

COBIM

Загальні вимоги BIM 2012

Версія 1.0



Серія 10

Енергетичний аналіз

Передмова

Серія публікацій «Загальні вимоги BIM 2012» є результатом широкомасштабного проєкту розробки під назвою *COBIM*. Потреба в цих вимогах зумовлена швидким зростанням використання BIM у будівельній галузі. На всіх стадіях проєкту будівництва сторонам проєкту необхідно точніше, ніж раніше, визначити, що саме моделюється, і як це моделювання відбувається. «Загальні вимоги BIM 2012» ґрунтуються на попередніх інструкціях організацій-власників і досвіді користувачів, що впливає з них, а також на ґрунтовному досвіді авторів інструкцій у роботі з моделями.

Сторони проєкту: **Організації, що надають фінансування:** Aitta Oy, Larkas & Laine Architects Ltd, buildingSMART Finland, Технічні та екологічні служби міста Еспоо, Future CAD Oy, Житлове виробниче управління міста Гельсінкі, Центр приміщень міста Гельсінкі, Гельсінський університет, Helsingin Yliopistokiinteistöt Oy, HUS Kiinteistöt Oy, Центр приміщень HUS, ISS Palvelut Oy, Центр приміщень міста Куопіо, Lemminkäinen Talo Oy, Micro Aided Design Ltd. (M.A.D.), NCC companies, Sebicon Oy, Senate Properties, Skanska Oy, SRV Group Plc, Sweco PM Oy, місто Тампере, Центр приміщень міста Вантаа, Міністерство охорони навколишнього середовища. **Автори:** Finnmap Consulting Oy, Gravicon Oy, Olof Granlund Oy, Lemminkäinen Talo Oy, компанії NCC, Pöyry CM Oy, Центр технічних досліджень Фінляндії Skanska Oyj/VTT, Solibri, Inc., SRV Rakennus Oy, Tietoa Finland Oy. **Керування:** «Фонд будівельної інформації RTS».

Вимоги були затверджені виконавчою групою, що складається з представників сторін проєкту. Виконавча група виступала як комітет ТК 320 «Фонду будівельної інформації RTS», і як така брала активну участь у розробці змісту вимог та зверталася за коментарями до членів виконавчої групи й зацікавлених груп.

Зміст

1	Основні завдання інформаційного моделювання будівель	3
2	Введення	4
3	Енергетичний аналіз на різних стадіях проєкту	5
3.1	Концептуальне проєктування	8
3.2	Ескізне проєктування	8
3.3	Розробка проєкту	9
3.4	Стадія «Дозвіл на будівництво»	10
3.5	Робочий проєкт	10
3.6	Будівництво	10
3.7	Введення в експлуатацію й гарантійний термін	11
3.8	Експлуатація й технічне обслуговування	12
4	BIM і програми енергетичного аналізу	13
4.1	Програми енергетичного аналізу	13
4.2	Вимоги до обміну інформацією для енергетичного аналізу	14
4.2.1	Архітектурна модель	15
4.2.2	Архітектурні вимоги	16
4.2.3	Вимоги до інженерних систем	16
4.2.4	Зони обслуговування інженерних систем	17
4.2.5	Вимоги до просторового кондиціонування	17
4.2.6	Результати щодо енергії й комфорту	18
5	Список джерел	20

ДОДАТКИ

1 Основні завдання інформаційного моделювання будівель

Моделювання будівель і споруд має на меті підтримати процес життєвого циклу будівлі, який є якісним, ефективним, безпечним і відповідає принципам сталого розвитку.

Інформаційне моделювання будівель використовується протягом усього життєвого циклу будівлі, починаючи з початкової стадії проєктування й триває навіть під час використання та управління й експлуатації (FM) після завершення проєкту будівництва.

BIM дозволяє, наприклад, таке:

- Підтримка інвестиційних рішень шляхом порівняння функціональності, обсягу й вартості рішень.
- Енергетичний, екологічний аналіз і аналіз життєвого циклу з метою порівняння рішень, проєкту й цілей подальшого управління й експлуатації.
- Візуалізація проєкту й аналіз доцільності будівництва.
- Посилення контролю якості та обміну даними, що робить процес проєктування ефективнішим.
- Використання даних проєкту будівлі під час експлуатації й керування об'єктом.

Щоб моделювання було успішним, необхідно визначити пріоритети й цілі проєкту щодо моделей та їх використання. Специфічні для проєкту вимоги слід визначити й задокументувати на основі завдань і загальних вимог, викладених у цій серії публікацій.

Загальні цілі BIM є, наприклад, такими:

- Забезпечити підтримку процесів прийняття рішень у проєкті.
- Забезпечити прихильність сторін до цілей проєкту за допомогою використання BIM.
- Візуалізувати проєктні рішення.
- Допомогти в розробленні й узгодженні проєктів.
- Підвищити й забезпечити якість процесу будівництва й кінцевого продукту.
- Зробити ефективнішими процеси під час будівництва.
- Підвищити рівень безпеки під час будівництва й протягом усього життєвого циклу будівлі.
- Підтримати аналіз вартості й життєвого циклу проєкту.
- Підтримувати передачу даних проєкту в систему управління й експлуатації під час роботи.

«Загальні вимоги BIM 2012» охоплюють цілі для нового будівництва й реконструкції, а також використання та управління й експлуатації будівель. Мінімальні вимоги до моделювання та інформативного наповнення моделей містяться у вимогах до моделювання. Мінімальні вимоги призначені для дотримання в усіх проєктах будівництва, де використання цих вимог є доцільним. Крім мінімальних вимог, у кожному конкретному випадку можуть бути висунуті додаткові вимоги. Вимоги до моделювання та інформативного наповнення мають бути надані в усіх договорах на проєктування в обов'язковому й узгодженому порядку.

Серія публікацій «Загальні вимоги BIM 2012» складається з таких документів:

1. Загальна частина
2. Моделювання стартової ситуації
3. Архітектурне проектування
4. Проектування інженерних систем
5. Проектування будівельних конструкцій
6. Забезпечення якості
7. Кількісні показники
8. Використання моделей для візуалізації
9. Використання моделей під час аналізу інженерних систем
10. Енергетичний аналіз
11. Керування BIM-проектом
12. Використання моделей в технічному та адміністративному обслуговуванні споруд
13. Використання моделей у будівництві
14. Використання моделей у будівельному нагляді

На додаток до вимог до кожної області, кожна сторона BIM-проекту має бути ознайомлена принаймні із загальною частиною (Серія 1) та принципами забезпечення якості (Серія 6). Особа, відповідальна за проєкт або управління даними проєкту, має досконало володіти принципами вимог до BIM.

2 Введення

У Серії 10 «Загальних вимог BIM 2012» — «Енергетичний аналіз», — розглядаються важливі завдання під час проектування й будівництва, пов'язані з енергоефективністю та управлінням внутрішніми умовами, а також стадії введення в експлуатацію, які мають важливе значення для перевірки технічної реалізації. Ця перспектива підкреслює найкраще можливе віртуальне управління енергоефективністю й вимогами вже під час проектування й будівництва, використовуючи інформаційні моделі в різний спосіб. Важливою метою є також забезпечення можливості перевірки енергоефективності будівлі на досить ранній стадії протягом гарантійного періоду.

