



Методологические аспекты управления инвестиционно-строительными проектами на основе IPD, BIM, LEAN. Зарубежный опыт

В. С. Кустов

Аспирант,

VKustov.84@yandex.ru

*Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,
Москва, Россия*

А. Г. Дмитриев

Кандидат экономических наук, доцент,

заведующий кафедрой,

agdmitriev@gmail.com

*Кафедра Организационного менеджмента,
Московский финансово-промышленный университет «Синергия»,
Москва, Россия*

Spin-код 1233-3680,

ORCID: 0000-0003-2086-2364

Аннотация: Перерасход стоимостных и временных ресурсов — одна из наиболее существенных проблем, а определенность затрат — одна из ключевых целей строительной сферы в России. Методом аналитического обзора документов, были идентифицированы и охарактеризованы основные проблемы европейского строительного сектора, которые существуют в процессе его цифровой трансформации. Исследования показали, что междисциплинарная синергия BIM (Building Information Model, цифровая информационная модель), Lean (бережливое производство) и IPD (Integrated Project Delivery, интегрированное выполнение проекта) — способна принести пользу инвестиционно-строительному проекту (ИСП) на протяжении всего его жизненного цикла. Однако такой синергетический подход не применяется в настоящее время в российских проектах.

В статье исследовано влияние инновационных международных стратегий реализации ИСП, изучены препятствия для реализации этих стратегий в России.

3 ключевых вывода:

1) пересмотр контрактов на ИСП для достижения наибольшей синергии и повышения доверия между стейкхолдерами;

2) мандат BIM важен для поощрения использования современной методологии строительства во всех ИСП России;

3) поиск инновационных методов изменения традиционного мышления о строительстве.

Рассмотрение трех основных идей ускорит реализацию ИСП в России, приводя к достижению лучших результатов в краткосрочной, среднесрочной и долгосрочной перспективе для всех стейкхолдеров.

Ключевые слова: BIM, Lean, IPD, ИСП, синергия, проблемы, инновации, перспективы.

Для цитирования: Кустов В.С., Дмитриев А.Г. Методологические аспекты управления инвестиционно-строительными проектами на основе IPD, BIM, LEAN. Зарубежный опыт. Путеводитель предпринимателя. 2024. Т. 17. № 1. С. 48–55. <https://doi.org/10.24182/2073-9885-2024-17-1-48-55>.

Methodological aspects of investment and construction projects management based on IPD, BIM, LEAN. Foreign experience

V. S. Kustov

*Postgraduate student,
VKustov.84@yandex.ru*

*Moscow Financial and Industrial University «Synergy»,
Moscow, Russia*

A. G. Dmitriev

*Cand. Sci. (Econ.), Associate Professor,
Head of Department,
agdmiriev@gmail.com*

*Department of Organizational Management,
Moscow Financial and Industrial University «Synergy»,
Moscow, Russia*

*Spin code 1233-3680,
ORCID: 0000-0003-2086-2364*

Abstract: Overexpenditure of cost and time resources is one of the most significant problems, and cost certainty is one of the key goals of the construction industry in Russia. Using the method of an analytical review of documents, the main problems of the European construction sector that exist in the process of its digital transformation were identified and characterized. Research has shown that the interdisciplinary synergy of BIM (Building Information Model, digital information model), Lean (lean manufacturing) and IPD (Integrated Project Delivery, integrated project execution) can benefit an investment and construction project (ICP) throughout its entire life cycle. However, such a synergetic approach is not currently applied in Russian projects.

The article examines the impact of innovative international strategies for implementing COI and examines the obstacles to the implementation of these strategies in Russia.

3 key takeaways:

- 1) review of COI contracts to achieve the greatest synergy and increase trust between stakeholders;*
- 2) the BIM mandate is important to encourage the use of modern construction methodology in all ISPs in Russia;*
- 3) search for innovative methods of changing traditional thinking about construction.*

Consideration of three main ideas will accelerate the implementation of COI in Russia, leading to better results in the short, medium and long term for all stakeholders.

