



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI

ȘCOALA DOCTORALĂ

Cu titlu de manuscris

CZU: 656.121:656.02:658.5(478-25)(043.2)

ROTARU IGOR

SPORIREA EFICIENȚEI SISTEMULUI DE TRANSPORT

PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

271.01. INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL PRODUCERII

(pe ramuri ale producerii industriale)

Teză de doctor în științe ingineresti

Conducător științific:

CEBAN Victor, dr., conf. univ.

CHIȘINĂU, 2026



UNIVERSITATEA TEHNICĂ A MOLDOVEI
ȘCOALA DOCTORALĂ

Cu titlu de manuscris

CZU: 656.121:656.02:658.5(478-25)(043.2)

ROTARU IGOR

SPORIREA EFICIENȚEI SISTEMULUI DE TRANSPORT
PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

271.01. INGINERIA ȘI MANAGEMENTUL PRODUCERII

(pe ramuri ale producerii industriale)

Teză de doctor în științe inginerești

Autor: ROTARU Igor

Conducător științific:

CEBAN Victor, dr., conf. univ.

Membrii comisiei de îndrumare:

1. STOICEV Petru, dr. hab., prof. univ. emer., UTM

2. GOIAN Vladimir, dr., conf. univ., UTM

3. FRUNZE Oleg, dr., lect. univ., UTM

CHIȘINĂU, 2026

CUPRINS

ADNOTARE	7
ANNOTATION.....	8
АННОТАЦИЯ.....	9
LISTA TABELELOR	10
LISTA FIGURILOR	12
LISTA ABREVIERILOR	15
INTRODUCERE.....	16
1. ANALIZA ACTIVITĂȚII SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC MUNICIPAL	23
1.1. Rolul transportului public de pasageri	23
1.2. Structura organizațională. Principii și mecanisme de funcționare a sistemului de transport public din municipiile cu o populație cuprinsă între 0,5 și 1 milion de locuitori.....	24
1.3. Practica internațională de organizare și funcționare a sistemelor de transport public urban	28
1.4. Aspectele legislației naționale de funcționare a transportului public de pasageri	33
1.4.1. Structura organizatorică a sistemului de management al transportului urban din municipiul Chișinău	35
1.4.2. Operatorii de transport public	36
1.5. Analiza activității sistemului de transport public din municipiul Chișinău (analiza SWOT, politici tarifare)	36
1.6. Sistemul de evaluare a eficienței funcționării unui sistem de transport public (criterii, indicatori, indici)	47
1.7. Concluzii la capitolul 1	51
2. METODOLOGIA CERCETĂRII FUNCȚIONĂRII SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC URBAN.....	54
2.1. Cercetări analitice privind eficiența funcționării sistemului de transport public urban	54
2.1.1. Indicii tehnico-operaționali ai sistemului de transport public urban	54
2.1.2. Parcul rulant.....	59
2.1.3. Rute și rețea de rute.....	67
2.2. Metodologia cercetării fluxului de pasageri.....	69
2.2.1. Legitățile activității sistemului de transport public.....	75
2.2.2. Productivitatea transportului rutier public	77
2.3. Cercetări ale necesităților social-economice în serviciile de transport public	78