Цей документ визначає вимоги до використання інформаційних моделей в енергетичному аналізі під час проектування, будівництва та експлуатації. Енергетичний аналіз є важливим інструментом, який спрямовує проектування з точки зору енергоефективності, а використання інформаційних моделей дозволяє зробити це систематичніше, прозоріше, а в багатьох випадках і ефективніше порівняно з традиційними методами. Однак найважливішою перевагою використання BIM є сприяння використанню правильної інформації в обчисленнях.

Енергетичний аналіз застосовується до всієї будівлі, типів просторів і фактичних просторів, інженерних систем або їх частин. Вичерпний опис енергетичного аналізу представлений

у книзі, виданій ProIT «Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa» («Моделювання продуктів у проєктуванні інженерних систем») [1].

У цьому документі обчислення енергоефективності та аналіз умов внутрішнього середовища розглядаються як енергетичний аналіз. Деякі спеціальні розрахунки умов у приміщенні, такі як обчислювальна гідродинаміка (CFD) та моделювання освітлення, розглядаються в Серії 9 «Використання моделей в аналізі інженерних систем».

Цей документ застосовується тією мірою, якою використання ВІМ включено до тендерної документації й технічної документації для укладення договору. Фактична сторона, яка виконує енергетичний аналіз (консультант з питань енергетики, планувальник життєвого циклу, планувальник інженерних систем), може бути іншою в різних проєктах і навіть на різних стадіях проєкту. Цей документ не містить посилань на конкретні розділи проєкту, які виконують ці завдання.

3 Енергетичний аналіз на різних стадіях проєкту

Отримання цільових показників умов та енергоспоживання може залежати від архітектурних, структурних та системних рішень. Тому співпраця між проєктувальниками важлива з самого початку проєкту, щоб знайти оптимальне загальне рішення. Аналіз енергоефективності, впливу життєвого циклу та просторових умов суттєво підтримує цю співпрацю.

Цей документ включає як енергетичні обчислення, так і обчислення внутрішнього середовища як частину енергетичного аналізу. Причин для включення умов у вимоги багато:

- У керуванні енергоефективністю ключову роль відіграє управління вимогами енергоспоживання й внутрішніх умов.
- Умови в приміщенні й енергоефективність взаємопов'язані між собою, оскільки більша частина енергії витрачається на створення умов відповідно до потреб.
- Будівельні енергетичні норми 7/2012 [2] підкреслюють важливість сталості умов.
- Міжнародний термін «енергетичний аналіз», як відомо, окрім аналізу енергоспоживання, включає моделювання опалювальних систем і освітлення і, як наслідок, вимоги до кондиціонування повітря.

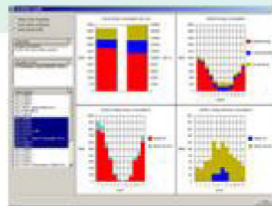
Потенційне використання енергетичного аналізу охоплює всі стадії проєкту — від концептуального проєктування до будівництва й введення в експлуатацію. Крім того, розглядається потенціал використання під час експлуатації й технічного обслуговування. На рисунках 1a і 1b наведено шляхи потенційного використання для енергетичного аналізу на різних стадіях проєкту. Вони також визначають необхідні вихідні дані.



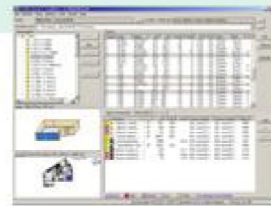
• Комфорт



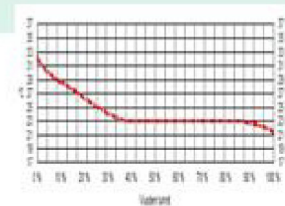
- Моделювання, що підтримують встановлення вимог до комфорту



- Порівняння альтернативних варіантів, зокрема, сонячне затінення
- Пошук рішення та актуалізація вимог



- Подальший аналіз обраного рішення
- Вимоги до системи кондиціонування: повітряні потоки, навантаження на охолодження та втрати тепла

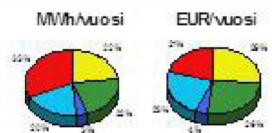


- Енергетичне обстеження
- Підтримка постійної температури в приміщенні влітку

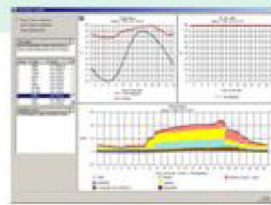
Енергоспоживання



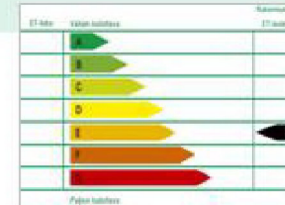
- Моделювання на підтримку визначення енергетичних потреб
- У реконструкціях на користь інвентарної моделі



- Порівняння альтернатив, зокрема, фасадів, технічних систем тощо
- Пошук рішення та актуалізація вимог



- Подальший аналіз обраного рішення
- Моделювання оцінки енергоспоживання будівлі



- Енергетичне обстеження
- Загальне енергоспоживання (очікуваний показник)
- Балансування тепловтрат
- Розрахункова тепловіддача
- Енергетичний сертифікат

Вихідні дані

- Архітектурна модель відповідно до вимог
- Інвентарна модель або просторова модель/модель просторової групи

- Модель інженерних систем відповідно до вимог
- Архітектурна просторова модель або модель просторової групи
- Випадки відсутності пустот для вікон, дані про покриття вікон (%)

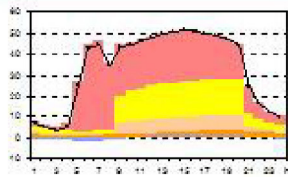
- Архітектурна просторова модель або модель конструктивного елемента
- Будівельна конструкція, типи дверей та вікон

- Архітектурна просторова модель або модель конструктивного елемента
- Будівельна конструкція, типи дверей та вікон
- Інформація про площу та об'єм на основі будівельних блоків

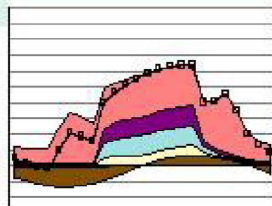
Рисунок 1а. Енергетичний аналіз на різних стадіях проєкту, частина 1/2



• Комфорт



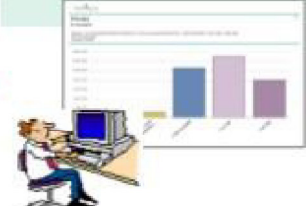
- Аналіз впливу рішень робочого проєкту



- Аналіз впливу вибору обладнання підрядником

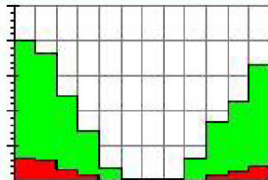


- Перевірка відповідності вимогам досягнутого комфорту

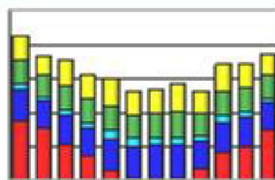


- Моніторинг комфорту й перевірка відповідності вимогам

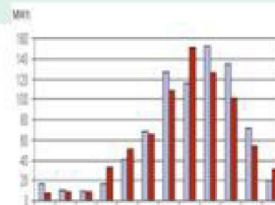
Енергоспоживання



- Аналіз впливу рішень робочого проєкту
- Оновлення оцінки енергоспоживання



- Аналіз впливу вибору обладнання підрядником
- Цільові показники енергоспоживання для нормальної експлуатації та 1-го року гарантії