Keywords: *BIM, Lean, IPD, ISP, synergy, problems, innovations, prospects.*

For citation: *Kustov V.S., Dmitriev A.G. Methodological aspects of investment and construction projects management based on IPD, BIM, LEAN. Foreign experience. Entrepreneur's Guide. 2024. T. 17. № 1. P. 48–55. <https://doi.org/10.24182/2073-9885-2024-17-1-48-55>.*

Введение. Цель статьи: раскрытие преимуществ синергии от внедрения в ИСП (инвестиционно-строительный проект) совместного применения независимых методологий BIM (Building Information Model, цифровая информационная модель), Lean (бережливое производство), IPD (Integrated Project Delivery, интегрированное выполнение проекта). Ключевые задачи статьи: критически определить методологические аспекты управления международными стратегиями реализации ИСП, применяющие BIM, Lean и IPD, критически исследовать реализацию трехсторонней синергии BIM, Lean и IPD для развития ИСП в России.

В РФ в настоящее время для решения проблем практически любого ИСП используются устаревшие методы управления строительством. Участники процесса применяют большое количество информационных систем, не связанных друг с другом, информация является разрозненной и не структурированной, из-за чего сбор, обработка и организация необходимых данных для оперативного управления и анализа состояния проекта строительства занимают большое количество времени или требуют больших кадровых ресурсов. В лучшем случае применяется 3D-модель, используемая только для визуализации, не интегрированная в работу с другими системами пред-

приятия. В таких условиях возникает риск, при котором можно упустить важные показатели хода строительства, что влечет за собой увеличение сроков и бюджета строительства.

В последнее время в западных странах проводится множество теоретических исследований о взаимодействии IPD, BIM и Lean в управлении строительством¹, но их интеграция в ИСП еще не достаточно изучена, хотя и накоплен положительный опыт использования IPD, BIM и Lean, как отдельных аспектов профессиональной практики, в строительной индустрии. Например, в Великобритании, которая наряду с Сингапуром и США является лидером в этой области, внедрение информационного моделирования происходит на государственном уровне. В 2011 году там была принята «Правительственная стратегия строительства» (Government Construction Strategy), где «было сформулировано положение, что с 1 апреля 2016 г. все госбюджетные (или с государственным участием) строительные заказы в Великобритании (новое строительство, реконструкция, капитальный ремонт) будут получать только те организации, которые их выполнят в рамках технологии информационного моделирования зданий»².

Материалы и методы решения задачи. Оцифровка, цифровизация и цифровая трансформация строительной отрасли внедряются для повышения эффективности и результативности операций в этом секторе экономики. Строительная отрасль отличается повышенной сложностью, поэтому ей нужны новые теории строительства, чтобы формировать новые векторы повышения эффективности. IPD, Lean и BIM считаются подходящим методом для таких проектов. Необходимо знать, как подходить к этим процессам, т.к. это возможность в части определенности затрат, являющейся одной из ключевых стратегических задач России.

BIM позволяет построить здание дважды: один раз в виртуальном мире, где можно выявить и решить проблемы конструктивности, а затем в реальном мире, где физическое здание может быть построено безукоризненно. Это помогает проекту повысить качество зданий с минимальными затратами. Пользователи BIM работают с более экономичными процедурами, минимизируя потери, наращивая ценность, и могут лучше справляться с потенциально сложными конфликтами и рисками для достижения успеха проекта.

Lean создает дополнительную ценность для клиента и сокращает потери наряду с постоянными улучшениями. Среда сотрудничества имеет важное значение в строительных проектах. IPD направлена на согласование и интеграцию интересов и целей всех членов проектной группы, что мотивирует совместную работу.

В рамках статьи проведен аналитический обзор доступных в настоящее время зарубежных опубликованных материалов и тщательная оценка предыдущих результатов тематического исследования.

Многие профессионалы и эксперты в области строительства считают, что применение BIM будет активно способствовать внедрению принципов Lean в повышении производительности ИСП³. IPD, BIM-технологии и Lean необходимо использовать совместно для усиления надежности между

¹ Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016) https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together; Karasu, T., Aaltonen, K. and Haapasalo, H. (2023), The interplay of IPD and BIM: a systematic literature review Construction Innovation, Vol. 23 No. 3, pp. 640–664. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-07-2021-0134/full/html>; Nguyen Phuong, Akhavian Reza Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/>.

