

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ENERGYPLUS ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДОВОЇ ПОВІТРООБМІНУ

Анотація. У даному матеріалі обговорюється важливість енергоефективності в будівлях і те, чому енергетичне моделювання є ключовим інструментом для аналізу енергоспоживання в будівлях. Дослідження зосереджується на аналізі енергетичного моделювання багатоповерхового житлового будинку в Києві, в Україні, з використанням програмного забезпечення EnergyPlus та DesignBuilder.

У дослідженні порівнюються втрати тепла через інфільтрацію, розраховані з використанням середньомісячних температур з кліматології будівлі, з втратами, розрахованими з використанням температур з енергетичної моделі та змодельованих значень інфільтрації. Результати показують, що втрати тепла, розраховані з використанням середньомісячних температур з кліматології будівель, відрізняються, ніж змодельовані значення через нижчі національні стандартні температури. Дослідження підкреслює важливість використання надійних даних для точного аналізу енергоефективності будівель.

Ключові слова: енергоефективність будівель, енергетичне моделювання будівель, EnergyPlus, DesignBuilder, інфільтрація, тепловтрати, кліматологія.

Вступ. Сьогодні все більше та більше уваги приділяється енергоефективності будівель, адже це допомагає зменшити енергоспоживання, знизити викиди в атмосферу та скоротити витрати на енергію. Один з ключових інструментів для аналізу енергоспоживання будівель, який активно використовується у світовій практиці - енергетичне моделювання будівель.

Мета та завдання. Метою дослідження є підвищення рівня ефективності управління використанням енергії на основі деталізації показників врахування складової пов'язаної з природною вентиляцією в будівлях. Завдання: 1) створення математичної моделі репрезентативної квартири в програмному середовищі DesignBuilder; 2) дослідження природної кратності повітрообміну в програмному середовищі DesignBuilder; 3) енергетичне моделювання повітрообміну в репрезентативній квартирі.

У дослідженні зосереджено увагу на аналізі повітрообміну в будівлях з використанням програмного забезпечення EnergyPlus [1] та DesignBuilder [2] для енергетичного моделювання. В якості об'єкту для обрання типова для української урбаністики, багатоповерхова житлова будівля розташована у місті Києві. Дванадцятиповерховий багатоквартирний проект з керамічної цегли 1993 року забудови (рис. 1). Всі результати показані для одного досліджуваного приміщення типової квартири на четвертому поверсі південної орієнтації (рис. 2).



Рисунок 1 – 3D модель досліджуваної будівлі

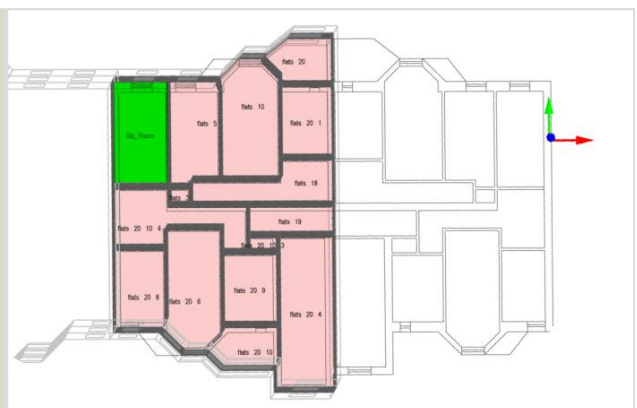


Рисунок 2 – Типовий план поверху будівлі

Матеріали і результати досліджень. Для оцінки рівня енергетичної ефективності будівель важливим мати математичні моделі, що дозволяють врахувати природну складову повітрообміну. EnergyPlus дозволяє побудувати детальну модель інфільтрації, крім того програма декілька алгоритмів симуляції повітрообміну. В поточній моделі використовується DesignFlowRate – природний рух зовнішнього повітря в будівлю через такі отвори, як двері, вікна та тріщини в будівельних елементах. EnergyPlus використовує базове рівняння для розрахунку інфільтрації, яке враховує такі фактори, як розрахункова швидкість інфільтрації, графік інфільтрації, різниця температур між внутрішнім і зовнішнім середовищем, швидкість вітру та інші змінні. Також EnergyPlus має наступні алгоритми розрахунку інфільтрації: EffectiveLeakageArea, FlowCoefficient і більш складні процеси, які окрім інфільтрації враховують повітрообмін через природну та механічну вентиляцію [3].

