

## Інтегрована система керування процесом будівництва

Свєнєй Бородавкa, професор, д.т.н., професор кафедри інформаційних технологій проектування та прикладної математики<sup>1</sup> (ORCID: 0000-0002-7476-9387)

<sup>1</sup> Київський національний університет будівництва і архітектури, 03037, м. Київ, проспект Повітряних Сил, 31, Україна

### АНОТАЦІЯ

В роботі подано результати розробки системи керування процесом будівництва на основі безкоштовної програми, що використовує інформаційне моделювання будівлі — BIMVision. Розроблена система використовує можливості BIM-технологій для візуалізації життєвого циклу будівельного об'єкта і розширює їх шляхом додавання нових функцій, таких як: планування та контроль надходження будівельних матеріалів на будівельний майданчик; планування графіку виконання робіт та їх поточний стан; створення звітів про хід виконання будівництва.

*Ключові слова:* BIM, будівельний об'єкт, система керування, BIMVision, процес будівництва, BIM-технологія, планування.

### 1. ВСТУП

Швидке та ефективне планування бізнес-процесів є необхідною умовою досягнення успіху в будь-яких сферах економіки. Будівельна галузь є однією з найскладніших з точки зору бізнес-процесів, адже життєвий цикл будівельного об'єкта складається з декількох стадій [1].

Сучасна ІТ галузь пропонує багато рішень для автоматизації бізнес-процесів на кожному з етапів життєвого циклу будівельного об'єкта. Це можуть бути комплексні рішення (AllPlan, ArchiCAD, Revit) або рішення для окремо взятих етапів (AutoCAD, Primavera, Building Manager).

Для будівельних організацій важливо обрати такі засоби автоматизації життєвого циклу будівельного об'єкта, які будуть прийнятними з точки зору фінансових витрат на їх придбання, їх функціональних можливостей та простоти у навчанні персоналу. Пропонована система керування процесом будівництва базується на програмному продукті BIMVision, який в базовій безкоштовній версії забезпечує візуалізацію проєктів, що зберігаються у відкритому форматі IFC, а розширення функціоналу відбувається за допомогою платних плагінів [2].

### 2. МЕТА РОБОТИ

Розробка системи керування процесом будівництва, що повинна забезпечувати базові потреби підрядних організацій на етапі будівництва, є актуальним науково-практичним завданням. Інтеграція такої розробки в єдине BIM-середовище на базі програмного комплексу BIMVision значно спростить та здешевить процес керування будівництвом.

### 3. ПОСТАНОВКА ЗАВДАННЯ

Система керування процесом будівництва (Construction Manager) повинна забезпечувати можливість групування будівельних конструкцій за типами робіт та призначення статусів кожній такій роботі для ефективного відслідковування стану будівництва.

Вхідною інформацією є модель будівлі у відкритому форматі IFC. Вихідною інформацією є групи конструктивних елементів з визначеним графіком виконання певних стадій робіт та їх поточними статусами.

#### 3.1. Основні вимоги

Система повинна бути інтегрованою в безкоштовну програму BIMVision, що надає базовий функціонал для роботи з файлами IFC.

Система повинна забезпечувати можливість користувачам створювати власні групи робіт та власні шаблони статусів цих робіт.

Система повинна надавати можливість створення графіку виконання робіт шляхом встановлення дати завершення як для окремо взятої роботи так і для групи робіт.

Система має забезпечувати візуалізацію поточного стану виконання робіт на 3D-моделі будівельного об'єкта шляхом зміни кольорів конструктивних елементів.

#### 3.2. Додаткові вимоги

Під час розробки системи необхідно передбачити можливість одночасної роботи декількох користувачів у режимі реального часу.

Статуси робіт повинні оновлюватися автоматично під час відкриття проєкту та відображатися в навігаційній панелі з властивостями конструктивних елементів будівлі.

Користувачі повинні мати змогу скасувати внесені зміни і повернутися на крок назад, тобто повинен бути реалізований функціонал Undo/Redo.

### 4. ПРОЄКТУВАННЯ ТА РЕАЛІЗАЦІЯ

Виходячи з поставленого завдання, система була розділена на три складові: групування об'єктів відповідно до робіт, що виконуються над ними (Group Manager), створення шаблонів статусів для робіт (Template Manager) і власне призначення статусів на виконання робіт та їх календарний план (Status Manager). Відповідно до завдання, лише третя компонента повинна забезпечувати одночасну роботу декількох користувачів. Водночас перші дві компоненти вже повинні бути використані для створення груп елементів та шаблонів статусів відповідно.

Зв'язок між інформацією в Construction Manager та будівельними елементами, що зберігаються в файлі IFC, забезпечується через унікальний номер кожного елемента (GUID). Оскільки додати всю необхідну інформацію безпосередньо до файлу IFC неможливо, необхідно створити додатковий файл визначеного формату і синхронізувати його з проєктом IFC.

Зважаючи на те, що для різних компонент системи ми маємо різні формати внутрішніх даних, то створити уніфікований файл неможливо. Саме тому пропонується зберігати всю інформацію в ZIP-архіві, а під час відкриття проєкту IFC розпаковувати додатковий файл і зчитувати звідти необхідну інформацію в режимі реального часу.

