

## **ЕНЕРГОЕФЕКТИВНІСТЬ ПРИ ПЛАНУВАННІ МІСТ**

Вінницький національний технічний університет

### **Анотація**

*У статті розглянуто та проаналізовано приклади архітектурно-планувальних та містобудівних рішень, які забезпечують енергоефективність житлової забудови та будинків у світовому досвіді. Визначено основні принципи досягнення енергоефективності при організації житлового середовища.*

**Ключові слова:** енергоефективність житлового середовища, рядова та перемитральна забудова, орієнтація будинків.

### **Abstract**

*Examples of architectural planning and urban planning solutions that provide energy efficiency for residential buildings and buildings in the world experience are considered and analyzed. The basic principles of achieving energy efficiency in the organization of living environment are defined.*

**Keywords:** energy efficiency of residential environment, ordinary and premitralny building, orientation of buildings.

### **Вступ**

У сучасному світі старі міста ростуть, а нові з'являються дуже швидко. Географ-урбаніст Данкан Сміт провів дослідження зростання кількості міського населення та створив карту [1], яка зображує як змінилась чисельність населення деяких міст з 1950 р. до 2015 р. За цими даними у 1950 р. проживало в містах 30 % населення світу, а у 2015 р. – 54 %. Але при зростанні та розвитку міст зростають і потреби в енергії. Світове споживання енергії станом на 2018 рік збільшилось на 2,3% порівняно з 2017 роком [2]. Це обумовлено високим попитом на електроенергію і газ в різних країнах світу, особливо в Китаї та в США.

На будівництво та експлуатацію споруд витрачається близько 50 % всієї енергії у розвинених країнах, а у країнах, що розвиваються — приблизно 30 %. Тому й виникає потреба застосування певних містобудівних та архітектурно-планувальних рішень забудови, які будуть забезпечувати енергоефективність нових будинків та підвищувати енергоефективність існуючих будівель за рахунок реконструкції.

### **Основна частина**

У місті Фрайбург, Німеччина знаходиться житловий район, який називають «Сонячне поселення» (Die Solarsiedlung in Freiburg) (рис.1). На території 11 000 м<sup>2</sup> побудовано 59 житлових будинків загальною площею 7 850 м<sup>2</sup> та комерційний центр. На дахах усіх будівель знаходяться сонячні фотоелектричні модулі, які дають можливість генерувати 420 000 кВт-год електроенергії в рік, що майже втричі більше ніж необхідно для забезпечення потреб жителів цього району [3]. Але не тільки цей факт робить «Сонячне поселення» енергоефективним житловим середовищем. Забудова в районі є рядова і досить щільна, житлові будинки розташовані довгою віссю з сходу на захід, а скляні конструкції орієнтовані на південь. Це забезпечує гарну інсоляцію та дозволяє максимально використати пасивний сонячний нагрів. Похилі дахи з сонячними панелями затіняють вікна в літній період, що зменшує потребу кондиціонерів і відповідно знижує кількість вживаної електроенергії. Всі житлові будинки збудовані з екологічно чистих матеріалів, переважно з дерева, а внутрішні двори вільні від автомобілів. Комерційний центр «Сонячний корабель» слугує шумозахисним бар'єром для основної житлової групи і забезпечує жителів великим паркувальним майданчиком на підземних поверхах. Він орієнтований довгою віссю з півночі на південь, що забезпечує рівноцінний обігрів будівлі як з заходу, так і сходу. Встановлені сонячні електричні станції на даху торговельно-розважального центру дасть змогу ефективно використати площу покрівлі і економічно вигідно використовувати електроенергію [4].



Рис. 1. – «Сонячне поселення»,  
Фрайбург, Німеччина



Рис. 2. – Комерційний центр  
«Сонячний корабель»

Ще один житловий район схожого типу знаходиться в пригороді Хельсінкі, Фінляндія. Енергоефективний район Viikki (рис. 3) є експериментальним проектом програми Європейського товариства «Thermie». На території екологічного району розташовуються будівлі університету, научно-дослідницькі центри, житлові будинки, міська бібліотека, парк, зелені зони та споруди громадського призначення. Для кращого поглинання тепла всі будівлі орієнтовані на південь та південний захід. Завдяки врахуванню місцевих кліматичних умов з південної сторони передбачені галереї для проходу, які служать певним захисним екраном від вітру. Житлові будівлі обладнані системами механізованої та природної вентиляції, які забезпечують приміщення підігрітим зовнішнім повітрям і дають змогу контролювати температуру у кожному приміщенні. За обрахованими даними даний проект дозволяє знизити загальну кількість енергії, яка необхідна для тепло- та енергопостачання на 19% від існуючих нормованих значень [5]. На дахах і балконах деяких будинках установлені фотоелектричні панелі та сонячні колектори, які забезпечують централізоване тепlopостачання.