Широкого використання в програмному продукті EnergyPlus набула модель EffectiveLeakageArea, яка до нормативного/заданого значення кратності повітрообміну додає надбавку, яка залежить від внутрішніх та зовнішніх умов середовища (для теплого періоду ця розбіжність менша, а холодного періоду більша). Саме тому, за результатами моделювання інфільтрація вище, ніж задана або константа, яка часто використовується у розрахунках за стандартами [4]. Особливо в опалювальний період, коли різниця температур може значно варіюватися (рис. 3).

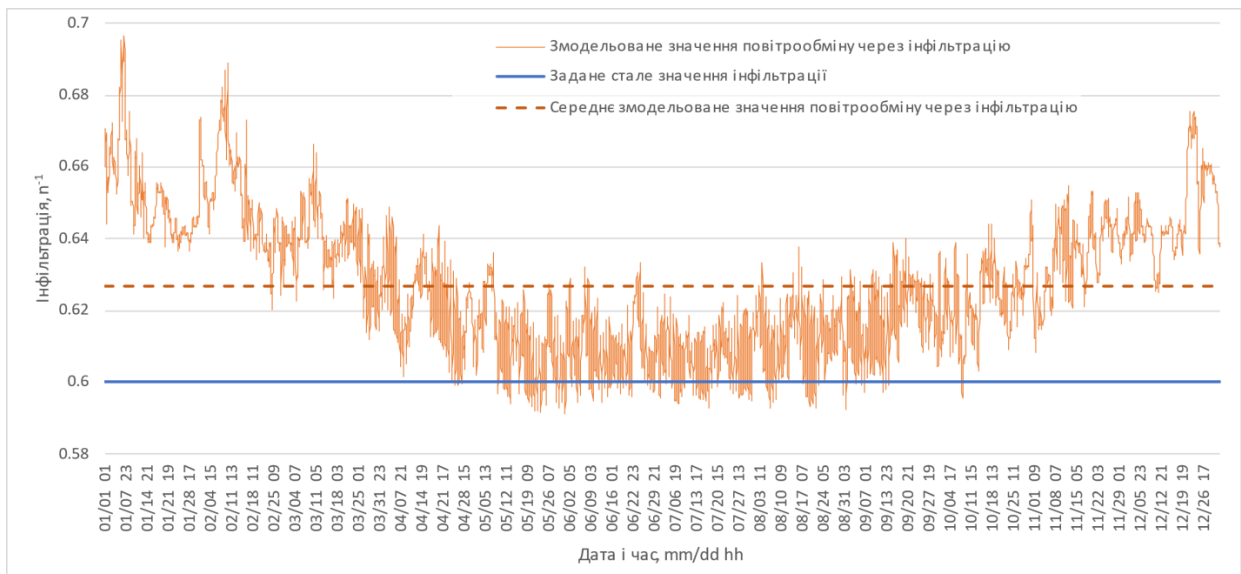


Рисунок 3 – Порівняння заданого і змодельованого значення повітрообміну через інфільтрацію

У цьому дослідженні ми порівняли тепловтрати через інфільтрацію, розраховані за допомогою середньомісячних температур з будівельної кліматології, з тепловтратами, розрахованими за допомогою температур з енергетичної моделі, та змодельованими значеннями інфільтрації (Air Heat Balance Outdoor Air Transfer Rate). Результати показали, що тепловтрати, тенденція тепловтрат протягом року зберігається, але змодельовані дані мають більший розкид, що дозволяє оцінити піки теплопотреб. Також можна відзначити, що середня температура IWEC [5] вища за національний стандарт [6], що обумовлюється різними часовими інтервалами, які були використані для створення кліматичних даних типового року (рис. 4).