² Талапов В. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании. <https://ardexpert.ru/article/8850?ysclid=lg0a7lf78e515041756>.

³ Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. and Owen, R. L. (2010), The interaction of Lean and BIM: a conceptual analysis. <https://www.semanticscholar.org/paper/Interaction-of-Lean-and-Building-Information-in-Sacks-Koskela/745503ac70ccea185f2ac572cc35be14db8aa5f1>; Tezel Algan Lean and BIM Synergy at the Construction Phase. <https://leanconstructionblog.com/Lean-and-BIM-Synergy-at-the-Construction-Phase.html#:~:text=Lean%20Construction%20and%20Building%20Information,defining%20the%20Lean%20Production%20System>.

участниками проекта, увеличения реальной ценности для всех и достижения более высокой производительности проекта⁴.

Чтобы понять важность коллаборации IPD, BIM и методов Lean был использован широко применяемый качественный метод, называемый обоснованной теорией (Grounded theory). Обоснованная теория — «это один из подходов к сбору данных в методах качественных исследований, который полностью основан на данных, а не на попытках создать теорию на основе данных»⁵. Феноменом этого исследования являются IPD, BIM и Lean, взаимодействие которых в ИСП служат теоретической основой оценки эффективности проекта.

Из-за того, что на данный момент существует множество различных типов, определений и практик IPD, BIM и Lean, сложно классифицировать и распознать типичные практики этих трех методов⁶.

Согласно обоснованному теоретическому анализу, предложенному Nguyen Phuong и Akhavian Reza, собранная информация первоначально кодируется путем выявления и наименования основных понятий, указания основных фраз и преобразования данных в теоретические компоненты. Перед подготовкой первого проекта для анализа данных необходимы теоретические концепции. Исследованные теории включаются и уточняются вместе с созданием концептуальных моделей для сравнения проанализированных данных и написания полных теорий⁷.

Результаты. Предложенная инновационная методология сможет обеспечить высокие результаты для компании, ИСП, строительного процесса:

1. Открытое сотрудничество: можно планировать и прогнозировать результаты, риски и выгоды.
2. Вовлечение специалистов по информационному моделированию зданий, участвующих в процессе, спланирует все связанные аспекты процесса строительства.
3. Анализ результатов строительства может быть оценен.
4. Более высокие стандарты: благодаря общему сотрудничеству можно достичь более высоких стандартов.
5. Проблемы, связанные с процедурами, могут быть быстро обнаружены и нивелированы.
6. Контрактные документы: конкретные контракты могут быть подготовлены для всех соответствующих специалистов, оставляя пробелы в строительных контрактах.
7. Оценка: сотрудничество команды позволит лучше и точнее оценить работу.
8. Экономичность: сокращение количества ошибок, упущений и споров при одновременном ускорении процесса строительства.

Реализация в синергии стратегий Lean, IPD и концепции BIM представляет проблемы:

- культурные барьеры, как нежелание строительной отрасли отойти от своего традиционного метода;
- юридические барьеры в виде отсутствия закупок и контрактов, использующих трехсторонние инновационные стратегии, расширяющие сотрудничество и уменьшающие возможность стейкхолдеров ИСП предъявлять друг другу иски;
- уровень понимания инструментов и эффектов указанных трех инновационных стратегий, некоторые из которых до настоящего времени являются новыми для отечественной строительной отрасли;
- влияние Lean, BIM и IPD на крупные комплексные ИСП.

⁴ Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016). https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together.

⁵ Khan, Shahid Qualitative Research Method: Grounded Theory // International Journal of Business and Management Vol. 9, No. 11 (2014). <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/39643>.

⁶ Nguyen Phuong, Akhavian Reza Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/>.

⁷ Nguyen Phuong, Akhavian Reza Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/>.