Рис. 3. – Житловий район Viikki, Хельсінкі, Фінляндія

В 1990-их роках в Стокгольмі з промислової зони почав розбудовуватися район Hammarby Sjöstad (рис. 4). Незважаючи на помірні темпи розвитку, район є дуже сучасним. Розмір району складає 2 км<sup>2</sup>: 0,4 км<sup>2</sup> – водний простір і 1,6 км<sup>2</sup> – суша. Щільність забудови досить висока, і завдяки такому розумному використанню територій вдалось понизити висотність будівель до 7 поверхів. Тут переважають квартали з рядовою та периметральною забудовою. Внутрішній простір кварталів закритий для автомобілів. Район було сплановано з ухилом на більш екологічні види транспорту, тому тут добре розвинена інфраструктура громадського транспорту, що знижує використання приватних автомобілів, тим самим зменшуючи використання невідновлюваних джерел енергії. 50 % електроенергії та тепла, які споживаються в районі, покриваються через переробку органічних та горючих відходів.

Переробка та вторинне використання відходів здійснюється всередині району за рахунок компостів, які використовуються для забезпечення зелених зон добривами, очистки стічних вод тощо. Ступінчаста обробка каналізаційних стічних вод дозволяє використовувати воду всередині району і отримувати тепло для централізованого опалення. Горючі відходи спалюють, а тепло від цього також йде в опалювальну систему будівель [6-11].

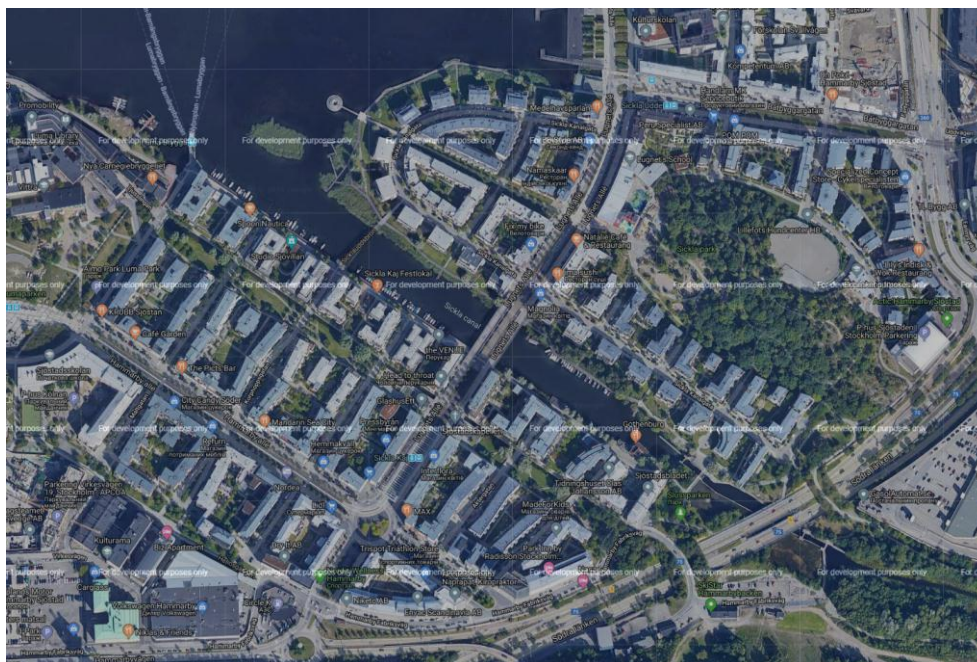


Рис. 4. – Район Hammarby Sjöstad, Стокгольм, Швеція.

Житловий комплекс «Green Village», який розташований в Айзенштадті (Австрія), дещо відрізняється від попередніх прикладів енергоефективних міських середовищ. Особливість цього комплексу є те, що енергоефективність тут досягається завдяки технології пасивного будинку. Два будинки (рис. 5), які входять в комплекс, відповідають всім вимогам до конструкції пасивного будинку: пасивне використання сонячної енергії, застосування відновлюваних джерел енергії, якісна теплоізоляція, вентиляція з рекуперацією, високоякісне скління вікон, ізоляція підлоги тощо. На даху крім сонячних батарей, які використовують для підігріву гарячої води та для покривання витрат електроенергії влітку, є басейн, зона для засмагання, сауна та тренажерний зал.



Рис. 5. – Житловий комплекс «Green Village», Айзенштадт, Австрія.

## Висновок

Отже, аналізуючи закордонний досвід, стає очевидним, що енергоефективність кварталів та районів досягається за рахунок типу забудови, напрямку будинків та сучасних технологій, які застосовують при будівництві та експлуатації будівель.

