

УДК 692.82:699.86

## ПОКРАЩЕННЯ ТЕПЛОТЕХНІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ БУДІВЛІ ЗА ДОПОМОГОЮ ВІМ ПРОЕКТУВАННЯ

Автори – Сіренко К. О., Дунда В. В., студ. гр. ПЦБ-20-1мн

Науковий керівник – Сопільняк А. М., канд. техн. наук, доц.

*Придніпровська державна академія будівництва та архітектури*

**Постановка проблеми.** На сьогоднішній день постає питання вирішення проблем енергоефективності існуючих будівель. Досить гостре питання потребує сучасних рішень. Використання технологій інформаційного моделювання дозволяє підійти до вирішення проблеми з меншими трудовитратами, та провести доскональний моніторинг будівлі щодо витрат енергії та порівняти результати до та після утеплення.

**Мета дослідження.** Технології інформаційного моделювання вносять деякі зміни в проектування будівель. Програмне забезпечення дозволяє провести аналітичні розрахунки будівлі та працювати над поліпшенням показників енергоефективності. Аналіз допомагає точно розрахувати скільки коштів потрібно витратити на утеплення, які конструкції доцільніше використовувати та на скільки зменшиться споживання електроенергії і опалення після цього. Правильний вибір конструкцій та матеріалів дає можливість зменшити витрати на опалення будівлі та збільшити клас енергоефективності. При використанні поряд альтернативних джерел енергії дозволяє забезпечити високі показники екологічності будівлі та зменшити викиди шкідливих газів у навколишнє середовище. Також використання сонячних батарей дає змогу будівлі бути більш автономною.

**Результати дослідження.** У ході дослідження за допомогою програмного забезпечення Autodesk Revit було проаналізовано дві моделі будівлі, до та після утеплення. Модель даної будівлі було надано громадською спілкою «Buildit Ukraine» в межах міжнародного конкурсу серед студентів «VDC Roasting». Віртуальний об'єкт інформаційно взаємодіє з великим обсягом доступного довідкового матеріалу, який заноситься в систему, і за допомогою додаткових сервісів а саме Autodesk Insight (хмарне програмне забезпечення для аналізу енергоефективності будівель) дозволяє ознайомитись з результатами і вивчити можливості підвищення енергоефективності проекту. Insight відображає чисельні результати, а також інтерактивний вид моделі, який дозволяє візуалізувати опалювальні навантаження, холодильні навантаження і потенціал фотоелектричних поверхонь в моделі.

Будівля, що була проаналізована, трапецієвидної форми в плані, триповерхова з підземним паркінгом. Розміри будівлі в осях  $56,7 \times 18$  (13) м, висота будівлі до найвищої точки – 15 м. Конструктивна система будівлі – монолітний залізобетонний каркас, покриття зі сталевих балок складної форми, огорожувальні конструкції з керамічної цегли з енергоефективним утеплювачем. Для забезпечення зв'язку між поверхами передбачені сходи та ліфт.

Для покращення енергоефективності будівлі при фіксованому встановленому бюджеті у розмірі 300 000 у. о. було вирішено змінити структуру стін, плити перекриття над паркінгом, замінити існуючі вікна та двері на вікна і двері з покращеними параметрами.

Також для автономності будівлі та економії коштів на електроенергію були встановлені сонячні батареї.

Структура стін після утеплення має такі показники (рис. 1).

	Функция	Материал	Толщина	Огибания	Материал несущих конструкций
1	Отделка 2 [5]	Ceramic Tile_White	15.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Термическая/воздушная прос	_Air_Gap	50.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Термическая/воздушная прос	Mineral Wool	200.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	<b>Граница сердцевины</b>	<b>Слои выше огибания</b>	<b>0.0</b>		
5	Структура [1]	Ceramic Brick	380.0	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
6	<b>Граница сердцевины</b>	<b>Слои ниже огибания</b>	<b>0.0</b>		
7	Отделка 2 [5]	Plaster	10.0	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Рис. 1. Структура стіни після утеплення

Коефіцієнти теплопередачі вікон та дверей після заміни:

- вікна – 0,8333 Вт/(м<sup>2</sup>·К),
- двері – 0,8333 Вт/(м<sup>2</sup>·К).

Для утеплення плити перекриття над паркінгом були використані плити з мінеральної вати, товщиною 150 мм та з наступним оштукатурюванням в якості опоряджувального шару.

