

COBIM

Загальні вимоги BIM
2012

Версія 1.0



Серія 9

Використання моделей для
аналізу інженерних мереж

Передмова

Серія публікацій «Загальні вимоги BIM 2012» є результатом широкомасштабного проєкту розробки під назвою *COBIM*. Потреба в цих вимогах зумовлена швидким зростанням використання інформаційних моделей будівель 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 випливає 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 «Фонд будівельної інформації RTS», і як така брала активну участь у розробці змісту вимог та зверталася за коментарями до членів виконавчої групи й зацікавлених груп.

Учасники проєкту © COBIM.

Зміст

Зміст

1	Основні завдання інформаційного моделювання будівель	4
2	Введення	6
3	Аналіз інженерних систем	6
3.1	Моделювання енергії та комфорту	6
3.2	Моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD)	6
3.3	Аналіз вартості життєвого циклу інженерних систем	8
3.4	Аналіз впливу на навколишнє середовище	10
3.5	Візуалізація технічними зображеннями	10
3.6	Обчислення та візуалізація освітлення	12
3.7	Моделювання освітлення	13
3.8	Аналіз інженерних систем	15
3.9	Проведення аналізу й представлення результатів	15

1 Основні завдання інформаційного моделювання будівель

Моделювання будівель і споруд має на меті підтримати процес проєктування й будівництва, 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 експлуатації й керування об'єктом (FM) після завершення проєкту будівництва.

Інформаційне моделювання будівель дозволяє, наприклад, таке:

- Підтримка інвестиційних рішень шляхом порівняння функціональності, обсягу й вартості рішень.
- Енергетичний, екологічний аналіз та аналіз життєвого циклу з метою порівняння рішень, проєкту й цілей подальшого керування об'єктом.
- 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 інформаційного моделювання є, наприклад, такими:

- Забезпечити підтримку процесів прийняття рішень у проєкті.
- Забезпечити прихильність сторін до цілей проєкту за допомогою використання інформаційного моделювання будівель.
- 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 керування даними під час експлуатації.

«Загальні вимоги BIM 2012» охоплюють цілі для нового будівництва й реконструкції, а також використання й технічного та адміністративного обслуговування споруд. 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 представлені в усіх договорах на проєктування в обов'язковому та 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 окремих галузей, кожна сторона проєкту інформаційного моделювання будівель має бути ознайомлена, як мінімум, з основною частиною (Серія 1) і принципами забезпечення якості (Серія 6). Особа, відповідальна за проєкт або керування даними проєкту, має досконало володіти принципами вимог до інформаційного моделювання будівель.

2 Введення

У цьому документі розглядається аналіз, виконаний проєктувальником інженерних систем на основі наявних інформаційних моделей будівлі. Документ не містить жодного пункту щодо інструментів, які використовуються для виконання аналізу.

Аналіз зосереджено на будівлі, окремих типах або зразках просторів або інженерних систем.

3 Аналіз інженерних систем

Багато рішень, підготовлених іншими проєктувальниками, таких як форма будівлі, обрана архітектором, або вибір будівельних конструкцій, зроблений інженером-проєктувальником будівельних конструкцій, мають прямий вплив на життєвий цикл в інженерних системах, наприклад, підвищене енергоспоживання.

Однак можливі помилки або економічно неефективні рішення не можна виправити лише на основі інженерної системи на стадії, коли просторові й структурні рішення вже визначені. Навпаки, в такому випадку часто будуть потрібні спеціальні рішення й для інженерної системи, що ще більше збільшить витрати.

Тому важливо, щоб проєктувальник інженерних систем був залучений до процесу проєктування з самого початку проєкту.

Аналіз інженерних систем надає інформацію, серед іншого, про енергоефективність та вартість життєвого циклу проєктного рішення. Використання BIM робить підготовку до аналізу інженерної системи ефективнішою. Аналіз можна виконувати навіть на основі дуже простих і ескізних BIM. Це створить значну додану вартість з точки зору прийняття рішень у процесі проєктування.

