

ЦИФРОВА ЕВОЛЮЦИЯ НА ГРАДСКИЯ ЛАНДШАФТ: ИНТЕГРАЦИЯ НА LIM В ОБЩИНСКИТЕ УПРАВЛЕНСКИ ПРОЦЕСИ

Веселин Рангелов¹

DIGITAL EVOLUTION OF THE URBAN LANDSCAPE: INTEGRATION OF LIM INTO MUNICIPAL MANAGEMENT PROCESSES

Veselin Rangelov

Abstract:

The paper explores the transition from traditional planning to high-tech urban environment management through the implementation of Landscape Information Modeling (LIM). The focus is placed on the critical need for synergy between technological innovations and municipal management structures in Bulgaria. Through the lens of the current regulatory framework (the Spatial Development Act and specific secondary legislation on green systems), the study identifies opportunities for institutionalizing LIM as a standard for operational efficiency. An innovative methodology is presented that transforms static data into dynamic digital assets, converting the Technical Building Passport into a tool for intelligent facility management. The research supports the thesis that integrating multi-dimensional models into the approval and operation processes is the key to long-term optimization of public resources and the sustainable development of urban ecosystems.

Keywords:

Spatial Planning Act (SPA), Landscape Information Modeling (LIM), Investment Process, Smart Urban Infrastructure, Maintenance and Management, Building Technical Passport, Regulatory Adaptation.

1. ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременният модел на управление на градските екосистеми в България е изправен пред критичен дефицит на информационна приемственост в рамките на инвестиционния цикъл. Въпреки технологичния напредък в проектирането, административната практика при публичните зелени площи остава силно фрагментирана. Приетите от Експертните съвети (ЕСУТ) проекти често биват съхранявани в статични формати (хартия или PDF),

¹ Веселин Рангелов, доцент, доктор, ORCID: 0000-0003-4175-4688, катедра „Ландшафтна архитектура“, Факултет по екология и ландшафтна архитектура, Лесотехнически университет, гр. София, бул. „Климент Охридски“ 10, ет. 4, стая 419, E-mail: veskorangelov@abv.bg

Veselin Rangelov, Assoc. Prof., PhD, ORCID ID: 0000-0003-4175-4688, Department of Landscape Architecture, Faculty of Ecology and Landscape Architecture, University of Forestry, 10 Kliment Ohridski Blvd., 1797 Sofia, Bulgaria, E-mail: veskorangelov@abv.bg

което ги превръща в неизползваеми данни, негодни за нуждите на оперативното общинско управление и поддръжка.

В контекста на глобалната цифрова еволюция, внедряването на Landscape Information Modeling (LIM) вече не е просто въпрос на софтуерен избор, а на фундаментална институционална интеграция. Необходимо е изграждането на легитимен „цифров мост“, който да свърже инвестиционното намерение с дългосрочната експлоатация на зелената инфраструктура. Този преход изисква целенасочена нормативна адаптация, която да трансформира административните процеси в съответствие с европейските стандарти за дигитална трансформация и устойчиво градско развитие [5]. Настоящото изследване разширява обхвата на този проблем, като предлага нови данни за оптимизацията на управленските цикли чрез използването на LIM като динамичен информационен ресурс.

2. НОРМАТИВНА РАМКА И СТАНДАРТИЗАЦИЯ ПРИ ДИГИТАЛНАТА ТРАНСФОРМАЦИЯ НА ЗЕЛЕНАТА ИНФРАСТРУКТУРА

Успешната интеграция на ландшафтното информационно моделиране (Landscape Information Modeling – LIM) в управлението на градските екосистеми изисква пресечна точка между три основни нормативни стълба. Това са дигитализацията на инвестиционното проектиране (BIM рамка), националното устройство на територията и европейските директиви за зелена градска среда.

