

ИНТЕГРАЦИЯ НА ГРАДСКАТА ЛОГИСТИКА С ГРАДСКОТО ПЛАНИРАНЕ

Иво Анев¹

e-mail: ianev@unwe.bg

Резюме

В условията на глобална урбанизация и експоненциален растеж на електронната търговия, товарните превози в градовете генерират сериозни негативни външни ефекти, включително тежки задръствания, влошаване на качеството на въздуха и повишен риск от пътнотранспортни произшествия. Изследването разглежда критичната необходимост от преминаване от фрагментирани секторни политики към холистични подходи, обединяващи Плановете за устойчива градска мобилност (ПУГМ) и Плановете за устойчива градска логистика (ПУГЛ). Детайлно са анализирани съвременни теоретични концепции като „логистично разрастване“ (logistics sprawl), пространствената типология на градските логистични пространства (ГЛП) и товарно-ефективното земеползване (ТЕЗ). Разгледани са и иновативни парадигми като Физическия интернет (ФИ) и хиперсвързаната градска логистика. Специално внимание е отделено на сложния методологичен апарат, базиран на многоагентно моделиране (ММ) и многокритериален анализ, както и на ролята на дигиталните технологии, автономните превозни средства и интернет на нещата (IoT) за оптимизиране на градските дистрибуторски мрежи.

Ключови думи: градска логистика, градско планиране, устойчиво развитие, физически интернет, ПУГЛ

JEL: R41, R58, O18, L86, Q01

Увод

Съвременните градове функционират като високоефективни икономически двигатели, концентриращи човешки капитал, финансови ресурси, търговски взаимодействия и иновации. Тази безпрецедентна пространствена концентрация неминуемо изисква мащабно, непрекъснато и надеждно движение на стоки, което на практика формира гръбнака на градската икономика и поддържа жизнения стандарт на населението (Giuliano, 2023). Демографските прогнози на Организацията на обединените нации недвусмислено сочат, че до 2050 г. над 68% от световното население ще живее в градски райони, което

¹ Асистент, доктор, катедра „Логистика и вериги на доставките“, факултет „Икономика на инфраструктурата“, УНСС

предполага драстично и необратимо увеличаване на обема на градските товарни превози и логистични операции (Holguín-Veras et al., 2023).

Дефинирането на обхвата на градската логистика е обект на множество различни автори. Докато „градска“ представлява по-скоро териториалния – градски фокус, то „логистика“ изисква специфичен такъв. Едно от най-цялостните формулировки е, че логистиката е осъществяване и интегрирано управление на материалните и свързаните с тях потоци от мястото им на зараждане през всичките фази и етапи на движение до крайните потребители с цел обезпечаване на необходимото равнище на обслужване на клиентите с минимални разходи (Димитров и др., 2010). Тази дефиниция остава актуална, въпреки че парадигмата на потреблението се трансформира радикално през последното десетилетие под силното влияние на електронната търговия и развитието на многоканалната търговия на дребно. Друга формулировка за градска логистика е оптимизиране на логистичните дейности в градски условия, отчитайки трафика и потреблението на енергийни ресурси (Раковска, Драгомиров, 2018). Докато в миналото градската логистика се състоеше предимно от едрогабаритни доставки към бизнес обекти, днес се наблюдава преход към силно фрагментирани, времево-чувствителни и високочестотни доставки директно до домовете на крайните потребители (Gatta, Marcucci and Le Pira, 2023). Този модел на дистрибуция изисква огромна флотилия от лекотоварни търговски превозни средства, които да обслужват разпръснатото търсене в жилищните квартали. Тази интензификация на товарните потоци генерира значителни и трудно управляеми негативни външни ефекти. Научните изследвания показват, че градската логистика е отговорна за значителен дял от трафика в градовете – често между 10% и 15% от изминатите автомобилни километри, като същевременно генерира над 20% от потреблението на енергия и емисиите на парникови газове и локални замърсители като фини прахови частици и азотни оксиди (NOx) (Taniguchi, Thompson and Qureshi, 2018; McKinnon, 2023). Освен екологичните последствия, товарните автомобили допринасят за шумовото замърсяване, ускорената амортизация на инфраструктурата и влошаването на безопасността по пътищата. Често се създават остри конфликти в използването на ограничените градски пространства, изразяващи се в незаконно паркиране на втори ред при товаро-разтоварни дейности, блокиране на велосипедни алеи и пешеходни зони (Letnik, Mencinger and Bozicnik, 2018).

Дихотомията между абсолютната икономическа необходимост от ефективна логистика и социалния императив за чиста, безопасна и устойчива градска среда формулира един от най-сложните проблеми в управлението на съвременните градове. Традиционното градско планиране исторически е пренебрегвало специфичните нужди на товарния транспорт, като се е фо-

кусирало почти изключително върху мобилността на пътниците и личните автомобили (Russo and Comi, 2023). Този тежък дефицит в стратегическото планиране води до неоптимално разполагане на логистичните съоръжения, удължаване на маршрутите за доставка, липса на адекватни зони за товарене и разтоварване и в крайна сметка – до задълбочаване на гореспоменатите транспортни и екологични външни ефекти.

Обект на настоящото изследване е сложната, многокомпонентна система на градската логистика и нейното пространствено, регулаторно, икономическо и технологично взаимодействие със застроената градска среда. Предметът на изследване обхваща механизмите, съвременните политики, урбанистичните инструменти и технологичните иновации, чрез които товарните потоци и логистичната инфраструктура могат да бъдат хармонично и устойчиво интегрирани в дългосрочното градоустройствено развитие.

