Проєкт «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується Німецьким товариством міжнародного співробітництва (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, GIZ) по підтримці впровадження енергоефективних публічних закупівель в Україні.

Сприятливі перспективи для зеленого відновлення в Україні: приклади та напрямки досліджень

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА)

Кафедра архітектурних конструкцій

Науково-освітній центр проектування та дослідження будівель з близьким до нульового енергоспоживанням КНУБА (NZEB Hub)

Програма розвитку ООН (ПРООН)

Володимир Скочко

Д.т.н., професор кафедри архітектурних конструкцій, директор NZEB Hub, старший консультант ПРООН інженер-будівельник (Проект ECHO for SCHOOLs-UA)

Україна, Київ, КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, 03037;
Тел.: + 38050-947-85-03;
Адреса електронної пошти: vladimir.and.friends@gmail.com

Чернівці, Україна
5 червня 2023 року

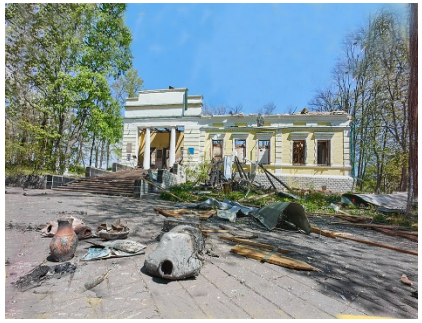
ЗМІСТ

- 1. Поточний стан пошкоджених і фізично зношених будівель в Україні
- 2. Можливості реставрації будівель в Україні
- 3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель
- 4. Оцінка життєвого циклу будівель
- 5. Цілі сталого розвитку ООН
- 6. Основні принципи зеленого будівництва
- 7. Сприятливі перспективи для зеленого відновлення в Україні
- 8. Приклади концепцій проектів зеленого відновлення в Україні
- 8.1. Зелене відновлення пошкоджених шкіл
- 8.2. Типові проектні рішення зелених шкіл і дитячих садків
- 8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів
- 8.4. Оптимізація систем енергопостачання
- 9. Висновки

© Volodymyr Skochko | 2023

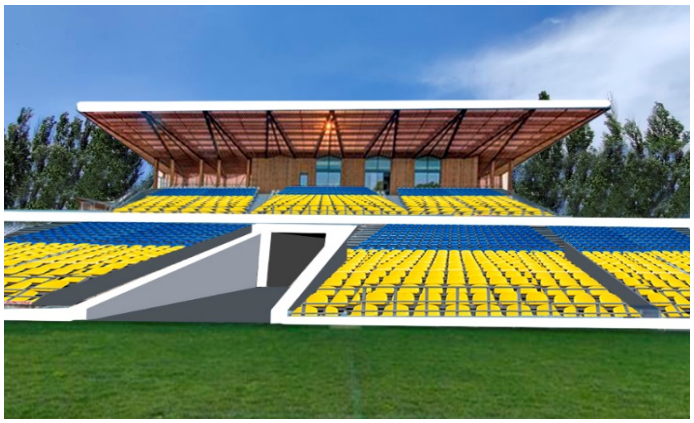
1. Поточний стан пошкоджених і фізично зношених будівель в Україні

- Війна в Україні призвела до масштабних руйнувань житлових і громадських будівель.
- **Іноді** в результаті бойових дій **цілі райони і навіть міста залишаються зруйнованими.** На жаль, **у багатьох випадках відновлення будівель в їх первісному стані просто неможливо**, так як вони пошкоджені або повністю зруйновані пожежею і/або вибуховою хвилею.
- Крім того, **багато пошкоджених будівель перебували в незадовільному**, а іноді навіть в **аварійному технічному стані до руйнування через значний фізичний знос і закінчення терміну їх служби**. Такі будівлі потребували поточного або капітального ремонту, а то й повної реконструкції.



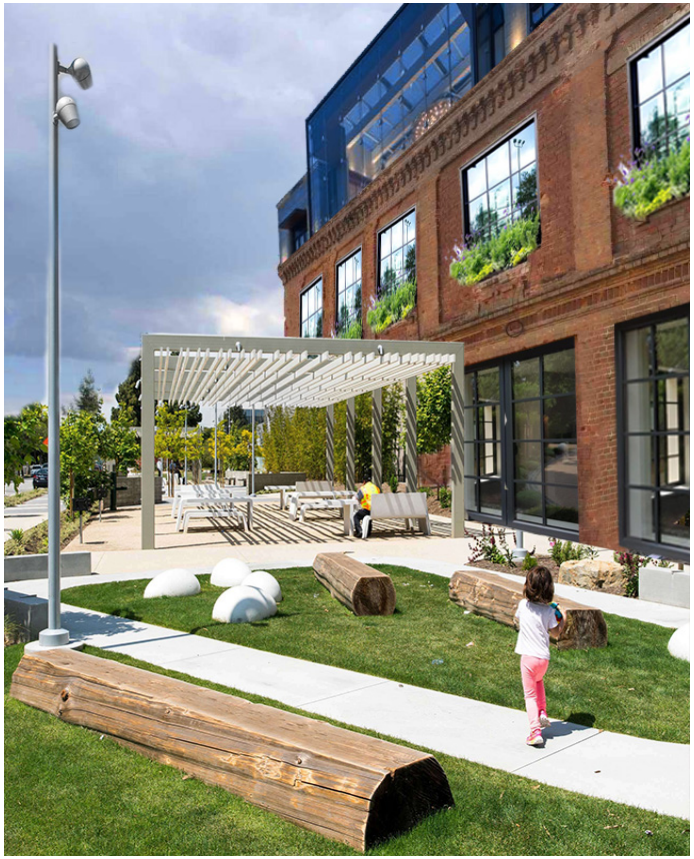
2. Можливості реставрації будівель в Україні

- У більшості випадків при відновленні можуть бути застосовані **сучасні енергоефективні та екологічні будівельні технології.**



2. Можливості реставрації будівель в Україні

- У більшості випадків при відновленні можуть бути застосовані **сучасні енергоефективні та екологічні будівельні технології.**



3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель

- Але іноді, **коли нам доводиться вирішувати**, яким шляхом піти**: відновити будівлю в його первісному вигляді або повністю змінити його зовнішній вигляд і функціональне призначення після реконструкції**, **ми стикаємося з проблемою його архітектурної або історичної цінності.**
- Дуже часто, навіть якщо ми хочемо зробити будівлю більш енергоефективною та комфортною, ми просто не можемо цього зробити, оскільки **законодавство може вимагати від нас збереження оригінального історичного архітектурного стилю фасадів** будівлі відповідно до навколишнього архітектурного ансамблю.
- У таких випадках **необхідно знаходити компроміси** між бажанням поліпшити будівлю і збереженням його зовнішнього вигляду.

?

?

3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель

- Але іноді, **коли нам доводиться вирішувати**, яким шляхом піти**: відновити будівлю в його первісному вигляді або повністю змінити його зовнішній вигляд і функціональне призначення після реконструкції**, **ми стикаємося з проблемою його архітектурної або історичної цінності.**
- Дуже часто, навіть якщо ми хочемо зробити будівлю більш енергоефективною та комфортною, ми просто не можемо цього зробити, оскільки **законодавство може вимагати від нас збереження оригінального історичного архітектурного стилю фасадів** будівлі відповідно до навколишнього архітектурного ансамблю.
- У таких випадках **необхідно знаходити компроміси** між бажанням поліпшити будівлю і збереженням його зовнішнього вигляду.

?

?

3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель

?

?

?

?

3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель

- І іноді **велике історичне значення будівлі вимагає проведення громадських обговорень і голосування щодо вибору найкращого проектного рішення для реставрації будівлі.**
- У таких випадках **може бути навіть прийнято рішення про знесення будівлі з перетворенням його території в меморіальний комплекс, сквер або парк.**

3. Труднощі при реконструкції історично цінних будівель

- Крім того, через підвищення рівня вимог до енергоефективності будівель, а також до рівня екологічної безпеки будівельних матеріалів **багато будівель і споруд потребували і як і раніше потребують комплексної термомодернізації для зниження рівня споживання енергоресурсів і заміни потенційно небезпечних будівельних матеріалів новими і безпечнішими.**

4. Оцінка життєвого циклу будівель

- У минулому столітті при проектуванні будівель **архітектори та інженери не оцінювали життєвий цикл будівельних об'єктів.**
- Така **оцінка життєвого циклу дозволяє враховувати потенціал для поліпшення, цілісність і ефективність проектів.**
- Крім того, будівельна нормативна база України практично не містить вимог, які забезпечували б дотримання принципів зеленого будівництва та сталого розвитку (за винятком вимог до енергоефективності).

5. Цілі сталого розвитку ООН

- **Цілі в галузі сталого розвитку** - це план досягнення кращого і більш стійкого майбутнього для всіх людей. Вони спрямовані **на вирішення глобальних проблем, з якими ми стикаємося,** включаючи бідність, нерівність, зміну клімату, деградацію навколишнього середовища, мир і справедливість.

- Але що дійсно цікаво, так це те, що **9 з 17 Цілей сталого розвитку відповідають основним принципам зеленого будівництва.**

© Volodymyr Skochko | 2023

6. Основні принципи зеленого будівництва

- Всесвітня рада з екологічного будівництва зазначає, що **екологічне будівництво може покращити життя мільярдів людей, допомагаючи досягти цілей сталого розвитку ООН**.Тут слід зазначити, що **тільки системний підхід до проектування та експлуатації будівель дозволяє зробити їх більш енерго - і ресурсозберігаючими, максимально комфортними і з мінімальним впливом на навколишнє середовище.**

7. Сприятливі перспективи для зеленого відновлення в Україні

Сьогодні **Україна має сприятливі перспективи для зеленого відновлення**:

A. Наявність великої кількості застарілих, пошкоджених або зруйнованих будівель, а також пошкоджених громадських просторів, при відновленні яких можуть бути застосовані основні принципи зеленого будівництва.

B. Загальнонаціональний курс з інтеграції з Європейським Союзом, включаючи перехід на стандарти Європейського Союзу в будівництві та архітектурі.

C. Пріоритет енергоефективності, енергетичної безпеки та незалежності в енергопостачанні будівель і споруд.

D. Зростаючий інтерес до екологічних тем як серед професіоналів, так і серед широкої громадськості.

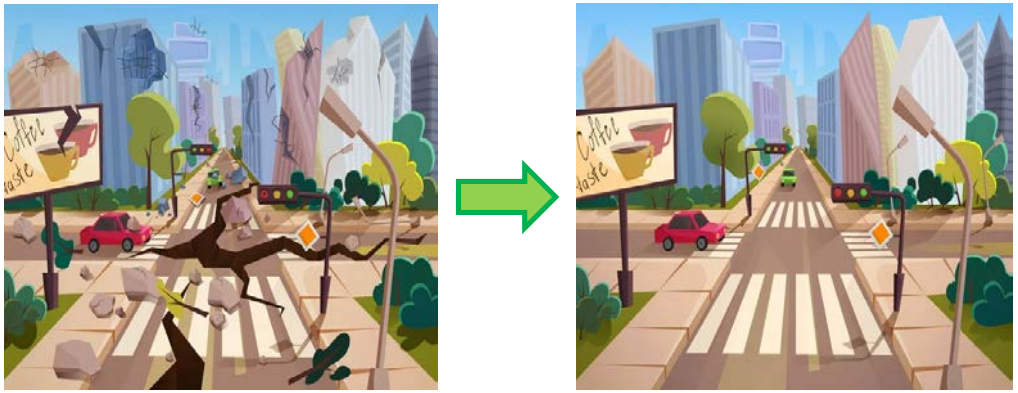
E. Можливість розробки і повторного застосування уніфікованих (типових) проектних рішень з поліпшеними екологічними показниками і високим рівнем енергоефективності.

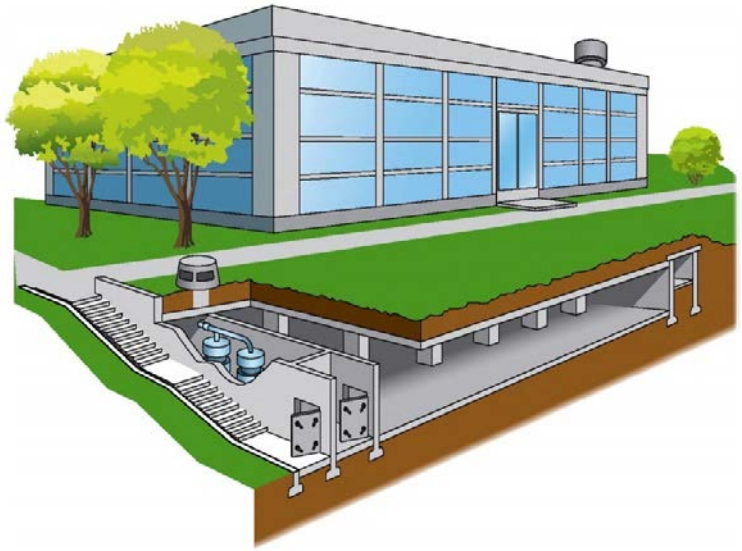
F. Можливість практичного застосування результатів наукових досліджень і сучасних будівельних технологій при відновленні територій, постраждалих від війни.

G. Необхідність розміщення великої кількості захисних укриттів в будівлях і громадських місцях, що вимагає всебічного переосмислення проектних рішень як в цивільному будівництві, так і в міському плануванні.

8. Приклади концепцій проектів зеленого відновлення в Україні

- Вже зараз, **в рамках міжнародних проектів технічної підтримки та програм розвитку в Україні, здійснюється розробка і впровадження концепцій зеленого будівництва не тільки щодо будівель, а й громадських просторів та систем централізованого енергопостачання районів і цілих міст.**
- **Безпека та доступність відіграють одну з ключових ролей у цих концепціях.**





8.1. Екологічне відновлення пошкоджених шкіл

- **Програма розвитку ООН (ПРООН)** демонструє дуже ефективний підхід до відновлення будівель середніх шкіл. В рамках проекту ECHO for SCHOOLs-UA ПРООН ремонтує школи, які були пошкоджені в результаті війни.
- Однак, користуючись можливістю, **ПРООН не тільки виконує відновлювальні роботи за результатами технічного огляду, а й проводить енергоаудит будівель з метою максимального підвищення рівня енергоефективності шкіл шляхом їх часткової або повної термомодернізації.**

ПРОЄКТ ECHO4Schools-UA

ПРОГРАМА РОЗВИТКУ ООН

8.1. Екологічне відновлення пошкоджених шкіл

- **Підхід, який використовується в цьому проекті, дозволяє набагато більш раціонально використовувати фінансові ресурси і домогтися більшого економічного та екологічного ефекту.**
- Проект охоплює **122 школи в 10 регіонах України.**
- Ремонтні роботи планується розпочати у червні.
- Особливу увагу планується приділити ремонту захисних укриттів у школах.

