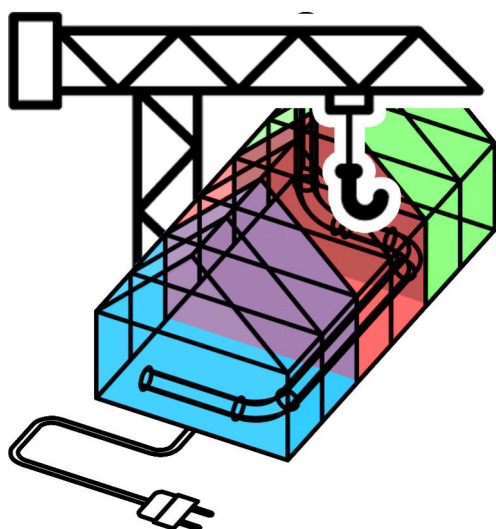


COBIM

Загальні вимоги BIM 2012 рік

Версія 1.0



Серія 13

Використання моделей у будівництві

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 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/VTI, 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.

Серія 13, автори: Lemminkäinen Talo Oy (Анніккі Карппінен (Annikki Karppinen)), NCC Rakennus Oy (Арі Тьорренен (Ari Törrönen), Марія Леннокс (Maria Lennox)), Skanska Oy (Марджо Пелтомякі (Marjo Peltomäki), Мікко Лехто (Mikko Lehto)), SRV Rakennus Oy (Юркі Маалахті (Jyrki Maalahti), Суві Сіллерфорс-Утріайнен (Suvi Sillfors-Utriainen)), VTT (Маркк Ківініємі (Markku Kiviniemi), Христина Суланкиви (Kristiina Sulankivi)).

Зміст

1	Основні завдання інформаційного моделювання будівель	4
2	Введення	6
3	Вимоги підрядників до інформаційного моделювання будівлі	7
3.1	Визначення BIM у технічній документації для укладення договору підряду	7
3.2	Визначення передачі інформаційних моделей будівлі в будівельне виробництво	8
3.3	Відповідальність підрядника за проектування	9
3.4	Управління BIM на стадії будівництва	10
4	Можливості використання BIM у будівництві	11
4.1	Визначення вимог BIM для стадії будівництва	11
4.2	План робіт з будівництва в BIM	11
4.3	Представлення інформації про будівельний статус будівлі в BIM	13
4.4	Моделювання ділянки будівельного майданчика (план будівельного майданчика)	14
4.5	Забезпечення безпеки на стадії будівництва за допомогою BIM	16
5	Передача виробничих даних у виконавчу BIM модель	19
5.1	Документація з земляних робіт та будівництва фундаментів у вигляді тривимірної моделі	19
5.2	Розпорядження про внесення змін/зміни проєкту під час будівництва	20
5.3	Прихований монтаж	20
5.4	Характеристики конструкцій будівлі, обраних підрядником	21
5.5	Передача даних в управління та експлуатацію	22

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 проєктування
4. Проєктування інженерних систем
5. Проєктування 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-проєктом
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

Будівельне виробництво потребує інформаційних моделей будівель як вихідних даних для доповнення проєктної документації та як основи для моделювання будівництва (планування будівництва на основі BIM). У цьому розділі представлено потреби будівельного виробництва в інформаційних моделях будівель від проєктувальників, завдання моделювання для будівельного виробництва й протокол передачі даних для моделювання виконавчих будівельних моделей. Основні принципи охоплюють завдання, пов'язані з інформаційним моделюванням будівель генеральними підрядниками й субпідрядниками інженерних систем.

Підрядники використовують інформаційні моделі будівель на стадіях планування будівництва й будівництва, наприклад, у таких операціях:

- ознайомлення з будівлею та її проєктом, а також аналіз даних на стадіях торгів, закупівель та будівництва
- підрахунок обсягів робіт на стадії тендеру, а також для планування закупівель і виробництва на стадії будівництва
- загальна координація та обмін даними під час будівництва
- 4D планування виробництва, планування порядку виконання будівельних робіт і візуалізація будівельного статусу будівлі
- об'єднання моделей різних сторін проєкту для контролю послідовності монтажу інженерних систем і експертизи технологічності будівництва
- обмін даними про положення конструкцій з BIM у вимірювальні прилади
- планування будівельного майданчика й планування безпеки, наприклад, планування захисту від падіння

У принципі, проєктування й планування на основі BIM зменшує проблеми на майданчику, коли проєкти з різних проєктних та інженерних галузей заздалегідь узгоджуються за допомогою BIM. Крім того, тривимірне планування забезпечує точніше визначення розмірів у проєктах, у тому числі висот, і створює передумови для покращеного проєктування перетинів, з'єднань та інших деталей.

Точність моделей має важливе значення для виробництва: проєкти мають бути виконані технічно правильно й перевірені проєктувальником, а також скоординовані з іншими галузями проєктування. Простий технічний принцип полягає в тому, що розміри, положення та ідентифікатори змодельованих будівельних конструкцій мають бути правильними. Наприклад, ідентифікатори типу елементів будівельних конструкцій мають бути правильними, конструктивні елементи мають бути змодельовані за допомогою правильних інструментів, і модель не має відображати жодних альтернативних рішень.

Інформаційні моделі будівлі не замінюють креслення та інші проєктні/планові документи. Важливо, щоби проєктна документація відповідала інформаційній моделі будівлі, а креслення були надруковані з моделей. За необхідності, креслення можна відформатувати відповідно до вимог стандартів креслення або для покращення читабельності креслень, але ці зміни мають бути узгоджені з інформаційною моделлю будівлі. Підрядники використовують моделі проєктувальників як основу для різноманітних завдань моделювання виробництва. Модель виробництва не є однією чітко визначеною BIM, але наразі це загальна назва для всіх моделей, які доповнені

даними, пов'язаними з певною точкою зору на управління виробництвом. Прикладами моделей виробництва є 4D-моделі планування, а також план будівельного майданчика на основі BIM, що містить як будівлю, так і будівельний майданчик. Модель виробництва може також містити кілька різних виробничих планів у поєднанні в одному файлі.

3 Вимоги підрядників до інформаційного моделювання будівлі

3.1 Визначення BIM у технічній документації для укладення договору підряду

Вимоги

Передача інформаційних моделей будівель підряднику, права підрядника на використання моделей і вимоги до моделювання, що стосуються підрядника, визначаються в технічній документації для укладення договору підряду.

