



# УНИВЕРСИТЕТ ЗА НАЦИОНАЛНО И СВЕТОВНО СТОПАНСТВО

ФАКУЛТЕТ „ИКОНОМИКА НА ИНФРАСТРУКТУРАТА“

Катедра „Икономика на транспорта и енергетиката“

Севастиан Александров Ставриев

## АВТОРЕФЕРАТ

на дисертационен труд за присъждане на образователна и научна степен „доктор“ по професионално направление 3.8. „Икономика“, докторска програма „Икономика и управление (транспорт)“ на тема „Подходи за повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София“

Научен ръководител: доц. д-р Борислав Стефанов Арnaudов

София, 2024г.

Докторантът е зачислен със заповед на Ректора на УНСС № 1029 от 17.04.2019 г. в редовна докторантура на обучение, субсидирано от държавата, докторска програма ИКОНОМИКА И УПРАВЛЕНИЕ (Транспорт), професионално направление 3.8. „Икономика“ към катедра „Икономика на транспорта и енергетиката“. Дисертационният труд е с обем от 238 страници и съдържа: увод, три глави, заключение и научни приноси, списък на използваната литература, анонимизирани анкетни проучвания в табличен вид. Публикациите по дисертацията са четири на брой. Библиографският списък включва 83 източника на информация. Текстът съдържа 48 броя графики и 68 броя таблици.

Защитата на дисертационния труд пред научно жури ще се проведе на 30.05.2023 г. в Заседателната зала на УНСС. Материалите по защитата са на разположение на интересувалите се в канцеларията на Дирекция „Наука“ на УНСС, гр. София

## СЪДЪРЖАНИЕ НА АВТОРЕФЕРАТА

I.	Обща характеристика на Дисертационния труд .....	4
II.	Представяне на дисертационния труд в обобщен вид.....	11
1.	Първа глава.....	11
1.1	Същност и значение на транспортните системи.....	11
1.2.	Политика за развитието на транспортните системи.....	12
1.2.1	Обща политика на Европейския съюз в областта на транспортните системи. Европейски директиви в областта на транспорта.....	12
1.2.2	Политики на България в развитието на транспортните системи.....	15
1.2.3	Политики за развитие на градската транспортна система на град София.....	18
1.3.	Повишаване на икономическата ефективност, чрез интеграция на отделните видове транспорт и подобряване на инфраструктурата.....	19
1.4.	Методологична рамка на подходите, влияещи на икономическата ефективност на транспортната система на град София.....	21
1.5.	Постигане на устойчив транспорт чрез транспортна свързаност, модерен обществен транспорт и достъпна градска мобилност.....	22
1.6.	Изграждане и управление на интелигентни транспортни системи (ИТС).....	23
2.	Втора глава .....	25
2.1.	Сравнителен анализ между използването на личен автомобил и обществен транспорт основан на разходния модел.....	26
2.2.	Анализ на вредното въздействие върху околната среда от замърсяването на въздуха .....	29
2.3.	Сравнителен анализ с развитието на обществения транспорт, градската мобилност и нивата на моторизация на град София с други европейски градове.....	34
2.4.	SWOT анализ на транспортната система на град София.....	36
2.5.	Анализ на икономическата ефективност при осъществяване на транспортната дейност на „Столичен автотранспорт“ ЕАД.....	39
2.6.	Внедряване и развитие на интелигентни транспортни системи в организацията на транспортната дейност на града.....	41
2.7.	Модернизиране на транспортните средства извършващи превози на територията на града...44	
3.	Трета глава.....	48
3.1.	Развитие на икономическата ефективност при градските обществени превози.....	48
3.2.	Внедряване на интелигентни транспортни системи за подобряване транспортното обслужване на град София.....	57
3.3.	Повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София.....	61
III.	Заклучение.....	65
IV.	Научни приноси на дисертационния труд .....	66
V.	Списък на публикациите, свързани с дисертационния труд.....	68

## **I.Обща характеристика на Дисертационния труд**

### **Увод**

Успешното развитие на транспортната система на град София е от съществено значение както за социално-икономическото развитие на града, така и за повишаване на икономическата ефективност при осъществяването на пътническите превози. Изграждането и усъвършенстването на транспортната система заедно с всичките и прилежащи компоненти съдейства за подобряване на връзките между отделните райони на града, свободното придвижване на пътници и подобряването на условията на живот на гражданите. Създаването на добре организирани транспортни връзки ще доведе до промяна в предпочитанията при избор на транспорт от потребителите на транспортни услуги. За постигането на по-добър транспортен ефект е необходимо да се усъвършенства транспортната инфраструктура. Това би осигурило по-добра достъпност и подвижност и ще доведе до намаляване на задръстванията в натоварените райони, основно в централната градска част на града, където има огромно струпване от автомобили всекидневно. Личните моторни превозни средства представляват основна алтернатива за голяма част от населението пътуващо не само в рамките на града, а и при придвижването на граждани от други близки градове, които живеят и работят в София, както и при придвижването между отделните квартали на столицата и на кратки разстояния. За да се постигне по-висока използваемост на обществения транспорт, трябва да се реализират мерки по подобряване на транспортните връзки между столицата и останалите градове, както и в отделните райони на града. Освен осъществяване на добри транспортни връзки е необходимо осигуряването на качествен и екологичен обществен транспорт. За постигането на добра икономическа ефективност е необходимо да бъде осигурен процес на добро транспортно обслужване, което да има връзка с другите области на планиране – икономическо или градско.

Предвид въздействието на градската мобилност върху икономическия растеж и околната среда, ЕС насърчава изграждането на устойчива градска мобилност. Това включва разработването на стратегии за осигуряване на добре развит, устойчив и достъпен обществен транспорт, както и преминаване към по-екологосъобразни видове транспорт — например каране на велосипед, транспорт и нови форми на използване и притежаване на автомобили (ЕСП, 2020).

Постигането на тази цел може да бъде извършено с осигуряването на модерни транспортни средства, които да предоставят екологичен транспорт, оказващ положително

влияние върху здравето на хората чрез намаляване на вредните емисии, които се отделят в атмосферата. Социалният ефект върху обществото свързан с намаляване на време пътуването, предоставянето на по-добър комфорт и удобство при пътуване и максимално задоволяване на потребностите на населението от придвижването им в рамките на градската транспортна система, би довело до благоприятен резултат и положителен ефект спрямо използването на лични автомобили. Необходимо е да бъде осигурена транспортна свързаност между всички столични райони, като това да бъде обвързано с предимствата на всеки от видовете транспорт, осигуряващи придвижване на населението, за да може да бъде използвано максимално тяхното полезно действие в зависимост от териториалните особености на отделните столични райони. Важно е да се обърне внимание и на свързаността и достъпността на централната градска част на град София с останалите части на столицата, както и с крайните квартали.

Осигуряването на устойчив градски пътнически транспорт, изграждането на гъвкава и достъпна инфраструктура и решаването на въпросите с градската мобилност и транспортната свързаност между всички транспортни коридори намиращи се на територията на столицата е от съществено значение. Това би имало ефективно въздействие върху придвижването на гражданите и ограничаване на използването на личните автомобили, което от своя страна ще доведе до намаляване на вредните емисии и ограничаване на задръстванията в натоварените части на града.

### **Актуалност на изследването**

Актуалността на изследването се обуславя от необходимостта от повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София. Това би се осъществило с подобряване организацията на движение на транспортните средства осигуряващи придвижването на гражданите (общественият транспорт на града), оптимизиране на експлоатационните разходи, намаляване на задръстванията, намаляване на вредните емисии отделяни от превозните средства на територията на града в това число и шумовото замърсяване, подобряване на градската мобилност и достъпност съобразена с пространствената структура и демографското развитие на град София. На дневен ред стои и повишаване на използването на всички видове транспорт намиращи се на територията на столицата. Мотивация за използването им ще бъде подобряване на транспортната свързаност между крайните квартали и центъра, както и транспортните връзки на София с близките населени места (50-60км), което ще насърчи населението да

ограничи използването на лични автомобили. Това би се осъществило чрез подобряване организацията на обществения транспорт, модернизацията на транспортните средства, които да осигуряват по-бърз, гъвкав, надежден и сигурен транспорт. Това от своя страна ще мотивира населението да използва обществения транспорт като начин на придвижване, включително използването на велосипеди, ходене пеша и др. Осигуряването на подходящите условия за това ще доведе до промяна в съществуващата организация на движение, създаване на нови маршрути на градския транспорт, изграждането на велотрасета, които да свързват определени столични райони с други, когато го позволява разстоянието.

### **Обект на изследването**

Обект на изследване в настоящия дисертационен труд е транспортната система на град София. Същата трябва да бъде много добре организирана и структурирана, за да могат да се избегнат или поне да се намалят задръстванията на територията на града, както и да се ограничи вредното въздействие от засилващия се трафик при използването на лични автомобили. Транспортната система в своята си същност се състои от няколко основни компоненти: транспортна инфраструктура, подвижен състав, поддържащите съоръжения и оборудване, оперативни правила и процедури. За да може една транспортна система да функционира оптимално и да осигурява удобство и комфорт при осъществяването на пътническите превози, трябва всеки един компонент от горесцитираните да е в синхрон с останалите и да предполага устойчиво развитие и усъвършенстване. Характерно за всяка транспортна система е, че не може да се каже, че е завършена и напълно развита поради факта, че има действащи промени относно използваемостта и в определени градове, различни нагласи при движението на населението, както и други фактори, които са динамични и променящи се във всеки един момент. В бъдещ план, развитието на интелигентните транспортни системи и статистическите данни, които те осигуряват ще повишат качеството на предлаганите транспортни услуги и ще придадат един по-завършен вид на транспортната система.

## **Предмет на изследването**

Предмет на изследването са възможните подходи за повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София. Предложените в изследването подходи са :

- Техничко-експлоатационен подход – оценка на техническите и експлоатационни параметри на превозните средства извършващи обществен превоз на територията на града - капацитет, конструктивност, надеждност, възрастова структура и др.(експлоатационна ефективност);
- Икономически подход – определяне на показателите влияещи върху ефективността на транспортната система (икономическа ефективност);
- Социален подход – оценка на задоволеността от потребностите на населението от транспортни услуги в това число повишаване на качеството, намаляване на времето за пътуване и увеличаване на свободното време (социална ефективност);
- Екологичен подход – оценка на показателите, оказващи влияние върху замърсяването на въздуха от транспортната дейност (екологична ефективност);
- Технологичен подход – внедряването и управлението на съществуващите интелигентни транспортни системи в градска среда предвид възможността за намаляване на задръстванията и ограничаване на ПТП (технологична ефективност).

## **Цел и задачи на изследването**

Целта на изследването е да се изследват различни подходи за повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София, като се предприемат конкретни мерки за постигането ѝ. Постигането на така заложената цел ще бъде възможно чрез решаването на следните задачи:

- Да се продължи внедряването и оптималното използване на интелигентни транспортни системи, които ще облекчат трафика в натоварените части на града и ще осигурят по-безопасна транспортна свързаност и условия за пътуване;
- Да се разгледат развитието и модернизацията на превозните средства извършващи превози на територията на града и влиянието му върху избора за пътуване от страна на пътниците;

- Да се предложат алтернативни варианти за придвижване в градска среда с цел да се намалят задръстванията и вредните емисии;
- Да се разгледат варианти за използване на екологични видове транспорт с цел да се намали вредното въздействие на автомобилния транспорт върху околната среда;
- Да се предложат насоки за подобряване на градската мобилност, като се предоставят различни алтернативи на пътниците при избора им на пътуване;
- Да се предложат нови иновативни решения, улесняващи достъпността до предлаганите транспортни услуги.

### **Основна теза на изследването**

Тезата на изследването е, че чрез прилагането на иновативни подходи за повишаване на икономическата ефективност на обществения транспорт и транспортната инфраструктура, потребителите на транспортни услуги ще променят предпочитанията си при избора на придвижване в градска среда. Повишаване на комфорта при пътуване, намаляване на времепътуването и подобряване достъпността, са факторите, които ще променят дисбаланса между обществения транспорт и личните автомобили при придвижванията в градска среда.

Тезата на изследването е подкрепена от някои основни хипотези, които потвърждават нейната важност:

- Хипотеза 1 – Използването на екологични и енергийно-ефективни превозни средства за придвижване оказва важна роля върху подобряване на градската мобилност;
- Хипотеза 2 - Внедряването и развитието на интелигентни транспортни системи при организацията на транспортния процес, в това число в прилежащата инфраструктура и превозните средства, има основен принос за промяна в предпочитанията на ползвателите на обществен транспорт;
- Хипотеза 3 – Развитието на обществения транспорт, осигуряващ по-бързо и удобно придвижване, е предпоставка за по-голямото му използване от потребителите на транспортни услуги.



## Методология на изследването

В настоящия дисертационен труд са включени следните методи:

- Статистически - анализ на транспортните системи на България, на някои европейски градове и на град София.
- Сравнителен - за сравнение между отделните видове транспорт и използването на различни транспортни компоненти в други градове и ползите от използването им в едно цяло за подобряване на градската мобилност. Сравнение и използване на оптимални варианти за усъвършенстване на транспортната система на града съпоставимо с развитите европейските и световни градове
- Аналитично-синтетичен - за анализиране на отделните компоненти оказващи влияние върху икономическата ефективност на транспортната система на град София

Статистическият анализ в настоящия дисертационен труд разглежда развитието на транспортната система на България в национален мащаб по съответните национални и европейски транспортни политики. Разгледани са и транспортните системи на някои европейски градове, което се обуславя от необходимостта за сравнение между тях и град София предвид предимствата, които имат в своето развитие и моделите, които могат да се приложат за столицата ни. Сравнителният анализ е използван за доказване на необходимите промени, които трябва да бъдат осъществени по отношение на транспортната система на град София по примера на други градове притежаващи добре развити и функциониращи транспортни системи. Аналитично-синтетичния метод анализира влиянието върху икономическата ефективност на отделните компоненти на транспортната система и предлага методи за подобряването им.

Очакваните резултати са да се повиши използването на обществен транспорт и да се предложат други алтернативи на личния автомобил за придвижване, което ще повиши икономическата ефективност на транспортната система на град София. Подобряване привлекателността на обществения транспорт, води не само до нарастване броя на пътуващите, но и намалява разходите за здраве (намаляване на ФПЧ от личните автомобили), намаляване на задръстванията и подобряване на благосъстоянието на обществото.

## **Ограничения на дисертационния труд**

Дисертационният труд има наложени ограничения относно различните видове транспорт, които обслужват градската транспортна система на София. Акцентът е поставен върху автобусният транспорт, като най-замърсяващ околната среда (шумово и чрез отделяне на вредни емисии) и с бъдещ потенциал за модернизирването му. Също така, има наложени ограничения и върху вида на превозите, като са разгледани само пътническите.

## **Потенциални потребители на изследването**

Потенциални потребители на изследването са Столична община, ЦГМ и транспортните оператори, извършващи превози на пътници.

## **Основни информационни източници**

За информационното осигуряване в дисертационния труд са използвани следните източници: Национален статистически институт, Евростат, данни от столичните превозвачи - „Столичен автотранспорт“ ЕАД, Столичен електротранспорт“ЕАД“, Метрополитен „ЕАД“, „Център за градска мобилност“ „Министерство на регионалното развитие и благоустройството“, „Министерство на транспорта, информационните технологии и съобщенията“, както и други национални и европейски документи описани подробно в посочената литература.

## **Структура и съдържание на дисертационния труд**

Структурата на дисертационния труд е предопределена от съчетаването на обекта и предмета, както и от представените цели и задачи на изследването. Дисертационният труд се състои от 238 страници, съдържащи три глави, увод, съдържание, списък с таблиците и графиките, анонимизирани анкетни проучвания, заключение и използвана литература.

## **II. Представяне на дисертационния труд в обобщен вид**

**1. Първа глава** на дисертационния труд представя теоретико-методологична характеристика на транспортната система на град София и подходи за повишаване на икономическата ефективност. Разделът съдържа преглед на транспортните системи, тяхната същност и видове, както и структурата на градските транспортни системи. Представени са политиките за управление на транспортните системи на ЕС и България чрез дедуктивен метод, както и методологична рамка на факторите влияещи на икономическата ефективност на транспортната система на Град София.

### **1.1 Същност и значение на транспортните системи**

Транспортната система в своята си същност, осъществява координираща роля между придвижването на транспортните средства и осигуряването на безопасност за всички участници в движението с особено и важно значение в големите и натоварени градове. Както казва проф. Бакалова, “Транспортът представлява важен фактор за ефективността и функционалността на бизнеса предвид факта, че свързва сферата на производството и сферата на потреблението”. Предвид това, той оказва огромно влияние върху отделните стопански отрасли и е единственият, който има толкова многообразни и тесни връзки с тях. Транспортът се влияе силно от развитието на другите отрасли и има огромно влияние върху тях. Териториалният характер на транспортните линии има определяща роля за изграждането на икономически връзки между отделните райони и пунктове. Характерно за транспорта е, че той се обуславя с различни по специфика особености, определящи икономическите му характеристики и разликата му с другите видове отрасли в икономически план. (Мутафчиева В. и колектив, 2016). Според Василев, Цветкова и Гътовски - развитието и поддържането на инфраструктурата в добро състояние представлява основата за икономическо развитие на страната и осигурява необходимостта от развитие на пътния сектор (Василев и колектив, 2016). Най-общо казано, транспортната система представлява съвкупността от транспортни елементи, които функционират в едно цяло, за да задоволят транспортните потребности на населението и да осигурят регулираща роля в транспортния процес. Създаването на механизми на национално и европейско ниво и следването на определени транспортни политики, ще осигурят бързото и качествено придвижване на товари и пътници.

Развитието на транспортните системи в световен мащаб е сред основните приоритети на държавите, тъй като осигуряването на надежден и удобен транспорт

подобрява условията на придвижване. Това води до икономически и социални ползи както за самата държава, така и за обществото. Балансираното развитие на компонентите на транспортната система каквито са транспортна инфраструктура, подвижния състав, поддържащите съоръжения и оборудване, както и въвеждането на оперативни правила и процедури улесняващи транспортните процеси, би осигурило комфорт при пътуване и по-висока използваемост на транспортните услуги.

## **1.2. Политика за развитието на транспортните системи**

### **1.2.1 Обща политика на Европейския съюз в областта на транспортните системи. Европейски директиви в областта на транспорта.**

През последните 30 години политиките на Европейския съюз са насочени към транспортния отрасъл, като един от най-динамично развиващите се. Въпросите, които възникват покрай устойчивата мобилност и осигуряването на качествен, бърз и удобен транспорт стават все по-належащи за разрешаване. (Европейска комисия, 2018)

Европейската комисия през 2006г. публикува отчет, с който разшири обхвата по отношение на належащите за разрешаване въпроси заложен в предходната Бяла книга от 2001 г., с което за справянето с поставените приоритети в бъдещ план бяха добавени нови инструменти. През юли 2008 г. комисията представи пакет от мерки предвиждащи по-екологичен транспорт, а през 2011 г. в Бялата книга беше представено виждането за бъдещето на транспорта до 2050 г., като бяха представени 10 основни цели, сред които осигуряването на единно европейско транспортно пространство, премахващо всички транспортни бариери между отделните видове транспорт и съответните национални политики на всяка държава от членките на ЕС. През 2016 г. комисията представи доклад, който да покаже напредъка по заложените цели в Бялата книга от 2011 г. Включен е основен преглед на извършените действия до този момент. През декември 2020 г. европейската комисия представи своята стратегия за интелигентна и устойчива градска мобилност с описани 82 инициативи за работата до 2024г. (ЕСП, 2018). Съгласно данни от обзорния доклад на европейската комисия от 2018 г., транспортът представлява стратегически икономически сектор на ЕС, който засяга пряко ежедневието на всички граждани на ЕС, а транспортните услуги осигуряват приблизително 12 млн. работни места. Транспортът осигурява напълно свързани и устойчиви транспортни мрежи, които са основа за изграждането и правилното функциониране и развитие на

европейския единен пазар, както е и предпоставка за развитие на европейската интеграция. (ЕСП, 2018)

В последните няколко години обемът на пътническите превози в ЕС нарасна сериозно, като се очаква това да продължи макар и с по-ниски темпове. В това отношение автомобилният транспорт се използва основно за превоз на пътници, като към момента транспортният пазар не предоставя достатъчно алтернативи за използващите транспортни услуги. Преминаването към другите видове транспорт е от основно значение, за да може те да бъдат по-конкурентоспособни от икономическа гледна точка (Европейска комисия, 2018). Основната цел на транспортната политика на Европейския съюз (ЕС) е да насърчава безопасно, екологично и ефективно пътуване, като същевременно подкрепя свободното придвижване на гражданите, стоките и услугите в рамките на единния пазар. През декември 2020 г., Европейската комисия представи своя стратегия за интелигентна и устойчива мобилност заедно с план за действие, в който са набелязани 10 области за развитие в различни етапи. Целта е намаляване на вредните емисии с 90% до 2050 г. спрямо 1990 г. В представения анализ на Европейската комисия са на лице и междинни цели, които представят развитието на единна европейска транспортна политика и постигане на устойчива и стабилна мобилност. (Европейска комисия, 2021)

Визията на тази транспортна политика предвижда конкретни действия, които трябва да бъдат постигнати до 2030 г., а именно:

- в транспортна мрежа на Общността да има най-малко 30 милиона превозни средства с нулеви емисии;
- наличието на поне 100 европейски града, които да бъдат неутрални по отношение на климата;
- на пазара да бъдат подготвени за пускане плавателни средства с нулеви емисии;
- удвояване на движението по високоскоростни железопътни линии.

До 2050 г. се предвижда изграждането на обща трансевропейска транспортна мрежа (TEN-T), която да осигурява надежден, сигурен и интелигентен транспорт; утрояване на високоскоростните железопътни превози и удвояване на товарните железопътни превози. Разбира се, не на последно място, почти всички леки автомобили и тежкотоварни превозни средства следва да бъдат с нулеви емисии.

Държавите членки на ЕС са насочили усилия към изграждане на подходящи условия за употребата на автомобили използващи алтернативни горива за преминаване

на по-големи транспортни разстояния и ходенето пеша и използването на велосипеди в централните градски части. По отношение на модернизацията на транспортната система на ЕС, Европейската комисия прие четири предложения, в следните насоки (Европейска комисия, 2021) :

- Постигане на интелигентна и устойчива TEN-T;
- Увеличение на обема на превозите на железопътния транспорт през държавните граници и на дълги разстояния;
- Осигуряването на интелигентни транспортни услуги за водачите;
- Постигане на по-чиста, по-екологична и по-достъпна градска мобилност.

За да бъде постигната устойчивост на икономиката на ЕС, на 11 декември 2019 г. Европейската комисия представя пътна карта, която трябва да се справи с предизвикателствата в областта на климата и околната среда наречена Европейски зелен пакт. Чрез него се предлагат възможности на транспортния сектор за намаляване на емисиите с 90%, чрез използването на железопътния и водния вътрешен транспорт за превоз на товари и пътници, както и чрез осигуряването на зарядни станции и инфраструктура за алтернативни горива. Осигуряването на устойчива градска мобилност ще улесни избора между различните видове транспорт в една единна мултимодална система. (Европейска комисия, 2021)

Транспортът е отговорен за голяма част от емисиите на парникови газове (ПГ) на територията на Европейския съюз, поради което се предприемат мерки по ограничаването им на база съответните национални приоритети. Съгласно тях всяка държава трябва да подпомогне намаляването на парникови газове от 10% до 50 % в зависимост от своя БВП на глава от населението. (Европейски парламент, 2018). В табличен вид са представени заложените цели за намаляването на парниковите газове до 2030 година за всяка държава и съпоставка между заложените цели през 2005 г. до 2030 г. и към момента за 2030 г.

Таблица №1 Нови и предишни цели на държавите поставени от ЕС

Държава	Преишна цел за 2030 г. спрямо 2005 г.	Нова цел за 2030 г. спрямо 2005 г.
Дания	-39%	-50%
Германия	-38%	-50%
Франция	-37%	-47,5%
Нидерландия	-36%	-48%
Австрия	-36%	-48%
Белгия	-35%	-47%
Италия	-33%	-43,7%
Португалия	-17%	-28,7%
Румъния	-2%	-12,7%
България	0	-10%

Източник- Европейски парламент -<https://www.europarl.europa.eu>, 2018 г.

Европейският съюз е изправен пред ситуацията да разреши определени проблеми въпреки, че е постигнат прогрес при инфраструктурното развитие и разгръщането на вътрешния транспортен пазар. Отделно са предложени конкретни действия по отношение на декарбонизацията на транспорта, което поражда необходимостта да се обърне внимание в следните насоки:

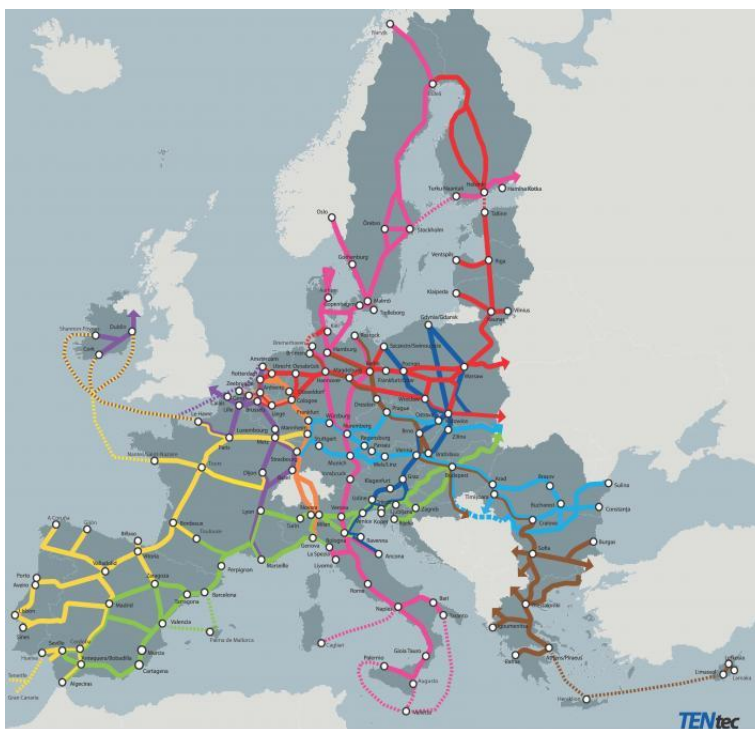
- Развитие на основната мрежа на TEN-T до 2030 г.
- Развитие на обхвата на разширената мрежа до 2040 г.
- Изграждане на цялостната мрежа до 2050 г.

Определяща роля по отношение на разширено представената основна мрежа имат приоритетни участъци от нея, които трябва да претърпят развитието си и да бъдат завършени до 2040г. Заедно със съществуващата основна мрежа, разширената представлява основата на постигането на мултимодална устойчива транспортна мрежа, която има за цел до постигне цялостното развитие на трансевропейската транспортна мрежа. (Европейска комисия,2021)

### 1.2.2 Политики на България в развитието на транспортните системи

България, като пълноправен член на Европейския съюз следва насоките за транспортно развитие, които са регулирани в съответните регламенти и директиви на ЕС. Въпросите, стоящи за разрешаване пред страната ни са подредени в зависимост от направените проучвания по отношение на своята приоритетност и по това колко са

належащи за разрешаване от Европейския съюз. През България преминават два коридора на трансевропейската транспортна мрежа TEN-T. Разположението на страната ни като транспортен кръстопът определя важноста на това тя да продължи своето интегриране към европейската транспортна мрежа и да продължи развитието си по отношение на интермодалните превози, изграждайки необходимата транспортна инфраструктура. България е част от трансевропейската транспортна система – TEN-T, като от девет коридора през страната ни преминават два – Коридор Рейн- Дунав и Ориент Източно-Средиземноморски.