Після аналізу у Autodesk Insight утепленої будівлі ми отримали наступні показники.

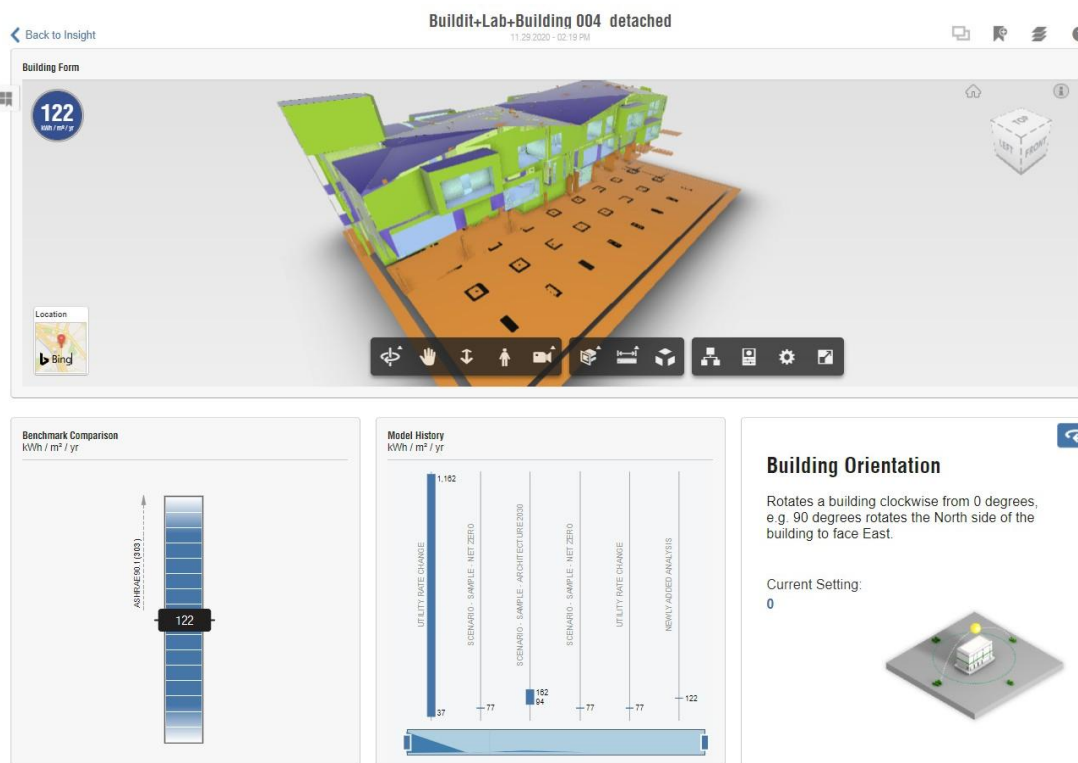


Рис. 2. Результати аналізу з Autodesk Insight (після утеплення)

Також було створено таблицю загальної вартості матеріалів застосованих для підвищення енергоефективності та пораховано їх вартість.

Таблиця

№	Name	Count	Price EUR
1	Windows	182	112 020
2	Doors	6	3 794
3	Warming walls	995 m <sup>2</sup>	94 508
4	Warming floor	920 m <sup>2</sup>	3 165,967
<b>Total</b>			<b>213 487,967</b>

**Висновки.** Розвиток інформаційного моделювання будівель продемонстрував нове потужне джерело ефективності вибору раціональних архітектурно-конструктивно-технологічних рішень, що забезпечують мінімізацію енергоспоживання та викидів CO<sub>2</sub> при заданому кошторисному обмеженні .

Результатами аналізу енергоефективності будівлі було визначено, що після проведення заходів по утепленню, енергоспоживання зменшилося на 57 % .

Утеплення будівлі було розраховано згідно даного бюджету який становив 300 000 у. о.

#### Список використаних джерел

1. BIM – Википедия [Электронный ресурс]. Википедия : свободная энцикл. ... 2018. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/BIM> (дата обращения : 16.07.2018).
2. Ziganshin A., Ziganshin M. Smart BIM in HVAC. *Information modeling in Heating and Ventilation Systems*. Kazan, 2018.
3. [Електронний ресурс]. URL: <http://kbu.org.ua/index.php?id=1389>