С одной стороны, Lean, BIM и IPD являются независимыми процессами, добавляющими отдельное значение ИСП, с другой стороны, их синергия более эффективна для обеспечения высокого уровня сотрудничества и обеспечивает максимально сфокусированную интегрированную команду ИСП, улучшение как конструктивных возможностей, так и определенности затрат, а также лучшее управление рисками. Двустороннее и трехстороннее взаимодействие таких международных стратегий используется в крупных комплексных проектах строительства по всему миру. Были проведены эмпирические исследования того, как использовать эти стратегии для экономии времени и денег, на примере некоторых результатов, достигнутых за счет избегания конфликтов, удовлетворения потребностей клиентов и соблюдения графика и бюджета ⁸.

Считается, что BIM должен способствовать уверенности в стоимости, т.к. это процесс создания и управления информацией о строительном проекте на протяжении всего жизненного цикла проекта на основе 3D-модели, и он направлен на создание зданий более высокого качества при меньших затратах и сокращение продолжительности проекта ⁹. Однако Fakhimi Amirhooshang и др.¹⁰ заметили, что BIM, Lean и IPD как факторы трехстороннего сотрудничества на современном этапе не достаточно широко используются в синергии.

Montague ¹¹ согласен с тем, что одним из наиболее важных преимуществ технологии BIM является обнаружение или предотвращение конфликтов, поскольку на физическом объекте можно избежать переключений и аномалий. В отличие от использования традиционной стратегии BIM можно было бы изменить на месте, что исключило бы перерасход средств, задержки сроков и множество проблем и требований о компенсации.

Lefebvre & McAuley ¹² утверждали, что раннее вовлечение всех заинтересованных сторон считается ключом к успешному использованию BIM. Подрядчикам необходимо участие цепочки поставок, т.к. именно оттуда поступает проектная информация и обзоры конструктивных возможностей и важно получить такую информацию на ранней стадии ИСП.

Система Lean фокусируется на постоянном улучшении и уважении к людям. Бережливый подход заключается в: улучшении процессов с меньшими человеческими усилиями, меньшими затратами, повышенной производительностью, сокращением отходов и меньшим временем; производстве продуктов и услуг с наилучшим качеством и минимальным количеством дефектов по более низкой цене, что увеличивает ценность для клиента.

В частных проектах, как Intel в Leixlip трехстороннее синергетическое взаимодействие BIM, Lean и IPD было успешно объединено, и в проекте были достигнуты отличные результаты ¹³.

⁸ Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016). https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together; Rashidian Sara, Robin Drogemuller, Sara Omrani (2022). The compatibility of existing BIM maturity models with lean construction and integrated project delivery. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 27, pg. 496–511, DOI: 10.36680/j.itcon.2022.024. <https://www.semanticscholar.org/reader/6841d5daf1b8ee7b06441859e03b12a2419347d5>.

⁹ Azhar, S. Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>; Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. and Owen, R.L. (2010), The interaction of Lean and BIM: a conceptual analysis. <https://www.semanticscholar.org/paper/Interaction-of-Lean-and-Building-Information-in-Sacks-Koskela/745503ac70ccea185f2ac572cc35be14db8aa5f1>.

¹⁰ Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016). https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together.

¹¹ Montague Ralph BIM for Lean Construction. <https://bimireland.ie/2016/11/01/ralph-montague-bim-for-lean-construction/>.

¹² Lefebvre F., McAuley B. An investigation into current procurement strategies that promote collaboration through early contractor involvement with regards to their suitability for Irish public work projects. <https://scholar.google.com/citations?user=5520s4QAAAAJ&hl=en>.

¹³ Строительство кампуса компании Intel в ирландском Лейкслипе.

Обсуждение. Контракты на реализацию ИСП должны быть пересмотрены. Необходимо раннее вовлечение подрядчиков в ИСП, наличие гибридного контракта, который позволяет подрядчикам участвовать в этапе разработки проекта, и поиске инновационных методов для трансформации существующего культурного представления о строительстве.

Культурное мышление надо изменить. Необходимо иметь команду по управлению изменениями в организациях под руководством экспертов, чтобы совместно научиться работать с разными стейкхолдерами, управлять поставщиками, понимать их страхи и тревоги и справляться с ними.