Основні принципи

Питання інформаційної моделі будівлі, які мають бути включені в договірні процедури, в першу чергу представлені у Вимогах інформаційної моделі будівлі, Серія 11 «Управління BIM-проєктом». Цей розділ містить опис процедур, які були визнані необхідними для підрядника.

Визначення розкриття інформаційної моделі будівлі в технічній документації для укладення договору підряду призначене для зазначення місця інформаційних моделей будівлі в проєкті, а також обов'язків зацікавлених сторін і прав на використання моделей. Визначення може бути представлене, наприклад, у програмі договору або документі про процес переговорів щодо укладення договору, який буде включений до технічної документації для укладення договору підряду.

Мінімальним визначенням може бути таке: «Підрядники мають доступ до актуальних проєктних BIM і специфікацій BIM». Крім того, у технічній документації для укладення договору підряду має бути чітко зазначено, що в проєкті будівництва використовується BIM, а визначені площі проєктування та інжинірингу були виконані за допомогою моделювання, а не виготовлення моделей як додаткового матеріалу, окремого від проєктної документації.

Точнішою альтернативою є ідентифікація інформаційних моделей будівлі, які постачаються як технічна/офіційна проєктна документація, у договорі підряду, та визначення їхньої юридичної сили відносно інших документів. Інформаційні моделі будівель та специфікації моделей ідентифікують так само як і інші технічні документи.

Крім того, в технічній документації для укладення договору підряду фіксується право підрядника передавати інформаційну модель будівлі третій стороні, наприклад, субпідряднику, що додається до запрошення на тендер, або субпідрядним фірмам, що виконують роботи. Підрядник зобов'язаний надати субпідряднику будь-які обмеження щодо використання й розкриття

інформаційної моделі будівлі.

На додаток до розкриття інформаційної моделі будівлі, технічна документація для укладення договору підряду містить конкретні вимоги до процедур інформаційного моделювання будівлі підрядником (див. розділи 4 та 5), так що вимоги, які можуть вплинути на витрати підрядника, мають бути представлені в запрошенні до участі в тендері. Якщо до підрядника висуваються вимоги щодо моделювання, запрошення до участі в тендері має містити BIM-файли як технічні документи. Підрядник також повинен мати можливість ознайомитися з моделями до укладення договору.

3.2 Визначення передачі інформаційних моделей будівлі в будівельне виробництво

Вимоги

Інформаційні моделі будівель, що подаються для виробничих цілей, ідентифікують, а їх використання й забезпечення якості відзначають у спільному огляді сторін. Процедури та практики, пов'язані з використанням моделей, надаються Підряднику. Крім того, зацікавлені сторони проєкту узгоджують необхідні процедури аудиту й заходи в період будівництва. Підрядник представляє, з якою метою BIM буде використовуватися у виробництві.

Основні принципи

На стадії процесу переговорів щодо укладення договору, у зв'язку з процесом розгляду проєкту, організовують огляд, під час якого замовник, головний проєктувальник, інші проєктувальники й підрядники повідомляють про наявні BIM, а також про програмне забезпечення для моделювання й версії, що використовуються для створення моделей. Водночас вказують версії моделей, включені в договір підряду. У виробництво передають як оригінальні версії, так і IFC версії BIM.

В огляді також слід зазначити такі питання: основне наповнення інформаційних моделей будівлі, цільове використання та статус/ступінь готовності, а також версію кожної моделі. Ці питання можна вказати за допомогою специфікації BIM, одночасно забезпечуючи оновлення специфікації BIM. Крім того, слід зазначити будь-які інші вимоги до інформаційної моделі будівлі та основні принципи від замовника до проєктувальників, які вплинули на наповнення моделей та використання, наприклад, ідентифікаційних кодів тощо.

В перегляді також має бути зазначено, що розробники здійснили власне забезпечення якості відповідно до домовленості, а окремі моделі були скоординовані шляхом об'єднання та перевірки на наявність колізій між моделями окремих проєктувальників. Водночас забезпечено план робіт, реалізацію та поточний статус будь-яких узгоджених коригувань. Підрядникам мають бути доступні документи, пов'язані із забезпеченням якості, наприклад, контрольні переліки відповідно до вимог BIM, Серія 6 «Забезпечення якості».

Зацікавлені сторони домовляються про об'єднання окремих моделей в комбіновану модель, про відповідальність за збір усіх моделей та їх об'єднання, а також про інструменти та підмоделі, які будуть використовуватися.

На додаток до наповнення інформаційних моделей будівлі, сторони проєкту узгоджують подальші завдання для кожної сторони й пов'язані з ними процедури. До них належать, наприклад, послідовна робота з переглядами BIM, конкретні стадії публікації моделей, схеми циклів оновлення моделей, розповсюдження моделей через банк проєктів/систему управління електронними даними, управління змінами й версіями, забезпечення якості, а також пов'язані з цим координаційні цілі та обов'язки.

Одним із розділів процесу перегляду є визначення цілей моделювання й програмного забезпечення, за яке відповідає підрядник, а також інших можливих способів використання й розповсюдження цих моделей виробництва.

Сторони також мають домовитися про те, які ще дані будуть зберігатися в інформаційній моделі будівлі, і хто буде визначати й зберігати дані в різних моделях. Сюди входить, наприклад, визначення плану робіт з проєкту в моделі, представлення пакетів закупівель або стану проєктування конструкцій будівлі у BIM.

Щодо інших проєктних документів, команда проєкту вказує, які креслення друкують з моделей, і рекомендовано, щоб вихідна модель була зафіксована в переліку креслень.

Сторони проєкту узгоджують необхідні додаткові перегляди BIM на основі завершення інформаційних моделей та інших особливих потреб щодо проєкту.

Перегляд інформаційних моделей будівлі має бути задокументований у вигляді протоколу наради або подібного документу.

3.3 Відповідальність підрядника за проєктування

Вимоги

Коли підрядник відповідає за проєктування системних модулів у проєкті на основі BIM, моделювання має бути інтегроване з іншими специфічними для проєкту BIM-проєктами та інжинірингом. Вимоги щодо моделювання системних модулів узгоджуються для кожного проєкту окремо.

Основні принципи

Підрядник зобов'язує проєктувальників/інженерів системного модуля затвердити та узгодити проєкт системного модуля з проєктувальниками замовника відповідно до договору, а також дотримуватися специфічних для проєкту й загальних принципів інформаційного моделювання будівель. Підрядник запрошує проєктувальників системного модуля для проведення необхідних переглядів BIM і зобов'язує проєктувальників системного модуля дотримуватися узгоджених процедур забезпечення якості.

