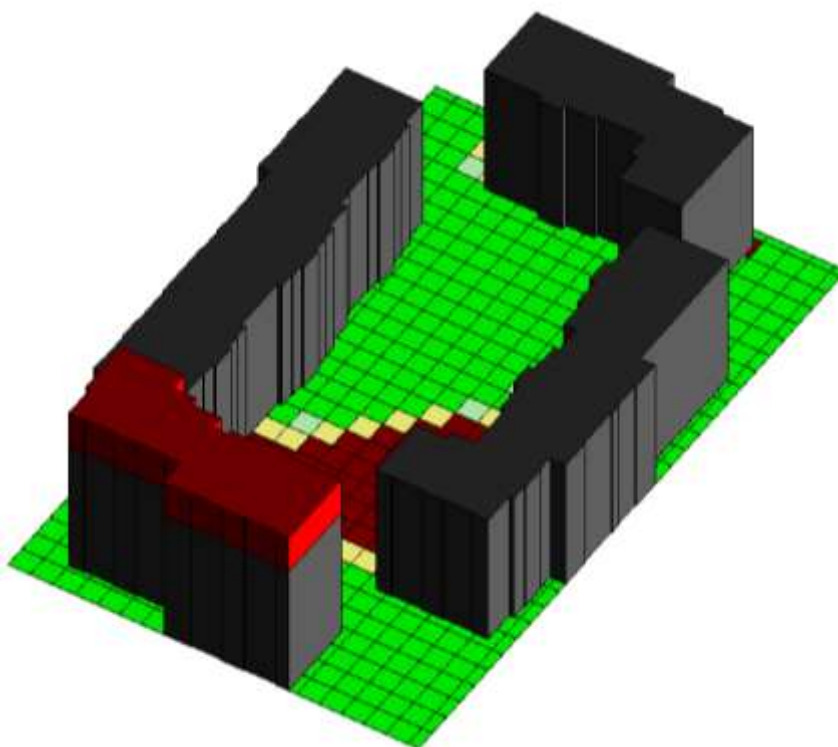
S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверх становить 53%.

2.4.5. Підвищення поверховості будинку номер 3 на 2-а поверхи

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 2.37



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

60

Рис. 2.37 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на три поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.38

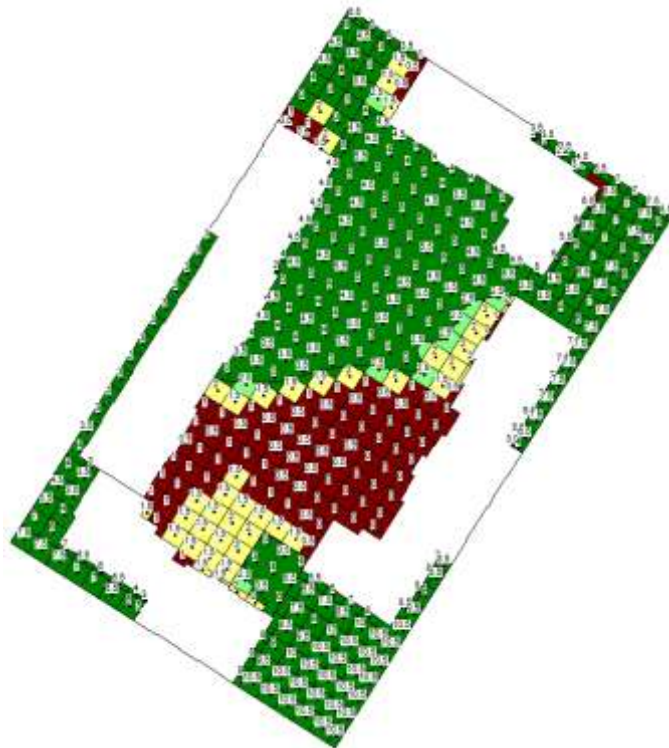


Рис. 2.38 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на два поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.39.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						61
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		



Рис. 2.39 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2777,3}{5578,4} 100 = 49,8 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2777,3 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи становить 49,8%.

Висновок.

Збільшити поверховість будинку №3 можна на 2-а поверхи. При подальшому збільшенні поверховості норми інсоляції двору виконуватися не будуть.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		62

2.4.6. Підвищення поверховості будинку номер 1 та 3 на 1-н поверх

Збільшення поверховості будинку №1 та частини будинку № 3 на ведено на рис.

2.40.

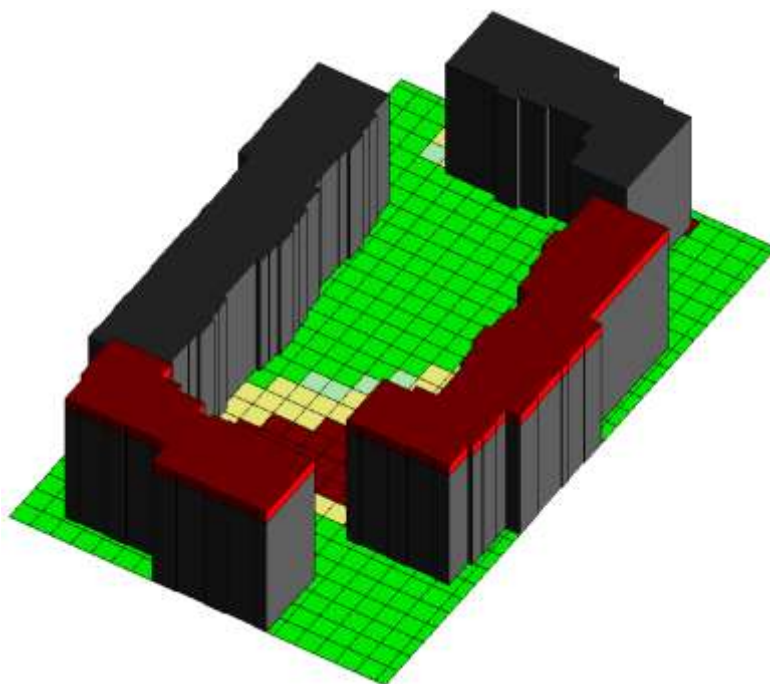


Рис. 2.40 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на один поверх.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.41

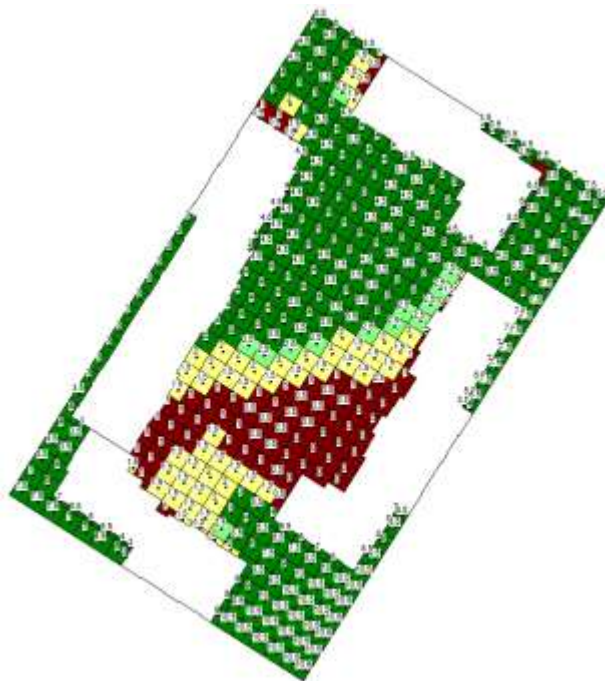


Рис. 2.41 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на один поверх.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

63

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.42.



Рис. 2.42 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2941,8}{5578,4} 100 = 52,7 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2941,8 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх становить 52,7%.

2.4.7. Підвищення поверховості будинку номер 1 та 3 на 2-а поверх

Збільшення поверховості будинку №1 та частини будинку № 3 на ведено на рис. 2.43

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		64

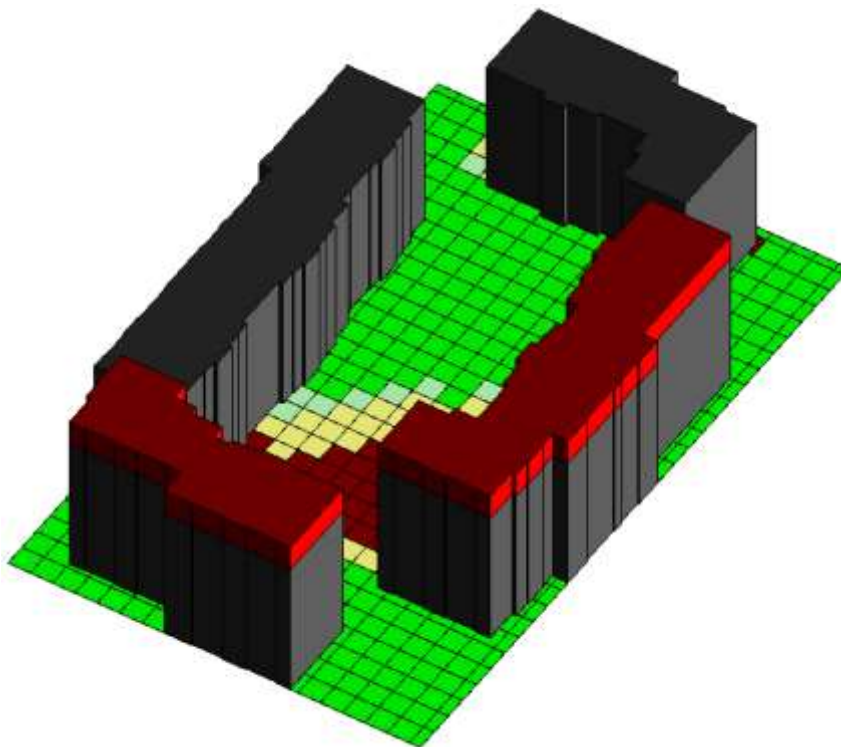


Рис. 2.43 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на два поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 2.44

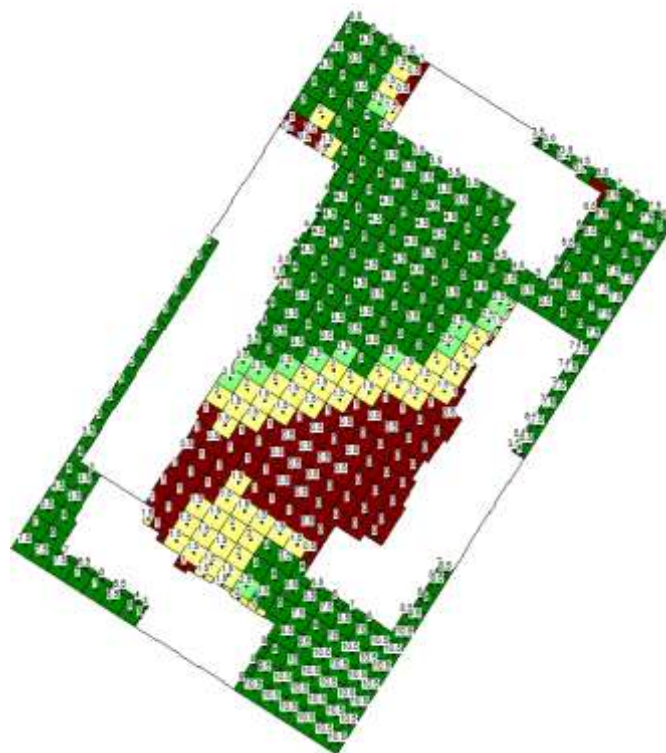


Рис. 2.44 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на два поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 2.45.



