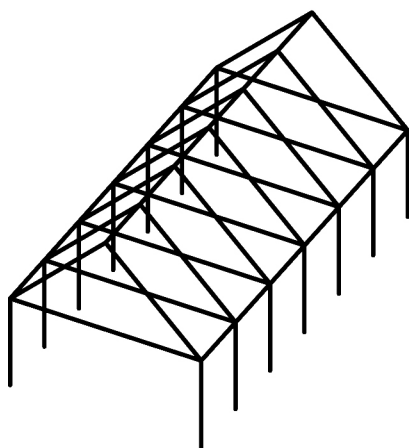


COBIM

Загальні вимоги BIM 2012 рік

Версія 1.0



Серія 5

Проектування будівельних конструкцій

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 «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.

Учасники проєкту © COBIM.

Зміст

1	Основні завдання інформаційного моделювання будівель	4
2	Введення	5
3	Загальні визначення	6
3.1	Будівельні конструкції, які необхідно змоделювати	6
3.2	Типи будівельних конструкцій	6
3.3	Визначення секцій та поверхів	6
3.4	Нумерація та маркування	7
3.5	Ступінь готовності	7
3.6	Забезпечення якості	7
4	Моделювання BIM проєкту реконструкції	8
4.1	Моделювання стартової ситуації	8
4.2	Зміни в моделюванні	8
5	Визначення різних стадій проєктування	9
5.1	Моделі вимог	9
5.2	Стадія «Ескізне проєктування»	9
5.3	Стадія «Проект»	9
5.4	Стадія розроблення проєктно-технічної документації для участі в тендері	11
5.4.1	Просторові положення	15
5.4.2	Процес підготовки креслень пустот	16
5.5	Стадія «Робочий проєкт»	18
6	Введення в експлуатацію та управління й експлуатація	20

Додаток 1 – Наповнення конструкційної моделі

Додаток 2 – Технічні умови моделі

Додаток 3 – Форма перевірки конструкційної моделі

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. Окрім 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 проекту інформаційного моделювання будівлі повинна бути ознайомлена, як мінімум, з основною частиною (Розділ 1) та принципами забезпечення якості (Розділ 6). Особа, відповідальна за проєкт або керування даними проєкту, має досконало володіти принципами вимог до інформаційного моделювання будівель.

2 Введення

У цьому документі розглядається моделювання структурних BIM моделей та необхідне інформаційне наповнення BIM моделей, які створює інженер-проектувальник будівельних конструкцій.

Використання BIM моделей має на меті досягти контрольованого прийняття рішень та підтримки інформаційного потоку в межах проєктної групи, замовника та підрядника.

Цей основний принцип охоплює BIM модель, створену проєктувальником, і надалі іменується як «модель будівельної конструкції». Модель будівельної конструкції розвивається і стає більш конкретною в міру просування процесу проектування.

Стадії проектування, описані в основних принципах, відповідають стадіям переліку розподілу завдань на проектування TELU 08.

Ці основні принципи не стосуються поділу проектування будівельних конструкцій на різні частини, наприклад, проектування готових залізобетонних елементів.

Загальні вимоги, спільні для всіх областей проектування, представлені в Розділі 1 цих вимог до моделювання під назвою *1. Загальна частина*.

3 Загальні визначення

Вимоги до точності та наповнення моделей змінюються залежно від стадії проєктування. Ці вимоги перераховані для різних стадій проєктування та в Додатку 1. Наповнення моделі будівельної конструкції.

3.1 Будівельні конструкції, які необхідно змоделювати

Вимоги

У моделі будівельної конструкції моделюють всі несучі конструкції та не несучі бетонні конструкції. Крім того, необхідно моделювати будівельні вироби, розмір і розташування яких впливає на інших проєктувальників.

Практичні рекомендації

Наприклад, вогнезахисні покриття моделюють так, щоб проєктувальники інженерних систем могли чітко бачити нижню поверхню будівельної конструкції в моделі. Плівкові будівельні вироби, такі як гідроізоляційна мембрана, зазвичай не включаються до моделі будівельної конструкції.

Вимоги

Будівельні конструкції необхідно моделювати таким чином, щоб місце розташування, назва/тип, геометрія та вміст будівельної конструкції експортувалися під час передачі даних.

Проєктувальник повинен переконатися, що конструкції будівлі, відображені в моделі IFC, є правильними (стіна показана як «стіна», а балка — як «балка»).

Практичні рекомендації

Як правило, інструменти програмного забезпечення BIM роблять це автоматично, за умови, що будівельні конструкції моделюють за допомогою інструментів, призначених для моделювання конкретної будівельної конструкції – стіна моделюється за допомогою інструмента «Стіна», балка — за допомогою інструмента «Балка» тощо.

3.2 Конструктивні типи

Вимоги

Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій визначає конструктивні типи для проєкту згідно з переліком розподілу завдань. Конструктивні типи, як такі, не включаються до моделі будівельної конструкції. Конструктивні типи друкують у вигляді двовимірних креслень. Архітектор використовує конструктивні типи, визначені інженером-проєктувальником будівельних конструкцій в архітектурній BIM моделі.

Практичні рекомендації

Креслення конструктивних типів повинні бути доступними для всієї команди проєкту, оскільки вони необхідні, наприклад, для проведення енергетичного аналізу.

3.3 Визначення секцій та поверхів

Вимоги

Будівельні конструкції моделюють по поверхах і секціях відповідно до запланованого порядку будівництва і відповідно до узгоджених координат проєкту. Координати визначені в Розділі 1. Загальна частина.

Інформація про поверх та/або секцію визначається в моделі будівельної конструкції для того, щоб її можна було перенести у файл IFC. Інформація про поверх і секцію використовується, наприклад, під час візуалізації, перевірок і складання відомості обсягів робіт.

Практичні рекомендації

У великих проєктах може знадобитися розділити будівельні конструкції на кілька моделей.

Будівельні конструкції моделюють як реальні конструктивні елементи. Наприклад, колону висотою в три поверхи моделюють як таку, що проходить через усі поверхи без пошкоджень.

Модель будівельної конструкції розбивається на поверхи таким чином, щоб кожен поверх включав несучі стіни/колони та проміжний поверх над ними. Будівельні конструкції, які проходять через декілька поверхів, кріпляться до найнижчого поверху, на якому вони з'являються. За окремим погодженням інженер-проектувальник будівельних конструкцій створює модель IFC для кожного поверху на основі архітектурного поділу (несучі стіни/колони та проміжний поверх над ними).

3.4 Нумерація та маркування

Вимоги

Програмні засоби BIM присвоюють об'єктам індивідуальні номери (GUID), щоб їх можна було ідентифікувати протягом усього проєкту, включно з виробництвом і монтажем. За можливості, ідентифікатори GUID необхідно зберігати, змінюючи вже існуючі об'єкти, а не видаляючи їх і створюючи нові об'єкти.

На додаток до автоматичної нумерації GUID, будівельні конструкції маркують і нумерують логічно, як це узгоджено в рамках проєкту і власником, щоб будівельні конструкції можна було ідентифікувати, наприклад, для підрахунку обсягів робіт і логістики.

Перелік маркувань та нумерації, що використовується, повинен бути розповсюджений серед членів проєктної групи з метою полегшення користування моделлю.

3.5 Ступінь готовності

Вимоги

Модель будівельної конструкції може включати будівельні конструкції, які знаходяться на різних стадіях проєктування. Щоб використовувати модель і дані моделі, знання про ступінь готовності будівельних конструкцій є критично важливим. Ступінь готовності представлений в моделі або зазначений у технічних умовах моделі. Спосіб представлення ступеня готовності узгоджується для кожного конкретного проєкту.

Практичні рекомендації

Наприклад, проєктувальники інженерних систем можуть використовувати ступінь готовності для визначення надійності розташування нижньої відмітки будівельної конструкції.