При плануванні кварталів частіше використовували рядову та периметральну забудову. Рядовий тип дозволяє найбільш оптимально розташовувати будівлі для покращеної інсоляції, тобто забезпечити їх пасивною сонячною енергією. Периметральний тип забезпечує високу щільність середовища за рахунок довгих та цілісних фасадів будинків, і дає змогу захистити будівлі, які знаходяться в центрі кварталу, від вітру, використовуючи будинки, які розташовані по периметру, як вітро- та шумозахисний екран.

Орієнтацію будинків обирають залежно від вимог інсоляції, аерації та рельєфу місцевості. У середніх широтах при розташуванні будівлі довгою віссю з півночі на південь, приміщення, які знаходяться з заходу, і приміщення, які орієнтовані на схід, за день будуть отримувати приблизно однакову кількість сонячного світла. А при розташуванні будівлі довгою віссю зі сходу на захід, південна сторона будівлі буде отримувати велику кількість тепла.

Застосування сучасних технологій і будівельних матеріалів є дуже важливою складовою енергоефективності району. Використання сонячних батарей та колекторів, вентиляції з рекуперацією, переробки відходів на території району, правильне утеплення будівель та усунування містків холоду забезпечить енергетичну ефективність та незалежність окремої будівлі і всього комплексу в цілому.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. World City Populations 1950 – 2035 [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://luminocity3d.org/WorldCity/#3/46.62/20.04>
2. Общее потребление электроэнергии [Електронний ресурс] / Статистический ежегодник мировой энергетики – Режим доступу: <https://yearbook.enerdata.ru/total-energy/world-consumption-statistics.html>
3. Фрайбург – пример стального энергоэффективного развития міста [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://сахара.ua/ru/kompaniya/statti/frajburg-priklad-stalogo-energoeffektivnogo-rozvitku-mista>
4. Визначення економічної ефективності використання сонячної енергії на дахах торговельно-розважальних центрів [Текст] / В. П. Очеретний, В. П. Ковальський, О. О. Корецький, О. В. Дмитрів // Сучасні технології, матеріали і конструкції в будівництві. – 2018. – № 2. – С. 194-200.
5. Бродач М. Viikki – експериментальний жилой район [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://zvt.abok.ru/articles/125/Viikki\\_eksperimentalnii\\_zhiloi\\_raion](http://zvt.abok.ru/articles/125/Viikki_eksperimentalnii_zhiloi_raion)
6. Гершман А. Будут ли довольны потомки новым районом? [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://gre4ark.livejournal.com/653405.html>
7. Березюк О. В. Динаміка питомої кількості твердих побутових відходів, що спалюються в країнах ЄС [Електронний ресурс] / О. В. Березюк // Перспективні досягнення сучасних вчених : матеріали наукового симпозиуму, 19-20 вересня 2017 р. – Одеса : SWorld, 2017. – 5 с. – Режим доступу : <http://www.sworld.education/index.php/ru/c217-1/29390-%D1%81217-019>.
8. Березюк О. В. Отримання добрих методом компостування твердих побутових відходів [Текст] / О. В. Березюк, Л. Л. Березюк // Еколого-енергетичні проблеми сучасності : збірник наукових праць всеукраїнської науково-технічної конференції молодих учених та студентів, Одеса, 14 квітня 2017 р. – Одеса : ОНАХТ, 2017. – С. 15-17.
9. Березюк О. В. Стан поводження з твердими побутовими та промисловими відходами в Україні [Текст] / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Научные труды SWorld. – Вып. 49, т. 1. – Иваново (Россия) : Научный мир, 2017. – С. 69-73
10. Березюк О. В. Удосконалення математичної моделі концентрацій забруднювальних речовин у фільтраті полігонів твердих побутових відходів [Текст] / О. В. Березюк // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – № 4. – С. 28-31.
11. Березюк О. В. Поширеність спалювання твердих побутових відходів з утилізацією енергії [Текст] / О. В. Березюк, М. С. Лемешев // Сучасні технології, матеріали і конструкції у будівництві. – 2017. – № 2. – С. 137-141.

**Абрамович Віта Сергіївна** — студентка групи БМ-166, факультет будівництва, теплоенергетики та газопостачання, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

**Ковальський Віктор Павлович** – к.т.н., доцент кафедри будівництва, міського господарства і архітектури Вінницького національного технічного університету, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Бондар Альона Василівна** — асистент кафедри містобудування та архітектури, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)

**Abramovych Vita S.** — Student Faculty of Building Heating and Gas Supply, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [2b16b.abramovych@gmail.com](mailto:2b16b.abramovych@gmail.com)

**Kovalskiy Victor P.** – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Construction, Municipal Economy and Architecture Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, e-mail: [kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com](mailto:kovalskiy.vk.vntu.edu@gmail.com)

**Bondar Alena V.**— assistant of Construction, Urban and Architecture Department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email: [alichka.vin@i.ua](mailto:alichka.vin@i.ua)