На початковій стадії проєктування аналіз зосереджено на порівнянні альтернатив, а на пізніших стадіях — на оцінці відповідності проєктного рішення поставленим цілям.

3.1 Моделювання енергії та комфорту

З інструкціями з моделювання енергії та комфорту можна ознайомитися в Серії 10, «Енергетичний аналіз».

3.2 Моделювання обчислювальної гідродинаміки (CFD)

На стан повітря в приміщенні суттєво впливає комбінований вплив вхідних повітряних потоків, а також різних навантажень і будівельних конструкцій.

Обчислювальна гідродинаміка (CFD- computational fluid dynamics) — це аналіз повітряних потоків і розподілу тепла в межах одного простору. Вона надає детальну інформацію про температуру та умови повітряних потоків. Цей тип моделювання зазвичай використовується для аналізу спеціальних конструкцій, таких як високі або інші складні простори й великі громадські простори.

Моделювання CFD використовує модель IFC архітектора як вихідні дані. Якщо модель інженерної системи доступна, її можна використати для підготовки до моделювання CFD.

Метою моделювання CFD є прогнозування повітряних потоків у приміщенні та отримання обчислювальних даних для полегшення вибору системи.

Моделювання CFD дозволяють визначити температурні умови, рівень комфорту, якість повітря, швидкість, вологість, рівень вуглекислого газу, вік та інші фактори, що впливають на стан повітря в просторі, шляхом візуалізації за допомогою зображень та анімації.

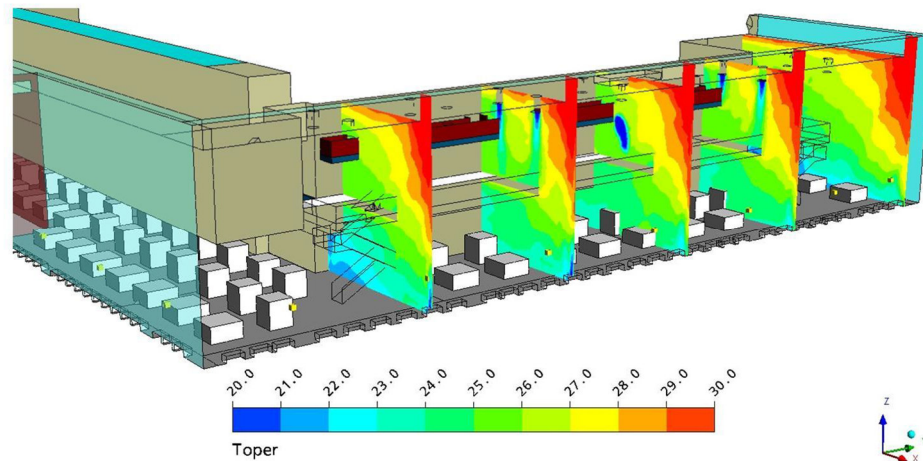


Рисунок 3.2.1: Розподіл температури в просторі заскленого передпокою.

