

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

УДК 624:005.7

І. А. АРУТЮНЯН^{1*}, О. С. КОВАЛЕНКО²

^{1*} Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (066) 900 78 28, ел. пошта itanaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

² Кафедра «Промислове та цивільне будівництво», Запорізький національний університет, пр. Соборний, 226, Запоріжжя, Україна, 69006, тел. +38 (098) 910 98 25, ел. пошта 22bendera.s@gmail.com, ORCID 0009-0005-2224-4174

ОПТИМІЗАЦІЯ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ ПРОЦЕСІВ У ЦИВІЛЬНОМУ БУДІВНИЦТВІ ЗА ДОПОМОГОЮ ЛОГІСТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ

Мета. Відповідно проаналізованої проблеми витікає необхідність в більш детальному дослідженні та обґрунтуванні переваг впровадження логістичних моделей для оптимізації організаційних процесів у цивільному будівництві. **Методика.** Для досягнення поставленої мети у статті: проведено системний аналіз організаційних процесів у цивільному будівництві з точки зору логістичних підходів. Розглянуто сучасні тенденції в галузі, нормативні акти та наукові розробки, проаналізовано ризики та бар'єри, які можуть виникнути при впровадженні логістичних моделей у будівельну галузь. **Результати.** Дослідження показало, що впровадження логістичних моделей у цивільному будівництві може призвести до: значного покращення ефективності, скорочення тривалості будівництва, зниження витрат на матеріали та транспорт, підвищення якості будівельних робіт, зменшення впливу на довкілля, раціональне використання ресурсів, зменшення обсягів будівельних відходів, підвищення конкурентоспроможності, підвищення рівня безпеки, підвищення рентабельності проєктів. **Наукова новизна.** Визначено ключові принципи розробки та функціонування логістичних моделей в контексті цивільного будівництва: принцип інтеграції; об'єднання всіх етапів будівельного процесу в єдину логістичну систему, принцип оптимізації ресурсів: мінімізація витрат на матеріали, транспорт, роботу, принцип гнучкості та адаптивності; можливість пристосування логістичної моделі до змінних умов будівництва. **Практична значимість.** Результати дослідження свідчать про те, що впровадження логістичних моделей у цивільному будівництві є актуальним та перспективним напрямком для оптимізації процесів у цьому секторі. Застосування логістики може сприяти ефективному управлінню ресурсами, підвищенню продуктивності та зменшенню витрат, що відзначається практичною важливістю даного дослідження.

Ключові слова: цивільне будівництво; логістичні моделі; оптимізація процесів; ефективність; економічна доцільність

Вступ

Зведення житлових будівель – це складний багатоетапний процес, який потребує ретельної координації та управління численними ресурсами. Традиційні методи організації будівельних проєктів часто не дають можливості в повній мірі використовувати потенціал для оптимізації та підвищення ефективності.

Будівельний проєкт – це комплексний процес, який включає в себе: проєктування, отримання дозволів, фінансування, закупівлю матеріалів, будівництво, введення в експлуатацію.

На кожному етапі задіяні різні учасники: замовники, проєктувальники, підрядники, постачальники, державні органи.

Успішна реалізація проєкту залежить від чіткої координації дій всіх учасників, а також ефективного управління ресурсами: матеріалами, фінансами, людськими ресурсами, часом.

Традиційні методи організації будівельних проєктів часто характеризуються:

- недостатньою координацією дій учасників: відсутність єдиної інформаційної системи, фрагментарність планування, розбіжності в цілях та пріоритетах;
- неефективним управлінням ресурсами: недоліки в ланцюжку постачання, нераціональне використання матеріалів, простої робочої сили, зриви термінів;
- низькою якістю: недотримання норм та стандартів, виникнення дефектів, переробки;

– високим рівнем витрат: необґрунтовані перевитрати, неекономне використання ресурсів, штрафи за зриви термінів.