2.3.1.	Cererea comunității în transport rutier public.....	78
2.3.2.	Indicatorii economici de funcționare a sistemului de transport public municipal .	80
2.4.	Calitatea serviciilor acordate de sistemului de transport public urban	81
2.4.1.	Evaluarea clasică a calității serviciilor de transport.....	81
2.4.2.	Aprecierea calității serviciilor de transport public urban prin aplicarea metodei analizei componentelor principale	83
2.4.2.1.	Descrierea succintă a metodei.....	83
2.4.2.2.	Standardizarea datelor.....	84
2.4.2.3.	Calcularea matricei de covarianță.....	84
2.4.2.4.	Calculul valorilor proprii și vectorilor proprii ai matricei de covarianță.....	85
2.4.2.5.	Selectarea componentelor principale	85
2.4.2.6.	Proiectarea datelor pe un spațiu nou de coordonate.....	85
2.4.2.7.	Interpretarea rezultatelor	85
2.5.	Concluzii la capitolul 2	86
3.	STUDIUL SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU	87
3.1.	Rezultatele sondajului pasagerilor	87
3.1.1.	Scopul și modalitatea efectuării sondajului „Satisfacția pasagerilor față de serviciile de transport public din mun. Chișinău”.....	87
3.2.	Prelucrarea datelor sondajului pasagerilor prin metoda „Analiza componentelor principale”, PCA.....	96
3.3.	Rezultatele studiului fluxului de pasageri	102
3.3.1.	Determinarea cererii și volumului de transport	102
3.3.1.1.	Determinarea cererii de transport.....	102
3.3.2.	Determinarea volumului de transport	104
3.4.	Concluzii la capitolul 3	112
4.	ELABORAREA UNUI SISTEM EFICIENT DE FUNCȚIONARE A TRANSPORTULUI PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU	114
4.1.	Bazele teoretice de sporire a eficienței funcționării sistemului de transport public urban	114
4.2.	Elaborarea sistemului rațional de funcționare a transportului rutier public (modalități practice de ridicare a eficienței funcționării).....	115
4.2.1.	Proiectarea subsistemului de transport public suburban din municipiul Chișinău	115
4.2.2.	Propuneri de modificare a rețelei rutiere a subsistemului de transport public suburban examinat	130

4.2.3.	Propuneri privind crearea infrastructurii sistemului de transport public suburban examinat. Crearea unui teren tehnologic	132
4.2.3.1.	Determinarea indicatorilor economici ai măsurilor propuse	134
4.2.3.2.	Impactul ecologic asupra mediului de la implementarea măsurilor propuse.....	136
4.3.	Concluzii la capitolul 4	137
CONCLUZII GENERALE.....		138
PROPUNERI ȘI RECOMANDĂRI.....		140
BIBLIOGRAFIE		141
ANEXE.....		150

ADNOTARE

la teza de doctor cu tema „*Sporirea eficienței sistemului de transport public din municipiul Chișinău*” prezentată de către Rotaru Igor, pentru obținerea titlului științific de doctor în științe inginerești la specialitatea 271.01. Ingineria și managementul producerii (pe ramuri ale producerii industriale), Chișinău, 2026

Structura tezei: introducere, patru capitole, concluzii și recomandări, bibliografie cu 153 titluri, 3 anexe, textul de bază conține 140 pagini, inclusiv 63 figuri și 27 tabele.

Cuvinte-cheie: calitatea serviciilor, cererea de transport, flux de pasageri, parc tehnologic.

Scopul lucrării: identificarea metodelor inginerești și manageriale, argumentate științific, menite să sporească eficiența sistemului de transport public din mun. Chișinău și să contribuie la creșterea gradului de satisfacție a populației față de serviciile de mobilitate urbană.

Obiectivele cercetării: analiza principiilor și mecanismelor de funcționare ale sistemului de transport public din mun. Chișinău pentru identificarea punctelor forte, deficiențelor și factorilor-cheie; dezvoltarea unei metodologii moderne pentru evaluarea calității serviciilor de transport public urban bazată pe satisfacția pasagerilor prin prelucrarea seturilor de date complexe; realizarea studiului fluxurilor de pasageri pe rutele din municipiul Chișinău în vederea determinării indicatorilor de exploatare și a elabora măsuri fundamentale de eficientizare a sistemului de transport public; elaborarea soluțiilor practice de eficientizare a transportului public prin măsuri tehnico-organizatorice, reducerea costurilor, îmbunătățirea calității și promovarea sustenabilității.

Noutatea și originalitatea științifică: lucrarea aduce o abordare integrată a sistemului de transport public din mun. Chișinău, combinând analiza structural-funcțională, evaluarea percepției utilizatorilor și soluții practice pentru eficientizare.