Графика 1– Трансевропейска транспортна мрежа – TEN-T – коридори

Източник : European commission – transport and mobility

- Балтийско-адриатически коридор – в тъмносин цвят
- Коридор Северно море-Балтика – в червен цвят
- Средиземноморски коридор – в зелен цвят
- Ориент Източно Средиземноморски – в кафяв цвят
- Скандинавски-средиземноморски коридор – в розов цвят



- Коридор Рейн-Алпи – в оранжев цвят
- Коридор Атлантически – в жълт цвят
- Коридор Северно-Средиземно море – в лилав цвят
- Коридор Рейн-Дунав – в светлосин цвят (European commission,2021)

Изграждането на единна транспортна система е сред основните приоритети на страните членки на Европейския съюз, сред които е и България. Развитието на транспортната инфраструктура, установяването на добри транспортни връзки между държавите и заложените приоритети и етапи на развитие на трансевропейската транспортна мрежа TEN-T, както и изграждането на удобни интермодални връзки ще бъдат в основата на осигуряването на качествен, удобен и бърз транспорт при превода на пътници.

Според Илия Гътовски, за постигането на икономически растеж, повишена конкурентоспособност на икономиката ни и за предлагането на транспортни услуги, от основно значение е развитието на транспортната инфраструктура. Подобряването на качеството на транспортната дейност и намаляването на транспортните разходи ще се осъществи чрез изграждане, поддържане и подобряване на пътната инфраструктура. (Гътовски, 2022)

Държавата ни изготвя различни стратегически документи в областта на транспорта, които се ръководят от националните интереси. Транспортният сектор се нуждае от развитие и модернизация, което налага страната ни да работи по реализацията на стратегически цели и приоритети, които са заложили в интегрираната транспортна стратегия до 2030 г. (МТИТС, 2021). Стратегическите цели и приоритети, стоящи пред страната ни за този бъдещ период, дават ясна визия и насоченост на къде ще бъдат съсредоточени усилията за развитието на транспортния сектор, подобриенето на транспортната свързаност, както и осигуряването на ефективен и екологичен транспорт. Осигуряването на добра инфраструктурна свързаност между различните градове ще бъде мотивация за гражданите на държавата да използват услугите на обществения транспорт. Основните цели разработени в стратегическия план по отношение на транспортната политика на държавата ни до 2030 г. са следните:

- Ефективност и конкурентоспособност на по-високо равнище в областта на транспортния сектор;
- Добри условия във вътрешната и външната транспортна свързаност и достъпност;

- Транспортният сектор да осъществи намаляване на ефектите си от отрицателен характер;

Стратегическите приоритети при развитието на транспорта са:

- Развитие на транспортната инфраструктура състоящо се в модернизация, ефективно поддържане и развитие;
- Положителен напредък в управлението на транспортната система;
- Развитие на интермодален транспорт;
- Прилагането на принципите за либерализация на транспортния пазар да се осъществяват при по-добри условия;
- Повишаване на енергийната ефективност съвместно с намаление на потреблението на горива в областта на транспорта;
- Развитие на свързаността с единното европейско транспортно пространство на българската транспортна система;
- Във всички райони на страната да бъде осигурен достъпен и качествен транспорт;
- Въздействието от негативен характер на транспорта върху околната среда и по отношение здравето на хората, да бъде ограничен (МТИТС, 2021).

### **1.2.3 Политики за развитие на градската транспортна система на град София**

Транспортната система на град София е изградена от прилежащите и познати компоненти на една голяма и развита транспортна система работеща в определена взаимосвързаност. Това са транспортната инфраструктура на града, подвижния състав, поддържащите съоръжения и оборудване, както и определени правила и процедури въвеждащи реда при придвижването. Транспортната инфраструктура от своя страна включва транспортните пътища, летище София, мостове свързващи определени райони, канали, трамвайни линии и др. Подвижният състав включва превозните средства, които се използват за превоз на пътници на територията на града. Това са тролейбуси, автобуси, трамвай и метрополитен. Правилата и процедурите за придвижване са предварително установени законови разпоредби, които регламентират пътуванията и осигуряват сигурност и разбираемост при спазването им, като по този начин намаляват възможността за възникването на транспортни произшествия и евентуални проблеми при придвижването.

Градската транспортна система на София е част от националната транспортна система. София, като столица притежава най-сложната транспортна система сред

българските градове. Бързите темпове на развитие на града в индустриален и транспортен план обуславят важността от последователност при съответното планиране. За град София е разработен план за постигане на устойчива градска мобилност до 2035 г., който има за цел да систематизира в подреден вид насоките, които трябва да се следват за постигане на устойчива градска мобилност.

Планът за устойчива градска мобилност е стратегически документ, предназначен да задоволи нуждите от мобилност на хората и бизнеса в градовете и техните околности, за да се постигне по-добро качество на живот. (Столична община, 2017 г.) Освен планът за устойчива градска мобилност, за град София е разработен стратегически документ – „Програма за София“ от общинското предприятие Софияплан, което е специализирана структура в рамките на Столична община. Той е разработен в периода май 2020 г. – септември 2021 г., като основната му идея е да обхване период на разглеждане от 2021-2027 г. Основните нормативни актове, регулиращи създаването, управлението, ресурсното обезпечаване, изпълнението, наблюдението, контрола и оценката по изпълнението на плана за интегрирано развитие на общината (ПИРО - Програма за София), са Законът за регионалното развитие (ЗРР) и Правилникът за прилагане на Закона за регионалното развитие. Законово е установено, че Програма за София определя средносрочните цели и приоритети за устойчиво развитие на общината и връзките ѝ с други общини. Законът за регионалното развитие (ЗРР) предвижда Програма за София да осигурява пространствена, времева и фактическа координация и интеграция на различни политики и планови ресурси за постигане на дефинираните цели за трайно подобряване на икономическото, социалното и екологичното състояние на територията на Столична община. (Sofiaplan, 2021)

### **1.3.Повишаване на икономическата ефективност, чрез интеграция на отделните видове транспорт и подобряване на инфраструктурата**

В икономическата теория ефективността се разглежда като всеобща категория, която характеризира резултатността на труда, неговата целесъобразност и насоченост за постигане на определени резултати (ефекти, ползи). (Василев, Арнаудов, 2012)

Както пише проф. Василев „Икономическата ефективност се определя като отношение на общия (пряк и косвен) икономически ефект най-често в стойностно парично изражение към направените за неговото получаване разходи“. (Василев и колектив, 2016). При транспортната дейност, в частност за пътническите превози се

акцентира предимно на определяне на социалната, а след това на икономическата ефективност. При пътническият транспорт социалната ефективност отразява резултатността на разходите, които прави даден превозвач за получаване на определен социален ефект при задоволяване на потребностите от пътуване. За социални се приемат разходите, свързани с повишаване на качеството и културата на обслужване, задоволяване на потребностите на населението от транспортни услуги, спестяване на време за пътуване и др.

Ефективността на пътническият градски транспорт играе изключително важна и определяща роля за социално-икономическото развитие на големите градове. (Цветкова, 2016) Нейното повишаване съдейства за подобряване на културно-икономическите връзки между отделните райони, обезпечават безпроблемното придвижване на пътниците за производствени и лични нужди и допринасят за развитието на социално-икономическия и научно-техническият прогрес. Ефективното функциониране на пътническият транспорт става основна база за повишаване условията на живот и жизнения стандарт на гражданите.

В своя учебник, „Комплексен анализ на икономическата ефективност на производството – методически и приложни аспекти“, Калпошанов посочва, че “Равнището на ефективност се измерва чрез система от основни, частни и допълнителни показатели. Една част от тях изразяват крайния резултат, друга част – съотношението между крайния резултат и съвкупните разходи /или авансираните ресурси/, а трета част – степента на използването на различните ресурси и техният дял в постигането на крайния резултат и крайната резултатност на производството“ (Калпошанов, 1995 г.). В транспортната дейност и трите подхода за постигане на равнище за ефективност имат еднаква приложимост.

Постоянно нарастващото население и динамиката на градския трафик в гр. София, както и необходимостта от развитие на градския транспорт доведоха до задръствания по главните столични улици и булеварди, превишени норми на атмосферно и шумово замърсяване и множество други социални ефекти (Цветкова, 2019). Тези твърдения обуславят необходимостта от изследването на подходи, които да повишат социалната и икономическата ефективност на града, като решат възникналите проблеми.

#### **1.4. Методологична рамка на подходите, влияещи на икономическата ефективност на транспортната система на град София**

Анализът на основните фактори, които влияят върху ефективността на градската транспортна система се основава на ключови подходи, които определят съответните показатели, оказващи влияние върху повишаването на икономическата ефективност на транспортната система на град София. Това са следните подходи:

- Технико-експлоатационния подход определя следните показатели:
  - модернизация на транспортните средства;
  - сравнителен анализ с нивата на моторизация с други европейски градове за доказване на предприетите мерки от тяхна страна и възможността за използване на сходен модел за град София.
- Икономическият подход определя следните показатели:
  - сравнителен анализ между разходите за транспорт при използване на личен автомобил и обществен транспорт. Целта на анализа е да докаже кой от двата вида транспорт е икономически ефективен, с оглед на разходите необходими за осъществяване на придвижване на територията на града от потребителите на транспортни услуги;
  - анализ на приходите и разходите от предоставянето на транспортна услуга от страна на „Столичен автотранспорт“ ЕАД за определен период от време, като най-голям транспортен превозвач и потенциален замърсител на околната среда („Столичен електротранспорт“ ЕАД използва транспортни средства задвижвани единствено от електрически източник на енергия. „Метрополитен“ ЕАД е транспорт с подземни функции и различна структура);
- Социалният подход определя следните показатели:
  - оценка на задоволеността от потребностите на населението от транспортни услуги, за което е използван коефициент на подвижност. Той е съотносим между броя превозени пътници спрямо населението за определен период. Целта на този показател е да представи информация за това дали се е повишило качеството на транспортната услуга съотносимо към

модернизирането на парка от транспортни средства и удобствата, които предлагат;

- Екологичният подход определя следните показатели:
  - определяне на индекс на ФПЧ и влиянието му върху икономическата ефективност на населението – увеличение на разходите за здраве ;
  - екологични видове транспорт – колоездене, електрически превозни средства за придвижване в градска среда – намаляване на задръстванията за подобряване на градската мобилност;
- Технологичният подход определя следните показатели– внедряване и развитие на интелигентни транспортни системи по примера на други европейски и световни градове, като модел за град София с цел намаляване на задръстванията и оперативните разходи, както и ограничаване на риска от ПТП.

### **1.5. Постигане на устойчив транспорт чрез транспортна свързаност, модерен обществен транспорт и достъпна градска мобилност.**

Постигането на устойчив транспорт е свързано основно с намаляване отрицателното му въздействие на база повишената градска мобилност и насърчаване на по-екологичните видове транспорт. Целта на постигането на устойчив транспорт е да се намали негативното въздействие върху околната среда. Увеличаването на парниковите емисии, генерирани от транспорта е буди все по-голяма причина за безпокойство в София, където показателите за атмосферно замърсяване се покачват през годините на моторизация и са проблем за здравето и живота на жителите. Подобряването качеството на въздуха в столицата и постигането на устойчив транспорт включва както модернизирането на обществения транспорт (електрически автобуси, превозни средства с нулеви емисии, метрополитен, тролейбуси и трамваи), така и нови форми на придвижване (пешеходно движение, електрически велосипеди и скутери). Въпреки, че град София има да извърви дълъг път за намаляване на въглеродните емисии от транспортния сектор, Столична община има амбициозни планове за преминаване към зелена мобилност и по-устойчив модел на придвижване. Тези планове могат да бъдат обобщени в няколко категории:

- Насърчаване по-честото използването на обществен транспорт чрез различни финансови и социални стимули;
- Преминаване към по-активен транспорт – пешеходно придвижване и велосипеден транспорт, за което е необходимо изграждане на изцяло нова инфраструктура и изцяло нов подход при градоустройството (нови тротоари и обособени зони за велосипедисти);
- Декарбонизация на пътните превозни средства чрез финансови стимули;
- Намаляване на въглеродните емисии, чрез стимулиране използването на електрически превозни средства при снабдяването на столицата със стоки и услуги;
- Намиране на конкретни решения за по-ниски емисии въз основа на местоположението на сградния фонд, институции, учреждения, заведения и др.

Проф. Николова в своя учебник „Устойчиво развитие на транспорта в България- анализ и оценка на ключови индикатори“ казва, че „Основната цел на транспортната политика на България като страна- членка на ЕС, е да постигне устойчиво развитие на всички видове транспорт, като повиши тяхната енергийна и екологична ефективност. За реализирането на тази цел е необходимо да се различат положителните от отрицателните ефекти от нарастващата мобилност“. (Николова,2013г.)

За да се направи обществения транспорт по-предпочитан спрямо личния в град София се извършва постоянна модернизация на подвижния състав, осигуряващ придвижването на пътниците използващи услугите на обществения транспорт. По този начин се постигат по-високи нива на екологичност предвид най-високия енергиен клас на превозните средства „Евро 6“ съгласно изискванията на ЕС. Спазването на европейските регламенти и следвайки принципите на националната транспортна политика, ще направят обществения транспорт по-устойчив и предпочитан като начин на придвижване. Реализирането на националните транспортни стратегии и следването на принципите на последователност ще бъдат трамплин в транспортното развитие на столицата на България.

## **1.6. Изграждане и управление на интелигентни транспортни системи (ИТС)**

Изграждането и управлението на ИТС е сред основните приоритети при изпълнението на транспортните планове на развитите градове в световен мащаб. Интелигентните транспортни системи обединяват телекомуникационни, електронни и

информационни технологии с транспортното инженерство с цел планиране, проектиране, експлоатация, поддръжка и управление на транспортните системи. (Николова, Клисурова, 2016) Надеждно изградената транспортна среда може да бъде възможна само чрез най-доброто използване на материалните ресурси и технологии, както и на предимствата, които предоставят интелигентните транспортни системи (ИТС). (Milan Janic, 2020) Интелигентната транспортна система представлява прилагането на сензорно-контролни и комуникационни технологии към наземния транспорт с цел подобряване ефективността на трафика, мобилността на хората и безопасното придвижване на транспортните средства. Те включват широка гама от приложения, които обработват събраната информация, след като я споделят, като по този начин облекчават трафика, намаляват задръстванията и минимизират въздействието на транспорта върху околната среда.

Държавата Австралия е изградила успешен модел на внедрена интелигентна транспортна система. Още през далечната 1970 г. на миналия век правителството на Австралия започва внедряването на интелигентни транспортни системи. Тя има успех в лидерството и управлението на успешно използвани ИТС. През 1970 г. в Нов Южен Уелс за първи път е внедрена SCATS - Sydney Coordinated Adaptive Traffic System, като тази система се е превърнала в лидер на управлението на трафика в над 100 града по света. Тази система е една от преобладаващите глобални технологии в световен мащаб (Australia unlimited, 2022) Координираната адаптивна трафик система (SCATS) е водеща система за управление на трафика, като се използва да наблюдава и контролира хиляди пътни сигнали по целия свят. Тя представлява цялостна система включваща компонентите хардуер, софтуер и самата им философия за управление. Тази система изпълнява работата си в реално време, като измерва обема на трафика и потоците на кръстовищата, използвайки главно детектори за индуктивни вериги, поставени в пътната настилка. След анализа на тези данни, те се използват за автоматично адаптиране на работата на пътните сигнали на базата на цялата област. Координираната адаптивна трафик система може да работи без каквато и да е ръчна намеса, тъй като не изисква текущи проучвания на трафика и ръчно генериране на планове, следователно намалява оперативните разходи. (Traffic technologies, 2023г.).

Добър пример в Европа за внедряване и управление на интелигентни транспортни системи в градска среда е столицата на Австрия - Виена, която има сходна териториална



структура с град София. Управлението на трафика в град Виена става посредством най-новите технологии и оборудване, за да се постигне максимална ефективност от използваните технологични предимства. (ЕРММ, 2018).

Внедряването и развитието на интелигентни транспортни системи в град София по примера на световните и европейски градове, ще има своето положително въздействие върху всички участници в транспортното придвижване.

### **Изводи от първа глава**

В първа глава на Дисертационния труд са разгледани подробно политиките на Европейския съюз, България и град София за управление и организиране на транспортните процеси, съответните директиви и предварително установени правила и срокове. Последователното изпълнение на предварително заложените регламенти и условия за организация на транспортния процес, спомагат подобряването на градската мобилност и транспортното обслужване на потребителите на транспортни услуги. Разгледани са транспортните системи, тяхната същност и значение при организацията на цялата транспортна дейност. Методологичната рамка, разгледана като отделна точка, описва ясно и точно показателите и подходите, които са описани в следващите глави на Дисертационния труд. Отношението на ИТС в градска среда в теоретичен аспект, дава яснота за влиянието на технологиите върху развитието на цялата транспортна организация.

**2. Във втора глава е** направен статистически анализ на факторите влияещи върху транспортната система на град София. Анализирани са подходите оказващи основна роля върху повишаването на икономическата ефективност и подобряване на градската мобилност. Направен е общ преглед на развитието на транспортната система на град София.

Основната задача за придвижване на територията на столицата е свързана с безпроблемното придвижване на пътниците и осигуряване на бързото придвижване на пътничкопотоците. Транспортната система на град от мащабите на София трябва да включва съвкупност от транспортни компоненти и методи, които да разрешават транспортните въпроси възникващи в процеса на придвижване на пътниците. Извършването на съответните транспортни процеси трябва да осигурява максимална удовлетвореност на потребностите от транспортни услуги на населението. Основните

цели, които стоят пред сполучливата организация на транспорта в София е осигуряването на подходящ капацитет на транспортната инфраструктура, който да осигури условията за контролиране на пътническите потоци. От основно значение е поддържането на правилно работеща и подходящо разпределена система за контрол на движението включваща прилежащите светофарни уредби, пътни маркировки и знаци, регламентирани в закона за движение по пътищата, както и внедряване и развитие на прилежащите интелигентни транспортни системи. От съществено значение за правилното функциониране на транспортната система на град от мащабите на София е да има координирана работа между отделните транспортни подсистеми, включващо намаляване на експлоатационните разходи за производството на единица транспортна продукция.

## **2.1. Сравнителен анализ между използването на личен автомобил и обществен транспорт основан на разходния модел.**

Размерът и популацията на населението в определена област определя обхвата на обществените транспортни услуги. Основни фактори за транспортната удовлетвореност, са броя на жителите и разстоянието, което трябва да изминат от мястото на живеене до мястото на работа или друга всекидневна или често посещавана локация.

Най-разпространеният и предпочитан транспорт за придвижване в столицата е личният автомобил, предвид неговата маневреност и подвижност, както и възможността да се използва по всяко време и до всяка дестинация без да се извършват прекачвания за това. Освен удобствата, които предлага, личният автомобил коства и повече разходи на потребителите на транспортни услуги от използването на обществения транспорт. Средните годишни разходи за използване на личен автомобил за столицата възлизат на следните стойности:

- Годишна застраховка ГО свързана с притежаването и използването на автомобил – средно 375 лв. в зависимост от мощността на автомобила, възрастта на собственика и района на регистрация<sup>1</sup>;
- Годишна винетка – 87 лв.<sup>2</sup>;

---

<sup>1</sup> Цената е изчислена като общият премиен приход на застрахователите в България от ГО свързана с притежаването и използването на МПС (920 млн) е разделен на броя на автомобилите (2,4 млн.)

<sup>2</sup> От началото на 2023 г цената на годишната винетка е 87 лева

- Годишно обслужване на автомобила включващо смяна на масла, филтри и други консумативи - в зависимост от техническите характеристики на автомобила и препоръките от завода производител на съответната марка – 250-400 лв.<sup>3</sup>;
- Смяна на гуми и джанти 2 пъти годишно – 100 лв. в зависимост от гумите и размера на джантите на автомобила;
- Данък МПС за град София е между 34 и 288 лв. в зависимост от мощността на притежавания автомобил;
- Разходи за гориво на година – между 2120 и 2650 лева.

Среден пробег на един автомобил на годишна база е 10 000 км. Автомобил среден клас е с разход между 8 и 10 литра на 100км в градска среда. На годишна база разхода на един такъв автомобил е между 800 и 1000 литра. Средната цена на литър бензин, съответно дизел за 2022 г. е 2,65 лв. Разходите за гориво на същият автомобил за една година са между 2120 и 2650 лева.

При най-оптималния вариант, разходите за притежаването и използването на личен автомобил и неговата поддръжка на годишна база, възлизат средно между 2 966,00 лв. и 3 900,00 лв.

Що се касае за ползването на всички линии на общественя транспорт на столицата една годишна неперсонализирана абонаментна карта струва на пътуващия 600,00 лв.

За да се определи икономическата ефективност на извършените разходи за автомобилен и обществен транспорт, трябва да бъде разгледана средната работна заплата за град София. Средната месечна брутна работна заплата за град София за 2023 година е около 2600 лв. т.е. средната годишна брутна работна заплата за град София е средно около 31 200 лв.

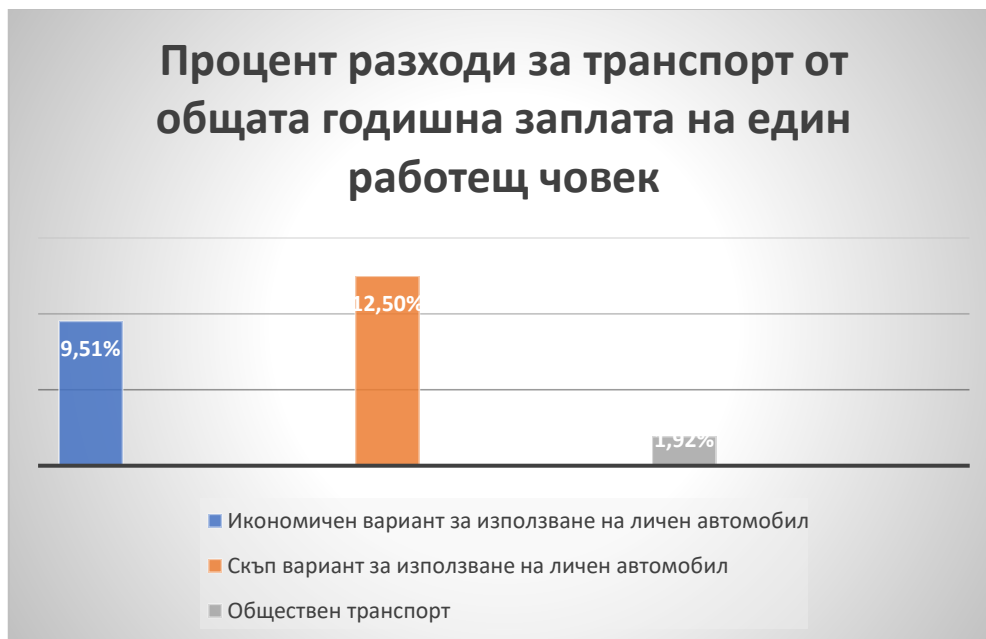
В процентно отношение разходите на един работещ човек използващ най-икономичния автомобил представлява 10,52 % от общия годишен доход, а тези, които използват скъп автомобил – 3,93 % от общия брутен годишен доход.

---

<sup>3</sup> По данни от официални сервиси, като авторът е занижил средната стойност с 25%

В процентно отношение разходите на един работещ човек закупил годишна неперсонализирана абонаментна карта спрямо общия брутен годишен доход – възлизат на 1,92 % от общия доход на един човек.

В следващата графика е отразено процентното съотношение между личния автомобил и обществения транспорт на база на средната годишна работна заплата на един работещ човек пътуващ на територията на град София.



*Графика № 2 Процент разходи за транспорт от общата средна годишна работна заплата на един работещ човек*

*източник : изчисления на автора*

Статистическите данни показват, че използването на обществен транспорт на база средната годишна работна заплата за град София за един работещ човек изглежда икономически изгодно и ефективно. За това развитието на обществения транспорт включващо увеличаването на подвижния състав, достъпността до транспортните линии, развитие на метро лъحوвете(дължината и броя им), осигуряването на добре изградени и функциониращи интермодални връзки между различните видове обществен транспорт, е сред основните транспортни приоритети на София.

## 2.2. Анализ на вредното въздействие върху околната среда от замърсяването на въздуха

Използването на екологични превозни средства е сред основните приоритети пред градовете на ЕС предвид нарастващите проблеми с замърсяването на въздуха и проблемите с околната среда. Градското замърсяване произтича от много източници – транспортни дейности, битови дейности, както и набор от други дейности в областта на селското стопанство и промишленост. Съгласно данни от 2018 г. на CE Delft всеки жител на европейски град е претърпял загуба на благосъстояние, което може да се изчисли в годишен размер на 1250 евро поради непреки и преки здравни загуби свързани с лошото качество на въздуха. Предвид данните, град София се намира на 13 място по загуба на благосъстояние на глава от населението поради преки и непреки здравни загуби свързани с лошото качество на въздуха . (CE DELFT, 2020)

Таблица №2 Загуба на благосъстояние в милиони евро от преки и непреки разходи предвид замърсяването на въздуха

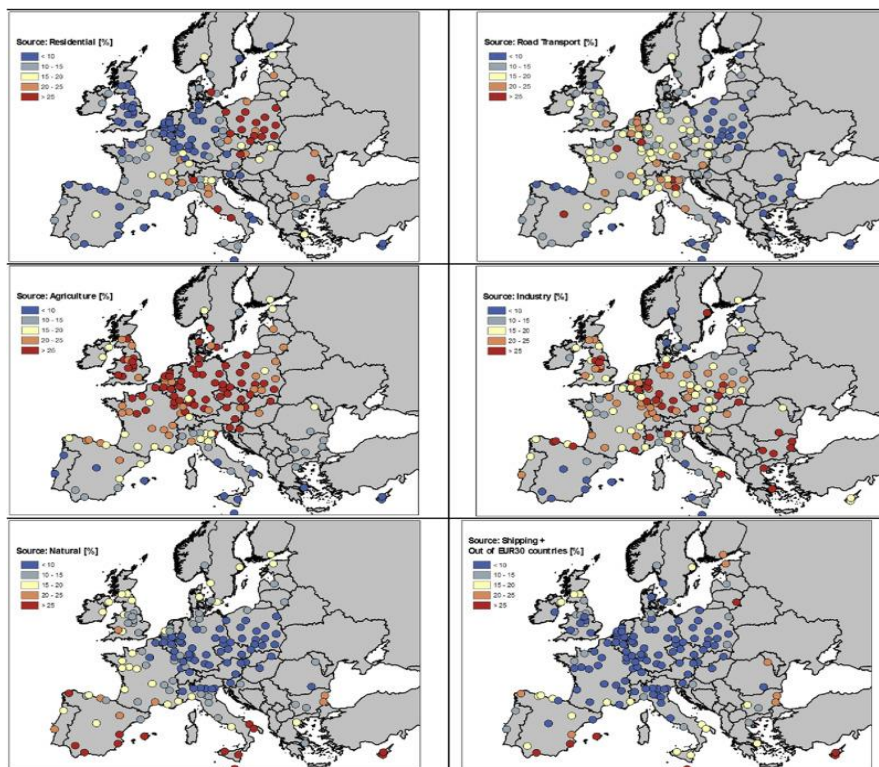
№ В класацията на CE DELFT	Град	Държава	Загуби в милиони евро
1.	Лондон	Обединено кралство	11 381 000
2.	Букурещ	Румъния	6 345 000
3.	Берлин	Германия	5 237 000
4.	Париж	Франция	3 505 000
5.	Милано	Италия	3 499 000
6.	София	България	2 575 000
7.	Виена	Австрия	2 567 000
8.	Амстердам	Нидерландия	1 055 000
9.	Копенхаген	Дания	785 432
10.	Лисабон	Португалия	635 590

Източник : Ce Delft

Съгласно данните от таблицата става ясно, че Лондон е градът с най-много преки и непреки загуби от замърсяването на въздуха, докато българската столица София заема 6 място в това отношение от градовете в таблицата. Прави впечатление, че северната съседка на България – Румъния и нейната столица Букурещ се нареждат на второ място в тази класация.