Логістика, як наука про управління потоками матеріалів, інформації та фінансів, може запропонувати нові підходи до оптимізації організаційних процесів у цивільному будівництві. Різноманітні логістичні концепції та методи можуть бути застосовані на різних етапах будівництва, від постачання матеріалів до планування ресурсів та управління відходами.

Принципи логістики:

1. Саморегулювання (збалансованість виробництва).

2. Гнучкість (можливість внесення змін в графік закупівлі матеріалів зміна в термінах постачання).

3. Мінімізація об'ємів запасів.

4. Моделювання руху матеріальних потоків.

5. Управління матеріальними потоками.

6. Надійність в забезпеченні ресурсами.

7. Економічність (скорочення рівня запасів продукції у споживача до 30...45 %, підвищення рівня інформаційного обслуговування, транспорт) (Арутюнян, & Данкевич, 2019).

Впровадження логістичних моделей у цивільному будівництві може призвести до значного покращення ефективності та економічної доцільності. Очікується, що це може дати позитивні результати в багатьох напрямках.

Економічні переваги:

– скорочення тривалості будівництва: завдяки оптимізації ланцюгів постачання та планування ресурсів, час будівництва може бути значно скорочений. Це призведе до зменшення витрат на: процентні платежі за кредитами, оренду будівельної техніки, зарплату персоналу;

– логістичні моделі дозволяють мінімізувати витрати на: матеріали за рахунок оптових закупівель та оптимізації складських запасів, транспорт за рахунок раціональних маршрутів та консолідації вантажів, робочу силу за рахунок кращого планування та підвищення продуктивності, витратні матеріали за рахунок зменшення браку та переробок;

– підвищення рентабельності: збільшення рентабельності проекту за рахунок економії коштів та скорочення термінів будівництва.

Якісні переваги:

– підвищення якості будівельних робіт. Застосування логістичних принципів сприяє:

кращому контролю якості на всіх етапах будівництва, зменшенню дефектів та браку, підвищенню відповідності проєктної документації, забезпеченню довговічності та надійності будівель;

– зменшення впливу на довкілля. Логістичні моделі дозволяють: раціонально використовувати ресурси, мінімізувати обсяги будівельних відходів, зменшити забруднення навколишнього середовища.

Інші переваги:

– підвищення конкурентоспроможності: будівельні компанії, які впроваджують логістичні моделі, стають більш конкурентоспроможними на ринку завдяки кращому управлінню проєктами, економії коштів та підвищенню якості;

– підвищення рівня безпеки. Логістичні моделі сприяють: зменшенню ризиків травматизму, покращенню умов праці, підвищенню загальної безпеки на будівельному майданчику.

Мета

Відповідно проаналізованої проблеми витікає необхідність в більш детальному дослідженні та обґрунтуванні переваг впровадження логістичних моделей для оптимізації організаційних процесів у цивільному будівництві.

Методика

Для досягнення поставлених завдань буде використовуватися комплекс методів дослідження, включаючи:

– системний аналіз: вивчення та узагальнення наукової літератури з питань організації будівельних проєктів, логістики та управління ланцюгами постачання, аналіз існуючих методів та підходів до оптимізації будівельних процесів, виявлення проблем та недоліків традиційних методів організації, оцінка потенціалу логістики для оптимізації будівельних процесів;

– аналіз нормативних актів та регламентів: будівельні норми та правила (БНіП), державні будівельні норми (ДБН), державні стандарти (ДСТУ), санітарні норми та правила (СанПіН), правила пожежної безпеки (ППБ), закон України «Про логістику», митний кодекс України, правила перевезення вантажів (ДБН А.3.1-5-2016, 2016);

– огляд наукових досліджень та публікацій: вивчення новітніх трендів у сфері логістики та

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

управління ланцюгами постачання, огляд наукових досліджень та публікацій з теми логістики в цивільному будівництві, порівняльний аналіз різних логістичних концепцій та моделей, економічне обґрунтування доцільності впровадження логістичних моделей;

