

ОСОБЛИВОСТІ ПРОЄКТУВАННЯ ПІШОХІДНОГО МОСТУ В ALLPLAN BRIDGE 2023

*Дроботенко О.Д. ДМ-36т1-20
Науковий керівник: д.т.н., проф. каф. МКБМ Бугаєвський С.О.
Харківський національний автомобільно-дорожній університет*

Allplan є провідним розробником відкритих рішень для інформаційного моделювання будівель та споруд (BIM). Протягом понад 50 років Allplan є піонером у галузі цифровізації будівельної галузі. Завжди орієнтуючись на наших клієнтів, ми надаємо інноваційні інструменти для розробки та конструювання проєктів, надихаючи користувачів на їх задуми [1-3].

Allplan зі штаб-квартирою в м. Мюнхен (Німеччина), є частиною групи Nemetschek, європейського постачальника номер один інформаційних технологій для будівництва (BIM-технологій) [1-3].

Модифікації моделі мосту є частиною щоденної роботи. Внесення змін потребує часу, дуже трудомістке і супроводжується виникненням помилок. З Allplan Bridge проєктувальники мостів та інженери-будівельники можуть уникнути цих проблем. Завдяки високому ступеню деталізації, параметрична модель ідеально підходить для візуального планування та координації: якщо ви змінюєте свою модель в одному місці, всі пов'язані елементи моста автоматично коригуються.

Розглянемо ефективність робочого процесу у Allplan Bridge.

1. Створення осей. Створення кожного проєкту мосту починається з однієї або декількох осей. В Allplan Bridge ви можете завантажити дані з існуючого проєкту або визначити їх самостійно. В обох випадках дані осі параметрично зберігається (рис. 1, а).

2. Визначення перерізу. Ви можете визначити будь-який поперечний переріз, його геометрію з необхідними залежностями та змінними. Ці параметричні перерізи можуть бути змінені в будь-який час, їх можна зберегти як шаблони та використовувати повторно (рис. 1, б).

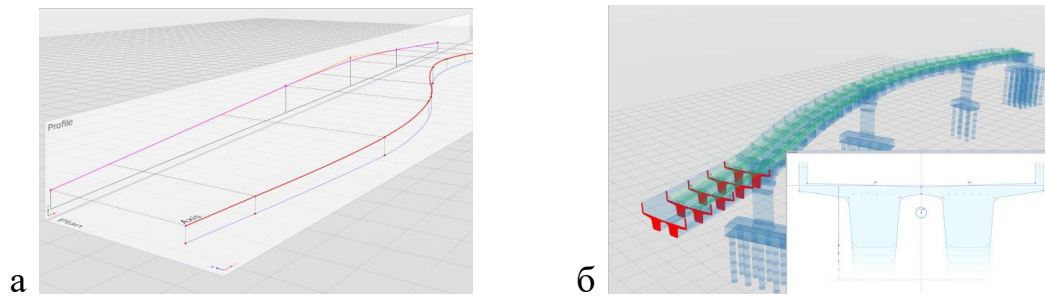


Рисунок 1 - Створення осей (а); визначення перерізів (б)

3. Посилання на стандартні профілі. При визначенні поперечного перерізу стандартизовані та багаторазово розміщені частини поперечного перерізу можуть бути легко розміщені в основному перерізі балки, що дозволяє автоматично адаптувати геометрію до форми поперечного перерізу (рис. 2, а).

4. Параметричне моделювання. Цифрова модель від Allplan Bridge повністю параметрична. Зміни можуть бути зроблені у будь-який час. Залежність об'єктів налаштовується автоматично. Allplan Bridge підходить для всіх етапів робіт - від концепції до планування будівництва (рис. 2, б).