Замовник/головний проєктувальник має забезпечити координацію моделей, пов'язаних з постачанням системного модуля, з рештою проєкту. Як приклад, мансардне вікно, для якого архітектор проєкту лише визначає просторові вимоги та деякі визначення, наприклад, розподіл скла у вікні й вимоги до якості. Об'єднання детального проєкту/проєктування постачальника системних модулів з іншими проєктами може також означати, наприклад, розміщення спринклерних розпилювачів або координацію рівнів технічного обслуговування, що вимагає об'єднання часткових моделей і внесення до них необхідних змін.

3.4 Управління BIM на стадії будівництва

Вимоги

Інформаційні моделі будівель підтримують на стадії будівництва, і вони мають відповідати іншим проєктним документам, переданим у виробництво.

Основні принципи

Коли креслення або інші проєктні документи зазнають змін або завершуються, одночасно поширюється відповідна оновлена інформаційна модель будівлі. Інтервали оновлення моделі, а також графіки випуску креслень узгоджуються на початковій нараді. Інтервали оновлення моделі та графіки випуску креслень можуть відрізнятися один від одного.

Одночасно з оновленням інформаційної моделі будівлі зміни до моделі вносяться до специфікації BIM, яка публікується разом з моделлю й кресленнями.

За необхідності, розташування й зміст змін можна візуалізувати, порівнюючи різні версії BIM у програмному забезпеченні для моделювання й роздруковуючи 3D-види моделей.

Вимоги

Підрядник зобов'язаний повідомляти про будь-які докази помилок або упущень в інформаційній моделі будівлі відповідному проєктувальнику й BIM-координатору проєкту. Проєктувальник зобов'язаний виправити помилку й надати нову версію інформаційної моделі будівлі.

Основні принципи

Основні принципи створення інформаційної моделі будівлі вимагають, щоб кожна сторона перевіряла власну інформаційну модель будівлі перед розповсюдженням, а головний проєктувальник також несе відповідальність за сумісність проєктів, що охоплюють моделі. Однак, якщо моделі містять помилки, згідно з належною будівельною практикою, сторона швидко виправляє помилки, щоб запобігти наслідкам їх впливу.

Як тільки проєктувальник отримує повідомлення про відхилення, він повідомляє про це інші сторони проєкту, щоб уникнути непотрібних додаткових витрат для інших сторін.

Проєктувальник має негайно внести виправлення або домовитися з іншими сторонами про внесення необхідних виправлень. Якщо сторони не вважають за потрібне вносити незначні виправлення невідкладно, можна внести інформацію про відхилення й строки виправлення в специфікацію BIM.

4 Можливості використання BIM у будівництві

4.1 Визначення вимог BIM для стадії будівництва

Більшість методів використання BIM, що застосовуються підрядниками, пов'язані з організацією виробництва, до якого замовник традиційно не висуває конкретних вимог. Наприклад, план робіт з будівництва вимагається за договором, але його зміст і формат точно не визначені.

У цьому розділі описані загальні можливості використання інформаційного моделювання будівлі протягом періоду будівництва. Ці можливості представлені нижче у вигляді вимог, але необхідні завдання моделювання мають бути чітко узгоджені в кожному проєкті.

У наступних розділах представлені завдання моделювання для генерального підрядника, їх вплив на проєктну діяльність інших сторін і зобов'язання генерального підрядника щодо виконання проєкту. Слід зазначити, що підрядники користуються перевагами інформаційного моделювання будівлі у багатьох інших виробничих ситуаціях. До них належать:

- Візуалізація та нагляд за виконанням робіт за допомогою інформаційних моделей будівлі — Візуалізація все ще залишається найважливішим застосуванням моделей у багатьох різних ситуаціях. Найбільш важливими застосуваннями візуалізації в плануванні й контролі виробництва є перегляд/вивчення будівлі й конструкцій, а також планування завдань і координація робіт.
 - Для отримання додаткової інформації див: Серія 8 «Використання моделей для візуалізації»
- Підрахунок обсягів робіт
 - За умови, що моделювання виконано належним чином, підрахунок обсягів робіт на основі BIM прискорює інжиніринг вартості й дає більш точний результат. Підрахунок обсягів робіт на основі BIM і перелік обсягів робіт на основі готових шаблонів звітів значно зменшують дублювання роботи, що підвищує продуктивність будівництва в цьому відношенні.
 - Для отримання додаткової інформації див: Серія 7 *Підрахунок обсягів робіт*
- Закупівлі
 - Оскільки інформаційні моделі будівель стають все більш популярними, моделі й засновані на них переліки обсягів робіт будуть використовуватися як тендерні матеріали для субпідрядів, що розширює використання BIM. Субпідряди можуть також включати проєктування/планування на основі моделі постачальника, яке стосується питань, представлених у розділах 3 і 5 цього посібника.

4.2 План робіт з будівництва в BIM

Вимоги

Заплановані дати монтажу визначених конструкцій і систем, які є критично важливими для плану робіт з проєкту, фіксуються в інформаційній моделі будівлі. План робіт з проєкту на основі BIM поширюється для використання іншими сторонами в узгодженому форматі. Вимоги узгоджують на основі конкретного проєкту.

Основні принципи

План робіт на основі BIM призначений для доповнення плану робіт з будівництва, наданого замовнику, і для контролю таких питань, як черговість виконання робіт. Конструкції/стадії робіт, що мають вирішальне значення для плану робіт з проєкту і, відповідно, заплановані в моделі, можуть включати фундаменти, каркас і роботи з демонтажу. Також можлива інтеграція плану робіт з проєкту в BIM.

План робіт на основі BIM може бути представлено тільки для змодельованих конструкцій і відповідно до точності моделювання укрупнених конструктивних вузлів. Моделі передають підряднику у форматі, який дозволяє складати план робіт за допомогою наявного комерційного програмного забезпечення. Поділ BIM-об'єктів відповідно до вимог виробництва й планування є завданням, яке узгоджується окремо, якщо це є вимогою проєктувальників.

Формат і порядок поширення плану робіт з будівництва для використання іншими сторонами узгоджуються для кожного конкретного проєкту окремо. Поширення може бути виконано у вигляді статичного представлення моделі, створеної за допомогою 4D-BIM, в якому різні кольорові коди візуалізують реалізацію конструктивного елемента в різний час, наприклад, в різні дні, тижні або місяці, в залежності від рівня точності плану робіт. На наступному рисунку показано приклад представлення плану робіт з будівництва в BIM (Рисунок 1). Цим видом моделі можна обмінюватися з іншими сторонами без потреби в окремому програмному забезпеченні на основі BIM.