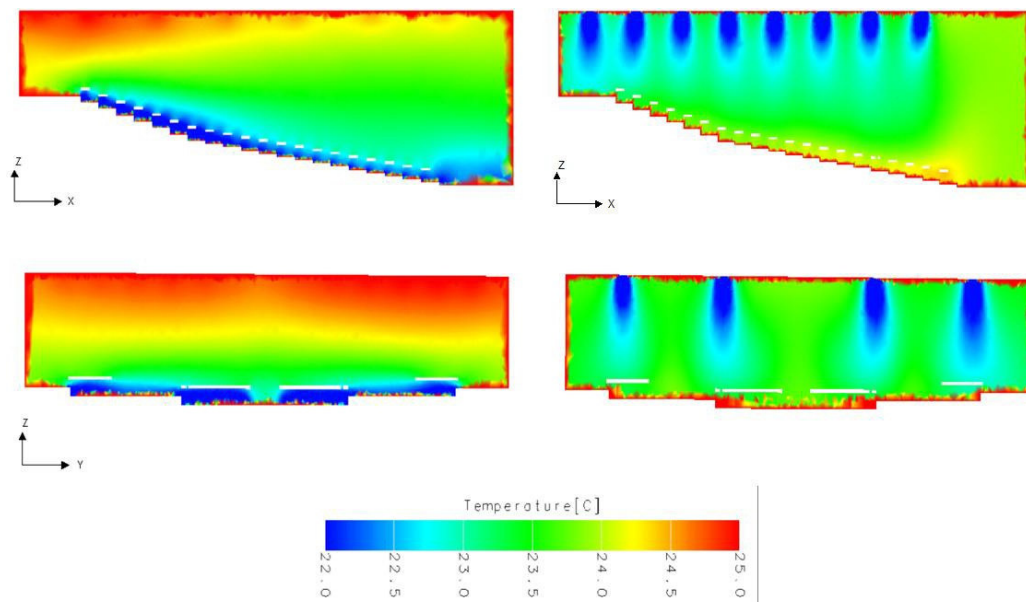


Рисунок 3.2.2: Розподіл температури в аудиторії в порівнянні двох різних способів розподілу повітря (вентиляція з витісненням повітря/змішана система вентиляції)

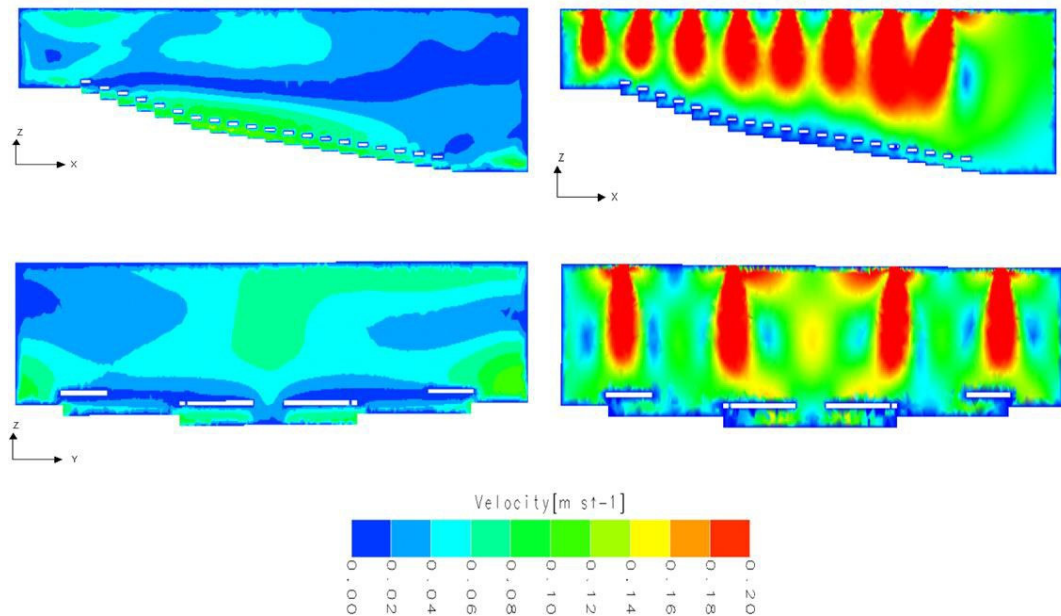


Рисунок 3.2.3: Швидкість руху повітря під час використання двох різних способів розподілу повітря (вентиляція з витісненням повітря/змішана система вентиляції)

Розділ 3.2 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проектування інженерних систем):

D 0 Попереднє проектування, неструктуровані завдання:

Пункт D 2.11, Обчислювальна гідрогазодинаміка (CFD), рівень C (інженерні системи)

E Розробка проєкту, неструктуровані завдання:

Пункт D 3.7, Обчислювальна гідродинаміка (CFD), рівень C (інженерні системи)

Інформаційна карта проєкту:

Пункт 2.4.5 Стан/повітря в приміщенні, рівень C

3.3 Аналіз вартості життєвого циклу інженерних систем

Зазвичай, найважливіші рішення щодо терміну експлуатації, адаптивності або енергоефективності будівлі приймають на стадії «Проект» або «Ескізний проєкт». На цій стадії визначають розмір будівлі, форму, розташування просторів, основні конструктивні рішення й рівень якості умов у приміщеннях.