- Управління вимогами після 1-го року гарантії
- Оновлення цільового показника для нормальної експлуатації за потреби



- Моніторинг та перевірка енергоспоживання на відповідність вимогам
- Оновлення цільового показника енергоспоживання

Вихідні дані

- Архітектурна модель конструктивного елемента
- Будівельна конструкція, типи дверей та вікон
- Дані інженерних систем

- Архітектурна виконавча будівельна модель
- Виробничі дані про вибране обладнання

- Архітектурна виконавча будівельна модель
- Оновлені дані про роботу системи

- Вимірювання комфорту та енергоефективності
- BIM моделі управління та експлуатації

Рисунок 1б. Енергетичний аналіз на різних стадіях проєкту, частина 2/2

У наступних розділах наведено детальний опис використання BIM в енергетичному аналізі на різних стадіях проєкту. Описані тут завдання виконуються в обсязі, узгодженому в тендерній документації й технічній документації для укладення договору.

Фактичні детальні вимоги до використання інформаційних моделей в енергетичному аналізі наведені в Розділі 4 «BIM і програми для енергетичного аналізу».

3.1 Концептуальне проєктування

Вимоги

Якщо в проєктах реконструкції створено інвентарну модель, вона використовується для аналізу енергоефективності та альтернативних порівнянь з метою покращення економії енергії.

Як мінімум, модель використовується як джерело інформації про геометрію огорожувальних конструкцій. Інвентарна модель описана в Серії 2 «Моделювання стартової ситуації».

Практичні рекомендації

Енергетичний аналіз, проведений на стадії концептуального проєктування, допомагає встановити цільові показники як щодо енергоефективності будівлі, так і щодо умов у приміщеннях.

Для особливо вимогливих цільових показників з енергоефективності енергетичний аналіз необхідно проводити вже на стадії концептуального проєктування з використанням BIM. Тут може бути використана будь-яка просторова модель або модель просторової групи архітектора. Якщо вони недоступні, необхідно використовувати окрему геометричну модель, створену для енергетичного аналізу.

Енергетичний аналіз використовується для математичного вивчення альтернативних рішень, заснованих на експлікації приміщень, а використані вихідні дані й припущення документують. Аналіз можна використовувати для перевірки того, наскільки реалістичними та досяжними є цільові показники щодо енергоспоживання, які базуються на контрольних показниках або контрольних проєктах. Встановлення цільових показників за допомогою енергетичного аналізу краще враховує особливості проєкту та дозволяє визначити основні фактори енергоефективності на ранній стадії.

3.2 Ескізне проєктування

Вимоги

Попереднє моделювання енергоспоживання та умов виконується під час ескізного проєктування для порівняння різних рішень щодо фасаду, захисту від сонця й технічних систем.

Внутрішні умови обраного рішення обчислюють, принаймні, для різних типів простору й енергоспоживання будівлі, і відповідно оновлюють цільові показники.

Як вихідні дані використовується просторова модель або модель просторової групи архітектора. Крім того, як вихідні дані необхідна модель вимог інженерних систем (див. Серію 4, «Проєктування інженерних систем»).

Практичні рекомендації

Версія 1.0 27.03.2012 Учасники проєкту © COBIM

Якщо конструктивні типи ще не визначені під час ескізного проєктування, можна використовувати показники з нормативних документів або структур, що базуються на спеціальних вимогах проєкту.

Якщо в моделі архітектора відсутні отвори для вікон (див. Серію 3, «Архітектурне проєктування»), потрібні дані про специфічні для даної площі положення вікон (площа вікон відносно площі підлоги або площі зовнішньої стіни). На основі цієї інформації деякі програми для енергетичного аналізу можуть автоматично додавати відповідні отвори для вікон у власну модель обчислення програми для енергетичного аналізу. Ця ж функція може бути використана для створення різних сценаріїв отворів для вікон з однієї й тієї ж моделі архітектора (приклад використання на рисунку 2).

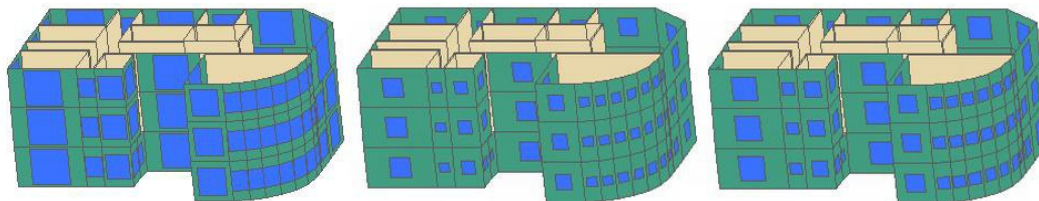


Рисунок 2. Додавання отворів для вікон, відсутніх у моделі архітектора, у програмному забезпеченні для енергетичного аналізу (RIUSKA) на основі даних про кількість вікон у конкретному місці й створення різних сценаріїв: зліва — великі вікна, посередині — вікна площею 15% від зовнішньої стіни, а справа — вікна, оптимізовані з точки зору енергозбереження.

Під час аналізу результатів важливо зазначити, якою мірою вони засновані на припущеннях, а якою — на вже узгоджених рішеннях. Тому вихідні дані та припущення, що використовуються під час енергетичного аналізу, мають бути чітко задокументовані з відповідними результатами аналізу.

Щоб критично дослідити енергетичний аналіз, формат вихідних даних і результати моделювання також є дуже важливими. Рекомендовано використовувати «Фінські національні будівельні норми», частина D3 (2012) — «Енергоефективність будівель», формат і зміст даних з таблиць 12 і 13, наскільки це можливо за наявної інформацією. Представлення даних в єдиному форматі на інших стадіях, а також на стадії отримання дозволу на будівництво, полегшує загальну оцінку моделювання енергії, незалежно від того, яка програма для моделювання була використана. Деякі програми для моделювання енергії включають готові шаблони звітів, які відповідають визначенням, наведеним у вищезгаданих таблицях. Відповідні вихідні дані й вихідні звіти програми для моделювання енергії RIUSKA можна знайти в Додатках 1 і 2.

3.3 Розробка проєкту

Вимоги

На стадії «Проект» проєктувальник інженерних систем визначає потреби в кондиціонуванні повітря (вентиляції, опаленні та охолодженні) за допомогою моделювання комфорту. Моделювання виконують щонайменше для всіх типів простору.

Як вихідні дані використовуються просторова модель або модель конструктивного елемента архітектора.

Практичні рекомендації

Метою енергетичного аналізу на стадії розробки проєкту є моделювання

впливу розробки проєкту як щодо умов, так і з точки зору енергоспоживання. Обчислення потреб у кондиціонуванні повітря необхідно проводити окремо для всіх просторів з урахуванням відмінностей, наприклад, викликаних орієнтацією тощо.