3.6 Забезпечення якості

Вимоги

Опубліковані моделі будівельної конструкції не повинні включати об'єкти

Версія 1.0, 27 березня 2012 Учасники проєкту © COBIM

моделей інших проєктувальників, навіть якщо такі моделі були використані як посилання. Моделі будівельної конструкції можуть включати лише об'єкти, змодельовані інженером-проєктувальником будівельних конструкцій.

Перед публікацією моделі інженер-проєктувальник будівельних конструкцій повинен виконати перевірку якості проєкту відповідно до системи якості компанії.

Забезпечення якості моделі виконується згідно з цим розділом та Розділом 6. *Забезпечення якості*. До технічних умов моделі додається заповнений і підписаний контрольний перелік перевірки моделі будівельної конструкції.

Практичні рекомендації

Інформаційне наповнення моделі IFC, що публікується, може визначатися відповідно до цільового призначення. Модель може бути полегшена, наприклад, за рахунок відсутності арматури.

4 Моделювання BIM проєкту реконструкції

У проєктах реконструкції обсяг моделювання завжди має узгоджуватися для кожного проєкту окремо. На обсяг і точність моделювання впливає можлива інвентарна модель та її придатність для використання інженерами-проєктувальниками будівельних конструкцій.

4.1 Моделювання стартової ситуації

Якщо інвентарна модель не існує або точність моделі несучої конструкції є недостатньою, інженер-проєктувальник будівельних конструкцій може виконати моделювання існуючих будівельних конструкцій.

Вимоги

Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій створює інвентарну модель несучих і не несучих бетонних конструкцій, дотримуючись, наскільки це можливо, вимог до моделювання, описаних у *Розділі 2. Моделювання стартової ситуації*. Використаний метод вимірювання та оціночна точність моделі необхідно зафіксувати в технічних умовах моделі.

Практичні рекомендації

Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій може моделювати стартову ситуацію також на основі старих креслень будівельної конструкції.

4.2 Зміни в моделюванні

Вимоги

Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій моделює нові несучі конструкції та не несучі бетонні конструкції відповідно до моделі будівельної конструкції. Існуючі несучі конструкції моделюють лише тоді, коли цього вимагають зміни в будівельній конструкції. Моделювання виконується відповідно до *Розділу 5. Проєктування будівельних конструкцій*. До технічних умов моделі додається інформація про виміряне або визначене місце розташування будівельної конструкції, що підлягає зміні.

Практичні рекомендації

Інші методи моделювання можуть бути узгоджені для конкретного

проєкту. Наприклад, певна частина будівлі може бути змодельована точніше.

5 Визначення різних стадій проєктування

5.1 Модель вимог

Модель вимог до проєктування будівельних конструкцій надає цілі та вимоги, встановлені для проєктування будівельних конструкцій.

Модель вимог може бути надана у вигляді таблиці, креслення, текстового документа, моделі або їх комбінації.

Практичні рекомендації

Модель вимог до проєктування будівельних конструкцій включає, наприклад, такі елементи:

- *Стандарти та інструкції, які необхідно використовувати*
- *Вихідну інформацію та обов'язки, надані власником*
- *Будь-які інші вимоги та вихідні дані (просторова гнучкість, висота у світлі тощо)*

5.2 Стадія «Ескізне проєктування»

На стадії «Ескізне проєктування» (TELU 08 – Структурний С3) інженер-проєктувальник будівельних конструкцій оцінює доцільність варіантів, наданих архітектором.

Практичні рекомендації

На стадії «Ескізне проєктування» інженер-проєктувальник не має фактичних вимог до моделювання. На основі конкретного проєкту можна окремо домовитися про те, що інженер-проєктувальник моделює, наприклад, різні варіанти каркаса для визначення вартості. Точність моделювання має відповідати стадії «Проєкт».

5.3 Стадія «Проєкт»

На стадії «Проєкт» (TELU 08 – Структурний С4) обраний ескізний проєкт буде перетворено на реалістичний проєкт. Наповнення і точність моделі визначені в Додатку 1.

Практичні рекомендації

На цій стадії сумісність інженерних систем та несучих конструкцій вивчається спільно з проєктувальниками інженерних систем.

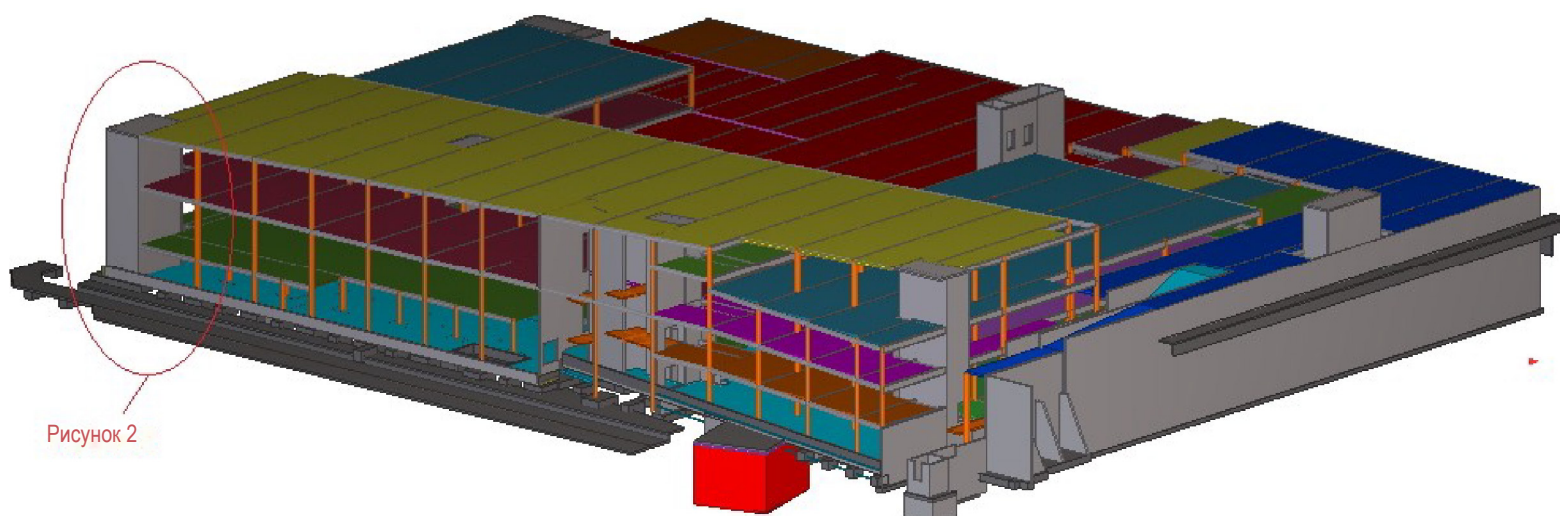


Рисунок 2

Рисунок 1: Модель на стадії «Проєкт» (Рисунок: Finnmap Consulting Oy)

Вимоги

Вимоги до стадії «Проект» викладені нижче:

Стадія «проект»	
Вихідні дані від інших проєктувальників:	
Моделі стартової ситуації:	- Інвентарна модель та/або модель ділянки під будівництво згідно з Розділом 2 «Моделювання стартової ситуації» - Моделі IFC та роздруковані з них двовимірні креслення в узгодженому форматі
GEO (*)	- Шар ґрунту, порода, поверхні котловану та виїмки - У форматі IFC або 3D і креслення, виготовлені на основі моделі в узгодженому форматі
ARCH	- Модель IFC відповідно до розділу 3 «Архітектурне проєктування» - Двовимірні креслення, виготовлені на основі моделі в узгодженому форматі
Інженерні системи	Модель IFC відповідно до Розділу 4 «Проектування інженерних систем»
Дані моделі вимог інженера-проектувальника будівельних конструкцій	
- Моделювання відповідно до Додатка 1 «Наповнення моделі будівельної конструкції» або відповідно до специфічних вимог проєкту. - Забезпечення якості відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» - Публікація моделі IFC відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» - Заповнення технічних умов моделі - Підготовка креслень для друку з моделі відповідно до інструкцій власника креслення або загальних інструкцій	
Переваги від моделі:	Роздруківки:
- Візуальний огляд - Попередній підрахунок обсягів робіт та оцінка вартості - Попереднє планування каркаса - Частина комбінованої моделі - Основа для аналізу інженером-проектувальником будівельних конструкцій та проєктної моделі - Основа для наступної стадії проєктування	- Обмірне креслення фундаментів - Обмірне креслення несучої конструкції - Обмірні креслення кожного поверху - Креслення висот