У випадку закупівлі системних модулів конструкції, коли постачальник моделює й планує відповідну частку робіт, учасники проєкту мають домовитися про представлення, поширення й можливе об'єднання створеного плану робіт з планом робіт генерального підрядника.

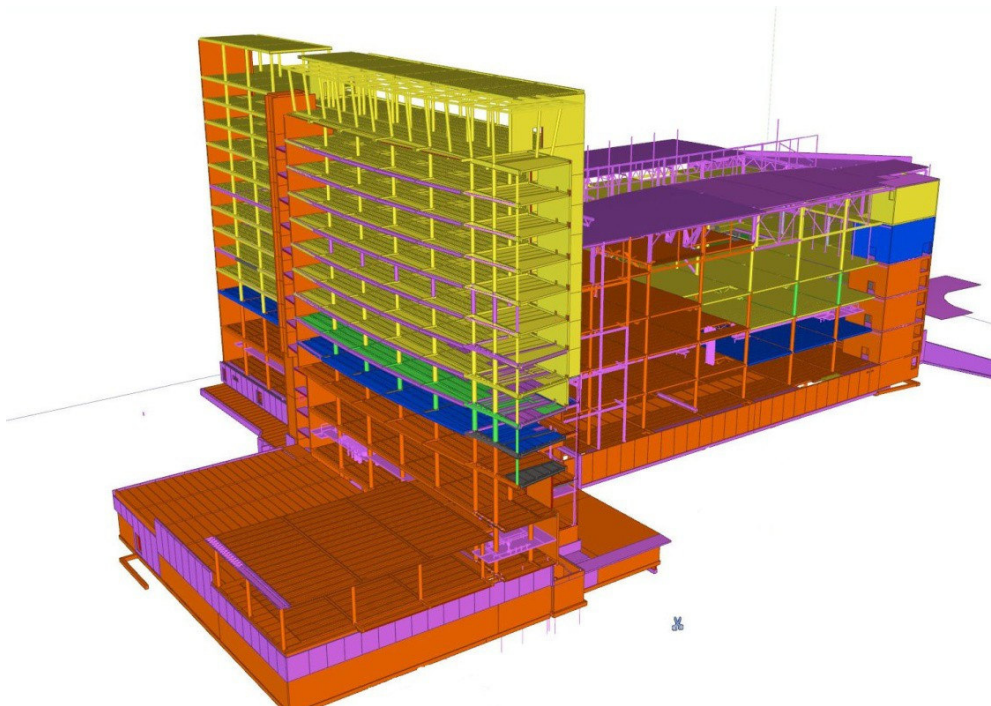


Рисунок 1: Приклад плану робіт з будівництва каркаса на основі BIM. Кольорові коди: помаранчевий = завершено/встановлено, синій = цього тижня, зелений = наступного тижня, жовтий = заплановано, більш ніж через два тижні, фіолетовий = заплановано, більш ніж через два тижні та інший підрядник (Джерело: SRV, проєкт Flamingo, Вантаа)

З боку замовника план робіт з будівництва та його дотримання є найважливішими питаннями в проєкті, які викликають найбільший інтерес і найпильнішу увагу. Наприклад, презентація плану робіт і статусу будівництва за допомогою BIM на нарадах на будівельному майданчику є наочнішою, ніж традиційна презентація плану робіт.

4.3 Представлення інформації про будівельний статус будівлі в BIM

Вимоги

Фактичні дати монтажу будівельних конструкцій і систем фіксують в BIM через узгоджені проміжки часу, включно з частинами інженерних систем. Модель перегляду, що візуалізує інформацію про статус будівництва, поширюється серед усієї команди проєкту в узгодженому форматі й способі. Вимоги узгоджуються для кожного проєкту окремо.

Основні принципи

Інформація про статус може оновлюватися й фіксуватися в BIM на щоденній або щотижневій основі. Статус будівництва може бути представлений тільки для змодельованих будівельних конструкцій і відповідно до точності моделювання укрупнених конструктивних вузлів.

Формат, частота й метод поширення мають бути узгоджені щодо моделей перегляду, які відображають статус будівництва. Поширення може відбуватися через узгоджені проміжки часу, наприклад, у формі статичного вигляду тривимірної моделі, що відповідає статусу об'єкта, тобто, наприклад, у форматі XML або тривимірного PDF-файлу, що доставляється через банк проєктів/інформаційні центри проєктів. На наступному рисунку наведено приклад представлення інформації про статус будівництва на основі BIM (Рисунок 2).

На додаток до статусу будівництва, вид моделі може бути використаний для представлення будівельних конструкцій, які будуть побудовані в наступному періоді.

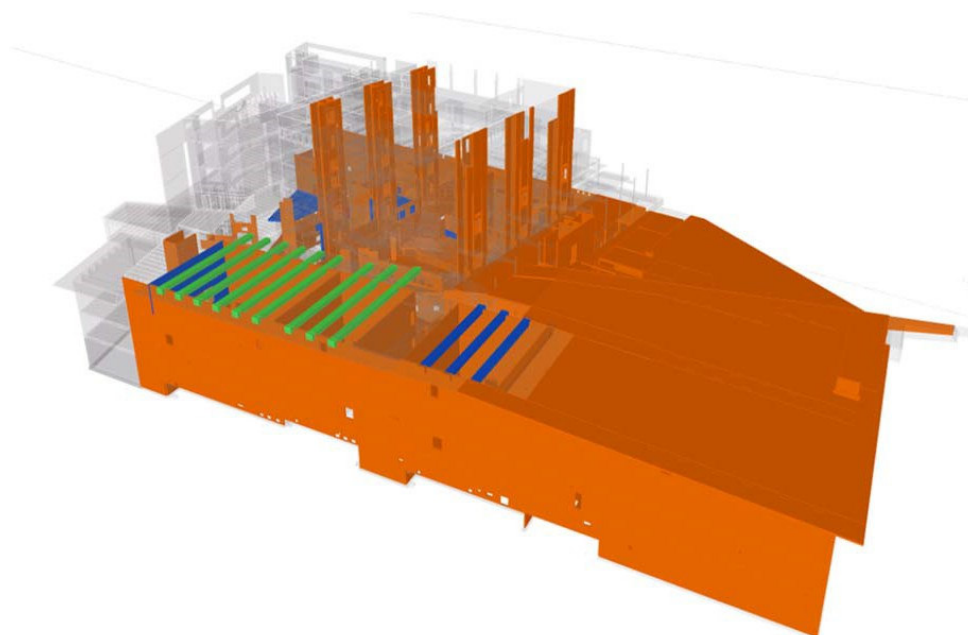


Рисунок 2: Приклад представлення статусу будівництва на основі BIM. Кольорове кодування, як на попередньому рисунку. (Джерело: SRV, Музичний центр міста Гельсінкі, Гельсінкі)

4.4 Моделювання ділянки будівельного майданчика (план будівельного майданчика)

Вимоги

Підрядник готує план будівельного майданчика/план території будівельного майданчика у вигляді тривимірного плану. Він має бути узгоджений на основі конкретного проєкту, для яких стадій робіт необхідний план розташування майданчика.