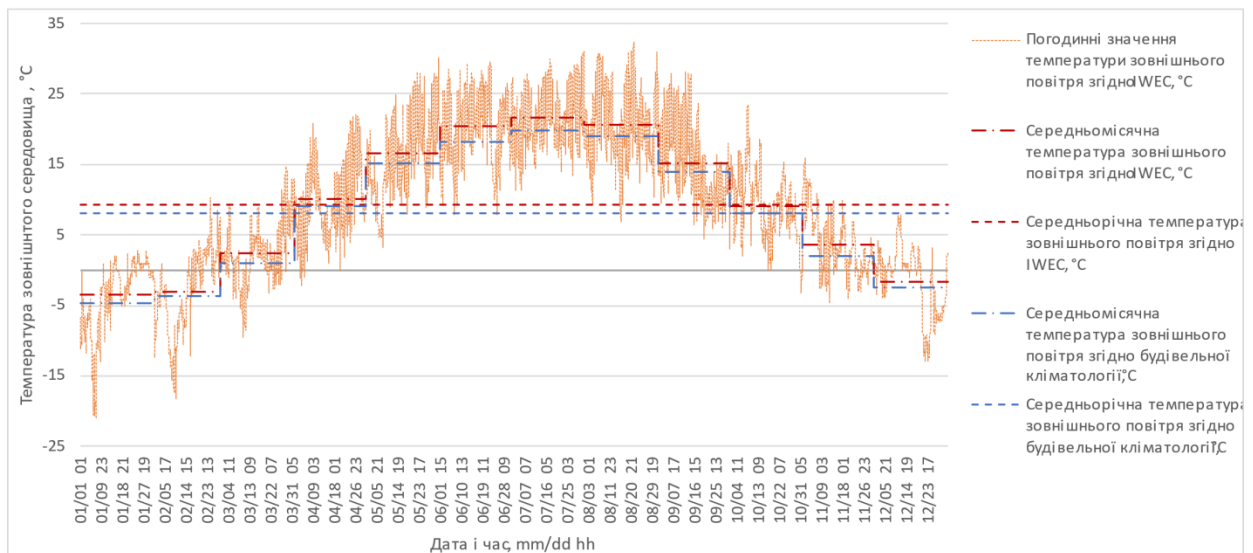


Рисунок 4 – Температура зовнішнього повітря

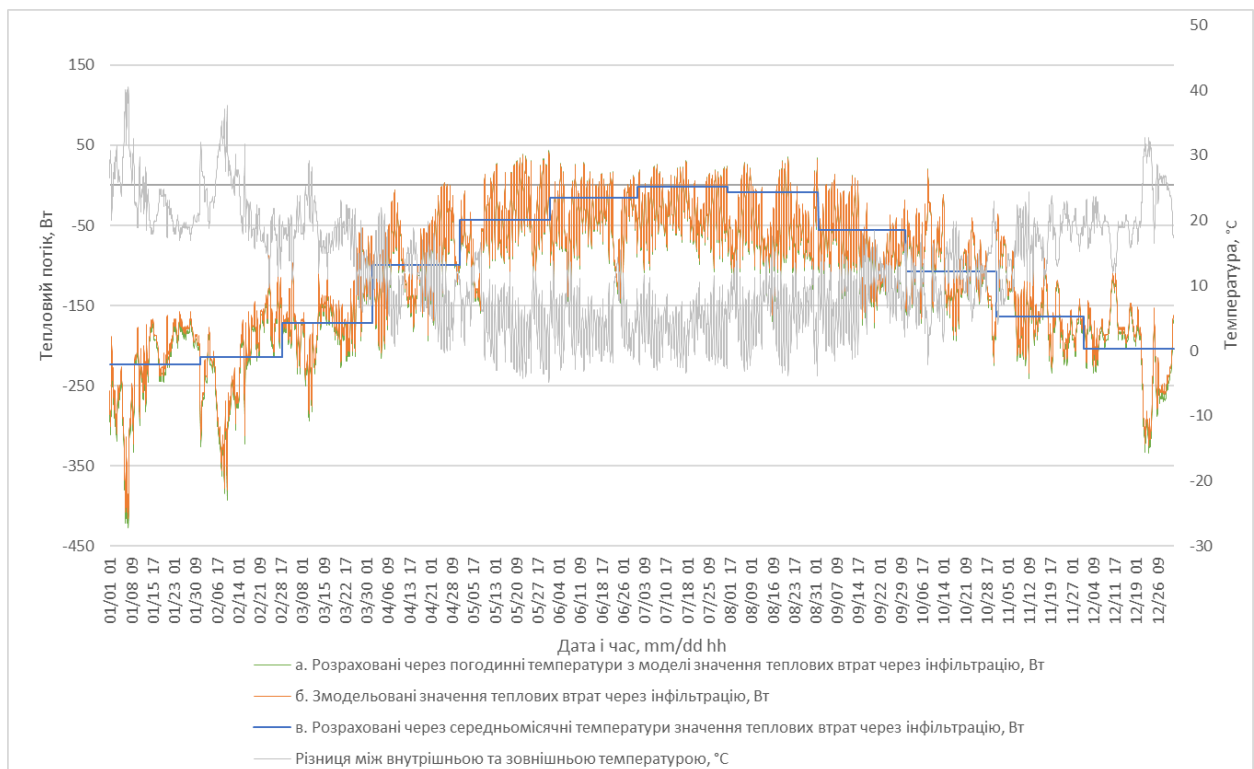


Рисунок 5 – Тепловий потік природної складової повітрообміну

Тепловтрати, розраховані за допомогою температур з енергетичної моделі, дали більш точну оцінку тепловтрат через інфільтрацію в порівнянні зі значеннями, розрахованими за допомогою середньомісячних температур. Ці дані можуть бути корисні для проектування та оцінки енергоефективності будівель, а також для вдосконалення моделей інфільтрації.

Висновки. Дослідження зосереджувалося на аналізі повітрообміну в будівлях з використанням програмного забезпечення EnergyPlus та DesignBuilder на прикладі типової багатоповерхової житлової будівлі у місті Києві. В роботі проведено енергетичне моделювання теплових потоків пов'язаних з природною складовою повітрообміну на основі стаціонарних та динамічних методів розрахунку. Встановлено, що врахування теплових потоків пов'язаних з повітрообміном за стандартом ДСТУ 9190:2022 та за підходами динамічної моделі створені в програмному середовищі DesignBuilder мають розбіжність відсотків. Результати енергетичного моделювання в програмному середовищі DesignBuilder дозволяють корегувати величину природного повітрообміну залежно від погодинної зміни внутрішніх та зовнішніх умов середовищ.

Список використаних джерел:

1. EnergyPlus Software – U.S. Department of Energy's (DOE) – <https://energyplus.net>.
2. DesignBuilder Software – DesignBuilder Software Ltd – <https://designbuilder.co.uk>.
3. Input Output Reference – EnergyPlus™ Version 22.2.0 Documentation – U.S. Department of Energy, September 28, 2022, 2852 pages..