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

- Одним з найбільш показових прикладів реалізації проектів з відновлення зелених насаджень в Україні є розробка **типових проектів (повторного використання) енергоефективних шкіл і дитячих садків з поліпшеними екологічними показниками.**
- Проект реалізується спільно з **Міністерством реконструкції України, німецьким агентством міжнародного співробітництва (GIZ), громадською організацією "Жива планета“ та Київським національним університетом будівництва та архітектури.**

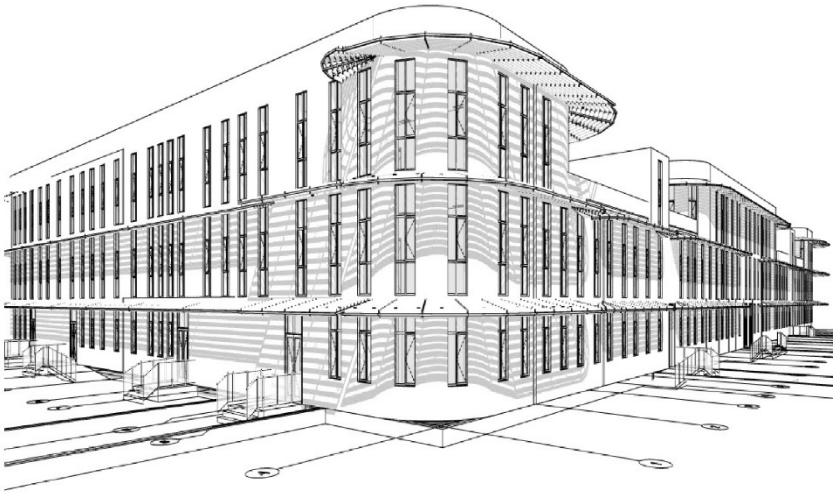
Виконавець

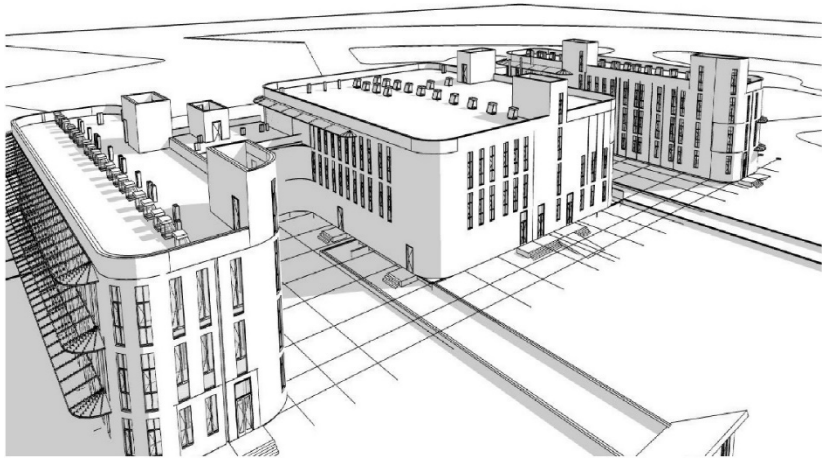
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Всеукраїнська громадська організація «Жива планета»

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

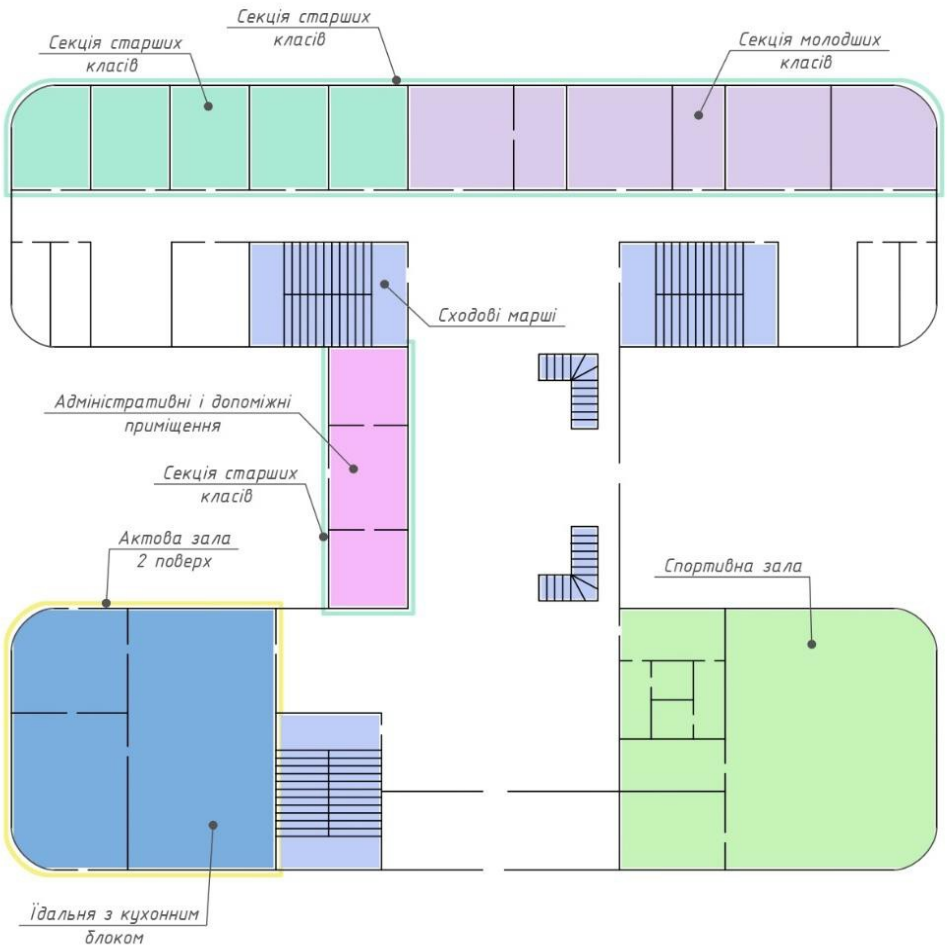
- **Основна ідея** полягає в **розробці максимально енергоефективних та екологічних проектів шкіл і дитячих садків з використанням найбільш успішного досвіду реалізації аналогічних проектів минулих років, але із застосуванням найсучасніших архітектурних, конструктивних та інженерних рішень і технологій, включаючи альтернативні джерела енергії.**
- У процесі проектування **ми використовували комплексне чисельне моделювання** енергетичного балансу будівлі та оптимізацію його глобальних архітектурних рішень з використанням **штучного інтелекту та інструментів комп'ютерного моделювання, що базуються на дискретній прикладній геометрії.**





8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

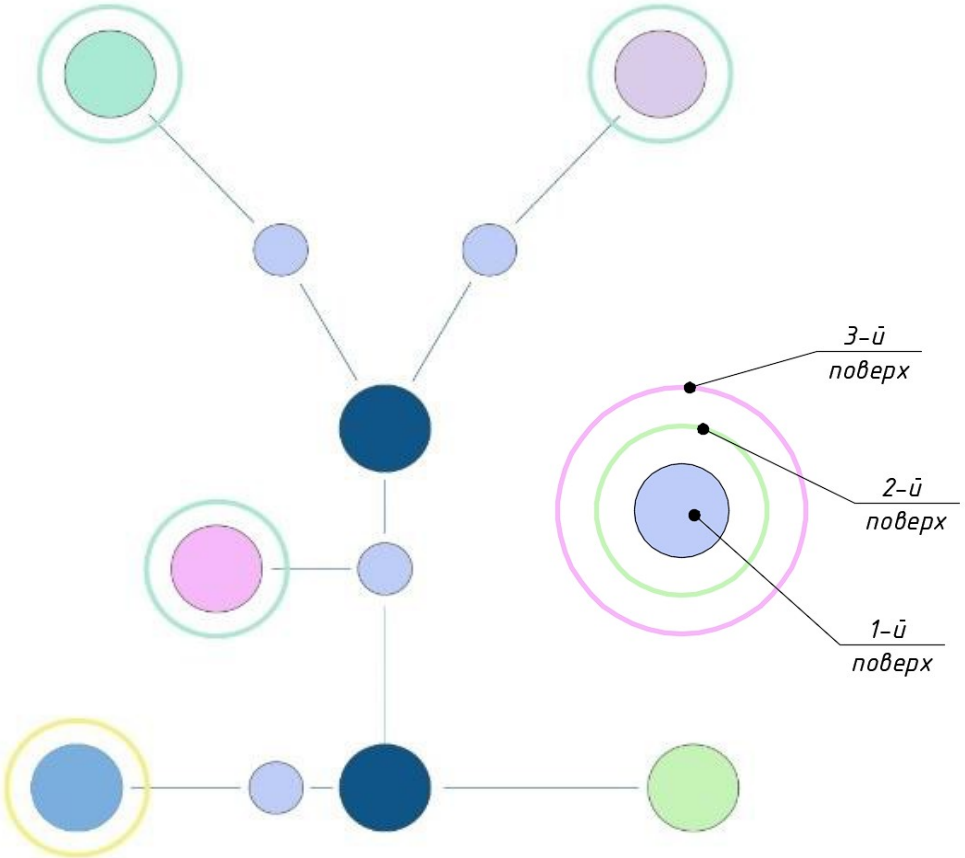
- Ми взяли найбільш успішні проекти, розклали їх на базові функціональні блоки і отримали **спрощені графічні моделі, які можуть бути оптимізовані і адаптовані до форми існуючого будівельного майданчика.**
- У той же час **ми врахували всі сучасні вимоги до безпеки та доступності,** включаючи наявність сучасних укриттів та вимоги інклюзивності.



8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

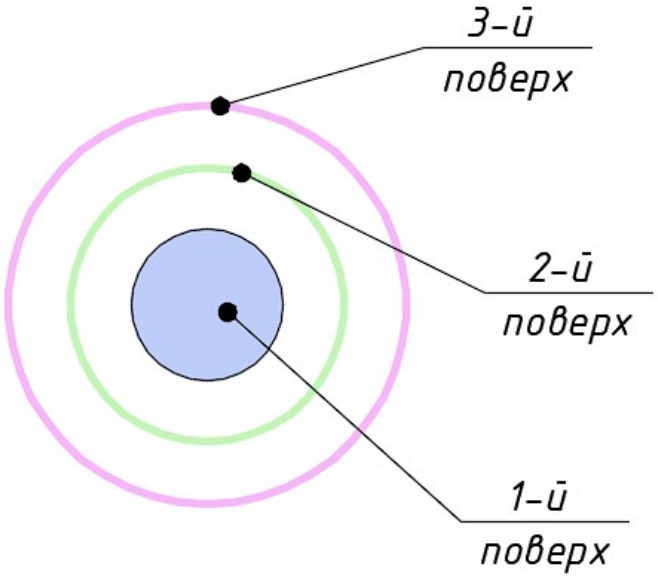
- Спрощена графічна модель мал наступний вигляд і включала в себе наступні **основні функціональні блоки**:

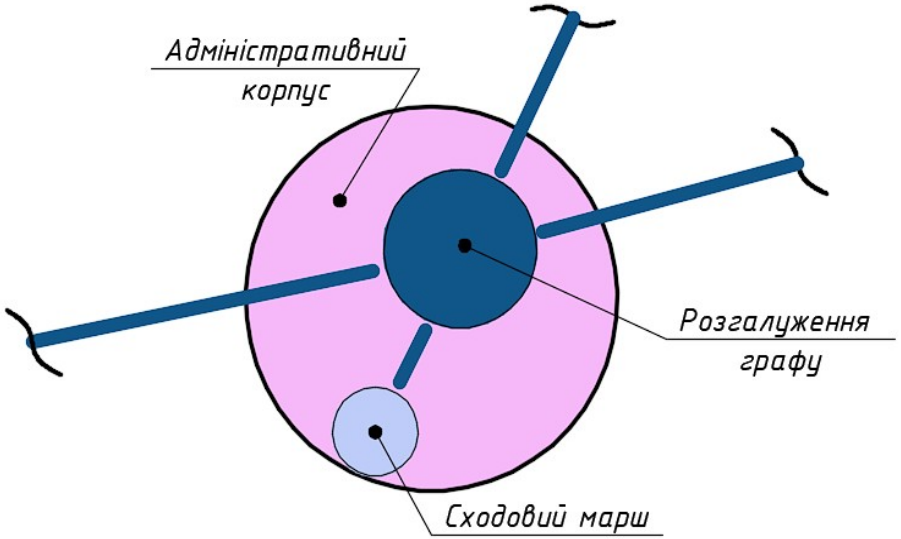
a) Навчальний блок старших класів.
b) Освітній блок молодши класів.
c) Сходово-ліфтовий блок.
d) Адміністративні та додаткові приміщення.
e) Їдальня та кухня.
f) Актова зала.
g) Спортивний зал (тренажерний зал).