На плані будівельного майданчика також відображаються усі питання, що вимагаються на традиційному двовимірному плані, такі як площа будівельного майданчика з будівлями та усім тимчасовим будівельним обладнанням, пішохідні доріжки й резервування простору у вигляді точної презентації (тривимірні об'єкти/конструктивні елементи) або у вигляді спрощених тривимірних блоків. Незалежно від рівня точності моделювання, воно має бути виконане таким способом, щоб будівельні компоненти можна було візуально ідентифікувати на плані.

Прилеглі/сполучні вуличні зони та, наприклад, інші будівлі й споруди в зоні розташування крана представлені тією мірою, якою будівельний майданчик може впливати на навколишнє середовище (наприклад, вплив на громадський пішохідний або автомобільний рух).

Вимоги узгоджуються для кожного конкретного проєкту, а також узгоджується підготовка моделі земної поверхні.

Основні принципи

Модель архітектора або інженера-проектувальника будівельних конструкцій може бути використана як основа для моделювання планування будівельного майданчика. Відправною точкою в цьому разі є модель будівлі, яка містить всі необхідні конструктивні елементи, і надалі обробляється як моделювання на будівельному майданчику. Як альтернатива, модель проєктувальника може бути використана як контрольна модель у плані будівельного майданчика, розробленого підрядником.

Щоб зміст тривимірного плану будівельного майданчика був зрозумілим, а також доступним у вигляді традиційного двовимірного креслення (двовимірний вигляд моделі), до об'єктів повинні бути додані необхідні текстові пояснення й додаткова інформація (наприклад, про сортування різних видів відходів). Це необхідно зробити незалежно від того, чи моделювання було виконано у вигляді грубого резервування території (наприклад, тривимірних аркушів або блоків), чи з використанням тривимірних об'єктів, які візуально легше інтерпретувати.

Якщо об'єкти, включені в план, мають бути ідентифіковані за допомогою програмного забезпечення, це узгоджується окремо.

Тривимірний план розташування об'єкта оновлюють протягом усієї стадії будівництва під час виконання будівельних робіт на майданчику, і його метою є створення максимально наближеної до реального часу тривимірної моделі плану майданчика.

План будівельного майданчика показує використання території майданчика для різних видів діяльності й розташування операцій на майданчику, які підтримують основні види діяльності, основний зміст яких полягає в такому:

- площа майданчика, прилеглі вулиці та інше безпосереднє оточення, на яке може вплинути будівельний майданчик

- тимчасові будівельні конструкції та обладнання, такі як офісні й складські приміщення, огорожі, пішохідні доріжки й техніка
- тимчасові ситуації на майданчику, такі як земляні роботи й резервування площі для зберігання матеріалів.

Крім того, тривимірний план будівельного майданчика на основі ВІМ можна використовувати для візуалізації зон ризику або зон досяжності машин, наприклад, зони досяжності крана або небезпечні зони.

План будівельного майданчика містить інформацію про внутрішню та зовнішню логістику будівельного майданчика, а також про організацію роботи й техніку безпеки для всіх сторін, що беруть участь у проєкті. Організація руху пішоходів через тимчасові пішохідні переходи й захищені маршрути проходу є частиною планування безпеки на будівельному майданчику, а моделювання полегшує презентацію цих рішень замовнику. На наступних рисунках наведено приклади моделювання використання площі будівельного майданчика.

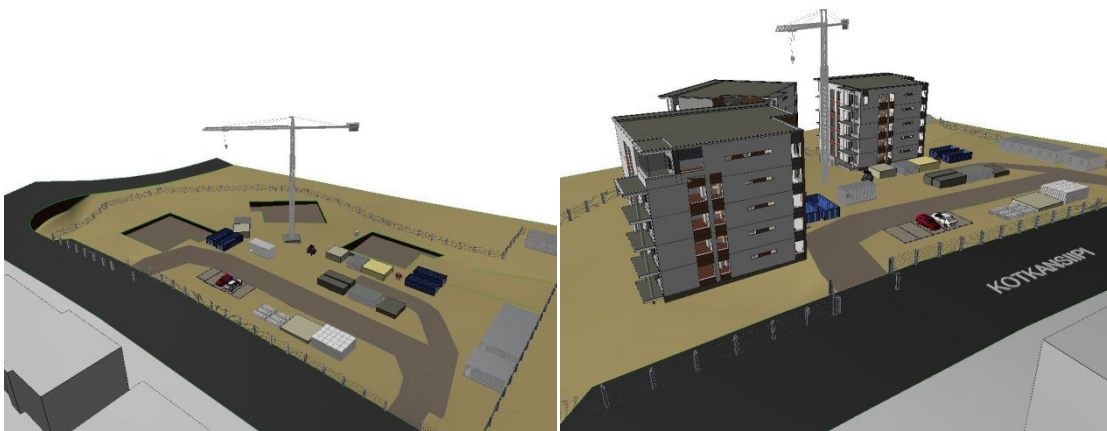


Рисунок 3 Приклад тривимірного плану будівельного майданчика для стадії земляних робіт і зведення каркаса. (Джерело: VTT)