Основната цел на изследването е да дефинира, анализира в дълбочина и синтезира теоретичните основи, методологичните рамки и технологичните иновации, които са абсолютно необходими за успешната интеграция на градската логистика с градското планиране. Чрез постигането на тази цел авторът цели да докаже фундаменталната теза, че холистичният подход, обединяващ адекватни инфраструктурни решения в землеползването, интелигентни дигитални технологии и съвместно многостепенно управление, е единственият възможен път към създаването на устойчиви, жизнеспособни и икономически ефективни съвременни градове.

Методика на изследването

Изследването на сложната проблематика, свързана с интеграцията между градската логистика и урбанистичното развитие, налага използването на комплексен изследователски апарат. За постигане на заложените цели и доказване на основната теза, в настоящата разработка авторът прилага комбинация от общонаучни и специфични качествени методи. Тези методи са подбрани с цел да се осигури както теоретична дълбочина, така и практическа приложимост на резултатите в контекста на съвременното градско управление.

В първата фаза на изследването е приложен задълбочен критичен литературен обзор, съчетан с анализ и оценка на литературни източници. Чрез тях са изследвани и систематизирани водещите съвременни научни публикации, стратегически насоки (като тези на Европейската комисия) и доклади в сферата на градското планиране. Този подход позволява да бъдат прецизно дефинирани и оценени фундаменталните теоретични концепции, на които стъпва трудът – явлението „логистично разрастване“, типологията на градските логистични пространства (ГЛП), както и седемте принципа за товарно-ефективно землеползване (ТЕЗ).

Основен инструмент за обработка и логическо структуриране на събраната академична информация е дедуктивният анализ. Чрез него от макрорамките и общите глобални тенденции – като експоненциалния растеж на електронната търговия, парадигмата на Физическия интернет и хиперсвързаната градска логистика – се извеждат конкретни изводи за специфичните нужди и дефицити на локалните градски системи. Успоредно с това активно е приложен методът на индукцията, който позволява на базата на частни технологични и регулаторни решения (например внедряването на автономни роботи за доставка, карго велосипеди в микро-хъбове и сензори за Интернет на нещата) да се формулират обобщени теоретични изводи за бъдещото развитие на устойчивата градска логистика. Впоследствие, чрез метода на научния синтез, тези първоначално разединени компоненти – инфраструктурни решения, дигитални иновации и градоустройствени политики са обединени в обща, холистична рамка. Синтезът е ключов за извеждането на категоричната необходимост от концептуално и институционално сливане на Плановите за устойчива градска мобилност (ПУГМ) и Плановите за устойчива градска логистика (ПУГЛ).

За да се осигури емпирична стойност на разработката и да се валидират теоретичните постановки в реална управленска среда, е проведено казусно изследване. То се базира изцяло на вторични данни, предоставени от Столична община и общинското предприятие „Софияплан“. Казусното изследване деконструира приетия ПУГМ на София (2019 – 2035 г.) и процеса по изготвяне на задание за бъдещ местен ПУГЛ. Анализирани са конкретните интегрирани мерки, планирани от местните власти: обособяване на специализирани зони за товаро-разтоварни дейности, интелигентни системи за предварителна резервация на паркоместа, въвеждане на времево зонироване за доставки и изграждане на периферни логистични хъбове. Използването на този метод свързва абстрактните концепции за многостепенно управление със специфичните нужди и предизвикателства на българския контекст.

Съвременни методи за вземане на решения в градската логистика и градското планиране

Изследването и планирането на интеграцията между градската логистика и урбанистичното развитие изисква изключително прецизен и мултидисциплинарен методичен апарат. Градската логистика представлява сложна адаптивна система, характеризираща се с хетерогенни (разнообразни по своя характер) участници, стохастично търсене, динамични условия на трафика и пространствени ограничения. За да се обхване тази сложност, съвременната научна теория и практика прилагат комбинация от усъвършенствани симулационни модели, инструменти за пространствен анализ и

партиципативни (участие на всички заинтересовани страни) методи за подкрепа на вземането на решения.

Един от широко застъпените методологични подходи за анализ на градската логистика в съвременната литература е многоагентното моделиране (ММ) и свързаните с него мултиагентни системи (Sakai et al., 2023). За разлика от традиционните макроикономически транспортни модели, които разглеждат потоците агрегирано, ММ позволява симулирането на индивидуалните решения, поведението и взаимодействията на конкретните участници в логистичния процес на микро ниво. В тези модели всеки „агент“ (изпращач на товари, превозвач, логистичен оператор, получател, местна администрация или дори отделен гражданин) е програмиран със собствен набор от правила, цели и ограничения (Taniguchi, Thompson and Qureshi, 2018).

Тази методология перфектно улавя присъщите конфликти на интереси в градската логистика. Например докато агентите-превозвачи се стремят към строга минимизация на оперативните разходи (разход на гориво, време за пътуване, амортизация), агентите-администратори целят минимизиране на външните социални разходи (задръствания, емисии на парникови газове, шум) (Tavasszy and de Bok, 2023). За повишаване на прецизността на симулациите се интегрират алгоритми за изкуствен интелект и машинно обучение, като Q-learning и адаптивно динамично програмиране (АДП) (Taniguchi, Thompson and Qureshi, 2018). Тези подходи позволяват на виртуалните агенти да се „обучават“ от опита си и да адаптират стратегиите си за маршрутизиране в реално време, реагирайки на променящи се условия като внезапни задръствания или промени в търсенето. Платформи като SimMobility Freight, MATSim и MASS-GT интегрират ММ за оценка на дългосрочните ефекти от различни регулаторни сценарии (например такси за достъп до центъра или въвеждане на екологични зони) върху логистичните вериги и използването на градската земя (Tavasszy and de Bok, 2023; Sakai et al., 2023).