8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

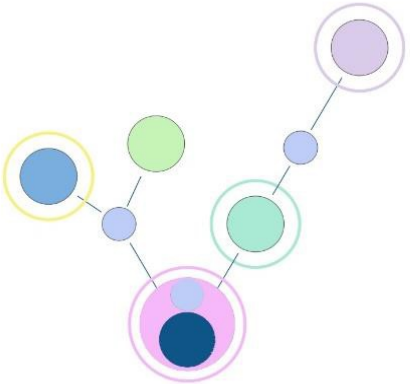
- Деякі блоки **можуть мати кілька поверхів** (показані як концентричні кола) **і включати інші функціональні блоки.**

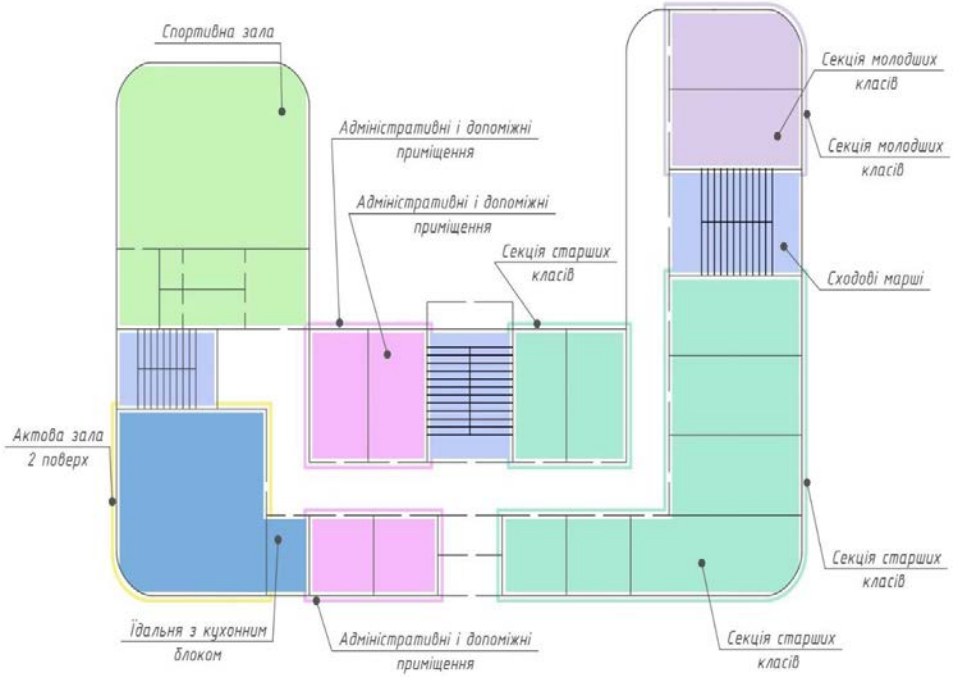




8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

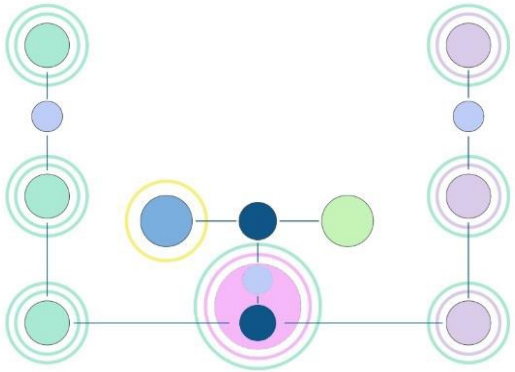
- Ось **результати моделювання кількох прикладів шкіл з використанням їх спрощених графічних моделей.**

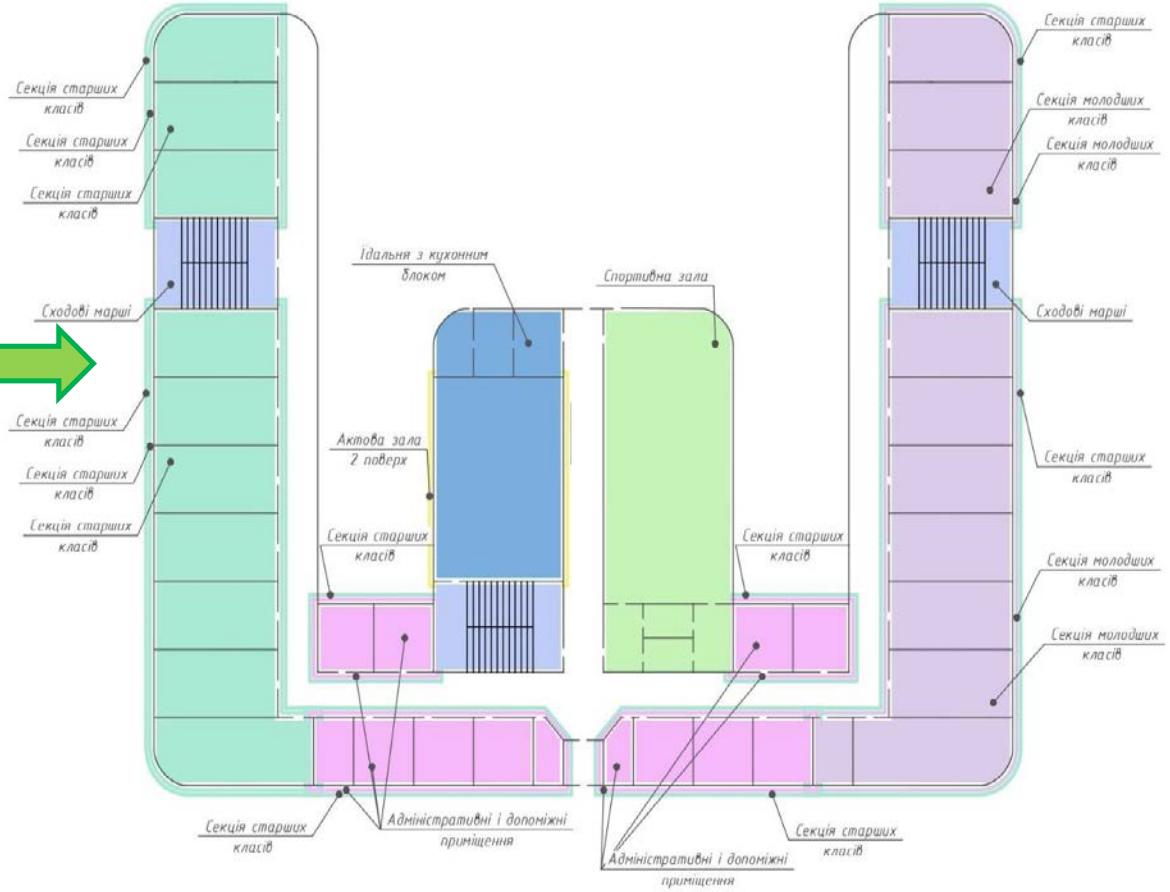




8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

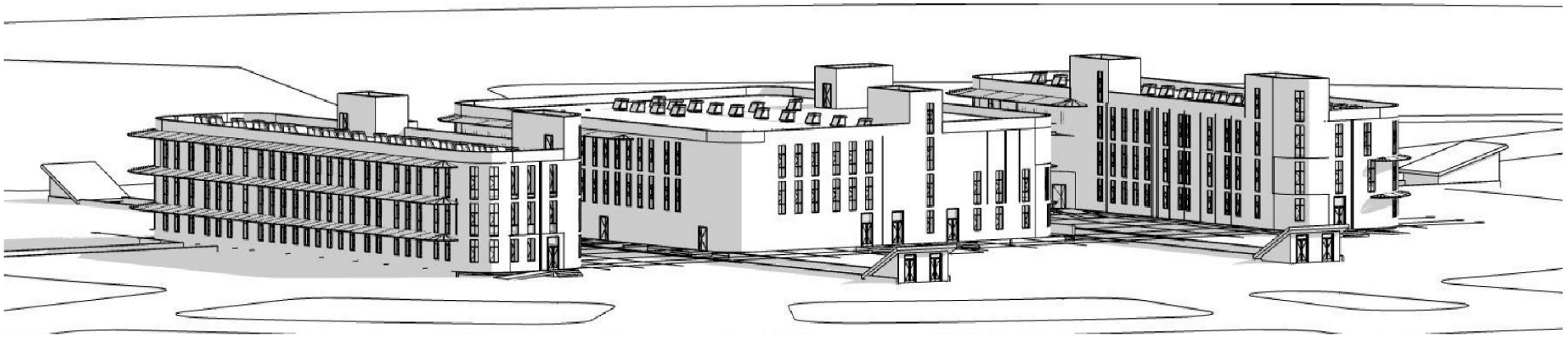
- Ось **результати моделювання кількох прикладів шкіл з використанням їх спрощених графічних моделей.**

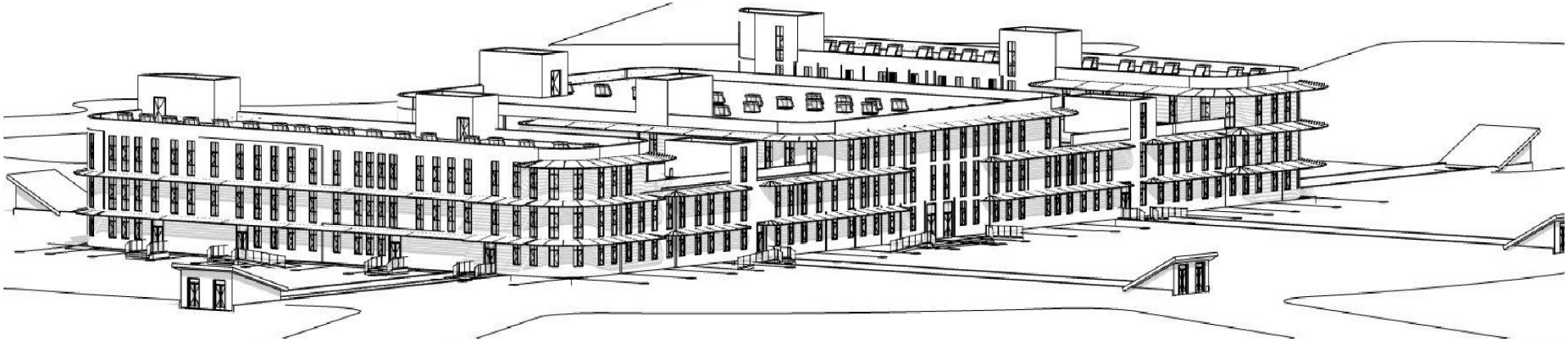




8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

- А ось результати детального проектування останньої з продемонстрованих **шкіл**, розрахованої на **900-950 учнів**. Загальна площа школи становить 12 711,86 квадратних метрів.





© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

План цокольного поверху (укриття) на позначці -4.020.

Укриття розраховане на 960 лежачих місць і 228 сидячих. Це дозволяє більш ніж задовольняти потреби школи і навіть надавати прихисток її випадковим відвідувачам й батькам дітей.

Укриття має 6 входів/виходів, які забезпечують безпечну евакуацію в разі потреби. Є також 3 додаткових виходів.

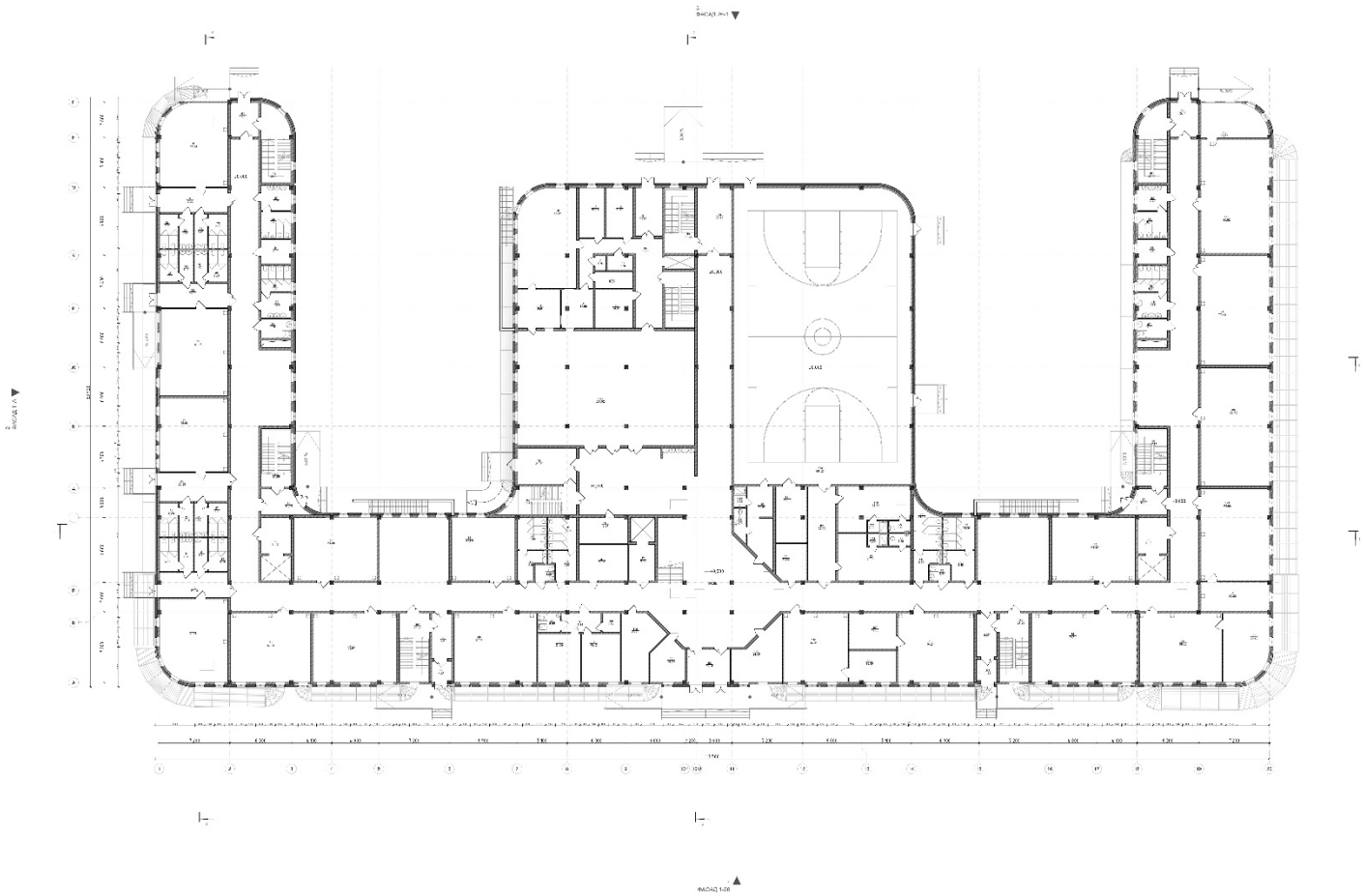
В укритті є:

1. Медичний пункт.
2. Окрема їдальня з кухнею.
3. Інженерно-технологічні приміщення.