Рис. 2.45 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2646,4}{5578,4} 100 = 47,5 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2646,4 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи становить 47,5%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		66

2.5 Оцінка варіантів збільшення житлової площі у будинках

Житлова площа у всіх будинках становить $S_{\text{поч}} = 37354,8 \text{ м}^2$.

1. При збільшенні поверховості будинку №1 на два поверхи житлова площа збільшується на 3721,96 м².

Визначаємо відсоток збільшення житлової площі за формулою

$$n_1 = \frac{(37354,8 + 3721,96) * 100}{37354,8} - 100 = 8,6 \%$$

2. При збільшенні поверховості будинку №3 на два поверхи житлова площа збільшується на 1374 м².

Визначаємо відсоток збільшення житлової площі за формулою

$$n_2 = \frac{(37354,8 + 1374) * 100}{37354,8} - 100 = 3,7 \%$$

3. При збільшенні поверховості будинку №1 та №3 на один поверх житлова площа збільшується на 1821 м²:

Визначаємо відсоток збільшення житлової площі за формулою

$$n_3 = \frac{(37354,8 + 1821) * 100}{37354,8} - 100 = 4,9 \%$$

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		67

Висновки по розділу 2

- 1) Відсоток площі двору де виконуються норми інсоляції становить 58,6 %.
- 2) Перевищення норм з інсоляції становить 8,6 %.
- 3) Перевищення норм з інсоляції дозволяє збільшити житлову площу у будинках за рахунок підвищення поверховості будинків.
- 4) Найбільший відсоток збільшення житлової площі у будинках спостерігається при збільшенні поверховості будинку №1 на два поверхи. Відсоток становить 8,6 %.
- 5) При подальшому збільшенні поверховості норми з інсоляції території двору не виконуються.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		68

**РОЗДІЛ 3. СПОСОБИ ПІДВИЩЕННЯ РАЦІОНАЛЬНОГО
ВИКОРИСТОВУВАННЯ ТЕРИТОРІЇ ПІД ЗАБУДОВУ
ЖИТЛОВОЇ ГРУПИ З ДОТРИМАННЯМ НОРМ
ІНСОЛЯЦІЇ.**

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
<i>Зм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Підпис</i>	<i>Дата</i>		69

3.1 Вибір оптимальної орієнтації житлової групи по сторонам світу

Метою розділу є вибір орієнтації житлової групи по сторонам світу яка б забезпечувала найбільший відсоток території двору де виконуються норми інсоляції.

Приймаємо поворот житлової групи відносно попереднього положення на: 45° ; 90° ; 135° ; 180° ; 225° ; 270° ; 315° .

3.1.1. Поворот житлової групи на 45 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.1.

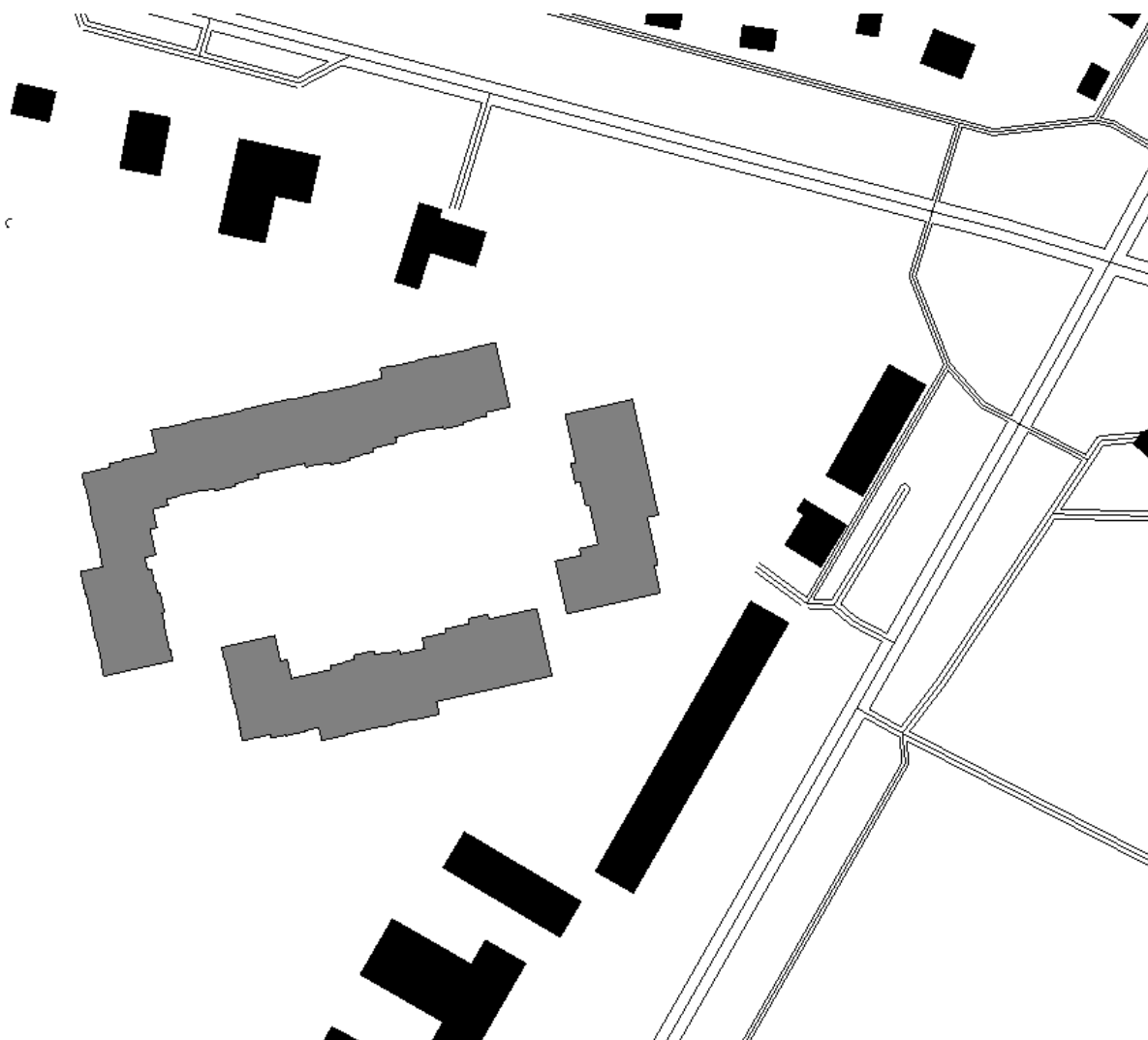


Рис. 3.1 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 45° .

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведені на рис. 3.2

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		70

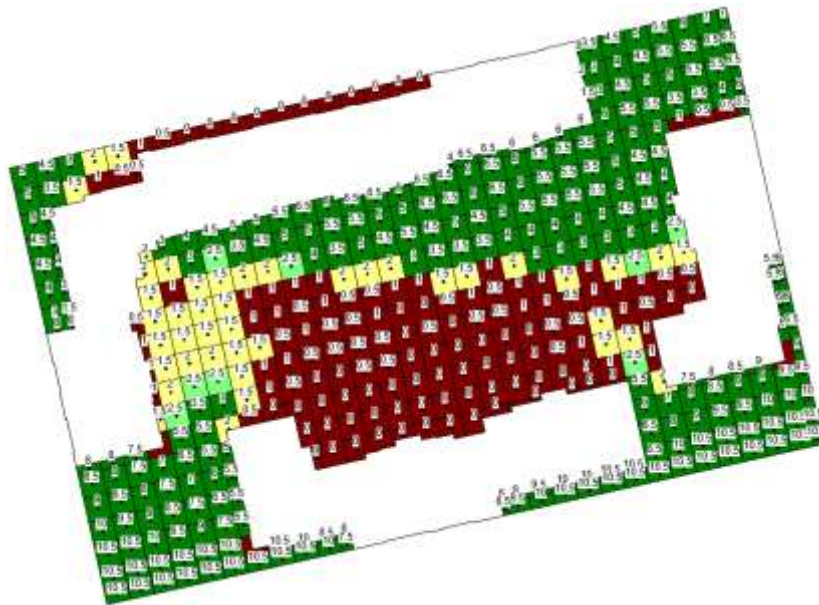


Рис. 3.2 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 45° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.3.

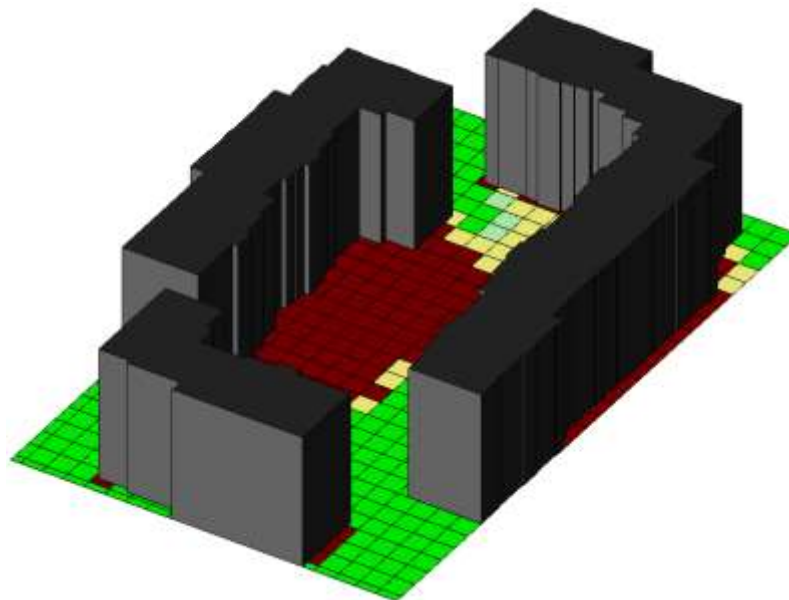


Рис. 3.3 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 45° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.4.

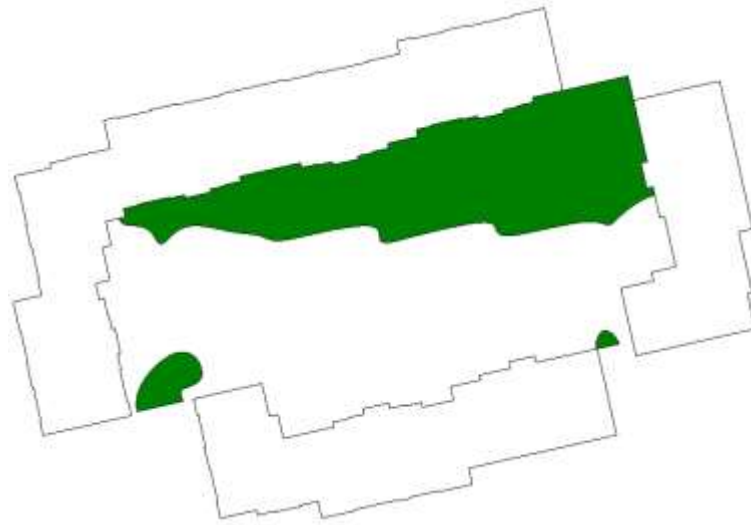


Рис. 3.4 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 45° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2019,2}{5578,4} 100 = 36,2 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2019,2 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 45° становить 36,2%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		72

3.1.2. Поворот житлової групи на 90 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.5.