На пізніших стадіях проектування рішення, прийняті на стадії розробки проєкту, обмежують можливості прийняття рішень, коли, наприклад, порівнюють рішення щодо інженерних систем.

Часто рішення, що стосуються, наприклад, характеристик енергоспоживання та екологічної ефективності, ґрунтуються на припущеннях, емпіричних оцінках і статистичних ідентифікаційних номерах. У багатьох випадках ці дані не мають прямого зв'язку із запланованим будівництвом та його особливими характеристиками.

Коли ескізи, розроблені архітектором, порівнюють за допомогою надійних

обчислень життєвого циклу на якомога більш ранній стадії проєктування, як проєктування, так і реалізація можуть бути спрямовані на рішення, які є вигіднішими з точки зору життєвого циклу будівлі, ніж ті, що існують на цей час.

Під час проєктування життєвого циклу будівлю моделюють на основі ескізів на стадії «Проект» або «Ескізний проєкт». Перша оцінка споживання теплової та електричної енергії обчислюється на основі програми планування простору будівлі та інформації щодо очікуваної тривалості використання. Моделювання енергії та комфорту використовують для порівняння різних форм будівлі, впливу розміру вікон та віконних рішень, які використовувалися, рівнів якості повітря в приміщенні тощо.

Моделювання енергоспоживання та умов повітря в приміщенні, які враховують особливі характеристики будівлі, відіграють основну роль в дослідженнях життєвого циклу.

Витрати на енергію, понесені в будівлі, яка була спроектована й побудована з урахуванням економічної та екологічної ефективності, є оптимальними, а повітря в приміщенні відповідає потребам будівлі.

Якщо аналіз витрат на життєвий цикл виконано належним чином і на початковій стадії проєктування, для підтримки прийняття рішень можна порівняти рівні якості повітря в приміщенні й витрати на них, що досягаються за допомогою різних системних рішень, протягом життєвого циклу будівлі.

Як правило, порівняння проводять за такими параметрами:

- розмір і властивості вікон, захист від сонця
- альтернативні конструктивні рішення, товщина ізоляції
- принципове рішення щодо вентиляції та охолодження (на основі повітряного потоку; охолодження пучків, фанкойли тощо)
- рішення вентиляції з рекуперацією тепла (який метод рекуперації вибрано)
- рішення щодо спрямування вентиляції (вентиляція, спрямована на присутність, або вентиляція, спрямована на вуглекислий газ, відповідно до потреб тощо)
- освітлювальні рішення (освітлювальні прилади, типи ламп, напрямки відповідно до потреб тощо)
- використання денного світла в освітленні
- реалізація гнучкості перетворення за допомогою різних конструктивних рішень та рішень інженерних систем

Часто виокремлена частина системи розглядається для порівняння різних альтернатив, або вплив певного структурного рішення (наприклад, зовнішні стіни, вікна) на будівлю розглядається протягом усього життєвого циклу будівлі.

Розділ 3.3 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проєктування інженерних систем):

Е Розробка проєкту, неструктуровані завдання:*Пункт Е 3.9, Облік витрат протягом життєвого циклу****Інформаційна карта проєкту:****Пункт 2.4.8 Вартість життєвого циклу (LCC)***3.4 Аналіз впливу на навколишнє середовище**

Вплив на навколишнє середовище аналізують на основі архітектурної моделі «Конструктивний елемент BIM» та BIM інженерних систем. Аналіз впливу на навколишнє середовище можна використовувати для оцінки енергоспоживання, витрат сировини, шкідливих викидів будівлі й терміну служби конструктивних елементів. Отримані результати продемонструють ці характеристики проєктного рішення. Для аналізу можна використати інформацію про обсяг робіт, що міститься в інженерних системах і конструктивному елементі BIM.