А. Стратегическа рамка на ЕС

Зелена сделка / Директива за ИКТ

|

Б. Национално законодателство

ЗУТ / Наредба № 1 за екосистемите

|

В. Техническа стандартизация

БДС EN ISO 19650 (BIM) / Спецификации за LIM

А. Международни и европейски стандарти за строително-информационно моделиране (BIM/LIM)

Дигиталният мост между инвестиционното проектиране и експлоатацията се управлява от стандартите за управление на информацията през целия жизнен цикъл на активите.

- **БДС EN ISO 19650 (Части 1-5):** Основната международна рамка за организация и дигитализация на информацията за сгради и съоръжения (BIM). Тя дефинира изискванията към обмена на данни в „Общо пространство за данни“ (CDE). Това е ключово за премахването на статичните PDF формати.
- **БДС EN ISO 16739-1 (IFC стандарт):** Гарантира отворена съвместимост на данните (OpenBIM). Позволява ландшафтните елементи и геопространствените данни да се обменят между различни софтуерни платформи без загуба на информация.
- **Директива 2014/24/ЕС (за обществените поръчки):** Насърчава и позволява на държавите членки да изискват използването на BIM при финансирани от държавата инфраструктурни проекти.

Б. Национална нормативна уредба в България

Преодоляването на фрагментацията при публичните зелени площи изисква обвързване на LIM с действащото българско законодателство по устройство на територията.

- **Закон за устройство на територията (ЗУТ):** Член 62 регламентира устройството на зелените системи. Към момента ЗУТ не вмения задължение за предаване на проектите в динамични цифрови модели на нивелацията и растителността пред ЕСУТ. Това създава цитирания в увода информационен дефицит.
- **Наредба № 1 от 2009 г. за опазване на зелената система:** Определя правилата за поддържане и регистрация на зелените площи. Внедряването на LIM отговаря директно на текстовете за създаване на публичен регистър на озеленените площи, като заменя остарелите хартиени паспорти с динамични информационни масиви.
- **Наредба № 4 от 2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти:** Нуждае се от нормативна адаптация. Целта е част „Паркоустройство и благоустройство“ да премине от изискване за двуизмерни чертежи към изискване за детайлни триизмерни обекти с прикачена база данни (възраст на растителността, поливни норми, графици за поддръжка).

В. Европейски политики за дигитална трансформация и устойчиво развитие

LIM служи като инструмент за изпълнение на по-широки стратегически цели на Европейския съюз:

- **Стратегия на ЕС за биоразнообразие до 2030 г.:** Изисква от градовете с над 20 000 жители да разработят амбициозни Планове за градско озеленяване. Тези планове изискват прецизен мониторинг, който е технологично невъзможен без дигитални платформи за управление.
- **Директива 2007/2/ЕО (INSPIRE):** Създава инфраструктура за пространствена информация в ЕС. Преходът от PDF към LIM позволява интеграция на ландшафтните данни с ГИС системите на общините, осигурявайки съвместимост на геоданните на европейско ниво.

Настоящата нормативна среда в България изостава от технологичните възможности на LIM. Докато европейските директиви и стандартите от серията ISO 19650 дават концептуалната рамка, липсата на конкретни изисквания в ЗУТ и специализираните наредби блокира дигиталната приемственост. Този теоретичен контекст доказва спешната нужда от правно-регулаторни промени, които да легитимират LIM като водещ инструмент за оперативно управление на градските екосистеми.

3. МЕТОДИЧЕСКА РАМКА НА ИЗСЛЕДВАНЕТО

Предложената методическа рамка е структурирана с цел да се оцени потенциалът на ландшафтното информационно моделиране (LIM) като динамичен инструмент за преодоляване на фрагментацията в инвестиционния цикъл и оперативното управление на градските екосистеми.