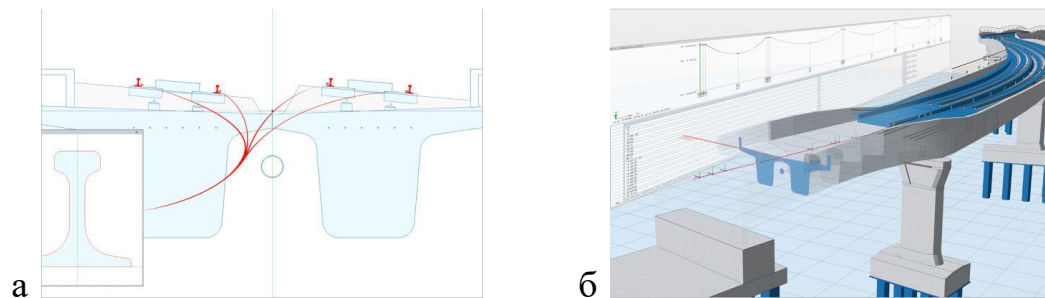


Рисунок 2 - Посилання на стандартні профілі (а);
параметричне моделювання (б)

5. Моделювання напруженого армування. Allplan Bridge можна використовувати для створення ряду параметричних напружених канатів – з указанням з'єднань, внутрішніх і зовнішніх, поздовжніх, поперечних і вертикальних, а також з нестандартною геометрією. Функції копіювання, дзеркального відображення без копіювання тощо, прискорюють робочий

процес (рис. 3, а).

6. Планування процесу натяжіння. Є можливість призначити параметри «натяг», «звільнення» і «ковзання клину», їх можна застосовувати на початку, кінці або на обох кінцях натяжного каната. Втрати сили натягу розраховуються на основі геометрії канату та властивостей матеріалу (рис. 3, б).

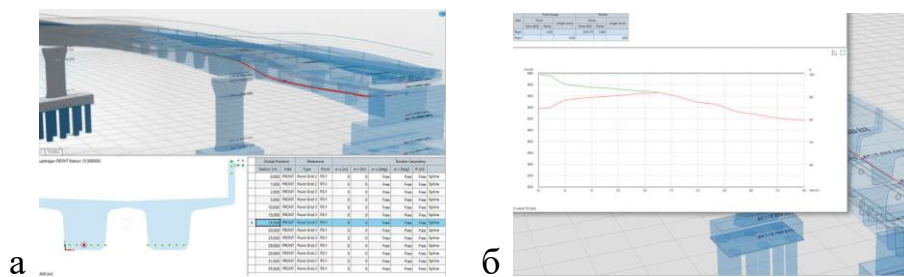


Рисунок 3 - Моделювання напруженого армування (а); планування процесу натяжіння (б)

7. Визначення графіків будівництва. Процес будівництва легко визначається, що дозволяє реалізувати 4D моделювання. План будівництва поділено на кілька етапів і далі деякі завдання, такі як заливка і затвердіння бетону, напруга у вузлах тощо. Відповідні конструктивні компоненти інтерактивно призначаються для цих завдань (рис. 4, а).

8. Автоматична генерація розрахункової моделі. Завдяки революційній технології, Allplan Bridge автоматично генерує розрахункову модель з геометричної. Це значно зменшує обсяг роботи та можливість появи помилок. При цьому інженер зберігає повний контроль, вказуючи несні частини та ті, що є конструктивними. Одним із додаткових важливих для аналізу визначень є вибір генерації стержневої чи сіткової моделі (рис. 4, б).

9. Розрахунок послідовності монтажу. Allplan Bridge аналізує графік будівництва й автоматизовано задає налаштування обчислень, - варіанти навантаження, активації елементів і дії розрахунку. В тому числі вхідні дані для розрахунку нелінійних тимчасових навантажень, таких як повзучість і усадка. Користувач має повний контроль над згенерованими елементами та

огляд результатів у будь-який час (рис. 5, а).

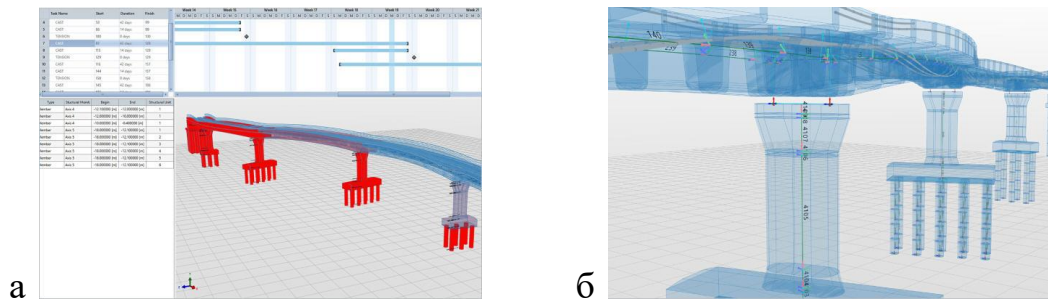


Рисунок 4 - Визначення графіків будівництва (а); автоматична генерація розрахункової моделі (б)