На додаток до моделі архітектора необхідні детальніші вихідні дані про типи будівельних конструкцій, дверей та вікон, що використовуються.

3.4 Стадія «Дозвіл на будівництво»

Вимоги

Для отримання дозволу на будівництво необхідно провести енергетичне обстеження, тоді як енергетичний аналіз на основі ВІМ має включати щонайменше таке:

- Загальне енергоспоживання, очікуваний показник
- Енергетичний сертифікат
- Сталість температури в приміщенні в літній період

Просторова модель або модель конструктивного елемента архітектора використовується як вихідні дані.

Практичні рекомендації

Також можна використовувати енергетичний аналіз на основі ВІМ для отримання необхідної інформації, яка потрібна в таких частинах енергетичного обстеження:

- *Балансування теплових втрат*
- *Визначення тепловіддачі*

Енергетичне обстеження має містити інформацію про площу та об'єм будівельних блоків, яку архітектор зазвичай визначає за допомогою моделі. З точки зору енергетичного обстеження також важливо, щоб цю інформацію можна було використовувати під час енергетичного аналізу. Деякі програми для енергетичного аналізу також можуть імпортувати інформацію про площу та об'єм з ВІМ, але деталі слід узгодити з архітектором.

Доцільно використовувати «Національні будівельні норми», частина D3 (2012), «Енергоефективність будівель», формат і зміст інформації, наведені в таблицях 12 і 13, або відповідні шаблони звітів у програмах для моделювання енергії (Додатки 1 і 2).

3.5 Робочий проєкт

Вимоги

Вимоги до енергетичного аналізу залежать від змін у робочому проєкті. Оновлення енергетичного аналізу є обов'язковим, якщо зміни потенційно мають значний вплив на комфорт або енергоефективність порівняно з результатами попередньої стадії.

Практичні рекомендації

Прикладом значної зміни, яка потребує оновлення енергетичного аналізу, є зміна типів вікон або будівельних конструкцій для сонячного затінення.

На цій стадії також рекомендовано використовувати ВІМ для енергетичного аналізу. Як вихідні дані можна використовувати модель конструктивного елемента архітектора. Дані інженерних систем можна використовувати з ВІМ, якщо під час проєктування інженерних систем було

обрано клас 2 вищого рівня (див. Серію 4, «Проектування інженерних систем»).

3.6 Будівництво

Вимоги

Наприкінці стадії будівництва обчислюють цільовий показник енергоспоживання для майбутньої експлуатації будівлі. В обчисленнях враховуються зміни, що відбулися під час будівництва. Визначення цільового показника може здійснюватися на двох різних рівнях, з яких рівень 1 є мінімальною вимогою:

- Рівень 1: Цільовий показник енергоспоживання визначається для нормальної експлуатації
- Рівень 2: Цільовий показник енергоспоживання визначається як для нормальної експлуатації, так і для 1-го року під час введення в експлуатацію, що дозволяє перевірити цільовий показник енергоефективності будівлі вже під час гарантійного періоду.

Як вихідні дані використовується виконавча будівельна модель.

Практичні рекомендації

Метою енергетичного аналізу на стадії будівництва є аналіз вибору обладнання, проведеного підрядниками, та визначення цільових показників енергоспоживання для майбутньої експлуатації будівлі.

Цільовий показник для нормальної експлуатації не можна використовувати для перевірки енергоефективності протягом гарантійного періоду через нетипові профілі використання інженерних систем будівлі протягом 1-го року експлуатації. Наприклад, вентиляція зазвичай використовується протягом 1-го року 24 години на добу для усунення матеріальних викидів і, відповідно, підтримання належної якості повітря. Отже, перевірку енергоефективності зазвичай відкладають на період після закінчення гарантійного періоду. Однак рівень 1 добре підходить для проєктів, де профілі використання систем протягом 1-го року не відхиляються від нормальної експлуатації, або де значення відхилень є незначними.

На рівні 2 для 1-го року обчислюють окремий цільовий показник енергоспоживання, що дозволяє підтвердити енергоефективну експлуатацію вже під час гарантійного періоду. Під час обчислення цільового показника енергоспоживання на 1-й рік використовуються вищезгадані нетипові профілі використання інженерних систем.

Цільовий показник для нормальної експлуатації слід оновлювати після першого року гарантійного періоду, коли фактичне використання будівлі стане зрозумілішим.

3.7 Введення в експлуатацію й гарантійний період

Вимоги

Протягом гарантійного періоду цільовий показник енергоспоживання для нормальної експлуатації будівлі оновлюють. До цього часу фактичне використання будівлі стає зрозумілішим, і це враховується в обчисленнях.

Як мінімальна вимога, профілі використання та інші припущення, використані під час обчислення цільового показника енергоспоживання для нормальної експлуатації на стадії будівництва, перевіряють і, за необхідності, обчислення цільового показника для нормальної експлуатації оновлюють.

Як вихідні дані використовується виконавча будівельна модель.

Практичні рекомендації

Під час введення в експлуатацію та гарантійного періоду метою є забезпечення того, щоб експлуатація будівлі відповідала цільовим показникам як з точки зору комфорту, так і з точки зору енергоефективності. Під час введення будівлі в експлуатацію (як правило, протягом 1-го року) інженерні системи налаштовують відповідно до фактичної експлуатації будівлі. Метою енергетичного аналізу протягом гарантійного періоду експлуатації будівлі є створення основи для здійснення моніторингу цільового показника під час експлуатації й технічного обслуговування. Наприкінці введення будівлі в експлуатацію фактичне використання будівлі також стає зрозумілішим, і на той час з'являються детальніші вихідні дані для оновлення цільового показника.

3.8 Експлуатація й технічне обслуговування

Вимоги

Вимоги до енергетичного аналізу відсутні.

Практичні рекомендації

Під час експлуатації й технічного обслуговування метою є забезпечення функціонування будівлі відповідно до цільових показників шляхом моніторингу умов у приміщеннях та енергоспоживання. За допомогою енергетичного аналізу можна оновлювати цільові показники з урахуванням змін, що відбулися в процесі експлуатації. Крім того, енергетичний аналіз можна використовувати у випадках несправностей, для усунення їх причин та порівняння варіантів ремонту.

4 BIM і програми для енергетичного аналізу

Використання BIM у програмах для енергетичного аналізу стало можливим уже досить давно. Однак існували серйозні недоліки у визначенні необхідного інформативного наповнення, важливого для енергетичного аналізу, і, зокрема, в якості реалізації інтерфейсів даних в авторських програмах BIM, які використовують архітектори.

Вимоги до інформативного наповнення моделі з точки зору енергетичного аналізу можна представити досить просто, але це не завжди гарантує успіх у передачі даних. Отже, під час використання інформаційної моделі, особливо моделі архітектора, може виникнути потреба в додаткових обхідних шляхах.

Нижче наведено детальні вимоги до використання BIM для підтримки потреб енергетичного аналізу з Розділу 3, розділені на вимоги до програм для енергетичного аналізу й до передачі даних.