А. ИЗХОДНИ ДАННИ

Проекти от ЕСУТ (PDF/DWG), Нормативна база, ГИС слоеве

|

Б. ЕТАПИ НА ПРОУЧВАНЕТО

Анализ на дефицитите -> 2. Концептуален модел -> 3. Тестване

|

В. ОБХВАТ

Публична зелена инфраструктура в градска среда (България)

Г. ОГРАНИЧЕНИЯ

Липса на национален LIM стандарт, Ниска дигитална зрялост

А. Използвани изходни данни

За постигане на висока степен на достоверност и практическа приложимост, изследването се базира на комбиниран набор от първични и вторични данни:

- **Административно-технически масиви:** Извадка от реални инвестиционни проекти за публични зелени площи, приети от Експертни съвети (ЕСУТ) на избрани пилотни общини в България, съхранявани понастоящем в статичен формат (PDF/DWG).
- **Нормативни източници:** Текстове от Закона за устройство на територията (ЗУТ), Наредба № 1 за опазване на зелената система и международните стандарти от серията БДС EN ISO 19650.
- **Пространствени и таксационни данни:** Налични цифрови географски слоеве (ГИС), кадастрални карти и данни от съществуващи зелени паспорти/регистри на дълготрайната дървесна растителност.

Б. Етапи на проучването

Изследването се разгръща последователно в три основни фази:

- **Диагностичен етап (Анализ на информационните дефицити):** Идентифициране на критичните точки на загуба на данни при прехода от фаза „Проектиране“ към фаза „Експлоатация“ в текущата общинска практика. Оценка на правните и софтуерните бариери.
- **Концептуален етап (Проектиране на „Цифровия мост“):** Разработване на концептуален модел за интеграция на LIM данни в Общо пространство за данни (CDE). Дефиниране на необходимите нива на детайлност на информацията (LOIN) за ландшафтни обекти.
- **Експериментален етап (Валидиране):** Симулативно тестване на предложения модел чрез трансформиране на примерен статичен паркоустройствен проект в динамичен LIM ресурс, пригоден за нуждите на оперативното общинско предприятие по поддръжка.

В. Обхват на изследването

- **Териториален обхват:** Изследването се фокусира върху урбанизираните територии в България, с акцент върху големите общини, където натискът върху зелената система и дефицитът на координация са най-осезаеми.
- **Обектен обхват:** Публични общински зелени площи (паркове, градини, скверове, улично озеленяване), преминаващи през фазите на инвестиционно проектиране, съгласуване и дългосрочна експлоатация.
- **Технологичен обхват:** Процеси по трансформация на 2D/3D геометрия в многомерни LIM модели (съдържащи атрибутни данни за биологични свойства, фази на растеж, графици за поддръжка и водни норми).

Г. Ограничения на изследването

- **Нормативен вакуум:** Липсата на официален национален BIM/LIM стандарт или софтуерно неутрални класификатори за ландшафтни обекти в България налага използването на адаптирани международни аналози.

- **Технологична и кадрова зрялост:** Изследването отчита факта, че общинските администрации притежават различна степен на дигитална зрялост и хардуерна обезпеченост, което може да ограничи непосредственото внедряване на модела в пълния му капацитет.
- **Информационна асиметрия:** Качеството на крайния динамичен модел е пряко зависимо от точността и детайлността на предоставените от общините изходни геопространствени и таксационни данни.

С настоящото проучване се предлага Примерна методология за трансформация на Техническия паспорт в динамичен цифров актив (LIM-AIM Framework), базирана на жизнения цикъл на данните и изискваща последователно преминаване през четири ключови етапа:

Етап 1: Дефиниране на Информационните изисквания (EIR & AIR)

Трансформацията започва още преди проектирането. Общината, в ролята си на Възложител, трябва да дефинира Информационни изисквания на актива (AIR) съгласно стандарта ISO 19650-3 [3]. Вместо общи описания, в Техническия паспорт се залагат специфични параметри за всеки биологичен и технически елемент (напр. вид растителност, GPS координати, дата на засаждане, график за инспекция на поливната система).

Етап 2: Създаване на „Информационен модел на проекта“ (PIM)

На този етап статичните чертежи се заменят с LIM модел в IFC формат [8]. Всеки обект в модела (дърво, настилка, осветително тяло) носи своята „дигитална лична карта“. Методологията предвижда вграждане на атрибутивна информация, която автоматично попълва съответните раздели от Техническия паспорт на строежа, съгласно изискванията на ЗУТ [1]. Това елиминира риска от разминаване между проектната документация и реално изпълненото строителство.