© Volodymyr Skochko | 2023

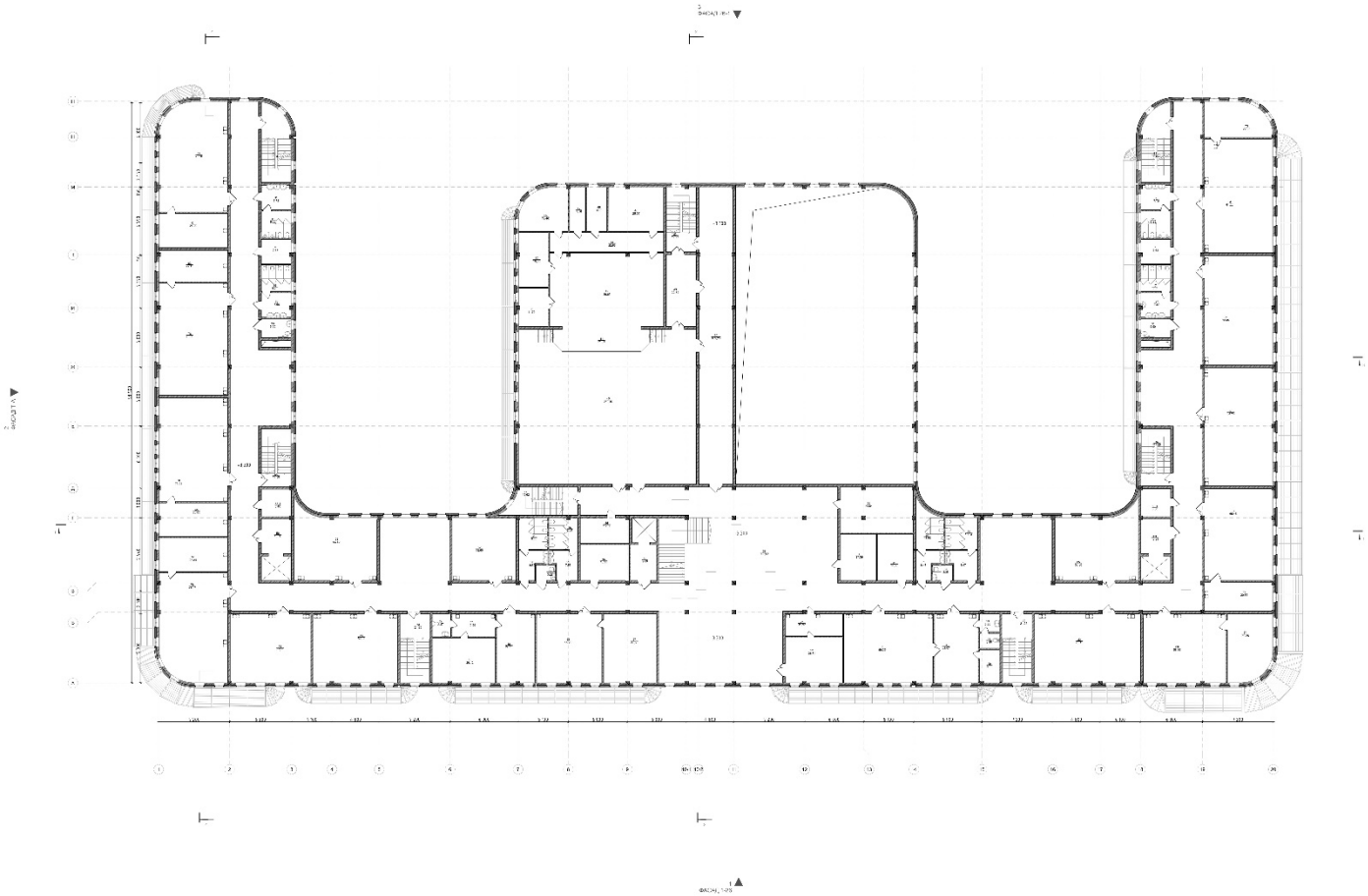
8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

План першого поверху на позначці 0.000. Молодші класи.



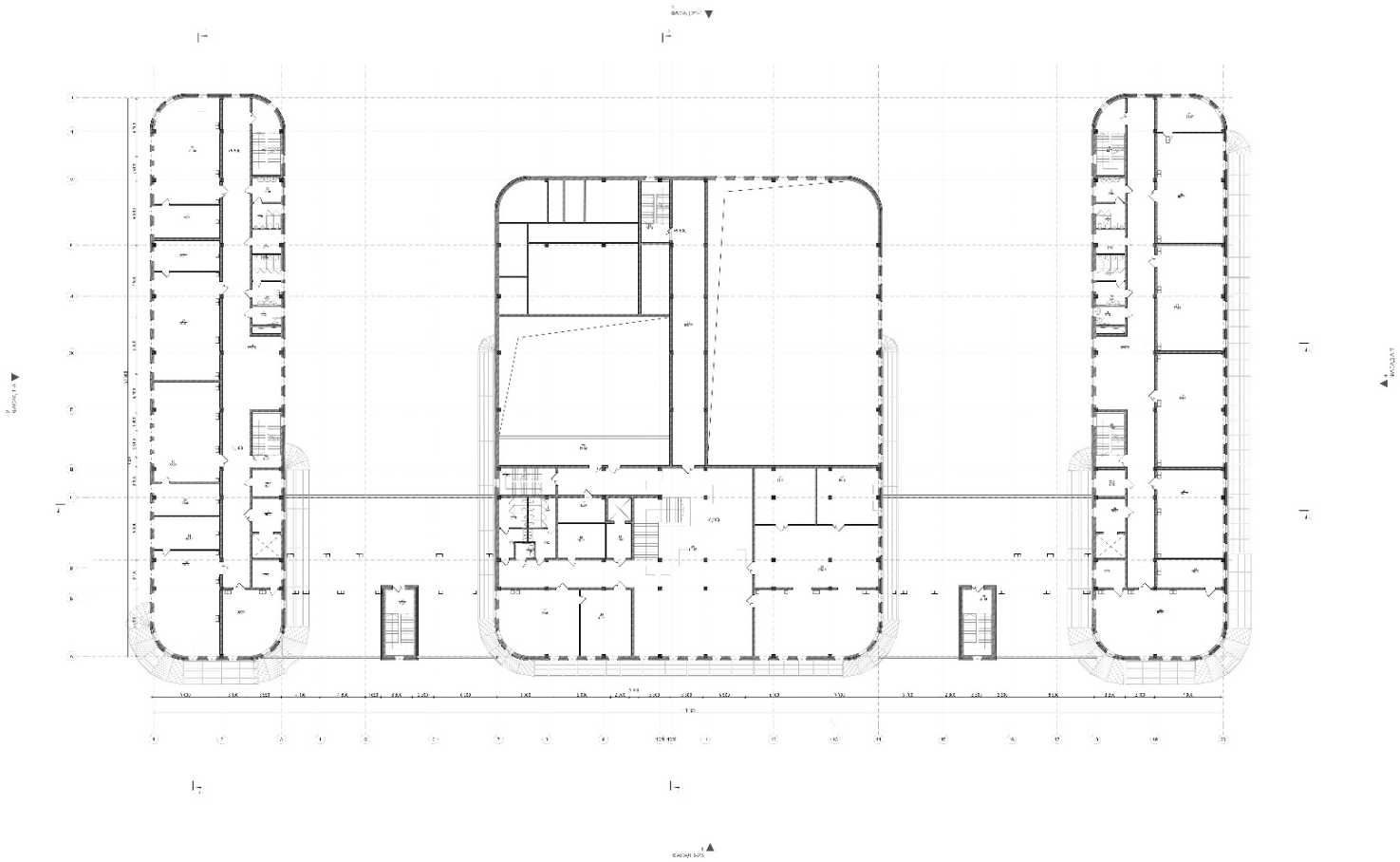
8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

План другого поверху на позначці + 3300. Середні класи.



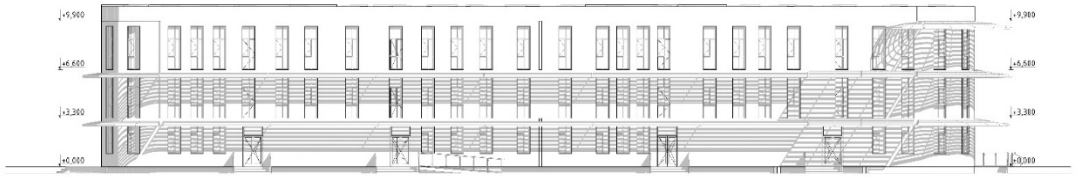
8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

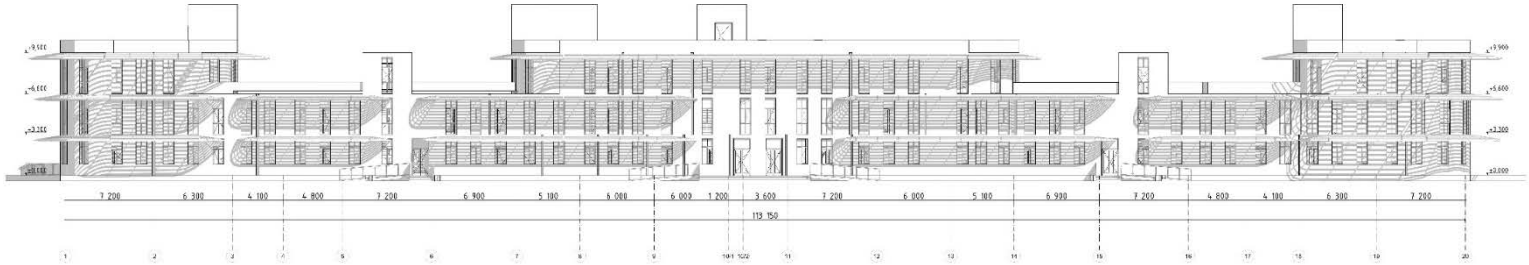
План третього поверху на позначці + 6600. Старші класи.

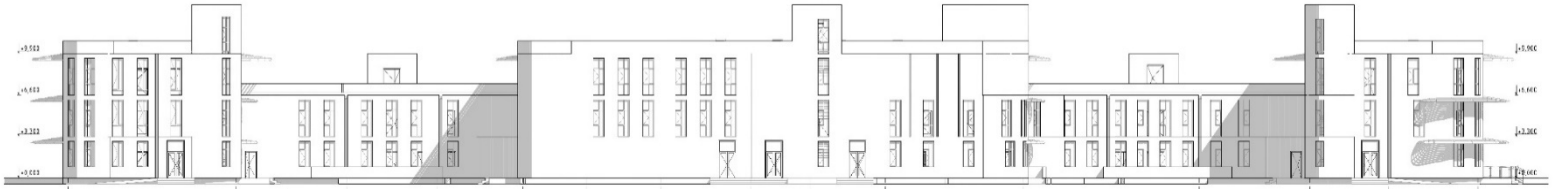


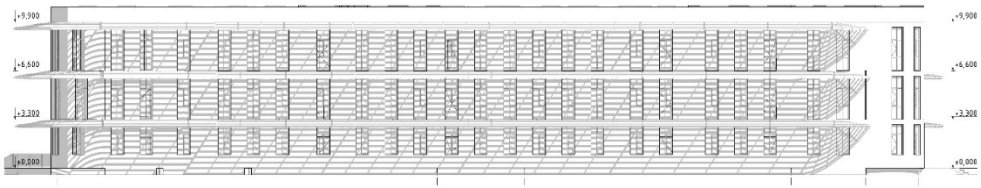
8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Фасади.



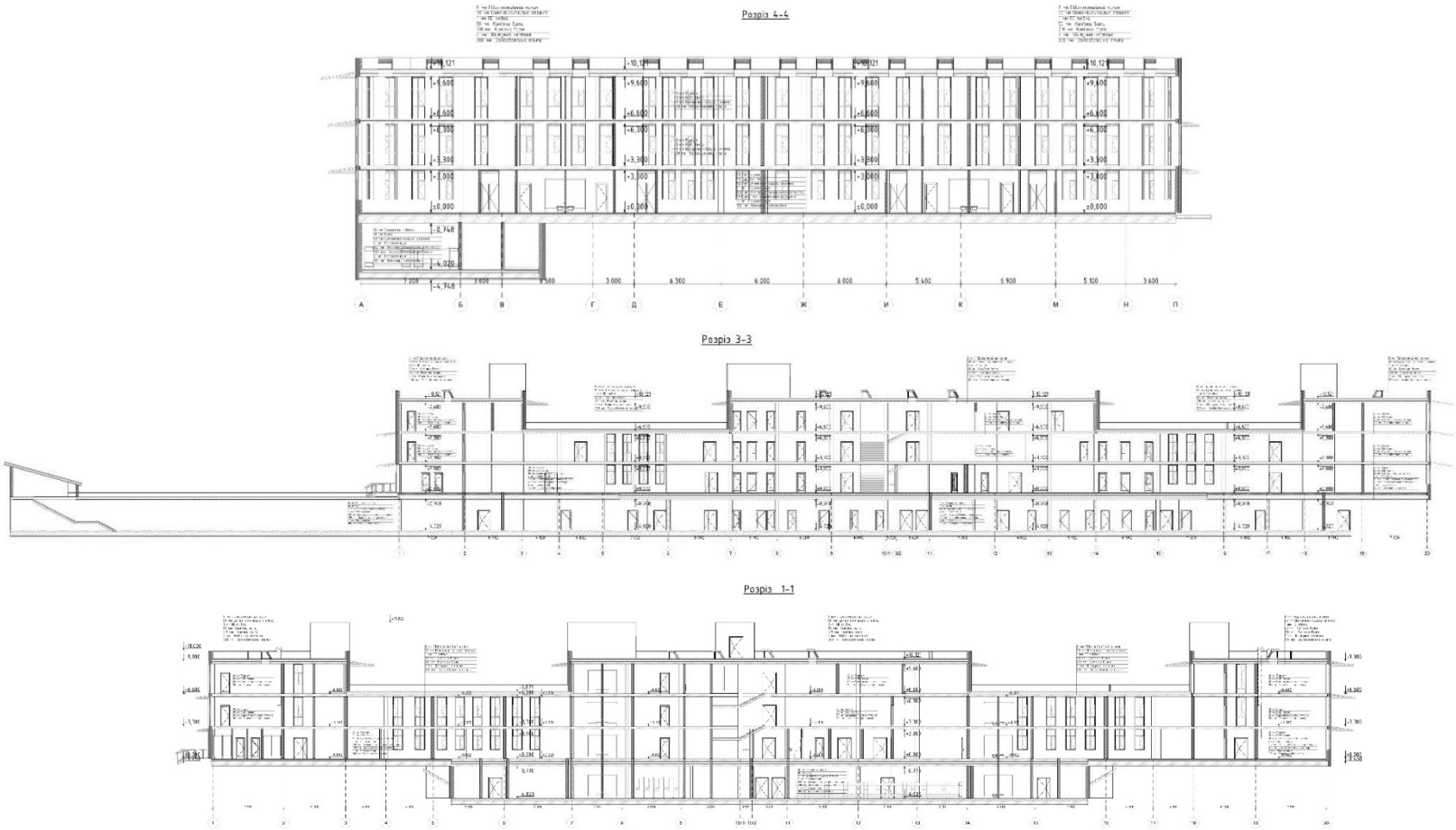






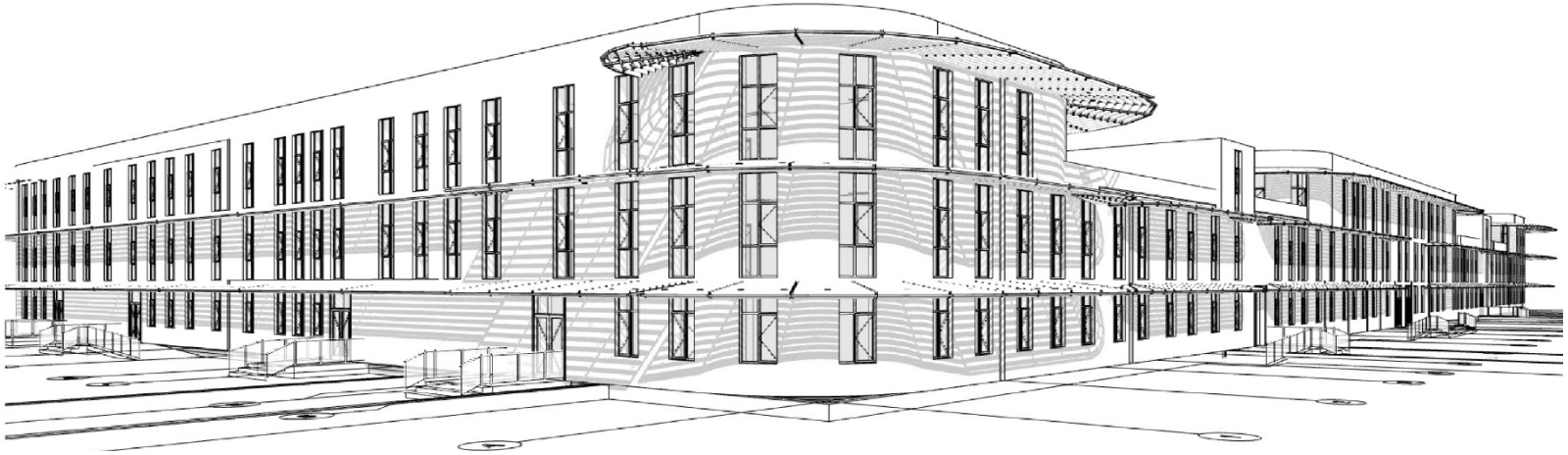
8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