4.1 Програми для енергетичного аналізу

Вимоги

Вимога до програм, що використовуються для енергетичного аналізу, полягає в тому, щоб вони могли імпортувати файли IFC (версія 2x3 або новіша). Детальніші вимоги до інформативного наповнення моделі та обміну даними надано в Розділі 4.2 «Вимоги до обміну інформацією для енергетичного аналізу».

Другою вимогою до програм, що використовуються для енергетичного аналізу, є можливість динамічного обчислення, тобто:

- програма враховує енергію, яка зберігається в будівлях
- обчислення здійснюється протягом цілого року з кроком не більше однієї години з використанням річних погодних даних відповідно до місця розташування будівлі
- програма враховує внутрішні навантаження та їх часові профілі.

Практичні рекомендації

Будівельні енергетичні норми 2012/7 включають, окрім вищезгаданої вимоги щодо динамічного обчислення, також вимогу про те, що програму, яка використовується, необхідно перевірити відповідно до різних міжнародних стандартів або тестів.

Організації північних країн, відповідальні за укладання контрактів та обслуговування громадських будівель, *Senate properties* та *Statsbygg*, опублікували перевірку на відповідність нормам енергетичної безпеки Північних країн [4], яка перевіряє можливості використання програмного забезпечення для енергетичного аналізу BIM на широкій основі. Отже, рекомендовано, щоб програма, яка використовується, пройшла також перевірку на відповідність нормам енергетичної безпеки країн Північних країн. На момент публікації цю перевірку пройшли програми RIUSKA [5] та IDA ICE [6].

4.2 Вимоги до обміну інформацією для енергетичного аналізу

Процес енергетичного аналізу й пов'язані з ним вимоги до обміну інформацією наведено на рисунку 3. Пов'язані з цим вимоги детальніше розглядаються у наступних розділах.

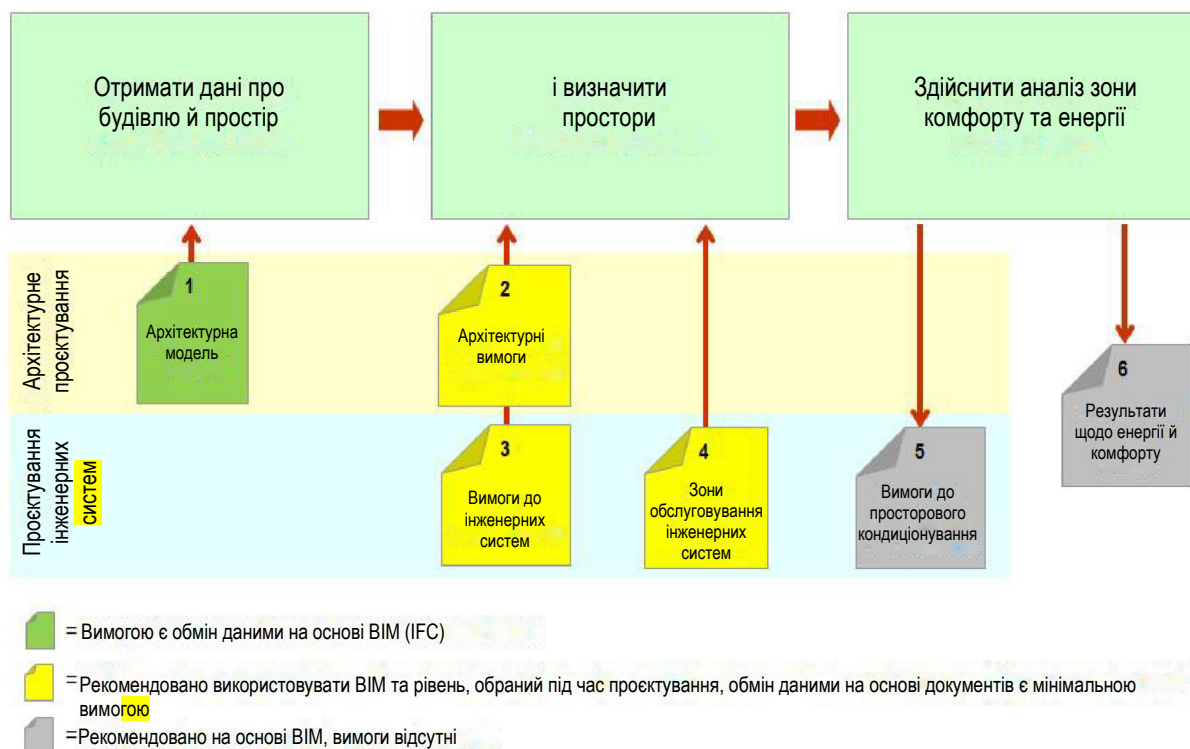


Рисунок 3. Процес енергетичного аналізу й пов'язані з ним потреби та вимоги до обміну інформацією.

4.2.1 Архітектурна модель

Вимоги

Найважливішими вихідними даними для енергетичного аналізу є архітектурна BIM модель на різних стадіях проєкту (просторова група, просторова модель, модель конструктивного елемента й виконавча будівельна модель). Основною вимогою до вмісту даних у файлі IFC — це те, що він має включати обидва з таких представлень, визначених у стандарті IFC:

- Координаційне представлення (представлення для співпраці між архітектором, інженером-проектувальником будівельних конструкцій та проєктувальником інженерних систем) [7].
- Додаткове представлення просторових меж (визначає просторові поверхні та їх зв'язок з будівельними конструкціями, отворами тощо) [8].

Інші вимоги до інформативного наповнення визначені в Серії 3 «Архітектурне проєктування».

Якщо створити архітектурну BIM модель, яка відповідає вищезазначеним вимогам, неможливо, через програмне забезпечення або обґрунтовані причини моделювання, виконавець енергетичного аналізу може створити окрему геометричну модель, яка відповідає вищезазначеним вимогам. У цьому разі мінімальною вимогою є те, що назви та коди просторів, які використовуються в архітектурній моделі, залишаються незмінними.

Практичні рекомендації

Використовуючи межі простору архітектурної моделі, програма для енергетичного аналізу може інтерпретувати поширені ситуації, наприклад, коли дах поділяється на холодну зовнішню та опалювальну частини.

Нижче перераховані деякі з найбільш важливих інструкцій, що не залежать від програмного забезпечення, для створення архітектурної моделі IFC, сумісної з енергетичним аналізом:

- У IFC Export потрібно вибрати Space Boundaries («Межі простору»). Простір необхідно моделювати так, щоб програма для архітекторів досліджувала саме середовище й створювала на його основі просторовий об'єкт, а також встановлювала зв'язки між просторовим об'єктом і конструкціями.
- Простір змодельовано таким способом, щоб можна було створити межі простору (наприклад, ArchiCAD: «Метод визначення внутрішніх меж», ACA: «Асоціативний простір вільної форми»).
- Просторовий об'єкт має бути з висотою цілого поверху, а не обмежуватися, наприклад, нижньою поверхнею стелі. Простори, що складаються з декількох поверхів, необхідно моделювати по поверхнях, оскільки їх передача для програми енергетичного аналізу на цій стадії буде надійнішою.
- Для експорту енергетичного аналізу у форматі IFC не можна включати простори, що перекриваються, наприклад, просторовий об'єкт загальної площі, який би покривав фактичні простори. В іншому випадку здатність моделі створювати правильну інформацію про межі просторів в експорті IFC розглядається як проблематична на момент публікації цих основних принципів.
- Будівельні конструкції повинні мати ідентифікатори типу (US1,

VS2 тощо) і відповідати бібліотеці будівельних конструкцій інженера-проектувальника будівельних конструкцій.

