

ИНТЕРМОДАЛНОСТТА - ОСНОВА ЗА УСТОЙЧИВА ГРАДСКА МОБИЛНОСТ В СОФИЯ

Симеон Славчев¹

Резюме

Настоящото изследване анализира състоянието на интермодалната система на София и предлага модел за нейното пространствено и функционално реструктуриране чрез преминаване от радиално-централизиран към полицентричен транспортен модел. Основен акцент е поставен върху ролята на метрото като структурен гръбнак на градската мобилност, развитието на периферни интермодални хъбове, интеграцията на различните транспортни режими и въвеждането на интелигентни системи за управление.

Ключови думи: интермодалност; градска мобилност; транспортни хъбове;
Метро; устойчив транспорт

JEL: R41; R42; O18

INTERMODALITY AS A FOUNDATION FOR SUSTAINABLE URBAN MOBILITY IN SOFIA

Simeon Slavchev²

Abstract

This study analyzes the current state of Sofia's intermodal transport system and proposes a model for its spatial and functional restructuring through a transition from a radial-centralized to a polycentric transport model. The main emphasis is placed on the role of the metro as the structural backbone of urban mobility, the development of peripheral intermodal hubs, the integration of different transport modes, and the introduction of intelligent transport management systems.

Keywords: intermodality; urban mobility; transport hubs; metro; sustainable transport

JEL: R41; R42; O18

¹Докторант, катедра – Икономика и счетоводство в транспорта, Висше транспортно училище – Тодор Каблешков, s.slavchev@vtu.bg

²PhD student, Department – Economics and Accounting in Transport, Higher School of Transport – Todor Kableshkov, s.slavchev@vtu.bg

1. Въведение

Градската мобилност е един от основните фактори, определящи икономическата ефективност, социалната достъпност и екологичната устойчивост на съвременните градове. Разрастването на градските територии, увеличаването на автомобилната зависимост и концентрацията на транспортни потоци в централните зони създават необходимост от нови модели за организация на транспортните системи.

В този контекст интермодалността се разглежда като системен подход, при който различните транспортни режими функционират като взаимно свързана мрежа, предоставяща интегрирана транспортна услуга. Основната цел е намаляване на времето за пътуване, оптимизиране на разходите, повишаване на надеждността и подобряване на достъпността на транспортната система.

Транспортната система на София включва всички основни видове транспорт (градски, железопътен, въздушен), като гръбнак на транспортната система е метрото с 4 линии и ~50 км мрежа. То осигурява връзка между основните интермодални възли, включително летището и централната гара. Съществуващият модел на междуградския автобусен транспорт в София се характеризира с силна централизация, при която значителен дял от автобусния трафик навлиза в централната градска част. Това води до претоварване на уличната мрежа, увеличени емисии и външни разходи, повишени friction costs (време, несигурност, закъснения), както и до неефективно използване на интермодалния потенциал. В тази научна разработка се предлага децентрализиран интермодален модел, който е базиран на периферни транспортни хъбове.

Интермодалността се утвърждава като водещ принцип в съвременното планиране на градската мобилност, насочен към ефективна, устойчива и потребителски ориентирана интеграция на различни транспортни режими. В София е необходимо да се изгради и приложи интермодален подход, който произтича от нарастващата пространствена експанзия на града, от високата зависимост от личните автомобили, както и от недостатъчната свързаност между градски, железопътни и въздушни транспортни услуги.

В настоящия дисертационен труд се предлага интегриран теоретико-приложен модел, който разглежда интермодалността като системна характеристика на устойчивата градска мобилност. Интермодалността може да бъде дефинирана като системна интеграция на различни транспортни режими в рамките на единна функционална, технологична и тарифна среда, осигуряваща безпроблемно придвижване на пътниците в нея. Интермодалността цели да минимизира времето и разходите при пътуването, както и да ограничи съществуващите препятствия за бърз, лесен, удобен, надежден и сигурен транспорт. Интермодалността се разглежда като интегрирана транспортна система в единна платформа, където транспортът се предлага като ефективна услуга.

2. Основи на интермодалността

Интермодалността може да бъде дефинирана като системна интеграция на различни транспортни режими в единна функционална, технологична и тарифна среда, която осигурява непрекъснато и ефективно придвижване на пътниците.

Основната концепция е транспортът да бъде разглеждан не като набор от отделни услуги, а като единна мобилна система, в която различните видове транспорт допълват своите характеристики.

Структурен модел на интермодална система включва следните транспортни режими:

- градски транспорт (метро, автобус, трамвай, тролей);
- железопътен транспорт (чрез Български държавни железници);
- въздушен транспорт (чрез Летище София);
- индивидуална мобилност (автомобили, велосипеди, споделени услуги).