Модели за генериране на товарни пътувания

Успешното градско планиране изисква изключително точни данни за пространственото разпределение на търсенето на товарни превози. За тази цел се използват Модели за генериране на товарни пътувания, които се базират на данни на ниво отделен стопански субект (establishment data) (Sánchez-Díaz and Castrellon, 2023). Тези модели установяват статистически и математически зависимости между типа земеползване (търговия на дребно, корпоративни офиси, хотелиерство и ресторантьорство, индустриални зони) и обема на генерираните доставки. Чрез прилагане на регресионен анализ и модели на дискретен избор, урбанистите могат да прогнозират с висока точност колко товарни превозни средства ще бъдат привлечени към

дадена зона при планиране на ново строителство или промяна в предназначението на земята (Holguín-Veras et al., 2023). Това е критично за оразмеряването на инфраструктурата, като например броя на необходимите товарни рампи пред големите търговски центрове.

Многокритериален анализ за вземане на решения

Вземането на решения относно локацията на мащабни логистични съоръжения или избора на оптимални политики изисква едновременна оценка на множество разнородни и често противоречащи си критерии. За тази цел в методологията на градското планиране се прилагат методи за многокритериален анализ за вземане на решения. Аналитичният йерархичен процес (АНР) и Техниката за подреждане на предпочитанията чрез сходство с идеалното решение (TOPSIS) се прилагат рутинно за оценка на пригодността на различни терени.

В таблица 1 са систематизирани основните групи критерии, използвани при пространственото планиране на градски логистични точки чрез MCDM подходи.

Таблица 1: Многокритериални фактори за локализиране на логистични съоръжения в градска среда

Категория критерии	Специфични индикатори за оценка в MCDM моделите	Значение за градското планиране
Пространствени / Инфраструктурни	Близост до магистрали и околоръстни пътища; достъпност до железопътна/водна инфраструктура; наличност на площи за маневриране.	Гарантира бързо вливане на товарния трафик в транзитната мрежа, избягвайки малките улици
Икономически	Цена на придобиване/наем на земята; оперативни разходи за поддръжка; потенциал за икономии от мащаба (консолидация).	Определя финансовата жизнеспособност на логистичните съоръжения за частните оператори.
Екологични	Въглероден отпечатък (CO2 емисии); нива на локални замърсители (PM, NOx); шумово замърсяване.	Осигурява съответствие с местните и европейски климатични цели и регулации за чист въздух.
Социални	Близост до гъсто населени жилищни зони; риск от пътнотранспортни произшествия (особено с пешеходци/велосипедисти); обществено одобрение.	Минимизира негативния ефект върху качеството на живот на местните общности и предотвратява граждански протести.

Източник: Адаптирано по Delle Site (2023).

Допълнително се прилага многостранен многокритериален анализ (Multi-Actor Multi-Criteria Analysis – MAMCA), който надгражда стандартния MCDM, като изрично интегрира субективните предпочитания и тежести, зададени от различните групи заинтересовани страни (Le Pira et al., 2023). Този подход гарантира, че избраните политики имат високо ниво на обществено и бизнес одобрение.

Живи лаборатории и ко-създаване

Съвременната методология на градското планиране все повече разчита на концепцията за „Живи лаборатории“ (Living Labs). Те представляват отворени иновационни екосистеми, ориентирани към потребителите, в които изследователи, публични власти, частен сектор и граждани съвместно създават (co-create), прототипират и тестват градски логистични решения в реални условия (Quak, Nesterova and Lozzi, 2023). Този подход за съвместно производство на знания позволява бързо валидиране на логистични концепции (например използване на товарни велосипеди или микро-хъбове) преди тяхното мащабно регулаторно внедряване, минимизирайки риска от политически и икономически провал поради неразбиране на локалния контекст.

Роля и значение на интеграцията на градската логистика и планиране

Историческата липса на дълбока и стратегическа координация между градското пространствено развитие и логистиката е довела до сериозни структурни дисбаланси в повечето световни метрополиси. Докато градовете се уплътняват, комерсиализират и джентрифицират, логистичната инфраструктура често бива системно изтласквана към периферията, което създава порочен кръг от нарастващ трафик, емисии и несъвместимост на функциите. Основната роля на интеграцията е да прекъсне този деструктивен цикъл, създавайки функционална симбиоза между застроената среда, регулаторните рамки и физическото движение на стоки.

Феноменът на логистичното разрастване

Крайъгълен камък в разбирането на пространствената динамика на съвременната логистика е концепцията за „логистично разрастване“ (Logistics Sprawl), дефинирана и обстойно емпирично изследвана от Л. Дабланк (Dablanc, 2023; Heitz, Dablanc and Tavasszy, 2017). Този феномен описва категоричната тенденция големите складови бази, дистрибуторски центрове и куриерски терминали да се изместват от вътрешните градски зони към

далечните предградия, ексурбанизираните територии и районите около големите магистрални възли.

Основните двигатели на този процес са пазарните сили и липсата на защитни градоустройствени механизми. Високите цени на земята и наемите в градските центрове правят поддържането на складови площи икономически неизгодно спрямо развитието на офиси или жилищни сгради. В същото време, съвременните логистични операции изискват огромни хоризонтални пространства за крос-докинг, сортиране, паркиране на стотици автомобили и обработка на материалните потоци свързани с обратната логистика, каквито парцели липсват в града. Допълнителен фактор са и строгите местни регулации за достъп на тежкотоварни автомобили, които принуждават компаниите да търсят локации извън регулаторния обхват на централните общини (Dablanc, 2023).