Рис. 3.5 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 90° .

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.6

					601-БМ.11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		73

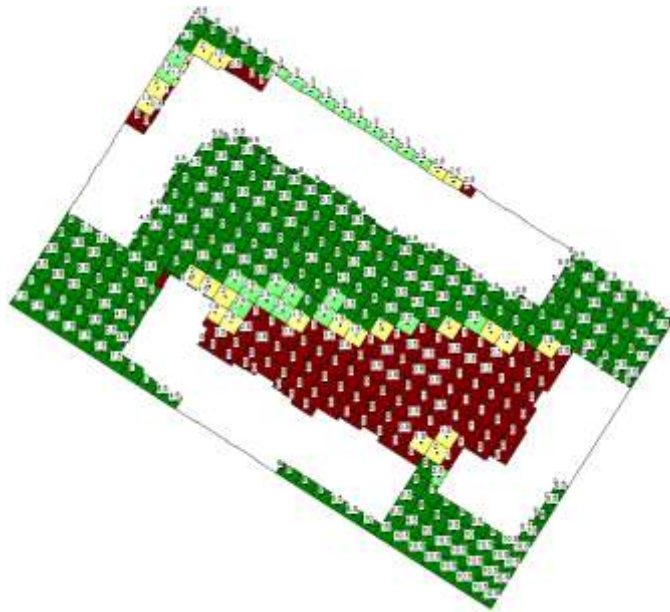


Рис. 3.6 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 90° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.7.

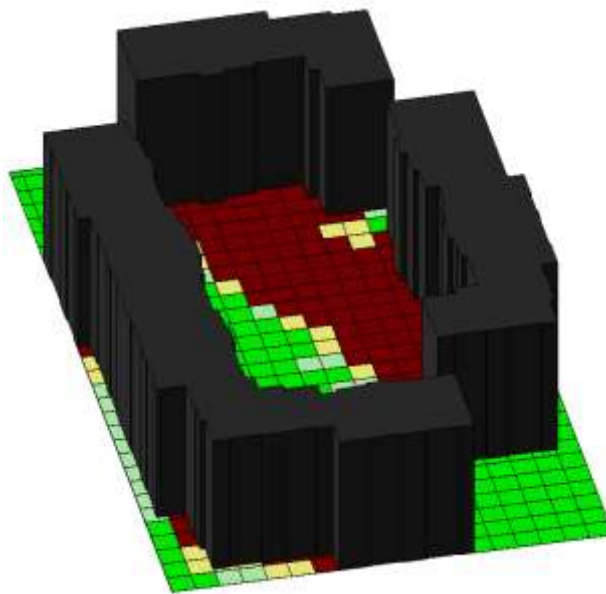


Рис. 3.7 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 90° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.8.

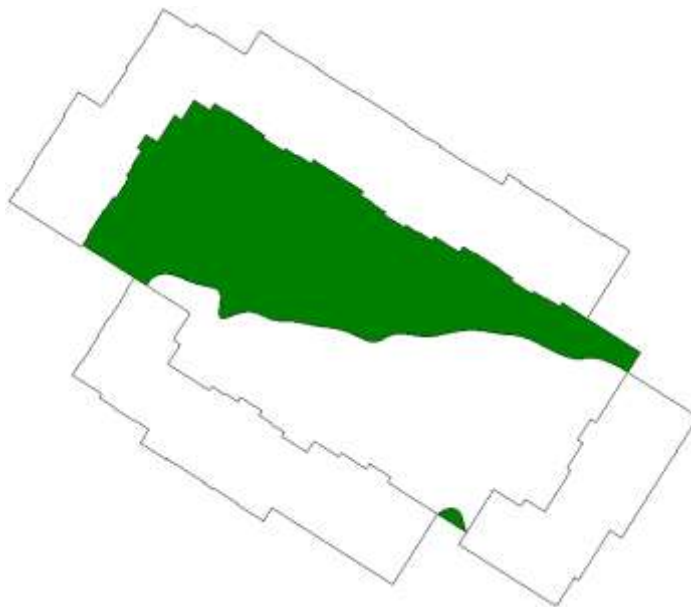


Рис. 3.8 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 90° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2881,8}{5578,4} 100 = 51,7 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2881,8 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 90° становить 51,7%.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

75

3.1.3. Поворот житлової групи на 135 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.9.

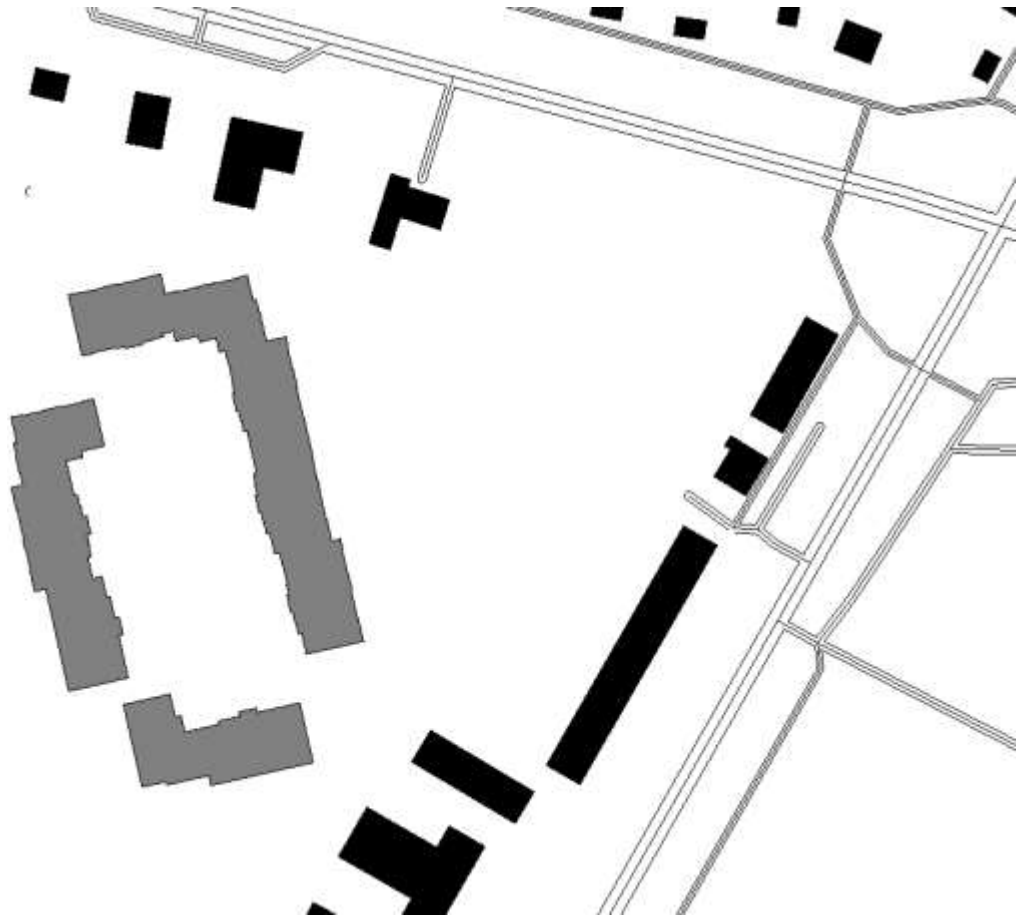


Рис. 3.9 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 135° .

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.10

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		76

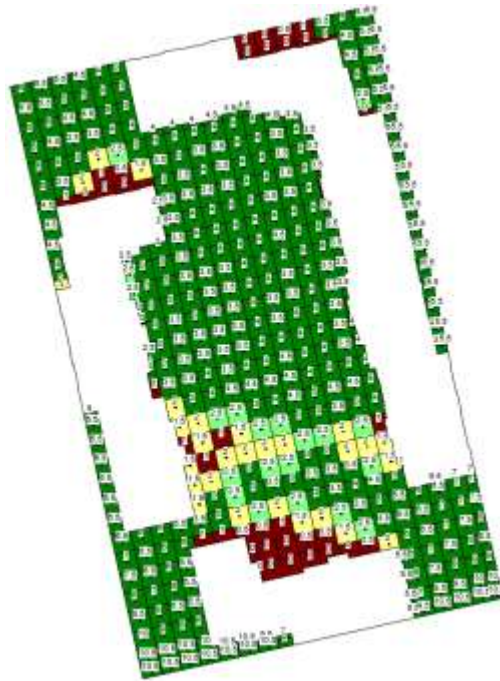


Рис. 3.10 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 135° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.11.

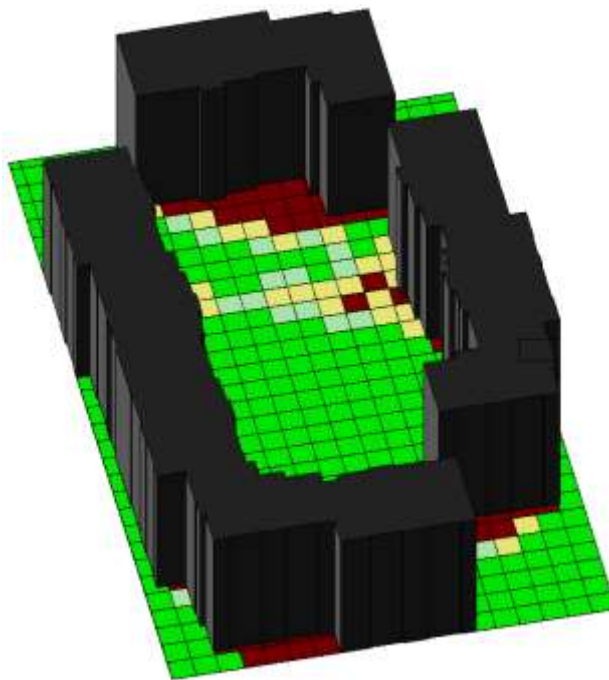


Рис. 3.11 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 135° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.12.



Рис. 3.12 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 135° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{4436,4}{5578,4} 100 = 79,5 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 4436,4 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 135° становить 79,5%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						78
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.4. Поворот житлової групи на 180 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.13.