(*) = GEO моделювання не вимагається у загальних вимогах BIM 2012 року

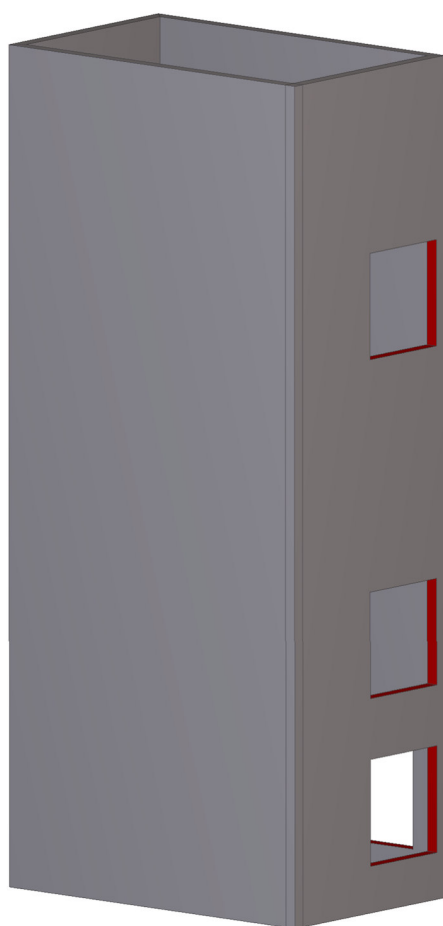


Рисунок 2: Приклад точності моделі сходової клітки на стадії «Проект» (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

5.4 Стадія розроблення проектно-технічної документації для участі в тендері

Стадія розроблення проектно-технічної документації для участі в тендері (TELU 08 – Структурна С6) модель розробляється до рівня, необхідного для тендерних запитів, і готується тендерна документація для тендерних запитів.

Вимоги

Несучі та не несучі бетонні конструкції моделюють з правильними розмірами, об'ємом, кількістю та точним розташуванням. Наповнення моделі визначено в Додатку 1.

Практичні рекомендації

Як така, вона також слугує базовою інформацією для проєктувальника моделі інженерних систем та процедури визначення положення пустот.

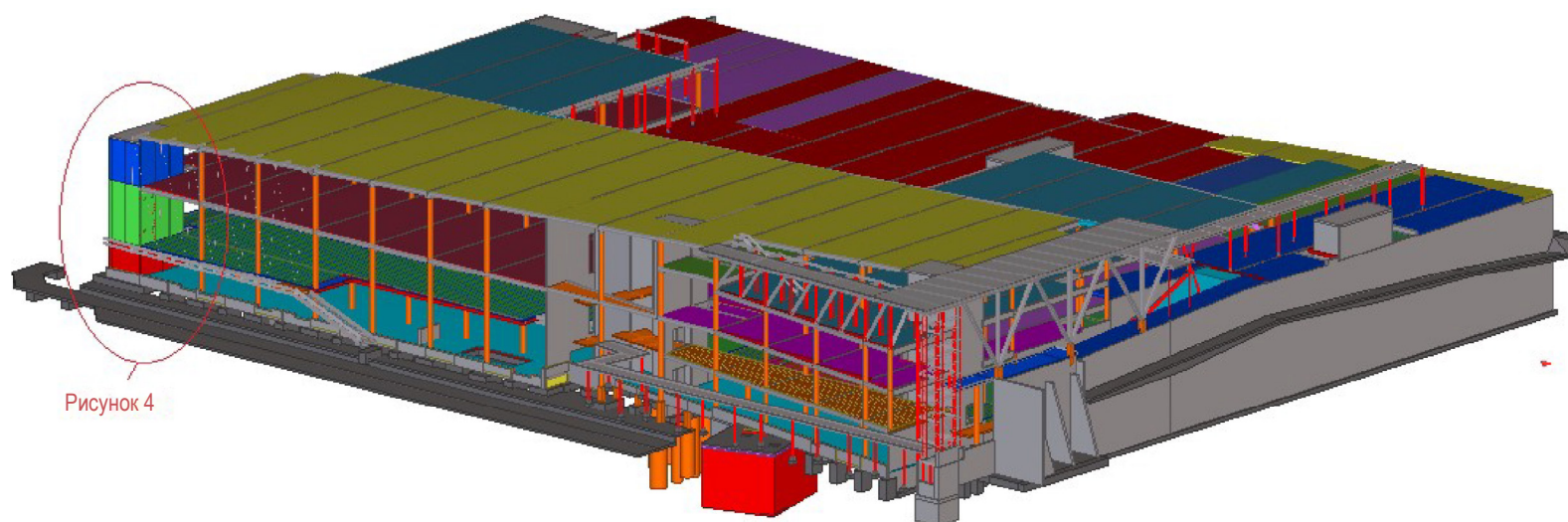


Рисунок 3: Модель визначена відповідно до стадії розроблення проєктно-технічної документації для участі в тендері. (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

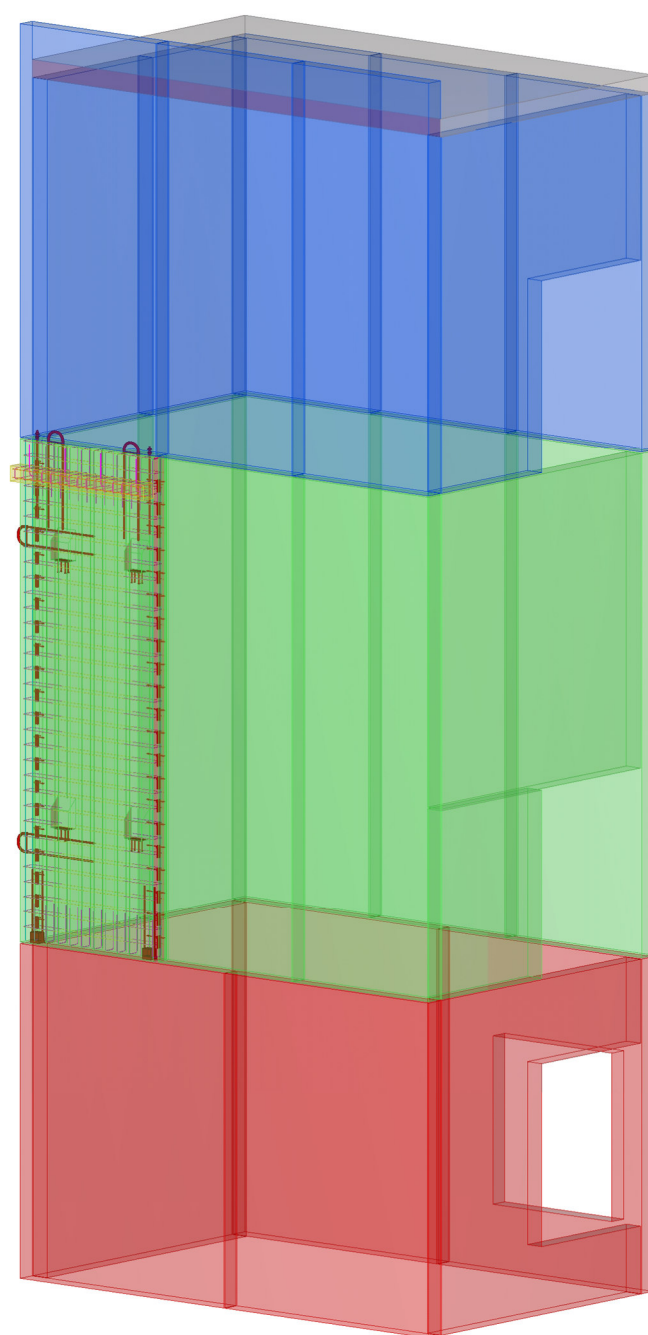


Рисунок 4: Точність сходової клітки та елемента моделі на стадії розроблення проєктно-технічної документації для участі в тендері. (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