Оскільки частка енергоспоживання будівлі становить приблизно 80% від усього впливу на навколишнє середовище, навіть одного лише моделювання енергії часто буває достатньо, щоб відобразити вплив на навколишнє середовище. Однак слід зазначити, що зі зменшенням енергоспоживання відносна значущість впливу на навколишнє середовище, пов'язаного з каркасом і інженерними системами, відповідно зростає.

Розділ 3.4 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проєктування інженерних систем):***Е Розробка проєкту, неструктуровані завдання:****Пункт Е 3.10, Вплив на навколишнє середовище****Інформаційна карта проєкту:****Пункт 2.4.10 Вплив на навколишнє середовище (LCA)***3.5 Візуалізація технічними зображеннями**

Поєднання інженерних систем BIM з BIM архітектора або інженера-проєктувальника будівельних конструкцій дозволяє оцінити, як кінцеві пристрої інженерних систем (змішувачі, розетки, вимикачі, радіатори, вентиляційні кінцеві пристрої, освітлювальні прилади тощо) пасують до архітектури будівлі у проєктах, де це має вирішальне значення.

Перевірку можна виконати за допомогою зображень або анімації. Перевірку також можна виконати за допомогою добре розробленого програмного забезпечення для огляду об'єднаних моделей, яке частково враховує матеріали.

Зокрема, в лабораторних і лікарняних умовах технічні зображення візуалізації дозволяють користувачеві легко спостерігати й розуміти розміщення й зовнішній вигляд обладнання інженерних систем.

Метою візуалізації технічними зображеннями є не вивчення освітлення або використання кольорів у просторі, а акцентування уваги на технічних деталях.

Розподіл завдань візуалізації між архітектором і проєктувальником інженерних систем, а також точність вихідних даних, необхідних для цього, мають бути узгоджені в угодах на проєктування.



Рисунок 3.5.1: Візуалізація лабораторного простору (проект реконструкції)



Рисунок 3.5.2: Візуалізація системи трубопроводів у вбиральні

Розділ 3.5 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проектування інженерних систем):

Інформаційна карта проєкту:

Пункт 2.4.1 Матеріали візуалізації, створені проєктувальником

3.6 Обчислення та візуалізація освітлення

Обчислення освітлення використовується для обчислення та представлення в числовому вигляді освітленості, що забезпечується освітлювальними приладами в приміщенні, а також індексу відблисків у просторі та на різних поверхнях простору. Для обчислення освітлення використовуються архітектурна BIM і системна BIM моделі проєктувальника електротехнічного обладнання, якщо програмне забезпечення має таку можливість.

Оскільки часто метою є вивчення умов освітлення на таких об'єктах, як поверхня робочого столу, архітектурна BIM модель також має містити меблі в приміщенні з метою уможливлення обчислень. Обчислення можна виконати для зразка простору або для всіх необхідних просторів.

Обчислення освітлення вимагає значно менших зусиль, ніж моделювання освітлення, але отримані результати менш наочні.

Візуалізація освітлення використовується для ілюстрації впливу обраних освітлювальних приладів на характер інтер'єру та освітлення приміщення. Крім того, можна провести грубе дослідження впливу денного світла й відблисків.