Политиките на ЕС за чист въздух насърчават подобряването на качеството на околния въздух и справянето със замърсяванията, за да се минимализират вредните последици върху околната среда и здравето на хората. През 2021 г. Световната здравна организация (СЗО) актуализира своите насоки за справяне с замърсения въздух, като акцентът е здравето на хората. Съгласно новите препоръки максималното продължително излагане на замърсен въздух не трябва да превишава максимално ниво от 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  за фини прахови частици. (eea.europa.eu, 2023).

В следващата графика е представено влиянието на отделните компоненти, които имат роля по замърсяването с фини прахови частици.



Графика № 3- източници на замърсяване в Европа

Източник : (P.Thunis, 2018)

## Описание на графиката

- Гореве в ляво– жилищно замърсяване
- Гореве в дясно– пътнически транспорт
- Средата в ляво– агрокултура
- Средата в дясно– индустриално замърсяване
- Долу в ляво– Природни замърсители
- Долу в дясно- Замърсяване от доставки

Видно от графиката за град София е, че столицата ни има най-голям проблем с отделянето на ФПЧ от индустриалните замърсители, следвани от жилищните замърсители. Индустриалните замърсители в столицата представляват около или над 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  от общия сбор на замърсителите, докато транспортното замърсяване е под 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  от общия сбор на замърсителите. (P.Thunis, 2018)

В следващата таблица е показано замърсяването с фини прахови частици на девет от десетте разглеждани в настоящата точка европейски градове и начинът им на класифициране съгласно европейските норми за периода 2021-2022г. (Липсват данни за Лондон). Важно е да се отбележи, че нивата на замърсяване на въздуха определени съгласно тази класификация се определят от „Директива за качеството на атмосферния въздух“ на Европейския съюз, която в момента е на етап на преразглеждане за привеждане на стандартите на ЕС с тези, които залага СЗО. (Директива за качеството на атмосферния въздух 2008/50/ЕС на ЕС, 2008) Изследването за фини прахови частици включва 375 града от Европа.

Таблица № 3 Индексиране на ФПЧ и ранк на замърсеност на градовете

Град	Индекс на ФПЧ	Ранк за замърсеност от ФПЧ сред изследваните градове
Букурещ	15,7	302
Берлин	12,2	238
Париж	11,2	210
Милано	19,7	349
София	9,6	135
Виена	10,2	164
Амстердам	9,5	126
Копенхаген	8,0	47
Лисабон	7,7	35

Източник : *eea.europa.eu*

Съгласно данните от изследването и класификацията на Европейския съюз следващ изискванията на „Директива за качеството на атмосферния въздух“ нивата на фини прахови частици в столицата ни могат да се определят като задоволителни с коефициент от 9,6. Това нарежда града на 135 място по замърсеност от изследваните 375 града. В следващата графика са представени данните от таблицата в графично изложение.





Графика № 4 Коефициент на замърсеност от ФПЧ по градове за периода 2021-2022г.

източник : [eea.europa.eu](http://eea.europa.eu)

Жителите на град София са изложени на нива на замърсяване на въздуха, които надвишават европейските стандарти и влошават качеството на живот. Столична община предприе мерки за справяне с проблема, като разработи комплексен план за подобряване на качеството с атмосферния въздух. (Кейлин Лии, 2021). Сред основните решения по отношение на замърсяването на въздуха от автомобилния транспорт е въвеждането на ниско-емисионна зона (НЕЗ). Целта е на определени годишни интервали да бъдат повишени изискванията към екологичния стандарт на автомобилите, които могат да бъдат използвани на територията на града, като това да доведе до намаляване на вредните емисии отделяни от тях. За да бъде ефективно преминаването към подобен вид придвижване е от значение потребителите на транспортни услуги е да бъдат мотивирани чрез финансови облекчения и стимули от страна на държавата да закупят електрически или хибриден автомобил, както е прието в редица европейски държави.

Във връзка с поддържащите високи нива на шумово замърсяване на транспортни средства, важно за град София е да продължи обновяването на транспортния парк на обществения транспорт, за да се намали вредното въздействие на шумовото замърсяване, както и да бъдат спазени на най-високите екологични норми. (Sofiaplan.bg, 2021).

Намаляването на отделяните ФПЧ в атмосферата, както и намаляване на шумовото замърсяване, има положителен ефект върху здравето на хората, живеещи на територията на София. Това има своя икономически ефект предвид намаляването на разходите за здраве, които за 2018 г. съгласно данни на CE DELFT, за град София се оценяват на 2 575 000 евро.

### **2.3. Сравнителен анализ с развитието на обществения транспорт, градската мобилност и нивата на моторизация на град София с други европейски градове.**

За да бъде усъвършенствана транспортната система на град София е необходимо да бъде изградена ясна визия за нейното развитие, като се има предвид инфраструктурната плътност на града и увеличаването на населението му

През 2020 г. регистрираните автомобили за град София са 663 на 1000 души, като съгласно данните от 2016 г. са били 515 на 1000 души. Освен разрешаването на проблемите с моторизацията на територията на града, стои необходимостта от развитие на съответната инфраструктура включваща интермодални връзки между различните видове транспорт осигуряващи придвижването на пътниците не само на територията на града, а и такива осигуряващи придвижването на пътуващите от съседни градове. Развитието на устойчив транспорт, инвестиции в изграждането на необходимите транспортни връзки, както и не на последно място - изграждането на интелигентни транспортни системи, които да регулират и разпределят трафика от най-натоварените части на града са сред основните приоритети.(sofiaplan,2021).

Модернизирането на транспортната инфраструктура би довело до ускоряване на икономическия растеж и предлагането на по-добри транспортни услуги. Осигуряването на по-добра транспортна свързаност между отделните райони и развитието на транспортната инфраструктура между тях, ще доведе до по лесното и бърза придвижване на гражданите. Постигането на икономически растеж ще се изразява чрез намаляването на разходите за транспорт, изразяващо се в развитие на обществени превози без прекачване или с осигуряването на алтернативни и бързи маршрути. Намаляването на задръстванията предизвикани от автомобилния транспорт в централните части на града водят до по-лесно придвижване. В следващата таблица е представено придвижването на пътници с метрополитен.

Таблица № 4 Покритие с метрополитен в разглежданите градове

Град	Година на въвеждане в експлоатация	Брой линии	Обща дължина	Брой станции	Превозени пътници годишно към 31.12.22г.	Население към 31.12.22г.
1. Букурещ	1979 г.	5	78,6 км.	64	180 млн.	1 776 000
2. Копенхаген	2002 г.	4	38,2 км.	39	107 млн.	1 153 615
3. Берлин	1902 г.	10	146 км.	173	553 млн.	3 426 354
4. Париж	1900 г.	16	226,9 км.	308	1 498 млрд.	2 138 551
5. Милано	1964 г.	5	96,6 км.	119	369 млн.	1 371 498
6. Амстердам	1977 г.	5	42,7 км.	39	91 млн.	741 736
7. Виена	1976 г.	5	68,9 км.	95	460 млн.	1 691 468
8. София	1998 г.	4	52 км.	47	219 млн.	1 152 556
9. Лондон	1863 г.	11	402 км.	272	1 026 млрд.	8 961 982
10. Лисабон	1959 г.	4	40 км.	56	173 млн.	517 802

Източник : *urbanreil.net*

Данните от таблицата показват, че превозените пътници от метрото в Париж са най-много спрямо броя на населението. Добрата свързаност между всички транспортни артерии на столицата на Франция се обуславя и от броя на лъحوвете, които покриват цялата транспортна мрежа на столицата. Предвид високата гъстота на населението съотносимо с площта на града и възможността от поява на сериозни задръствания при високи нива на моторизация, използването на метрото е транспортно решение подпомагащо минимализиране на натоварването на транспортната система в нейната и цялост. Големият брой станции осигуряват възможност за осъществяване на мултимодални връзки с останалите видове обществен транспорт, което е предпоставка за надеждно и бързо придвижване.

От таблицата става ясно, че с метрото на град Виена, който е сходен като структура и големина със София, са превозени над 2 пъти повече пътници. То е с по-голяма дължина на линиите, повече станции и повече линии от софийското. По брой превозени пътници изостават от София само Лисабон и Амстердам, но вземайки предвид населението им, което е доста по-малко от това на българската столица, не може да се приеме, че изостават по този показател.

По примера на Париж и Виена, в град София трябва да продължи изграждането на нови лъчове на метрото, което съгласно от аргументите в посочените данни, ще осигури по-голяма транспортна свързаност между районите и ще привлече повече пътници към използването на обществен транспорт в столицата ни. Това ще има своя икономически ефект цялостно върху транспортната система на града, предвид намаляването на натиска върху транспортната инфраструктура от многобройните автомобили и намаляване на задръстванията (което ще намали експлоатационните разходи на превозните средства от обществения транспорт).

Данните от таблиците, които показват сравнението на обществения транспорт в двете столици ясно показват, че в град Виена той е доста по-използваем от страна на пътниците. Голямата достъпност и разположение на видовете транспорт, както и осигуряването на добра свързаност между тях, е сред основните причини обществения транспорт във Виена да е по-предпочитан за пътуване от този в София. Транспортната система на столицата ни, може да бъде определена, като сходна с тази на град Виена. Самият град има сходна улична мрежа с тази на София, което обуславя сравнението между двете столици. Виена е петият по големина град в ЕС с приблизително 1,9 милиона жители. Столицата на Австрия е отделна федерална провинция с широки законодателни и изпълнителни правомощия. Като привлекателно място за живеене, градът е нараснал с повече от 221 000 души (+13,1 %) през последните десет години. (Polis, 2023). Град Виена има изключително гъвкава транспортна система с изградени интермодални връзки между различните видове транспорт, които имат значение по отношение на предпочитанията за използването на обществения транспорт.

#### **2.4. SWOT анализ на транспортната система на град София**

SWOT анализът в своята си същност, представлява стратегия за определяне на силните и слабите страни на определен обект, заедно със заплахите и възможностите за неговото бъдещо развитие.

Анализът на транспортната система на град София е съставен на базата на временното и състояние, включващо нейните силни и слаби страни към момента и на възможностите и заплахите, които биха възникнали в бъдещ период.

#### **2.4.1 Силни страни**

- висока степен на изграденост на съществуващата инфраструктура
- развита система на обществен транспорт, обхващаща територията на целия град
- модернизиращи се транспортни средства за превоз на пътници от страна на обществения транспорт
- сравнително ниски нива на задръствания в пиковите часове в сравнение с големите европейски столици

#### **2.4.2 Слаби страни**

- незадоволително ниво на поддържане на съществуващата инфраструктура
- недостатъчна обвързаност на различните видове транспорт извършващи превоза на пътници;
- липса на споделена мобилност и възприемане на транспортното средство като услуга, а не като собственост;
- различна степен на използваемост на различните видове обществен транспорт
- слабо развитие на интелигентни транспортни системи, които могат да решат проблемите с трафика и да намалят ПТП;
- ниско ниво на използване на телекомуникационни и информационни технологии в транспортния сектор;
- изоставане по отношение на научните изследвания в транспортния сектор и приложението им в практиката, което е в следствие на ниското финансиране. ;

### **2.4.3 Възможности**

- Увеличаващо се търсене на транспортни услуги;
- Привличане на български и чуждестранни инвеститори и оператори , като се използва по-широк обхват от използване на механизмите на публично-частното партньорство;
- Развитие на интермодалните връзки между отделните видове транспорт, които ще подобрят качеството на транспортната услуга;
- Постигане на високи нива на екологичност чрез увеличаване на транспортните средства без ДВГ използвани за превоз на пътници;
- Развитие на градската мобилност;
- Развитие на интелигентни транспортни системи, които ще повишат нивата на безопасност и качество на транспортните услуги;
- Повишаване на качеството на предлаганите транспортни услуги от обществения транспорт

### **2.4.4 Заплахи**

- Влошаване на качеството на транспортната инфраструктура в следствие на липсата или недостиг на финансови средства за нейното поддържане;
- Отлив на квалифициран персонал в областта на транспорта;
- Увеличаване на използването на лични автомобили за сметка на обществения транспорт;
- Липсата на развитие на интелигентни транспортни системи, което ще повиши риска от ПТП ;
- Нарастване на негативното въздействие върху околната среда от извършването на транспортната дейност.

## 2.5. Анализ на икономическата ефективност при осъществяване на транспортната дейност на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

Като транспортен оператор, „Столичен автотранспорт“ ЕАД извършва своите превози по предварително утвърден план и маршрутен пробег. Отрасловата икономическа ефективност на пътническите превози може да бъде изчислена с предложената от проф. Цветкова (Цветкова,2017г.) формула за определяне на показателите коефициент на икономическа ефективност:

$$\text{Кеф} = \text{П}/\text{С}.$$

където:

П - са приходите от превоза на пътници, в лева;

С – експлоатационните разходи (разходи за дейността), възникващи при превоза на пътници, в лв.

Анализираният период е три годишен (2018 – 2020г.), като обхваща анализ на приходите и разходите на дружеството. Целта на анализа е да се провери дали чрез подобряване на технико-експлоатационните характеристики (качеството на предлаганата транспортна услуга) на база внедряване нови транспортни и промяна графика на движение се подобрява ефективността на извършваните превози (през съотношението приходи/разходи). Това от своя страна ще е показател, който ще докаже или отхвърли твърдението, че се подобрява икономическата ефективност от предлагането на транспортни услуги на територията на града. В таблица №47 са представени приходите на „Столичен автотранспорт“ ЕАД съгласно маршрутния пробег.

\*Въпреки, че 2020г беше пандемична и имаше драстичен спад на превозените пътници, приходите на Дружеството са увеличени спрямо предходните две години. Разходите също.

Таблица № 5- приходи от транспортната дейност на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

	<b>2020</b> <b>година</b>	<b>2019</b> <b>година</b>	<b>2018</b> <b>година</b>
Маршрутен пробег по Икономическа рамка	<u>35 773 000</u>	35 338 000	29 923 000
	лв./км.	лв./км.	лв./км.
Възнаграждение на км./ пробег	0,88	1,08	1,02
Компенсация „Държавен бюджет“	0,26	0,23	0,24
Компенсация „Столична община“	0,99	1,03	1,04
Собствени приходи	0,22	0,24	0,29
Компенсация по Регламент 1370 (покриване на загуба)	0,56	0,24	0,20
Общ сбор лв./км.	<u>2,91</u>	<u>2,82</u>	<u>2,79</u>
Общ приход	<u>104 099 430</u>	<u>99 653 160</u>	<u>83 485 170</u>

Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД

Данните от анализирания период показват повишаване на приходите от превода на пътници съгласно маршрутния пробег по икономическа рамка през трите разглеждани години. В следващата таблица са представени разходите за експлоатация на автобусите.

Таблица № 6 Експлоатационни разходи от транспортната дейност на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

	<b>2020</b> <b>година</b>	<b>2019</b> <b>година</b>	<b>2018</b> <b>година</b>
Разходи за дизелово гориво и природен газ	15 426 000	19 791 000	19 584 000
Разходи за резервни части	3 209 000	3 276 000	4 064 000
Разходи за бензин, смазочни м-ли и подобрители	784 000	773 000	753 000
Други материални разходи	736 000	1 121 000	1 013 000
Общо разходи за експлоатационна дейност:	<u>20 155 000</u>	<u>24 961 000</u>	<u>25 414 000</u>

Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД



Анализираните данни показват, че през тригодишния период са настъпили намаления на експлоатационните разходи. Това се дължи на обновяването на автобусния парк и замяната на старите дизелови двигатели с електрически.

Приложимо с коефициента на икономическа ефективност  $Keф = П/С$ , формулата по зададените данни изглежда по следния начин :

Таблица № 7 съотношение общи приходи към разходи за експлоатационна дейност на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

	2020 година	2019 година	2018 година
Общо приходи от транспортна дейност	104 099 430	99 653 160	83 485 170
Общо разходи за експлоатационна дейност	20 155 000	24 961 000	25 414 000
Коефициент на икономическа ефективност	5,16	3,99	3,29

Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД и изчисления на автора

Анализираните данни показват, че в разглеждания период, подобрението в техническите параметри на автобусите, намаляването на възрастта на парка, както и внедряването на нови автобуси от най-висок екологичен клас, са намалили експлоатационните разходи. Освен това, са се увеличили приходите от транспортна дейност, което заедно с коефициента на подвижност на населението на град София, затвърждава повишаване на предпочитанията им към пътуване с обществен (автобусен) транспорт.

## **2.6. Внедряване и развитие на интелигентни транспортни системи в организацията на транспортната дейност на града**

В същността си интелигентните транспортни системи представляват обединяване на няколко технологии с цел осигуряване на цялостна градска мобилност и внасяне на по-голяма безопасност на шофьорите, както и комфорт на пътниците.

Бъдещето на транспортните системи изглежда обещаващо с внедряването на интелигентни транспортни системи. Концепцията за интелигентните транспортни системи е обмислена още през 90-те години, като подходящ вариант за справяне с

бъдещите изисквания на транспортните системи. Разпространението в транспортния сектор на интелигентните транспортни системи става все по-интензивно и специалистите в областта на транспорта се опитват да идентифицират нуждите от проектиране, планиране, оценка, внедряване и експлоатация на интелигентните транспортни системи. В тази връзка са идентифицирани 10 основни области върху които трябва да се обърне внимание при изучаването и работата с ИТС. Те са в следната последователност:

- Определяне на концепцията и планиране на операциите - конструктивното разработване и планиране на интелигентни транспортни системи изисква по различен начин на планиране включващо преминаването към решения от алтернативен характер, които да включват напреднали технологии. Идеята на подобни технологии е бързо да се справят с предизвикателствата на нарастващия трафик. Предизвикателството, пред което са изправени специалистите в областта на интелигентните транспортни системи се уповава на възможността за интегриране на ИТС планирането в традиционните транспортни процеси и основни дейности.
- Системен анализ и проектиране – идентифициране на потребителите и определяне на потребителските изисквания при проектирането на система, която да отговаря на изискванията. Проектирането и анализирането на софтуер, който да изгражда комуникационни системи ще бъде от полза на всички потребители на транспортни услуги.
- Оценка на технологията – специалистите в областта на ИТС трябва да избират най-подходящата и най-рентабилната стратегия и технология с цел постигане на икономическа ефективност. Освен яснотата покрай различните методи за оценка, специалистите в тази област трябва да са запознати с различните технологии и техните технологични възможности.
- Анализ и управление на данните – приложенията за интелигентни транспортни системи включват големи количества данни. За това специалистите в областта на интелигентните транспортни системи трябва да знаят как да анализират данните и да синтезират полезната информация, като я управляват и разпространяват по най-добрия и полезен начин за ползвателите на тези услуги.

- Системна интеграция – те включват свързване на отделните институции и служители в една обща всеобхватна регионална транспортна система за оптимизиране на услугите предлагани на потребителите осигурявайки максимални ползи чрез минимизиране на съкращенията и максимизиране на възможностите чрез интегриране на различни компоненти
- Организационни и институционални въпроси – за успеха на ИТС, професионалистите в тази област трябва да са наясно с институционалните и организационните въпроси, които стоят пред внедряването на интелигентните транспортни системи и предизвикателствата, пред които поставят съответните държавни и месни институции.

Сред основните въпроси, които стоят на дневен ред при разработването и управлението на интелигентните транспортни системи са и финансирането им, както и доразработването в по-следващ етап от тяхното използване. (Mashrur A.Choldhury)

Министерството на транспорта и съобщенията е в процес на разработване на Национална точка за достъп по Регламент 2017/1926. Това е делегиран регламент на Европейския съюз от 31 май 2017 г., който допълва Директива 2010/40/ЕС на Европейския парламент и на съвета, които представят информационните услуги по отношение на мултимодалните пътувания. Националните точки за достъп до информация са изготвени по горесцитирания регламент и включват разписанието и местоположението на влаковете, както и осигуряват възможност за закупуване на онлайн билет и резервация. Освен това включват маршрутните разписания на автобусите и информация за полетите на територията на град София. Местоположението на влаковете е представено с интерактивна карта, която показва съответния вид влак и неговото движение и местоположение към момента. Освен това се визуализира и евентуално закъснение на съответния влак, което е от полза по отношение на разпределението на времето на чакащите конкретния влак за пътуване или посрещане на пътници. Маршрутните разписания на автобусите включват транспортните връзки на град София с други български градове, като е описано разстоянието между градовете, маршрутът им на пътуване, часът на пристигане, престои и отпътуване, средна техническа скорост, средна съобщителна скорост, общо време за движение и общо време за пътуване. По отношение на летищата е представена информация относно тяхното местоположение като координати, работното време връзка с телефонни номера на международните и

вътрешните полети на летището, намиращо се в град София, както и препратка към сайта за повече информация. (Министерство на транспорта и съобщенията, 2022)

Основните проблеми по отношение на ИТС в гр. София могат да се групират в няколко основни направления. Ключов проблем при тези системи е липсата на статични данни, както и на информационни системи за събиране, анализ и обработка на динамични данни за всички участници в движението и за пътните инциденти. На ключови места в градската периферия има инсталирани автоматични преброителни пунктове, информацията от които може да се използва за анализ на входящия и изходящ трафик в града. Липсва обаче система за управление на текущите ремонти, засягащи често транспортната инфраструктура. В тази връзка е необходимо да бъде изградена система за управление на трафика по отношение на съществуващи текущи ремонти, които засягат транспортната инфраструктура. Осигуряването на алтернативни маршрути би довело до намаляване на трафика през засегнатите за ремонт или реконструкция маршрути и би довело до намаляване на трафика през тях и осигуряването на възможност за избягване на образуващи се задръствания в пиковите часове на движение.

## **2.7. Модернизиране на транспортните средства извършващи превози на територията на града.**

Сред основните приоритети за развитието на транспортната система на град София е модернизирането на транспортните средства, както и осигуряване на по-висока екологичност и намаляване на шумовото замърсяване от тях. За това в града постоянно се подменя транспортния парк с по-удобен и модерен такъв, който да повиши качеството на предлаганата транспортна услуга и до подобри придвижването на пътниците в градски условия.

Статистическата информация относно вида на автопарка притежание на „Столичен автотранспорт“ показва развитие на екологичните превозни средства, като броя на автобусите към 2020 г. наброява 616 бр., от които доста голяма част са последната екологична норма- евро 6. (Столичен автотранспорт ЕАД, 2023 г.) Към 2010 г. всички използвани автобуси са били в екологичните норми от 1 до 5. От 2015 г. започват да превозват пътници и автобуси от последната екологична норма Евро 6. Това от своя страна води до намаляване на вредните емисии отделяни от старите дизелови автобуси. Осигуряването на бърз, удобен и екологичен транспорт и подобряване на качеството на превозите на обществения транспорт, ще доведе до намаляване на използването на лични

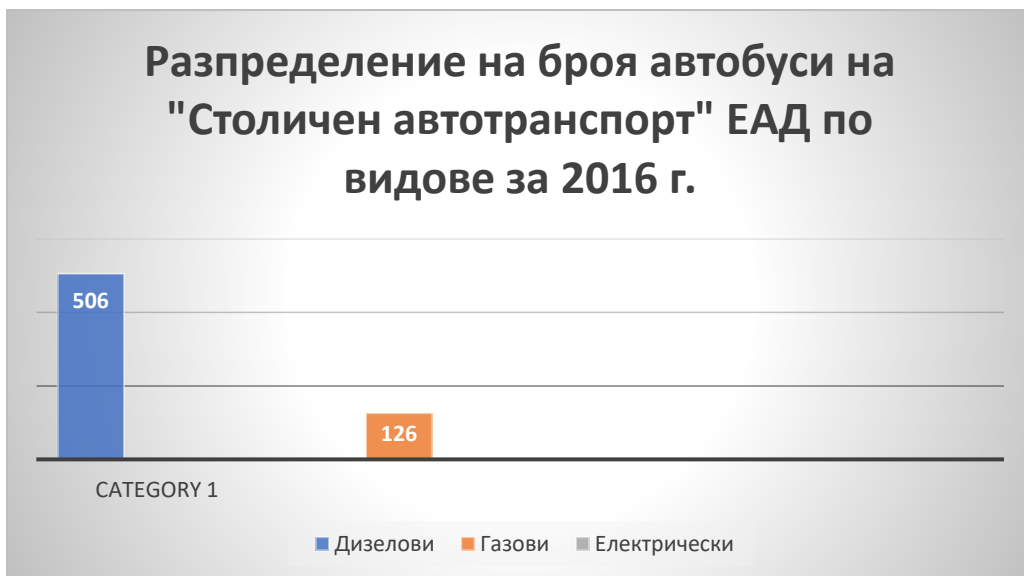
автомобили от потребителите на транспортни услуги. Автопаркът на град София към 2023 г. се състои от 660 автобуса, като първите електрически автобуси превозващи пътници са придобити и влезли в експлоатация през 2018 г. Техният брой е 20 с дължина от 12 метра. Те осигуряват високо ниво на достъпност и комфорт – нископодови и климатизирани, като капацитетът им на пътници е 58. От 2023 г. в експлоатация са пуснати и 30 бр. 6 метрови, както и 22 бр. 8 метрови електрически автобуси. Общият брой електрически автобуси извършващи превози са 72 бр., което представлява 11% от общия брой автобуси. Автопаркът през последните години е променен в голямата си цялост, като голяма част от дизеловите автобуси с нисък екологичен клас, са заменени с високо екологични Евро 5 и Евро 6. В следваща таблица са представени автобусите по година на пускане на експлоатация, екологичната им норма.

Таблица № 8 Брой автобуси, година на пускане в експлоатация и екологична норма

Година	Общ брой автобуси	Дизелови	Газови	Електрически	Вид на двигателя
2004	652	652	0	0	Евро 1/2
2008	631	631	0	0	Евро 1/2
2012	559	559	0	0	Евро 1/2
2016	632	506	126	0	Евро 1/2/3
2020	645	357	268	20	Евро 2- Евро 6
2023	660	320	268	72	Евро 2- Евро 6

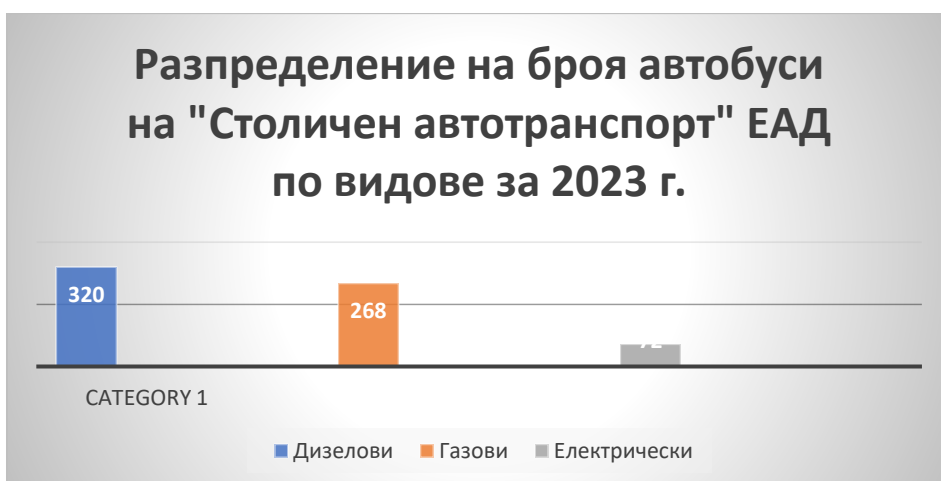
Източник : „Столичен автотранспорт ЕАД“

Представените данни показват, че към 2023 г. от общият брой автобуси извършващи обществен превоз от „Столичен автотранспорт“ ЕАД, 40,6 % са автобуси с газови двигатели с най-висок екологичен клас – 6, 10,9 % от автобусите са електрически, а останалите 48,5 % са с дизелови двигатели. От тези с дизеловите двигатели 37 са с най-нисък екологичен клас, което представлява 11,5% от общия брой дизелови автобуси и 5,6 % от общия брой автобуси. Новите газови и електрически превозни средства осигуряват по-голямо удобство и комфорт на пътуване. Това ги прави предпочитани за пътуване от потребителите на транспортни услуги. Това става видно от пътничкопотоците и последователното им покачване през годините.