Последиствията от логистичното разрастване са силно негативни от гледна точка на екологичната устойчивост. Тъй като крайните потребители и търговските обекти остават концентрирани в центъра на града, изнасянето на базите в периферията драстично увеличава разстоянията, които товарните автомобили трябва да изминат за доставка. Изследванията в моноцентрични градове като Париж показват директна корелация между логистичното разрастване и увеличаването на транспортните разходи, емисиите на CO₂ и локалните замърсители. Като стратегически отговор на логистичното разрастване, съвременното градско планиране силно насърчава контра-тенденцията на „логистиката на близостта“ (Buldeo Rai et al., 2022). Тя се изразява във връщането на логистични функции в гъсто населените райони чрез иновативни архитектурни и урбанистични решения, като „логистични хотели“. Това са иновативни многоетажни складове (разпространени в Азия и вече навлизащи в Европа, например Chapelle International в Париж), които комбинират логистика на първите етажи със сървърни помещения, спортни съоръжения, офиси или градско земеделие на горните нива, позволявайки безпроблемното им вписване в градската тъкан без да нарушават естетиката и функционалността на квартала (Dablanc, 2023).

Седемте принципа за товарно-ефективно земеползване

За системното преодоляване на пространствените и функционални предизвикателства, изследователският екип около Холгуин-Верас формулира фундаментална рамка от седем принципа за интегриране на товарните превози в градоустройството, известна като „Товарно-ефективно земеползване“ (TE3) (Holguín-Veras et al., 2023). Тези принципи служат като пътеводна светлина за общинските плановици:

- **Минимизиране на частните и външните разходи:** доброто планиране трябва фино да балансира нуждите на бизнеса за намаляване на оперативните транспортни разходи с категоричния обществен интерес за минимизиране на екологичните и социалните вреди (външни ефекти).
- **Разбиране на поведението по веригата на доставки:** Градоустройствените планове не трябва да третират бизнеса като хомогенна маса. Те трябва да се базират на задълбочен анализ на това как различните сектори генерират трафик, правейки ясно разграничение между товарно-интензивни сектори и сектори, ориентирани към услуги.
- **Насърчаване на компактни вериги на доставки:** инструментите на зонирването трябва активно да стимулират разполагането на логистичните възли в разумна географска близост до крайните клиенти, предотвратявайки гореописаното логистично разрастване и скъсявайки драстично транспортните разстояния.
- **Ангажиране на заинтересованите страни:** интеграцията е невъзможна без консенсус. Всички регулаторни и пространствени промени трябва да се разработват в тясно партньорство с превозвачите, търговците и локалните общности, за да се избегнат нежелани икономически шокове и съпротива (Browne and Goodchild, 2023).
- **Координация между транспорта и земеползването:** пътната инфраструктура, габаритите на улиците и зоните за товаро-разтоварни дейности трябва да бъдат проектирани така, че да отговарят стриктно на капацитета и нуждите на зонираните в съседство търговски обекти.
- **Проактивно, а не реактивно планиране:** градовете трябва да предвиждат нуждите от логистични пространства в своите дългосрочни генерални планове десетилетия напред, запазвайки терени за логистика, преди земята да бъде напълно погълната от по-печеливши жилищни или комерсиални проекти.
- **Фокус върху общественото благосъстояние:** всяка интервенция в пространството или логистиката трябва да бъде подчинена на върховната цел: подобряване на качеството на живот, здравето на населението и повишаване на общата икономическа жизненост и конкурентоспособност на града.

Последният принцип често може да бъде изкривяван от гледна точка на икономическите приходи, които биха били генерирани, но неговата цел и същност е в създаването на среда, която еволюира и се подобрява, както параметрично, така и като възприятие от хората.

Типология на градските логистични пространства

За да се реализират на практика принципите на ТЕЗ и компактните вериги на доставки, е необходима ясна, йерархична пространствена структура на логистичните съоръжения в рамките на метрополния ареал. Въз основа на мащабни изследвания, Патие и Тоалие (Patier and Toilier, 2018) разработват изчерпателна типология на Градските логистични пространства (ГЛП). Тези пространства се класифицират в шест основни категории, всяка изпълняваща специфична функция в декомпозирането и консолидирането на товарните потоци по пътя им към клиента. Таблица 2 илюстрира тази типология.

Таблица 2: Типология на Градските логистични пространства (ГЛП)

Тип логистично пространство (ГЛП)	Акроним	Пространствен обхват и локация	Основна логистична функция и роля в града
1	2	3	4
Градска логистична зона (Freight village)	ULZ	Периферия на метрополния ареал; близо до магистрали, пристанища, жп възли.	Мащабен интермодален хъб. Свързва националните/глобални мрежи с регионалната дистрибуция. Складиране на едро
Градски дистрибуторен център (Urban Consolidation Center)	UDC	Границата между града и предградията; индустриални зони.	Консолидира стоки от различни доставчици. Прехвърля товарите от тежкотоварни камиони към ванове и леки камиони за дистрибуция в центъра.
Пункт за прием на превозни средства	VRP	Вътрешността на града; улици, подземни паркинги на търговски центрове.	Специализирана микро-инфраструктура за временно спиране и товаро-разтоварни дейности. Оптимизира престоя и предотвратява задръствания
Пункт за прием на стоки (Pick-Up / Drop-Off)	GRP	Квартално ниво; вътрешност на съществуващи търговски обекти (магазини, бензиностанции).	Обекти за получаване/връщане на пратки от крайни клиенти. Консолидира B2C доставките и елиминира неуспешните доставки до дома.