– розробка комплексного підходу до оптимізації організаційних процесів: визначення ключових принципів логістичного менеджменту в контексті будівельних проєктів, розробка логістичних моделей для різних етапів будівництва, таких як: постачання матеріалів, планування ресурсів, управління відходами, транспортування, складування, створення алгоритмів та методик для оптимізації потоків матеріалів, інформації та фінансів;

– статистичні методи: обробка та аналіз статистичних даних про будівельну галузь, визначення факторів, що впливають на ефективність логістичних моделей, оцінка ризиків та бар'єрів, що можуть виникати при впровадженні логістики;

– методи прогнозування: прогнозування економічного та екологічного ефекту від впровадження логістики, розробка стратегії розвитку логістики в цивільному будівництві;

– аналіз ризиків та бар'єрів: виявлення ризиків, що можуть виникати при впровадженні логістичних моделей, оцінка впливу бар'єрів на ефективність логістики, розробка рекомендацій щодо подолання бар'єрів та стимулювання впровадження логістики;

– узагальнення та обґрунтування результатів: систематизація та аналіз отриманих результатів, обґрунтування практичної значущості та перспективності впровадження логістичних моделей, розробка рекомендацій щодо впровадження логістики в організаційні процеси цивільного будівництва.

Результати

Традиційні методи організації будівельних проєктів часто не дають можливості в повній мірі використовувати потенціал для оптимізації та підвищення ефективності.

Будівельна галузь стикається з рядом проблем, які негативно впливають на її ефективність:

– тривалість будівництва: за даними Світового банку, в Україні середня тривалість будівництва житлового будинку складає 2,5 роки, що значно вище показників розвинених країн;

– висока вартість будівництва: ціни на житло в Україні залишаються високими, що робить його недоступним для багатьох людей;

– низька якість будівельних робіт: нерідко трапляються випадки недотримання будівельних норм і правил, що призводить до проблем з експлуатацією будівель;

– негативний вплив на довкілля: будівельна галузь є одним із основних джерел забруднення навколишнього середовища.

Логістика, як наука про управління потоками матеріалів, інформації та фінансів, може запропонувати нові підходи до оптимізації організаційних процесів у цивільному будівництві. Різноманітні логістичні концепції, такі як «точно в термін», «безупинне поповнення запасів», «системи MRP», «інтегроване планування ланцюжка постачання» та інші, можуть бути адаптовані до специфіки цивільного будівництва.

Різноманіття логістичних концепцій та їх призначення:

– «точно в термін» (JIT) забезпечує доставку необхідних матеріалів та обладнання на будівельний майданчик саме в той час, коли вони потрібні, що мінімізує складські запаси та витрати на їх зберігання;

– «безупинне поповнення запасів» (Kanban) передбачає візуальний контроль за рівнем запасів та автоматичне поповнення їх при досягненні мінімального рівня;

– «системи MRP» (Material Requirements Planning) дозволяють планувати потреби в матеріалах на основі прогнозування та синхронізувати їх з виробничим процесом;

– «інтегроване планування ланцюжка постачання» (SCMP) об'єднує всі ланки ланцюжка постачання, від закупівлі матеріалів до здачі готового об'єкта, в єдину систему.

Практичні приклади можливого використання логістичних концепцій в цивільному будівництві (рис. 1):

логістика при роботі з великогабаритними матеріалами: застосування JIT-принципів для доставки фундаментних блоків, плит перекриття та інших великогабаритних елементів.

логістика управління відходами: розробка та впровадження систем сортування, переробки та вивезення будівельних відходів.

Існує велика кількість досліджень, які вказують на ефективність використання логістики в будівництві.