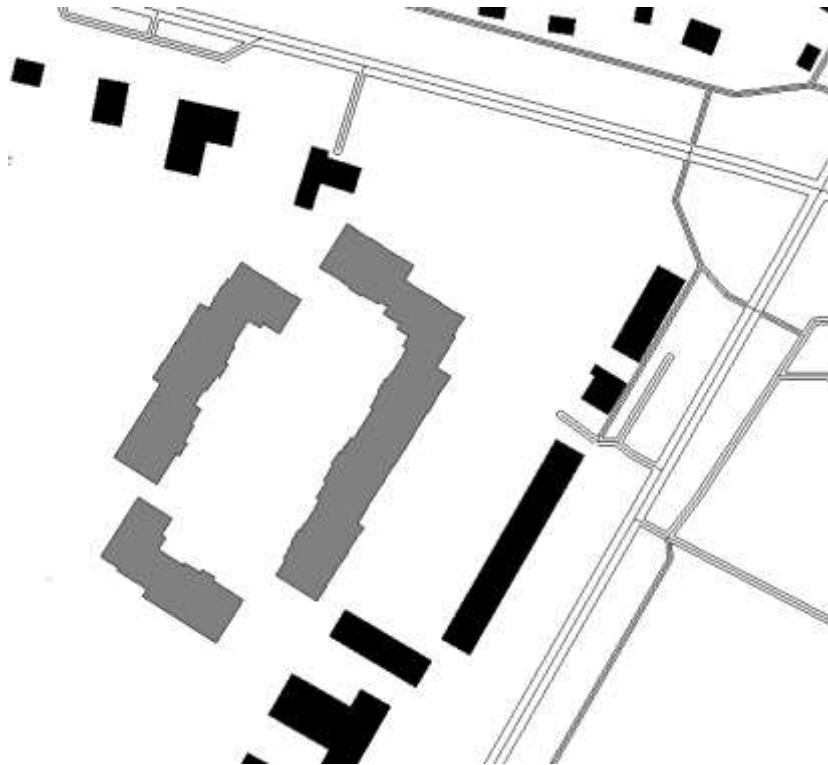
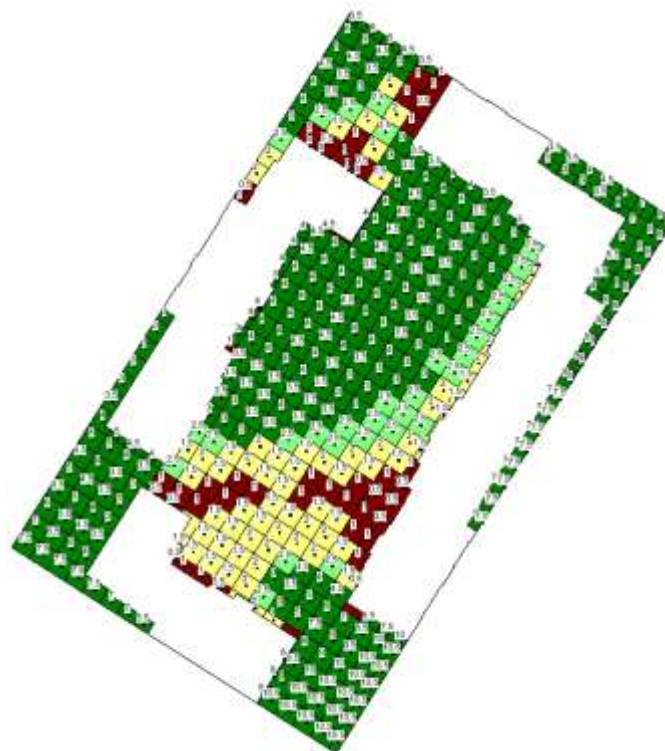


Рис. 3.13 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 180°.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведення на рис. 3.14



Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.11393390.ПЗ

Арк.

79

Рис. 3.14 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 180° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.15.

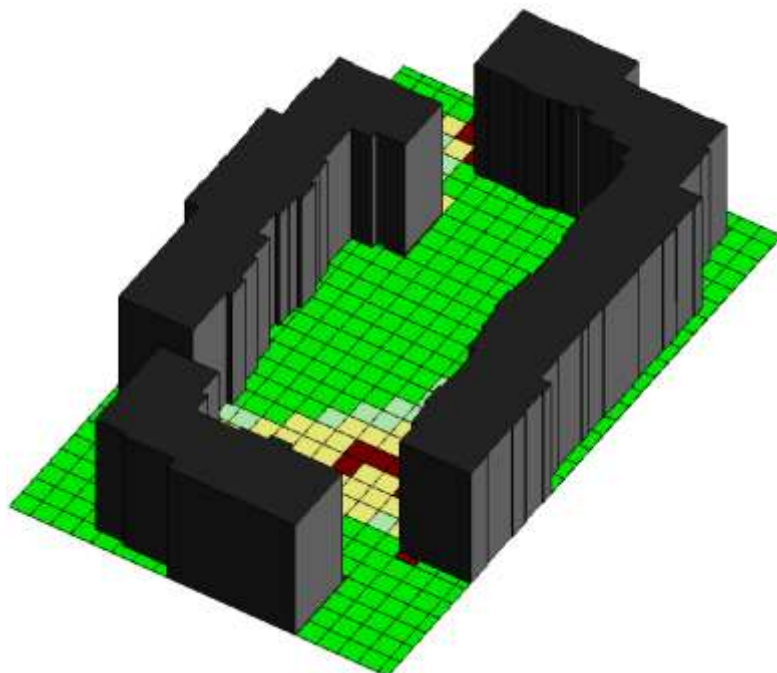


Рис. 3.15 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 180° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.16.

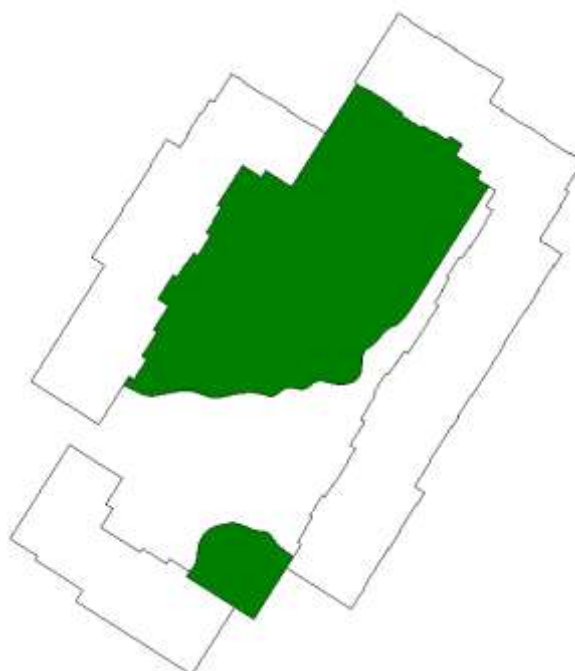


Рис. 3.16 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 180° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3487,3}{5578,4} 100 = 62,5 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3487,3 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 180° становить 62,5%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						81
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.5. Поворот житлової групи на 225 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.17.

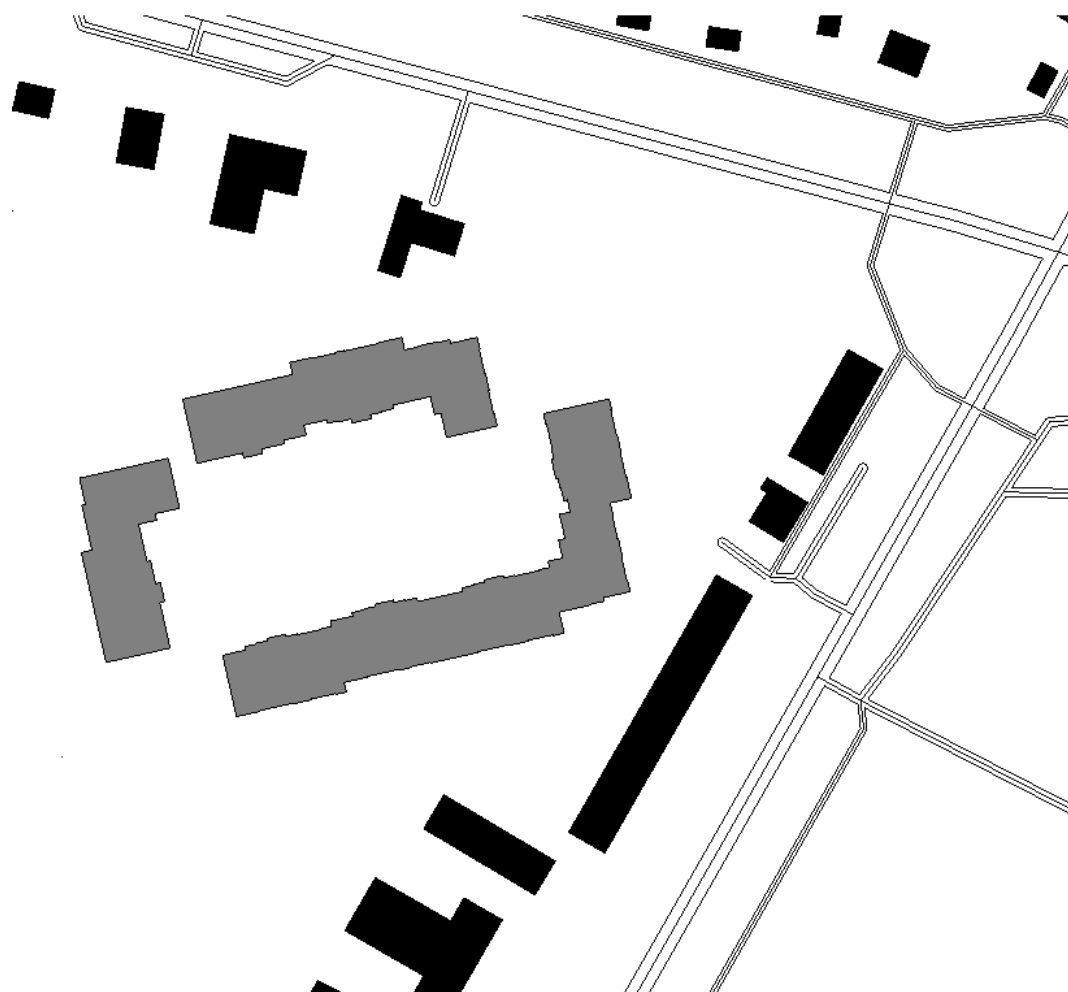


Рис. 3.17 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 225° .

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.18

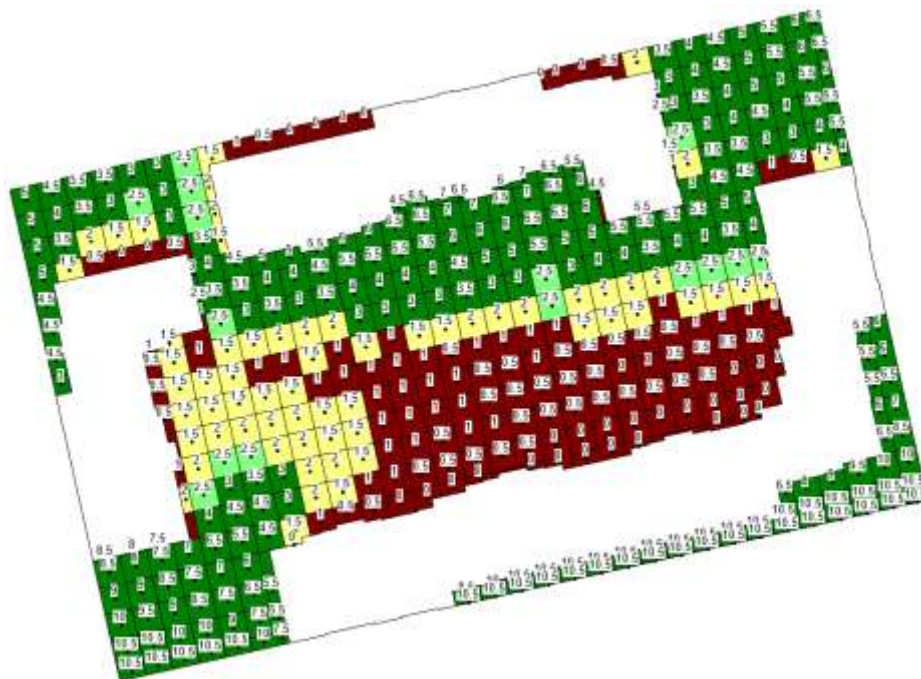


Рис. 3.18 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 225° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.19.