Rezultatele principale: cercetările efectuate au evidențiat o serie de disfuncționalități în cadrul sistemului de transport public referitoare la volumele de transportare; decalajele mari dintre indicatorii tehnici și de exploatare pe rute; distribuția neuniformă a fluxurilor și volumelor de pasageri; utilizarea scăzută a capacității autovehiculelor și vitezei comerciale reduse pe unele rute. Totodată, s-a constatat că pe unele segmente de rute volumul de transportare a ajuns la limita capacității sistemului de transport public actual (stația „Circul” – 41023, bd. Ștefan cel Mare - 37007 pas. etc.).

Sondajul pasagerilor a evidențiat că factorul dominant de alegere a transportului public este timpul minim petrecut în călătorie (peste 55% din pasageri) și a constatat că percepția calității serviciilor de transport este influențată de un ansamblu extins de factori, în mare parte independenți între ei.

Din motivul supraîncărcării centrului orașului (din 19 rute suburbane 17 traversează centrul orașului, ceea ce constituie 90%) în teză au fost examinate modalități de soluționare a problemei respective. S-a efectuat optimizarea a patru rute suburbane care va contribui la reducerea transportului urban în centrul orașului cu 10 unități și 82 curse zilnic, mărirea vitezei comerciale până la 21,1 km/h. S-a propus crearea unui parc tehnologic care permite creșterea eficienței operaționale și micșorarea impactului negativ asupra mediului.

Semnificația teoretică: lucrarea aduce o contribuție importantă la fundamentarea teoretică a studiului transportului public urban prin dezvoltarea unui cadru metodologic integrat ce îmbină indicatorii calitativi, cantitativi și tehnico-economici. A fost elaborată o abordare teoretică pentru evaluarea satisfacției pasagerilor prin integrarea metodei PCA (Principal Component Analysis), care îmbogățește teoria mobilității urbane și subliniază necesitatea alinierii deciziilor tehnico-organizatorice la cerințele reale ale populației. Pentru prima dată în Chișinău a fost fundamentat conceptul reducerii parcursului nul prin crearea unui teren tehnologic, consolidând teoria optimizării proceselor operaționale.

Valoarea aplicativă: furnizarea de date actuale privind fluxurile de pasageri și opinia pasagerilor, demonstrarea necesității modernizării transportului public urban prin vehicule ecologice de capacitate medie și mare, corelate cu cererea reală. Implementarea măsurilor propuse, inclusiv crearea terenurilor tehnologice și optimizarea rețelei, conduc la reducerea costurilor și a emisiilor, creșterea eficienței, confortului și atractivității transportului public, contribuind la mobilitatea urbană sustenabilă.

Implementarea rezultatelor științifice: de către DGMU al Consiliului Municipal Chișinău în sistemul de transport public al mun. Chișinău.

ANNOTATION

for the PhD thesis titled „ *Increasing the efficiency of the public transport system in Chisinau Municipality*” presented by ROTARU Igor, to obtain the scientific title of doctor of engineering sciences at 271.01. Production engineering and management (in branches of industrial production), Chisinau, 2026

Thesis structure: consists of introduction, four chapters, conclusions and recommendations, bibliography with 153 titles, 3 annexes, the main text contains 140 pages, including 63 figures and 27 tables.

Keywords: service quality, transport demand, passenger flow, technological park.

Purpose of the work: Identifying scientifically substantiated engineering and managerial methods aimed at increasing the efficiency of the public transport system in the municipality of Chisinau and contributing to increasing the population's satisfaction with mobility services.

Research objectives: analysis of the principles and mechanisms of operation of the public transport system in Chisinau, to identify strengths, weaknesses, and key factors; development of a modern methodology for assessing the quality of urban transport services, based on passenger satisfaction by processing complex data sets; conducting a study of passenger flows on routes in Chisinau, in order to determine operating indicators and develop fundamental measures to make the public transport system more efficient; development of practical solutions to make public transport more efficient, through technical and organizational measures, reducing costs, improving quality, and promoting sustainability.