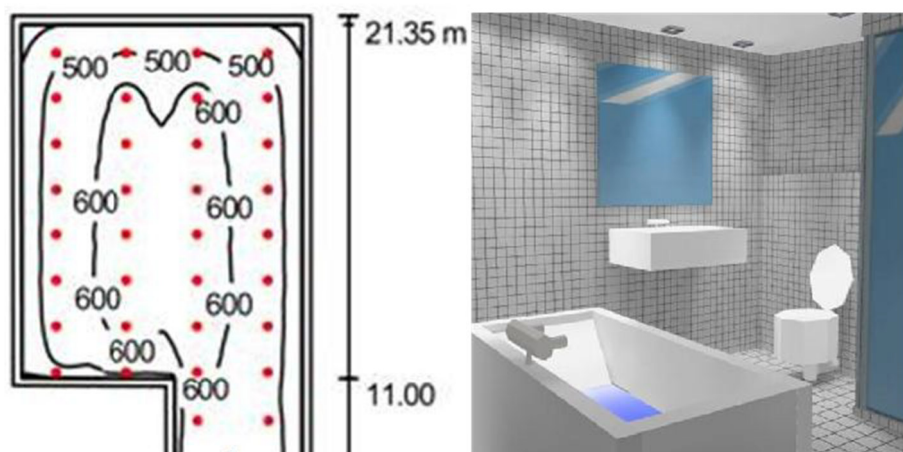


Рисунок 3.6.1: Обчислення й візуалізація освітлення

Розділ 3.6 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проєктування інженерних систем):

Д 0 Попереднє проєктування, основні завдання:

Пункт Д 3.8, Обчислення освітлення

Д 0 Попередній проєкт, неструктуровані завдання:

Пункт Д 2.13, Візуалізація освітлення

Е Розробка проєкту, неструктуровані завдання:

Пункт Д 3.6, Візуалізація освітлення

Інформаційна карта проєкту:

Пункт 2.4.6 Освітлення, рівень А та В

3.7 Моделювання освітлення

Програмне забезпечення, що використовується для моделювання освітлення, повинно дозволяти обчислити фактичне освітлення від декількох джерел освітлення й відбиття від матеріалів поверхні.

Інформація про матеріали поверхонь та їхні відбивні характеристики, а також про освітлювальні прилади в приміщенні необхідна для моделювання. Отримані результати нагадують фотографічні зображення й досить добре відображають реальні умови; головна відмінність від візуалізації полягає в тому, що рівні освітлення також відображаються на різних поверхнях. Деякі програмні забезпечення дозволяють дослідити ергономічні проблеми, спричинені надмірним блиском і відблисками.



Рисунок 3.7.1: Освітленість офісного простору за умов природного освітлення. Кількість люксів відображається у вигляді числових показників.

Для моделювання освітлення використовуються BIM архітектора й системна BIM модель проєктувальника електротехнічного обладнання. Наприклад, якщо метою є вивчення кінцевого враження або умов освітлення в робочому просторі, модель архітектора має також включати меблі, які розташовані в цьому просторі. Для досягнення надійного моделювання освітлення часто необхідно модифікувати або переробити тривимірну модель простору або будівлі, щоб вона відповідала вимогам програм для моделювання. Однак людині, яка проводить моделювання, потрібні моделі архітектора й проєктувальника електротехнічного обладнання, щоб концептуально уявити собі наповнення простору.

Моделювання освітлення зазвичай виконується на узгоджених зразках просторів або фасадного освітлення будівлі.



Рисунок 3.7.2: Моделювання освітлення фасаду будівлі.

Моделювання також можна використовувати для вивчення поведінки денного світла в різних просторах.

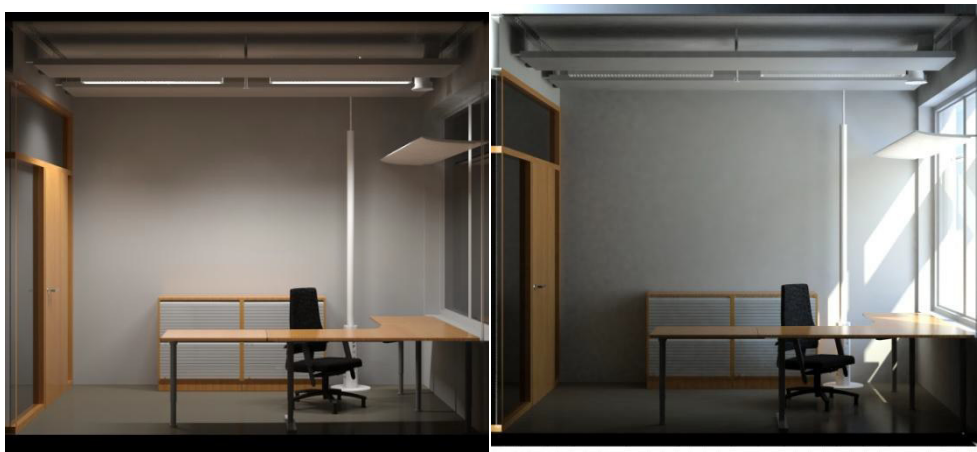


Рисунок 3.7.3: Порівняння штучного освітлення та освітлення денним світлом за допомогою освітлювального екрану.