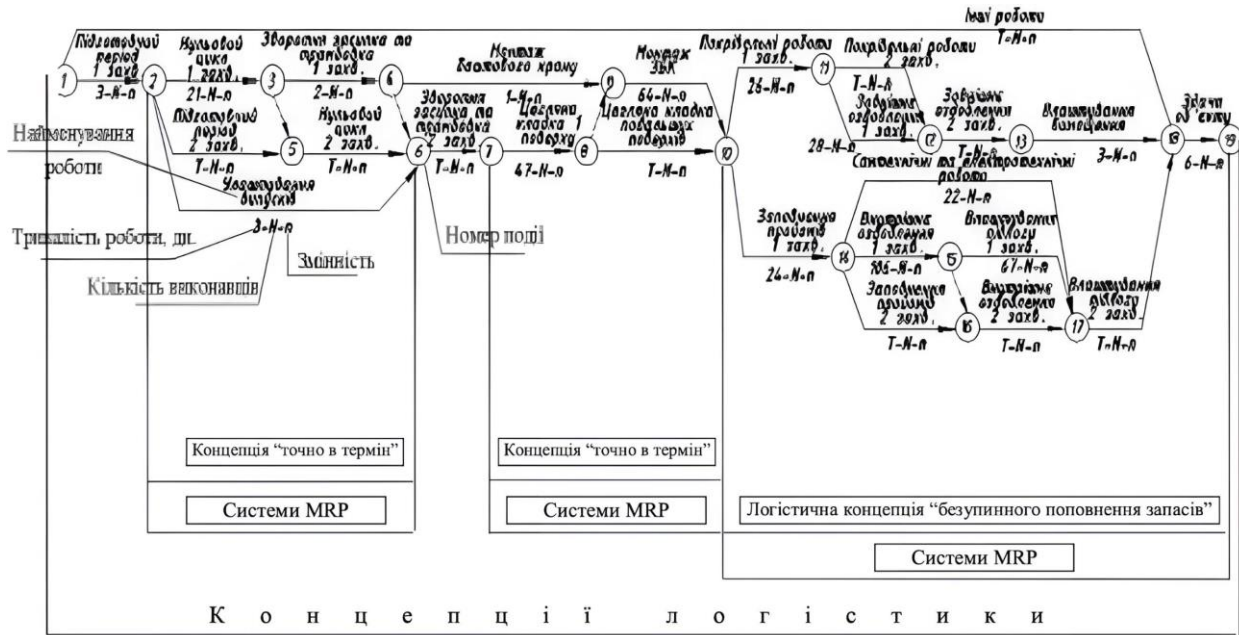


Рис. 1. Удосконалення організаційних процесів використовуючи концепції логістики при зведенні

Дослідження Hendrickson (2008) вказують на можливість зменшення собівартості та тривалості будівництва за допомогою логістичного менеджменту, зокрема, шляхом зниження витрат на оплату праці на 6 % через скорочення часу простою внаслідок відсутності необхідних матеріалів, також це дозволило зменшити рівень запасів на 50 % (Hendrickson, 2008).

Дослідження Jung, Han, Im, Ryu, (2007) показали, що застосування логістичних методів може оптимізувати рівень запасів на 25 % внаслідок налагодження процесів управління.

У дослідженні Vrijhoef, & Koskela, L. (2000) вказано, що неефективне управління постачанням може призводити до зниження продуктивності та збільшення витрат в будівництві.

Дослідження Thomas, H. R., Sanvido, V. E. (2000) показали, що несвочасні поставки можуть призводити до втрат у продуктивності на рівні від 16,6 % до 56,8 %.

Дослідження Thunberg, & Persson, (2014) показали, що лише 38 % доставок є повністю задовільними, вказуючи на можливі проблеми у виробничій логістиці в будівництві.

У дослідженні Tarantilis, & Kiranoudis, (2008) розробили власну ERP-систему на основі веб-технологій для управління бізнес-процесами та ланцюгом постачання в будівництві, досягаючи скорочення часу реалізації проєктів на 10-20 %.

У дослідженні Zhang, X., & Zhang, W. (2011)

вказано, що застосування логістики в управлінні проєктами дозволило знизити собівартість на 12,5 % і тривалість будівництва на 8 %.

Інтегрований логістичний підхід призвів до зниження собівартості на 10 % і тривалості будівництва на 6 % про це йдеться в дослідженні Cho, & Hong, (2010).