10. Застосування додаткових навантажень. Вагу і положення додаткового навантаження (такого як тротуар, дорожнє покриття тощо) автоматично витягують із геометричної моделі. Користувач повинен вказати момент часу встановлення обладнання, і, отже, навантаження на конструкцію. Додаткові навантаження, такі як зміна температури або вітрові навантаження, можуть бути легко визначені і призначені (рис. 5, б).

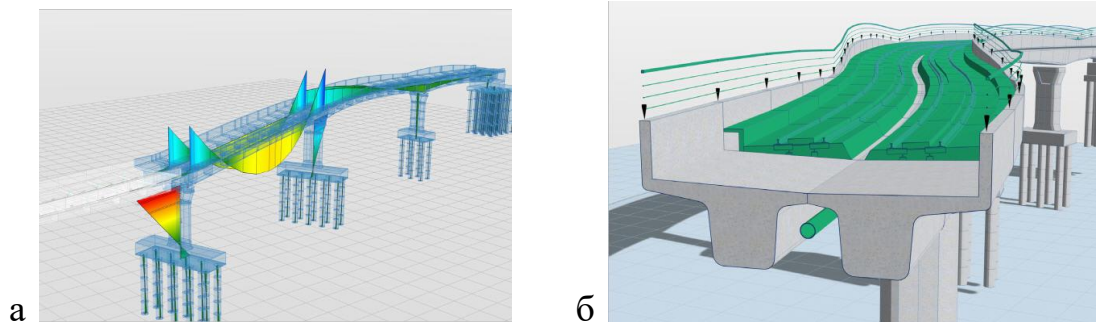


Рисунок 5 - Розрахунок послідовності монтажу (а); застосування додаткових навантажень (б)

11. Транспортне навантаження. Транспортні навантаження задаються зручно для користувача відповідно до обраного стандарту. Враховується будь-який вид рухомого навантаження. Вбудований розрахунок дає можливість визначити найбільш несприятливі поєднання транспортних навантажень. На першому етапі розраховуються лінії впливу, а на другому визначаються моделі

навантажень від транспортних засобів, і результати виводяться у вигляді огинаючих епюр (рис. 6, а).

12. Сейсмічне навантаження. Allplan Bridge використовує лінійно-спектральний метод для оцінки впливу сейсмічного навантаження. Рішення ґрунтується на збудженні відповідних власних частот і об'єднанні різних модальних вкладів. Внутрішні зусилля й амплітуди переміщень накладаються різними методами, щоб отримати огинаючу екстремальних значень (рис. 6, б).

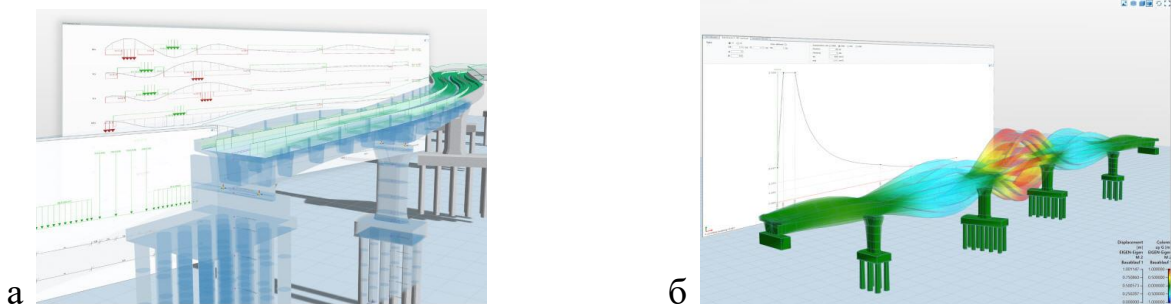


Рисунок 6 - Транспортне навантаження (а); сейсмічне навантаження (б)

13. Суперпозиція та поєднання. Зручність використання суперпозиції в Allplan Bridge являються новаторськими. Схематичне визначення суперпозиції поєднує в собі максимальну простоту й оптимальну візуалізацію. Поєднання навантажень визначаються таблично, даючи користувачеві оптимальну картину різних комбінацій навантаження. Можна виконати суперпозицію декількох складових напруги в заданих точках (рис. 7, а).