Scientific novelty and originality: The paper brings an integrated approach to the public transport system in the municipality of Chisinau, combining structural-functional analysis, user perception assessment and practical solutions for efficiency.

Main results: The research identified: some system malfunctions; information regarding transportation volumes; large gaps between technical and operational indicators on routes; uneven distribution of passenger flows and volumes; low utilization of vehicle capacity and low commercial speeds on some routes. At the same time, it was found that on some route segments the transportation volume has reached the capacity limit of the current public transport system (station „Circul” – 41023 pas., blvd. Stefan cel Mare – 37007 pas.).

The passenger survey revealed that the dominant factor in choosing public transport is the minimum time spent traveling (over 55% of passengers) and found that the perception of the quality of transport services is influenced by an extensive set of factors, largely independent of each other.

Due to the overloading of the city center (out of 19 suburban routes – 17 pass through the city center, which is 90%), the thesis examined ways to solve this problem. Optimization of four suburban routes was carried out, which will contribute to reducing urban transport in the city center by 10 units and 82 daily trips, increasing commercial speeds up to 21.1 km/h.

It was proposed to create a technological park that allows for increasing operational efficiency and reducing the negative impact on the environment.

Theoretical significance: the paper makes an important contribution to the theoretical foundation of the study of urban public transport, by developing an integrated methodological framework that combines qualitative, quantitative and technical-economic indicators. A theoretical approach was developed for assessing passenger satisfaction, by integrating the PCA (Principal Component Analysis) method, which enriches the theory of urban mobility and emphasizes the need to align technical-organizational decisions with the real requirements of the population. For the first time in Chisinau, the concept of reducing the null path by creating a technological terrain was substantiated, consolidating the theory of optimizing operational processes.

Applicative value: by providing current data on passenger flows and passenger opinion, demonstrating the need to modernize urban public transport through medium and large capacity environmentally friendly vehicles, correlated with real demand. The implementation of the proposed measures, including the creation of technological lands and network optimization, leads to cost and emission reductions, increased efficiency, comfort and attractiveness of public transport, contributing to sustainable urban mobility.

The implementation of the scientific results was carried out by the GDUM of the Chisinau Municipal Council in the public transport system of the municipality of Chisinau.

АННОТАЦИЯ

для диссертации „Повышение эффективности системы общественного транспорта муниципия Кишинёв” представленной Ротару Игорем для присвоения ученой степени Доктора Инженерных Наук по специальности 071.0. Инженерия и менеджмент производства, Кишинёв, 2026

Содержание диссертации: работа включает введение, 4 главы, выводы и рекомендации, библиографию из 153 источников и 3 приложений, 140 страниц основного текста, 63 рисунков и 27 таблиц.

Ключевые слова: качество обслуживания, транспортный спрос, пассажиропоток, технологический парк.

Цель работы: выявление научно обоснованных инженерных и управленческих методов, направленных на повышение эффективности системы общественного транспорта муниципия Кишинёв и способствующих повышению удовлетворенности населения услугами мобильности.

Задачи исследования: анализ принципов и механизмов функционирования системы общественного транспорта мун. Кишинёва для выявления сильных и слабых сторон; разработка современной методологии оценки качества услуг городского транспорта на основе удовлетворенности пассажиров; проведение исследования пассажиропотоков на маршрутах общественного транспорта мун. Кишинёва с целью определения показателей работы и разработки основополагающих мер по повышению эффективности системы общественного транспорта; разработка практических решений по повышению эффективности общественного транспорта за счёт технических и организационных мер, снижения затрат, повышения качества и содействия устойчивому развитию.