Графика № 5 Разпределение на броя автобуси на „Столичен автотранспорт“ ЕАД по видове за 2016 г.

Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД



Графика № 6 Разпределение на броя автобуси на „Столичен автотранспорт“ ЕАД по видове за 2023 г.

Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД

В следващата таблица е представен броя превозени пътници от трите вида обществен транспорт извършващи превози на територията на град София

Таблица № 9 Превозени пътници от трите вида обществен транспорт за периода 2016-2022 г.

Година	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Електротранспорт	120 053 415	150 339 372	145 464 013	140 069 902	110 163 983	103 076 557	130 304 336
Автотранспорт	160 823 152	189 416 587	177 520 639	186 422 637	134 132 861	122 055 697	144 270 333
Метрополитен	207 147 704	194 882 475	211 181 655	224 815 770	172 165 533	186 160 601	238 236 577

Източник : ЦГМ

Данните от таблицата показват увеличаване на превозените пътници паралелно с подобряване качеството на транспортната услуга и модернизацията и развитието на трите вида обществен транспорт. През 2020 г. има рязък спад, които се дължи на възникналата коронавирусна пандемия, като през следващите две години има отново поетапно увеличение. Най-голямо увеличение на превозените пътници търпи „Метрополитен“ ЕАД предвид развитието на метро лъحوвете през последните години и възможността, която осигуряват за пътуване без прекачване и възможност за спестяване на време.

**Изводи от втора глава** могат да се обобщят в няколко основни насоки. Анализирани са развитието на транспортната система на град София, като са разгледани районите на Столична община, както и видовете транспорт, използвани за придвижване. Сравнителният анализ между използването на личен автомобил и обществен транспорт основан на разходния модел, доказва ползите от обществения транспорт от икономическа гледна точка. От друга страна, анализът на вредното въздействие върху околната среда и загубите от благосъстоянието на жителите на град София и няколко европейска града съгласно проучване на CE DELFT, представя предприетите действия и мерки за справяне с екологичните проблеми на столицата ни свързани с ФПЧ и шумовото замърсяване. Освен електрическите превозни средства, като начин за придвижване в градска среда разгледани в тази глава, са представени и примери за ново закупени автомобили по видове гориво за определен времеви период по данни от Евростат за целия Европейски съюз, както и стимулите на някои европейски държави, които осигуряват на населението. Разгледано е и велосипедното движение, като начин на придвижване, като са използвани за сравнение велосипедни инфраструктури на други градове дадени за пример в настоящата точка, като е извършено и анонимизирано анкетно проучване на малка

представителна извадка от обществото. Направеният SWOT анализ, дава яснота за силните и слабите страни на транспортната система на град София и необходимите насоки, които трябва да бъдат предприети предвид възможностите и заплахите стоящи пред нея. Направеният анализ за икономическата ефективност на автобусните превози за определен времеви период, потвърждава, че с модернизирването на автобусите, се повишава икономическата ефективност предвид намаляване на експлоатационните разходи и увеличаването на приходите от транспортна дейност. В настоящата точка е разгледана и пандемията от COVID-19 и влиянието, което е оказала върху превозите.

**3. В трета глава** са представени насоките за повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София

### **3.1. Развитие на икономическата ефективност при градските обществени превози**

Неизменна част от една успешна и функционална транспортна система, е развитието на отделните видове транспорт, извършващи превози на пътници на територията на един град. Осигуряването на конкурентен транспорт и постигането на устойчиво развитие на транспортната система е сред основните предизвикателства, които трябва да бъдат постигнати. Нарастващата зависимост от използването на личния автомобил за придвижване дори на кратки разстояния засяга урбанистично развитите градове и превръща пътуванията в многочасови изпитания.

За да бъде постигната ефективност при използването на обществения градски транспорт е необходимо да бъдат увеличени ползите от превоза на пътници и плюсовете, които биха получили пътниците спрямо използването на личните им автомобили. Подобряването на качеството на транспортното обслужване, като скоростта на придвижване, време пътуването, надеждността, комфорта и удобството, което осигуряват, е привлякло повече пътници. Независимо от това проблемът с личните автомобили се е задълбочил, предвид данните от нивата на моторизация за град София. Общественият транспорт е причинител на замърсяване на околната среда, поради което е необходимо да продължи подмяната на амортизирания подвижен състав с нов – с модерни и екологични транспортни средства независимо от факта, че транспортът не е сред основните замърсители на столицата ни. В транспортния сектор освен замърсяването на околната среда от остарелите двигатели на подвижните МПС, има и замърсяване от фини прахови частици, които са над допустимите норми. Постоянното обновяване с екологичен подвижен състав от най-висок клас, води до намаляване на емисиите на замърсители в



атмосферния въздух, намаляване на шума и вибрациите, както и спестяване на енергия, което подобрява градската мобилност. По-високата надеждност и комфорт на транспортните средства, които извършват превози по предварително установени разписания и маршрути е предпоставка градския транспорт да е по-предпочитан за пътуване от страна на пътниците, пътуващи до различни части на града. Осигуряването на по-голяма задоволеност на пътниците от гледна точка на комфорта при пътуването в превозните средства с климатични системи е от съществено значение при техния избор. Важно е подвижният състав да бъде модернизирани, за да се намалят разходите за експлоатация и гориво. Остаряващите транспортни средства често излизат извън експлоатационна възможност, поради амортизацията си.

Транспортните средства, използвани за извършване на обществен транспорт на територията на града, осигуряват надеждност, комфорт, икономичност, дълготрайност и др. Това са технико-експлоатационни качества, които подобряват качеството на транспортната услуга и осигуряват необходимото развитие на обществения транспорт на територията на града. Транспортните средства трябва да отговарят на съвкупност от европейски стандарти и технически характеристики, за да могат да осигурят съответната надеждност и качество при осъществяването на транспортните превози. Въвеждането в експлоатация на превозни средства за обществен транспорт, които са с електрически двигател, имат намаляващ ефект върху шумовото замърсяване в градска среда. Отсъствието на отработени газове води до високо ниво на екологичност при придвижването на съответните транспортни средства, което регулира дисбаланса при отделянето на ФПЧ. Високите първоначални инвестиции за придобиване на транспортните средства и оборудването към тях са компенсирани от по-ниските експлоатационни разходи при самото им използване. За да се провери съотносимостта от подобряването на технико-експлоатационните качества, увеличаването на приходите от транспортна дейност и намаляването на разходите, в следващата таблица са разгледани данни от „Столичен автотранспорт“ ЕАД за конкретни години.

Таблица № 10 приходи от транспортна дейност съотносимо към експлоатационните разходи на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

Година	Приходи от транспортна дейност	Експлоатационни разходи
2016	78 204 114	26 331 000
2017	79 337 216	25 957 000
2018	83 485 170	25 114 000
2019	99 653 160	24 961 000
2020	104 099 430	20 158 000

Източник : Столичен автотранспорт ЕАД и изчисления на автора

Таблица № 11 приходи от транспортна дейност съотносимо към експлоатационните разходи на „Столичен автотранспорт“ ЕАД

Година	Общ брой автобуси	Дизелови	Газови	Електрически	Вид на двигателя
2016	632	506	126	0	Евро 1/2/3
2017	628	502	126	0	Евро 2/6
2018	625	499	126	0	Евро 2/6
2019	625	499	126	0	Евро 2/6
2020	645	357	268	20	Евро 2/6

Източник : Столичен автотранспорт ЕАД и изчисления на автора

Данните от двете таблици потвърждават, че с подобряване на технико-експлоатационните качества на автобусите и повишаването на екологичния им клас през годините, се намаляват експлоатационните разходи и се повишават приходите от транспортна дейност.

Ключът към постигане на устойчиво развитие на транспортното придвижване в столицата е обвързан с управлението на транспортните услуги и осигуряване на силни политики за насърчаване на общественя транспорт. Това от своя страна ще намали задръстванията и ще има екологични и социални ползи за обществото. Постигането на устойчив транспорт в своята си същност е една неосъществима напълно цел, която

постоянно доминира в мненията по отношение на реализирането на транспортната политика, както на ЕС, така и в България. Постигането на устойчиво развитие на транспорта е най-важното условие при изграждането на последователна политика за развитие на отделните видове транспорт (Николова Х., 2013). Функционирането на подобна транспортна среда съчетаваща в себе си изброените елементи от транспортната система и осигуряването на координирана работа между тях, е добра предпоставка за развитието на транспортните пътувания с минимизиране на разходите и времето за тях, както и осигуряването на щадящ околната среда транспорт.

Реалната концепция върху която трябва да се реализира устойчивото развитие на транспорта и осигуряването на икономическа ефективност от използването на превози е намирането на баланс между усъвършенстването на транспортната инфраструктура и запазването на екосистемите, заобикалящи града. Осигуряването на добри условия за извършването на интермодални превози на пътници е в основата на изграждането на добра транспортна свързаност между отделните видове транспорт и е сред приоритетите на провежданата от държавите членки транспортна политика. За осигуряването на добра комуникативност между отделните видове транспорт в развитите в транспортен план световни градове служи усъвършенстваната транспортна инфраструктура. Изчисляването на необходимото време за пътуване и времето на засичане с другите видове транспорт нужно за извършването на съответния превоз е свързано с внедряването и развитието на интелигентни транспортни системи, които ще спомогнат този процес по предлагане на качествена транспортна услуга. Изграждането на транспортна мрежа от различни превози и постигането на баланс при използването на всички видове транспортни средства при извършването на превози на пътници на различни разстояния ще доведе до развитието на по-безопасен, ефективен и екологичен транспорт.

За да се определи значимостта от усъвършенстването и модернизирането на транспортните средства от масовия градски обществен транспорт на град София, е анализирана транспортната подвижност на населението на града в частност при използването на обществен транспорт в годините 2016г.-2022 г. Целта на изследването е да се анализира повишава ли се използването на различните видове обществен транспорт предвид тяхната модернизация през годините и достигнатите по-високи нива на комфорт и време на пътуване и дали това има влияние върху предпочитанията на пътниците. Периодът 2020-2022г. е с понижени превозени пътници и по-малък коефициент на

подвижност предвид възникналата пандемия от Covid-19 и последствията върху транспортното придвижване, които оказва тя в бъдещ план. За определяне на методологията на изследването е използван приложеният модел на проф. Качаунов по следната формула :

$$P_T = \frac{A_T}{H}, \text{ където}$$

$P_T$ - транспортна подвижност

$A_T$  – общ брой придвижвания за определено време чрез обществен транспорт

$H$  – броя жители на града

*Таблица № 12 Коефициент на подвижност на пътниците използващи обществен транспорт в град София за периода 2016-2022г.*

Година	Брой превозени пътници	Население на град София	Коефициент на подвижност
2016	534 556 443	1 236 047	432,5
2017	563 738 841	1 238 438	455,2
2018	576 486 381	1 241 675	464,3
2019	588 616 109	1 242 568	473,7
2020	434 566 526	1 221 785	355,7
2021	428 109 075	1 207 439	354,5
2022	531 623 990	1 217 692	436,6

*Източник ЦГМ и изчисления на автора*

Пандемията от коронавирус и предприетите ограничителни мерки за разпространението му, са оказали влияние върху пътничкопотоците и превозените пътници в периода 2020-2022г. Въпреки това се вижда увеличение на коефициента на подвижност през 2022г. спрямо 2020г., когато започна пандемията. В графичен вид е представен коефициента на подвижност за разглеждания период от 2016г.-2022г. включително.



Графика № 7 коефициент на подвижност на населението на град София за периода 2016-2022г.

Източник: ЦГМ и изчисления на автора

Обобщените данни в графиката и представения коефициент на подвижност показват, че с модернизирването на обществения транспорт на територията на град София се покачва търсенето на транспортни услуги от пътуващите в града, които използват обществения транспорт за своето придвижване от едно местонахождение до друго. Изключение прави периодът на пандемията въпреки, че се вижда плавното възстановяване след отминаването и.

За да бъде по-детайлно проучването е разгледан коефициента на подвижност на населението на град София спрямо всеки един от видовете обществен транспорт извършващ превоз на пътници на територията на града за периода 2016-2022г. по описаната формула  $P_T = \frac{A_T}{H}$ , където

$P_T$ - транспортна подвижност

$A_T$  – общ брой придвижвания за определено време чрез обществен транспорт

$H$  – броя жители на града.

Таблица №13 Коефициент на подвижност на пътниците използващи автобусен транспорт в град София за периода 2016-2022г.

Година	Брой превозени пътници	Население на град София	Коефициент на подвижност
2016	160 823 152	1 236 047	130,1
2017	189 416 587	1 238 438	152,9
2018	177 520 639	1 241 675	143,0
2019	186 442 637	1 242 568	152,6
2020	134 132 861	1 221 785	109,8
2021	122 055 697	1 207 439	101,0
2022	140 116 150	1 217 692	115,0

Източник : ЦГМ и собствени изчисления на автора

В графичен вид е представен коефициента на подвижност в анализирани години по отношение пътниците използващи автобусен транспорт.



Графика № 8 – коефициент на подвижност на пътниците използващи автобусен транспорт 2016-2022г.

Източник: изчисления на автора

Данните от графиката показват, че автобусният транспорт има различие при използването си, като се забелязва тенденция на покачване спрямо превозените пътници по време на пандемията.

В следващата таблица са представени данни за превозените пътници от тролейбусния транспорт.

Таблица № 14 Коефициент на подвижност на пътниците използващи тролейбусен транспорт в град София за периода 2016-2022г.

Година	Брой превозени пътници	Население на град София	Коефициент на подвижност
2016	120 053 415	1 236 047	97,13
2017	150 339 972	1 238 438	121,39
2018	145 464 013	1 241 675	117,15
2019	140 069 902	1 242 568	114,6
2020	110 163 983	1 221 785	90,17
2021	103 076 557	1 207 439	85,37
2022	130 304 336	1 217 692	107,0

Източник : ЦГМ и собствени изчисления на автора

В графичен вид е представен коефициента на подвижност в анализирани години по отношение на тролейбусния транспорт.



Графика № 9 – коефициент на подвижност на пътниците използващи тролейбусен транспорт в периода 2016-2022г.

Източник: изчисления на автора

В следващата таблица са представени данни за превозените пътници от тролейбусния транспорт.

Таблица №15 Коефициент на подвижност на пътниците използващи тролейбусен транспорт в град София за периода 2016-2022г.

Година	Брой превозени пътници	Население на град София	Коефициент на подвижност
2016	207 147 704	1 236 047	167,59
2017	194 882 475	1 238 438	157,36
2018	211 281 655	1 241 675	170,15
2019	224 815 770	1 242 568	184,00
2020	172 165 533	1 221 785	140,91
2021	186 160 601	1 207 439	154,18
2022	238 236 577	1 217 692	195,64

Източник : ЦГМ и собствени изчисления на автора

В графичен вид е представен коефициента на подвижност в анализирани години по отношение на метрополитен.



Графика №10 – коефициент на подвижност на пътниците използващи метрополитен в периода 2016-2022г.

Източник: изчисления на автора



Модернизирането на всички транспортни средства обслужващи линиите на МГОТ на град София, както и създаването на нови транспортни линии привлича повече пътуващи с градския обществен транспорт. От икономическа гледна точка предимствата, които носи модернизацията на транспортния парк, се изразяват в намаляване на разходите за гориво и амортизация на старите транспортни средства. Намаляването на нивата на шум и отделянето на вредни емисии има своя положителен ефект върху градската мобилност на града.

### **3.2. Внедряване на интелигентни транспортни системи за подобряване транспортното обслужване на град София**

Бързият темп на развитие и промяна в областта на интелигентните технологии изисква тяхната адекватна разбираемост от страна на ползвателите на ИТС в град София. За постигането на необходимите ефекти в реализацията на новите програмни продукти и осигуряването на възможността да съдействат в ограничаването на задръстванията и предизвиканите ПТП, изискват контролирани действия по внедряване и необходимото време, за да бъдат максимално ефективни при използването им. Според Хр. Николова, ИТС са предназначени да осигурят постигане на цели за развитие на градовете на европейско ниво в области като: управление на трафика, смарт таксуване, информация за пътуванията и градска логистика. (Николова Х., 2017)

*Таблица № 16 развитие на ИТС по определени автобусни линии*

Автобусна линия	Година	Модел автобус	Нововъведения
1	2019	Yutong ZK 6126 HGA	Добавени са маршрутни табели, указващи маршрутната линия
11	2019	Man Lion`s city G CNG	Добавени са маршрутни табели, указващи маршрутната линия
56	2019	Mercedes Conecto	Добавени са маршрутни табели, указващи маршрутната линия

*Източник : „Столичен автотранспорт“ ЕАД и изчисления на автора*

През последните 10 години в „Столичен автотранспорт“ ЕАД, респективно в транспортната инфраструктура бяха направени сериозни инвестиции в иновативни технологии. (Столичен автотранспорт ЕАД, 2023г.) През 2022г. бяха обновени 65 бр от

спирките на градския транспорт – веднъж като инфраструктура и втори път като информационна осигуреност.(ЦГМ,2023г.) Това са спирки на различни натоварени места от транспортната мрежа на Столична община и се намират в различни райони, каквито са: Триадица" (4 бр.), „Студентски" (3 бр.), „Слатина“ (1 бр.), „Сердика“ (3 бр.), „Подуяне“ (7 бр.), „Панчарево" (1 бр.), „Овча купел“ (6 бр.), „Оборище“ (1 бр.), „Нови Искър“ (2 бр.), „Надежда“ (2 бр.), Младост" (10 бр.), „Люлин" (8 бр.), „Лозенец“ (1 бр.), „Кремиковци“ (4 бр.), „Красно село“(3 бр.), „Искър“ (2 бр.), „Илинден" (1 бр.), „Възраждане“ (1 бр.), „Връбница“ (1 бр.), „Витоша“ (2 бр.) и „Банкя" (2 бр.). Освен цялостното обновяване на 65 бр. спирки , 11 бр. спирконавеси са цялостно сменени, като са демонтирани амортизираните и на тяхно място са поставени възстановени. Реновиращи са 95 бр. спирконавеси, като е извършен ремонт на покрива, изкърпване на гръб и страници, подмяна на корозирали елементи, укрепване на крака, ремонт на пейки, подмяна на стъклодържачи и др; Отделно в самите превозни средства бяха инсталирани интелигентни системи от различен характер, осигуряващи комфорт на пътуващите. През 2015г. са доставени системи за автоматично гласово оповестяване в 126 от автобусите на „Столичен автотранспорт“ ЕАД. От 2018 г на разположение на ползвателите на транспортни услуги е „Интегрирана автоматизирана система за електронно таксуване и видеонаблюдение“. Тя е част от Smart City стратегията на Столична община, която цели превръщането на столицата в модерен, технологичен и устойчив град. Ползите и предимствата, които осигурява са следните :

- Зареждане на картите за градски транспорт онлайн;
- Плащане за пътуване с кредитна и дебитна карта в превозното средство;
- С натрупването на аналитични данни могат да се правят предложения за промени в подхода за таксуване и заплащане на пътуванията за време, разстояние и др. Това спомага за създаване на по-ефективно разписание на градския транспорт, по-подходящи маршрути и спирки за различни линии, по-добра свързаност между различните видове транспорт. По този начин ще се оптимизира трафикът в столицата, ще се допринесе за намаляване на задръстванията и за повече екологични ползи за града;
- Новите безконтактни смарт карти, с които се пътува във всички видове транспорт, са с много високо ниво на защита. Това гарантира сигурността за ползвателите на транспортни услуги в град София.

От 2019 г. подвижният състав е оборудван с електронни маршрутни табели на всички превозни средства, които са с висока степен на надеждност и безопасност. Всички тези промени в инфраструктурата и в самите превозни средства, са предпоставка за подобряване на предлаганата транспортна услуга, което е видно и от промяната в пътничкопотоците, нарастващи през анализираниите години.

Интелигентните транспортни системи, които се внедряват и усъвършенстват на територията на град София, притежават лесно достъпен и разбираем дизайн на управление, които осигурява приложението на различните услуги по-най надеждния и комфортен начин. Основният им фокус е съсредоточен върху управлението на трафика и намаляването на произшествията.

Внедряването на координирана адаптивна трафик система, каквато безусловно е SCATS по примера на Сидни ще бъде от изключителна полза и с огромна важност за цялостната организация на движението, като има предотвратяваща роля по отношение на предизвикването на ПТП, намаляването на трафика и задръстванията, както и развитието на вече съществуващата в София „зелена светлина“ на придвижващите се със специален режим МПС. Предимствата, които може да осигури подобна система са сигурни и включват анализ на трафика в реално време без необходимост от ръчно въвеждане и определен период от време на наблюдение, както и намаляване на оперативните разходи. Анализирайки в реално време трафика благодарение на индуктивните датчици монтирани в пътната настилка, тази трафик система има действие върху светофарната уредба определяйки продължителността на сигнализация спрямо трафика, който е към действащия момент. Това има определяща роля в зависимост от натовареността на кръстовищата спрямо конкретни часове и дни и няма да бъде по предварително утвърден график на сигнализация, който в определени моменти им негативно въздействие върху управлението на трафика. Интелигентните транспортни системи са форма на най-високо информационно ниво, целящо да подпомогне пътуващите при избора им на маршрут, начина им на пътуване и да им помогне да се справят с трафика и възникващите трудности при движение. За да бъдат изградени действащи на високо ниво ИТС е важно да бъде изградена съответната устойчива и развита транспортна инфраструктура, което е предпоставка за бързо, сигурно и надеждно придвижване. Трябва да бъде предвидено инвестиране в ИТС следящи трафика и даващи ясна информация на пътуващите относно пътната натовареност в определени моменти и

да осигуряват статистическа информация по отношение на преминалите автомобили в определени часове, за да бъдат осигурени необходимите промени в уличното движение или прилежащите светофарни уредби при постоянни нива на висок трафик от пътни превозни средства анализирани в дълъг период от време.

За да бъде успешно развитието и усъвършенстването на ИТС в град София, градът трябва да се придържа към директивите на ЕС за внедряване на интелигентни транспортни системи и по точно Директива 2010/40/ЕС- рамката за внедряване на интелигентни транспортни системи в областта на автомобилния транспорт и за интерфейси с останалите видове транспорт. Директивата е насочена към развитието на определени приоритетни области за разработването и използването на интелигентни транспортни системи, които са четири на брой. За град София е необходимо и важно да се придържа към 3 от тях, а именно :

- Оптимално използване на данните за пътищата, движението по тях и пътуванията, например за да имат ползвателите възможност да планират пътуванията си;
- ИТС приложения за безопасност и сигурност;
- Свързване на превозните средства с транспортната инфраструктура, т.е. оборудване на превозните средства с устройства за обмен на информация.

Следвайки основната концепция на технологиите на разработване на интелигентните транспортни системи и необходимостта от по-специфичен начин на планиране предвид териториалните особености на града, за който ще се използват съответните технологии, пред град София стоят редица предизвикателства. Получаването на една перспективна, разработена цялостно интелигентна транспортна система включваща няколко подразделения съобразени с мащабите и транспортните изисквания на града, както и обединяваща традиционните транспортни процеси, ще доведе до спокойствие и справяне с обичайните транспортни проблеми свързани с пътуванията на територията на града. Създаването на подходящ потребителски профил удовлетворяващ транспортните изисквания на по-голямата част от пътуващите по различни причини на територията на града трябва да бъде основен приоритет при разработването и внедряването на единен транспортен продукт. Изграждането на единна регионална транспортна система свързваща отделните институции и служители при използването на ИТС и предлагането на синтезирана информация по отношение на услугите предназначени за потребителите ще представи най-доброто и полезно транспортно решение.

### **3.3. Повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София**

За да бъде прецизирана (онагледена) ролята (значението) на подходите, които оказват въздействие върху икономическата ефективност на транспортната система на град София, е представена оценъчна таблица на същите сравняващи използването на обществен транспорт с личен автомобил. Всеки подход има различно влияние върху качеството на транспортната услуга, което налага необходимостта те да бъдат степенувани в зависимост от тяхната удовлетвореност при потребяването на транспортната услуга. Тежестта на всеки подход е определена на база предпочитанията на пътниците и анкетните проучвания направени във втора глава. Общият сбор (тежест) е 100 единици разпределени между отделните количествени показатели съобразно степенуването им от ползващите транспортната услуга. Изборът на пътниците дали да използват или не обществен транспорт, респективно личен автомобил се влияе най-силно от техническото състояние и комфорта, който имат превозните средства, т.е. от технико-експлоатационните характеристики. Поради тази причина технико-експлоатационния подход е оценен с най-висока тежест, а именно 40 единици. На следващо място е икономическият подход, който се обвързва с разходите за транспорт, което отделя един пътуващ на годишна база и е остойностен с 30 единици. Внедряването на иновативни решения като електронни превозни документи, информация в реално време, подновяване на автопарка в България, изграждане на зарядна инфраструктура, ИТС, видеонаблюдение и др., т.е. – технологичният подход е с тежест 20 единици. Останалите два подхода екологичния и социалния имат ниска потребителска стойност за ползващите обществен транспорт и личен автомобил и съответно са оценени 6 единици за екологичния и респективно за социалния - 4 единици.

В следващата таблица са представени подходите за повишаване на ефективността, относителната им тежест и оценка на съответния подход спрямо използвания вид транспорт.

Таблица № 17 Подходи за повишаване на ефективността и относителната им тежест и оценка

Подход	Технико- експлоатационен	Икономически	Технологичен	Екологичен	Социален
Тежест (Т)	40	30	20	6	4
Оценка (О)- Обществен транспорт	0,2	0,9	0,5	0,9	0,3
Оценка (О)- Личен автомобил	0,8	0,1	0,5	0,1	0,7
Обща ефективност (ОЕ) обществен транспорт	8	27	10	5,4	1,2
Обща ефективност (ОЕ) личен автомобил	32	3	10	0,6	2,8
Общо: обществен транспорт	51,6				
Общо: личен автомобил	48,4				

Източник : по идея на автора

Изчисленията в таблицата са извършени по формулата  $OE = T \times O$ , където

OE – Обща ефективност;

T – Тежест на съответния подход ;

O- Оценка на съответния подход спрямо използвания вид транспорт.

Логиката е, че колкото е по-високо качеството на предлаганата услуга толкова е по-висока оценката – по близо до единицата. И обратно, когато удовлетвореността на пътника от качеството на транспортната услуга е ниско, то и оценката е с по-ниска стойност – по-близо до нулата.

Всички изчисления в таблицата съотносими спрямо тежестта на съответния подход към оценката от използването на личен автомобил и обществен транспорт са отнесени към общ сбор единица (1), а относителната тежест към 100 единици. За да се определи общата ефективност от използването на конкретния вид транспорт, е остойностена мярката на всеки показател чрез умножение на тежестта му по оценката, която е на основата на качеството, което предлагат личния автомобил и обществения транспорт. При пътуване с личен автомобил удобството и комфорта е с по-високо и за това е оценено с 0,8 спрямо обществения транспорт, който е с 0,2. По-високата оценка при технико-експлоатационния подход съотносима към двата вида транспорт определя предимство на личния автомобил, който осигурява, както и данните потвърдени в изследването, че независимо от увеличаващото се използване на обществения транспорт, ползването с лични автомобили продължава да е преобладаващо в София. Повишените нива на моторизация в столицата през последните 20 години потвърждава тази тенденция. По отношение на икономическия подход, предимство има общественият транспорт предвид доказаните по-ниски разходи спрямо използването и поддържането на личен автомобил на база използвания разходен модел в дисертационния труд. Това е обосновало оценка 0,9 за обществения транспорт и респективно 0,1 за личния автомобил. Технологичният подход е оценен равностойно и при двата вида пътувания, предвид еднаквата достъпност до транспортната мрежа и предимствата, които осигуряват технологиите и за двата вида транспорт. Екологичният подход има изразено предимство при обществения транспорт, поради модернизацията на подвижния състав, въвеждането в експлоатация на превозни средства от най-висок екологичен клас, както и ограничаването на вредното въздействие върху околната среда (шумово замърсяване и

замърсяване с ФПЧ). За личния автомобил, доказано в хода на изследването е с високата степен на замърсяване предвид възрастова структура на автопарка и слабо функциониращата инфраструктура (зарядни станции за електрически автомобили и все още ограниченото им използване). Поради тази причина е оценен с 0,1 а обществения транспорт с 0,9. По отношение на социалния подход, личният автомобил има изразено предимство (оценен с 0,9), поради възможността за спестяване на време и използване на момента за разлика от обществения транспорт (0,1), където използването му е свързано с определени часови разписания по предварително установени графици. Видно от направените изчисления е, че обществения транспорт е с по-високи показатели по отношение на общата ефективност при предлагането на транспортна услуга.