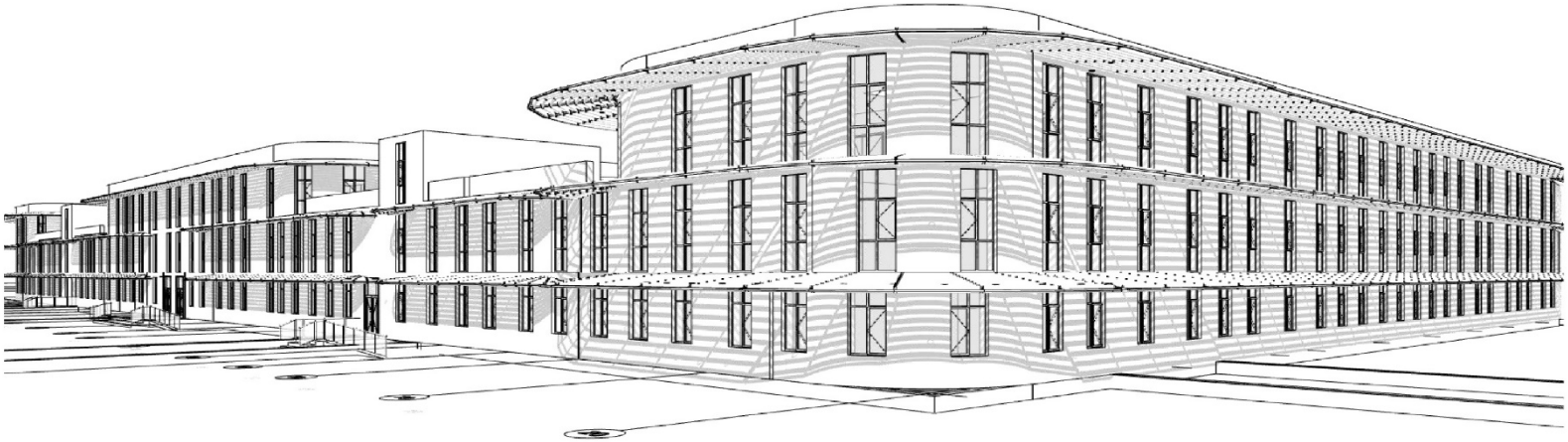
Архітектурні секції будівлі.



8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

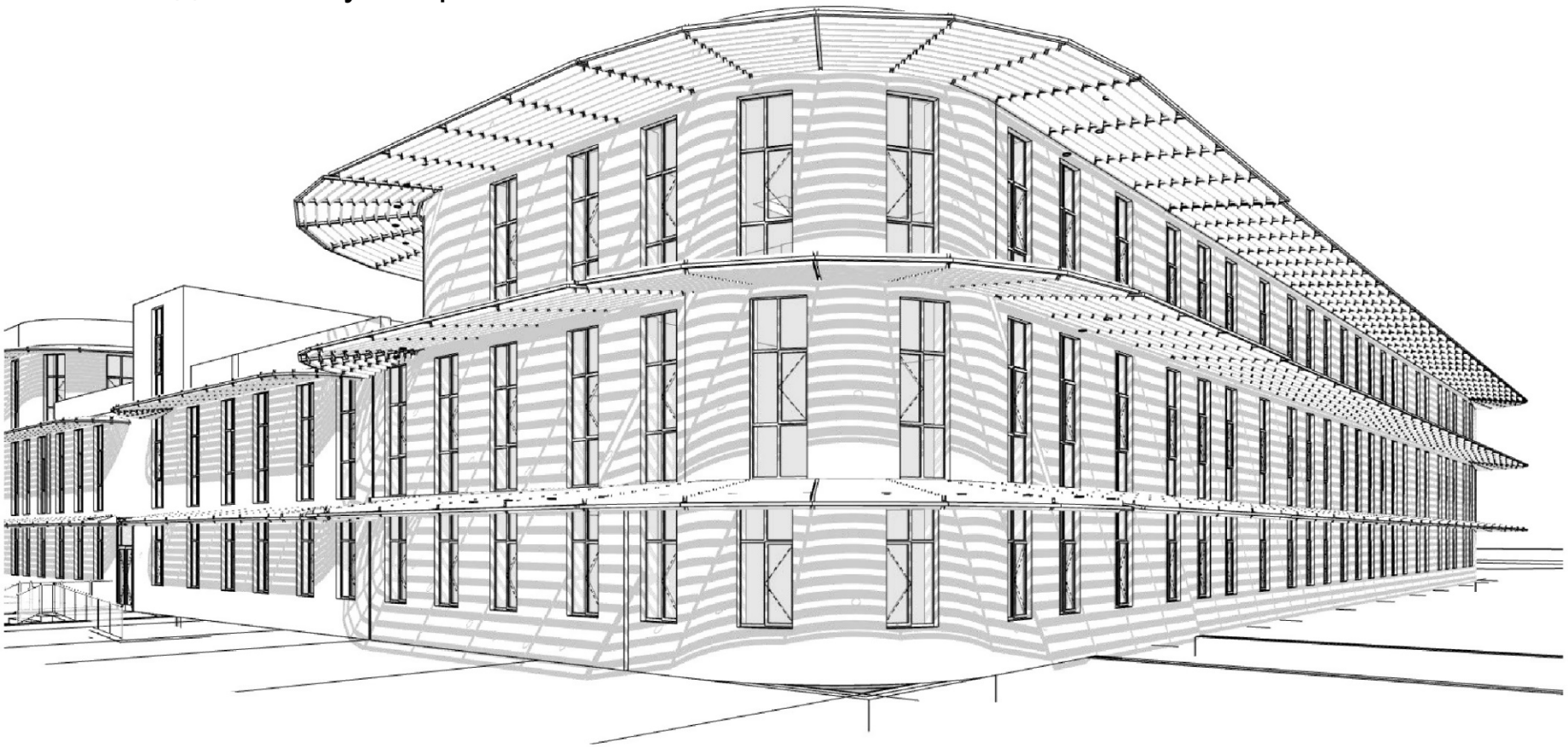
Вид на школу в перспективі.





8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

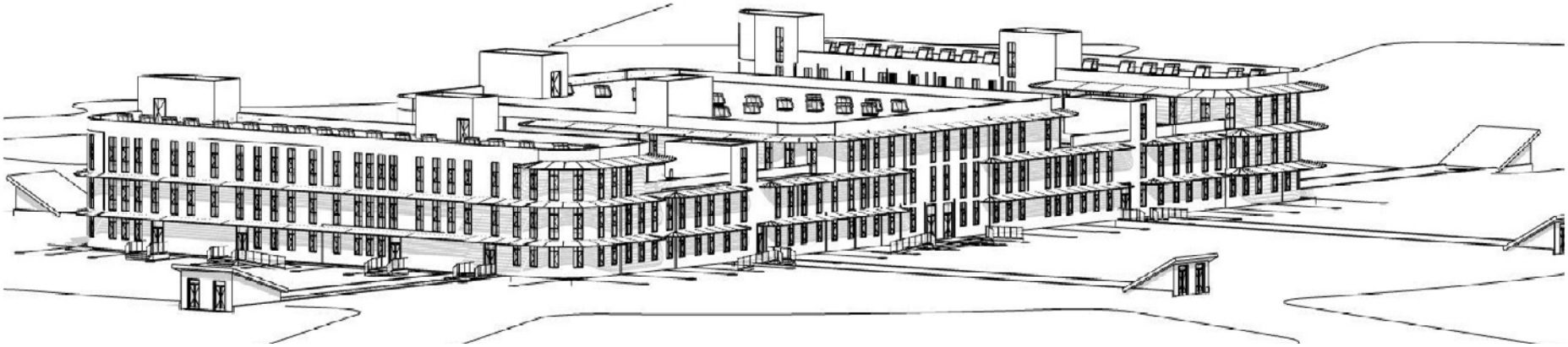
Вид на школу в перспективі.

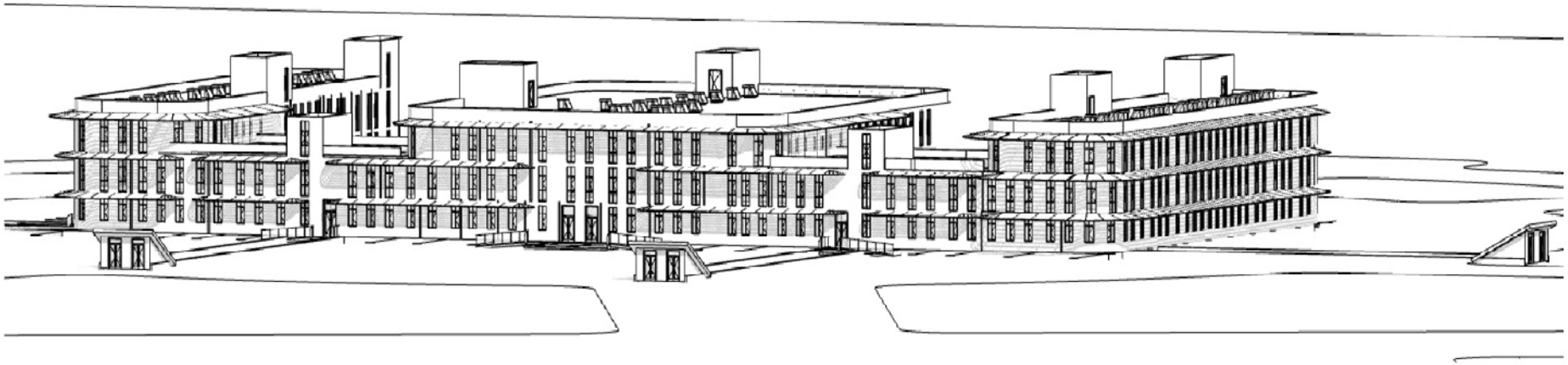


© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

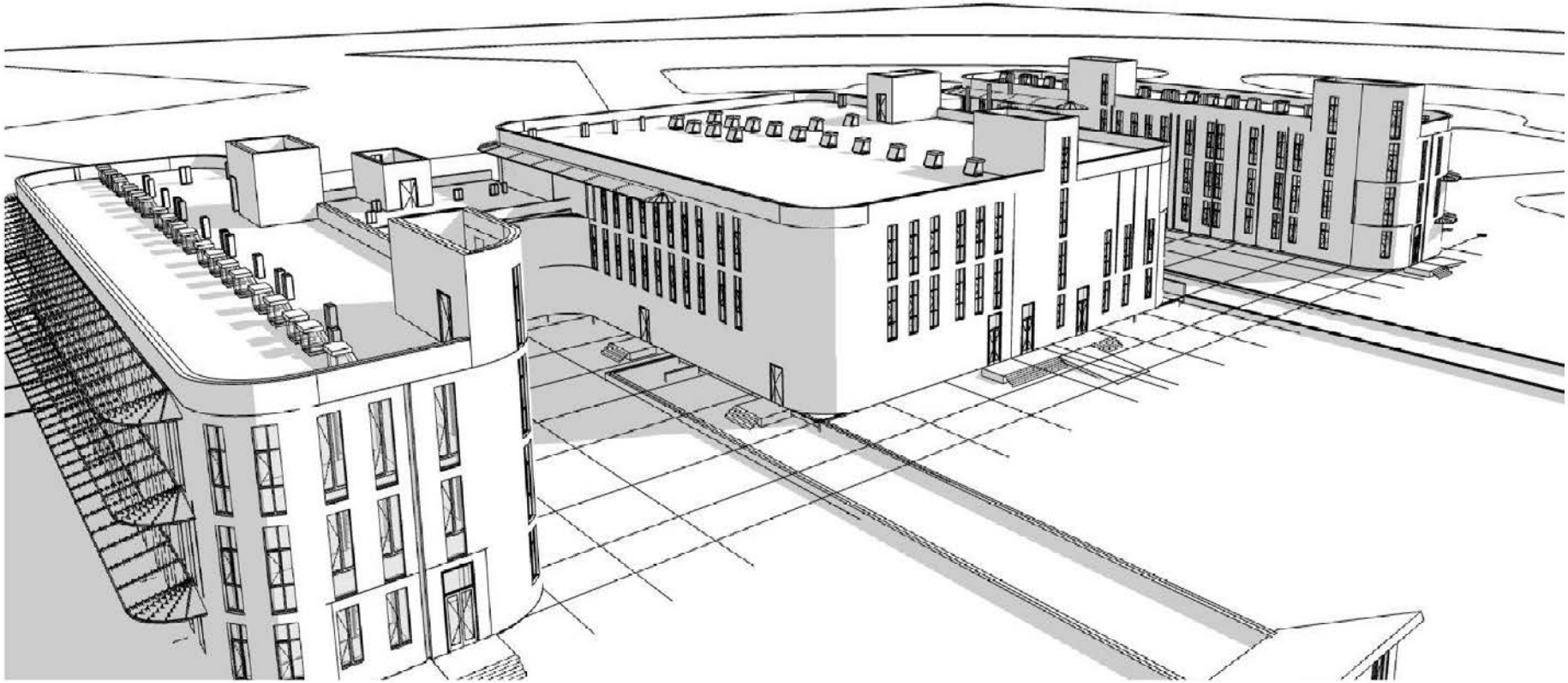
Вид на школу в перспективі.