Научная новизна и оригинальность: работа представляет собой комплексный подход к исследованию системы общественного транспорта муниципия Кишинёв, сочетающий структурно-функциональный анализ, оценку восприятия пассажиров и практические решения по повышению ее эффективности.

Основные результаты: исследования выявили ряд недостатков системы общественного транспорта, связанных с объемами перевозок; большие разрывы между техническими и эксплуатационными показателями на маршрутах; неравномерное распределение пассажиропотоков и объемов; низкая загрузка транспортных средств и низкая коммерческая скорость. В то же время было установлено, что на некоторых участках маршрутов объем перевозок достиг предельной пропускной способности существующей системы общественного транспорта (станция «Цирк» – 41023, на бул. Штефан чел Маре – 37007 пас.).

Опрос пассажиров показал, что доминирующим фактором при выборе общественного транспорта является минимальное время в пути (более 55% опрошенных), и установил, что восприятие качества транспортных услуг зависит от целого ряда факторов, в основном независимых друг от друга.

В диссертации были рассмотрены проблемы перегруженности центра города (из 19 пригородных маршрутов 17 проходят через центр города, что составляет 90%) и способы решения. Была проведена оптимизация четырех пригородных маршрутов, что позволит сократить количество автобусов в центре города на 10 единиц и 82 рейса в день, увеличить коммерческую скорость до 21,1 км/ч. Было предложено создать технологический парк, позволяющий повысить операционную эффективность.

Теоретическая значимость: работа вносит существенный вклад в теоретическую основу исследования систем городского общественного транспорта, предлагая разработанный комплексный методологический подход, интегрирующий качественные, количественные и технико-экономические показатели. Разработан теоретический подход к оценке удовлетворенности пассажиров с использованием метода РСА (Анализ Главных Компонентов), который обогащает теорию городской мобильности и подчеркивает необходимость согласования технико-организационных решений с реальными потребностями населения. Впервые в Кишинёве обоснована концепция сокращения нулевого пробега автобусов путём создания технологического парка, закрепляющая теорию оптимизации эксплуатационных процессов.

Практическая значимость: Предоставив актуальные данные о пассажиропотоках и их мнении, мы продемонстрировали необходимость модернизации городского общественного транспорта за счёт внедрения экологичных транспортных средств средней и большой вместимости, соответствующих реальному спросу. Реализация предлагаемых мер, включая создание технологических парков и оптимизацию сети, приводит к снижению затрат, выбросов, повышению эффективности, комфорта и привлекательности общественного транспорта, способствуя устойчивой городской мобильности. Внедрение научных результатов: были проведены Главным Управлением Городской Мобильности Муниципального совета Кишинёва в системе общественного транспорта муниципия Кишинёв.

LISTA TABELELOR

Tabelul 1.1 Actele normative principale care reglementează activitatea sistemului de transport public din municipiul Chișinău	33
Tabelul 1.2 Populația mun. Chișinău [39, 40]	37
Tabelul 1.3 Dinamica mijloacelor de transport public din mun. Chișinău.....	38
Tabelul 1.4 Structura parcului rulant al RTE și PUA după vârstă la finele a. 2024.....	38
Tabelul 1.5 Structura parcului rulant al RTE și PUA după capacitatea nominală (finele a. 2024).....	39
Tabelul 1.6 Transportul de pasageri realizat cu transportul public din mun. Chișinău a. 2019-2024 [59–61]	40
Tabelul 1.7 Serviciile acordate de RTEC	40
Tabelul 1.8 Serviciile acordate de ÎM PUA	41
Tabelul 1.9 Lungimea drumurilor, pe categorii de drumuri și pe tipul de îmbrăcăminte, în profil teritorial, 2014-2024, mun. Chișinău [64]	43
Tabelul 1.10 Analiza SWOT a sistemului de transport public din mun. Chișinău.....	44
Tabelul 1.11 Date tehnice privind autobuzele ÎM PUA la finele anului 2024 [57]	50
Tabelul 1.12 Analiza statistică a accidentelor înregistrate de operatorii de transport public municipal	51
Tabelul 2.1 Clasificarea și caracteristica autobuzelor [86].....	62
Tabelul 2.2 Caracteristici comparative ale diferitelor mijloace de transport public urban	64
Tabelul 2.3 Cele mai răspândite metode de cercetare a fluxurilor de pasageri în transportul public urban	69
Tabelul 2.4. Mobilitatea populației orașelor după numărul de locuitori [81,85].....	79
Tabelul 2.5. Mobilitatea populației orașelor și rata utilizării transportului în dependență de numărul de locuitori [81, 85].....	80
Tabelul 3.1 Descrierea punctelor de intervievare la efectuarea sondajului pasagerilor transportului public din mun. Chișinău	88
Tabelul 3.2. Primele 10 valori proprii ale matricei de covarianță și importanța lor în explicarea varianței datelor.....	97
Tabelul 3.3. Caracteristici importante ale primelor trei componente principale	99
Tabelul 3.4. Lungimea totală a rețelei rutiere (decembrie 2022)	105
Tabelul 4.1 Gradul de suprapunere după lungime a rutelor analizate	117
Tabelul 4.2 Datele rutelor analizate.....	118