В заключение при изчисление на оценката на различните подходи при двата основни транспорта за придвижване в рамките на градската транспортна система на София, се установява по-голямата ефективност от използването на обществен транспорт. Този модел показва как на практика можем да ограничим използването на лични автомобили, а именно чрез нова маркетингова концепция базираща се на разходно-ориентиран принцип, екологични стандарти и внедряване на интелигентни транспортни системи.

**Като изводи от трета глава** може да се каже, че съгласно приложения модел на проф. Качаунов за изчисляване на коефициента на подвижност, определящ движението на пътниците, е доказано, че чрез внедряването на нови технологии в транспортните средства и развитието на подвижния състав и прилежащата транспортната инфраструктура, са променени предпочитанията на пътуващите. Потребителите на транспортни услуги са увеличили използването на обществен транспорт за своите пътувания. Това се доказва и чрез определените от автора подходи за изчисляване на ефективността, чрез тежестта и оценката им при сравняването между обществен транспорт и личен автомобил. Тези подходи дават ясна перспектива и насоченост при предпочитанията на потребителите на транспортни услуги в настоящ и бъдещ план по отношение на техните пътувания на територията на град София.



### III. Заключение

В национален мащаб развитието и разположението на транспортната инфраструктура и прилежащите и съоръжения в град София, както и благоустройството на жилищните сгради могат да бъдат повлияни от съответните национални и европейски политики, които да определят максималната използваемост и правилното пространствено разположение на новостроящите се сгради, улици и съоръжения предвид нарастващия пътникопоток в столицата и необходимостта от иновативни решения. Прилагането на иновативни подходи за повишаване на икономическата ефективност на обществения транспорт и транспортната инфраструктура, предразполага потребителите на транспортни услуги да променят предпочитанията си при избора на придвижване в градска среда. Конкретните предложения за развитие на транспортната система на града заедно с дадените като пример модели на развити и успешни интелигентни транспортни системи са придали завършен вид на изследването. Използването на екологични и енергийно-ефективни превозни средства за придвижване оказва важна роля върху подобряване на градската мобилност. Внедряването и развитието на интелигентни транспортни системи при организацията на транспортния процес, в това число в прилежащата инфраструктура и превозните средства, има основен принос за промяна в предпочитанията на ползвателите на обществен транспорт. Развитието на обществен транспорт, осигуряващ по-бързо и удобно придвижване, е предпоставка за по-голямото му използване от потребителите на транспортни услуги. На база приложения модел в трета глава се доказва, че коефициента на подвижност се е повишил за определения разглеждан времеви период, което обосновава поставената теза.

За да бъде постигнато високо ниво на икономическа ефективност на транспортната система на града, трябва да се постигне баланс между положителното въздействие на икономическия растеж и постигането на ограничение на негативните последици от замърсяването на околната среда. Увеличаването на транспортните инвестиции и правилното териториално разположение на създаващата се транспортна инфраструктура на база предварително осъществени планове, ще допринесе за положителен ефект от максималната реализация на транспортния потенциал състоящ се в рационално използване на модернизирани транспортни средства използвани за обществен транспорт, прилежащата инфраструктура и съоръжения осигуряващи пространственото преместване на пътниците.

Обоснована е основната теза на Дисертационния труд, че чрез прилагането на иновативни подходи за повишаване на икономическата ефективност на обществения транспорт и транспортната инфраструктура, потребителите на транспортни услуги ще променят предпочитанията си при избора на придвижване в градска среда (повишава се използването на обществен транспорт). Доказана е основна хипотеза 1, че използването на екологични и енергийно- ефективни превозни средства за придвижване оказва важна роля върху подобряването на градската мобилност. Доказана е основна хипотеза 2, че внедряването и развитието на интелигентни транспортни системи при организацията на транспортния процес, в това число в прилежащата инфраструктура и превозните средства, има основен принос за промяна в предпочитанията на ползвателите на обществен транспорт. Доказана е основна хипотеза 3, че Развитието на обществения транспорт, осигуряващ по-бързо и удобно придвижване, е предпоставка за по-голямото му използване от потребителите на транспортни услуги.

Следването на принципите на последователност при реализацията на транспортните проекти е една добра перспектива за транспортна завършеност и визия на град София. Предвид факта, че градската мобилност съдържа в себе си съвкупност от многозначни понятия създаващи благоприятни условия за пътуване, нейното подобряване и усъвършенстване съвместно с развитието на транспортната система на града, ще донесат максимален икономически ефект и реализиране на поставените приоритети в бъдещото развитие на град София

#### **IV Научни приноси на дисертационния труд**

Спазени са основните цели и задачи поставени в научния труд, като е обърнато внимание по отношение на най-важните приоритетни въпроси стоящи пред развитието на града, а именно :

- Теоритико-приложни приноси.
- На база направеното проучване на научната литература свързана с транспортната политика на ЕС и България, е изведена ролята и за повишаване на икономическата ефективност на транспортната система на град София. Въз основа на направения анализ на транспортната инфраструктура и различните подходи за нейното управление, са идентифицирани (дефинирани) подходи за оценка на качеството и.

- Обосновани са ключови елементи на транспортната политика, като аспекти на качеството на предлаганата транспортна услуга от „Столичен автотранспорт“ ЕАД.
- Анализирани и адаптирани са подходи за оценка на нагласата на пътниците при избора на превозно средство при реализация на тяхното пътуване в градска среда.
- Практико-приложни приноси.
  - На основата на приложения модел на проф. Качаунов за изчисляване на коефициента на подвижност, определящ движението на пътничкопотоците, е доказано, че чрез внедряването на нови технологии в транспортните средства и развитието на подвижния състав и прилежащата транспортната инфраструктура, са променени предпочитанията на пътуващите
  - На базата на анализирани подходи, които оказват въздействие върху икономическата ефективност на транспортната система на град София, е оценена тяхната тежест и обща ефективност при определяне избора за пътуване.
  - Изведени са очакваните икономически, технико-експлоатационни, социални, екологични и технологични въздействия и на база на тях са предложени мерки за оптимизиране работата на транспортната система.
  - Предложен е модел за интелигентна транспортна система по примера на Сидни, Австралия, който да бъде адаптиран в град София предвид неговата успешна роля по намаляване на оперативните разходи, задръстванията и риска от ПТП.
  - Обоснована е необходимостта от повишаване на ефективността от развитие на транспортната система на град София със всичките и прилежащи компоненти.

## **V.Списък на публикациите, свързани с дисертационния труд**

*Участие в юбилейна научна конференция по случай 70 години от създаването на катедра и специалност „Икономика на транспорта и енергетиката“ – транспортна свързаност 2020 с доклад на тема „Обществен транспорт и градска мобилност“*

*Публикувана статия в списание „Индустриални отношения и обществено развитие“, бр.2/2021г. на тема „Конкурентоспособност и качество при транспортните превози“*

*Публикувана статия в списание „Механика, транспорт и комуникации“, том 20, брой 1,2022г. на тема „Политики за устойчиво развитие на пътническия транспорт в Европейския съюз“*

*Публикувана статия в списание „Механика, транспорт и комуникации“, том 20, брой 3/1,2022г. на тема „Развитие на интермодалния пътнически транспорт в ЕС и България“*



# University of National and World Economy

FACULTY OF INFRASTRUCTURE ECONOMICS

Department “Economics of Transport and Energy”

Sevastiyan Aleksandrov Stavriev

Approaches to increase the economic efficiency of the transport system of the city  
of Sofia

ABSTRACT

Of a dissertation for the award of an educational and scientific degree “doctor” in  
professional field 3.8. “Economics”, doctoral program “Economics and  
management (transport)”

Scientific supervisor: Prof. Dr. Borislav Stefanov Arnaudov

Sofia 2024

The doctoral student was enrolled with an order of the Rector of UNWE № 1029 from 17.04.2019 in full-time doctoral studies, subsidized by the state, doctoral program ECONOMICS AND MANAGEMENT (Transportation), professional field 3.8. „ Economics “ to Department „Economics of transport and energy“. The dissertation work has a volume of 238 pages and contains: introduction, three chapters, conclusion and scientific contributions, list of used literature, anonymized surveys in tabular form . The publications on the dissertation are four in number. The bibliographic list includes 83 sources of information. The text contains 48 graphs and 68 tables.

The defense of the dissertation before a scientific jury will be held on 30.05.2023 at the UNWE Conference Hall. The protection materials are available to those interested in the office of Directorate „Science“ of the UNWE, Sofia.

## CONTENT OF THE AUTOREFERENCE

I. General characteristics of the dissertation .....	4
II. Presentation of the dissertation in summary form .....	9
1. Chapter one .....	9
1.1 Essence importance of transport systems .....	9
1.2 . Policy for the development of transport systems .....	10
1.2.1 Common European Union policy on transport systems. European directives in the field of transport .....	10
1.2.2 Policies of Bulgaria in the development of transport systems .....	14
1.2.3 Policies for the development of the urban transport system of Sofia .....	16
1.3.Increasing economic efficiency through the integration of different modes of transport and improving infrastructure .....	17
1.4. Methodological framework of the approaches affecting the economic efficiency of the transport system of Sofia .....	19
1.5. Achieving sustainable transport through transport connectivity, modern public transport and accessible urban mobility .....	20
1.6. Construction and management of intelligent transport systems (ITS) .....	21
2.Chapter two .....	23
2.1. Comparative analysis between the use of a private car and public transport based on the cost model .....	24
2.2.Aphonic exposure to the environmental impact of air pollution .....	26
2.3. Comparative analysis with the development of public transport, urban mobility and motorization levels of Sofia with other European cities .....	31
2.4 . SWOT analysis of the transport system of Sofia .....	33
2.5. Analysis of the economic efficiency in carrying out the transport activity of „Sofia autotransport“ EAD .....	35
2.6 . Implementation and development of intelligent transport systems in the organization of the transport activity of the city .....	38
2.7 . Modernization of transport vehicles carrying out transport on the territory of the city .....	40
3. Chapter three .....	44
3.1. Economic efficiency development in urban public transport .....	44
3.2. Implementation of intelligent transport systems to improve the transport service of a city Sofia ...	53
3.3. P increasing the economic efficiency of the transport system of Sofia .....	57
III . Conclusion .....	60
IV. Scientific contribution of the dissertation .....	62
V .List of publications related to the dissertation .....	63

## **I.General characteristics of the dissertation**

### **Exordium**

Successing development of the transport system of Sofia is essential as well for the socio-economic development of the city and to increase economic efficiency in the course of passenger transport. The construction and improvement of the transport system together with all the adjacent components helps to improve the connections between the different areas of the city, the free movement of passengers and the improvement of the living conditions of citizens. The creation of well-organized transport links will lead to a change in the preferences when choosing transport by transport users. For achieving a better transport effect needs to be improved transport infrastructure. This would provide better accessibility and mobility and lead to reduced congestion in congested areas, mainly in the central part of the city, where there is a huge cluster of cars every day. Personal motor vehicles are a major alternative for a large part of the population traveling not only within the city, but also in the movement of citizens from other nearby cities who live and work in Sofia, as well as in the movement between the individual quarters of the capital and short distances. In order to achieve higher usability of public transport, measures should be implemented to improve transport links between the capital and other cities, as well as in individual areas of the city. Besides making good transport links are necessary to ensure quality and environmentally friendly public transport. In order to achieve good economic efficiency, it is necessary to provide a process of good transport service that has a connection with the other areas of planning – economically or urban.

Given the impact of urban mobility on economic growth and the environment, the EU is promoting sustainable urban mobility. This includes developing strategies to ensure a well-developed, sustainable and accessible public transport, as well as moving to more environmentally friendly modes of transport — for example, cycling, transport and new forms of use and ownership of cars (ESP, 2020).

Achieving this goal can be accomplished by providing modern means of transport to provide environmentally friendly transport, rendering positive impact on human health by reducing harmful emissions that are released into the atmosphere. Social impact on society associated with reduced time travel, providing better comfort and convenience of travel and maximum satisfaction of the needs of the population of their movement within the urban transport



system , would lead to favorable result and positive effect the use of personal cars. It is necessary to ensure transport connectivity between all metropolitan areas, and this should be linked to the advantages of each of the modes of transport, providing movement of the population , in order to be able to make the most of their useful action depending on the territorial features of the different metropolitan areas. It is important to pay attention to the connectivity and accessibility of the central city part of Sofia with the rest of the capital, as well as with the suburbs.

Ensuring sustainable urban passenger transport, building flexible and accessible infrastructure and solving urban mobility and transport connectivity issues between all transport corridors located on the territory of the capital is essential. This would have an effective impact on the movement of citizens and the restriction of the use of private cars, which in turn would lead to a reduction in harmful emissions and limiting congestion in busy parts of the city.

### **Actuality of the studied e to it**

The actuality of the study is determined by the need to increase the economic efficiency of the transport system in Sofia. This would be done with improving the organization of movement of vehicles ensuring the movement of citizens ( public transport of the city ) , optimization of operating costs, reduction of traffic jams, reduction of the harmful emissions emitted by vehicles on the territory of the city, including noise pollution, improvement of urban mobility and accessibility consistent with the spatial structure and demographic development of the city of Sofia. There is also an increase in the use of all modes of transport located on the territory of the capital . The motivation for their use will be to improve the transport connectivity between the suburbs and the center, as well as the transport connections of Sofia with the nearby settlements (50-60km), which will encourage the population to limit the use of personal vehicles. This would be done by improving the organisation of public transport, the modernisation of means of transport to provide faster, flexible, reliable and secure transport. This, in turn, will motivate the population to use public transport as a mode of transportation, including the use of bicycles, walking, etc . Ensuring the right conditions for this will lead to a change in the existing organization of traffic, the creation of new routes of public transport, the construction of bicycle routes that connect certain metropolitan areas with others, when distance allows.

## **Object of the study**

The object of research in this dissertation is the transport system of Sofia. Same it should be very much well organized and structured in order to avoid or at least reduce congestion in the city, as well as to limit the harmful effects of increasing traffic in the use of personal cars . The transport system is essentially composed of several main components: transport infrastructure, rolling stock , maintenance facilities and equipment, operating rules and procedures . In order for a transport system to function optimally and to provide convenience and comfort in the implementation of passenger transport, each component of the above-mentioned must be in sync with the others and imply sustainable development and improvement. It is characteristic of any transport system that it cannot be said that it is complete and fully developed due to the fact that there are changes in the usability in certain cities, different attitudes in the movement of the population, as well as other factors that are dynamic and changing at any moment. In the future, the development of intelligent transport systems and the statistics they provide will increase the quality of the transport services offered and will give a more complete look to the transport system.

## **Subject of the study**

The subject of the study is the possible approaches for increasing the economic efficiency of the transport system of Sofia. The approaches proposed in the study are :

- Technical and operational approach – assessment of the technical and operational parameters of vehicles performing public transport on the territory of the city - capacity, constructiveness, reliability, age structure, etc.(operational efficiency) ;
- Economic approach – determination of indicators affecting the efficiency of the transport system (economic efficiency) ;
- Social approach – assessment of the satisfaction of the needs of the population of transport services including quality improvement, reduction of travel time and increase of leisure time (social efficiency) ;
- Ecological approach – assessment of indicators affecting air pollution from transport activity (ecological efficiency) ;

- Technological approach – deployment and management of existing intelligent transport systems in urban environment given the possibility of reducing congestion and limiting PTP (technological efficiency).
- Consider options for using environmentally friendly modes of transport to reduce the environmental impact of road transport ;
- Offer guidance to improve urban mobility by providing different alternatives to passengers when choosing a journey ;
- To propose new innovative solutions facilitating the accessibility of the transport offered services .

### **The main thesis of the research**

The thesis of the study is that by applying innovative approaches to increase the economic efficiency of public transport and transport infrastructure, users of transport services will change their preferences in the choice of urban mobility. Increased travel comfort, reduced travel time and improved accessibility , are the factors that will change the imbalance between public transport and private cars in urban traffic.

The research thesis is supported by some basic hypotheses that confirm its importance:

- Hypothesis 1 – The use of environmentally friendly and energy-efficient vehicles for mobility has an important role to play in improving urban mobility ;
- Hypothesis 2 - The implementation and development of intelligent transport systems in the organisation of the transport process, including in the adjacent infrastructure and vehicles, is a major contribution to changing the preferences of public transport users ;
- Hypothesis 3 – The development of public transport, providing faster and more comfortable movement, is a prerequisite for its greater use by transport users .

### **Methodology of the study**

This dissertation includes the following methods:

- Statistical - analysis of the transport systems of Bulgaria, some European cities and Sofia.

- Comparative - for comparison between different transport modes and the use of different transport modes components in other cities and the benefits of using them in a single unit to improve urban mobility. Comparison and use of optimal options for improving the transport system of the city comparable to the developed European and world cities
- Analytical-synthetic - to analyze the individual components affecting the economic efficiency of the transport system of Sofia

The statistical analysis in this dissertation paper examines the development of the transport system of Bulgaria on a national scale according to the relevant national and European transport policies. The transport systems of some European cities are also examined, which is due to the need to compare them with the city of Sofia, given the advantages they have in their development and the models that can be applied to our capital. The comparative analysis is used to prove the necessary changes that need to be implemented in terms of the transport system of the city of Sofia, following the example of other cities with well-developed and functioning transport systems. The analytic-synthetic method analyzes the impact on the economic efficiency of the individual components of the transport system and offers methods for their improvement.

Anticipated results are to increase the use of public transport and to suggest other alternatives to the personal car for moving, which will increase the economic efficiency of the transport system of Sofia. Improving the attractiveness of public transport not only leads to an increase in the number of passengers, but also reduces health costs (reducing PM from private cars), reducing congestion and improving traffic the welfare of society.

### **Limitations of dissertation**

The dissertation work has restrictions on the different modes of transport that serve the urban transport system of Sofia. The emphasis is on bus transport as the most polluting environment ( noise and by emitting harmful emissions ) and with future potential for its modernization. There are also restrictions on the type of transport, with only passenger ones being considered.

## **Potential users of the research**

Potential users of the study are Sofia Municipality, CGM and transport operators carrying out passenger transport.

## **Main information sources**

The following sources were used for the information assurance in the dissertation: National statistical institute, Eurostat, data from the capital carriers - - „Sofia autotransport“ EAD, Sofia electric transport“EAD“, Metropolitan „EAD“, „Center for urban mobility“, „Ministry of regional development and public works“, „Ministry of Transport, Information Technology and Communications“, as well as other national and European documents described in detail in this literature.

## **Structure and content of the dissertation**

The structure of the dissertation is predetermined by the combination of the object and the subject, as well as by the presented goals and objectives of the study. The dissertation consists of 238 pages, contains three chapters, an introduction, content, a list of tables and graphs, anonymised surveys, conclusion and literature used.

## **II. Presentation of the dissertation in summary form**

**1. Chapter one** of the dissertation presents the theoretical and methodological characteristics of the transport system of Sofia and approaches to increasing economic efficiency. The section provides an overview of transport systems, their nature and types, as well as the structure of urban transport systems. Presented are the policies for management of the transport systems of the EU and Bulgaria through deductive method, as well as methodological framework of the factors influencing the economic efficiency of the transport system of the City of Sofia.

### **1.1 Essence importance of transport systems**

The transport system, in its essence, performs a coordinating role between the movement of vehicles and ensuring safety for all road users of particular and important importance in large and busy cities. As prof says. Bakalova, “Transport is an important factor in the efficiency and functionality of the business given the fact that it connects the production and consumption sphere”. Given this, it has a huge impact on individual industries and is the only one that has such a

diverse and close relationship with them. Transport is strongly influenced by the development of other industries and has a huge impact on them. The territorial nature of transport lines plays a decisive role in the construction of economic links between different regions and points. Typical for transport is that it is determined by different specifics, determining its economic characteristics and its difference with other types of industries in economic terms. (Mutafchieva V. et al., 2016). According to Vassilev, Tsvetkova and Gutovski development and maintenance of infrastructure in good condition is the basis for economic development of the country and provides the need for development of the road sector (Vasilev and collective, 2016). Generally speaking, the transport system is the totality of transport elements that function together to meet the transport needs of the population and to provide a regulatory role in the transport process. The establishment of mechanisms at national and European level and the following of certain transport policies will ensure the fast and quality movement of cargo and passengers.

The development of transport systems worldwide is one of the main priorities of the countries, as providing reliable and convenient transport improves the conditions of movement. This leads to economic and social benefits for both the state itself and society. The balanced development of the components of the transport system such as transport infrastructure, rolling stock, supporting facilities and equipment, as well as the introduction of operational rules and procedures facilitating transport processes, would ensure travel comfort and higher usability of transport services.

## **1. 2. Policy for the development of transport systems**

### **1. 2.1 Common European Union policy on transport systems. European transport directives.**

Over the past 30 years, European Union policies have focused on the transport industry as one of the most dynamically developing . The issues that arise from sustainable mobility and the provision of quality, fast and convenient transport are becoming more and more pressing to resolve . (European commission, 2018)

In 2006, the European Commission published a report extending the scope to the issues of resolution laid down in the previous 2001 White Paper, adding new instruments to address the priorities set in the future. In July 2008, the Commission presented a package of measures providing for greener transport, and in 2011 the White Paper presented a vision for the future of

transport by 2050, presenting 10 main objectives, including the provision of a single European transport area, removing all transport barriers between different modes and the relevant national policies of each EU member state. In 2016, the commission present a report to show progress on the targets set in the 2011 White Paper. Included is a basic overview of the actions carried out so far. In December 2020, the European Commission presented its strategy for smart and sustainable urban mobility with 82 initiatives for working until 2024 . (ESP , 2018) . According to the 2018 European Commission review report, transport is a strategic economic sector of the EU that directly affects the daily lives of all EU citizens, and transport services provide approximately 12 million jobs. Transport provides fully connected and sustainable transport networks, which are the basis for the establishment and proper functioning and development of the European single market, as well as a prerequisite for the development of European integration . (ESP , 2018)

Over the past few years, passenger transport volumes in the EU have increased significantly, and this is expected to continue, albeit at a lower pace. In this respect, road transport is mainly used for passenger transport, and at present the transport market does not provide sufficient alternatives for those using transport services. The transition to other modes of transport is essential in order to make them more competitive from an economic point of view (European commission , 2018). The main objective of the European Union's transport policy (EU ) promote safe, environmentally friendly and efficient travel, while supporting the free movement of citizens, goods and services within the single market. In december 2020, the European Commission presented its strategy for smart and sustainable mobility together with an action plan identifying 10 development areas at different stages. The goal is to reduce emissions by 90% by 2050 compared to 1990. In the analysis presented by the European Commission there are also intermediate targets that represent the development of a common European transport policy and the achievement of sustainable and stable mobility. (European commission, 2021), the

The vision of this transport policy envisages concrete actions to be achieved by 2030, namely :

- a Community transport network shall have at least 30 million zero-emission vehicles ;
- the presence of at least 100 European cities to be climate neutral ;
- to be prepared on the market for the launch of zero-emission vessels ;
- doubling of the traffic on high-speed railways .

By 2050, construction is planned a common trans-European transport network (TEN-T) to provide reliable, secure and smart transport; tripling high-speed rail and doubling freight rail. Of course, not least, almost all passenger cars and heavy-duty vehicles should be zero-emission.

EU Member States have focused on building the right conditions for the use of alternative fuels cars to travel longer transport distances and walking and using bicycles in central urban areas . As regards the modernisation of the EU transport system, the European Commission has adopted four proposals, in the following directions (European commission , 2021), the :

- Achieving smart and sustainable TEN-T ;
- Increase in the volume of rail transport across borders and over long distances ;
- Providing intelligent transport services for drivers ;
- Achieving cleaner, greener and more accessible urban mobility.

To achieve the sustainability of the EU economy, on 11 December 2019. European Commission presents roadmap to tackle climate and environmental challenges called European Green the pact. It offers the transport sector opportunities to reduce emissions by 90% by using inland rail and waterway transport for the transport of goods and passengers, as well as by providing charging stations and infrastructure for alternative fuels. Ensuring sustainable urban mobility will make it easier to choose between different modes of transport in a single multimodal system. (European commission, 2021), the

Transport is responsible for a large proportion of greenhouse gas emissions ( PG ) on the territory of the European Union, therefore, measures are being taken to limit them on the basis of the relevant national priorities. According to them, each country must support the reduction of greenhouse gases from 10% to 50%, depending on its GDP per capita. (European Parliament, 2018). In tabular form are presented the targets for the reduction of greenhouse gases by 2030 for each country and a comparison between the targets in 2005 to 2030 and at the moment for 2030.



Table №1 New and previous EU target countries

State	Previous target for 2030 compared to 2005.	New target for 2030 compared to 2005.
Denmark	-39%	-50%
Germany	-38%	-50%
France	-37%	-47,5%
Netherland	-36%	-48%
Austria	-36%	-48%
Belgium	-35%	-47%
Italy	-33%	-43,7%
Portugal	-17%	-28,7%
Rumania	-2%	-12,7%
Bulgaria	0	-10%

Source - European Parliament -<https://www.europarl.europa.eu>, 2018.

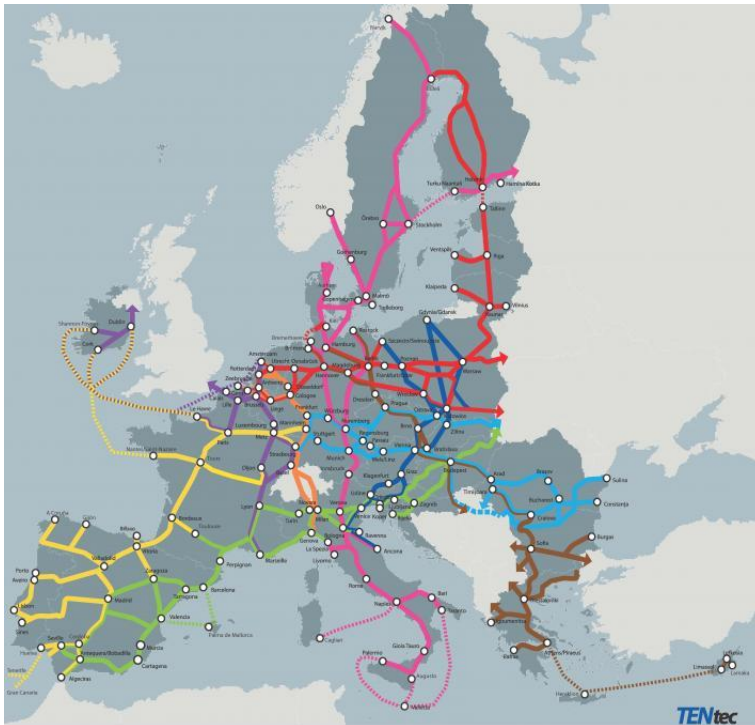
European union faces the situation of solving certain problems, although progress has been made in infrastructure development and the deployment of the internal transport market. Specific actions have been proposed separately in relation to the decarbonisation of transport, giving rise to the need to address the following :

- Development of the core network of TEN-T by 2030.
- Expanding the scope of the extended network by 2040.
- Building a comprehensive network by 2050.