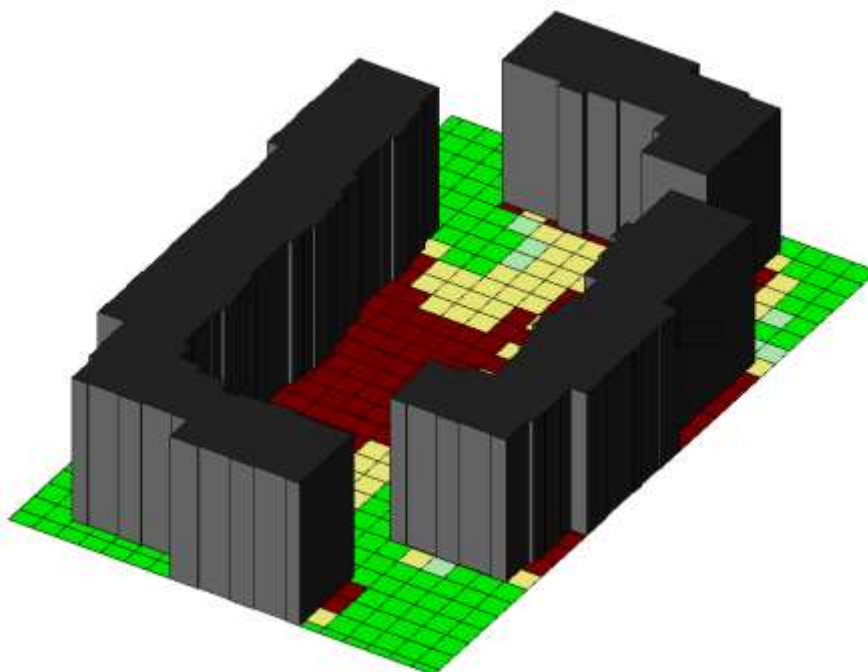


Рис. 3.19 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 225° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.20.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.11393390.ПЗ

Арк.

83

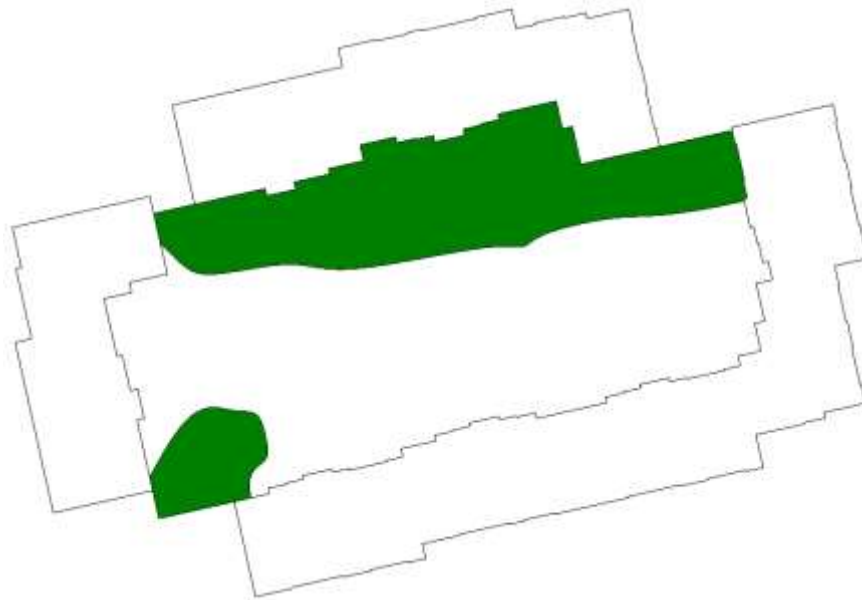


Рис. 3.20 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 225° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{1990,1}{5578,4} 100 = 35,8 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 1990,1 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 225° становить 35,8%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						84
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.6. Поворот житлової групи на 270 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.21.



Рис. 3.21 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 270⁰.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.22

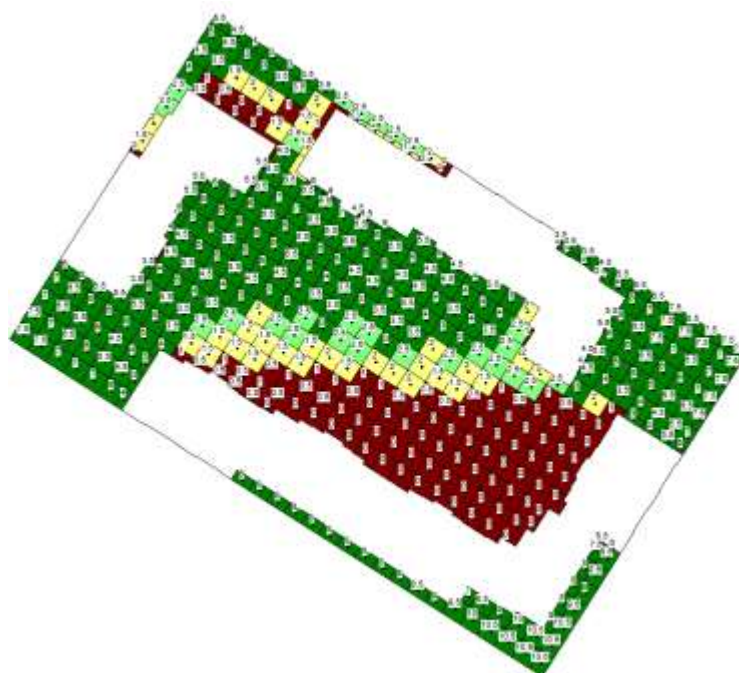


Рис. 3.22 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 270° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.23.

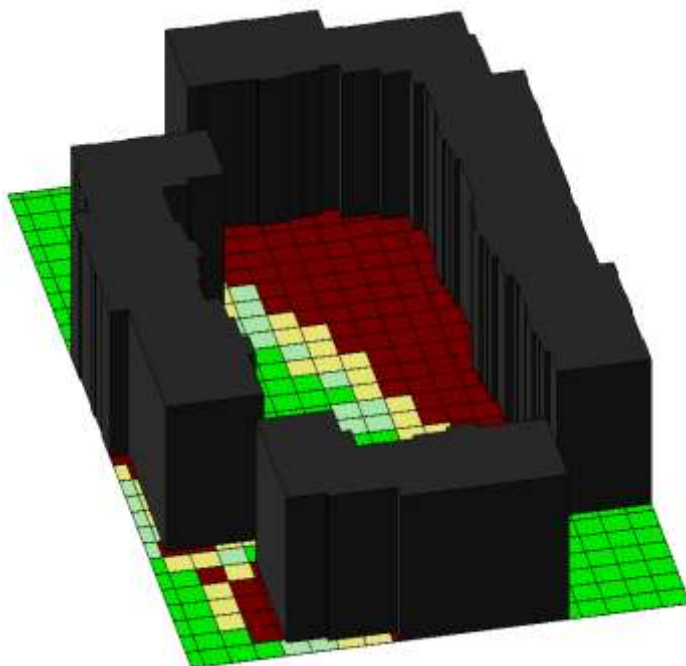


Рис. 3.23 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 270° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.24.

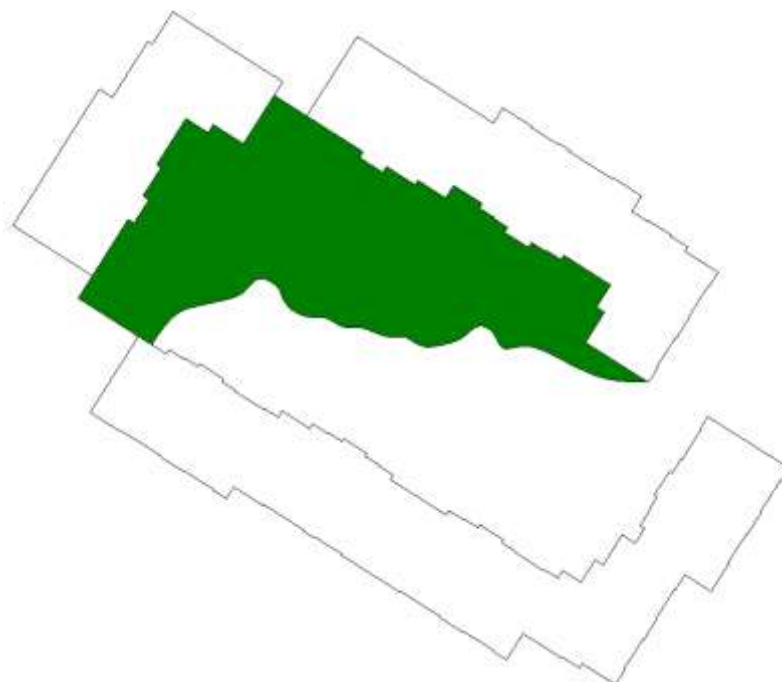


Рис. 3.24 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 270° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2815,6}{5578,4} 100 = 50,5 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2815,6 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 180° становить 50,5%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						87
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.1.7. Поворот житлової групи на 315 градусів.

Схема розташування житлової групи наведена на рис. 3.25.