8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Вид на школу в перспективі.



8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Візуалізація школи.

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Візуалізація школи.

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Візуалізація школи.

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Візуалізація дитячого садочка.

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

Візуалізація дитячого садочка.

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Принципові проектні рішення зелених шкіл і дитячих садків

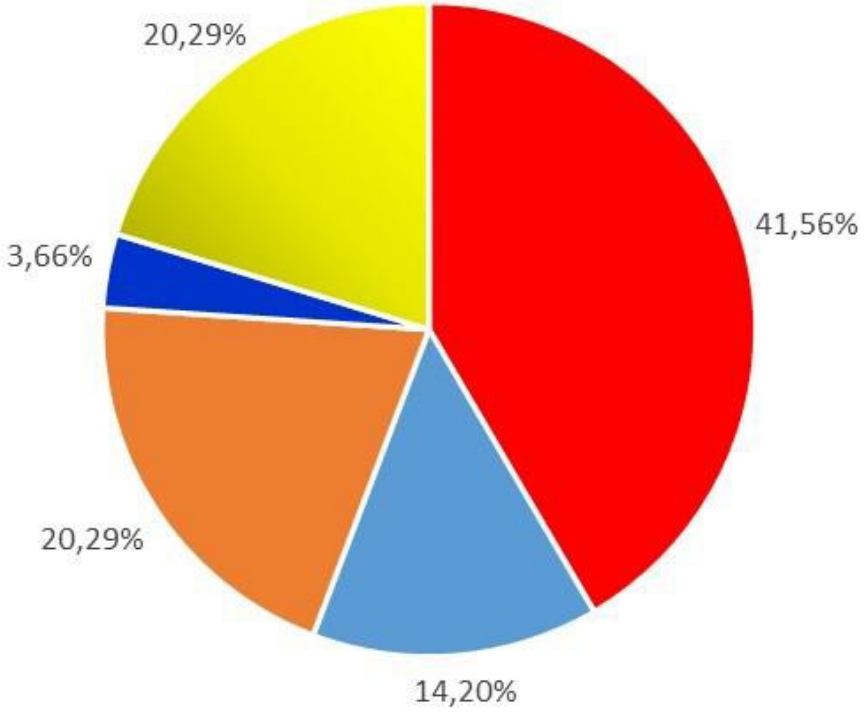
Високий рівень енергоефективності та екологічності будівлі був досягнутий наступним чином:

1. **Підвищення теплоізоляційних властивостей огороджувальних конструкцій.**
2. **Удосконалення системи обліку та регулювання споживання енергоресурсів.**
3. **Впровадження автоматизованих систем моніторингу споживанням ресурсів.**
4. **Підвищення енергоефективності інженерних систем будівлі.**
5. **Використання альтернативних джерел енергії (з інтеграцією в інженерні системи будівлі теплових насосів).**
6. **Використання теплоакумулюючих властивостей залізобетонних елементів каркаса будівлі (особливо конструкцій укриттів), а також керамічних стінових конструкцій.**
7. **Зведення до мінімуму кількості містків холоду за рахунок оптимізації форми огороджувальних конструкцій будівлі і зменшення кількості теплопровідних включень на фасадах.**
8. **Використання енергоефективних вікон і дверей.**
9. **Застосування систем захисту від сонячних променів, що дозволяє знизити споживання енергії для потреб охолодження і кондиціонування повітря в теплу пору року.**
10. **Використання світловодів дозволяє підвищити рівень освітленості приміщень і знизити енергоспоживання на штучне освітлення.**
11. **Використання екологічних будівельних матеріалів та оцінка життєвого циклу.**

© Volodymyr Skochko | 2023

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

- **Енергетичний баланс** будівлі школи.



- Споживання енергії **системою опалення.**
- Енергоспоживання **вентиляційної системи**.
- Споживання енергії **системою гарячого водопостачання**.
- Енергоспоживання **системи охолодження.**
- Енергоспоживання **системи освітлення.**

8.2. Типові проекти зелених шкіл і дитячих садків

- **Клас енергоефективності будівлі - «А".**

Шкала класів енергоефективності (кВтг / м3)		Клас енергоефективності та питомі витрати (кВтг / м3)	
A	<[20,58]	[2,4]	A
B	<[32,92]		
C	≤[41,15]		
D	≤[49,38]		
E	≤[55,55]		
F	≤[61,73]		
G	>[61,73]		

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Ще один цікавий проект **зеленого відновлення, пов'язаний із забезпеченням безпеки громадських просторів,** був реалізований в рамках одного з проектів технічної підтримки (проект «Добрі сусіди – одна країна") **USAID** за участю **Всеукраїнської благодійної організації "Інститут місцевого розвитку"**.
- Одним із завдань проекту була **розробка концепцій реконструкції будівель і громадських просторів, які були пошкоджені в результаті війни.** У той же час відновлені об'єкти повинні були мати **високий рівень енергоефективності, низькі експлуатаційні витрати і підвищений рівень доступності та безпеки людей.**

USAID FROM THE AMERICAN PEOPLE

ІНСТИТУТ МУНІЦИПАЛЬНОГО РОЗВИТКУ

GOOD NEIGHBORS ONE COUNTRY

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

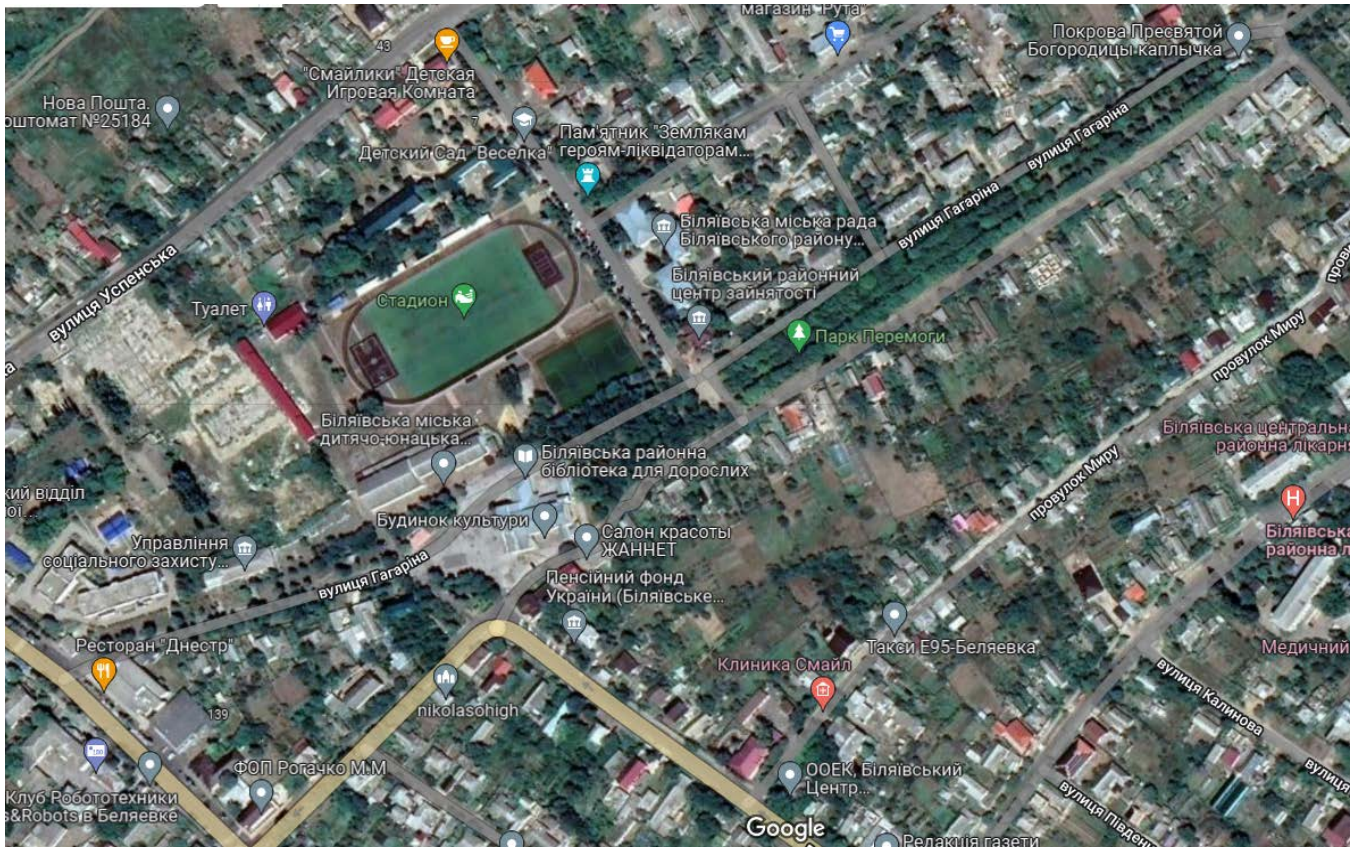
- Через те, що в **міських парках, скверах та інших громадських місцях практично немає захисних укриттів, перебувати там під час повітряних тривог дуже небезпечно.**
- **Тому люди, які опинилися в небезпеці, змушені шукати притулку в найближчих будівлях, які часто можуть не відповідати вимогам безпеки.**
- В рамках цього проекту ми розробили **концепції реконструкції громадських просторів з розміщенням на їх території підземних і надземних укриттів.** У той же час ми змоделювали траєкторію пересування людей, щоб **звести до мінімуму протяжність пішохідних доріг, що ведуть до укриттів.**

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Ми також розрахували оптимальне розташування укриття, розглядаючи сітку доріг, що ведуть до нього, як мінімальну сітку, але беручи до уваги умови містобудування та обмеження.
- **Такий підхід має дуже великий науковий і практичний потенціал, так як дозволяє виключити можливість людських помилок і суб'єктивність сприйняття результатів моделювання при проектуванні.**

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Спочатку необхідно виконати **оцифрування локацій поруч з громадським простором.**



8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

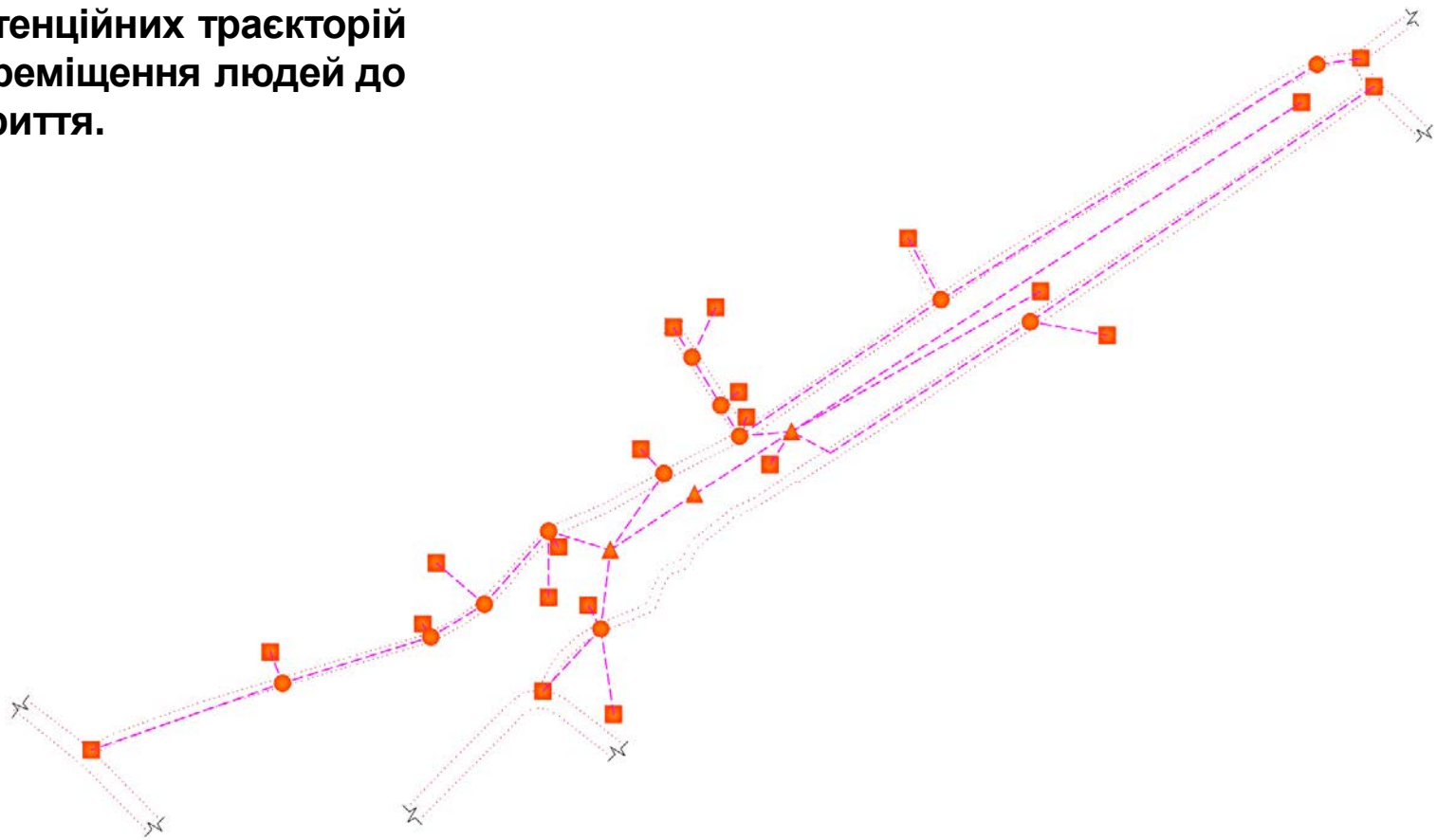
- Спочатку необхідно виконати **оцифрування локацій поруч з громадським простором.**