Priority sections of the core network have a determining role in relation to the extended core network, which must undergo their development and be completed by 2040. Together with the existing core network, the extended network constitutes the basis for the achievement of a multimodal sustainable transport network, which aims to achieve the overall development of the trans-European transport network. (European commission, 2021)

## 1. 2 .2 Policies of Bulgaria in the development of transport systems

Bulgaria, as a full member of the European Union, follows the transport development guidelines, which are regulated in the relevant EU regulations and directives. The issues that stand for resolution before our country are arranged depending on the studies made in terms of their priority and on how much they are required to be resolved by the European Union. Two corridors of the trans-European transport network pass through Bulgaria – TEN-T. The location of our country as a transport crossroads determines the importance of its continued integration into the European transport network and to continue its development in terms of intermodal transport, building the necessary transport infrastructure. Bulgaria is part of the trans-European transport system – TEN-T, as from nine corridors through our country pass two – Rhine-Danube Corridor and Orient East-Mediterranean.



Graph 1– Trans-European transport network – TEN-T – corridors

Source: European commission – transport and mobility

- Baltic-adriatic corridor – in dark blue color
- North Sea - Baltika Corridor – in red color
- Mediterranean corridor – in green color
- Orient Eastern Mediterranean – in brown color
- Scandinavian-mediterranean corridor – in pink color
- Rhine-alpes Corridor – in orange color
- Atlantic Corridor – in yellow color
- North Mediterranean Corridor – in purple color
- Rhine-dunav Corridor – in light blue color (European com mission, 2021)

The construction of a unified transport system is among the main priorities of the member states of the European Union, among which is Bulgaria. The development of transport infrastructure, the establishment of good transport links between countries and the set priorities and stages of development of the trans-European transport network TEN-T , as well as the construction of convenient intermodal connections will be the basis for ensuring quality, convenient and fast transport in the transport of passengers.

According to Ilija Gatowski, to achieve economic growth, increased competitiveness of our economy and supply of transport services, the development of transport infrastructure is essential. Improving the quality of transport activity and reducing transport costs will be done by building, maintaining and improving road infrastructure. (Gatowski , 2022)

Our country prepares various strategic documents in the field of transport, which are guided by national interests. The transport sector needs development and modernization, which requires our country to work on the implementation of strategic goals and priorities, which are set in the integrated transport strategy by 2030. ( MTITC, 2021) . The strategic objectives and priorities facing our country for this future period give a clear vision and focus on where will be focused efforts for the development of the transport sector, improvement of transport connectivity, as well as the provision of efficient and environmentally friendly transport. Ensuring good infrastructure

connectivity between different cities will be a motivation for citizens of the state to use public transport services. The main objectives developed in the strategic plan regarding the transport policy of our country by 2030 are as follows :

- Efficiency and competitiveness at a higher level in the transport sector;
- Good conditions in internal and external transport connectivity and accessibility;
- The transport sector to reduce its negative effects;

Strategic priorities in the development of transport are:

- Development of the transport infrastructure consisting in modernization, effective maintenance and development;
- Positive progress in the management of the transport system;
- Development of intermodal transport;
- The application of the principles of liberalisation of the transport market must be carried out under better conditions;
- Increasing energy efficiency together with reducing fuel consumption in the field of transport;
- Development of the connectivity with the single European transport area of the Bulgarian transport system;
- In all regions of the country to be provided accessible and quality transport;
- The impact of the negative nature of transport on the environment and on human health should be limited (MTITC, 2021).

### **1.2.3 Policies for development of the urban transport system of Sofia**

The transport system of the city of Sofia is made up of the adjacent and familiar components of a large and developed transport system operating in a certain interconnection. These are the transport infrastructure of the city, rolling stock, supporting facilities and equipment, as well as certain rules and procedures introducing the order of movement. The transport infrastructure, in turn, includes transport roads, Sofia Airport, bridges connecting certain areas, canals, tram lines, etc. Rolling stock includes vehicles that are used to transport passengers on the territory of the city. These are trolleybuses, buses, trams and a metropolitan. Travel rules and procedures are pre-established legal provisions that regulate travel and ensure safety and

comprehensibility in compliance, thus reducing the possibility of traffic accidents and possible problems with movement.

Sofia's urban transport system is part of the national transport system. Sofia, as a capital, has the most complex transport system among Bulgarian cities. The rapid pace of development of the city in industrial and transport plan determines the importance of consistency in the relevant planning. A plan for achieving sustainable urban mobility by 2035 has been developed for the city of Sofia, which aims to systematize in an orderly manner the guidelines to be followed to achieve sustainable urban mobility.

The sustainable urban mobility plan is a strategic document designed to meet the mobility needs of people and businesses in cities and their surroundings in order to achieve a better quality of life. (Sofia Municipality, 2017) In addition to the sustainable urban mobility plan, a strategic document – „Programme for Sofia“ by the municipal enterprise Sofiaplan was developed for the city of Sofia, which is a specialized structure within the Sofia Municipality. It was developed in the period May 2020 – September 2021, its main idea being to cover a review period from 2021-2027. The main normative acts regulating the creation, management, resource provision, implementation, monitoring, control and evaluation of the implementation of the plan for integrated development of the municipality (PIRO - Sofia Programme) are the Law for regional development (ODR) and the Regulation for implementation of the Law for regional development. It is legally established that the Sofia Programme defines the medium-term goals and priorities for sustainable development of the municipality and its relations with other municipalities. The law on regional development (MDPR) provides for a program for Sofia to provide spatial, temporal and factual coordination and integration of various policies and planning resources to achieve the defined goals for lasting improvement of the economic, social and environmental condition of the territory of Sofia Municipality. (Sofiaplan, 2021)

### **1.3. Increasing economic efficiency through integration of different modes of transport and improvement of infrastructure**

In economic theory, efficiency is seen as a general category that characterizes the effectiveness of labor, its expediency and direction for achieving certain results ( effects, benefits) ( Vassilev, Arnaudov, 2012 )

As prof writes. Vassilev „Economic efficiency is defined as the general attitude ( direct and indirect ) economic effect most often in value monetary terms to the costs incurred for its receipt“. (Vassilev et al., 2016 ) . In transport, in particular passenger transport, the emphasis is mainly on determining social and then economic efficiency. In passenger transport, social efficiency reflects the cost-effectiveness that a carrier incurs to obtain a certain social effect in meeting travel needs. The social costs related to improving the quality and culture of service, meeting the needs of the population for transport services, saving travel time, etc.

The efficiency of passenger urban transport plays an extremely important and decisive role in the socio-economic development of large cities. (Tsvetkova, 2016 ) Its increase contributes to improving the cultural and economic relations between the different regions, ensures the smooth movement of passengers for production and personal needs and contributes to the development of socio-economic and scientific-technical progress. The effective functioning of passenger transport becomes the main basis for increasing the living conditions and living standards of citizens.

In his textbook , „Complex analysis of the economic efficiency of production – methodological and applied aspects“ , Kalposhanov points out that “The level of efficiency is measured by a system of basic, private and additional indicators. One part of them expresses the final result, another part – the ratio between the final result and the total costs /or the advanced resources/, and the third part – the degree of use of the different resources and their share in the achievement of the final result and the final output of production “ ( Kalposhanov, 1995. ) . In the transport activity and the three approaches to achieving an efficiency level are equally applicable.

The constantly growing population and the dynamics of urban traffic in the city. Sofia, as well as the need for urban transport development, have led to traffic jams on the main streets and boulevards in the capital, exceeded norms of atmospheric and noise pollution and many other social effects (Tsvetkova, 2019). These statements determine the need to explore approaches that will increase the social and economic efficiency of the city by solving the problems that have arisen.

#### **1.4. Methodological framework of approaches , influencing the economic efficiency of the transport system of Sofia**

The analysis of the main factors that influence the efficiency of the urban transport system is based on key approaches that determine the relevant indicators influencing the increase of the economic efficiency of the transport system of Sofia. These are the following approaches :

- The technical and operational approach defines the following indicators:
  - modernization of vehicles;
  - a comparative analysis with motorisation levels with other European cities to prove their measures and the possibility of using a similar model for Sofia.
- The economic approach defines the following indicators:
  - a comparative analysis of the cost of transport when using a private car and public transport. The purpose of the analysis is to prove which of the two modes of transport is cost-effective, in view of the costs necessary for the transport users to move within the city ;
  - analysis of the revenues and costs of providing a transport service by „Sofia Transport“ EAD for a certain period of time, as the largest transport carrier and a potential environmental pollutant ( „Sofia Electric Transport“ EAD uses vehicles powered solely by an electric power source. „Sofia autotransport“ EAD is transport with underground functions and different structure );
- The social approach defines the following indicators:
  - an assessment of the satisfaction of the population with transport services for which a mobility factor has been used. It is relevant between the number of passengers carried in relation to the population for a certain period. The purpose of this indicator is to provide information on whether the quality of the transport service has increased relative to the modernization of the fleet of vehicles and the amenities they offer ;

- The environmental approach defines the following indicators:
  - determination of PM index and its impact on the economic efficiency of the population – increase in health costs ;
  - eco-friendly modes of transport – cycling, electric vehicles for urban mobility – reduction of congestion to improve urban mobility ;
- The technological approach defines the following indicators– implementation and development of intelligent transport systems, following the example of other European and world cities, as a model for the city of Sofia in order to reduce congestion and operating costs, as well as limit the risk of TPP.

### **1.5. Achieving sustainable transport through transport connectivity, modern public transport and accessible urban mobility.**

Achieving sustainable transport is mainly related to reducing its negative impact on the basis of increased urban mobility and promoting more environmentally friendly modes of transport. The goal of sustainable transport is to reduce the negative impact on the environment. The increase in greenhouse gas emissions generated by transport is a growing cause for concern in Sofia, where atmospheric pollution indicators have risen over the years of motorisation and are a problem for the health and lives of residents. Improving air quality in the capital and achieving sustainable transport includes both the modernisation of public transport (electric buses, zero-emission vehicles, metropolitans, trolleybuses and trams) and new forms of transport (pedestrian traffic, electric bicycles and scooters). Although the city of Sofia has a long way to go to reduce carbon emissions from the transport sector, Sofia Municipality has ambitious plans to move towards green mobility and a more sustainable model of movement. These plans can be summarized in several categories:

- Encouraging more frequent use of public transport through various financial and social incentives ;
- Moving towards more active transport – pedestrian and bicycle transport, which requires the construction of an entirely new infrastructure and an entirely new approach to urban planning (new sidewalks and separate areas for cyclists );



- Decarbonisation of road vehicles through financial incentives ;
- Reducing carbon emissions by stimulating the use of electric vehicles in the supply of goods and services to the capital ;
- Finding concrete solutions for lower emissions based on the location of the buildings, institutions, institutions, establishments, restaurants, etc.

Prof. Nikolova in her textbook „Sustainable development of transport in Bulgaria- analysis and evaluation of key indicators“ says that „The main goal of Bulgaria's transport policy as an EU member state is to achieve sustainable development of all modes of transport by increasing their energy and environmental efficiency. To realize this goal, it is necessary to distinguish the positive from the negative effects of increasing mobility“. (Nikolova, 2013)

To make public transport - - preferred to the personal in the city of Sofia is a permanent modernization of the rolling stock, ensuring the movement of passengers using public transport services. This achieves higher levels of environmental friendliness given the highest energy class on vehicles „Euro 6“ according to EU requirements. Compliance with European regulations and following the principles of national transport policy will make public transport more sustainable and preferred as a mode of transport. The implementation of the national transport strategies and the following of the principles of consistency will be a springboard in the transport development of the capital of Bulgaria.

## **1.6. Building and managing intelligent transport systems (ITS)**

The establishment and management of ITS is among the main priorities in the implementation of transport plans of developed cities worldwide. Intelligent transport systems combine telecommunication, electronic and information technologies with transport engineering for the purpose of planning, design, operation, maintenance and management of transport systems (Nikolova, Klisurova, 2016) A reliably built transport environment can only be made possible through the best use of material resources and technologies, as well as the advantages of the intelligent transport system (ITS). (Milan Janic 2020) The intelligent transport system is the application of sensor-controlled and communication technologies to ground transport in order to improve traffic efficiency, mobility of people and the safe movement of vehicles. They include a

wide range of applications that process the information collected after sharing it, thereby easing traffic, reducing congestion and minimizing the environmental impact of transport.

The state of Australia has built a successful model of an implemented intelligent transport system. Back in the 1970s, the government of Australia began to deploy intelligent transport systems. It is successful in leading and managing successfully usable ITS. In 1970, New South Wales was introduced for the first time SCATS - Sydney Coordinated Adaptive Traffic System, this system has become a leader in traffic management in over 100 cities around the world. This system is one of the predominant global technologies worldwide (Australia unlimited, 2022) The coordinated adaptive traffic system (SCATS) it is a leading traffic management system, used to monitor and control thousands of traffic signals around the world. It is a complete system including hardware components, software and their very management philosophy. This system performs its work in real time, measuring the volume of traffic and flows at intersections, mainly using inductive circuit detectors placed in the road surface. After analyzing this data, they are used to automatically adapt the operation of road signals based on the entire area. The coordinated adaptive traffic system can operate without any manual intervention, as it does not require ongoing traffic studies and manual plan generation, therefore reducing operating costs. (Traffic technologies, 2023)

A good example in Europe for the implementation and management of intelligent transport systems in urban environment is the capital of Austria - Vienna, which has a similar territorial structure with a city Sofia. Traffic management in the city of Vienna is carried out using the latest technologies and equipment to maximize the efficiency of the technological advantages used. (EPMM, 2018).

The implementation and development of intelligent transport systems in Sofia, following the example of global and European cities, will have a positive impact on all participants in transport.

## **Conclusions from chapter one**

The first chapter of the dissertation paper discusses in detail the policies of the European Union, Bulgaria and the city of Sofia for the management and organization of transport processes,

the relevant directives and pre-established rules and deadlines. The consistent implementation of the pre-set regulations and conditions for the organization of the transport process help to improve urban mobility and transport services for transport users. The transport systems, their essence and importance in the organization of the entire transport activity are discussed. The methodological framework, considered as a separate point, clearly and accurately describes the indicators and approaches that are described in the subsequent chapters of the dissertation Work. The attitude of ITS in the urban environment in theoretical aspect, gives clarity about the influence of technology on the development of the entire transport organization.

**2. In chapter two** is made statistical analysis of the factors influencing the transport system of Sofia. Analyzed are the approaches that have a major role in increasing economic efficiency and improving urban mobility . An overview of the development of the transport system in Sofia has been made.

The main task of moving the territory of the capital e related to the smooth movement of passengers and ensuring the rapid movement of passengers . The transport system of a city on the scale of Sofia should include a set of transport components and methods to resolve transport issues arising in the process of passenger movement. The implementation of the relevant transport processes must ensure maximum satisfaction of the needs of the population's transport services. The main objectives of the successful organization of transport in Sofia are the provision of adequate transport infrastructure capacity to ensure the conditions for controlling passenger flows. It is essential to maintain a properly functioning and properly distributed traffic control system, including adjacent traffic lights, road markings and signs, regulated in the law on road traffic , as well as implementation and development of the adjacent intelligent transport systems. It is essential for the proper functioning of the transport system of a city on the scale of Sofia to have coordinated work between the different transport subsystems, including reducing the operating costs for the production of a unit of transport production.

## **2 .1. Comparative analysis between the use of a private car and public transport based on the cost model.**

The size and population of the population in a particular area determines the scope of public transport services . Main factors for transport satisfaction , are the number the residents and the distance they have to travel from the place of living to the place of work or other living room or frequently visited location.

The most common and preferred transport for moving in the capital is the personal car, given its maneuverability and mobility, as well as the ability to use it at any time and to any destination without making transfers for this. In addition to the amenities it offers, a personal car also costs more to transport users than using public transport. The average annual cost of using a personal car for the capital amounted to the following values:

- Annual IT insurance related to the possession and use of a car – an average of 375 leva depending on the power of the car, the age of the owner and the registration area ;
- Annual vignette – 87 lv .;
- Annual service of the car including change of oils, filters and other consumables - depending on the technical characteristics of the car and the recommendations of the manufacturer of the respective brand – 250-400 lv .;
- Change of tires and wheels 2 times a year – 100 lv. depending on the tires and the size of the rims of the car ;
- The tax for the city of Sofia is between 34 and 288 leva depending on the power of the owned car ;
- Fuel costs per year – between 2120 and 2650 leva.

The average mileage of a car on an annual basis is 10,000 km. A mid-range car consumes between 8 and 10 liters per 100 km in an urban environment. On an annual basis, the cost of such a car is between 800 and 1000 liters. The average price per liter of gasoline, diesel for 2022, respectively, is 2.65 leva. The fuel costs of the same car for a year are between 2120 and 2650 leva.

In the most optimal option, the cost of owning and using a personal car and its maintenance on an annual basis amounts to an average of 2,966.00 leva . and 3 900,00 lv.

As for the use of all public transport lines of the capital, an annual non-personalized subscription card costs the traveler 600.00 levs.

In order to determine the cost-effectiveness of the costs incurred for road and public transport, the average salary for the city of Sofia should be considered. The average monthly gross salary for Sofia for 2023 is about 2600 leva, i.e., the average annual gross salary for Sofia is about 31 200 leva.

In percentage terms, the cost of a working person using the most economical car accounts for 10.52 % of the total annual income, and those who use an expensive car – 3.93 % of the total gross annual income.

In percentage terms, the cost of one working person buying an annual non-personalized subscription card compared to the total gross annual income – amounts to 1.92 % of the total income of one person.

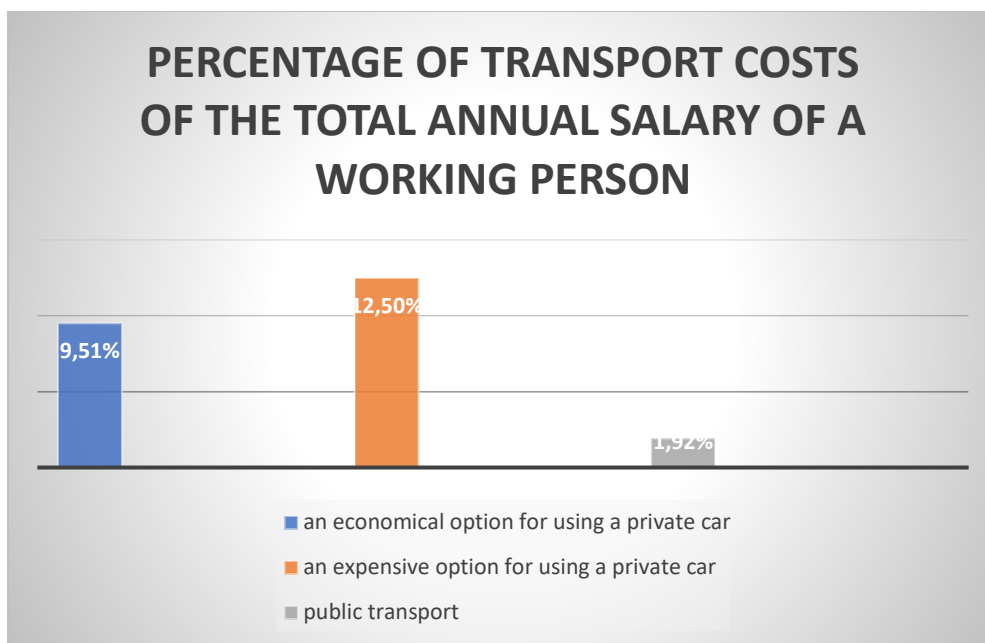
The following graph reflects the percentage ratio between private car and public transport based on the average annual salary of a working person traveling on the territory of Sofia.

---

The price is calculated as the total premium income of insurers in Bulgaria from GO related to the possession and use of the vehicle (920 million) is divided by the number of cars (2.4 million .).

Since the beginning of 2023 the price of the annual vinteca is 87 leva

According to official repairers, as the author has lowered the average by 25%



*Graph № 2 Percentage of transport costs of the total average annual salary per working person*

*source : author's calculations*

Statistics show that the use of public transport on the basis of the average annual salary for the city of Sofia for a working person seems economically profitable and effective. For this, the development of public transport, including the increase in rolling stock, accessibility to transport lines, metro development lines ( the length and number of them ) , the provision of well-established and functioning intermodal connections between the different types of public transport is among the main transport priorities of Sofia .

## **2.2. Aphonic nalize the environmental impact of air pollution**

The use of green vehicles is one of the main priorities for EU cities, given the growing problems of air pollution and environmental problems. Urban pollution comes from many sources – transport activities, household activities, as well as a set of other activities in the field of agriculture and industry . According to data from 2018 CE Delft every inhabitant of a European city has suffered a loss of well-being, which can be calculated at an annual rate of 1250 euros due to indirect and direct health losses associated with poor air quality. Given the data, the city of Sofia is ranked 13th in terms of loss of wealth per capita due to direct and indirect health losses related to poor air quality. (CE DELFT, 2020)

Tabulation № 2 Loss of wealth in millions of euros from direct and indirect costs due to air pollution

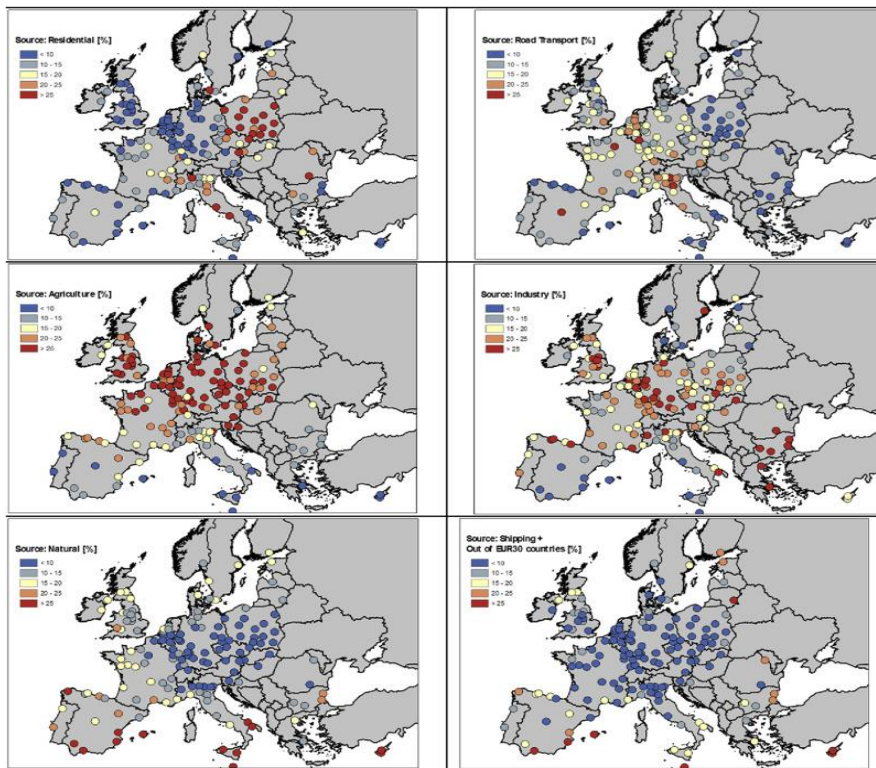
№ In the ranking of CE DELFT	Township	State	Losses in millions of euros
1.	London	United kingdom	11 381 000
2.	Bucharest	Rumania	6 345 000
3.	Berlin	Germany	5 237 000
4.	Paris	France	3 505 000
5.	Milano	Italy	3 499 000
6.	Sofia	Bulgaria	2 575 000
7.	Vienna	Austria	2 567 000
8.	Amsterdam	Netherlands	1 055 000
9.	Copenhagen	Denmark	785 432
10.	Lisbon	Portugal	635 590

Source : Ce Delft

According to the data from the tables, it is clear that London is the city with the most direct and indirect losses from air pollution, while the Bulgarian capital Sofia occupies 6th place in this regard from the cities in the table. It is noteworthy that the northern neighbor of Bulgaria – Romania and its capital Bucharest rank second in this ranking.

EU clean air policies promote improved ambient air quality and pollution management to minimize harmful effects on the environment and people's health. In 2021. World health organization ( WHO ) updates its guidelines on tackling air pollution, with the focus on people's health. According to the new recommendations, the maximum prolonged exposure to polluted air should not exceed a maximum level of 5 µg/m<sup>3</sup> for fine particulate matter. (eea.europa.eu, 2023).

The following graph presents the influence of individual components that play a role in fine particulate pollution



Graph N° 3-3- sources of pollution in Europe

Source : (P.Thunis, 2018)

Description of the graph

- *Up left– housing pollution*
- *Top right– passenger transport*
- *Middle left– agriculture*
- *Middle on the right– industrial pollution*
- *Down on left– Natural pollutants*
- *Lower right - Pollution from Supplies*



As can be seen from the graph for the city of Sofia is that our capital has the biggest problem with the separation of PM from industrial pollutants, followed by residential pollutants. Industrial pollutants in the capital represent around or above 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  of the total sum of pollutants, while transport pollution is below 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  total sum of pollutants . (P.Thunis, 2018)

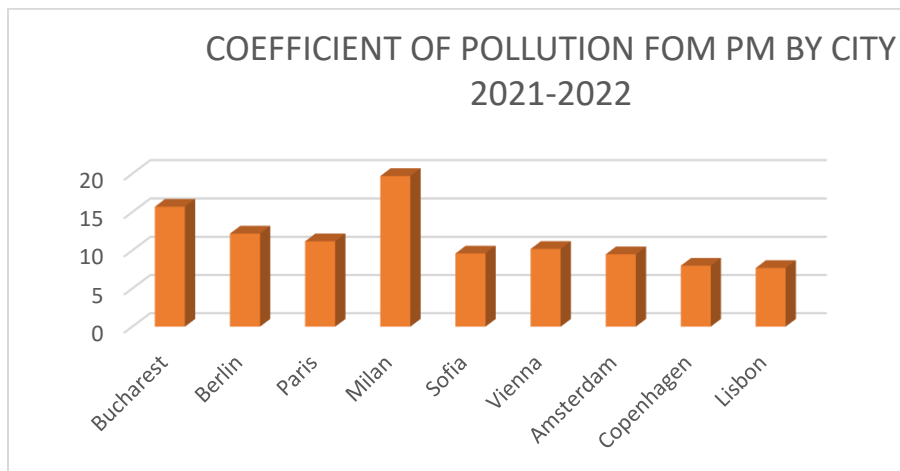
The following table shows the fine particulate pollution of nine of the ten European cities under consideration in this paragraph and their classification according to the European norms for the period 2021-2022. ( Data are not available for London ) . It is important to note that the levels of air pollution determined according to this classification are determined from „Medium air quality directive“ of the European Union, which is currently at the stage of review to bring EU standards to those that are set by WHO. (EU Ambient air quality Directive 2008/50/EU, 2008) The fine particulate matter study includes 375 cities from Europe.

*Table № 3 Indexing PM and rank of urban pollution*

Township	Index of PM	Rank for pollution from PM among the studied cities
Bucharest	15,7	302
Berlin	12,2	238
Paris	11,2	210
Milano	19,7	349
Sofia	9,6	135
Vienna	10,2	164
Amsterdam	9,5	126
Copenhagen	8,0	47
Lisbon	7,7	35

*Source : eea. europa.eu*

According to the data from the survey and classification of the European Union following the requirements of „Directive on ambient air quality“ levels of fine particulate matter in our capital can be determined as satisfactory by a factor of 9.6. This puts the city at 135th place in terms of pollution from the 375 cities surveyed. The following graph presents the data from the table in a graphical statement.



Graph № 4 Coefficient of pollution from PM by city for the period 2021-2022.

source : [eea.europa.eu](http://eea.europa.eu)

Sofia residents are exposed to levels of air pollution that exceed European standards and degrade the quality of life. Sofia Municipality has taken measures to address the problem by developing a comprehensive plan to improve air quality. (Keilin Lee , 2021), the . One of the main solutions to air pollution from road transport is the introduction of a low-emission zone ( NEZ ) . The aim is at certain annual intervals to increase the requirements to the environmental standard of cars that can be used on the territory of the city, leading to a reduction of harmful emissions emitted by them. In order for the transition to this type of transport to be effective, it is important that transport users are motivated through financial incentives and incentives from the state to purchase an electric or hybrid car, as is customary in a number of European countries.