Tabelul 4.3 Indicatorii tehnici de exploatare obținuți în urma modificării rutelor	131
Tabelul 4.4 Calculul indicatorilor tehnici pentru rutele modificate și crearea parcului tehnologic	133
Tabelul 4.5 Investițiile necesare pentru crearea terenului tehnologic	135
Tabelul 4.6 Emisiile de gaze nocive de la arderea motorinei conform legislației UE [152] (emisii limită pentru un autobuz – EURO VI, ciclul urban)	137

LISTA FIGURILOR

Figura 1.1 Dependența mobilității urbane de numărul populației [7, 8]	26
Figura 1.2 Rata de motorizare în țările UE și Republica Moldova, autoturisme/1000 locuitori 01.01.2023 [21–23]	32
Figura 1.3 Zonificarea și numărul locuitorilor din mun. Chișinău [41]	38
Figura 1.4 Structura volumului de transport anual după tipul mijloacelor de transport.....	40
Figura 1.5 Schema rețelei de drumuri și străzi ale mun. Chișinău (IMP ChișinăuProiect).....	43
Figura 1.6 Accesibilitatea locuitorilor orașului Chișinău la servicii de transport public [73]	47
Figura 1.7 Accesibilitatea locuitorilor UE la serviciile de transport public [74]	48
Figura 2.1 Metode automatizate de studiu și monitorizare a fluxurilor de pasageri [92]	71
Figura 3.1 Amplasarea punctelor de intervievare la efectuarea sondajului pasagerilor transportului public din mun. Chișinău.	88
Figura 3.2 Repartizarea respondenților după tipul mijlocului de transport public folosit.....	90
Figura 3.3 Repartizarea respondenților după categoria de vârstă.....	90
Figura 3.4 Repartizarea respondenților după metoda de plată pentru călătorie	90
Figura 3.5 Repartizarea respondenților după periodicitatea de folosire a transportului public....	91
Figura 3.6 Repartizarea respondenților după criteriile de alegere a transportului public	91
Figura 3.7 Repartizarea respondenților după sursa de informare despre rutele și orele transportului public.....	92
Figura 3.8 Nivelul de satisfacție al respondenților față de furnizarea informației despre orarul transportului public în ansamblu	93
Figura 3.9 Nivelul de satisfacție al respondenților față de stațiile de transport public (iluminarea, curățenia, protecție condiții meteo, prezența scaunelor, starea trotuarului, aglomerația).....	93
Figura 3.10 Nivelul de satisfacție al respondenților față de mijlocul de transport (aglomerația, curățenia, confortul în interior, temperatura din salon iarna/vara, iluminarea, comoditatea urcării și coborârii)	94
Figura 3.11 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de troleibuze (au răspuns 1792 respondenți).....	94
Figura 3.12 Satisfacția respondenților față de rețeaua rutelor de autobuze urbane (au răspuns 1330 respondenți).....	95
Figura 3.13 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de autobuze suburbane (au răspuns 877 respondenți)	95