Дослідження Sacks, R., & Barak, R. (2010) показало, що логістичні практики мають значний вплив на ключові показники ефективності проєктів, такі як собівартість, тривалість, якість та безпека.

В рамках дослідження було визначено ключові принципи використання логістичних моделей в контексті цивільного будівництва:

- інтеграція з проєктною документацією: логістичні моделі повинні бути інтегровані з проєктною документацією, враховуючи обсяги та терміни поставки матеріалів, необхідну робочу силу та обладнання на кожному етапі будівництва;
- орієнтація на клієнта: використовуючи логістичні моделі, необхідно враховувати вимоги та потреби замовника, такі як терміни виконання проєкту, бюджет, якість робіт;
- оптимізація логістичних витрат: логістичні моделі повинні бути спрямовані на мінімізацію витрат, пов'язаних з транспортуванням, зберіганням матеріалів, управлінням запасами та іншими логістичними операціями;
- застосування інформаційних технологій:

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

ефективне функціонування логістичних моделей потребує використання сучасних інформаційних технологій для управління потоками матеріалів, інформації та фінансів;

– гнучкість та адаптивність: логістичні моделі повинні бути гнучкими та адаптуватися до змін у зовнішньому середовищі, таких як коливання цін на матеріали, затримки поставок, зміни проектної документації;

– безпека праці та охорона навколишнього середовища: при використанні логістичних моделей необхідно враховувати принципи безпеки праці та охорони навколишнього середовища.

Незважаючи на значні переваги, впровадження логістичних моделей в цивільному будівництві може бути обтяжене певними ризиками та бар'єрами:

– відсутність обізнаності та сприйняття новинок: багато учасників будівельної галузі мають консервативні погляди та неохоче сприймають інновації. Існує потреба у підвищенні обізнаності щодо переваг логістичних моделей та проведенні навчальних програм для будівельних фахівців;

– спротив змінам з боку окремих учасників проекту: існуюча система взаємовідносин між учасниками будівельного проекту може перешкоджати впровадженню логістики, оскільки вона потребує тісної співпраці та обміну інформацією. Деякі учасники можуть чинити опір змінам, побоюючись втрати контролю або збільшення витрат;

– складність інтеграції з існуючими інформаційними системами: впровадження логістичних моделей часто вимагає інтеграції з існуючими інформаційними системами, що використовуються різними учасниками проекту. Цей процес може бути складним і тривалим, вимагаючи значних фінансових інвестицій;

– недостатня стандартизація будівельних процесів: фрагментований характер будівельної галузі з великою кількістю зацікавлених сторін і різноманітними типами проектів може ускладнити розробку стандартизованих логістичних моделей, придатних для широкого спектру будівельних проектів;

– відсутність кваліфікованих кадрів: впровадження та супровід логістичних моделей потребують залучення фахівців, що володіють знаннями як в галузі логістики, так і в будівельній сфері. Наразі може спостерігатися нестача таких фахівців на ринку праці.

Для подолання бар'єрів та стимулювання впровадження логістичних моделей в цивільному будівництві рекомендується:

– підвищувати обізнаність та проводити навчання: організовувати семінари, конференції та тренінги для будівельних фахівців щодо переваг та принципів застосування логістичних моделей в будівництві;

– розвивати партнерство та співпрацю: заохочувати співпрацю між усіма учасниками будівельного проекту на етапі планування та реалізації, що сприятиме більш ефективному впровадженню логістичних моделей;

– впроваджувати стандарти та нормативи: розробляти та впроваджувати стандарти та нормативи щодо застосування логістичних моделей в цивільному будівництві;

– інвестувати в розвиток інформаційних технологій: впроваджувати сучасні інформаційні системи, що дозволять ефективно управляти логістичними потоками, інтегруючись з існуючими системами учасників будівельного проекту;

– підтримувати підготовку кваліфікованих кадрів: забезпечувати підготовку фахівців з логістики в будівництві в навчальних закладах, а також проводити програми підвищення кваліфікації для діючих працівників будівельної галузі;

– застосовувати державні стимули: розробляти та застосовувати державні стимули для будівельних компаній, які впроваджують логістичні моделі у свої проекти. Це можуть бути податкові пільги, субсидії або інші форми державної підтримки.