Межі простору в архітектурній моделі сформовані на основі внутрішнього виду приміщення, тому в них відсутні частини від зовнішніх поверхонь до перегородок між стінами й підлогою. Оскільки обчислення енергії має враховувати всю площу зовнішніх огорожувальних конструкцій, в програмі для енергетичного аналізу необхідно використовувати функцію, яка заповнює проміжки на зовнішніх поверхнях (рис. 4).

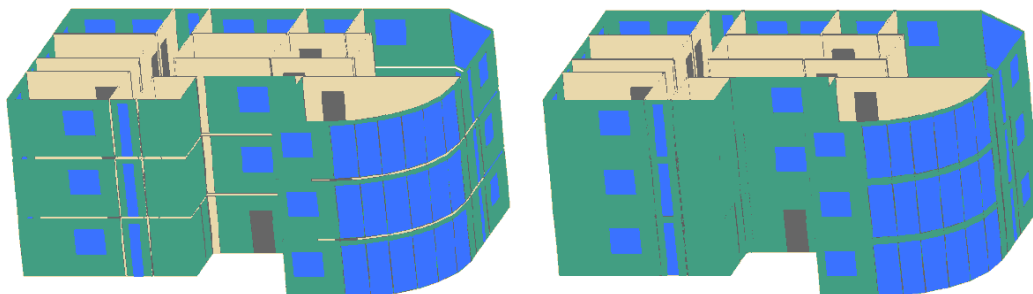


Рисунок 4. Зліва — ситуація, коли модель IFC була імпортована в програму для енергетичного аналізу з використанням лише інформації про межі простору. Звідси випливає наявність проміжків у перегородках між стінами й підлогою. Справа — ситуація, коли в програмі для енергетичного аналізу (RIUSKA) було використано функцію заповнення проміжків, що дозволило отримати повну зовнішню поверхню.

Якщо необхідно створити окрему геометричну модель, сумісну з енергетичним аналізом, на основі архітектурної моделі, рекомендовано залишити глобальні унікальні ідентифікатори простору (GUID) [9] без змін. Це дозволяє порівнювати версії моделей, наприклад, під час управління вимогами та експорту результатів енергетичного аналізу до архітектурної моделі. У Додатку 1 наведено опис операцій, необхідних для цього, за допомогою програми MagiCAD Room [10].

4.2.2 Архітектурні вимоги

Вимоги

Мінімальною вимогою є передача програми планування простору архітектора (моделі на вимогу) у форматі документа для отримання вихідних даних для енергетичного аналізу. Детальну інформацію див. у Серії 3, «Архітектурне проектування».

Практичні рекомендації

Якщо модель архітектора на вимогу була створена у форматі BIM, її можна використовувати в програмі для енергетичного аналізу.

4.2.3 Вимоги до інженерних систем

Вимоги

Вимога полягає в тому, щоб передати інформацію про цільові показники інженерних систем (модель інженерних систем на вимогу) у форматі документа для вихідних даних для енергетичного аналізу. Детальну інформацію див. у Серії 4, «Проектування інженерних систем».

Практичні рекомендації

Якщо модель інженерних систем відповідно до вимог була створена у форматі BIM (рівень 2, серія 4), її можна використовувати в програмі для енергетичного аналізу.

4.2.4 Зони обслуговування інженерних систем

Вимоги

Мінімальною вимогою є передача інформації про зону обслуговування інженерних систем у вигляді документа для забезпечення вихідних даних, необхідних для енергетичного аналізу. Для детальнішої інформації див. Серію 4, «Проектування інженерних систем». Це стосується лише енергетичного аналізу на стадії, коли визначені зони обслуговування інженерних систем.

Практичні рекомендації

Якщо зони обслуговування інженерних систем були визначені на основі BIM, їх використання можливе у програмі для енергетичного аналізу.

4.2.5 Вимоги до просторового кондиціонування

Вимоги

Вимоги щодо експорту інформації про вимоги до просторового кондиціонування (вентиляція, опалення та охолодження) у BIM відсутні.

Практичні рекомендації

Програми для енергетичного аналізу можна використовувати під час проектування інженерних систем на додаток до моделювання умов у приміщенні, а також для визначення потреб у кондиціонуванні повітря на основі вимог до комфорту згідно з вимогами до інженерних систем. Це також є мінімальною вимогою для типів простору протягом стадії «Проект» (Розділ 3.3).

Результати моделювання комфорту можна експортувати до BIM і таким чином створити вихідні дані, необхідні для моделювання мережі систем проєктувальником систем опалення, вентиляції й кондиціонування повітря:

- *Вимоги до просторового потоку повітря*
- *Потреби в просторовій тепловіддачі (теплові втрати)*
- *Потреби в просторовій холодопродуктивності (навантаження під час охолодження)*

У деяких програмах для моделювання мереж систем опалення, вентиляції та кондиціонування повітря такі вимоги до кондиціонування можуть бути імпортовані як технічні вихідні дані у форматі IFC для забезпечення вибору кінцевого обладнання (Рис. 5).