Продължение

1	2	3	4
Автоматизирана пощенска станция (Parcel lockers / Micro-hub)	ULB	Микро-ниво; обществени пространства, жилищни комплекси, спирки.	Автоматизирани пощенски станции или малки контейнери. Служат като трансферни точки за доставки на последната миля с пешеходни куриери или карго велосипеди.
Мобилно градско логистично пространство	mULS	Временно позиционирани в стратегически точки (площади, паркинги, канали).	Специализирани ремаркета или баржи, които действат като мобилни депа за няколко часа дневно. Спестяват разходи за наем на постоянни обекти в скъпия център.

Източник: Адаптирано по Patier and Toilier (2018).

Ролята на публичните власти (общините) е абсолютно критична за интегрирането на тази типология. Чрез градоустройствени инструменти, промени в регулационните планове и изисквания към строителните разрешения (building codes), властите могат и трябва да задължават инвеститорите да предвиждат адекватни зони за прием на превозни средства (VRP) в новите бизнес сгради и ULB пространства в новите жилищни комплекси (Patier and Toilier, 2018; Dabanc, 2023).

Стратегическа интеграция: ПУГЛ и ПУГМ

На най-високото стратегическо и административно ниво, концепцията за устойчиво градско развитие налага пълна хармонизация между политиките за мобилност на пътниците и дистрибуцията на стоките. Признавайки този факт, Европейската комисия силно препоръчва и методически подпомага разработването на специализирани Планове за устойчива градска логистика (ПУГЛ), които трябва да бъдат концептуално, времево и пространствено интегрирани в по-широките Планове за устойчива градска мобилност (ПУГМ) (Russo and Comi, 2023; European Commission, 2019). Исторически, ПУГМ документите са разглеждали логистиката изключително маргинално, което е водело до „силозно“ (напълно изолирано) управление, при което общественият транспорт, личните автомобили и товарните флотилии се състезават за една и съща ограничена улична инфраструктура без никаква системна координация. Интегрираният ПУГЛ/ПУГМ подход признава категорично, че градските

пространства и енергийните мрежи са споделен ресурс. Съгласно актуализираните европейски насоки (European Commission, 2019), процесът на интеграция на градската логистика преминава през четири строго дефинирани фази (Russo and Comi, 2023): **фаза на инициране и подготовка (inception phase)**: извършва се всеобхватен анализ на настоящата ситуация. Оценява се институционалният капацитет, идентифицират се логистичните предизвикателства и се събират първични данни. Ключов елемент тук е изграждането на „Партньорства за качество на товарните превози“ (freight quality partnerships – FQP), обединяващи публичния и частния сектор в постоянен диалог. Разработване на визия и стратегия чрез дефиниране на дългосрочни, амбициозни, но постижими цели за декарбонизация на градския товарен транспорт. Това включва планиране на зони с нулеви емисии (ZEZ) и пълно съгласуване с изискванията на Трансевропейската транспортна мрежа (TEN-T) за градските възли. Оперативно планиране (operational planning) чрез транслиране на високото ниво на визията в конкретни, бюджетирани пространствени и регулаторни мерки. Това включва планиране на земи за изграждане на UDC (от таблица 2), насърчаване на карго велосипеди за последната миля и въвеждане на интелигентни системи за управление на трафика. Също така мониторинг и оценка чрез дефиниране на ясни ключови показатели за ефективност (KPIs) за проследяване на реалното намаляване на CO2 емисиите, шумовото замърсяване и времето за престой на превозните средства, използвайки съвременни дигитални инструменти за мониторинг. В контекста на многостепенното управление (multi-level governance), успехът на тази интеграция зависи от способността на градовете да съгласуват своите локални ПУГЛ документи не само с общинските планове, но и с регионалните мастер-планове за земеползване и националните транспортни стратегии (Hansson в Marcucci, Gatta and Le Pira, 2023).

ПУГМ и ПУГЛ в Столична община

В Столична община ПУГМ е приет от Столична община за периода 2019 – 2035 г., този план поставя във фокуса хората. Неговата цел е да осигури безопасни, бързи и екологични начини за придвижване чрез развитие на обществения транспорт, изграждане на велосипедна инфраструктура, разширяване на пешеходните зони и намаляване на зависимостта от личния автомобил (вкл. чрез успокояване на трафика – зони 30 км/ч).

ПУГЛ (План за устойчива градска логистика) все още не е създаден, но е направена презентация, която е стъпка преди изготвяне на същинското задание. Самият план трябва да обхваща снабдяването на търговски обекти, куриерските доставки, комуналните услуги (като сметоизвозване) и движението на тежкотоварни автомобили. Разработването на ПУГЛ за София (во-

дено експертно от ОП „Софияплан“) е логично продължение и надграждаща стъпка на самия ПУГМ, като към 2026 г. все още ПУГЛ не е разработен.

За да заработят двата плана в синхрон, Столична община и „Софияплан“ залагат редица интегрирани мерки като обособяване на специализирани паркоместа (товарни зони). Анализ и проектиране на конкретни места за товароразтоварни дейности, като по този начин доставчиците имат отредено място за престой, без да блокират лентите за движение или инфраструктурата за микромобилност, заложена в ПУГМ. Смарт системи и дигитализация чрез създаване на умна система за предварително резервиране на паркоместа за доставки. Това позволява на общината да контролира кога и къде спират логистичните автомобили, предотвратявайки струпването им в тесни улици. Времево зонироване чрез въвеждане и стриктно спазване на графици за зареждане на търговските обекти по зони. Целта е да се избегне сблъсъкът между логистиката и трафика на гражданите, пътуващи за работа или училище. Микрологистиката, която представлява един от най-модерните аспекти на интеграцията. ПУГЛ насърчава доставките в центъра (и в нискоемисионните зони) да се извършват чрез товарни велосипеди (cargo bikes) или малки електрически превозни средства. Това директно осмисля и подпомага изграждането на по-широка велосипедна мрежа, планирана в ПУГМ. Изместване на тежкия трафик в периферията чрез устройствено обезпечаване и създаване на логистични хъбове (консолидационни центрове) в периферията на града (около Околовръстния път). В тях тежкотоварните камиони разтоварват стоките си, а към центъра те се извозват от малки, екологични превозни средства.