Вимоги

Вимоги до стадії розроблення проектно-технічної документації для участі в тендері наведені нижче:

Проектування для послуг закупівель	
Вихідні дані для проектування будівельних конструкцій:	
ARCH	• Модель IFC відповідно до розділу 3 «Архітектурне проектування» • Двовимірні креслення, виготовлені на основі моделі в узгодженому форматі
Інженерні системи	• Модель IFC відповідно до Розділу 4 «Проектування інженерних систем» • Модель положення пустот IFC в межах узгодженого обсягу, див. пункт 5.2.4
Дані моделювання вимог інженера-проектувальника будівельних конструкцій	
• Моделювання відповідно до Додатка 1 «Наповнення моделі будівельної конструкції» або відповідно до специфічних вимог проекту. • Забезпечення якості відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» • Публікація моделі IFC відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» • Модель видається проектувальнику інженерних систем для моделювання положення пустот згідно з пунктом 5.2.4 • Заповнення технічних умов моделі • Підготовка креслень для друку з моделі відповідно до інструкцій власника креслення або загальних інструкцій	
Переваги від моделі:	Роздруківки:
• Візуалізація проекту • Розрахунок потреби в матеріальних та трудових ресурсах з оцінкою в людино-годинах • Частина комбінованої моделі • Планування техніки безпеки та будівельного майданчика • Розробка та візуалізація плану робіт з будівництва • Розробка планів з монтажу та робіт • Основа для наступної стадії проектування	• Перелік паль • Креслення паль • Обмірне креслення фундаментів • Тендерні креслення фундаментних подушок та інших фундаментів • Обмірне креслення несучої конструкції • Обмірні креслення кожного поверху • Креслення висот • Схеми елементів • Обмірне креслення укриття • Тендерні креслення бетонного елемента • Тендерні креслення сталевих вузлів • Перелік обсягу та матеріалів сталевих конструкцій

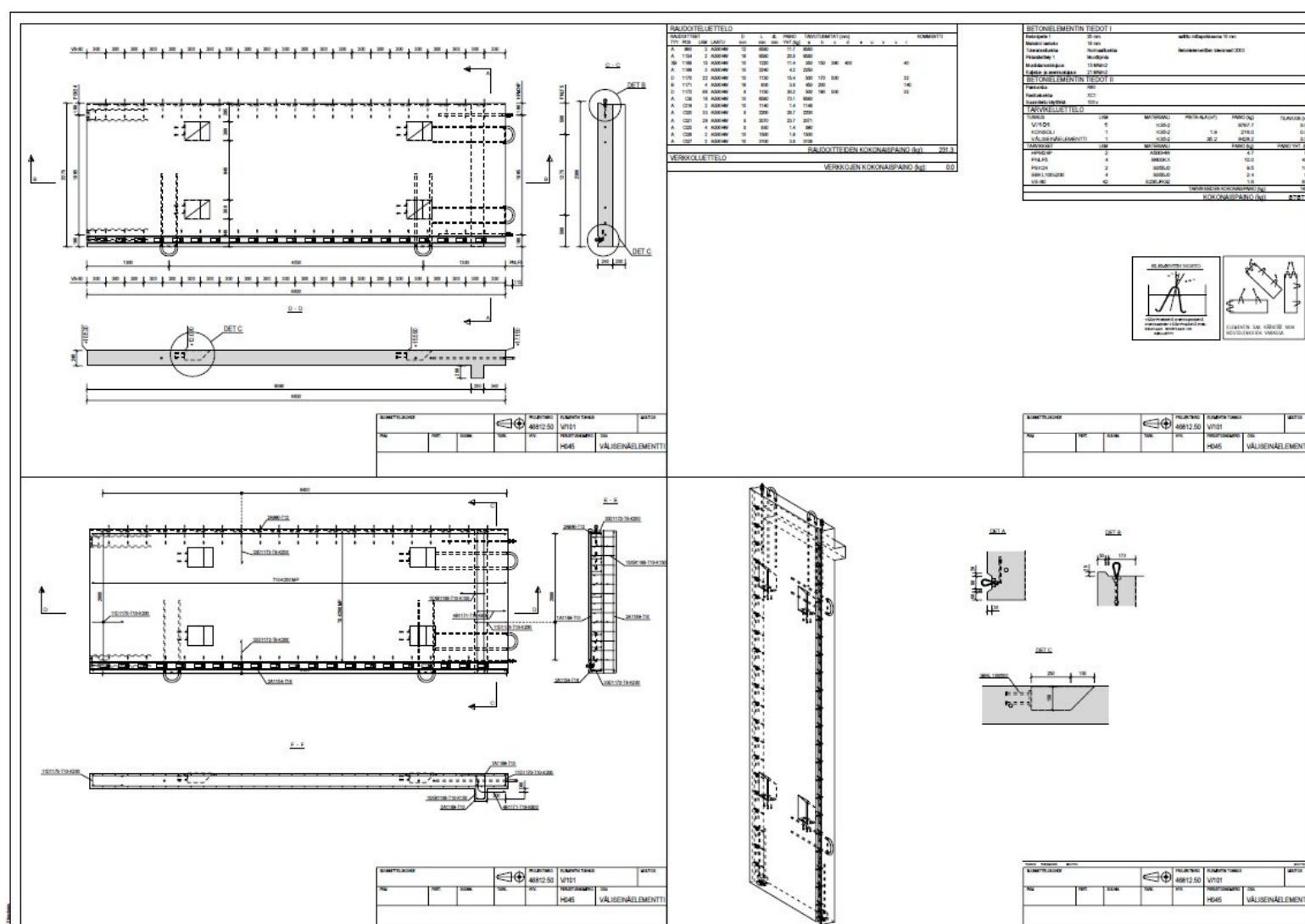


Рисунок 5: Тендерне креслення, створене на основі елемента моделі на рисунку 4 (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