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Потім необхідно **визначити всі місця, з яких потенційно до укриття може прийти найбільша кількість людей, і підрахувати їх кількість.**

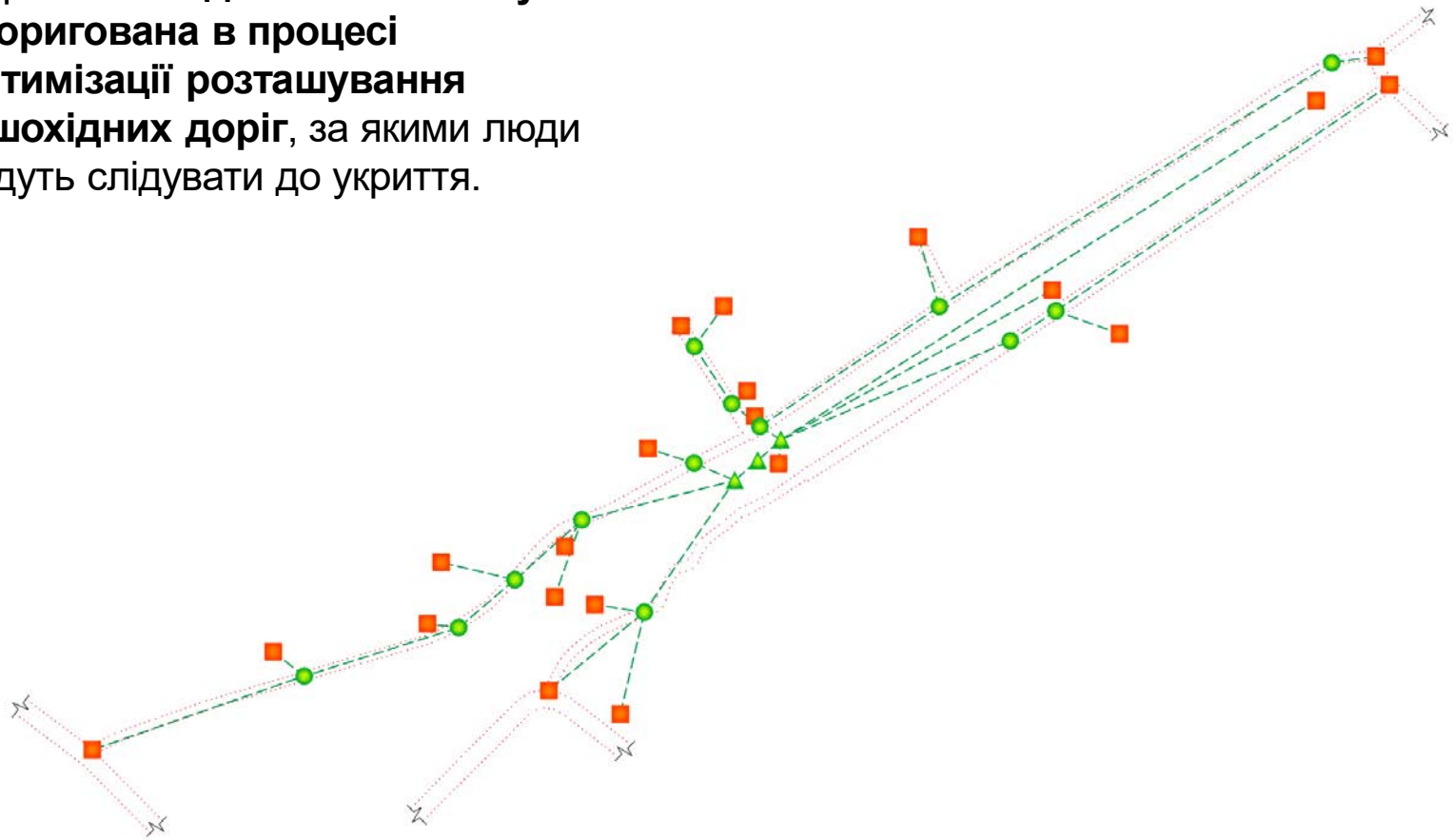
8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Потім слід **побудувати модель потенційних траєкторій переміщення людей до укриття.**



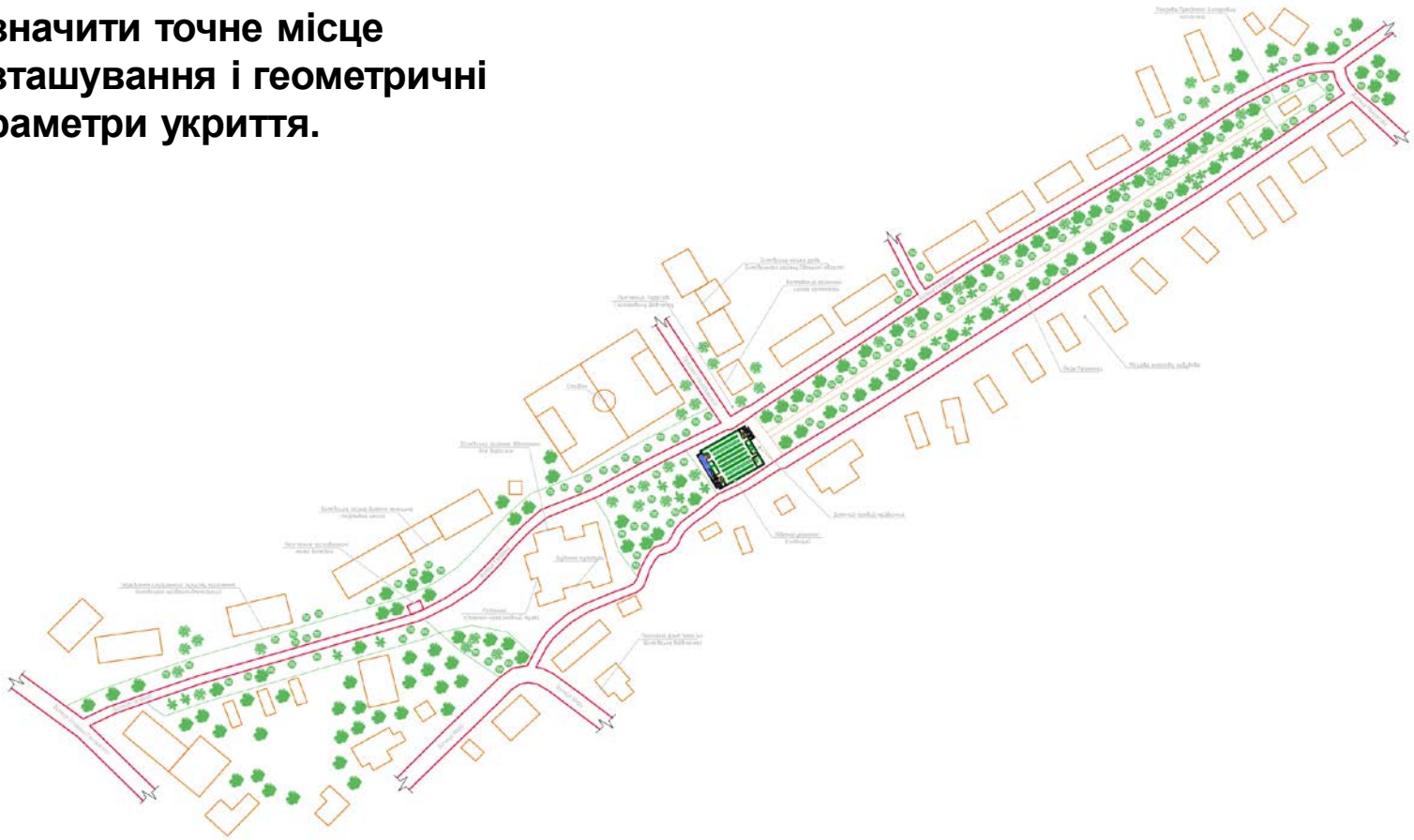
8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- Отримана **модель повинна бути скоригована в процесі оптимізації розташування пішохідних доріг**, за якими люди будуть слідувати до укриття.



8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

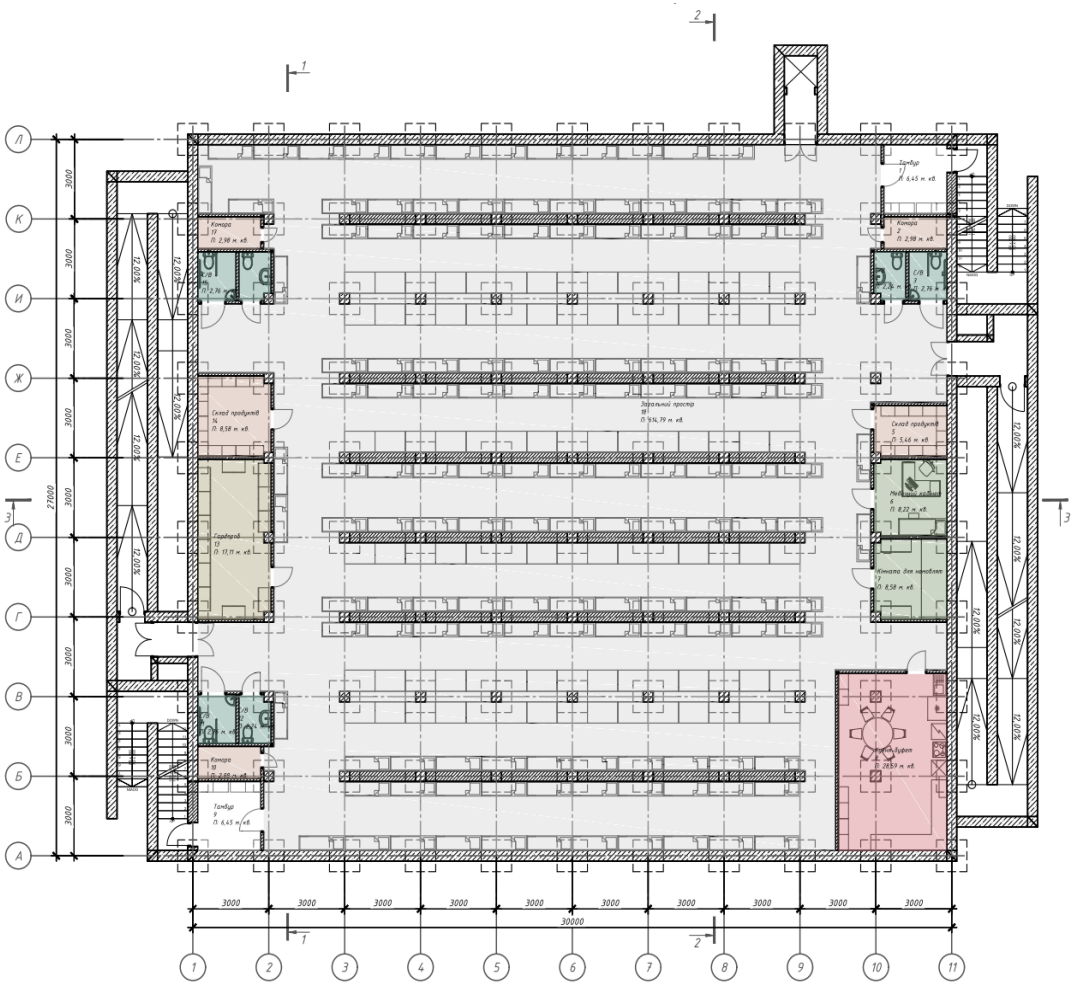
- В кінці моделювання **слід визначити точне місце розташування і геометричні параметри укриття.**



8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

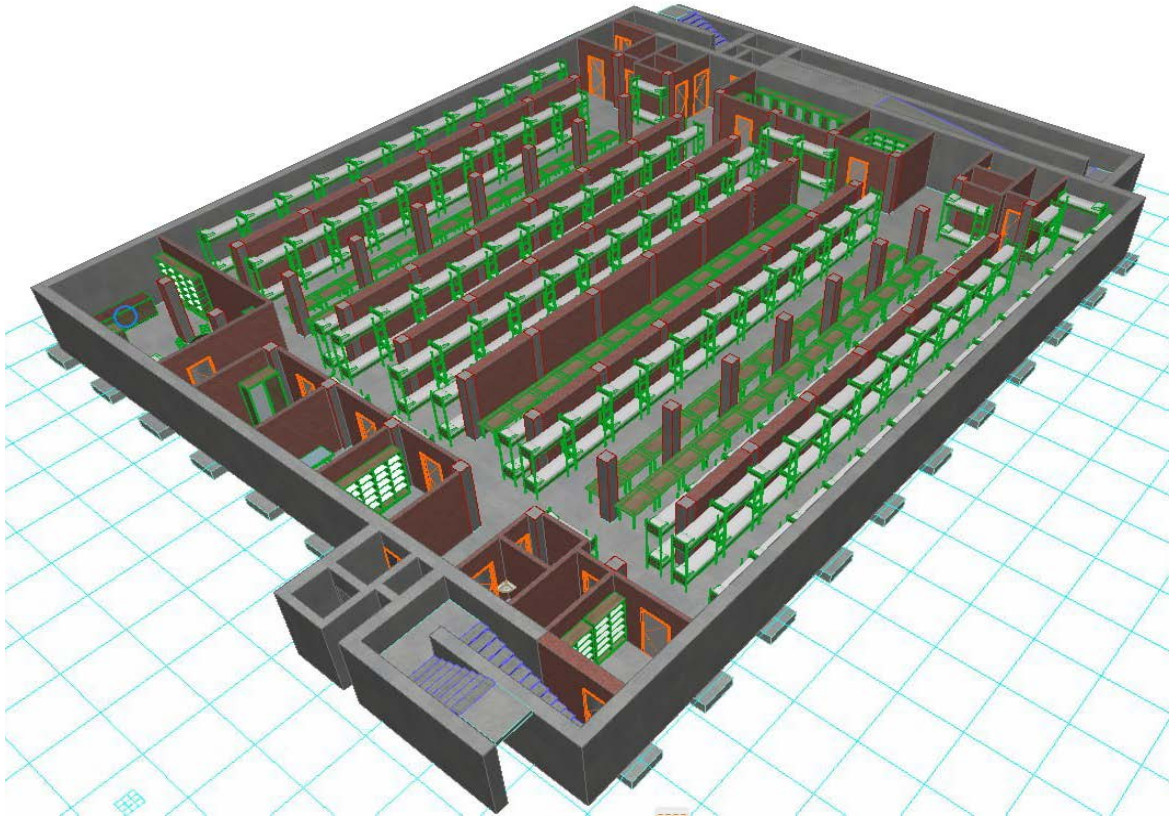
Розроблені **архітектурні рішення укриттів включають**:

1) загальні приміщення з ліжками;
2) ванні кімнати (туалети);
3) медичні пункти;
4) приміщення для зберігання продуктів;
5) кімнати матері та дитини;
6) кухні-їдальні;
7) комори;
8) гардероби для верхнього одягу;
9) протипожежні ліфти;
10) сходові клітки;
11) окремо розташовані пандуси.