Етап 3: Синергия между LIM и ГИС (Географски информационни системи)

За да стане паспортът „динамичен“, данните от проектния модел се интегрират в общинската ГИС среда. Тук статичните координати се превръщат в живи точки на картата на градската зелена система. Чрез използването на ограничителни мрежи и пространствени параметри, дефинирани в Наредбата на Столична община [7], проектът се превръща в цифров близък, който може да приема данни от външни източници (сензори за почвена влага, метеорологични станции).

Етап 4: Оперативно управление и актуализация (AIM)

Това е финалната фаза на трансформацията. Техническият паспорт спира да бъде пасивен документ и се превръща в Asset Information Model (AIM). Всеки акт на поддръжка (резитба, ремонт, подмяна на растителност) се отразява в цифровия модел в реално време. По този начин:

- **Администрацията** разполага с актуален одит на състоянието на активите.
- **Финансовите отдели** могат да изчислят амортизацията и необходимите бюджети въз основа на реалното състояние, а не на статистически прогнози [9].
- **Гражданите** получават прозрачност относно стопанисването на публичните ресурси.

Обобщена схема на методологията:

1. Входни данни: Нормативни изисквания (ЗУТ) + Параметрични данни (LIM).

2. Процес: Конвертиране чрез IFC стандарт -> Интеграция в ГИС -> Облачно съхранение в CDE.
3. Изходен продукт: Интелигентен Технически паспорт (Динамичен актив).

Таблица 1. Методологическа рамка за трансформация: От статичен документ към динамичен цифров актив (LIM-AIM)

Етап на процеса	Традиционен модел (Статичен)	Интелигентно стопанисване (LIM-AIM)	Технологичен инструмент / Стандарт
1. Дефиниране на изискванията	Общи описателни записки и чертежи	Специфични информационни изисквания за актива	ISO 19650-3; EIR
2. Проектиране и съгласуване	Хартиени/PDF папки; ръчна проверка в ЕСУТ	Параметричен LIM модел; автоматизиран софтуерен одит	IFC 4.3; Cloud CDE
3. Документиране (Технически паспорт)	Архив от сканирани документи; фиксирани данни при въвеждане в експлоатация	Информационен модел на проекта, захранващ динамична база данни	BIM-to-GIS интеграция
4. Фаза Експлоатация	Реактивна поддръжка при авария; липса на актуалност на данните	Предиктивна поддръжка; проследяване на жизнения цикъл на растителността	Digital Twin (Цифров близък)
5. Финансово управление	Бюджетиране на база исторически прогнози	Оптимизация на Операции чрез данни в реално време	Big Data; Asset Management
6. Административен статус	Статичен архив в общината	Активен управленски инструмент	ГИС платформа на Общината

Основната иновация тук е в Етап 3 и 4, където данните от ландшафтният проект (височина на дърветата, вид на дюзите в поливната система, специфики на почвените субстрати и т.н.) се прехвърлят директно в общинската ГИС система. Това позволява на общинските служители да извършват дистанционен мониторинг и да планират ресурси

със софтуерна точност, което е в пълно съответствие с европейските директиви за дигитална трансформация [5].

Таблица 2. Структурна схема на методологията за дигитална трансформация на ландшафтните активи