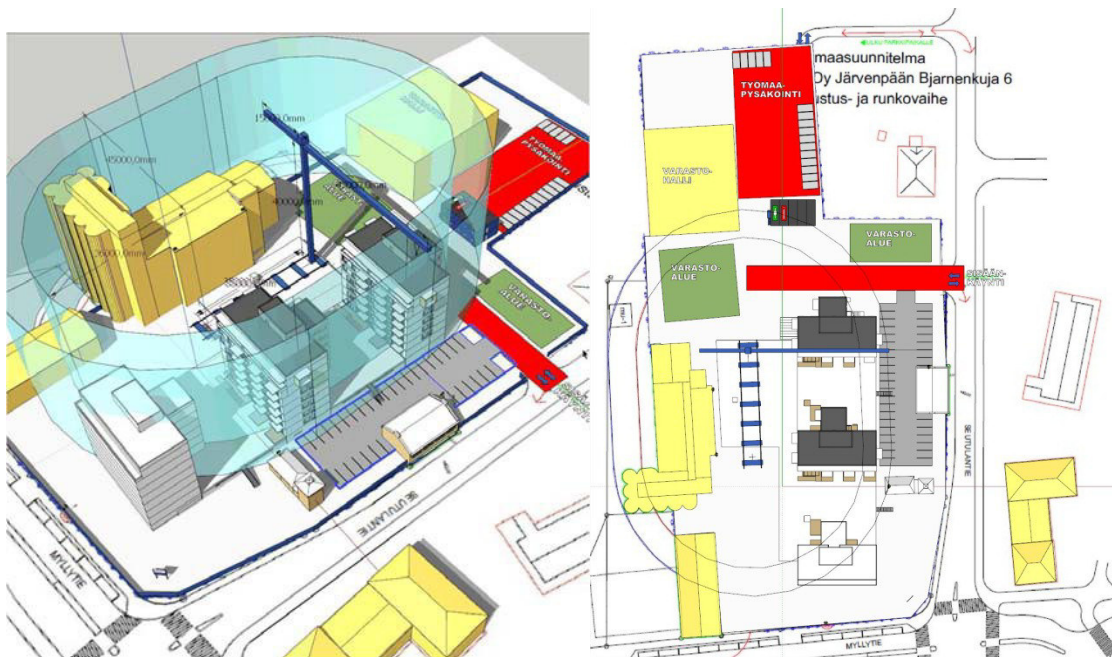


Рисунок 4 Приклад тривимірного плану будівельного майданчика, перспективного виду та двовимірного виду тієї ж моделі. (Джерело: NCC Ltd, Condominium Järvenpää Bjärnenkuja 6)

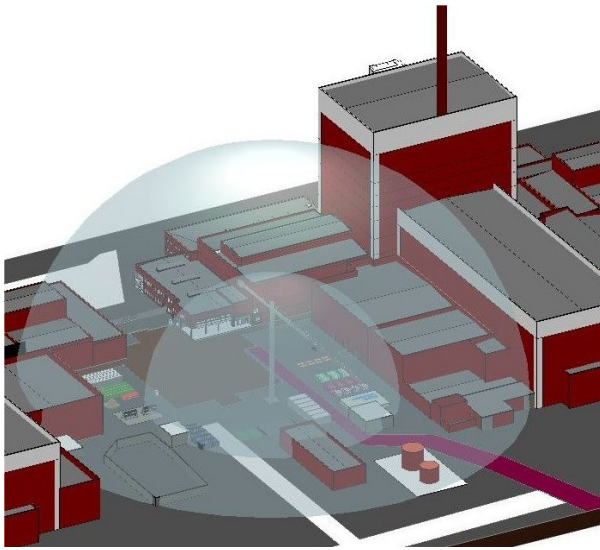


Рисунок 5 Приклад використання тривимірного плану будівельного майданчика для моделювання небезпечної зони та візуалізації аналізу падіння крана. (Джерело: VTT)

4.5 Забезпечення безпеки на стадії будівництва за допомогою BIM

Вимоги

Підрядники, відповідальні за будівельні роботи згідно з проєктом, і інженер-проектувальник будівельних конструкцій переглядають план монтажу елементів зі збірного залізобетону (або сталі) та монолітних конструкцій за допомогою BIM, а також приймають основні монтажні рішення, тимчасові опори й будівельні конструкції, системи кріплення та опалубки.

Генеральний підрядник надає типи рішень для запобігання падінню на затвердження за допомогою тривимірної моделі. Моделювання виконується щонайменше до рівня точності та обсягу, погодженого з замовником.

Генеральний підрядник та інженер-проектувальник будівельних конструкцій співпрацюють у перевірці кріпильних деталей і інших положень у моделі будівельної конструкції, пов'язаних з безпекою праці, таких як точки кріплення монтажних поясів і точки кріплення перил на будівельних конструкціях.

Підрядник позначає місця тимчасового зберігання вантажів, що перевищують узгоджене порогове значення, а також вагу матеріалів, запланованих для зберігання на перекриттях, а потім надсилає план інженеру-проектувальнику будівельних конструкцій.

Вимоги узгоджують на основі конкретного проєкту.

Основні принципи

Варіантами моделювання захисних перил є, наприклад, детальне представлення бажаного рішення для перил на основі BIM або моделювання обмеженої області, наприклад, одного поверху будівлі. Моделювання безпеки виконують в моделі будівельної конструкції, або як вихідні дані використовують плани споруд, якщо

модель будівельної конструкції недоступна або моделювання, пов'язане з безпекою праці, виконують за допомогою іншого програмного забезпечення, ніж для моделювання будівельної конструкції.

Геометрично точне моделювання типів перил може також уточнити/доповнити традиційний план перил, наприклад, коли різні типи захисних перил позначені різними кольорами на традиційному двовимірному кресленні, і кожен тип рішення візуалізується в принципі за допомогою детального тривимірного моделювання.

Коли кріплення збірних елементів змодельовані, генеральний підрядник та інженер-проектувальник будівельних конструкцій сумісно перевіряють їхнє розташування з точки зору безпеки й логістичних обмежень. Перевіряють положення кріплень, щоб кріплення стінових панелей мали необхідну точку опори на перекритті. Модель також можна використовувати для перевірки та уникнення конфліктів між монтажем кріплень й логістикою будівельного майданчика, таких як необґрунтоване ускладнення проходів або тимчасове зберігання матеріалів на перекриттях.

Надані критичні тимчасові склади можуть включати, наприклад, тимчасові навантаження під час зберігання, близькі до обчислених робочих навантажень будівельної конструкції на перекриття, або будівельну техніку.

Безпеку будівництва можна покращити за допомогою BIM у три етапи:

- 1) шляхом завчасного планування й моделювання будівельних робіт, а також необхідних пов'язаних з ними запобіжних заходів/засобів безпеки та обладнання, яке буде використовуватися на різних стадіях будівельного процесу на об'єкті
- 2) гарантуючи, що будівельна конструкція може бути побудована безпечно, і що необхідні кріпильні частини/деталі для фіксації запланованого обладнання для забезпечення безпеки були спроектовані й змодельовані в будівельних конструкціях, а також
- 3) що заплановані рішення для забезпечення безпеки були належним чином візуалізовані в документах.