Інформація про групи та шаблони не потребує спільного доступу, а отже її можна зачитати напряму в пам'ять. Ці дані зберігаються в архіві у вигляді простих XML-файлів. А от інформація про графік виконання робіт потребує спільного доступу, а отже це має бути база даних. Оскільки кількість одночасних підключень прогнозується невелика, то в якості СКБД було обрано безкоштовну SQLite.

Загальна архітектура проєкту має такий вигляд (Рис. 1).

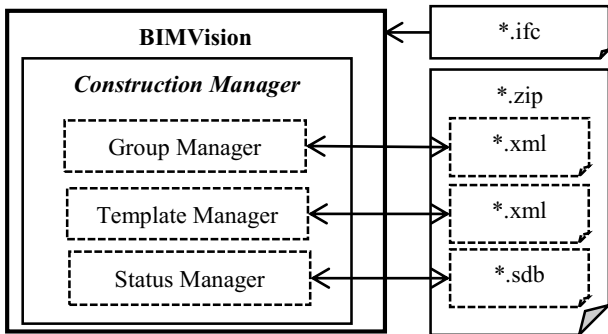


Рисунок 1. Архітектура Construction Manager

#### 4.1. Group Manager

З одним і тим же конструктивним елементом можуть бути асоційовані декілька робіт. Наприклад стіна спочатку зводиться, потім ґрунтується, а потім фарбується. Саме тому один і той же елемент може бути присутнім в різних групах. Якщо елемент ще не доданий в жодну групу, то він знаходиться в групі для необроблених елементів (Рис. 2).

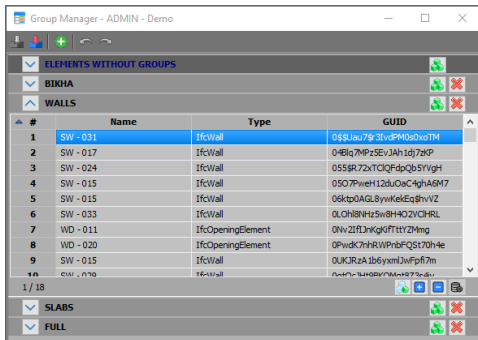


Рисунок 2. Інтерфейс Group Manager

Важливою складовою роботи цієї компоненти є постійний моніторинг елементів у групах. Наприклад у разі видалення елемента з групи перевіряється чи присутній він в інших групах і, якщо ні, то він автоматично з'являється в нульовій групі необроблених елементів.

#### 4.2. Template Manager

Ця компонента призначена для створення шаблонів статусів для різних типів робіт (Рис. 3).

Наприклад, для збірних залізобетонних конструкцій статусами будуть: замовлено, доставлено та встановлено.

Для монолітних залізобетонних конструкцій та інших робіт це можуть бути відсотки закінчення роботи.

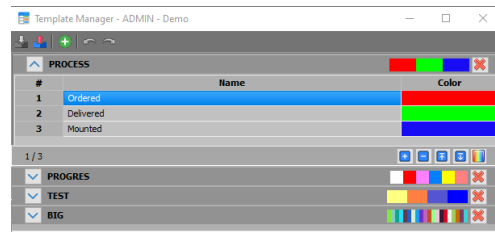


Рисунок 3. Інтерфейс Template Manager

Кожен статус має свій порядковий номер в шаблоні, а також колір, за допомогою якого можна маркувати виконану роботу на 3D-моделі.

#### 4.3. Status Manager

Після групування елементів та визначення шаблонів статусів можна скласти календарний графік будівництва і відслідковувати прогрес. Це виконується в менеджері статусів, де на кожен елемент призначається відповідний шаблон статусів та дати, до яких необхідно досягнути їх виконання (Рис. 4).

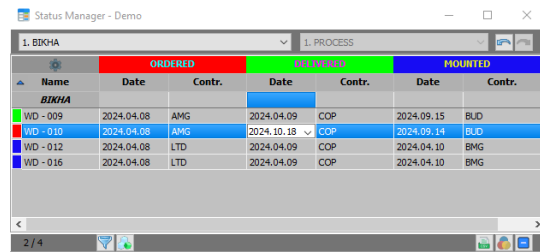


Рисунок 4. Інтерфейс Status Manager

В цій компоненті реалізований доступ до БД, а також синхронізація з 3D-моделлю будівлі та компонентою Group Manager. Оскільки синхронізація відбувається на основі GUID, які є символьними, то для пришвидшення роботи були використані геш-таблиці.

### 5. ВИСНОВКИ

Здійснено проєктування архітектури системи керування процесом будівництва та виконана її реалізація. Система інтегрована в безкоштовну програму для роботи з IFC файлами BIMVision та вже доступна для завантаження.

#### Список літератури

[1] Integration of Data Flows of the Construction Project Life Cycle to Create a Digital Enterprise Based on Building Information Modeling / R. Akselrod et al. International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering. 2022. Vol. 12, no. 1. P. 40—50.

[2] Бородавка Є. Використання BIMVision для інтеграції процесів проєктування та управління будівництвом будівельних об'єктів. Тези доповідей дев'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Управління розвитком технологій». Тема: Інформаційні технології розвитку змісту освіти, м. Київ, 28 березня 2022 р. Київ, 2022. С. 22—23.