14. Розрахунок конструкції. Глобальний статичний аналіз, заснований на теорії балок Бернуллі, виконується для всіх автоматично і вручну генерованих розрахункових дій, визначених раніше у визначенні послідовності монтажу. Аналіз розширено для точного врахування зміни поперечного перерізу. Крім того, виконується нелінійний розрахунок, який залежить від часових ефектів, включаючи формули будівельних норм (рис. 7, б).

15. Розрахунок за граничними станами. Визначення потрібного армування ґрунтується на вимогах 1-ї та 2-ї груп граничних станів. Поєднання внутрішніх зусиль, включно з ефектами 2-го порядку, перевіряються на вигин,

кручення і зсув, а також на обмеження напружень і ширини тріщин. Найбільша розрахункова або будь-яка зазначена вручну величина армування використовується для розрахунку поперечних перерізів (рис. 8, а).

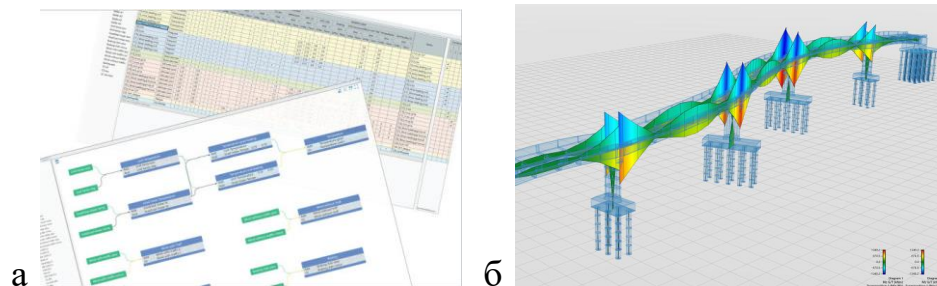


Рисунок 7 - Суперпозиція та поєднання (а); розрахунок конструкції (б)

16. Параметричне розміщення об'єктів. Щоб додати в модель такі деталі, як ліхтарні стовпи або елементи огорожі, Allplan Bridge дає змогу посылатися на об'єкти з бібліотеки Allplan. Об'єкти автоматично вирівнюються й адаптуються при кожній зміні геометрії мосту (рис. 8, б).

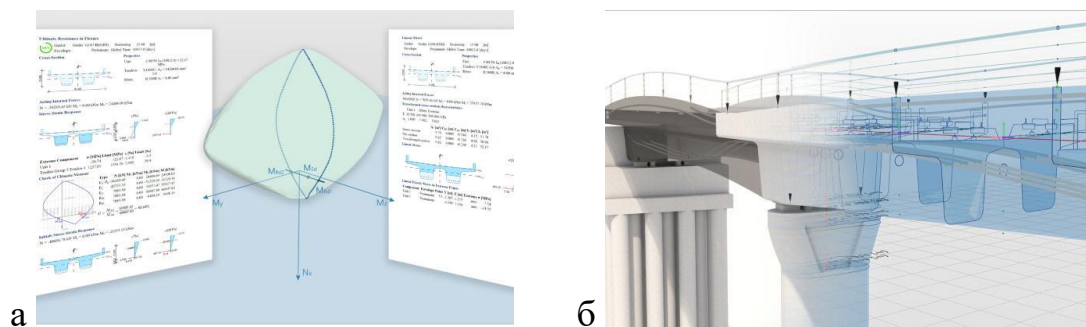


Рисунок 8 - Параметричне розміщення об'єктів (а); параметричне розміщення об'єктів (б)

17. Реалізація змін. Уся 3D-модель коригується в разі будь-яких змін. Наприклад, якщо геометрія осі змінюється, вся геометрія моста автоматично коригується. Це стосується і аналітичної моделі, включно з визначенням послідовності будівництва та пов'язаних із ним навантажень і розрахунків (рис. 9, а).