Обмін інформацією з особою, відповідальною за реалізацію рішень із забезпечення безпеки, забезпечується за допомогою інструктажу й нагляду за персоналом на майданчику. Тривимірна презентація підтримує комунікацію, пов'язану з питаннями безпеки, а презентація працівникам запланованих рішень щодо захисних огорожень за допомогою моделі може значно полегшити передачу інформації та її розуміння.

Планування безпеки особливо стосується планування послідовності робіт і тому має бути частиною чотиривимірного планування проведення монтажних робіт будівельних конструкцій. Планування безпеки також пов'язане з проектуванням будівель і споруд, оскільки, наприклад, для монтажу обладнання для забезпечення безпеки можуть знадобитися деталі, встановлені в збірні конструктивні елементи на заводі. Крім того, загальна стійкість будівлі та зручність використання окремих частин як точок кріплення монтажних поясів можуть потребувати експертизи будівельних конструкцій.

Рішення з охорони праці, які можна змодельовати, включають огорожі, що використовуються для захисту від падіння, кришки отворів, точки кріплення монтажних поясів та сітки безпеки (рисунки 6 і 7).

Планування безпеки на основі BIM може бути реалізовано з геометричною точністю, наприклад, коли деталі перил візуально ідентифікуються як певний тип стовпів і компонентів сітки або дерев'яних перил, пов'язаних з системою захисних перил.

Моделювання також може бути реалізоване в чисто ілюстративному/наочному вигляді, наприклад, певний тип перил може бути представлений як єдиний блок/панель за допомогою певного кольору. Однак точне моделювання є рекомендованим методом.

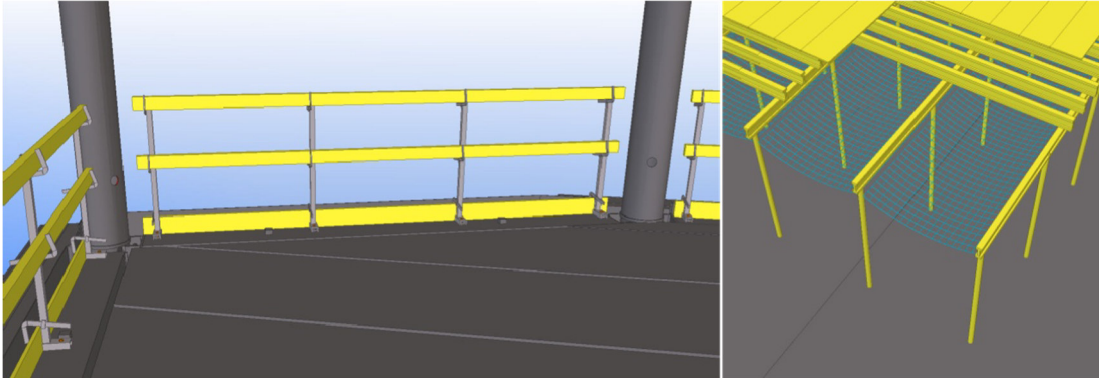


Рисунок 6 Зображення зліва демонструє приклад принципової презентації рішення для захисних перил за допомогою BIM, а зображення праворуч демонструє презентацію рішення для сітки безпеки. (Джерело: VTT, Skanska)

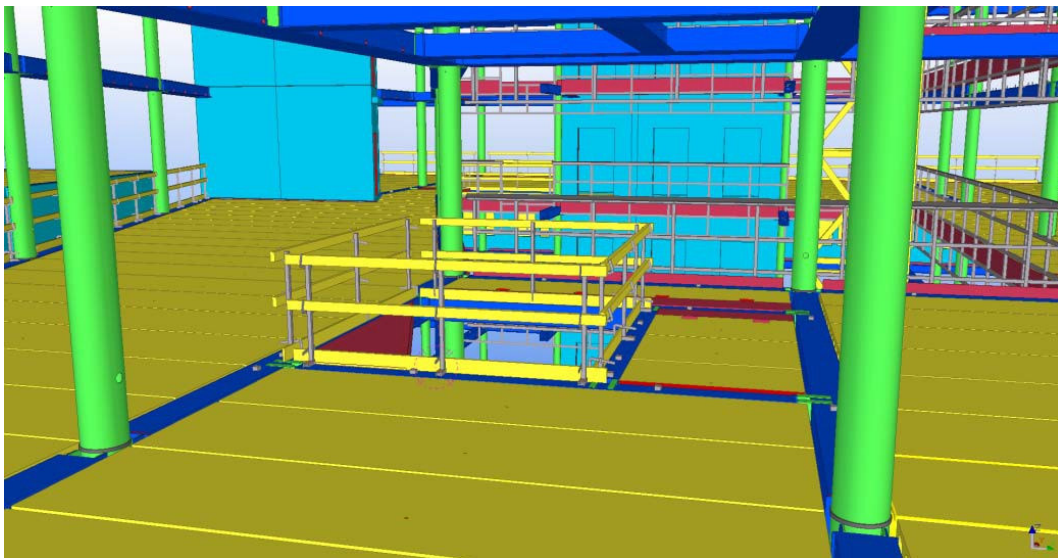


Рисунок 7 Приклад плану захисних перил на основі BIM, змодельованих в один поверх моделі будівельних конструкцій. (Джерело: VTT, Skanska)

5 Передача виробничих даних у виконавчу BIM модель

Принцип полягає в тому, що коли замовник відповідає за проєктування, підрядник передає виконавчі виробничі дані проєктувальникам, які створюють виконавчі будівельні моделі. Обробка виконавчих даних, пов'язаних з моделями, та вимоги до них детальніше розглядаються в наступних розділах.

Вимога до підрядника надати виробничу інформацію для виконавчої BIM моделі вже визначена в запрошенні до участі в тендерах.

У разі закупівлі системних модулів постачальник відповідає за виконавчу будівельну модель для свого продукту, а замовник або представник замовника, наприклад, головний проєктувальник, відповідає за об'єднання моделей системних модулів з виконавчими BIM моделями проєктувальників.

5.1 Документація з земляних робіт та будівництва фундаментів у вигляді тривимірної моделі

Вимоги

Котловани під будівлю сканують лазером і моделюють, а модель зберігають у вигляді виконавчих даних, які можуть бути використані для планування виробництва на основі BIM. Сканування та можливе моделювання на основі результатів сканування виконують відповідно до вимог в оголошенні про торги/у договорі.