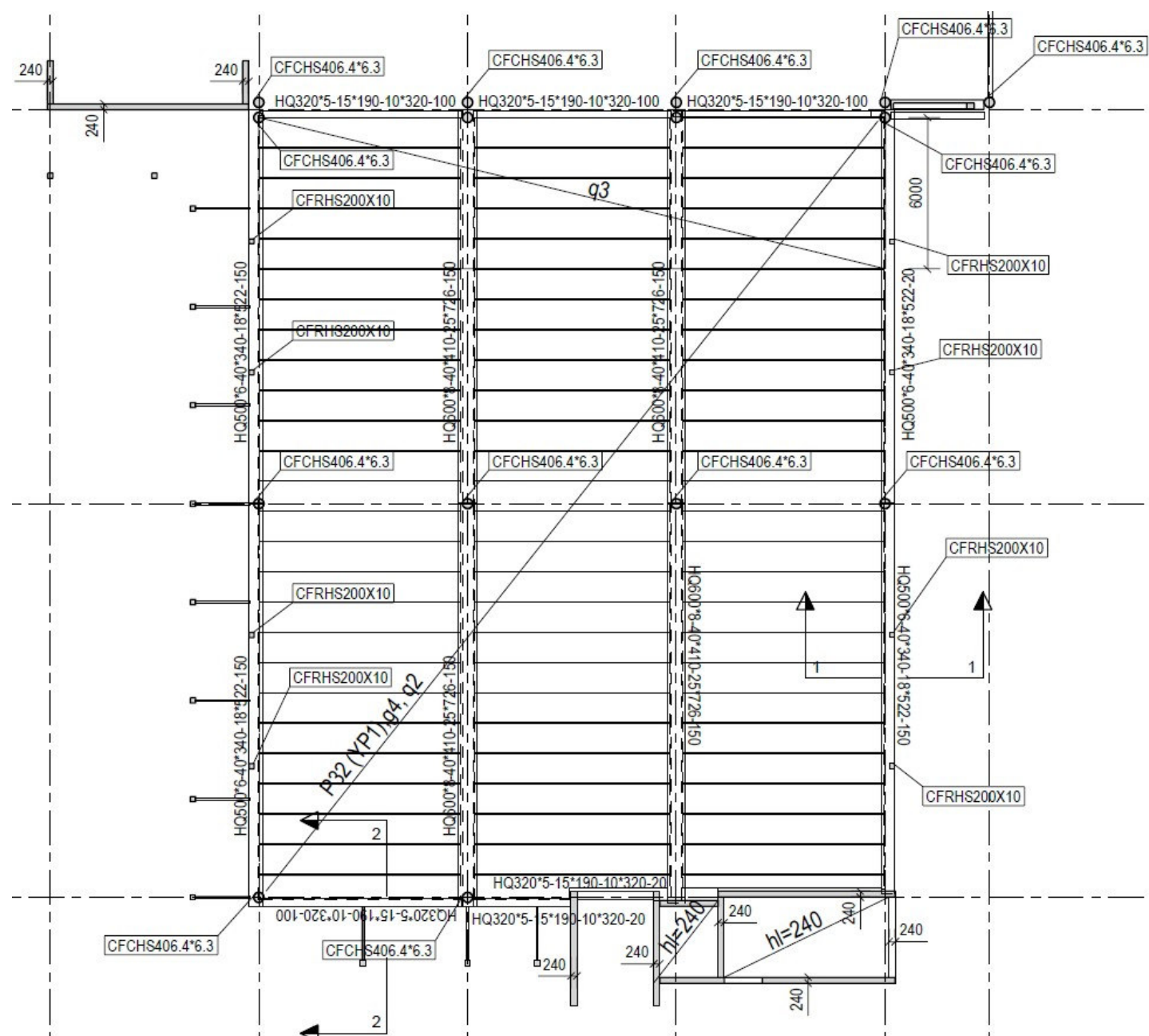


Рисунок 6: Роздруківка креслення плану на основі моделі на стадії розроблення проектно-технічної документації для участі в тендері (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

5.4.1 Положення пустот

Використання моделі для визначення положення пустот, а також підготовка і відповідальність за створення креслень пустот завжди повинні узгоджуватися на основі конкретного проєкту.

Практичні рекомендації

Об'єднання BIM інженерної системи та BIM інженера-проектувальника будівельних конструкцій, а також конструктивного елемента BIM архітектора, за необхідності, дозволяє використовувати процедуру виявлення колізій на основі BIM для полегшення визначення місця розташування та проєктування пустот.

У випадку розробки положень на основі BIM, інженер-проектувальник будівельних конструкцій створює модель в узгодженому форматі. Проектувальник інженерних систем використовує модель для створення положень пустот. Модель повинна бути для визначеного поверху, включаючи плити та пов'язані з ними несучі стіни.

Проектувальник інженерних систем готує модель пустот на основі IFC, яка включає тільки об'єкти для положень пустот. Цю модель пустот IFC надсилають інженеру-проектувальнику будівельних конструкцій в характерному для поверху форматі.

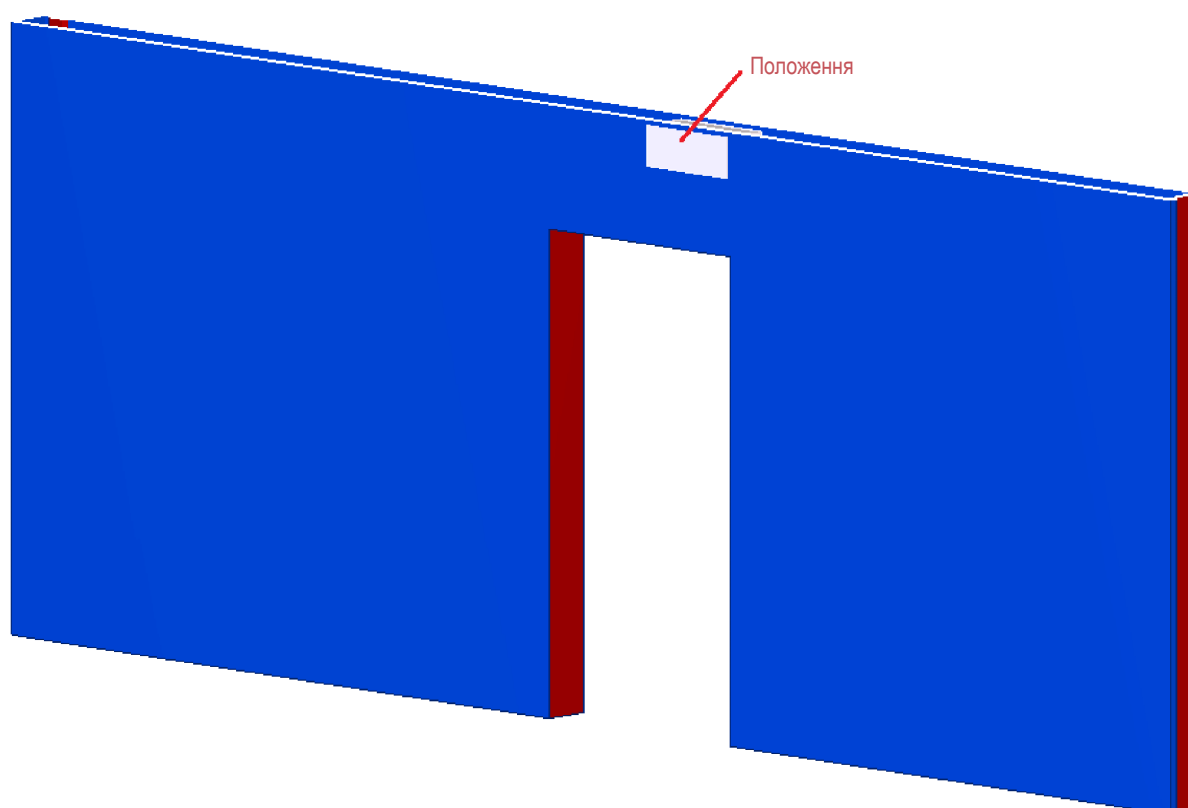


Рисунок 7: Положення пустот у моделі інженера-проектувальника будівельних конструкцій. (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

На кожному об'єкті положення має бути зазначено, чий саме це об'єкт. Розмір та ідентифікатори положень необхідно включити в об'єкт положення як дані атрибутів. Пустоти моделюють у моделі пустот таким способом, щоб вони були правильно розміщені з точки зору їхнього розміру та місця розташування.

Як висота використовується абсолютна відмітка.

Для полегшення візуального огляду і підготовки положень інженером-проектувальником будівельних конструкцій, об'єкти положень необхідно моделювати товстішими, ніж будівельні конструкції, в які вони входять.

Інженер-проектувальник будівельних конструкцій використовує дані, отримані з об'єктів для положень пустот, для підготовки пустот та інших положень в будівельних конструкціях, якщо це конструктивно можливо. Якщо

підготовка штриб конструктивно неможлива, інженер-проектувальник будівельних конструкцій повинен проінформувати про це проектувальника інженерних систем. Потім проектувальник інженерних систем розробляє нову версію об'єктів для положень пустот на основі пропозицій інженера-проектувальника будівельних конструкцій і передає їх інженеру-проектувальнику будівельних конструкцій.