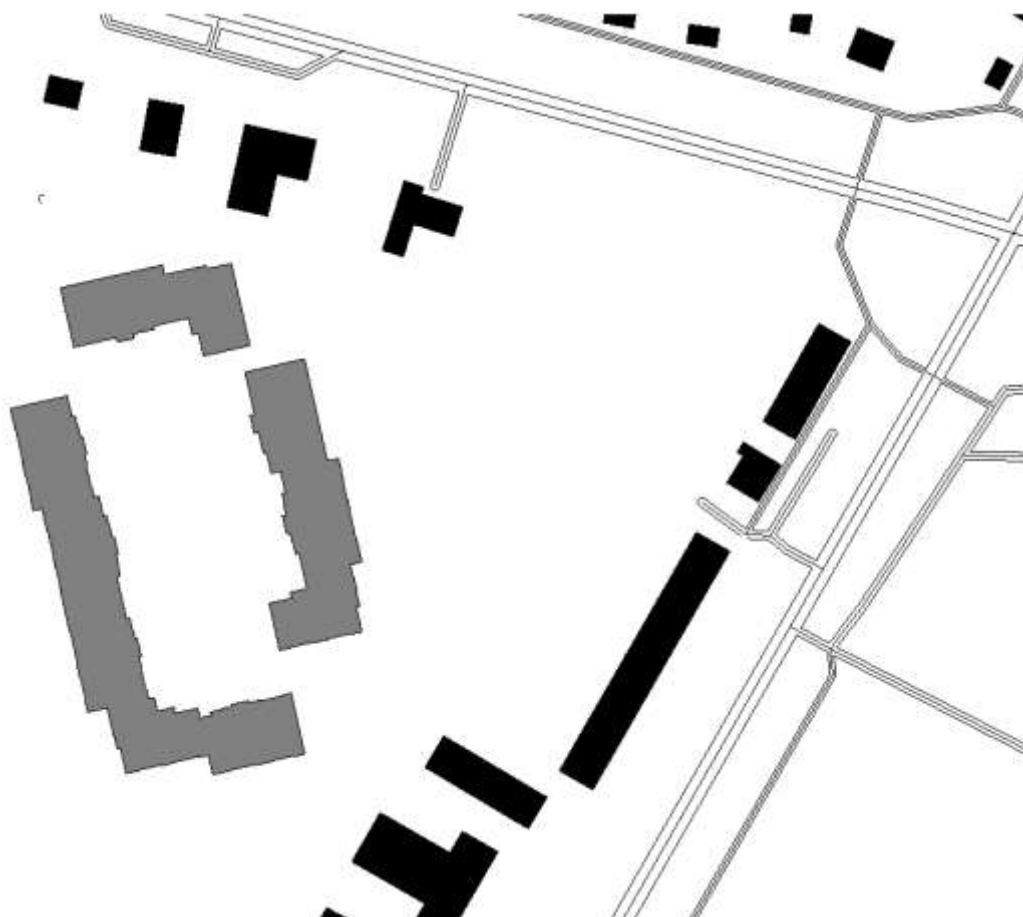


Рис. 3.25 - Схема розташування житлової групи при повороті від попереднього положення на 315⁰.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.26

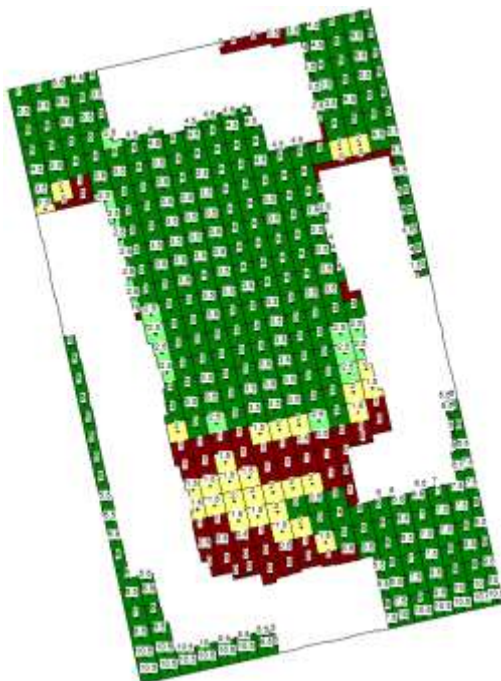


Рис. 3.26 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору при повороті від початкового положення на 315° .

Аксонометрія житлової групи на якій територія двору де виконуються норми інсоляції (показана зеленим кольором) наведення на рис. 3.27.

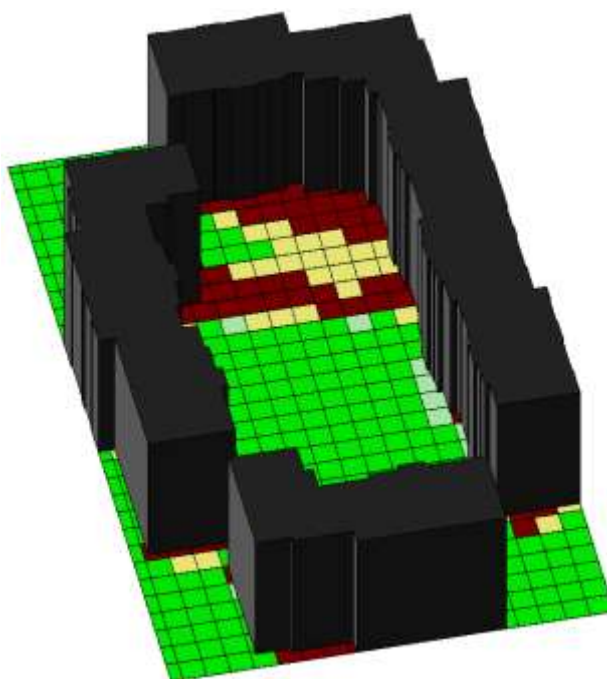


Рис. 3.27 - Аксонометрія житлової групи при повороті від початкового положення на 315° .

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.28.



Рис. 3.28 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції при повороті від початкового положення на 315° .

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3977,2}{5578,4} 100 = 71,3 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3977,2 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції при повороті на 315° становить 71,3%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						90
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Результати дослідження тривалості інсоляції при повороті житлової групи на: 45⁰; 90⁰; 135⁰; 180⁰; 225⁰; 270⁰; 315⁰ наведені у таблиці 3.1.

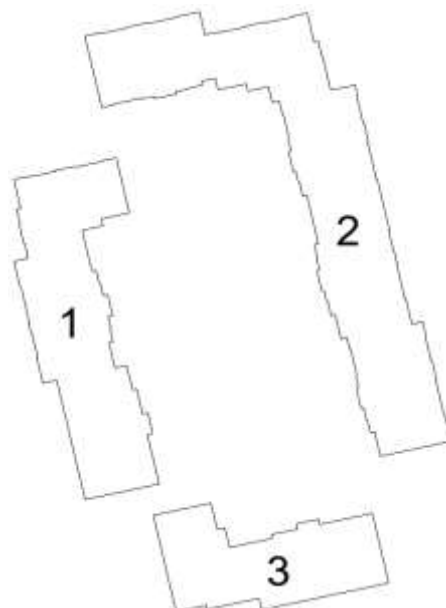
Таблиця 3.1.

	Поворот житлової групи від початкового положення на	Відсоток території житлового двору де виконуються норми інсоляції
	0 ⁰	58,6%
	45 ⁰	36,2%
	90 ⁰	51,7%
	135 ⁰	79,5%
	180 ⁰	62,5%
	225 ⁰	35,8%
	270 ⁰	50,5%
	315 ⁰	71,3%

Як видно з таблиці 3.1 максимальний відсоток території двору житлової групи спостерігається при повороті її від початкового положення на 135⁰. Відсоток становить 79,5%.

Так як відсоток території двору житлової групи перевищує нормативне значення на 29,5%, то це дозволяє збільшити поверховість будинків житлової групи.

Номера будинків житлової групи наведено на рис. 3.29



3.2 Збільшення житлової площі у будинках за рахунок підвищення поверховості.

3.2.1. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 1 поверх

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.30

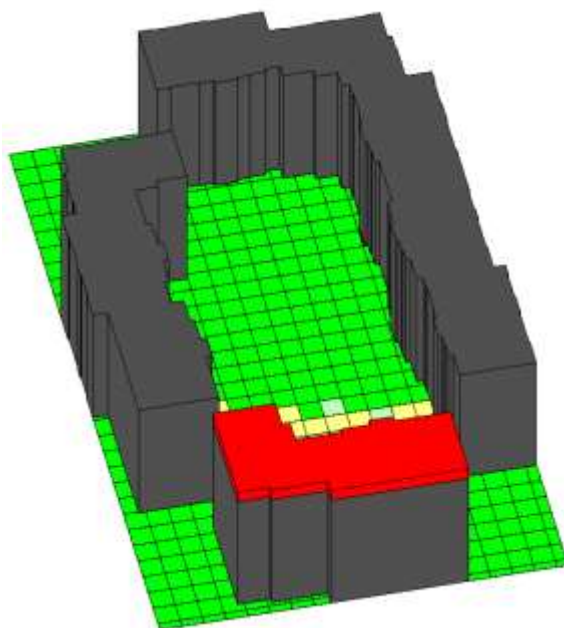


Рис. 3.30 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на один поверх.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.31

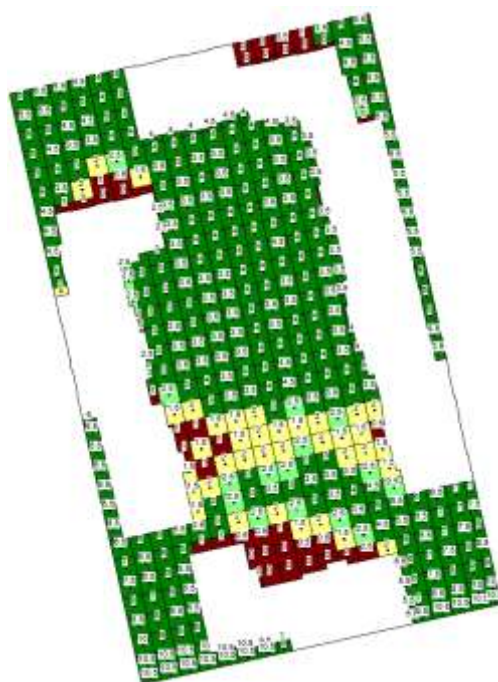


Рис. 3.31 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на один поверх.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.32.



Рис. 3.32 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{4171}{5578,4} 100 = 74,8 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 4171 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на один поверх становить 74,8%.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						93
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

3.2.2. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 2 поверхи

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.33

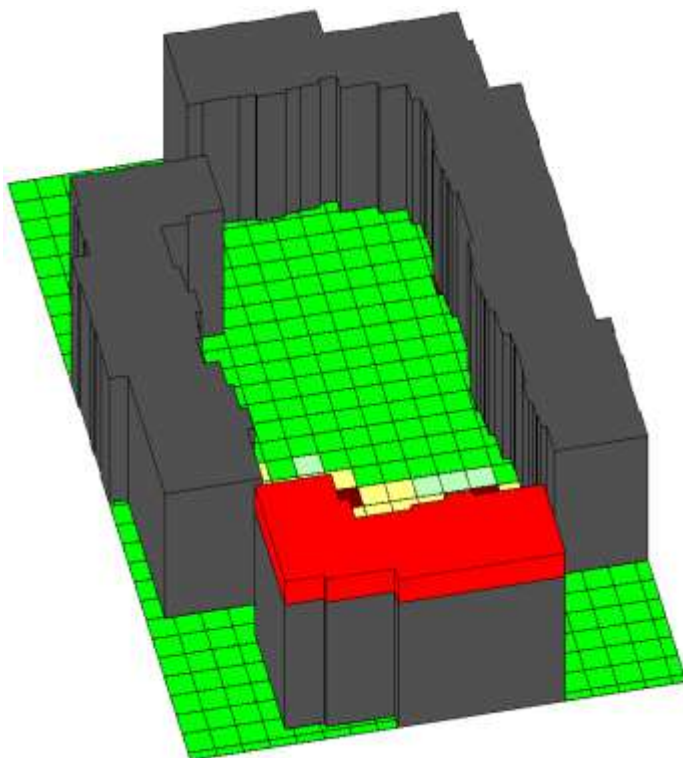


Рис. 3.33 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на два поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.34

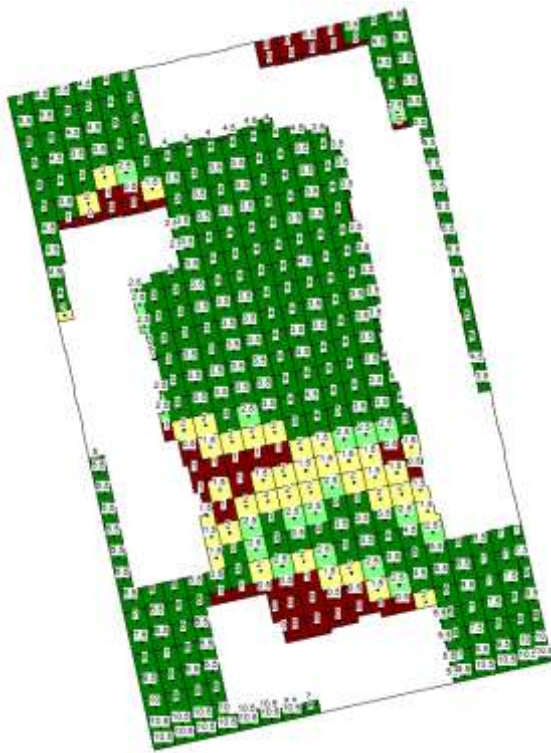


Рис. 3.34 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на два поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.35.