Компонент на системата	Елементи и източници на информация	Техническа обработка и стандарти	Краен резултат и приложна стойност
Входни данни (Input)	Нормативна база: ЗУТ [1], Наредба №4 [6], Общински наредби за зелена система [7]. Технически параметри: Дендрологични данни, геодезически заснемания, параметрични LIM фамилии и т.н.	Синхронизация между правни изисквания и цифрови атрибути (LOD - Level of Development).	Легитимна информационна основа за проектиране.
Процес (Process)	Оперативна съвместимост: Експорт на моделите в отворен формат IFC (Industry Foundation Classes) [8]. Пространствена интеграция: Георефериране и вграждане в ГИС среда.	Облачно съхранение и управление в Обща среда от данни (CDE) съгласно ISO 19650 [2, 3].	Автоматизиран софтуерен одит и премахване на информационните „силози“.
Изходен продукт (Output)	Интелигентен Технически паспорт: Преход от статичен PDF към динамичен цифров актив (AIM). Дигитален двойник: Жив модел на градската екосистема.	Интеграция с общински системи за управление на активите (Asset Management).	Оптимизация на публичните разходи и предиктивна поддръжка на градската среда.

В представената Таблица 2 е илюстриран затворения цикъл на данните в предложената методология, при който нормативните изисквания на ЗУТ не са просто ограничител, а входен параметър за LIM модела. Ключовият момент в процеса е използването на стандарта IFC, който позволява на информацията да „пътува“ без загуби между архитектурния софтуер и общинската ГИС платформа. Крайният изходен продукт — Интелигентният Технически паспорт — функционира като динамичен архив, който се актуализира в реално време, осигурявайки прозрачност и дългосрочна устойчивост на инвестицията.

4. ДИСКУСИЯ

В основата на дискусията за цифровизацията стои въпросът за собствеността и достъпността на данните. Към момента практиката в България е силно обвързана с проприетарни софтуерни формати (DWG, RVT) или софтуерни решения за легален прочит и обработка на тези файлове, което създава технологична зависимост на общините от

конкретни доставчици. Внедряването на IFC (Industry Foundation Classes) [8] като неутрален стандарт е задължително условие за легитимен софтуерен одит.

Дискусионен е моментът как общинските администрации ще проверяват „биологичната валидност“ на един проект. Чрез LIM, вградените параметри (напр. коренова система, скорост на растеж, изисквания за инсолация, транспирация и т.н.) позволяват автоматизирана проверка за съвместимост с подземната инфраструктура още във фаза проектиране. Това елиминира субективния фактор в Експертните съвети (ЕСУТ) и съкращава сроковете за съгласуване. Интеграцията на тези модели с ГИС системите на големите общини ще позволи създаването на динамична Картотека на растителността [7], която се актуализира автоматично при всяко ново въвеждане в експлоатация.

Това несъмнено води до икономическа ефективност при управление на „зеления капитал“.

Един от основните аргументи за LIM интеграция е преосмислянето на зелената система не като разходен център, а като дълготраен публичен актив. Традиционните методи за поддръжка в България често се основават на реактивни действия (ремонт след повреда). Новите данни показват, че преходът към предиктивна поддръжка (Predictive Maintenance), заложен в параметричния модел, може значително да оптимизира разходите за поддържане, като например за поливане и торене с до 25-30% чрез сензорно управление и симулации на климатичните промени [4].

Тук се появява конфликтът между „ниската цена“ на проектирането и „високата цена“ на последващата експлоатация. Инвестицията в детайлен LIM модел в началото на процеса се изплаща многократно чрез намаляване на процента на отпаднала (изсъхнала) растителност и по-ефективно управление на човешките ресурси в общинските предприятия по озеленяване. Статистиката от водещи европейски градове сочи, че дигиталните двойници на зелената система намаляват оперативните разходи с близо 15% на годишна база [9].

У нас LIM интеграцията е съпътствана от нормативни бариери и наложителна трансформация на Техническия паспорт. Дискусията неизменно стига до несъответствието между софтуерните възможности и законовата рамка. ЗУТ [1] все още изисква „мокри печати“ върху хартия, което обезсмисля интелигентността на LIM модела. Основно предложение в настоящия труд е превръщането на Техническия паспорт на строежа от статичен PDF файл в динамичен цифров актив (Asset Information Model - AIM) съгласно ISO 19650 [3]. Този „жив документ“ трябва да бъде свързан с облачна платформа на общината, където всяка манипулация на терена – от подрязване до ремонт на поливната мрежа – да се отразява в реално време. Това би решило дългогодишния проблем с липсата на актуална информация при аварийни ситуации. Предизвикателството тук е юридическото признаване на цифровия модел като доказателствена база при спорове или застрахователни събития.