З технічної точки зору рекомендовано, щоб під час зміни вже підготовлених об'єктів для положення пустот, об'єкт для положення пустот не видаляли та не замінювали новим об'єктом. Замість цього змінюють вже змодельований об'єкт (наприклад, шляхом зміни його розміру або розташування). Причина полягає в тому, що у такий спосіб програмні інструменти ідентифікують об'єкт для положень пустот, як змінений об'єкт для положень пустот, а не як новий об'єкт.

Під час підготовки креслень елементів положення пустот на основі BIM не вимагається для електротехнічних систем трубопроводів, монтажних отворів або інших маршрутів, що проходять через елемент (відсутність підтримки прикладного програмного забезпечення інженерних систем для обробки отворів у елементах). Однак положення, які повністю проходять крізь елемент, повинні бути виконані як об'єкти, що не потребують положення пустот. Проектувальник інженерних систем представляє отвори та інші положення інженеру-проектувальнику будівельних конструкцій за допомогою звичайних методів проектування.

5.4.2 Процес підготовки креслень пустот

Вимоги

У разі використання проектування положень пустот на основі BIM, креслення положення пустот, зони відповідальності та методи роботи між проектуванням будівельних конструкцій та проектуванням інженерних систем повинні бути узгоджені для кожного проекту окремо. Автор двовимірних креслень положень пустот повинен узгодити це з замовником на стадії укладення договору на проектування.

Сумісність прикладних програм, що використовуються інженерами-проектувальниками будівельних конструкцій і проектувальниками інженерних систем, також необхідно перевірити на основі конкретного проекту.

Практичні рекомендації

Проектування положення пустот на основі BIM можна використовувати різними способами під час створення двовимірних креслень пустот.

Ці методи роботи або їхні варіації можна розглядати для використання, коли в будівлі потрібні двовимірні креслення пустот. Процедура, описана в Розділі 5.4.1 є відправною точкою для всіх методів роботи.

Альтернативний варіант 1:

- *Проектувальник надає двовимірні та тривимірні шаблони креслень пустот для інженерних систем.*
 - *Для інженерних систем використовуються створені об'єкти для положення пустот як основа для побудови двовимірного креслення, включаючи лінії осей.*
 - *Розміри положень пустот визначаються в основному в мережі модулів;*
- Версія 1.0, 27 березня 2012 Учасники проекту © COBIM*

інший альтернативний варіант, який використовується в проєктах реконструкції, — це визначення розмірів в існуючих будівельних конструкціях.

- Файли двовимірного положення пустот передають інженеру-проєктувальнику будівельних конструкцій.
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій створює креслення і надсилає їх для розповсюдження.

Альтернативний варіант 2:

- Інженер-проєктувальник передає шаблони тривимірних креслень пустот проєктувальнику інженерних систем в характерному для поверху форматі, з використанням абсолютних висот.
- Проєктувальник інженерних систем готує об'єкти для положення пустот для висоти, що використовується в моделі, і передає їх інженеру-проєктувальнику будівельних конструкцій у форматі IFC.
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій готує двовимірні креслення перетинання інженерними мережами конструкцій будівлі, включно з лініями осей та розмірами, на основі об'єктів для положення пустот, наданих проєктувальником інженерних систем. Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій роздруковує креслення і надсилає їх для розповсюдження.

Альтернативний варіант 3:

- Інженер-проєктувальник передає шаблони тривимірних креслень пустот проєктувальнику інженерних систем в характерному для поверху форматі, з використанням абсолютних висот.
- Проєктувальник інженерних систем готує об'єкти для положення пустот для висоти, що використовується в моделі, і передає їх інженеру-проєктувальнику будівельних конструкцій у форматі IFC.
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій готує двовимірні креслення пустот, які демонструють резервування перетинання інженерними мережами конструкцій будівлі, наданих проєктувальником інженерних систем.
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій розміщує на зображеннях інформаційну виноску (наприклад, «VC, 300x200, CL=+25.3»). Цю інформацію взято з об'єктів для положення пустот, наданих проєктувальником інженерних систем.
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій розміщує на двовимірному зображення рівень розмірних ліній для різних розділів проєкту, використовуючи бажаний колір для роздрукування розмірних ліній (= товщина лінії в чорно-білій роздруковці).
- Інженер-проєктувальник будівельних конструкцій передає вищезгадані шаблони двовимірних зображень пустот проєктувальнику інженерних систем
- Проєктувальник інженерних систем готує розмірні лінії на рівні, вказаному інженером-проєктувальником будівельних конструкцій, використовуючи інструменти осьових ліній для вимірювання в

програмному забезпеченні САПР.

- Розміри положень пустот визначаються в основному в мережі модулів; інший альтернативний варіант, який використовується в проєктах реконструкції, — це визначення розмірів в існуючих будівельних конструкціях.
- Файли двовимірного положення пустот із осьовими лініями передають інженеру-проектувальнику будівельних конструкцій.
- Інженер-проектувальник будівельних конструкцій створює креслення і надсилає їх для розповсюдження.

5.5 Стадія «Робочий проєкт»

Наповнення і точність моделі будівельної конструкції на стадії «Робочий проєкт» (TELU – Структурний С7) визначаються обсягом завдань інженера-проектувальника будівельних конструкцій. Наповнення моделі визначено в Додатку 1.

Вимоги

Якщо інженер-проектувальник будівельних конструкцій є також проєктувальником бетонних елементів та/або проєктувальником сталевих конструкцій, і якщо договором на проєктування не передбачено інше, всі елементи та/або вузли моделюють відповідно до рівня точності елементів та/або вузлів моделі на попередній стадії проєктування.

Якщо проєктування бетонних елементів та/або сталевих деталей виконується іншими сторонами, окрім інженера-проектувальника будівельних конструкцій, інженер-проектувальник повинен продовжувати розробку інших структур моделей. У такому випадку співпраця між різними інженерами-проектувальниками будівельних конструкцій, а також спільне використання та комбінування моделей мають бути узгоджені на основі конкретного проєкту.

Вимоги

Нижче наведено загальні вимоги до стадії реалізації проєкту:

Реалізація проєкту	
Вихідні дані для проєктування будівельних конструкцій:	
ARCH	• Модель IFC відповідно до розділу 3 «Архітектурне проєктування» • Двовимірні креслення, виготовлені на основі моделі в узгодженому форматі • Деталі
Інженерні системи	• Модель IFC відповідно до Розділу 4 «Проектування інженерних систем» • Модель положення пустот IFC в межах узгодженого обсягу, див. пункт 5.2.4
Дані моделювання вимог інженера-проектувальника будівельних конструкцій	

• Моделювання відповідно до Додатка 1 «Наповнення моделі будівельної конструкції» або відповідно до специфічних вимог проєкту. • Забезпечення якості відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» • Публікація моделі IFC відповідно до пункту 3 та Розділу 6 «Забезпечення якості» • Заповнення технічних умов моделі Підготовка креслень для друку з моделі відповідно до інструкцій власника креслення або загальних інструкцій	
Переваги від моделі:	Роздруківки виготовлені з моделі:
• Візуалізація проєкту • Розрахунок потреби в матеріальних та трудових ресурсах з оцінкою в людино-годинах • Частина комбінованої моделі • Планування техніки безпеки та будівельного майданчика • Розробка та візуалізація плану робіт з будівництва та виконавча ситуація • Розробка планів з монтажу та робіт	• Виконавче креслення паль • Обмірне креслення фундаменту • Обмірне креслення укриття • Обмірні креслення бетонних конструкцій на об'єкті <u>Визначається в залежності від конкретного проєкту:</u> • Креслення армування фундаменту • Креслення армування укриття • Креслення армування бетонних конструкцій на об'єкті • Арматурні відомості бетонних конструкцій на об'єкті