Figura 3.14 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de microbuze (au răspuns 874 respondenți).....	95
Figura 3.15 Variația explicată în funcție de componentele principale.....	98
Figura 3.16 PCA – primele două componente principale.....	98
Figura 3.17 Harta termică a încărcărilor pentru primele 5 componente principale.....	100
Figura 3.18 Graficul cererii de transport în rețea pentru zonele urbane.....	103
Figura 3.19 Graficul cererii de transport în rețea pentru zonele suburbane ale orașului.....	103
Figura 3.20 Efectuarea analizei fluxului de pasageri în mijlocul de transport (foto de autor)...	104
Figura 3.21 Volumul de transportare interstații conform calculului efectuat	105
Figura 3.22 Distribuirea lungimii rețelei rutiere după modul de transport, km	106
Figura 3.23 Distribuirea volumului zilnic de transportare în dependență de tipul mijlocului de transport, pas.	107
Figura 3.24 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei pentru rutele de troleibuze	107
Figura 3.25 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe le lungimea rutei pentru rutele suburbane și urbane de autobuze.....	108
Figura 3.26 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei pentru rutele de microbuze	108
Figura 3.27 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de troleibuz ..	109
Figura 3.28 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de autobuz...	109
Figura 3.29 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de microbuze	109
Figura 3.30 Viteza comercială a troleibuzelor pe rute	110
Figura 3.31 Viteza comercială a autobuzelor pe rute	111
Figura 3.32 Viteza comercială a microbuzelor pe rute.....	111
Figura 4.1 Rutele de transport suburban cu capăt de stație în centrul orașului.....	116
Figura 4.2 Rutele de transport suburban din zona stației „Cîrcul” cu capăt de stație în centrul orașului pe str. „V. Alecsandri”.....	116
Figura 4.3 Volumele orare de călători pe ruta nr. 2 or. Chișinău–or. Cricova.....	118
Figura 4.4 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 2 tur-retur în orele de vîrf dimineața.....	119
Figura 4.5 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 2 tur-retur în orele de vîrf seara	119
Figura 4.6 Volumele orare de călători pe ruta nr. 47 or. Chișinău–s. Ciorescu	120
Figura 4.7 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 47 tur-retur în orele de vîrf dimineața.....	121

Figura 4.8	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 47 tur-retur în orele de vârf seara	121
Figura 4.9	Volumele orare de călători pe ruta nr. 48 or. Chișinău–s. Făurești.....	122
Figura 4.10	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 48 tur-retur în orele de vârf dimineața...	123
Figura 4.11	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 48 tur-retur în orele de vârf seara	123
Figura 4.12	Volumele orare de călători pe ruta nr. 37 or. Chișinău–or. Stăuceni	124
Figura 4.13	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 37 tur-retur în orele de vârf dimineața...	125
Figura 4.14	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 37 tur-retur în orele de vârf seara	125
Figura 4.15	Volumele orare de călători pe ruta nr. 28 or. Chișinău–s. Hulboaca	126
Figura 4.16	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 28 tur-retur în orele de vârf dimineața....	127
Figura 4.17	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 28 tur-retur în orele de vârf seara	127
Figura 4.18	Volumele orare de călători pe ruta nr. 10 or. Chișinău–s. Grățiești.....	128
Figura 4.19	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 10 tur-retur în orele de vârf dimineața....	129
Figura 4.20	Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 10 tur-retur în orele de vârf seara	129
Figura 4.21	Modificările propuse pentru rutele suburbane nr. 10, 37, 47, 48, din zona stației „Circul”	131
Figura 4.22	Amplasarea terenului tehnologic în zona stației „Circul”	132
Figura 4.23	Proiect de teren tehnologic în zona stației „Circul”	133