18. Вільне моделювання. Потужний функціонал 3D-моделлера дає змогу

без проблем реалізувати всі деталі моста: просто, гнучко і з найвищим рівнем точності. Ядро моделювання Parasolid від Siemens легко опрацьовує складні геометричні форми на основі B-сплайнів і NURBS, а також для стандартних завдань, таких як з'єднання, вирізи та дренаж (рис. 9, б).

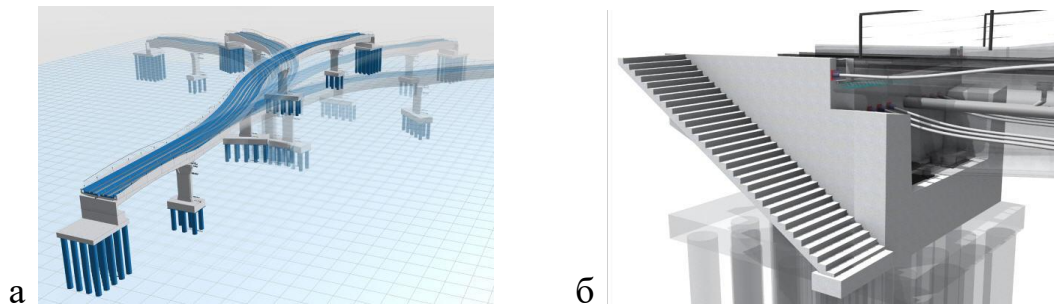


Рисунок 9 - Реалізація змін (а); вільне моделювання (б)

19. Моделювання армування. З Allplan легко армуються навіть мости з подвійною кривизною і змінним поперечним перерізом. Армування визначається в різних перерізах, а переходи між перерізами описуються шляхами. Можна вказати різні правила виконання арматурних з'єднань. Використовуючи цю інформацію, армування генерується автоматично (рис. 10, а).

20. Створення креслень. Фасади, поздовжні розрізи вздовж будь-якої траєкторії і поперечні розрізи є похідними від цифрової моделі моста. CineRender від Maxon використовується для реалістичної візуалізації. Потужні інструменти компоновання та дизайну Allplan використовуються для створення високоякісної будівельної документації (рис. 10, б).

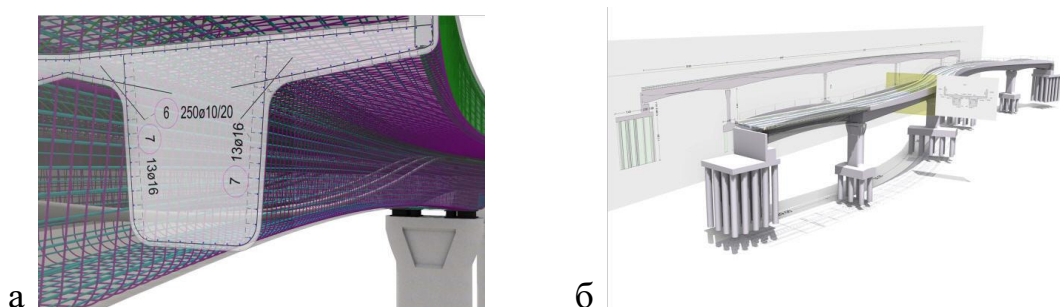


Рисунок 10 - Моделювання армування (а); створення креслень (б)

21. Створення звітів. Цифрова модель моста містить безліч інформації. Всеосяжні звіти з розмірами, площами, вагами та іншими будівельними обсягами доступні одним натисканням кнопки. Це також стосується арматурних специфікацій (рис. 11, а).

22. Сумісність. Allplan Bridge працює в тісній взаємодії з Allplan Engineering і Vimplus, і дає змогу зберігати моделі 4D у багатьох форматах даних, як-от IFC, DWG, DGN або PDF (рис. 11, б).