Технологии, подпомагащи интеграцията на градската логистика и планиране

Колкото и съвършено да е градоустройственото планиране на хартия, успешната интеграция на логистиката в динамичната градска среда е напълно невъзможна без мащабното внедряване на напреднали технологични парадигми и дигитални иновации. Технологиите действат като свързваща нервна система, която позволява гъвкаво, прозрачно и максимално оптимизирано използване на физическата инфраструктура, смекчавайки удара от растящото B2C търсене (Jaller et al. в Marcucci, Gatta and Le Pira, 2023).

Една от най-революционните, трансформиращи концепции в съвременната логистична наука е Физическият интернет (ФИ), предложен първоначално от Б. Монтрый и доразвит в контекста на градовете. Тази концепция метафорично прилага фундаменталните принципи на дигиталния интернет (където пакети от данни се рутират динамично през отворени сървъри) към физическия свят на транспортиране на материални блага. Вместо цифрови

данни, ФИ пренася стандартизирани, модулни и интелигентни контейнери (ФИ-контейнери) през напълно отворена, споделена мрежа от логистични възли (ФИ – свързващи точки, кореспондиращи с UDC и ULB) и превозвачи (ФИ – превозни средства).

В традиционните логистични модели всяка куриерска или транспортна компания изгражда собствена, затворена и изолирана мрежа за дистрибуция. Това води до катастрофално нисък коефициент на натоварване на превозните средства (често празни курсове) и масивно дублиране на складови мощности в града. Физическият интернет преодолява тези структурни неефективности чрез абсолютна хоризонтална колаборация и универсално етикетиране (Quak, Kok and den Boer, 2018). В контекста на градското планиране, интеграцията на ФИ позволява радикално оптимизиране на пространството – вместо всеки оператор да изгражда собствен склад в периферията, градът предоставя или регулира споделени ФИ-хъбове.

Разширявайки идеите на Физическият интернет в специфичния, силно рестриктивен контекст на градската среда, Крейник, Клиби и Монтрьой формулират модела на Хиперсвързаната градска логистика (ХГЛ) (Crainic, Klibi and Montreuil, 2023, pp. 398-421). Архитектурата на ХГЛ се крепи върху 14 основни концепции, разделени в две главни категории, които са представени на фигура 1.



Източник: Адаптирано по Crainic, Klibi and Montreuil (2023).

Фигура 1: Четиринадесетте основни концепции на Хиперсвързаната градска логистика

Информационни технологии, IoT и Дигитални близнаци

За да функционират гореописаните хиперсвързани концепции, градското планиране разчита фундаментално на интеграцията на информационни и комуникационни технологии, интелигентни транспортни системи и анализ на големи данни (Taniguchi, Thompson and Qureshi, 2018). Интернет на нещата (Internet of Things – IoT) трансформира пасивната градска инфраструктура в „интелигентна“, сензорно-наситена среда.

Отличен пример за тази интеграция е динамичното управление на зоните за товаро-разтоварни дейности в условията на последната миля (Letnik, Mencinger and Bozicnik, 2018). Чрез вграждане на IoT сензори в асфалта на пунктовете за прием на превозни средства и свързването им със специализирани мобилни приложения, общините предоставят на логистичните оператори възможност за резервация на място в реално време (smart parking). Системата оптимизира маршрута на камиона до свободното място, като драстично намалява безцелното обикаляне, елиминира незаконното паркиране и повишава пропускателната способност на уличната мрежа.

Допълнително, агрегирането на генерираните масиви от данни от GPS устройства, смартфони и улични камери подхранва процесите на прогнозно моделиране. Това позволява на градовете да създават „дигитални близнаци“ – изключително детайлни виртуални реплики на физическата градска транспортна и логистична система. Чрез дигиталния близнак, урбанистите и логистичните експерти могат да симулират ефектите от всяка нова логистична политика (например промяна на посоката на движение по ключова артерия или разкриване на нов градски дистрибуционен център) преди нейното рисково и скъпо физическо прилагане в реалността (Tavasszy and de Bok, 2023).

Роботизация, автоматизация и превозни средства с нулеви емисии

На най-оперативното ниво, фазата на последната миля (last-mile delivery) претърпява радикална технологична революция чрез процесите на роботизация и автоматизация (Quak, Kok and den Boer, 2018). Навлизането на автономни превозни средства (АПС) за доставка и безпилотни летателни апарати (дронове / безпилотни самолети) предлага съвършено нови инструменти за обслужване на гъсто населени или труднодостъпни райони. АПС устройствата са малки, електрически роботи, които се движат предимно по тротоари или изцяло пешеходни зони, като избягват препятствия чрез напреднал изкуствен интелект и компютърно визуално разпознаване. Интегрирането им в градското планиране изисква обаче адаптиране на настилките, рампите и тротоарните габарити, за да се гарантира безконфликтно съвместно съществуване с пешеходците.

Едновременно с това, неотменна част от интеграцията е мащабният технологичен преход към флотилии от превозни средства с нулеви емисии. Този преход не може да се случи единствено по волята на пазара; той е критично зависим от градското планиране чрез изграждането на гъста, високоволтова мрежа от зарядни станции в депата и на обществени места (Taniguchi, Thompson and Qureshi, 2018). За по-плътните градски ядра, ключова роля придобива велогистиката, при която тежките ванове се заменят от електрически товарни велосипеди, опериращи от микро-хъбове (ULB) (Lebeau et al., 2023; Björklund and Gammelgaard, 2023, pp. 160-177).