Сканування та моделювання виконуються на проміжних стадіях земляних робіт та зведення фундаменту, як це визначено в оголошенні про торги/у договорі.

Основні принципи

На додаток до котлованів під будівлю, сканування та моделювання можуть бути необхідними або корисними для документування деяких проміжних стадій будівельних робіт. До таких питань, що підлягають документуванню, можуть належати труби та дроти або приховані важливі конструктивні елементи на будівельному майданчику (Рисунок 8).

Хмару точок, отриману в результаті сканування, не обов'язково обробляти, щоб потім не довелося повертатися назад у часі через помилки, просідання або проблеми, пов'язані з ходом будівельних робіт.

Лазерне сканування котловану під будівлю й модель поверхні, створена на основі сканування, є виконавчими даними для замовника. Однак важливість виконавчих даних для замовника залежить від характеру проєкту.

Генеральний підрядник може використовувати модель, отриману з котловану, для моделювання виробничих завдань та документування відправної точки будівництва об'єкта. Ці дані можуть бути використані пізніше для порівняння фактичного обсягу земляних робіт з інформацією про обсяги робіт в тендерній документації.

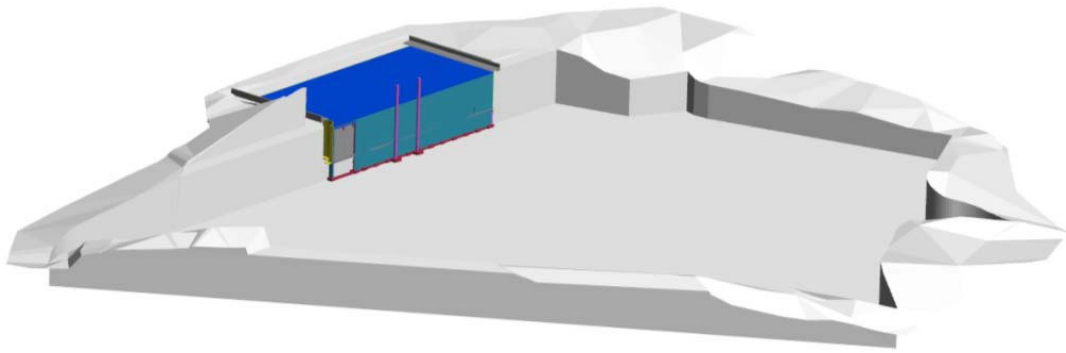


Рисунок 8 Приклад моделі котловану під будівлю. (Джерело: SRV, проєкт Kalasatama, Гельсінкі)

5.2 Розпорядження про внесення змін/зміни проєкту під час будівництва

Вимоги

Генеральний підрядник надає необхідні дані про затверджені відхилення від проєкту/зміни, що внесені в процесі будівництва, проєктувальникам для оновлення виконавчої будівельної моделі.

Основні принципи

Підрядник надає необхідну інформацію про всі зміни в проєкті, які затверджують згідно з договором.

За необхідності, розташування та зміст змін можна візуалізувати, порівнюючи різні версії BIM у програмному забезпеченні для моделювання й роздруковуючи 3D-перегляди моделей.

Зміни, внесені на стадії будівництва, можуть бути задокументовані за допомогою лазерного сканування або фотографій як альтернатива моделюванню. Необхідна документація змін підрядником визначається в залежності від конкретного проєкту.

5.3 Прихований монтаж

Вимоги

Підрядник надає виконавчі дані про положення й геометрію (результати контрольних вимірювань) прихованих будівельних конструкцій для проєктувальників з метою оновлення виконавчої будівельної моделі, як це передбачено в договорі підряду. Вивірені виміри в межах монтажних допусків не вимагаються.

Основні принципи

Фотографії зроблені з прихованого монтажу інженерних систем.

Точність виконавчих даних не може залежати від допусків у монтажі інженерних систем, оскільки компоненти інженерних систем не мають визначених допусків на монтаж.

На практиці, розумні вимоги до допусків мають розглядатися на основі визначеного проєкту, що також залежить від того, де розташований і якого розміру компонент інженерних систем.

Особливу увагу слід звернути на точність інформації про положення прихованих клапанів, люків для технічного обслуговування, труб і відгалужень каналів у виконавчій будівельній моделі. Основні зміни положення трубопроводів, каналів і маршрутів електропроводки фіксують у виконавчій будівельній моделі.

5.4 Характеристики конструкцій будівлі, обраних підрядником**Вимоги**

Підрядник надає геометричні й технічні дані конструкцій будівлі, які він вирішив оновити в моделі, якщо вони відрізняються від даних, визначених в моделі відповідно до проєкту. Інформацію надають проєктувальнику одразу після того, як продукти стають точно відомими, і затверджуються замовником.

Якщо обраний підрядником будівельний продукт впливає на решту проєкту, наприклад, якщо він вимагає перерахунку інженерних систем (перепади тиску, балансування та попередньо встановлені показники/положення заслінок), інженер з інженерних систем виконує перерахунки, а підрядник узгоджує їх із замовником.

Основні принципи

Зміни вносяться в модель, і оновлена модель або інформація про зміни надається всім сторонам. У результаті, для виявлення колізій доступні актуальні BIM моделі, а інформація миттєво оновлюється як виконавчі дані.

Якщо детальна тривимірна геометрія будівельного продукту, обраного підрядником, відсутня у вигляді реальної моделі продукту, проєктувальник може використати подібний продукт або загальний тривимірний компонент з потрібними розмірами. В обох випадках компонент має бути ідентифікований з необхідною інформацією про продукт.

Підрядник повідомляє проєктувальнику про всі зміни, що вимагають перерахунку інженерних систем, якомога раніше, щоб уникнути необхідності проведення декількох перерахунків.

У разі поставки системного модуля, постачальник відповідає за моделювання й будь-які зміни/доопрацювання власного продукту.

5.5 Передача даних в управління та експлуатацію

Вимоги

Підрядник передає інформацію про конструктивні елементи, обладнання й матеріали для стадії технічного обслуговування у формі, визначеній у договорі. Мінімальною вимогою до обміну даними є формат документа (PDF, Excel). У рамках кожного проєкту можна узгодити, що дані про продукт, такі як виробник, тип, технічні характеристики тощо, надаються у форматі, сумісному з програмним забезпеченням для управління та експлуатації.

Основні принципи

Передача даних про продукт підрядника обговорюється в серії 12. Використання моделей в управлінні та експлуатації.