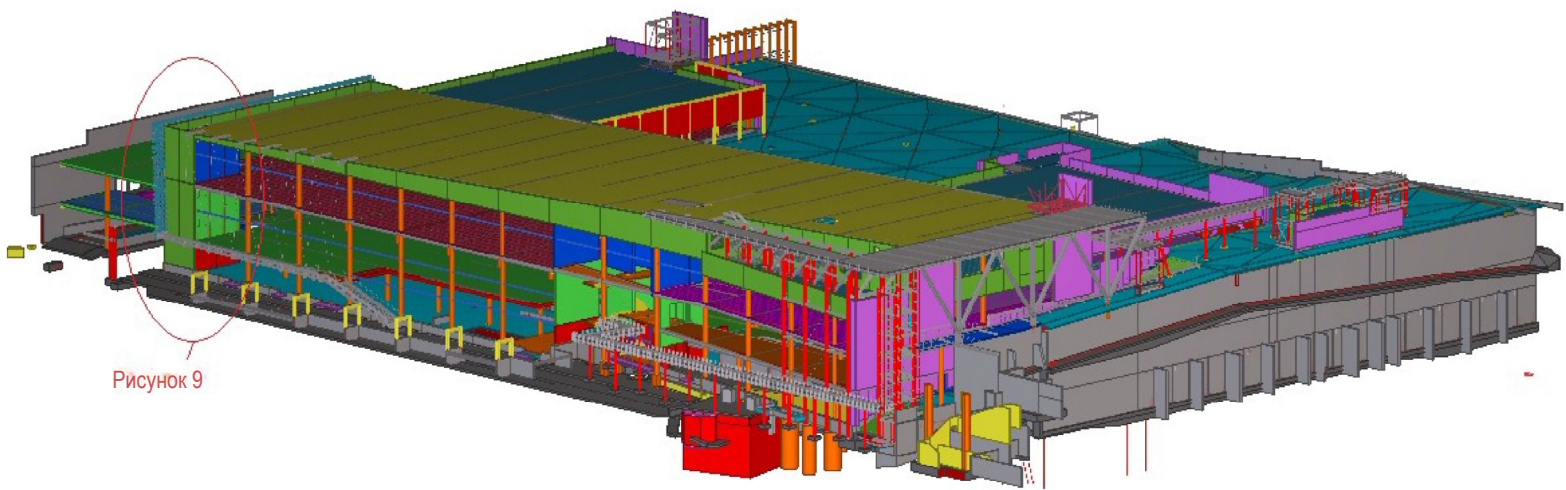


Рисунок 9

Рисунок 8: Модель на стадії «Робочий проєкт» (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

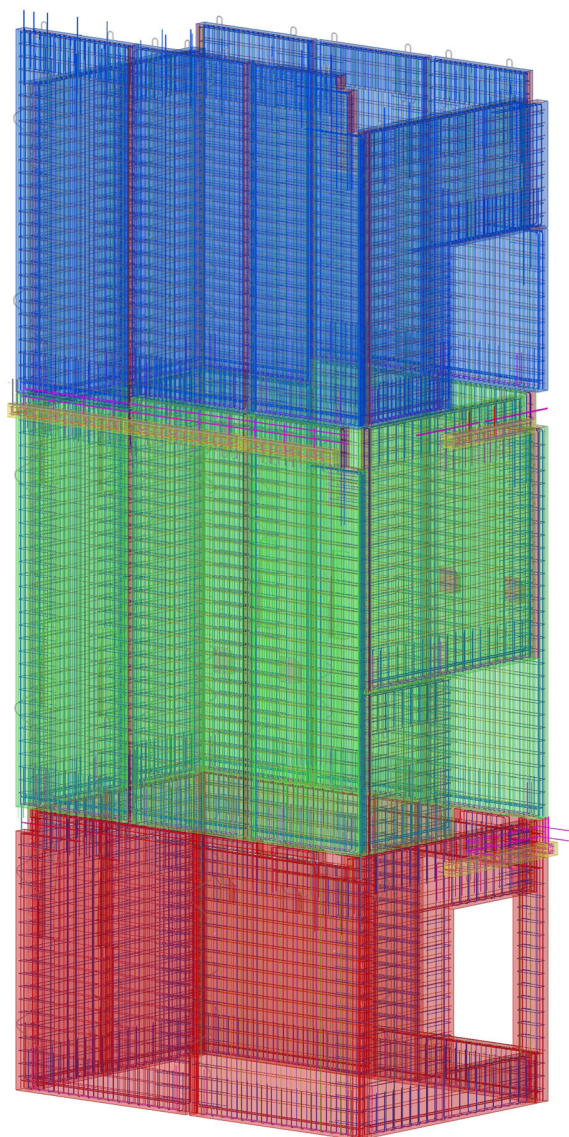


Рисунок 9: Точність моделі сходової клітки на стадії «Робочий проєкт» (Рисунок від: Finnmap Consulting Oy)

6 Введення в експлуатацію та управління й експлуатація

Будівництво здійснюється на основі моделі будівельної конструкції, підготовленої інженером-проектувальником будівельних конструкцій на стадії «Робочий проєкт». Конструктивні зміни, що відбуваються на стадії будівництва, вносять в модель для створення нових робочих креслень. Завдяки цьому модель будівельної конструкції, як правило, є актуальною на момент завершення проєкту, і нема потреби в підготовці окремої виконавчої будівельної моделі.

Практичні рекомендації

Якщо під час будівництва відбулися конструктивні зміни, які не були включені до моделі будівельної конструкції на стадії «Робочий проєкт», ці зміни вносяться до виконавчої будівельної моделі.

Актуалізація положення пустот у виконавчій будівельній моделі узгоджується для кожного конкретного проєкту окремо.

Додавання інформації про окремі конкретні бетонні елементи та/або сталеві вузли в виконавчу будівельну модель узгоджується окремо.

Виконавча будівельна модель може функціонувати як віртуальна модель будівлі та використовуватись разом з інструкцією з експлуатації як модель управління й експлуатації. Оновлення моделі відповідно до змін в управлінні й експлуатації необхідно узгоджувати окремо.

Додаток 1 – Наповнення моделі будівельної конструкції

x = буде моделюватися

(x) = моделювання узгоджується окремо

Стадія «проект»

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	x/(x)	Точність
Фундамент	Занурення паль	(x)	
	Фундаменти	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Фундамент під стіни	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Фундаментні стовпи	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Фундаментні балки	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Теплоізоляція	(x)	
Підземна частина будівлі	Плити підземної частини будівлі	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування несучої частини
	Канали підземної частини будівлі	(x)	
	Спеціальна підлога підвалу	(x)	
	Теплоізоляція	(x)	
Каркас	Укриття	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Несучі стіни	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Колони	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Балки	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Проміжні поверхи	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування несучої частини
	Стеля	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування несучої частини
	Спеціальні каркаси	(x)	
Фасади	Зовнішні стіни	(x)	Можна моделювати, наприклад, як об’єкт суцільної стіни для отримання актів виконаних робіт
	Спеціальні фасадні конструкції	(x)	
Зовнішні опорні плити	Балкони	x	Змодельовано точно щодо базової геометрії та розташування
	Навіси	(x)	
	Спеціальні зовнішні опорні плити	(x)	
Дахи	Конструкції даху	(x)	
	Конструкції карнизів	(x)	
	Конструкції скляних дахів	x	Несучі конструкції моделюються точно щодо базової геометрії та розташування

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Компоненти для поділу простору	Не несучі бетонні перегородки	(х)	
Інші просторові частини	Конструктивні компоненти, які потребують простору, наприклад, вогнетривкі плити	(х)	
	Пішохідні доріжки та шляхи проходу	(х)	

Стадія розроблення проєктно-технічної документації для участі в тендері

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Фундамент	Занурення паль	х	Палі моделюють відповідно до проєкту з урахуванням правильного розташування та довжини
	Фундаменти	х	- Приклади типів фундаментів моделюють точно щодо геометрії та розташування, включаючи з'єднання, арматуру та вбудовані об'єкти. - Інші Фундаменти моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Фундамент під стіни	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Фундаментні стовпи	х	- Приклади типів фундаментних стовпів моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. - Інші фундаментні стовпи моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Фундаментні балки	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Теплоізоляція	(х)	Моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб загальну кількість матеріалу можна було розрахувати на основі моделі.
Підземна частина будівлі	Плити підземної частини будівлі	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Канали підземної частини будівлі	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Підземна частина будівлі	Спеціальна підлога підвалу	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Теплоізоляція	(х)	Моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб загальну кількість матеріалу можна було розрахувати на основі моделі.
Каркас	Укриття	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Несучі стіни	х	● Приклади типів несучих стін моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. ● Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Колони	х	● Приклади типів бетонних колон моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. ● Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі. ● Приклади сталевих колон моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. Комбіновані колони повинні включати арматуру.
	Балки	х	● Приклади бетонних балок моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. ● Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі ● Приклади сталевих балок моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами.