Не на последно място, дигитализацията отключва иновативни бизнес модели, базирани на икономиката на споделянето, като „краудшипинг“. При този модел се осъществява дълбока интеграция на пътническата мобилност с доставката на стоки, като обикновени граждани влизат в ролята на куриери по време на своите ежедневни пътувания (комбинирайки маршрути чрез метро или пеша), което оптимизира максимално използването на вече наличния капацитет на градския транспорт и личните пътувания (Gatta, Marcucci and Le Pira, 2023).

Заклучение

Интеграцията на градската логистика с процесите на градското пространство и стратегическо планиране представлява не просто административно предизвикателство, а фундаментална промяна в парадигмата за управление и развитие на съвременните градове. Историческото пренебрегване на нуждите на товарните превози в градоустройствените планове е генерирало тежки пространствени и екологични дисбаланси. Това се изразява най-ясно чрез феномена на логистичното разрастване, който непрекъснато изтласква складовите бази към периферията, мултиплицирайки транспортните разстояния, въглеродните емисии и външните социални разходи.

Настоящият научен труд се стреми да покаже, че преодоляването на тези сериозни предизвикателства изисква дълбок, синергичен подход. Този подход трябва да стъпва върху солидна теоретична основа (като 7-те принципа за товарно-ефективно земеползване – ТЕЗ), ясно дефинирана и нормативно обезпечена пространствена типология (включваща пълния спектър от градски логистични пространства – от мащабни логистични зони до локални микро-хъбове) и съвременни партисипативни методологии за оценка (включващи многоагентно микросимулационно моделиране, живи лаборатории и многоактьорен многокритериален анализ). Разработването на План за устойчива градска логистика (ПУГЛ) на София е наложителна стъпка, която да надгради вече приетия ПУГМ. За да бъде ефективен бъдещият план, авторът препоръчва той да стъпи на мащабни емпирични проуч-

вания и да приложи конкретни интегрирани мерки: ускорено изграждане на периферни консолидационни хъбове за тежкотоварния трафик, въвеждане на строго времево зонироване и умни дигитални системи за резервация на товарни зони. Същевременно е ключово да се стимулира микрологистиката (като товарни велосипеди в нискоемисионните зони) и да се проучат иновативни пространствени решения, като оползотворяването на подземната инфраструктура на столицата за изграждане на микро-хъбове и трасета за автономни доставки.

От технологична гледна точка, процесите на дигитализация и физическа автоматизация действат като мощни катализатори на тази сложна интеграция. Революционни концепции като Физическият интернет и детайлните 14 принципа на хиперсвързаната градска логистика (ХГЛ) недвусмислено очертават бъдещето на отворени, колаборативни, стандартизирани и високо-ефективни логистични мрежи. Интегрирането на интернет на нещата (IoT) за динамично управление на инфраструктурата, навлизането на автономни превозни средства и използването на дигитални близнаци гарантира, че градската среда и търсенето на логистични услуги ще бъдат динамично синхронизирани в реално време.

Резултатите от настоящото изследване потвърждават постигането на заложената основна цел. В рамките на разработката бяха детайлно дефинирани, анализирани и синтезирани всички критични аспекти – теоретични парадигми, методологични инструменти, пространствени концепции и технологични иновации – които правят интеграцията между товарната логистика и урбанистичното планиране не просто възможна на теория, а абсолютно задължителна на практика. Ефективното осъществяване на тази дълбока интеграция е единственият доказан механизъм, който може да осигури необходимия устойчив баланс между икономическата виталност на съвременните вериги на доставки и неотменимото право на гражданите да обитават чиста, безопасна и висококачествена градска среда.

Въпреки постигнатите резултати и формулираните изводи, настоящото изследване има своите естествени ограничения, произтичащи от предимно теоретичния и качествен характер на анализа, който стъпва основно на вторични данни и концептуални рамки. За да се валидират предложените интеграционни модели, бъдещите изследователски усилия трябва да се насочат към провеждането на мащабни количествени проучвания, фокусирани специфично върху територията на Столична община. Едно такова продължение би могло да включва събиране на първични данни, емпирично измерване на готовността на бизнеса за споделени ресурси и пространствено-икономическо моделиране на оптималните локации за логистични възли. Същевременно, като изключително перспективно направление за бъдещи

проучвания се очертава изследването на иновативни и нестандартни пространствени решения. Особено внимание следва да се обърне на неизползвания потенциал на подземните градски пространства като възможност за логистика в градска среда. Проучването на опции за адаптиране на подземна инфраструктура – като използване на съществуващи подземни пространства за създаване на подземни консолидационни микро-хъбове или специализирани трасета за автономни доставки – би могло радикално да освободи ценна наземна площ и да минимизира конфликтите с пътническия трафик и пешеходната мобилност в столицата.