Модель симуляції освітлення також можна використовувати для створення анімації, за потреби.

Рівень моделювання, точність необхідних вихідних даних і розподіл завдань між архітектором, проєктувальником електротехнічного обладнання та автором моделювання мають бути узгоджені в угодах на проєктування.

Розділ 3.7 Посилання на перелік розподілу завдань (Обсяг робіт, проектування інженерних систем):

D 0 Попереднє проектування, неструктуровані завдання:

Пункт D 2.14, Візуалізація освітлення, рівень C

E Розробка проєкту, неструктуровані завдання:

Пункт D 3.6, Візуалізація освітлення, рівень C

Інформаційна карта проєкту:

Пункт 2.4.6 Освітлення, рівень C

3.8 Аналіз інженерних систем

ВІМ інженерних систем можна використовувати для проведення аналізу функцій багатьох різних систем; як правило, це можна зробити безпосередньо за допомогою програмного забезпечення для моделювання інженерних систем. Для цього модель має містити достатньо динамічних даних, що описують функціонування мереж.

Аналіз інженерних систем можна використовувати для перевірки економічної функції мереж протягом їхнього життєвого циклу ще до стадії будівництва, а також для реалізації проєктних показників відповідно до моделі вимог.

ВІМ інженерних систем, правильно обчислені з точки зору технології потоків і тиску, створюють умови, необхідні для контролю мереж.

Належний контроль мереж дозволяє забезпечити відповідність приміщень технічним вимогам (кількість повітря, потужність охолодження та опалення тощо).

Необхідний аналіз інженерних систем представлений у Серії 4 «*Проектування інженерних систем*».

3.9 Проведення аналізу й представлення результатів

Усі вихідні дані необхідно отримати з однієї версії проєкту, а будь-які конфлікти в них необхідно перевірити й вирішити. Існування необхідних вихідних даних перевіряють перед початком моделювання, а вихідні дані або показники за замовчуванням, що використовуються, документують, щоб забезпечити їх доступність під час вивчення результатів. Крім того, усі результати аналізу мають бути додані до використаного пакета файлів, оскільки окремо або в поєднанні з іншими матеріалами ці результати вже не надають точної інформації щодо проєкту.

Результати мають бути змінені, щоб мати ілюстративну форму, яка дозволить людині, яка не є експертом з питань охорони навколишнього середовища або експертом у галузі будівництва, зрозуміти їх.

Обсяг даних має бути обмежений, щоб включати тільки важливу інформацію. Під час надання результатів необхідно докласти зусиль для використання таблиць і схем, якщо програмне забезпечення для аналізу не дає можливості безпосередньої візуалізації.

Моделі, які є основою для аналізу, також можна використовувати для візуалізації результатів. Просторову модель можна використовувати для візуалізації результатів моделювання умов навколишнього середовища; наприклад, простори, які не відповідають поставленій меті, можна зафарбувати червоним кольором. Кольори також можна використовувати для моделювання конструктивних елементів, які, як показали результати аналізу, є критичними.

Під час проведення першого аналізу доцільно представити різні альтернативи рішень, щоб полегшити прийняття подальших рішень. Після обрання однієї альтернативи з багатьох, обрану альтернативу можна доопрацювати, щоб забезпечити її функціональність як відправну точку для подальшої проєктної роботи.

Візуалізація результатів аналізу має важливе значення, оскільки вона сприяє швидшому розумінню результатів аналізу всіма учасниками проєкту.