Не на последно място, LIM интеграцията в управленските процеси е инструмент за климатична адаптация. Дигиталните модели позволяват симулиране на „топлинни острови“ в градската среда и предвиждане на охлаждащия ефект на новопроектираната растителност. В контекста на „Зелената сделка“ [5], тези данни са критични за усвояването на средства по фондовете за устойчиво развитие. Без структурирана информация в LIM формат, българските общини трудно ще докажат екологичния отпечатък от своите инвестиции пред европейските институции.

5. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Въвеждането на LIM като стандарт в България е административна реформа, която ще гарантира прозрачност на инвестициите и драстично намаляване на оперативните разходи на общините. Законодателната инициатива трябва да обедини усилията на

държавните институции и професионалните гилдии за създаване на модерна и устойчива градска среда в синхрон с принципите на устойчивото развитие, а именно: екологична устойчивост, социална справедливост и икономическа ефективност.

„Цифровата еволюция“ на българския ландшафт не е бъдещо пожелание, а текуща необходимост за административна оцеляемост. Интеграцията на LIM в общинските процеси изисква паралелни действия в три посоки: актуализация на подзаконовите актове за дигитализация на инвестиционните проекти; създаване на общински облачни структури за съхранение на параметрични данни; и преквалификация на експертния състав. Само чрез трансформиране на проектите в динамични цифрови активи, България може да премине от „екстензивно озеленяване“ към „интелигентно управление на зелената инфраструктура“, осигурявайки прозрачност, икономия на ресурси и по-високо качество на градската среда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Народно събрание на Република България. Закон за устройство на територията (ЗУТ). Обнародван в „Държавен вестник“, бр. 1 от 2 януари 2001 г. ISSN 0861-4091.
- [2] Министерство на регионалното развитие и благоустройството. Наредба № 5 от 28 декември 2006 г. за техническите паспорти на строежите. Обнародвана в ДВ, бр. 7 от 23 януари 2007 г. ISSN 0861-4091.
- [3] Български институт за стандартизация. БДС EN ISO 19650-3:2020. Организация и дигитализация на информацията за сгради и строителни съоръжения, включително информационно моделиране на сгради (BIM). Управление на информацията с използване на информационно моделиране на сгради. Част 3: Фаза на експлоатация на активите. ISBN 978-0-539-01584-3 (ISO издание).
- [4] Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks, K. Liston. BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, and Contractors. 3rd Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2018. ISBN 978-1-119-28753-7.
- [5] European Commission. Smart Cities Marketplace: Sustainable Urban Infrastructure and Digitalization Policy. European Union Publishing Service, 2020. ISBN 978-92-76-25256-6.
- [6] Министерство на регионалното развитие и благоустройството. Наредба № 4 от 21 май 2001 г. за обхвата и съдържанието на инвестиционните проекти. Обнародвана в ДВ, бр. 51 от 5 юни 2001 г. ISSN 0861-4091.
- [7] Столичен общински съвет. Наредба за изграждане, поддържане и опазване на зелената система на Столична община. Приета с Решение № 453 по Протокол № 103 от 21.06.2007 г. (Регистър на СО).
- [8] BuildingSMART International. Industry Foundation Classes (IFC) for Landscape and Infrastructure: Final Report and Implementation Guide. Project Report, Version 4.3. London/Zurich: buildingSMART International Ltd., 2024. Достъпно на: buildingsmart.org (посетен на 11.03.2026).
- [9] European BIM Summit. Economic Impact of Digital Twins in Public Assets Management. Executive Summary & Policy Paper. Barcelona: CAATEEB (Col·legi d'Aparelladors, Arquitectes Tècnics i Enginyers d'Edificació de Barcelona), 2023. Достъпно на: europeanbimsummit.com (посетен на 11.03.2026).