Използвана литература

- Димитров, П., Толев, М., Тодоров, Ф., Величкова, Е., Корбанколева, Ив. (2010). *Логистични системи*. УИ „Стопанство“. (Dimitrov, P., Tolev, M., Todorov, F., Velichkova, E., Korbankoleva, Iv., 2010, Logistics Systems. Institute of Economics).
- Раковска, М., Драгомиров, Н., Луканов, К. (2018). *Бизнес Логистика*. Издателски комплекс УНСС. (Rakovska, M., Dragomirov, N., Lukanov, K., 2018, Business Logistics. UNWE Publishing Complex).
- Björklund, M., & Gammelgaard, B. (2023). Urban freight consolidation and delivery: state of the art. In E. Marcucci, V. Gatta, & M. Le Pira (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 8, pp. 160-177). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Browne, M., & Goodchild, A. (2023). Overview on stakeholder engagement. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 15, pp. 311-326). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Buldeo Rai, H., Kang, S., Sakai, T., Tejada, C., Yuan, Q., Conway, A. and Dablanс, L. (2022). Proximity logistics: Characterizing the development of logistics facilities in dense, mixed-use urban areas around the world. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Vol. 166, pp. 41-61.
- Crainic, T. G., Klibi, W., & Montreuil, B. (2023). Hyperconnected city logistics: a conceptual framework. In E. Marcucci, V. Gatta, & M. Le Pira (Eds.), *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 20, pp. 398-421). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Dablanс, L. (2023). Land-use planning for a more sustainable urban freight. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 12, pp. 246-266). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Delle Site, P. (2023). Assessment of innovative city logistics solutions. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and*

- Urban Freight* (Chapter 13, pp. 267-286). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- European Commission. (2019). *Topic Guide: Sustainable Urban Logistics Planning*. Brussels: Directorate-General for Mobility and Transport.
- Gatta, V., Marcucci, E., & Le Pira, M. (2023). E-commerce and urban logistics: trends, challenges, and opportunities. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 21, pp. 422-443). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Giuliano, G. (2023). The challenges of freight transport in cities. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 1, pp. 11-34). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Heitz, A., Dablanc, L. and Tavasszy, L.A. (2017). Logistics sprawl in monocentric and polycentric metropolitan areas: the cases of Paris, France, and the Randstad, the Netherlands. *REGION*, 4(1), pp. 93-113.
- Holguín-Veras, J., Rivera-González, C., Caron, B., Amaral, J. C., & Ismael, A. (2023). Integrated transportation and land-use program to improve metropolitan freight system performance. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 2, pp. 35-59). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Le Pira, M., Marcucci, E., Gatta, V., Ignaccolo, M., & Inturri, G. (2023). Participatory decision-support tools for stakeholder engagement in urban freight transport policy making. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 16, pp. 327-345). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Lebeau, P., Cok, B., Kees, C., & Macharis, C. (2023). Towards more sustainable vehicles for the last mile? Cycle logistics as a part of the solution. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 9, pp. 178-189). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Letnik, T., Mencinger, M., & Bozicnik, S. (2018). Dynamic Management of Urban Last-Mile Deliveries. In Taniguchi, E. & Thompson, R. G. (Eds.). *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives* (Chapter 2, pp. 23-44). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- McKinnon, A. (2023). Environmentally sustainable city logistics: minimising urban freight emissions. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 23, pp. 463-482). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Patier, D., & Toilier, F. (2018). Urban Logistics Spaces: What Models, What Uses and What Role for Public Authorities? In Taniguchi, E. & Thompson, R. G. (Eds.). *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives* (Chapter 8). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.

- Quak, H., Nesterova, N., & Lozzi, G. (2023). Living labs for transitions in urban freight transport systems. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 17, pp. 346-364). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Russo, F., & Comi, A. (2023). Overview of urban freight transport planning and European suggestions. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 11, pp. 225-245). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Sakai, T., Jing, P., Alho, A. R., Seshadri, R., & Ben-Akiva, M. (2023). Evaluating city logistics solutions with agent-based microsimulation. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 5, pp. 98-114). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Sánchez-Díaz, I., & Castrellon, J. P. (2023). Freight trip generation models: using establishment data to understand the origin of urban freight traffic. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 6, pp. 115-140). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.
- Taniguchi, E. and Thompson, R.G. (eds.) (2018). *City Logistics 2: Modeling and Planning Initiatives*. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Taniguchi, E., Thompson, R. G., & Qureshi, A. G. (2018). Recent Developments and Prospects for Modeling City Logistics. In Taniguchi, E. & Thompson, R. G. (Eds.). *City Logistics 1: New Opportunities and Challenges* (Chapter 1). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Tavasszy, L., & de Bok, M. (2023). Overview of urban freight transport modelling. In Marcucci, E., Gatta, V. & Le Pira, M. (Eds.). *Handbook on City Logistics and Urban Freight* (Chapter 3, pp. 60-77). Cheltenham: Edward Elgar Publishing.

INTEGRATION BETWEEN CITY LOGISTICS AND CITY PLANNING

Assist. Prof. Ivo Anev, PhD
Department of Logistics and supply chains
Faculty of Economics of Infrastructure
University of National and World Economy
e-mail: ianev@unwe.bg

Abstract

In the context of unprecedented global urbanization and the exponential growth of e-commerce, urban freight transport generates severe negative externalities, including heavy traffic congestion, air quality deterioration, and an increased risk of traffic accidents. The study examines the critical need to transition from fragmented sectoral policies to holistic approaches that integrate Sustainable Urban Mobility Plans (SUMP) and Sustainable Urban Logistics Plans (SULP). Contemporary theoretical concepts such as “logistics sprawl”, the spatial typology of urban logistics spaces (ULS), and freight-efficient land use (FELU) are analyzed in detail. Innovative paradigms such as the Physical Internet and hyperconnected urban logistics are also discussed. Special attention is given to the complex methodological apparatus based on Agent-Based Modeling and multi-criteria analysis, as well as the role of digital technologies, autonomous vehicles, and the Internet of Things (IoT) in optimizing urban distribution networks.

Keywords: urban logistics, urban planning, sustainable development, physical internet, SULP

JEL: R41, R58, O18, L86, Q01