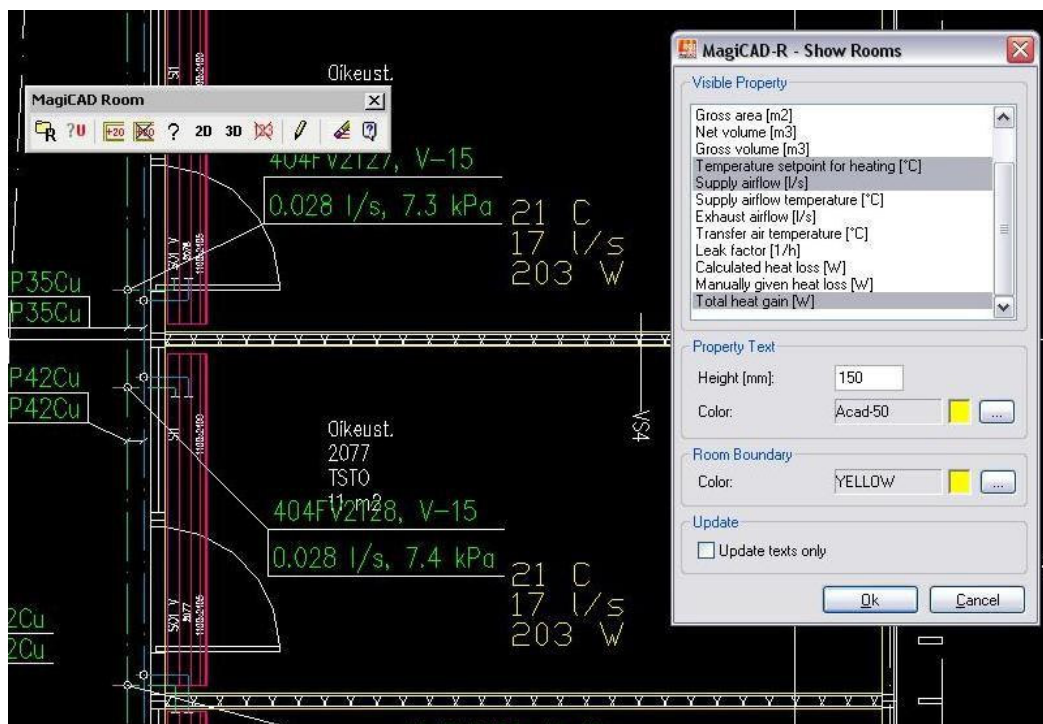


Рисунок 5. Інформація про потреби в кондиціонуванні повітря, визначена за допомогою моделювання комфорту в програмі для енергетичного аналізу та експортована в BIM, може бути імпортована в авторську програму для інженерних систем (MagiCAD) у форматі IFC як вихідні дані для проєктування систем опалення, вентиляції й кондиціонування повітря [1].

Якщо потреби в кондиціонуванні повітря обчислені за допомогою програм для енергетичного аналізу на основі BIM, результати можуть бути легко отримані навіть у вигляді звичайного документа в структурованому форматі. Однак для аналізу результатів важливо, щоб вихідні дані та інформація про ступінь їхньої залежності від припущень або узгоджених рішень були чітко задокументовані разом з результатами аналізу.

4.2.6 Результати щодо енергії й комфорту

Вимоги

Вимоги щодо експорту результатів моделювання енергії й комфорту в BIM відсутні.

Практичні рекомендації

Результати моделювань енергії й комфорту можна експортувати до BIM, наприклад, для сприяння керуванню вимогами проєкту. На цей час експорт у файл IFC обмежений кількома просторовими параметрами, які є важливими для управління умовами в приміщенні (приклад використання на рисунку 6):

- Змодельована мінімальна температура в опалювальний період
- Змодельована максимальна температура в період застосування системи охолодження

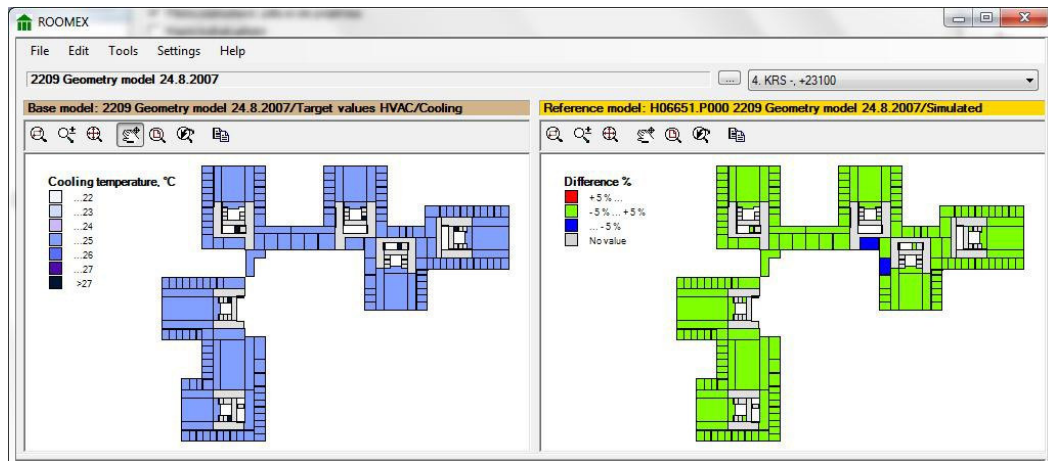


Рисунок 6. Використання моделювання комфорту в програмі для енергетичного аналізу призводить до створення додатка для управління вимогами на основі BIM (RoomEx), де результати аналізу візуально порівнюють з цільовими показниками.

Якщо моделювання енергії та комфорту були виконані за допомогою програм для енергетичного аналізу на основі BIM, результати можна легко отримати навіть у вигляді звичайного документа в структурованому форматі. Однак для аналізу результатів важливо, щоб вихідні дані та інформація про ступінь їхньої залежності від припущень або узгоджених рішень були чітко задокументовані разом з результатами аналізу.

5 Список джерел

1. Laine, T. Tuotemallintaminen talotekniikkasuunnittelussa. ProIT-sarja, («Модельовання виробів під час проектування інженерних систем. Серія ProIT»). Rakennusteollisuus RT ry, Helsinki, 2007.
2. Ympäristöministeriö. Uudet rakentamisen energiamääräykset annettu. Uudisrakentamisessa siirrytään 1.7.2012 alkaen kokonaisenergiatarkasteluun. («Опубліковані нові енергетичні норми для будівель. У новому будівництві загальна енергетична перевірка приймається з 1. Липень 2012 р.») <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=380376&lan=fi&clan=fi>
3. TELU2012, Rakennushankkeen johtamisen ja suunnittelun tehtäväluettelot, uudet (vielä lausunnolla olevat) tehtäväluettelot («Обсяги робіт для управління й проектування в проєкті будівництва, нові (ще не завершені) переліки завдань»), <http://www.rakli.fi/linkit/kehitysjaprojektit/telu2012/>
4. Hietanen, J. IFC independent MVD description. 2011. <http://www.blis-project.org/IAI-MVD/MVDs/NOW-001/Overview.pdf>
5. Granlund Oy. Модельовання комфорту та енергії у RIUSKA. <http://www.granlund.fi/en/services/granlund-software-applications/riuska/>
6. Equa. IDA Indoor Climate and Energy 4.0. <http://www.equa.se/eng.ice.html>
7. BuildingSMART. Перегляд координації, версія 2.0. <http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/coordination-view-v2.0>
8. BuildingSMART. Огляд меж простору. <http://buildingsmart-tech.org/specifications/ifc-view-definition/space-boundary-addon-view>
9. BuildingSMART. IFC GUID Summary. <http://buildingsmart-tech.org/implementation/get-started/ifc-guid>
10. Progman Oy. MagiCAD Room. <http://www.magicad.com/en/content/magicad-room>



BUILDING ENERGY CONSUMPTION E-VALUE CALCULATION RESULTS

Document No.
Project No. H07603.P000
Date Created/checked by
Latest revision
Created 22.3.2012 kba

Building type
Construction year
Heated net area

4 000,0 m²

E-value 137,0 kWh/(m²,a) (kWh per heated building net area)

E-value details	Purchased ene. kWh/a	Primary energy factor	Primary energy factor weighted energy kWh/a	kWh/(m ² ,a)
Electricity	206 772	1,70	351 512	88
District heating	280 512	0,70	196 358	49
District cooling	0	0,40	0	0
Renewable fuel	0	0,50	0	0
Fossil fuel	0	1,00	0	0
Total	487 284	4,3	547 870	137

Renewable energy	kWh/a	kWh/(m ² ,a)
Solar electricity	0	0
Solar heat	0	0
Wind electricity	0	0
Heat source heat energy taken by the heat pump	0	0