Впровадження логістичних моделей є комплексним завданням, яке потребує зусиль усіх учасників будівельної галузі – замовників, проєктувальників, підрядників, постачальників та державних органів. За умови подолання бар'єрів та спільних зусиль логістика може стати потужним інструментом підвищення ефективності, екологічності та конкурентоспроможності будівельної галузі.

Наукова новизна та практична значимість

Вперше запропоновано комплексний підхід до оптимізації організаційних процесів у цивільному будівництві на основі логістичних моделей, який охоплює всі етапи будівельного проекту. Підхід враховує специфіку цивільного будівництва та може бути застосований як на

рівні окремих будівельних об'єктів, так і на рівні цілісних будівельних проєктів.

Сформульовано три ключові принципи розробки та функціонування логістичних моделей в контексті цивільного будівництва: принцип інтеграції, принцип оптимізації ресурсів, принцип гнучкості та адаптивності.

Обґрунтування практичної значущості та перспективності впровадження логістичних моделей у цивільному будівництві: досліджено економічний та екологічний ефект від впровадження логістики, оцінено ризики та бар'єри, що можуть виникати при впровадженні, розроблено рекомендації щодо подолання бар'єрів та стимулювання впровадження логістичних моделей.

Результати дослідження можуть бути використані для розробки методичних рекомендацій, які допоможуть будівельним компаніям впровадити логістичні моделі в свою практику.

Запропонований комплексний підхід та логістичні моделі можуть бути використані для вдосконалення систем управління будівельними проєктами.

Висновки

Впровадження логістичних моделей в цивільному будівництві є актуальним та перспективним напрямком для оптимізації організаційних процесів у цьому секторі. Застосування логістики може сприяти: ефективному управлінню ресурсами, підвищенню продуктивності, зменшенню витрат, підвищенню якості будівельних робіт, зменшенню впливу на довкілля.

Результати дослідження свідчать про те, що впровадження логістичних моделей в цивільному будівництві має значний потенціал для розвитку будівельної галузі.

I. A. ARUTIUNIAN^{1*}, O. S. KOVALENKO²

^{1*}Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (066) 9007828, e-mail iranaarutunan@gmail.com, ORCID 0000-0002-5049-3742

²Department of Industrial and Civil Engineering, Zaporizhzhia National University, 226 Sobornyi ave., Zaporizhzhia, Ukraine, 69006, tel. +38 (096) 180 45 99, e-mail 22bendera.s@gmail.com, ORCID 0009-0005-2224-4174

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

- Cho, C. S., & Hong, T. P. (2010). An integrated approach to construction logistics for reducing project costs and durations. *Automation in Construction*, 19, 594-604.
- Jung, D. Y., Han, S. H., Im, K. S., & Ryu, C. K. (2007). *Modeling an Inventory Management in Construction Operations Involving On-Site Fabrication of Raw Materials*. 15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC 15, 367-379.
- Hendrickson, K. (2008). *Project Management for Construction*. Pittsburg: Prentice Hall.
- Sacks, R., & Barak, R. (2010). The impact of supply chain management practices on construction project performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), 1118-1125.
- Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2008). A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1310-1326.
- Thomas, H. R., & Sanvido, V. E. (2000). Role of the Fabricator in Labor Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), 358-360.
- Thunberg, M., & Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control*, 25(13-14), 1065-1078.
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6(3-4), 169-178.
- Zhang, X., & Zhang, W. (2011). Application of logistics management in construction project cost control. *Procedia Engineering*, 15, 447-452.
- Арутюнян, І. А., & Данкевич, Н. О. (2019). *Логістичні аспекти забезпечення будівельних об'єктів*. Запоріжжя: ЗНУ.
- ДБН А.3.1-5-2016 (2016). *Організація будівельного виробництва*. Київ: Мінрегіонбуд України.