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Каркас	Проміжні поверхи	х	- Приклади типів сталевих балок моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями. - Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі
	Стеля	х	- Приклади типів сталевих балок моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями. - Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
	Спеціальні каркаси	(х)	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
Фасади	Зовнішні стіни	х	- Приклади елементів бетонної стіни моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами. - Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
		(х)	- Моделювання фасадних конструкцій з легкими каркасами визначається в залежності від конкретного проєкту. Наприклад, стіна може бути змодельована як суцільна для складання відомості обсягів робіт. - Моделювання обробки поверхні елементів стін визначається в залежності від конкретного проєкту.
	Спеціальні фасадні конструкції	(х)	
Зовнішні опорні плити	Балкони	х	- Приклади типів бетонних елементів моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами - Інші елементи та бетонні конструкції на об'єкті моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Зовнішні опорні плити	Навіси	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб дозволяє визначити загальну кількість будівельних конструкцій за допомогою моделі.
	Спеціальні зовнішні опорні плити	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб дозволяє визначити загальну кількість будівельних конструкцій за допомогою моделі.
Дахи	Конструкції даху	х	Їх моделюють таким чином, щоб проєктувальник інженерних систем міг бачити з моделі простір, доступний для використання.
	Конструкції карнизів	(х)	
	Конструкції скляних дахів	х	Несучі конструкції моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб дозволяє визначити загальну кількість будівельних конструкцій за допомогою моделі.
Компоненти для поділу простору	Не несучі бетонні перегородки	х	- Приклади типів бетонних елементів моделюють точно щодо геометрії та розташування, включно зі з'єднаннями, арматурою та вбудованими об'єктами - Інші елементи моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє уникнути колізій, а загальну кількість будівельних конструкцій можна визначити за допомогою моделі.
Інші просторові компоненти	Конструктивні елементи, які потребують простору, наприклад, вогнетривкі плити	х	Їх моделюють таким чином, щоб проєктувальник інженерних систем міг бачити з моделі простір, доступний для використання.
	Пішохідні доріжки та шляхи проходу	(х)	

Стадія «Робочий проєкт»

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Фундамент	Занурення паль	х	Палі моделюють відповідно до виконавчих даних.
	Фундаменти	х	Фундаменти моделюють точно щодо геометрії, включно зі з'єднаннями та вбудованими об'єктами.
		(х)	Монолітна арматура
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проєктування
	Фундамент під стіни	х	Фундамент під стіни моделюють точно щодо геометрії, включно зі з'єднаннями та вбудованими об'єктами.
		(х)	Монолітна арматура
	Фундаментні стовпи	х	Фундаментні стовпи моделюють точно щодо геометрії, з'єднань та вбудованих об'єктів.
		(х)	Монолітна арматура
Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Фундамент	Фундаментні балки	х	Фундаментні балки моделюють точно щодо

			геометрії, з'єднань і вбудованих об'єктів.
		(х)	Монолітна арматура
	Теплоізоляція	(х)	Теплоізоляцію моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, щоб дозволяє визначити загальну кількість будівельних конструкцій за допомогою моделі.
Підземна частина будівлі	Плити підземної частини будівлі	х	Плити підземної частини будівлі моделюють точно щодо геометрії, з'єднань та вбудованих об'єктів.
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проєктування
	Канали підземної частини будівлі	х	Канали підземної частини будівлі моделюють точно щодо геометрії, з'єднань та вбудованих об'єктів.
		(х)	Монолітна арматура
	Спеціальна підлога підвалу	х	Спеціальну підлогу підвалу моделюють точно щодо геометрії, з'єднань та вбудованих об'єктів.
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
	Теплоізоляція	(х)	Теплоізоляцію моделюють точно щодо базової геометрії та розташування, що дозволяє визначити загальну кількість будівельних конструкцій за допомогою моделі.
Каркас	Укриття	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об'єкті включає з'єднання та вбудовані об'єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
	Несучі стіни	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об'єкті включає з'єднання та вбудовані об'єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проєктування
	Колони	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об'єкті включає з'єднання та вбудовані об'єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи та вузли моделюють відповідно до договору на проєктування.
	Балки	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об'єкті включає з'єднання та вбудовані об'єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи та вузли моделюють відповідно до договору на проєктування.
	Проміжні поверхи	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об'єкті включає з'єднання та вбудовані об'єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проєктування.

Будівельна конструкція	Конструкція будівлі	х/(х)	Точність
Каркас	Стеля	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об’єкті включає з’єднання та вбудовані об’єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проектування.
	Спеціальні конструкції каркасів	(х)	Моделювання залізобетонних конструкцій на об’єкті включає з’єднання та вбудовані об’єкти
Фасади	Зовнішні стіни	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об’єкті включає з’єднання та вбудовані об’єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проектування.
	Спеціальні фасадні конструкції	(х)	
Зовнішні опорні плити	Балкони	х	Моделювання залізобетонних конструкцій на об’єкті включає з’єднання та вбудовані об’єкти
		(х)	Арматура в монолітному залізобетоні
		(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проектування.
	Навіси	(х)	Відповідно до договору на проектування
	Спеціальні зовнішні опорні плити	(х)	Відповідно до договору на проектування
Дахи	Конструкції даху	(х)	Відповідно до договору на проектування
	Конструкції карнизів	(х)	
	Конструкції скляних дахів	(х)	Відповідно до договору на проектування
Частини для поділу простору	Не несучі бетонні перегородки	(х)	Елементи моделюють відповідно до договору на проектування.
Інші просторові компоненти	Конструктивні елементи, які потребують простору, наприклад, вогнетривкі плити	х	Їх моделюють таким чином, щоб проектувальник інженерних систем міг бачити з моделі простір, доступний для використання.
	Пішохідні доріжки та шляхи проходу	(х)	

Місце розташування:				
Час:				
Аудитор:				
Модель об'єкта:				
Версія:				
Дата версії моделі:				
	Пройдене	Видається	Не актуально	Коментарі
Контрольний перелік для конструктивних елементів будівлі BIM				
Специфікація BIM				
Моделі в узгоджених форматах файлів (IFC та інші узгоджені файли)				
Моделі розташовані в правильній системі координат				
В одній моделі є (переважно) одна конструкція				
Модель має поверхи				
Конструктивні елементи належать до потрібного поверху				
Конструктивні елементи мають унікальну нумерацію				
Узгоджені/необхідні конструктивні елементи моделюють (Частина 5 - Додаток)				
Конструктивні елементи моделюють за допомогою правильних інструментів				
Конструктивні елементи мають узгоджені назви				
Модель не містить зайвих конструктивних елементів				
У моделі відсутні конструктивні елементи, що знаходяться один в одному, або дублікати конструктивних елементів				
Модель не має значних перетинів між конструктивними елементами				
Відповідність між архітектурною моделлю та моделлю будівельної конструкції				
Відповідність між отворами в архітектурних моделях та моделях будівельної конструкції				
Будівельні конструкції з опорами				
Здійснено резервування простору для інженерних систем				
Підпис:				