4. ДСТУ 9190:2022 Енергетична ефективність будівель. Метод розрахунку енергоспоживання при опаленні, охолодженні, вентиляції, освітленні та гарячому водопостачанні. – [Чинний від 10.06.2022] – К.: Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості, 2022. – 152 с.
5. Кліматичні дані IWEC для м. Києва – https://energyplus.net/weather-location/europe_wmo_region_6/UKR/UKR_Kiev.333450_IWEC.
6. ДСТУ-Н Б В.1.1-27:2010 «Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія». К., 2011. 123с.

M. Gureev¹, Ph. D. student

¹National Technical University of Ukraine
“Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute”

USING ENERGYPLUS SOFTWARE TO DETERMINE WAREHOUSE AIR EXCHANGE

Abstract. *This study discusses the importance of energy efficiency in buildings and why energy modeling is a key tool for analyzing energy consumption in buildings. The study focuses on an energy modeling analysis of a multi-story residential building in Kyiv, Ukraine, using EnergyPlus and DesignBuilder software. The study compares heat losses due to infiltration calculated using average monthly temperatures from the building climatology with losses calculated using temperatures from the energy model and simulated infiltration values. The results show that the heat losses calculated using average monthly temperatures from the building climatology are differ from the modeled values due to lower national standard temperatures. The study emphasizes the importance of using reliable data to accurately analyze the energy efficiency of buildings.*

Keywords: *energy efficiency, energy modeling, EnergyPlus, DesignBuilder, infiltration, heat loss, climatology.*