Рис. 3.35 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

95

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3953,7}{5578,4} 100 = 70,9 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3953,7 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на два поверхи становить 70,9%.

3.2.3. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 3 поверхи

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.36

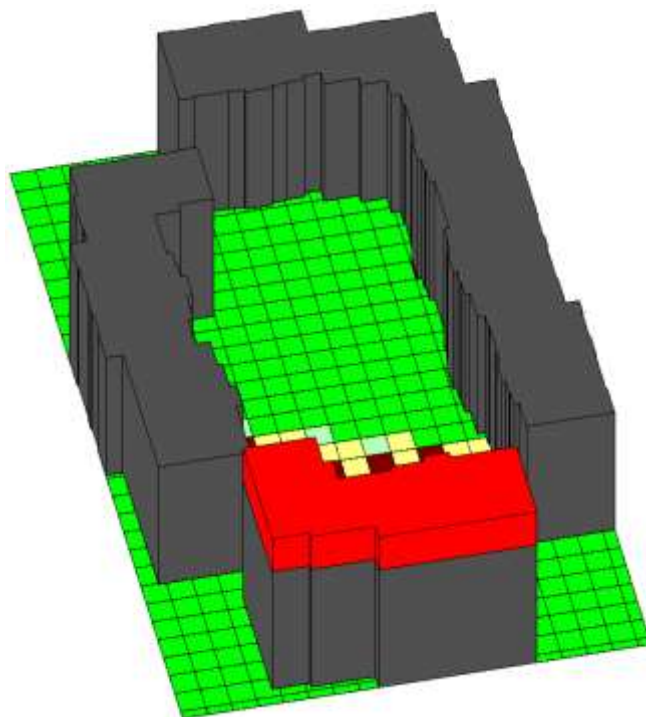


Рис. 3.36 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на три поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.37

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		96

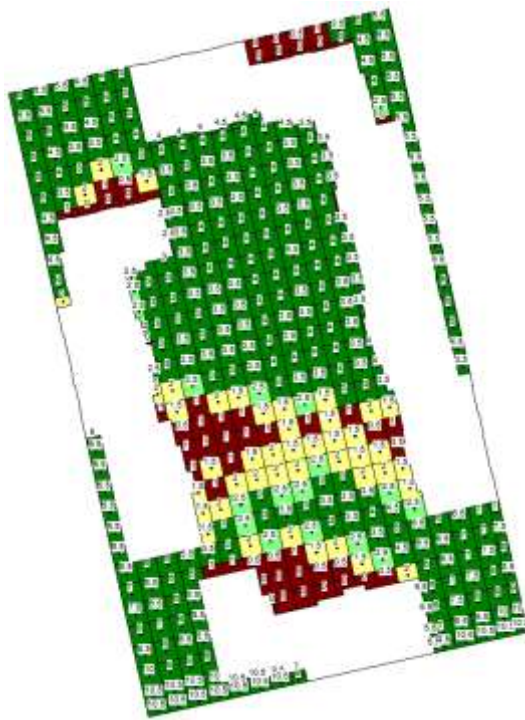


Рис. 3.37 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на три поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.38.



Рис. 3.38 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на три поверхи.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ.11393390.ПЗ

Арк.

97

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3686,6}{5578,4} 100 = 66,1 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, м², житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3686,6 \text{ м}^2$$

S_d - площа території, м², житлової групи.

$$S_d = 5578,4 \text{ м}^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на три поверхи становить 66,1%.

3.2.4. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 4 поверхи

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.39

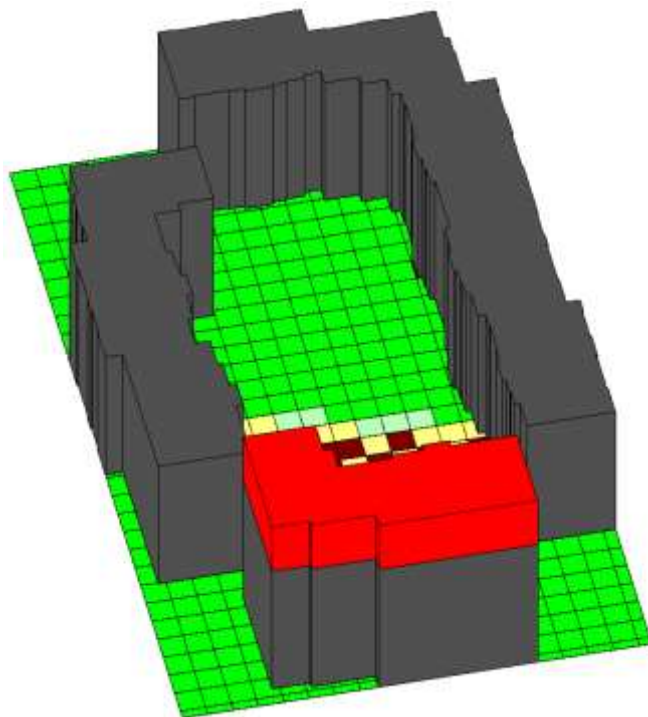


Рис. 3.39 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на чотири поверхи.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведенна на рис. 3.40

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		98

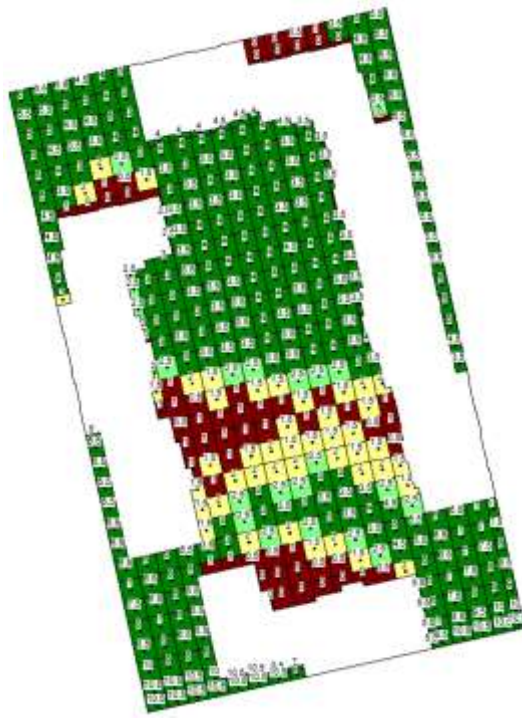


Рис. 3.40 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на чотири поверхи.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.41.

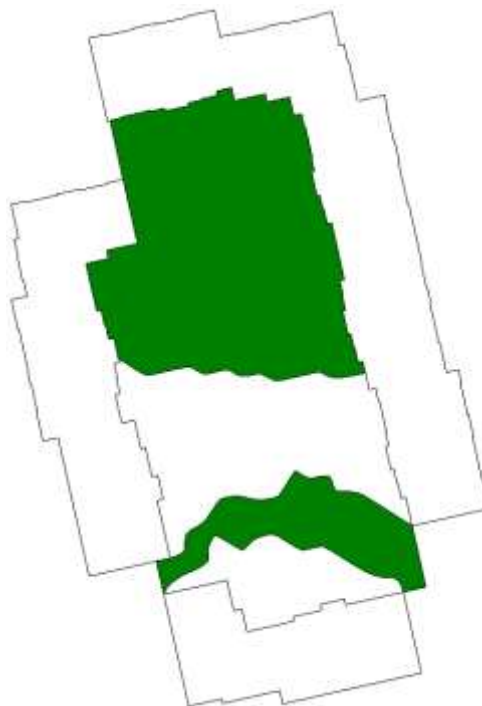


Рис. 3.41 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на чотири поверхи.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3501,7}{5578,4} 100 = 62,8 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, м², житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3501,7 \text{ м}^2$$

S_d - площа території, м², житлової групи.

$$S_d = 5578,4 \text{ м}^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на чотири поверхи становить 62,8%.

3.2.5. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 5 поверхів

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.42

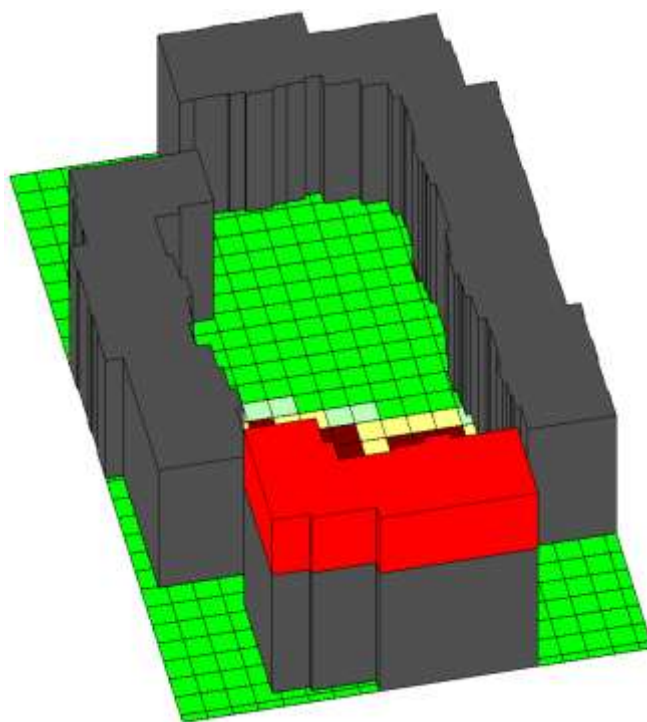


Рис. 3.42 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на п'ять поверхів.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.43

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		100

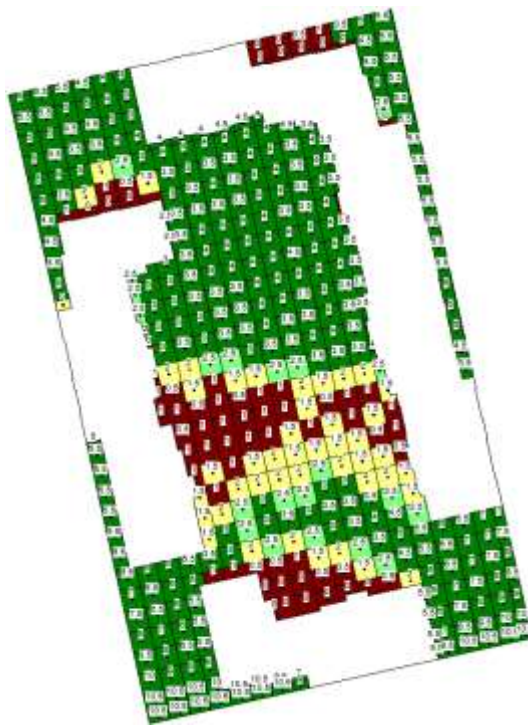


Рис. 3.43 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на п'ять поверхів.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.44.