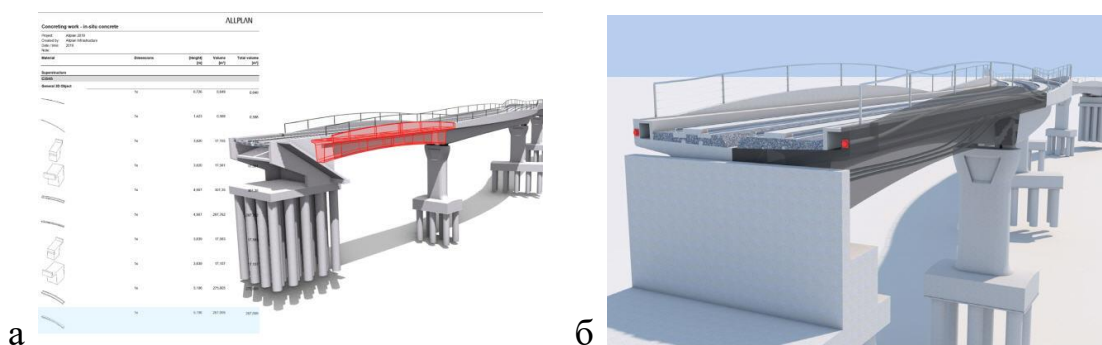


Рисунок 11 - Створення звітів (а); сумісність (б)

23. Інтеграція з іншими розрахунковими програмами. Аналітичну модель, створену в Allplan Bridge, можна завантажити в хмару Vimplus. Це дає змогу поділитися цією моделлю з усіма іншими програмами розрахунку конструкцій, пов'язаними з Vimplus (рис. 12, а).

24. BIM взаємодія. З комбінацією Allplan і хмарної BIM платформи Allplan Vimplus, всі учасники мають доступ до актуальної моделі, у будь-який час, у будь-якому місці та з будь-якого пристрою. BIM-координація відбувається в інтерактивному режимі на цифровій моделі мосту. Розбіжності виявляються на ранній стадії і вирішуються спільно. Це важливий внесок у забезпечення того, щоб будівництво об'єкта було виконано вчасно і в рамках бюджету (рис. 12, б).

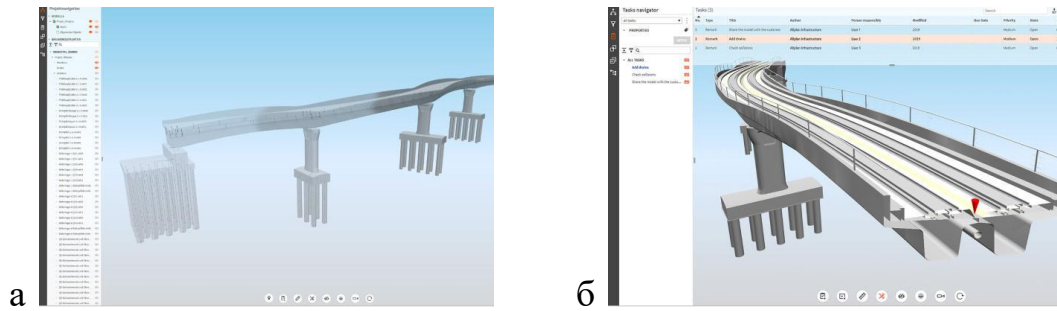


Рисунок 12 - Інтеграція з іншими розрахунковими програмами (а); BIM взаємодія (б)

Висновки

1. Багаторічне ноу-хау щодо проектування мостів: усі види протяжних об'єктів; параметрика, що налаштовується; інтегровані розрахунки; просунуті інструменти армування; сучасна BIM платформа.

2. Наведення порядку з варіантним проектуванням, розрахунками, конструюванням, обсягами, поставками, монтажем, виробництвом, термінами і кошторисами.

Перелік посилань

1. Broschure Allplan Bridge. http://allbau-software.de/phocadownload/Broschure_Allplan_Bridge.pdf.
2. Broschure Allplan Bridge – BIM в мостобудуванні. <http://allbau-software.de/phocadownload/Allplan%20Bridge%202021.pdf>.
3. Allbau Software. <http://allbau-software.de/index.php/produkty/allplan-bridge.html>.