В рамках проведенного исследования выявлены конкретные преимущества рекомендованной по проекту BIM-технологии в синергии с IPD и Lean:

1. Для заказчика:

- точное воплощение технического задания;
- предсказуемость инвестиций и сроков проекта;
- прозрачность во взаимоотношениях с контрагентами.

2. Для ген. проектировщика:

- повышение конкурентоспособности и профессионализма коллектива;
- возможности участия в тендерах с требованиями к BIM-моделям;
- сокращение количества ошибок и изменений в проектах.

3. Для генподрядчика:

- снижение рисков повышения стоимости строительства и превышения заявленного бюджета;
- сокращение отходов строительного производства.

4. Для эксплуатации:

- снижение затрат на эксплуатацию проекта;
- повышение скорости и точности ремонта на основе точных данных;
- полная информация об объекте для принятия решений в чрезвычайных ситуациях.

Исследование в рамках статьи не претендует на всеобъемлющий характер, не учитывает множество особенностей возникающих локальных трендов в отдельных странах, связанных с улучшениями эффективного управления ИСП. В то же время, статья фокусирует внимание на необходимости продолжения работы по комплексному внедрению в ИСП трех высокоэффективных методологий BIM, Lean и IPD, позволяющих обеспечивать максимальный синергетический эффект от совместного применения, позволяя укреплять экономику строительной отрасли и страны в целом.

Рекомендуются дальнейшие исследования для изучения движущих сил решений различных закупающих органов и того, что позволяет им принимать свои решения, а также исследовать влияние повышения гибкости контрактов в рамках реализации ИСП, и указывает, как оспаривать нормы, т.к. слишком предписывающая структура контракта существенно сдерживает развитие инноваций.

Заключение. Предыдущие исследования показали, что для полного раскрытия потенциала BIM, Lean и IPD требуется междисциплинарное сотрудничество, и раннее вовлечение подрядчика является важным фактором в достижении положительного результата.

Данный анализ был проведен для определения конкретных концепций, которые приводят к успешной реализации синергии BIM, Lean и IPD с использованием обоснованной теории. Для синергии BIM, Lean и IPD уникальные инструменты и методы обобщены и разделены на три ключевых раздела, относящихся к четырем основным этапам типичного строительного проекта. Эта классификация помогает членам проектной группы учитывать и использовать важные факторы, ведущие к успеху проекта в отношении использования возможностей BIM, Lean и IPD.

Список литературы

1. Талапов В. Внедрение BIM: фундаментальный опыт Великобритании. <https://ardexpert.ru/article/8850?ysclid=1q0a7lf78e515041756>.
2. Andersen, M.T.; Findsen, A.-L. Exploring the Benefits of Structured Information with the Use of Virtual Design and Construction Principles in a BIM Life-Cycle Approach. https://www.academia.edu/101505913/Exploring_the_benefits_of_structured_information_with_the_use_of_virtual_design_and_construction_principles_in_a_BIM_life_cycle_approach.

3. Azhar, S. Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>.
4. Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016) https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together.
5. Karasu, T., Aaltonen, K. and Haapasalo, H. (2023), The interplay of IPD and BIM: a systematic literature review *Construction Innovation*, Vol. 23 No. 3, pp. 640–664. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-07-2021-0134/full/html>.
6. Khan, Shahid Qualitative Research Method: Grounded Theory. *International Journal of Business and Management* Vol. 9, No. 11 (2014) <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/39643>.
7. Lefebvre F., McAuley B. An investigation into current procurement strategies that promote collaboration through early contractor involvement with regards to their suitability for Irish public work projects <https://scholar.google.com/citations?user=552Os4QAAAAJ&hl=en>.
8. Montague Ralph BIM for Lean Construction. <https://bimireland.ie/2016/11/01/ralph-montague-bim-for-lean-construction/>.
9. Nguyen Phuong, Akhavian Reza Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/>.
10. Rashidian Sara, Robin Drogemuller, Sara Omrani (2022). The compatibility of existing BIM maturity models with lean construction and integrated project delivery. *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Vol. 27, pp. 496–511, DOI: 10.36680/j.itcon.2022.024. <https://www.semanticscholar.org/reader/6841d5daf1b8ee7b06441859e03b12a2419347d5>
11. Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. and Owen, R.L. (2010), The interaction of Lean and BIM: a conceptual analysis. <https://www.semanticscholar.org/paper/Interaction-of-Lean-and-Building-Information-in-Sacks-Koskela/745503ac70ccea185f2ac572cc35be14db8aa5f1>.
12. Tezel Algan Lean and BIM Synergy at the Construction Phase <https://leanconstructionblog.com/Lean-and-BIM-Synergy-at-the-Construction-Phase.html#:~:text=Lean%20Construction%20and%20Building%20Information,defining%20the%20Lean%20Production%20System>.