Building technical systems energy consumption	Electricity kWh/(m ² ,a)	Heat kWh/(m ² ,a)	District cooling kWh/(m ² ,a)
Heating system	-		
Space heating ¹			
Supply air heating			
Hot domestic water			
Ventilation system electricity consumption		-	
Cooling system			
Equipment and lighting		-	
Total	0,0	0,0	0,0

¹heating of supply air heating in space and heating or replacement air belongs to the space heating

Energy net need	kWh/a	kWh/(m ² ,a)
Space heating ²	164 654	41,2
Supply air heating ³	58 642	14,7
Hot domestic water	48 800	12,2
Cooling	0	0,0

²includes heating of infiltration air, replacement air and supply air in space

³calculated with heat recovery

Thermal loads	kWh/a	kWh/(m ² ,a)
Sun	41 267	10,3
Occupancy	65 170	16,3
Equipment	37 238	9,3
Lighting	83 850	21,0

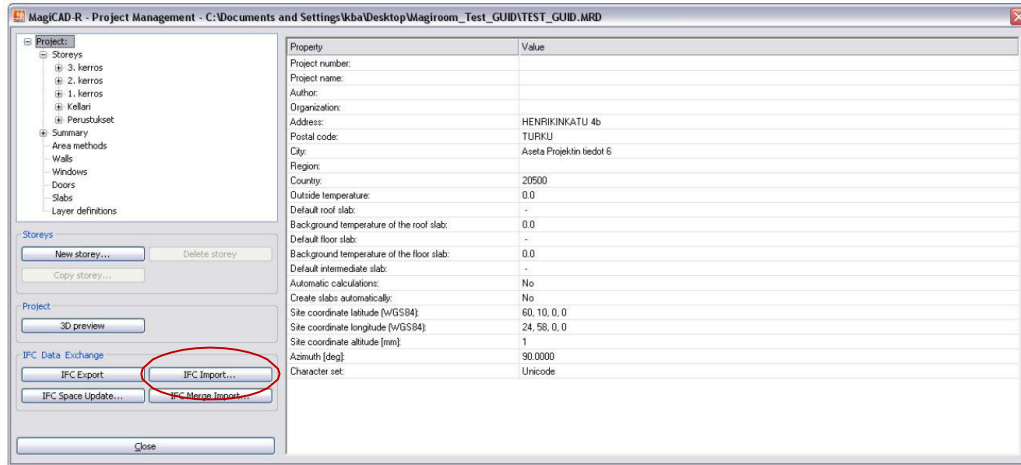
Simulation tool name and version number RIUSKA 4.8.3

Date Signature Signature clarification

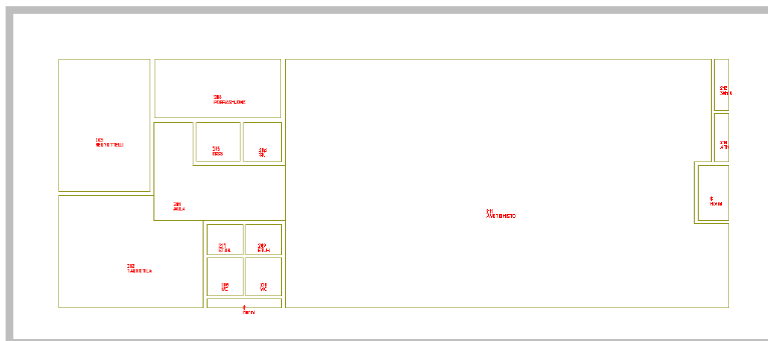
		BUILDING ENERGY CONSUMPTION E-VALUE CALCULATION RESULTS	
		Document No. Project No. H07603.P000 Date Created/checked by Latest revision Created 22.3.2012 kba	
Building type			
Construction year			
Heated net area	4 000,0 m ²		
E-value	137,0 kWh/(m ² ,a) (kWh per heated building net area)		
E-value details	Purchased ene.	Primary energy factor	Primary energy factor weighted energy
	kWh/a	-	kWh/a kWh/(m ² ,a)
Electricity	206 772	1,70	351 512 88
District heating	280 512	0,70	196 358 49
District cooling	0	0,40	0 0
Renewable fuel	0	0,50	0 0
Fossil fuel	0	1,00	0 0
Total	487 284	4,3	547 870 137
Renewable energy	kWh/a	kWh/(m ² ,a)	
Solar electricity	0	0	
Solar heat	0	0	
Wind electricity	0	0	
Heat source heat energy taken by the heat pump	0	0	
Building technical systems energy consumption	Electricity kWh/(m ² ,a)	Heat kWh/(m ² ,a)	District cooling kWh/(m ² ,a)
Heating system	-		
Space heating ¹			
Supply air heating			
Hot domestic water			
Ventilation system electricity consumption		-	
Cooling system			
Equipment and lighting		-	
Total	0,0	0,0	0,0
¹ heating of supply air heating in space and heating or replacement air belongs to the space heating			
Energy net need	kWh/a	kWh/(m ² ,a)	
Space heating ²	164 654	41,2	
Supply air heating ³	58 642	14,7	
Hot domestic water	48 800	12,2	
Cooling	0	0,0	
² includes heating of infiltration air, replacement air and supply air in space			
³ calculated with heat recovery			
Thermal loads	kWh/a	kWh/(m ² ,a)	
Sun	41 267	10,3	
Occupancy	65 170	16,3	
Equipment	37 238	9,3	
Lighting	83 850	21,0	
Simulation tool name and version number		RIUSKA 4.8.3	
Date	Signature	Signature clarification	

Основні принципи використання архітектурної BIM моделі у створенні геометричної моделі, сумісної з енергетичним аналізом, за допомогою програмного забезпечення MagiCAD Room

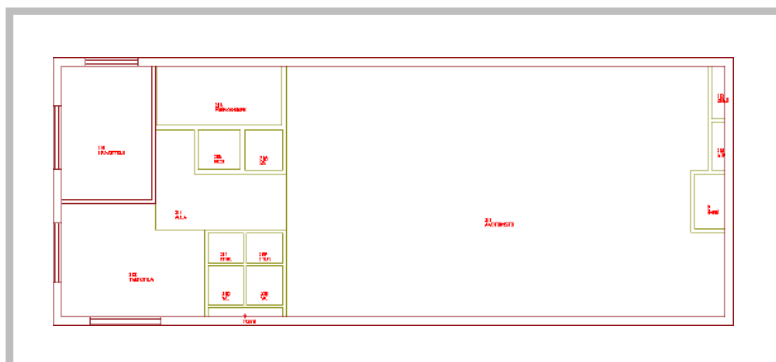
1. Зчитування (імпорт IFC) з архітектурної моделі двовимірної просторової площі й просторових даних (включно з GUID)



2. Просторова площа, інформація про приміщення та список поверхів передаються як основа для моделювання на робочий стіл MagiCAD Room



3. Моделювання стін за допомогою MagiCAD Room на основі імпортованих двовимірних площ та додавання вікон і дверей



4. Аналіз економії (експорт IFC) енергії, сумісний з BIM, де назви просторів, коди та GUID дорівнюють архітектурній моделі