In reference to maintaining high levels of noise pollution of transport vehicles, it is important for Sofia to continue the renovation of the public transport park in order to reduce the

harmful impact of noise pollution, as well as to be complied with the highest environmental standards . (Sofiaplan.bg, 2021) .

The reduction of PM emissions to the atmosphere, as well as the reduction of noise pollution, has a positive effect on the health of people living in Sofia. That's there is its economic effect in view of the reduction of health expenditure, which for 2018 according to data from CE DELFT, for city Sofia is valued at 2 575 000 euro.

### **2.3. Comparative analysis with the development of public transport, urban mobility and motorization levels of Sofia with other European cities.**

In order to improve the transport system of the city of Sofia, it is necessary to build a clear vision for its development, given the infrastructure density of the city and the increase of its population

In 2020, registered cars for the city of Sofia there are 663 per 1000 people, according to the data from 2016 there were 515 per 1000 people. In addition to solving the problems with motorization of the city, there is a need to develop the relevant infrastructure including intermodal connections between different modes of transport, ensuring the movement of passengers not only on the territory of the city, but also those ensuring the movement of travelers from neighboring cities. The development of sustainable transport, investment in the construction of the necessary transport links, and last but not least the construction of intelligent transport systems to regulate and distribute traffic from the busiest parts of the city are among the main priorities. (sofiaplan,2021).

Modernising the transport infrastructure would lead to accelerating economic growth and offering better transport services. Ensuring better transport connectivity between regions and the development of transport infrastructure between them will lead to the easy and fast movement of citizens. Achieving economic growth will be expressed by reducing transport costs, resulting in the development of public transport without connecting or by providing alternative and fast routes. Reducing traffic congestion in the central parts of the city leads to easier transportation. In the following table is presented transportation of passengers by metropolitan.

Table № 4 Coverage with a metropolitan area in the cities under consideration

Township	Year of commissioning	Number of lines	Overall length	Number of stations	Passengers transported annually to 31.12.22.	Population as of 31.12.22.
1. Bucharest	1979 year.	5	78.6 Km.	64	180 mln.	1 776 000
2. Copenhagen	2002 d.	4	38 , 2 km.	39	107 mln.	1 153 615
3. Berlin	1902 year.	10	146 km.	173	553 mln.	3 4 26 354
4. Paris	1900 g.	16	226,9 km.	308	1 498 blnr.	2 138 551
5. Milano	1964 year.	5	96.6 Km.	119	369 million.	1 371 498
6. Amsterdam	1977 d.	5	42 , 7 km.	39	91 mln.	741 736
7. Vienna	1976 year.	5	68.9 Km.	95	460 mln.	1 691 468
8. Sofia	1998 year.	4	52 km.	47	219 million.	1 152 556
9. London	1863 year.	11	402 km.	272	1 026 blnr.	8 961 982
10. Lisbon	1959 year.	4	40 km.	56	173 mln.	517 802

Source : urbanreil.net

The data from the table shows that the passengers carried by the Paris metro are the most in relation to the population. The good connectivity between all transport arteries of the capital of France is also determined by the number of rays that cover the entire transport network of the capital. Given the high density of the population relative to the area of the city and the possibility of serious traffic jams at high levels of motorization, the use of the metro is a transport solution supporting minimization of the load on the transport system in its entirety. The large number of stations provide the opportunity for multimodal connections with other modes of public transport, which is a prerequisite for reliable and fast transportation.

The table shows that the metro of the city of Vienna, which is similar in structure and size to Sofia, carries more than 2 times more passengers. It has a longer length of lines, more stations

and more lines than Sofia. In terms of the number of passengers carried, only Lisbon and Amsterdam lag behind Sofia, but taking into account their population, which is much less than that of the Bulgarian capital, it cannot be assumed that they are lagging behind in this indicator.

Following the example of Paris and Vienna, the city of Sofia should continue the construction of new metro beams, which, according to the arguments in the above data, will provide greater transport connectivity between the regions and will attract more passengers to the use of public transport in our capital. That it will have its economic effect on the overall transport system of the city, given the reduction of pressure on the transport infrastructure from numerous cars and the reduction of congestion ( this will reduce the operating costs of public transport vehicles ).

Data from the tables that show the comparison of public transport in the two capitals clearly show that in the city of Vienna it is much more usable by passengers. The great accessibility and location of the transport modes, as well as the provision of good connectivity between them, is among the main reasons public transport in Vienna is more preferred for travel than the one in Sofia. The transport system of our capital can be defined as similar to that of the city of Vienna. The city itself has a similar street network to that of Sofia, which determines the comparison between the two capitals. Vienna is the fifth largest city in the EU with approximately 1.9 million inhabitants. The capital of Austria is a separate federal province with extensive legislative and executive powers. As an attractive place to live, the city has grown by more than 221 000 people ( +13,1 % ) in the last ten years . (Polis, 2023). The city of Vienna has an extremely flexible transport system with built intermodal connections between different modes of transport, which are important in terms of preferences for the use of public transport.

#### **2. 4 . SWOT analysis of the transport system of Sofia**

SWOT analysis is a strategy for determining the strengths and weaknesses of an object, together with the threats and opportunities for its future development .

The analysis of the transport system of Sofia is based on its temporary state, including its strengths and weaknesses at the moment and the opportunities and threats that would arise in the future period.

### **2.4.1 Strengths**

- high level of construction of existing infrastructure
- developed system of public transport, covering the territory of the whole city
- modernising means of transport for passengers by public transport
- relatively low levels of congestion at peak hours compared to major European capitals

### **2.4.2 Weak sides**

- unsatisfactory level of maintenance of existing infrastructure
- insufficient connectivity of the different modes of transport carrying passengers ;
- lack of shared mobility and perception of the means of transport as a service rather than as property ;
- different levels of use of public transport
- poor development of intelligent transport systems that can solve traffic problems and reduce PTP ;
- low level of use of telecommunication and information technologies in the transport sector;
- lagging behind in terms of research in the transport sector and its application in practice, which is due to low funding.;

### **2.4.3 Possibilities**

- Increasing demand for transport services ;
- Attracting Bulgarian and foreign investors and operators using a wider scope of using the mechanisms of public-private partnership ;
- Development of intermodal connections between different modes of transport, which will improve the quality of the transport service ;
- Achieving high levels of environmental friendliness by increasing the means of transport without ICE used for passenger transport ;

- Development of urban mobility ;
- Development of intelligent transport systems that will increase the levels of safety and quality of transport services ;
- Improving the quality of public transport services

#### **2.4.4 Threats**

- Deterioration of quality the transport infrastructure as a result of the lack or lack of financial resources for its maintenance ;
- Release of qualified personnel in the field of transport ;
- Increasing the use of private cars at the expense of public transport ;
- The lack of development of intelligent transport systems, which will increase the risk of TPP ;
- Increasing the negative impact on the environment of the transport activity .

#### **2.5. Analysis of the economic efficiency in carrying out the transport activity of „Sofia Autotransport“ EAD**

As a transport operator, „Sofia autotransport“ EAD carries out its transport operations according to a pre-established plan and route mileage. The sectoral economic efficiency of passenger transport can be calculated with the one proposed by prof. Tsvetkova ( Tsvetkova,2017g. ) formula for determining the indicators coefficient of economic efficiency:

$$K_{ef} = P/S.$$

where:

P - are the revenues from the transport of passengers, in leva;

With – operating costs (business costs) arising from the carriage of passengers, in lev.

The period analysed is three years (2018 – 2020), covering an analysis of the company's revenues and expenses. The purpose of the analysis is to check whether by improving the technical and operational characteristics (the quality of the transport service offered) on the basis of the introduction of new transport and changing the schedule of movement the efficiency of the

transport is improved (through the ratio of revenues/costs). This, in turn, will be an indicator that will prove or disprove the claim that the economic efficiency of the supply of transport services on the territory of the city is improving. Table №47 shows the revenues of „Sofia Autotransport“ EAD according to the route mileage.

\*Although 2020 was pandemic and there was a dramatic drop in the number of passengers carried, the Company's revenue increased over the previous two years. Costs too.

Table № 5- 5 revenues from the transport activity of „Sofia autotransport“ EAD

	2020 year	2019 year	2018 year
Route mileage under the Economic Framework	<u>35 773 000</u>	35 338 000	29 923 000
	lv./km.	lv./km.	lv./km.
Remuneration per km./mileage	0,88	1,08	1,02
Compensation „State budget“	0,26	0,23	0,24
Compensation „Capital Municipality“	0,99	1,03	1,04
Own revenues	0,22	0,24	0,29
Compensation under Regulation 1370 (covering a loss)	0,56	0,24	0,20
Total amount lv . /km.	<b><u>2,91</u></b>	<b><u>2,82</u></b>	<b><u>2,79</u></b>
Total revenue	<b><u>104 099 430</u></b>	<b><u>99 653 160</u></b>	<b><u>83 485 170</u></b>

Source: „Sofia autotransport“ EAD

The data from the analyzed period show an increase in the revenues from the transport of passengers according to the route mileage under the economic framework during the three years considered. The following table shows the costs of operating the buses.



Table № 6 Operating costs from the transport activity of „Sofia autotransport“ EAD

	<b>2020 year</b>	<b>2019 year</b>	<b>2018 year</b>
Costs of diesel and natural gas	15 426 000	19 791 000	19 584 000
Spare parts costs	3 209 000	3 276 000	4 064 000
Costs of gasoline, lubricating m-li and improvers	784 000	773 000	753 000
Other material costs	736 000	1 121 000	1 013 000
Total operating costs:	<b><u>20 155 000</u></b>	<b><u>24 961 000</u></b>	<b><u>25 414 000</u></b>

Source: „Sofia autotransport“ EAD

Analyzed data show that during the three-year period, operating cost reductions have occurred. This is due to the renewal of the bus fleet and the replacement of old diesel engines with electric ones.

Applicable with the coefficient of economic efficiency  $K_{ef} = P/C$ , the formula by the specified data looks as follows:

Table № 7 ratio of total revenues to operating costs of „Sofia autotransport“ EAD

	<b>2020 year</b>	<b>2019 year</b>	<b>2018 year</b>
Total revenue from transport activities	104 099 430	99 653 160	83 485 170
Total operating costs	20 155 000	24 961 000	25 414 000
Economic efficiency ratio	5,16	3,99	3,29

Source: „Sofia Autotransport“ EAD and author calculations

The data analysed show that, over the period considered, the improvement in the technical parameters of buses, the reduction in the age of the park, as well as the deployment of new buses of the highest environmental class, reduced operating costs. In addition, the revenues from transport activity have increased, which, together with the coefficient of mobility of the population of the city of Sofia, reinforces the increase in their preferences for travel with public (busses) transport.

## **2.6. Implementation and development of intelligent transport systems in the organization of the transport activity of the city**

In essence, intelligent transport systems represent bringing together several technologies to ensure overall urban mobility and bring greater driver safety and passenger comfort.

The future of transport systems looks promising with the deployment of intelligent transport systems. The concept of intelligent transport systems was thought out as early as the 90s, as an appropriate option to address future requirements of transport systems. The proliferation of intelligent transport systems in the transport sector is becoming more intense and transport professionals are trying to identify the needs for the design, planning, evaluation, implementation and operation of intelligent transport systems. In this regard, 10 main areas have been identified on which attention should be paid when studying and working with ITS. They are in the following sequence:

- Definition of the concept and planning of operations - the constructive development and planning of intelligent transport systems requires different way of planning e including the transition to alternative solutions that include advanced technologies. The idea of such technologies is to quickly cope with the challenges of increasing traffic. The challenge faced by intelligent transport professionals is based on the possibility of integrating ITS planning in traditional transport processes and core activities.
- System analysis and design – identifying users and determining user requirements when designing a system to meet requirements. Designing and analyzing software to build communication systems will benefit all users of transport services.
- Evaluation of technology – ITS professionals must choose the most appropriate and cost-effective strategy and technology to achieve economic efficiency. In addition to the clarity around the different assessment methods, specialists in this field should be familiar with the different technologies and their technological capabilities.
- Data analysis and management – applications for intelligent transport systems include large amounts of data. For this, intelligent transport system professionals need to know how to analyse data and synthesise useful information, managing and disseminating it in the best and most useful way for users of these services.

- System integration – these include connecting individual institutions and employees into a common comprehensive regional transport system to optimise the services offered to consumers providing maximum benefits by minimizing redundancies and maximizing opportunities by integrating different components
- Organizational and institutional issues – for the success of ITS, professionals in this field should be aware of institutional and organizational issues , which are facing the implementation of intelligent transport systems and the challenges faced by the relevant state and local institutions.

Among the main issues on the agenda in the development and management of intelligent transport systems are their financing as well as further development in the next stage of their use. (Mashrur A.Choldhury)

The Ministry of transport and communications is in the process of developing a National access point under Regulation 2017/1926. It is a delegated regulation of the European Union of 31 May 2017 that complements Directive 2010/40/EU of the European Parliament and of the council that provides information services in respect of multimodal travel. The national access points have been drawn up under the above-mentioned Regulation and include the timetable and location of trains, as well as providing the opportunity to purchase an online ticket and reservation. In addition, they include bus schedules and flight information on the territory of Sofia. The location of the trains is presented with an interactive map showing the type of train and its current movement and location. In addition, a possible delay of the train concerned is also visualised, which is beneficial in terms of the timing of those waiting for the particular train to travel or meet passengers. The bus route schedules include the transport links of Sofia with other Bulgarian cities, describing the distance between the cities, their route of travel, time of arrival, stays and departure, average technical speed, average communication speed, total travel time and total travel time. In terms of airports, it is presented information about their location as coordinates, working hours connection with telephone numbers of international and domestic flights of the airport located in the city of Sofia, as well as a link to the site for more information. (Ministry of Transport and Communications, 2022)

The main problems regarding ITS in the city. Sofia can be grouped in several main directions. A key problem with these systems is the lack of static data, as well as information

systems for the collection, analysis and processing of dynamic data for all road users and road accidents. At key locations in the urban periphery, automatic counting points are installed, the information of which can be used to analyze incoming and outgoing traffic in the city. However, there is no system for managing ongoing repairs affecting often transport infrastructure. In this regard, it is necessary to establish a traffic management system for existing ongoing repairs affecting the transport infrastructure. The provision of alternative routes would lead to a reduction of traffic through the routes affected for repair or reconstruction and would lead to a reduction of traffic through them and provide an opportunity to avoid congestion forming during peak hours of traffic.

## **2.7. Modernization of transport vehicles carrying out transport on the territory of the city.**

Among the main priorities for the development of the transport system in Sofia is the modernization of the transport vehicles, as well as ensuring higher environmental friendliness and reduction of noise pollution from them. For this reason, the transport park is constantly being replaced with a more convenient and modern one, which will increase the quality of the transport service offered and improve the mobility of passengers in urban conditions .

Statistical information on the type of fleet owned by „Sofia autotransport“ shows development of environmentally friendly vehicles, as the number of buses by 2020 numbers 616, of which a large part are the last environmental norm - Euro 6. ( Sofia Autotransport EAD, 2023 year. ) As of 2010, all buses used were in environmental regulations from 1 to 5. Since 2015, passengers and buses have started transporting since the latest Euro 6 environmental standard . This in turn leads to a reduction in the harmful emissions emitted by old diesel buses. Providing fast, convenient and environmentally friendly transport and improving the quality of public transport services will lead to a reduction in the use of private cars by users of transport services. The 2023 Sofia city fleet consists of 660 buses, with the first electric buses carrying passengers acquired and entered service in 2018. Their number is 20 with a length of 12 meters. They provide a high level of accessibility and comfort – low-floor and air-conditioned, with a passenger capacity of 58. As of 2023, 30 6-meter-high buses as well as 22 8-meter-high electric buses have been put into operation. The total number of electric buses carrying out transport is 72, which represents 11% of the total number of buses. In recent years, the fleet has been changed in its entirety, with much of the low-environmental-class diesel buses replaced by high-end ones environmental Euro

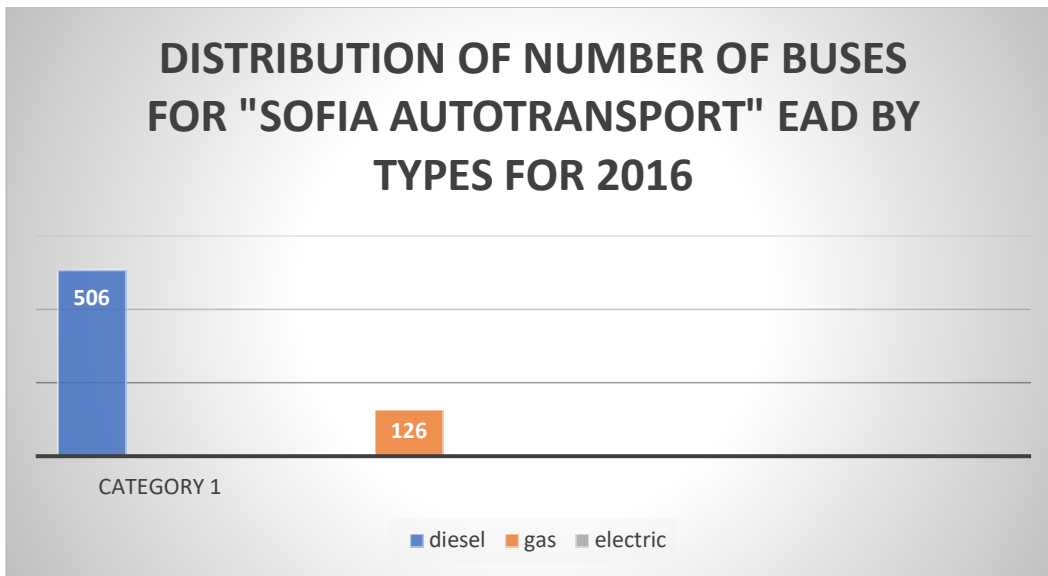
5 and Euro 6. The following table shows the buses by year of commissioning, their environmental rate.

*Table № 8 Number of buses, year of commissioning and environmental rate*

Year	Total number of buses	Diesel	Gasier	Electric	Type of engine
2004	652	652	0	0	Euro 1/ 2
2008	631	631	0	0	Euro 1/2
2012	559	559	0	0	Euro 1/2
2016	632	506	126	0	Euro 1/2/3
2020	645	357	268	20	Euro 2- Euro 6
2023	660	320	268	72	Euro 2- Euro 6

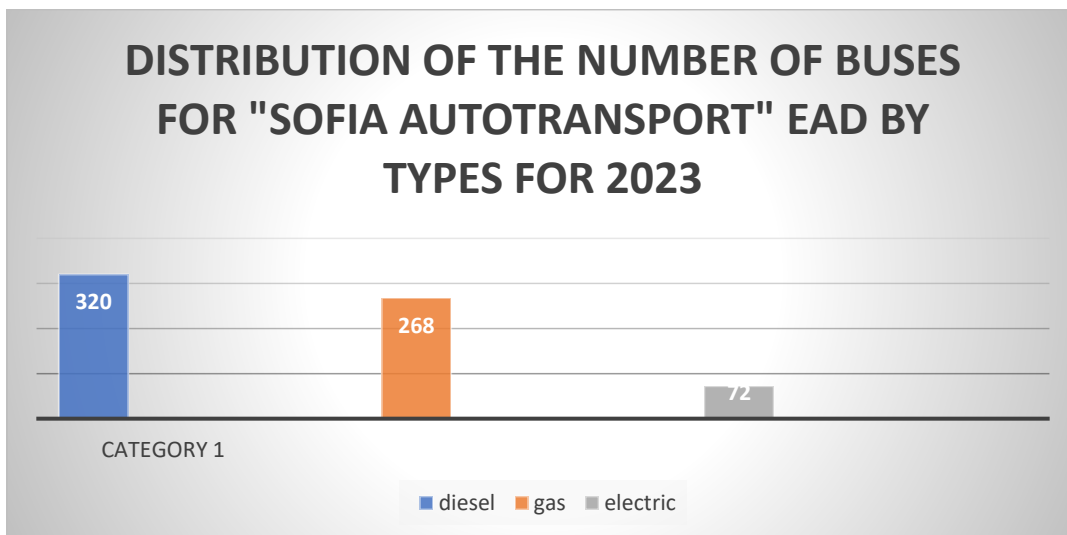
*Source: „Sofia autotransport EAD“*

The data presented show that as of 2023 of the total number of public transport buses from „Sofia autotransport“ EAD, 40.6 % are gas engines of the highest environmental class – 6, 10.9 % of buses are electric and the remaining 48.5 % are diesel engines. Of those with diesel engines, 37 were the lowest eco-class, accounting for 11.5% of the total number of diesel buses and 5.6% of the total number of buses. New gas and electric vehicles provide greater convenience and comfort of travel. This makes them preferred for travel by transport users. This is evident from the passenger flows and their consistent rise over the years.



Graph № 5 Distribution of the number of buses of „Sofia Autotransport“ EAD by species for 2016.

Source: „Sofia autotransport“ EAD



Graph № 6 Distribution of the number of buses of „Sofia autotransport“ EAD by species for 2023.

Source: „Sofia autotransport“ EAD

The following table shows the number of transported passengers from the three types of public transport carrying out transport on the territory of Sofia

Table № 9 Carried passengers of the three types of public transport for the period 2016-2022.

Year	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
Electrotransport	120	053	150	339	145	464	140	069	110	163	103	076	130	304
	415		372		013		902		983		557		336	
Autotransport	160	823	189	416	177	520	186	422	134	132	122	055	144	270
	152		587		639		637		861		697		333	
Subway	207	147	194	882	211	181	224	815	172	165	186	160	238	236
	704		475		655		770		533		601		577	

Source: CGM

The data from the table show an increase in the number of transported passengers in parallel with the improvement of the quality of the transport service and the modernization and development of the three types of public transport. In 2020, there is a sharp decline due to the coronavirus pandemic, with a staged increase again over the next two years. The largest increase in transported passengers suffers „Sofia autotransport“ EAD in view of the development of metro beams in recent years and the possibility that they provide for travel without interruption and the possibility of saving time.

**Conclusions of chapter two** they can be summarized in a few basic directions. The development of the transport system of Sofia is analyzed, examining the areas of Sofia Municipality, as well as the types of transport used for transportation. The comparative analysis between the use of a private car and public transport based on the cost model proves the benefits of public transport from an economic point of view. On the other hand, the analysis of the harmful impact on the environment and the losses from the well-being of the residents of Sofia and several European cities according to a study of CE DELFT, CE, presents the actions and measures taken to address the environmental problems of our capital related to PM and noise pollution. In addition to electric vehicles, as a way of moving in the urban environment discussed in this chapter, examples of a new one are presented purchased cars by fuel type for a certain time period according to Eurostat data for the whole European Union, as well as the incentives of some

European countries that provide the population. Bicycle movement as a mode of transportation is also considered, using for comparison bicycle infrastructures of other cities given as an example in this point, and an anonymized survey of a small representative sample of society has been carried out. Made SWOT analysis, gives clarity on the strengths and weaknesses of the transport system of Sofia and the necessary guidelines to be taken into account the opportunities and threats facing it. The analysis made on the economic efficiency of bus and coach transport for a certain period of time confirms that with the modernization of buses, economic efficiency is increased, given the reduction of operating costs and the increase of transport revenues. The pandemic of COVID-19 and the impact it has had on transportation.

**3. In chapter three** the guidelines for increasing the economic efficiency of the transport system of Sofia are presented

### **3.1. Economic efficiency development in urban public transport**

An integral part of a successful and functional transport system is the development of different modes of transport , carrying out transportation of passengers on the territory of a city. Ensuring competitive transport and achieving a sustainable development of the transport system is one of the main challenges to be achieved. The growing dependence on the use of private cars for even short distances affects urban cities and turns travel into multi-hour trials.

To achieve efficiency in the use of public public transport needs to increase the benefits of passenger transport and the benefits that passengers would have gained from using their private cars. Improving the quality of transport services, such as the speed of travel, journey times, reliability, comfort and convenience they provide, has attracted more passengers. Nevertheless, the problem of personal cars has deepened, given the data of motorization levels for the city of Sofia Public transport is a cause of environmental pollution, which is why it is necessary to continue the replacement of depreciated rolling stock with a new – with modern and environmentally friendly vehicles, despite the fact that transport is not among the main pollutants of our capital. In the transport sector, in addition to environmental pollution from outdated engines of mobile vehicles, there is also pollution from fine particulate matter, which is above the permissible norms. Continuous renewal with high-end, environmentally friendly rolling stock



reduces pollutant emissions to ambient air, reduces noise and vibration, and saves energy, improving urban mobility. The higher reliability and comfort of vehicles, who carry out transport on pre-established timetables and routes, it is a prerequisite for urban transport to be more preferred for travel by passengers, travelling to different parts of the city. Ensuring the greater passenger satisfaction in terms of comfort when travelling in vehicles with air conditioning systems is essential in their selection. It is important that the rolling stock is modernised, to reduce the cost of operation and fuel. Aging vehicles often go beyond operational capability due to their depreciation.

The means of transport used to carry out public transport on the territory of the city provide reliability, comfort, economy, durability, etc. These are technical and operational qualities that improve the quality of the transport service and ensure the necessary development of public transport on the territory of the city. The means of transport must meet a set of European standards and technical characteristics in order to ensure the reliability and quality of transport operations. The commissioning of electric-powered public transport vehicles has a decreasing effect on noise pollution in urban environments. The absence of exhaust gases water to a high level of environmental friendliness in the movement of the respective vehicles, which regulates the imbalance in the separation of PMs. The high initial investments for the acquisition of the vehicles and the equipment to them are compensated by the lower operating costs when they are used. In order to verify the relevance of improving technical performance, increasing transport revenues and reducing costs, the following table examines data from „Sofia autotransport“ EAD for specific years.

Table № 10 revenues from transport related to the operating costs of „Sofia autotransport“ EAD

Year	Revenue from transport activity	Operating cost
2016	78 204 114	26 331 000
2017	79 337 216	25 957 000
2018	83 485 170	25 114 000
2019	99 653 160	24 961 000
2020	104 099 430	20 158 000

Source: Sofia Autotransport EAD and calculations of the author

Table № 11 revenues from transport related to the operating costs of „Sofia autotransport“ EAD

Year	Total number of buses	Diesel	Gasier	Electric	Type of engine
2016	632	506	126	0	Euro 1/2/3
2017	628	502	126	0	Euro 2/6
2018	625	499	126	0	Euro 2/6
2019	625	499	126	0	Euro 2/6
2020	645	357	268	20	Euro 2/6

Source: Sofia Autotransport EAD and calculations of the author

The data from the two tables confirm that with the improvement of the technical and operational qualities of the buses and the increase of their ecological class over the years, the operating costs are reduced and the revenues from transport are increased.

The key to achieving sustainable development of transport in the capital is related to the management of transport services and providing strong policies to promote public transport. This, in turn, will reduce congestion and have environmental and social benefits for society. Achieving

sustainable transport is in its essence an impossible goal that constantly dominates the opinions regarding the implementation of transport policy, both of the EU and in Bulgaria. Achieving sustainable development of transport is the most important condition in building a coherent policy for the development of the different modes of transport (Nikolova X., 2013). The functioning of such a transport environment, combining the listed elements of the transport system and ensuring coordinated work between them, is a good prerequisite for the development of transport trips with minimization of costs and time for them, as well as providing environmentally friendly transport.