References

1. Talapov V. Implementation of BIM: fundamental experience of Great Britain. <https://ardexpert.ru/article/8850?ysclid=1q0a7lf78e515041756>.
2. Andersen, M.T.; Findsen, A.-L. Exploring the Benefits of Structured Information with the Use of Virtual Design and Construction Principles in a BIM Life-Cycle Approach. https://www.academia.edu/101505913/Exploring_the_benefits_of_structured_information_with_the_use_of_virtual_design_and_construction_principles_in_a_BIM_life_cycle_approach.
3. Azhar, S. Building information modeling (BIM): trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. *Leadership and Management in Engineering*, vol. 11, no. 3, pp. 241–252, 2011. <https://ascelibrary.org/doi/10.1061/%28ASCE%29LM.1943-5630.0000127>.
4. Fakhimi Amirhooshang, Sardroud Javad Majrouhi, Azhar Salman How can Lean, IPD and BIM Work Together? Conference: 33rd International Symposium on Automation and Robotics in Construction (ISARC 2016) https://www.researchgate.net/publication/304894993_How_can_Lean_IPD_and_BIM_Work_Together.
5. Karasu, T., Aaltonen, K. and Haapasalo, H. (2023), The interplay of IPD and BIM: a systematic literature review *Construction Innovation*, Vol. 23 No. 3, pp. 640–664. <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/CI-07-2021-0134/full/html>.
6. Khan, Shahid Qualitative Research Method: Grounded Theory. *International Journal of Business and Management* Vol. 9, No. 11 (2014) <https://www.ccsenet.org/journal/index.php/ijbm/article/view/39643>.
7. Lefebvre F., McAuley B. An investigation into current procurement strategies that promote collaboration through early contractor involvement with regards to their suitability for Irish public work projects <https://scholar.google.com/citations?user=552Os4QAAAAJ&hl=en>.
8. Montague Ralph BIM for Lean Construction. <https://bimireland.ie/2016/11/01/ralph-montague-bim-for-lean-construction/>.
9. Nguyen Phuong, Akhavian Reza Synergistic Effect of Integrated Project Delivery, Lean Construction, and Building Information Modeling on Project Performance Measures: A Quantitative and Qualitative Analysis. <https://www.hindawi.com/journals/ace/2019/1267048/>.

10. Rashidian Sara, Robin Drogemuller, Sara Omrani (2022). The compatibility of existing BIM maturity models with lean construction and integrated project delivery. Journal of Information Technology in Construction (ITcon), Vol. 27, pg. 496-511, DOI: 10.36680/j.itcon.2022.024 <https://www.semanticscholar.org/reader/6841d5daf1b8ee7b06441859e03b12a2419347d5>.
11. Sacks, R., Koskela, L., Dave, B. and Owen, R.L. (2010), The interaction of Lean and BIM: a conceptual analysis. <https://www.semanticscholar.org/paper/Interaction-of-Lean-and-Building-Information-in-Sacks-Koskela/745503ac70ccea185f2ac572cc35be14db8aa5f1>.
12. Tezel Algan Lean and BIM Synergy at the Construction Phase <https://leanconstructionblog.com/Lean-and-BIM-Synergy-at-the-Construction-Phase.html#:~:text=Lean%20Construction%20and%20Building%20Information,defining%20the%20Lean%20Production%20System>.