Рис. 3.44 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на п'ять поверхів.

Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата

601-БМ. 11393390.ПЗ

Арк.

101

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3329,6}{5578,4} 100 = 59,7 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, м², житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3329,6 \text{ м}^2$$

S_d - площа території, м², житлової групи.

$$S_d = 5578,4 \text{ м}^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на п'ять поверхів становить 59,7%.

3.2.6. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 6 поверхів

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.45

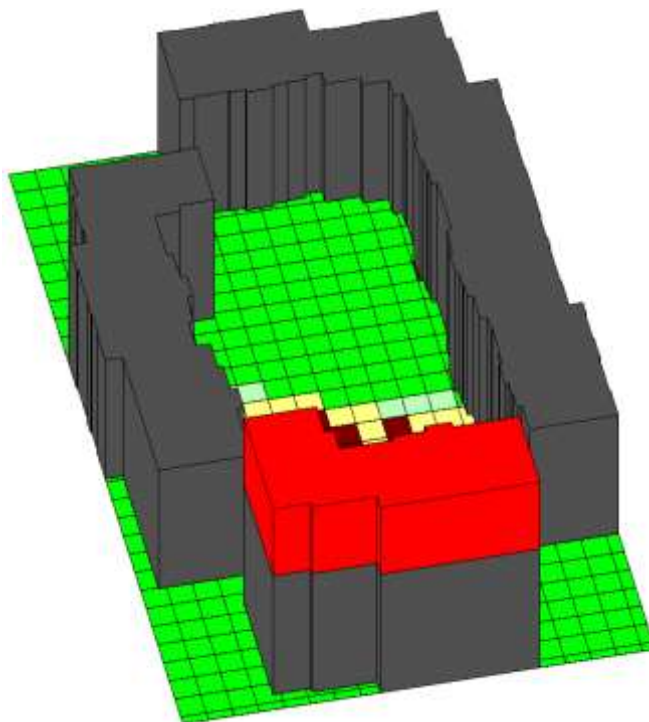


Рис. 3.45 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на шість поверхів.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведенна на рис. 3.46

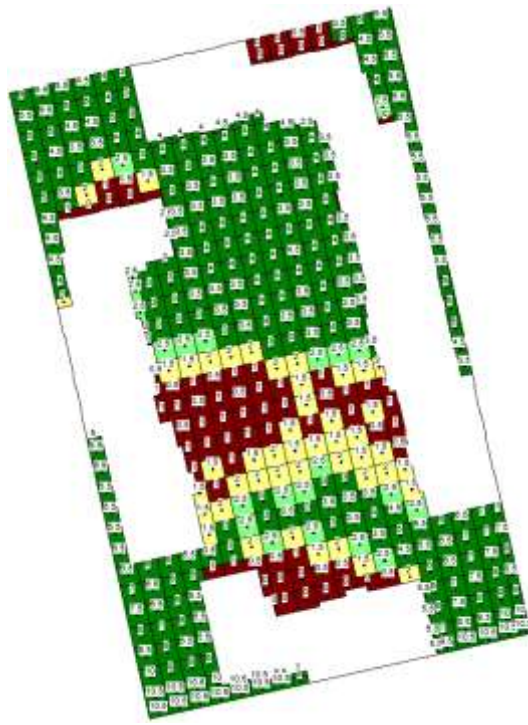


Рис. 3.46 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на шість поверхів.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.47.



Рис. 3.47 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на шість поверхів.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{3178,8}{5578,4} 100 = 56,7 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, m^2 , житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 3178,8 m^2$$

S_d - площа території, m^2 , житлової групи.

$$S_d = 5578,4 m^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на шість поверхів становить 56,7%.

3.2.7. Збільшення поверховості будинку номер 3 на 7 поверхів

Збільшення поверховості будинку №3 на ведено на рис. 3.48

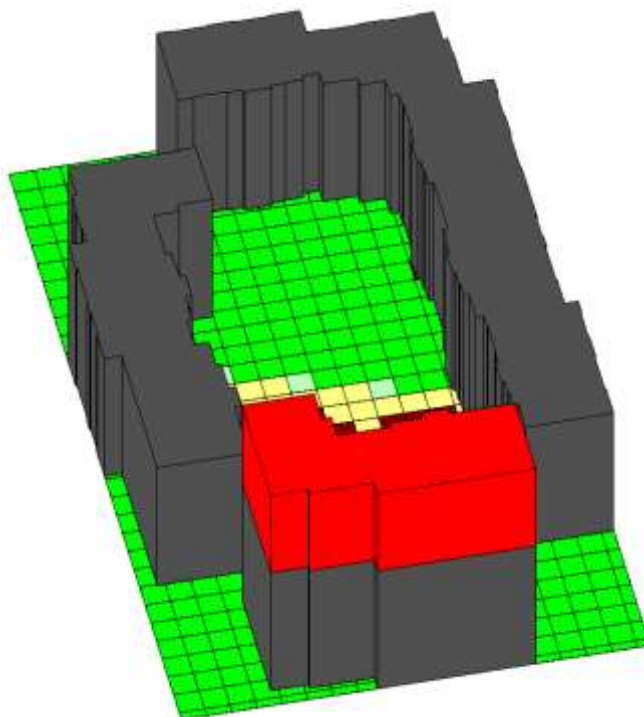


Рис. 3.48 - Аксонометрія житлової групи з збільшенням поверховості на сім поверхів.

Результати розрахунку тривалості інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору наведена на рис. 3.49

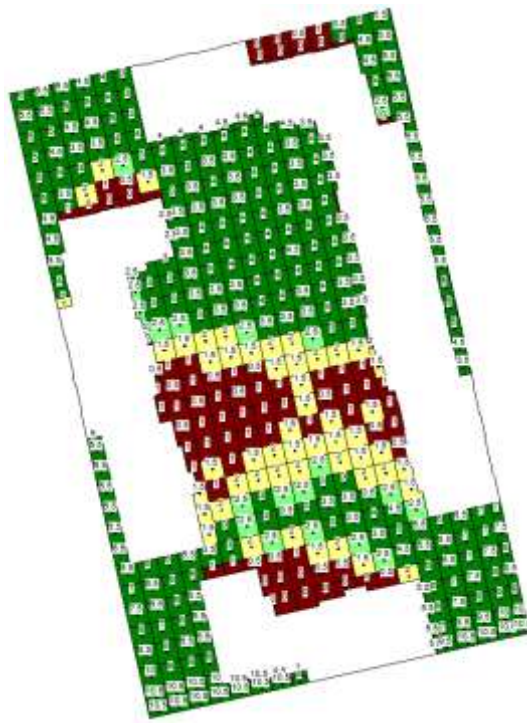


Рис. 3.49 - Тривалість інсоляції в розрахункових точках на території житлового двору з збільшенням поверховості на шість поверхів.

Територія житлового двору (в плані) де виконуються норми інсоляції наведена на рис. 3.50.



Рис. 3.50 - Територія житлового двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на шість поверхів.

Визначаємо відсоток території двору де виконуються норми інсоляції за формулою

$$k = \frac{S_{2,5}}{S_d} 100 = \frac{2765,1}{5578,4} 100 = 49,6 \%$$

де $S_{2,5}$ – площа території, м², житлової групи де виконуються норма інсоляції.

$$S_{2,5} = 2765,1 \text{ м}^2$$

S_d - площа території, м², житлової групи.

$$S_d = 5578,4 \text{ м}^2$$

Відсоток території двору де виконуються норми інсоляції з збільшенням поверховості на шість поверхів становить 49,6%.

При збільшенні поверховості будинку №2 на 6-ть поверхів житлова площа збільшується на 4317 м².

Визначаємо відсоток збільшення житлової площі за формулою

$$n_1 = \frac{(37354,8 + 4317,96) * 100}{37354,8} - 100 = 11,6 \%$$

Висновок:

1. Найбільша площа території двору де виконуються норми з інсоляції спостерігається при повороті житлової групи на 135⁰ від початкової орієнтації.
2. Відсоток площі двору де виконуються норми інсоляції становить 79,5 %,
3. Перевищення норм з інсоляції становить 29,5 %.
4. Перевищення норм з інсоляції дозволяє збільшити житлову площу у будинках за рахунок підвищення поверховості будинків.
5. При збільшенні поверховості будинку №3 на шість поверхів відсоток збільшення житлової площі у будинках становить 11,6 %.
6. При подальшому збільшенні поверховості норми з інсоляції території двору не виконуються.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						106
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		

Загальні висновки.

1. Аналіз літературних джерел показав що багато робіт присвячена використанню сонячної енергії для відновлюваної енергетики та бактерицидному впливу інсоляції на території та приміщення будівель

2. При початковій орієнтації житлової групи відсоток площі двору де виконуються норми інсоляції становить 58,6 %.

3. Перевищення норм з інсоляції становить 8,6 %.

4. Перевищення норм з інсоляції дозволяє збільшити житлову площу у будинках за рахунок підвищення поверховості будинків.

5. Найбільший відсоток збільшення житлової площі у будинках спостерігається при збільшенні поверховості будинку №1 на два поверхи. Відсоток збільшення становить 8,6 %.

6. При подальшому збільшенні поверховості норми з інсоляції території двору не виконуються.

7. Зміна орієнтації житлової групи показала, що найбільша площа території двору де виконуються норми з інсоляції спостерігається при повороті житлової групи на 135⁰ від початкової орієнтації.

8. Відсоток площі двору де виконуються норми інсоляції становить 79,5 %.

9. Перевищення норм з інсоляції становить 29,5 %.

10. Перевищення норм з інсоляції дозволяє збільшити житлову площу у будинках за рахунок підвищення поверховості будинків.

11. При збільшенні поверховості будинку №3 на шість поверхів відсоток збільшення житлової площі у будинках становить 11,6 %, що більше ніж при початковій орієнтації де цей відсоток становить 8,6 %. Тому ця орієнтація є оптимальною.

					601-БМ. 11393390.ПЗ	Арк.
						107
Зм.	Лист	№ докум.	Підпис	Дата		