The real concept on which the sustainable development of transport should be implemented and ensuring economic efficiency from the use of transport is finding a balance between the improvement of the transport infrastructure and the preservation of the ecosystems surrounding the city. Ensuring good conditions for the intermodal transport of passengers is at the heart of building good transport connectivity between different modes of transport and is among the priorities of the transport policy pursued by the member states. To ensure better communication between different modes of transport in the developed in transport world cities serves the advanced transport infrastructure. The calculation of the necessary travel time and the time of detection with other modes of transport necessary for the performance of the respective transport is related to the implementation and development of intelligent transport systems that will help this process of offering a quality transport service. The establishment of a transport network of different transportations and achieving a balance in the use of all types of transport vehicles in the transport of passengers over different distances will lead to the development of safer, efficient and environmentally friendly transport.

In order to determine the importance of improving and modernizing the vehicles of the mass public transport in Sofia, the transport mobility of the population of the city in particular in the use of public transport in the years 2016-2022 was analyzed. The aim of the study is to analyze whether the use of different types of public transport is increased due to their modernization over the years and the higher levels of comfort and travel time reached and whether this has an impact on the preferences of passengers. The period 2020-2022 has reduced transported passengers and a lower coefficient of mobility in view of the pandemic Covid-19 and the consequences on transport, which it had in the future. To determine the methodology of the study was used the applied model of prof. Kachaunov according to the following formula :

$$P_{\tau} = \frac{A_{\tau}}{H}, \text{ where}$$

$P_{\tau}$ - transport mobility

$A_{\tau}$  – total number of trips for a certain time by public transport

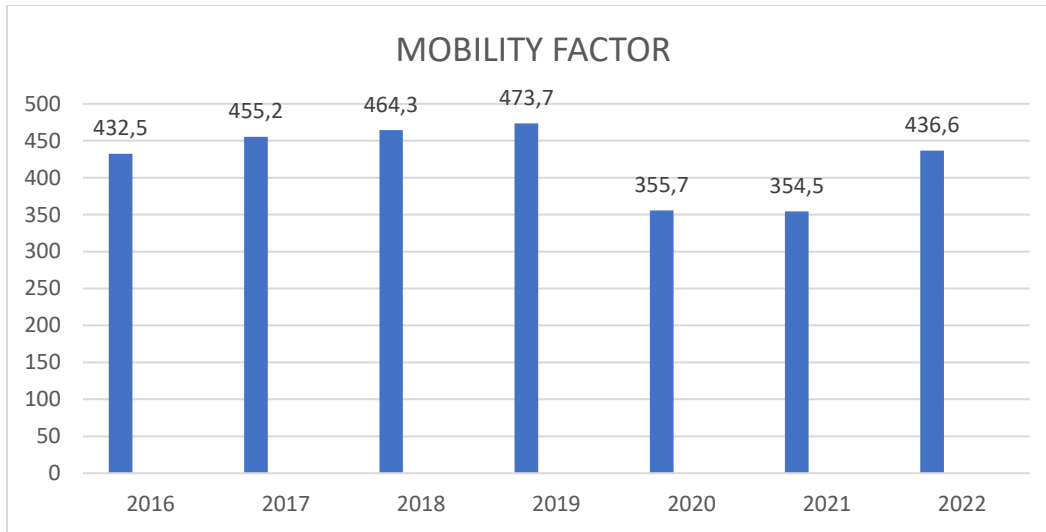
H – the number of residents of the city

Table № 12 Coefficient of mobility of passengers using public transport in Sofia for the period 2016-2022.

Year	Number of passengers carried	Population of city Sofia	Coefficient of mobility
2016	534 556 443	1 236 047	432,5
2017	563 738 841	1 238 438	455,2
2018	576 486 381	1 241 675	464,3
2019	588 616 109	1 242 568	473,7
2020	434 566 526	1 221 785	355,7
2021	4 28 109 075	1 2 07 439	35 4 , 5
2022	531 623 990	1 217 692	436,6

Source CGM and calculations of the author

The coronavirus pandemic and the restrictive measures taken to spread it have had an impact on passengers and passengers carried in the period 2020-2022. However, there is an increase in the coefficient of mobility in 2022 compared to 2020, when the pandemic began. In graphic form is presented the coefficient of mobility for the period considered from 2016 to 2022 inclusive.



Graph № 7 coefficient of mobility of the population of Sofia for the period 2016-2022.

Source: CGM and calculations of the author

The summarized data in the graph and the presented coefficient of mobility show that with the modernization of public transport on the territory of Sofia the demand for transport is increasing services for city travelers who use public transport to get from one location to another. An exception is the pandemic period, although a smooth recovery after its passing is visible .

In order to be more detailed, the study examined the coefficient of mobility of the population of Sofia in relation to each of the types of public transport carrying out transport passengers on the territory of the city for the period 2016-2022 according to the formula described

$$P_{\tau} = \frac{A\tau}{H}, \text{ where}$$

$P_{\tau}$ - - transport mobility

$A\tau$  – total number of trips for a certain time by public transport

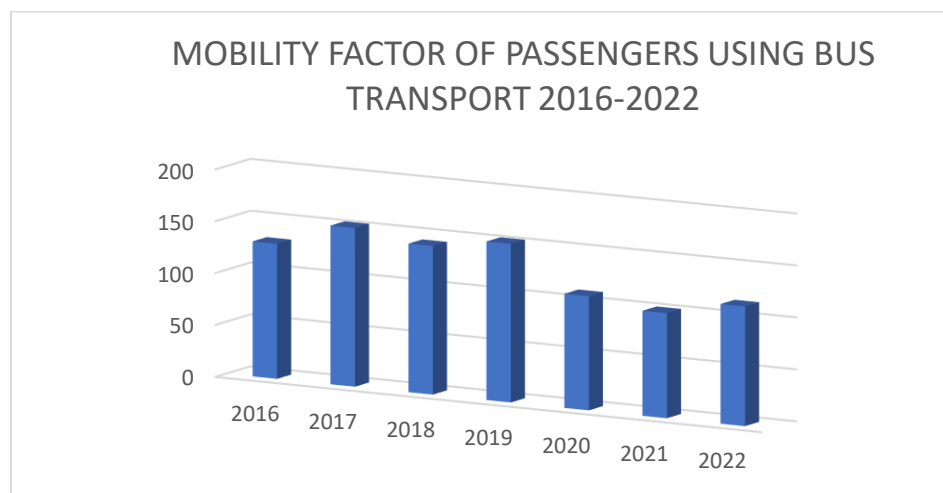
H – number of residents of the city.

Table № 13 Coefficient of mobility of bus passengers in Sofia for the period 2016-2022

Year	Number of passengers carried	Population of Sofia	Coefficient of mobility
2016	160 823 152	1 236 047	130,1
2017	189 416 587	1 238 438	152,9
2018	177 520 639	1 241 675	143,0
2019	186 442 637	1 242 568	152,6
2020	134 132 861	1 221 785	109,8
2021	122 055 697	1 2 07 439	101,0
2022	140 116 150	1 217 692	115,0

Source: CGM and author's own calculations

The coefficient of mobility in the analyzed years with regard to passengers using bus transport is presented in a graphic form.



Graph № 8 – coefficient of mobility of passengers using bus transport 2016-2022.

Source: author's calculations

The data from the graph show that bus transport has a difference in its use, with a tendency to increase in relation to the passengers carried during the pandemic.

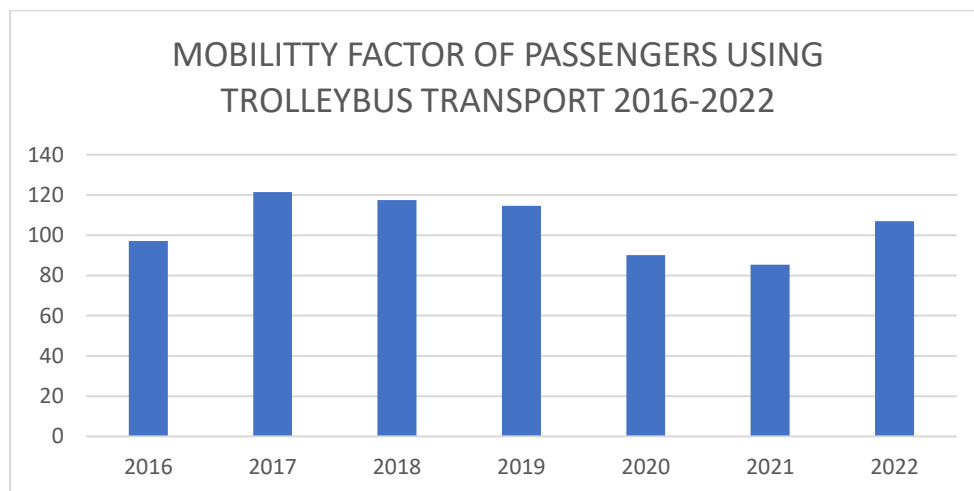
The following table presents data on passengers carried by trolleybus transport.

*Table № 14 Coefficient of mobility of passengers using trolleybus transport in Sofia for the period 2016-2022.*

Year	Number of passengers carried	Population of Sofia	Coefficient of mobility
2016	120 053 415	1 236 047	97,13
2017	150 339 972	1 238 438	121,39
2018	145 464 013	1 241 675	117,15
2019	140 069 902	1 242 568	114,66
2020	110 163 983	1 221 785	90,17
2021	103 076 557	1 207 439	85,37
2022	130 304 336	1 217 692	107,0

*Source: CGM and author's own calculations*

The coefficient of mobility in the analyzed years in terms of trolleybus transport is presented in a graphic form.



Graph № 9 – coefficient of mobility of passengers using trolleybus transport in the period 2016-2022.

Source : calculations by the author

The following table presents data on passengers carried by trolleybus transport.

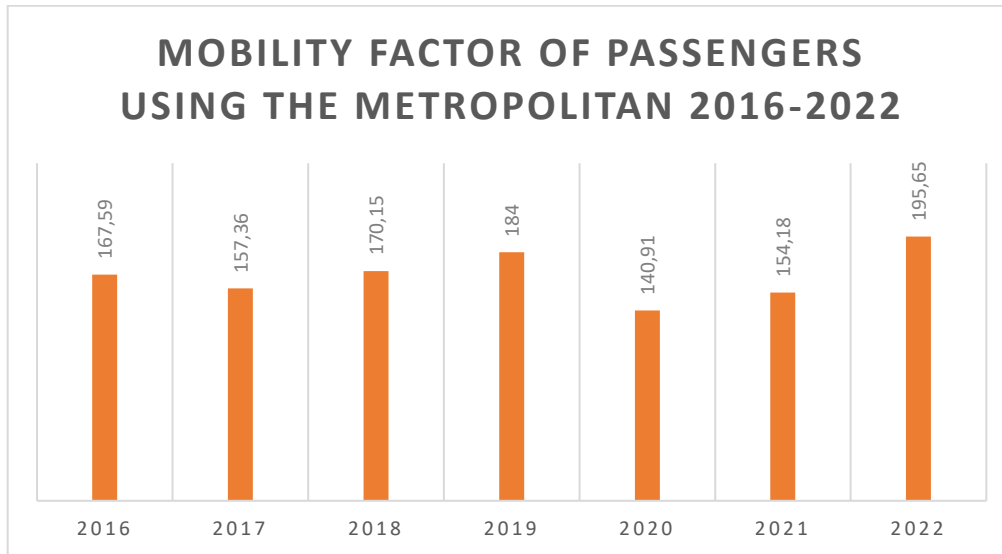
Table № 15 Coefficient of mobility of passengers using trolleybus transport in Sofia for the period 2016-2022.

Year	Number of passengers carried	Population of Sofia	Coefficient of mobility
2016	207 147 704	1 236 047	167,59
2017	194 882 475	1 238 438	157,36
2018	211 281 655	1 241 675	170,15
2019	224 815 770	1 242 568	184,00
2020	172 165 533	1 221 785	140,91
2021	186 160 601	1 2 07 439	154,18
2022	238 236 577	1 217 692	195,64

Source: CGM and author's own calculations



In graphic form is presented the coefficient of mobility in the analyzed years in terms of metropolitan.



Graph № 10 – coefficient of mobility of passengers using a metropolitan in the period 2016-2022.

Source: author's calculations

The modernization of all means of transport serving the lines of the Sofia Metro Station, as well as the creation of new transport lines, attracts more travelers with public transport. From an economic point of view, the advantages of the modernization of the transport park are expressed in reducing fuel costs and depreciation of old vehicles. Reducing noise levels and emissions has a positive effect on urban mobility.

### **3.2. Implementation of intelligent transport systems to improve the transport service of a city Sofia**

The rapid pace of development and change in the field of smart technologies requires their adequate comprehensibility on the part of ITS users in Sofia. In order to achieve the necessary effects in the implementation of the new software products and to provide the opportunity to assist in the limitation of traffic jams and the caused TPPs, they require controlled implementation actions and the necessary time to be as effective as possible in their use. According HR. Nikolova, ITS are designed to ensure the achievement of urban development goals at European

level in areas such as traffic management, smart billing, travel information and urban logistics . (Nikolova X. 2017)

Table № 16 development of ITS on certain bus lines

Bus line	Year	Model bus	Innovations
1	2019	Yutong ZK 6126 HGA	They're added enroute signs indicating the route
11	2019	Man Lion`s city G CNG	They're added route signs, indicating the route line
56	2019	Mercedes Conecto	They're added route signs, indicating the route line

Source: „Sofia Autotransport“ EAD and author calculations

In the last 10 years in „Sofia autotransport“ EAD, respectively, in the transport infrastructure were made serious investments in innovative technologies . ( Sofia Autotransport EAD, 2023. ) In 2022, 65 public transport stops were renovated – once as infrastructure and second time as information assurance. ( CGM,2023g. ) These are stops at different busy places of the transport network of Sofia Municipality and are located in different areas, such as : „Triaditsa“ (4 pcs.), „Students“ (3 pcs.), „Slatina“ (1 pcs.), „Serdice“ (3 pcs.), „Swelling“ (7 pcs.), „Pancharevo“ (1 pcs.), „House“ (6 pcs.), „Holst“ (1 pcs.), „New Iskar“ (2 pcs.), Young“ (10 pcs.), „Ljulin“ (8 pcs.), „Lozenets“ (1 pcs.), „Cremikovtzi“ (4 pcs.), „Kar village“ (3 pcs.), „Isk“ (2 pcs.), „Ilinden“ (1 pcs.), „Revival“ (1 pcs.), „Rabnitsa“ (1 pcs.), „Vitosha“ (2 pcs.) and „ „ (2 pcs.). In addition to the complete renovation at 65 stops 11 spirconaways have been completely replaced, dismantled and restored in their place. 95 Pcs have been renovated . spirconaves, such as repair of the roof, patting of the back and pages, replacement of corroded elements, strengthening of the foot, repair of benches, replacement of glass holders, etc ; Separately in the vehicles themselves, intelligent systems of different character, providing comfort to travelers. In 2015, automatic voice notification systems were delivered in 126 of the buses of „Sofia autotransport“ EAD. From 2018, available to users of transport services is „ Integrated automated system for electronic billing and video surveillance“. She is part of Smart C the city strategy of Sofia Municipality, which aims to

turn the capital into a modern, technological and sustainable city. The benefits and benefits it provides are as follows:

- Loading the maps for urban transport online ;
- Payment for travel by credit and debit card in the vehicle ;
- With the accumulation of analytical data, suggestions can be made for changes in the approach for charging and paying for trips for time, distance, etc. This helps to create more efficient urban transport timetables, more suitable routes and stops for different lines, better connectivity between different modes of transport. This will optimize traffic in the capital, contribute to reducing congestion and more environmental benefits for the city ;
- The new contactless smart cards, which travel in all modes of transport, have a very high level of protection. This ensures the security of the users of transport services in Sofia.

Since 2019, the rolling stock is equipped with electronic route plates of all vehicles that have a high degree of reliability and safety. All these changes in infrastructure and in the vehicles themselves are a prerequisite for improving the transport service offered, as is also evident from the change in passenger flows that has increased over the years analysed.

The intelligent transport systems, which are implemented and improved on the territory of Sofia, have easily accessible and understandable management design, which provides the application of the various services of– in the reliable and comfortable way. Their main focus is on traffic management and accident reduction.

The implementation of a coordinated adaptive traffic system, as it undoubtedly is SCATS the example of Sydney will be of great benefit and of great importance for the overall organization of the traffic, having a preventing role in terms of causing PTP, reducing traffic and congestion, as well as the development of the already existing in Sofia „green light“ on moving with special mode MV. The advantages that such a system can provide are secure and include real-time traffic analysis without the need for manual input and a certain period of monitoring time, as well as reducing operating costs. Analysing real-time traffic thanks to inductive sensors installed in the road surface, this traffic system has an effect on the traffic light, determining the duration of signaling to the traffic that is at the current time. This has a determining role depending on the

workload of intersections in relation to specific hours and days and will not be on a pre-established schedule of signaling, which at certain times their negative impact on the management of trafficked. Intelligent transport systems are a form of the highest level of information aimed at assisting travelers in their choice of route, their way of travel and to help them cope with traffic and emerging traffic difficulties. In order to build up high-level ITS, it is important to build the relevant sustainable and developed transport infrastructure, which is prerequisite for fast, secure and reliable transportation. Investment in ITS traffic monitors and providing clear information to passengers on road congestion at certain times and providing statistical information on vehicles passing at certain times in order to ensure the necessary changes in street traffic or adjacent traffic lights at constant levels of high traffic from road vehicles analysed over a long period of time.

In order to be successful the development and improvement of ITS in Sofia, the city must adhere to the EU directives for the implementation of intelligent transport systems and, in particular, Directive 2010/40/EU - the framework for the implementation of intelligent transport systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport. The Directive aims to develop certain priority areas for the development and use of intelligent transport systems, which are four in number. For the city of Sofia it is necessary and important to adhere to 3 of them, namely :

- Optimal use of road, traffic and travel data, for example to have users have the opportunity to plan their trips ;
- ITS safety and security applications ;
- Connecting vehicles to transport infrastructure, i.e., equipping vehicles with information exchange devices.

Following the basic concept of the technologies for the development of intelligent transport systems and the need for a more specific way of planning, given the territorial features of the city for which the relevant technologies will be used, the city of Sofia faces a number of challenges. Obtaining a perspective, developed and fully intelligent transport system including several divisions tailored to the scale and transport requirements of the city, as well as uniting traditional transport processes, will lead to peace of mind and address the usual transport problems related to travel within the city. Creating a suitable user profile satisfying the transport requirements of the

majority of travelers for various reasons on the territory of the city should be a top priority in the development and implementation of a single transport product. The establishment of a single regional transport system connecting individual institutions and employees in the use of ITS and the provision of synthesized information in terms of services intended for consumers will present the best and most useful transport solution.

### **3.3. Pincreasing the economic efficiency of the transport system the city of Sofia**

In order to be refined (illustrated) the role (meaning) the approaches that have an impact on the economic efficiency of the transport system of Sofia are presented with an evaluation table of same comparing the use of public transport with a private car. Each approach has a different impact on the quality of the transport service, this requires that they be graded according to their satisfaction in the use of the transport service. The weight of each approach is based on the preferences of the passengers and the surveys made in chapter two. The total sum (weight) is 100 units distributed between the different quantitative indicators according to their ranking by the users of the transport the service. The choice of passengers whether or not to use public transport, respectively personal car is most influenced by the technical condition and comfort, who have in vehicles, i.e., from technical and operational characteristics. For this reason, the technical and operational approach is rated with the highest weight, namely 40 units. Next is the economic approach, which is tied to the cost of transport, which separates one traveling on an annual basis and is dignified with 30 units. Implementation of innovative solutions such as electronic vehicle documents, real-time information, renewal of the fleet in Bulgaria, construction of charging infrastructure, ITS, video surveillance, etc., i.e. – the technological approach has a weight of 20 units. The other two approaches environmental and social have low consumer value for public transport and private car users and accordingly, 6 units for the ecological and respectively for the social - 4 units were assessed.

The following table presents the approaches to increase efficiency, their relative weight and an assessment of the relevant approach to the mode of transport used.

Table № 17 Approaches to increase efficiency and their relative weight and evaluation

Approach	Technical-operational	Economic	Technological	Ecological	Social
Heaviness (T)	40	30	20	6	4
Estimating (O) public transport	0,2	0,9	0,5	0,9	0,3
Estimating (O) personal car	0,8	0,1	0,5	0,1	0,7
Overall effectiveness (OE) public transport	8	27	10	5,4	1,2
Overall effectiveness (OE) personal car	32	3	10	0,6	2,8
Total: public transport	51,6				
Total: personal car	48,4				

Source: the author's idea

The calculations in the table are based on the formula  $O E = T \times O$ , where

OHEY – Total efficiency ;

T – Weight of the corresponding approach ;

OOH - Evaluation of the relevant approach to the mode of transport used.

The logic is that the higher the quality of the service offered, the higher the rating – by close to the unit. Conversely, when the passenger's satisfaction with the quality of the transport service is low , the valuation is also of a lower value – closer to zero .

All calculations in the table relevant to the weight of the relevant approach to the assessment of the use of a private car and public transport are related to sum total unit (1), 100 Units of relative weight. In order to determine the overall efficiency of the use of the particular mode of transport , the measure of each indicator is quantified by multiplying its weight by the assessment, which is based on the quality offered by the private car and public transport. When traveling by private car, the comfort and convenience are higher and for this it is estimated by 0.8 compared to public transport, which is 0,2. The higher assessment in the technical and operational approach relevant to both modes of transport determines the advantage of the personal car it provides, as well as data confirmed in the study that despite the increasing use of public transport, private car use continues to be predominant in Sofia . Increased motorization levels in the capital over the past 20 years, this trend has been confirmed . With regard to the economic approach, public transport has an advantage given the proven lower costs compared to the use and maintenance of a personal car based on the used cost model in the dissertation work . This justified a score of 0.9 for public transport and 0.1 for private cars, respectively. The technological approach was assessed equally for both types of trips , given the equal accessibility to the transport network and the advantages provided by the technologies for both modes of transport. The environmental approach has a pronounced advantage in public transport, due to the modernization of rolling stock, the introduction into service of vehicles of the highest environmental class, as well as the limitation of harmful effects on the environment ( noise pollution and PM pollution ) . For the personal car, proven in the course of the study is with the high degree of pollution given the age structure of the fleet and weakly functioning infrastructure ( charging stations for electric cars and their still limited use ) . For this reason, it was rated 0.1 a public transport with 0,9. In terms of the social approach, the personal car has a pronounced advantage (estimated with 0,9) , because of the possibility of saving time and using the moment as opposed to public transport (0,1), and, where its use is associated with certain time schedules according to pre-established schedules . It is clear from the calculations made that public transport has higher indicators in terms of overall efficiency in the supply of transport services.

In conclusion, when calculating the assessment of the different approaches in the two main transport modes within the urban transport system of Sofia, it is established greater efficiency of public transport . This model shows how we can effectively limit the use of personal cars, namely through a new marketing concept based on a cost-oriented principle, environmental standards and the implementation of intelligent transport systems .

**As conclusions from chapter three** it can be said that according to the applied model of prof. Kachaunov for calculating the coefficient of mobility determining the movement of passenger flows, has been shown that by the introduction of new technologies in vehicles and the development of rolling stock and adjacent transport infrastructure, the preferences of travelers have changed. Transport users have increased the use of public transport for their journeys. This is evidenced by the approaches defined by the author to calculate the efficiency, by their weight and their assessment in the comparison between public transport and private car. These approaches give a clear perspective and focus on the preferences of the users of transport services in the present and future plan regarding their trips on the territory of Sofia.

### **III . Conclusion**

On a national scale, the development and location of the transport infrastructure and the adjacent facilities in the city of Sofia, as well as the public works of residential buildings can be influenced by the relevant national and European policies that determine the maximum usability and correct spatial location of the newly constructed buildings, streets and facilities, given the increasing passenger flow in the capital and the need for innovative solutions. The implementation of innovative approaches to increase the economic efficiency of public transport and transport infrastructure predisposes transport users to change their preferences when choosing urban transport. The concrete proposals for the development of the transport system of the city, together with the models of developed and successful intelligent transport systems given as an example, have given a finished look to the study. The use of eco-friendly and energy-efficient transport vehicles has an important role to play in improving urban mobility. The implementation and development of intelligent transport systems in the organization of the transport process, including in the adjacent infrastructure and vehicles, is a major contribution to changing the preferences of public transport users. The development of public transport, ensuring faster and more comfortable movement, is a prerequisite for its greater use by transport users. On the basis of the model applied



in the third chapter it is proved that the coefficient of mobility has increased for the specified time period considered, which justifies the thesis.

In order to achieve a high level of economic efficiency of the city's transport system, a balance must be struck between the positive impact of economic growth and the achievement of a limit on the negative consequences of environmental pollution. Increasing transport investments and the correct territorial location of the emerging transport infrastructure on the basis of previously implemented plans will contribute to a positive effect of the maximum realization of the transport potential consisting in rational use of modernized vehicles used for public transport, adjacent infrastructure and facilities ensuring the spatial displacement of passengers.

The main thesis of the dissertation paper is grounded that through the implementation of innovative approaches to increase the economic efficiency of public transport and transport infrastructure, users of transport services will change their preferences in the choice of urban transport (increasing the use of public transport). Basic hypothesis 1 has been demonstrated that the use of environmentally friendly and energy-efficient vehicles for mobility has an important role to play in improving urban mobility. Basic hypothesis 2 has been demonstrated that the deployment and development of intelligent transport systems in the organisation of the transport process, including in the adjacent infrastructure and vehicles, is a major contributor to a change in the preferences of public transport users. Basic hypothesis 3 has been proven that the development of public transport, providing faster and more comfortable movement, is a prerequisite for its greater use by transport users.

Following the principles of consistency in the implementation of transport projects is a good prospect for transport completeness and vision of Sofia. Given the fact that urban mobility contains a set of multivalued concepts that create favorable conditions for travel, its improvement and improvement together with the development of the transport system of the city will bring maximum economic effect and realization of the priorities set in the future development of Sofia.

#### **IV Scientific contribution of the dissertation**

The main objectives and tasks set in the scientific work are respected, with attention paid to the most important priority issues facing the development of the city, namely:

- Theorytico-applied contributions.
  - Based on the research of scientific literature related to the transport policy of the EU and Bulgaria, the role of increasing the economic efficiency of the transport system in Sofia is outlined. Based on the analysis of the transport infrastructure and the different approaches to its management, are identified ( defined ) approaches to quality assessment and.
  - Key elements of the transport policy are justified, such as aspects of the quality of the transport service offered by „Sofia autotransport“ EAD.
  - Approaches for assessing the attitude of passengers in the choice of a vehicle in the realization of their journey in the urban environment have been analyzed and adapted.
- Practical contributions.
  - Based on the applied model of prof. Kachaunov to calculate the coefficient of mobility determining the movement of passenger flows, it has been shown that through the introduction of new technologies in vehicles and the development of rolling stock and adjacent transport infrastructure, the preferences of passengers have been changed
  - On the basis of the analyzed approaches that have an impact on the economic efficiency of the transport system of Sofia, their weight and overall efficiency in determining the choice for travel have been evaluated.
  - The expected economic, technical, social, environmental and technological impacts are outlined and based on them are proposed measures to optimize the operation of the transport system.
  - A model for an intelligent transport system is proposed, following the example of Sydney, Australia, to be adapted in the city of Sofia, given its successful role in reducing operating costs, congestion and the risk of PTP.

- It is justified the need to increase the efficiency of the development of the transport system of the city of Sofia with all its adjacent components.

## **V . List of publications related to the dissertation**

Participation in a jubilee scientific conference on the occasion of the 70th anniversary of the establishment of the Department and specialty „Economics of transport and energy“ – transport connectivity 2020 with a report on the topic „Public transport and urban mobility“

Published article in the magazine „Industrial relations and public development“, issue 2/2021 on the topic „Competitiveness and quality in transport“

Published article in the magazine „Mechanics, transport and communications“, volume 20, issue 1,2022 on the topic „Politics for sustainable development of passenger transport in the European Union “

Published article in the magazine „Mechanics, transport and communications“, volume 20, issue 3/1,2022 on the topic „Development of intermodal passenger transport in the EU and Bulgaria“