Интермодална система в София включва следните транспортни хъбове:

- Централна гара (жп + метро + автобуси);
- Летище София (въздух + метро);
- метростанции с паркинги тип Park&Ride;
- периферни транспортни терминали.

Ефективността на интермодалната система може да се изрази чрез:

$E=f(T,C,R,A)$, където: T – време за пътуване; C – разходи; R – надеждност; A – достъпност.

Интермодалността повишава E чрез намаляване на T и C и увеличаване на R и A .

Основни проблеми на интермодалността в София са слабата интеграция между Български държавни железници и градски транспорт; ограничена роля на железопътния транспорт; недостатъчно развити интермодални възли; липса на пълна дигитална интеграция.



Източник: Автор

3. Анализ на съществуващия модел на транспортна интеграция в София

Съществуващата транспортна структура на София се характеризира с радиално-централизиран модел, при който значителна част от транспортните потоци са насочени към централната градска зона.

Междуградският автобусен транспорт има силно централизирана организация, при която голяма част от автобусните линии навлизат в центъра на града. Това води до:

- увеличено натоварване на уличната мрежа;
- нарастване на времето за придвижване;
- повишени емисии;
- увеличени външни транспортни разходи;
- неефективно използване на съществуващия интермодален потенциал.

Въпреки развитието на метрото и изграждането на ключови транспортни връзки, съществуват редица ограничения:

- недостатъчна интеграция между железопътния и градския транспорт;
- ограничена роля на железопътния транспорт в ежедневната мобилност;
- недостатъчно развити периферни интермодални възли;
- липса на пълна цифрова интеграция на транспортните услуги.

Поради тези причини е необходимо да се изгради нова ефективна и функционална интермодална система в София.

4. Предложение за нов модел на развитие на интермодалността в София

Настоящото изследване предлага трансформация от централизирана към полицентрична интермодална система.

Основната идея е междуградските и регионалните автобусни потоци да бъдат пренасочени към периферни транспортни хъбове, като връзката с централната градска зона се осъществява чрез метро, железопътен транспорт и бързи автобусни линии.

Предложеният модел включва следните основни интермодални възли:

- **Западен хъб**, който включва: Автогара Овча купел; интеграция с метро (М3); връзка с жп линии;
- **Северен хъб**, който включва: Автогара Север; близост до Централна гара София; интеграция с метро (М2);
- **Източен хъб**, който включва: зона около Летище София; възможност за комбиниране (автобус + метро; автобус + въздушен транспорт);
- **Южен хъб**, който включва зона Бизнес парк София; метро (М1); Park&Ride ;
- **Централен ограничен хъб (с контролиран достъп)**. Той включва: Централна автогара София; трансформирана функция (намален капацитет; приоритет за дълги международни линии).

Най-важното в предлагания нов модел на интермодалност на София е забраната или ограничение за навлизане в центъра на междуградски автобуси, които ще завършват

маршрута си в периферни хъбове с достъп до центъра чрез метро, бързи автобусни линии и влак. Предлага се също така синхронизация на разписанията, както следва:

- автобус → метро: $\leq 5-10$ мин
- автобус → влак: координирани връзки

Интермодалността става също част и от предложената за интеграция единна билетна система, т.е. с един билет за всички видове транспорт в рамките на системата. Очаквани резултати от надграждането на интермодалния модел на София:

- намаление на автобусния трафик в центъра: -40% до -60%
- намаление на времето за пътуване: -8% до -12%
- намаление на емисиите: -10% до -15%
- повишение на използването на метро/жп: $+10\%$ до $+18\%$

Тоест периферните хъбове водят до намаляване на *friction costs* (по-бързи и предвидими трансфери), до по-ниски външни разходи от задръствания и замърсяване, както и до по-добро използване на съществуващата инфраструктура и оптимизация на мрежовите потоци.

Предлагат се следната оптимизирана интермодална карта:

- **Нови интермодални възли**, които включват: периферни жп станции → градски хъбове; летище → жп връзка;
- **Тангенциални връзки**: без преминаване през центъра; намаляване на претоварването;
- **AI-оптимизирани потоци**: динамично пренасочване на пътници; управление на натоварването.



Източник: Автор

Разширената концепция допринася за въвеждане на периметрална интермодалност като нов модел за София, както и за интеграция на автогарите като активни елементи в МaaS системата. Успоредно с това се намалява централната транспортна натовареност чрез структурна оптимизация и комбинирание на инфраструктурни и дигитални решения.

Предлаганата концепция има както икономически, социални и екологични ползи. Тя разширява традиционния модел чрез включване на периферни автобусни хъбове и ограничаване на навлизането на междуградски транспорт в централната градска част. Чрез интеграция с метрото, железопътния транспорт и въздушния транспорт, както и чрез използване на изкуствен интелект и единна билетна система, се създава полицентрична, ефективна и устойчива транспортна система, която минимизира генерализираните разходи на пътуване и подобрява качеството на мобилността.