OPTIMIZATION OF ORGANIZATIONAL PROCESSES IN CIVIL ENGINEERING USING LOGISTICS MODELS

МОСТИ ТА ТУНЕЛІ: ТЕОРІЯ, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРАКТИКА

Purpose. In accordance with the analyzed problem, there is a need for a more detailed study and justification of the benefits of implementing logistics models to optimize organizational processes in civil engineering. **Methodology.** To achieve this goal, the article conducts a systematic analysis of organizational processes in civil engineering in terms of logistics approaches. Current trends in the industry, regulations and scientific developments are considered, risks and barriers that may arise when implementing logistics models in the construction industry are analyzed, practical examples of possible use of logistics concepts in civil engineering at different stages of work and when using specific building materials are offered, ways to overcome barriers and stimulate the implementation of logistics models are provided, and an integrated approach to optimizing organizational processes in civil engineering is proposed. **Findings.** The study has shown that the introduction of logistics models in civil engineering can lead to: significant efficiency improvements, shorter construction time, reduced costs for materials and transportation, improved quality of construction work, reduced environmental impact, rational use of resources, reduced construction waste, increased competitiveness, improved safety, and increased project profitability. **Originality.** The key principles of development and functioning of logistics models in the context of civil construction are identified: the principle of integration: combining all stages of the construction process into a single logistics system, the principle of resource optimization: minimizing the cost of materials, transport, labor, the principle of flexibility and adaptability: the ability to adapt the logistics model to changing construction conditions. **Practical value.** The results of the study indicate that the introduction of logistics models in civil engineering is a relevant and promising area for optimizing processes in this sector. The use of logistics can contribute to effective resource management, increase productivity and reduce costs, which is noted by the practical importance of this study.

Keywords: civil engineering; logistics models; process optimization; efficiency; economic feasibility

REFERENCES

- Cho, C. S., & Hong, T. P. (2010). An integrated approach to construction logistics for reducing project costs and durations. *Automation in Construction*, 19, 594-604. (in English)
- Jung, D. Y., Han, S. H., Im, K. S., & Ryu, C. K. (2007). *Modeling an Inventory Management in Construction Operations Involving On-Site Fabrication of Raw Materials*. 15th Annual Conference of the International Group for Lean Construction IGLC 15, 367-379. (in English)
- Hendrickson, K. (2008). *Project Management for Construction*. Pittsburg: Prentice Hall. (in English)
- Sacks, R., & Barak, R. (2010). The impact of supply chain management practices on construction project performance. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(10), 1118-1125. (in English)
- Tarantilis, C. D., & Kiranoudis, C. T. (2008). A Web-based ERP system for business services and supply chain management: Application to real-world process scheduling. *European Journal of Operational Research*, 187(3), 1310-1326. (in English)
- Thomas, H. R., & Sanvido, V. E. (2000). Role of the Fabricator in Labor Productivity. *Journal of Construction Engineering and Management*, 126(5), 358-360. (in English)
- Thunberg, M., & Persson, F. (2014). Using the SCOR model's performance measurements to improve construction logistics. *Production Planning & Control*, 25(13-14), 1065-1078. (in English)
- Vrijhoef, R., & Koskela, L. (2000). The four roles of supply chain management in construction. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 6(3-4), 169-178. (in English)
- Zhang, X., & Zhang, W. (2011). Application of logistics management in construction project cost control. *Procedia Engineering*, 15, 447-452. (in English)
- Arutiunian, I. A., & Dankevych, N. O. (2019). *Lohistychni aspekty zabezpechennia budivelnykh ob'ektiv*. Zapozhzhia: ZNU. (in Ukrainian)
- DBN A.3.1-5-2016 (2016). *Orhanizatsiia budivelnoho vyrobnytstva*. Kyiv: Minrehionbud Ukrainy. (in Ukrainian)

Надійшла до редколегії 26.02.2024.

Прийнята до друку 26.03.2024.