8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

- В цілому, продемонстровані інструменти моделювання безпечних, енергоефективних і екологічних громадських просторів дозволяють отримувати оптимальні проектні рішення, що враховують практично будь-які містобудівні умови і обмеження по відновленню територій будь-якої площі.



8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

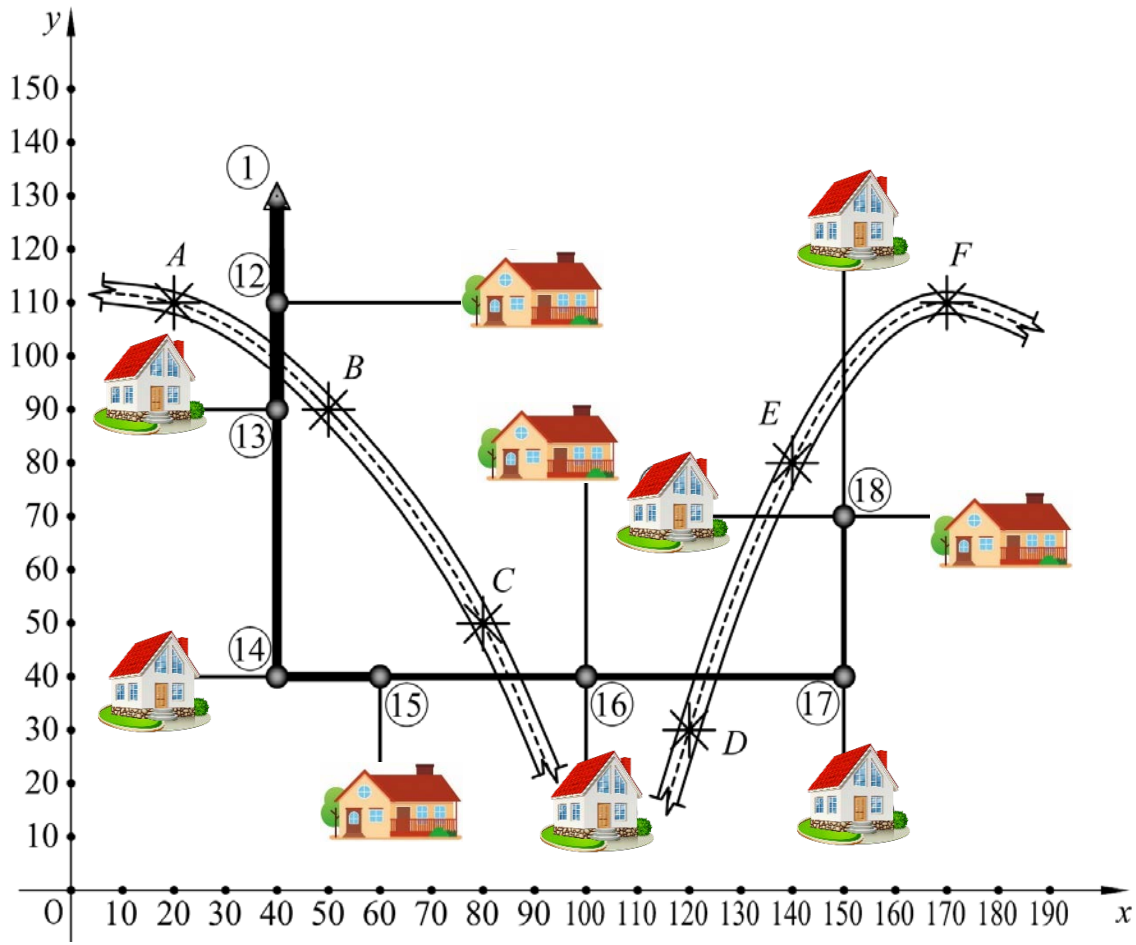
© Volodymyr Skochko | 2023

8.3. Зелене відновлення та оптимізація громадських просторів

© Volodymyr Skochko | 2023

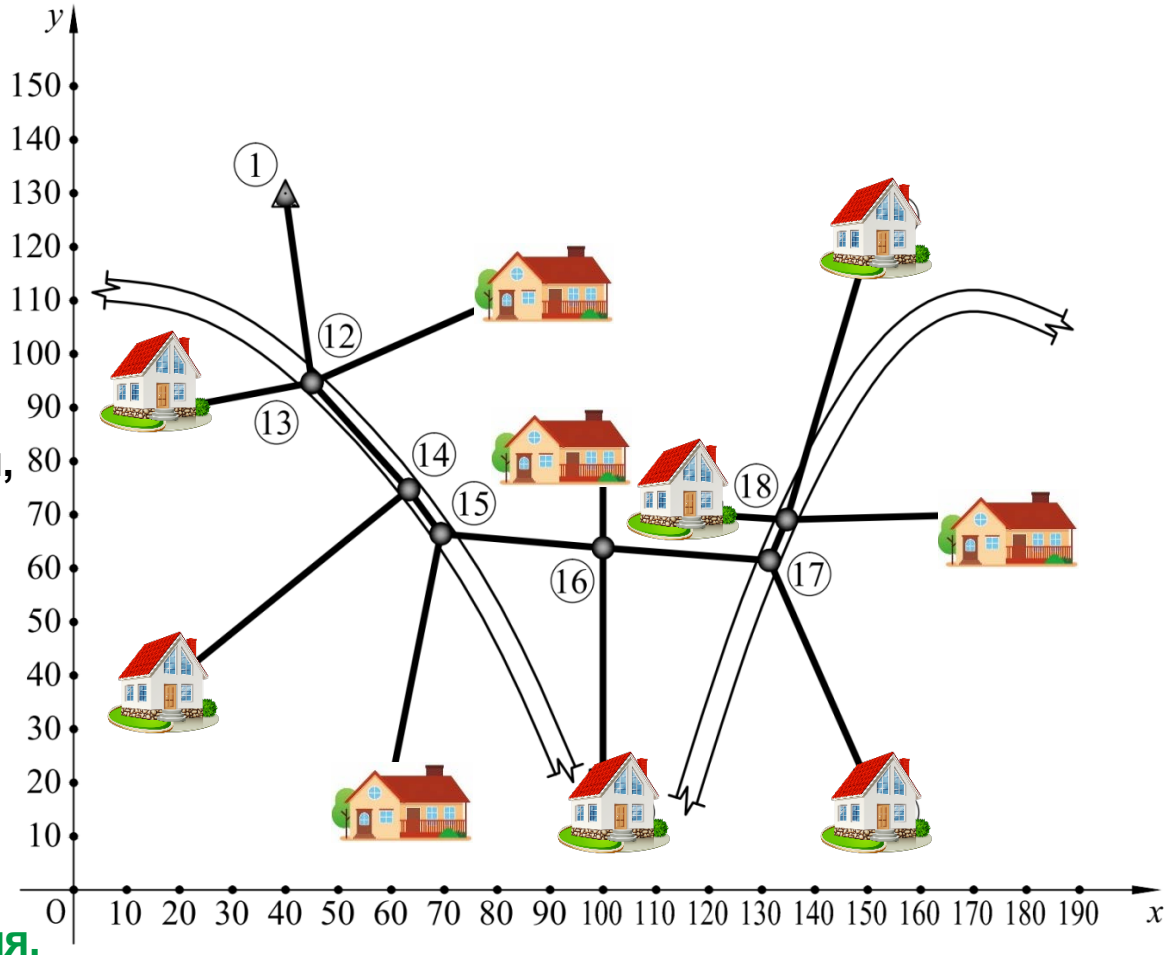
8.4. Оптимізація систем енергопостачання

- Аналогічні інструменти також можуть бути використані для оптимізації конфігурації зовнішніх інженерних мереж, включаючи фрагменти системи енергопостачання.
- Зокрема, **використовуючи такий підхід до моделювання, можна оптимізувати системи централізованого опалення та електропостачання, мінімізуючи втрати енергії та витрати на експлуатацію трубопроводів і електромереж та інженерного обладнання.**



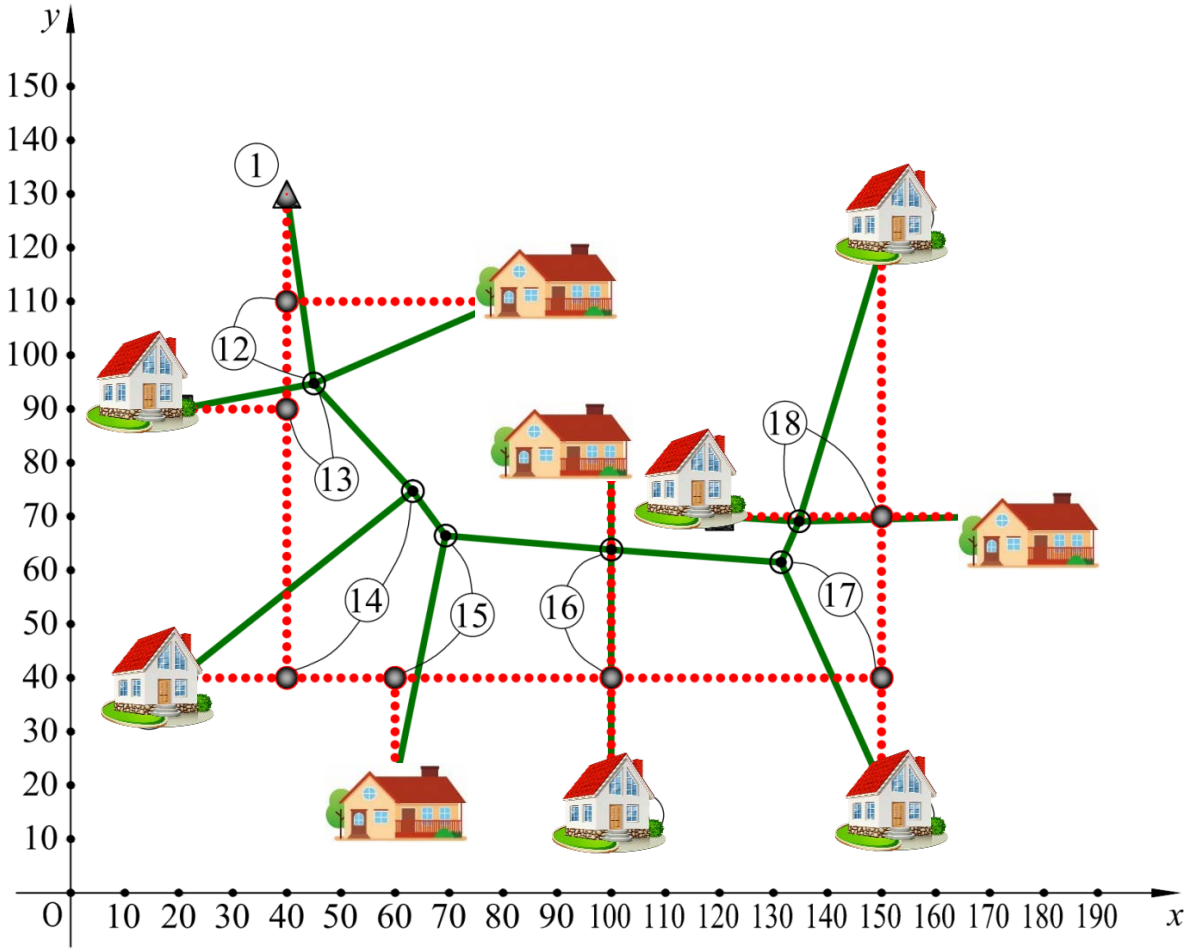
8.4. Оптимізація систем енергопостачання

- Аналогічні інструменти також можуть бути використані для оптимізації конфігурації зовнішніх інженерних мереж, включаючи фрагменти системи енергопостачання.
- Зокрема, **використовуючи такий підхід до моделювання, можна оптимізувати системи централізованого опалення та електропостачання, мінімізуючи втрати енергії та витрати на експлуатацію трубопроводів і електромереж та інженерного обладнання.**



8.4. Оптимізація систем енергопостачання

- На даному зображенні показано **порівняння стандартної та оптимізованої схеми мережі теплопостачанняЯк правило, зниження теплових втрат і економія при експлуатації теплових мереж після оптимізації складає 12...15%.**



9. Висновки

- Всі продемонстровані проекти засновані на впровадженні передових наукових досліджень в області енергоефективності та ресурсозбереження в будівництві та архітектурі.
- Всі **ці напрямки досліджень мають дуже сильний фінансово-економічний потенціал реалізації, а також значний екологічний ефект.**
- Всі **продемонстровані проекти засновані на фундаментальних принципах оптимізації навколишнього простору з метою його найбільш раціонального використання, забезпечення доступності, екологічності та безпеки.**
- Подальший розвиток досліджень у цих напрямках та впровадження їх результатів, безсумнівно, сприятимуть екологічному відновленню України та забезпеченню її сталого розвитку, а також досягненню глобальних цілей міжнародної спільноти.
- Сьогодні, як ніколи раніше, ми розуміємо наші пріоритети та напрямки подальшого розвитку в галузі архітектури, будівництва та енергопостачання, і в той же час, як ніколи раніше, ми потребуємо підтримки та обміну досвідом з міжнародним співтовариством.

© Volodymyr Skochko | 2023

Проєкт «Просування енергоефективності та імплементації Директиви ЄС про енергоефективність в Україні», що виконується Німецьким товариством міжнародного співробітництва (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH, GIZ) по підтримці впровадження енергоефективних публічних закупівель в Україні.

Дякую за увагу!

Слава Україні!

Міністерство освіти і науки України

Київський національний університет будівництва та архітектури (КНУБА)

Кафедра архітектурних конструкцій

Науково-освітній центр проектування та дослідження будівель з близьким до нульового енергоспоживанням КНУБА (NZEB Hub)

Програма розвитку ООН (ПРООН)

Володимир Скочко

Д.т.н., професор кафедри архітектурних конструкцій, директор NZEB Hub, старший консультант ПРООН інженер-будівельник (Проект ECHO for SCHOOLs-UA)

Україна, Київ, КНУБА, Повітрофлотський проспект, 31, 03037;
Тел.: + 38050-947-85-03;
Адреса електронної пошти: vladimir.and.friends@gmail.com

Чернівці, Україна
5 червня 2023 року