Таблица 1. Пространствена трансформация на системата

Текущ модел	Предложен модел
Централизиран	Полицентричен
Автобуси в центъра	Периферни хъбове
Слаба интеграция	Пълна интермодалност
Високи friction costs	Минимизирани

Източник: Автор

5. Заключение

Интермодалността представлява фундаментален принцип за развитие на съвременните транспортни системи, който чрез интеграция на различни транспортни режими в единна функционална и технологична среда води до съществено намаляване на генерализираната цена на пътуването и повишаване на ефективността на градската мобилност. Реализацията на интермодален модел в София ще доведе до икономическата, социалната и устойчивата ефективност на градската мобилност на София.

Интермодалният модел има най-висока ефективност, когато е подкрепен от интелигентни системи за управление, информация и координация. Именно поради това интеграцията между метро, автобусен транспорт, железопътен транспорт, летищни връзки, велосипедна инфраструктура и споделена мобилност следва да се управлява чрез обща цифрова и организационна рамка, която намалява разходите за прекачване и увеличава надеждността.

За София преходът от радиално-централизиран към полицентричен модел представлява възможност за структурна оптимизация на транспортната система. Развитието на периферни интермодални хъбове, интеграцията между метро, железопътен транспорт, автобусни услуги и въздушен транспорт, както и въвеждането на единна билетна система създават предпоставки за по-устойчива, надеждна и ориентирана към потребителя мобилност.

Интермодалният модел, подкрепен от интелигентни транспортни системи, дигитална интеграция и управление на потоците, може да се превърне в основен инструмент за повишаване на икономическата, социалната и екологичната ефективност на транспортната система на София.

Използвана литература

1. Ананиев С., Колев О., Грозданов В., „Статистическа и оперативна отчетност в транспорта“, ВТУ "Тодор Каблешков", ISBN 978-954-12-0252-4 – CD, 2018 г., Електронно издание: <http://moodle.vtu.bg/course/view.php?id=287>
2. Ананиев С., В. Грозданов, "Нискотарифните автобусни и железопътни превозвачи – фактор за развитие на мобилността".
3. Ананиев С., "Алтернативна програма 2017 ТИЛ - транспорт, инфраструктура и логистика", електронно-научно приложно списание Железопътен и интермодален транспорт, 10/2016.
4. Ананиев С. Определяне и прилагане индикатори за мониторинг на програма "Развитие на железопътната инфраструктура и комбиниран транспорт". XX-та международна научна конференция „Транспорт 2011“ - ВТУ „Тодор Каблешков“, сп. „Механика, Транспорт, Комуникации“, бр. 3/2011, част 1, ISSN 1312-3823, стр. I-101 - I-105, 2011.
5. Мария Николова (2020). Устойчиво развитие на градската мобилност. София.
6. Иванова Г, Ананиев С „Проследяване и анализ на развитието на софийското метро“, XXIII Международна научна конференция "Транспорт 2017", ВТУ "Тодор Каблешков", Научно списание Механика, Транспорт Комуникации, ISSN 1312-3823 (print), ISSN 2367-6620 (online) том 15, брой 3, 2017 г.
7. Малинова Р., Ананиев С., Железопътен и интермодален транспорт - електронно научно приложно списание, „Ефективна организация на работата на транспортно - логистичните фирми“, брой 4 /2013, www.ritrans.eu/index.xsp?issue=2013-04&article=90E024CF28958D89C2257C78007BD53A, 19.06.2019 г.
8. Ананиев С. „Добри практики на изграждането на интермодални терминали в България“, Семинар на Българска Стопанска Камера – Съюз на българския бизнес /БСК – СББ/ по проект „Немския опит в интермодалния и регионалния транспорт и логистика – възможности за приложение в България“ София 28 март 2012, 2012 г.
9. Ананиев С. Програма за насърчаване и развитие на интермодалния/ комбиниран транспорт в България, Международна конференция "Логистика Balkans & Logistics Conference", София , 2007г.
10. Tzvetkova, S. (2018c). The Benefits of Integrating Intelligent Transport System in the Management of Sofia's Transport Network. Proceedings of the 2018 7th International Conference on Transportation and Traffic Engineering (ICTTE 2018), Beijing Union University, China, pp. 143–149. ISBN: 978-1-4503-6604-5. <https://dl.acm.org/doi/proceedings/10.1145/3321619>.
11. Николай Михайлов (2019). Градска мобилност и транспортно планиране. София: УАСГ.
12. Стоян Братоев, Метрото в София - Аспекти на развитие - двуезично издание.
13. Димитър Димитров (2015). Логистика и интермодален транспорт. София: УНСС.