LISTA ABREVIERILOR

BRT – Transport Rapid cu Autobuzul (Bus Rapid Transit)

LRT – Metrou ușor (Light Rail Transit)

ROW-A – trasee/linii total separate

ROW-B – trasee/linii parțial separate

RTEC – Regia Transport Electric Chișinău

ÎM PUA – Întreprinderea municipală Parcul Urban de Autobuze

FFPT – Transport public gratuit (Fare-free Public Transport)

CMC – Consiliul Municipal Chișinău

BNS – Biroul Național de Statistică

STP – Sistem de transport public

STPU – Sistem de transport public urban

DGMU – Direcția Generală Mobilitate Urbană

ONU – Organizația Națiunilor Unite

ODD – Obiectiv de Dezvoltare Durabilă

GPS - Sistem de poziționare globală (Global Positioning System)

UE – Uniunea Europeană

PCA – Analiza componentelor principale (Principal Component Analysis)

PCHIP – Polinom de interpolare cubică Hermite (Piecwise Cubic Hermite Interpolation Polynomial)

Tr – troleibuz

Bus – autobuz urban

ASub – autobuz suburban

Mb – microbuz

RT – revizia tehnică

RC – reparația curentă

TEP – Protocolul de Emisii din Transport (Transport Emissions Protocol)

TTW – „de la rezervor la roată” (Tank-to-Wheel).

INTRODUCERE

Transportul rutier reprezintă unul dintre principalele mijloace de transport de pasageri din Republica Moldova.

În ultimele decenii, dezvoltarea urbană pe plan mondial a suferit transformări semnificative generate de dinamica demografică, economică și tehnologică a societăților moderne. Urbanizarea accelerată, creșterea densității populației în centrele urbane și mobilitatea crescută a cetățenilor au determinat o presiune constantă asupra sistemelor de transport public. În acest context, transportul public urban devine nu doar un element funcțional al orașului, ci o componentă esențială a infrastructurii sociale, economice și de mediu.

Odată cu creșterea constantă a ponderii populației urbane, problemele legate de transportul urban devin tot mai relevante pentru asigurarea mobilității eficiente a cetățenilor. Sistemul de transport din mediul urban este unul complex datorită diversității modurilor de transport utilizate, numărului ridicat de puncte de plecare și destinație, precum și a variației semnificative a fluxurilor de trafic.

În mod tradițional, accentul transportului urban a fost pus pe pasageri, deoarece orașele sunt văzute ca locuri de maximă interacțiune umană cu modele complexe de trafic asociate cu serviciul, școala, tranzacțiile comerciale și evenimentele culturale.

Cu toate acestea, orașele sunt și locuri de producție, consum și distribuție, ceea ce este asociat cu mobilitatea majoră a fluxurilor de marfă.

În ultimele decenii s-a observat creșterea transportului rutier, ceea ce a dus la multe probleme, inclusiv congestionarea severă a traficului și poluarea mediului.

Sfera transportului urban de pasageri este un sistem complex, erorile căruia pot provoca daune semnificative dezvoltării social-economice a orașelor. Prin urmare, gestionarea sistemului de transport public urban are importanță strategică, căruia ar trebui să i se acorde o atenție deosebită. Mobilitatea spațială dintre locații este o parte integrantă a sistemelor urbane. Înțelegerea timpilor efectivi de călătorie și a distanțelor dintre obiecte este cheia pentru analiza structurii unui oraș din punct de vedere funcțional. Timpul de călătorie și distanțele formează, de asemenea, baza indicatorilor de accesibilitate, care sunt adesea utilizați ca instrumente conceptuale și metodologice în procesele de planificare a teritoriului și de luare a deciziilor.

Un STPU eficient contribuie la dezvoltarea durabilă a orașului prin reducerea utilizării transportului individual, diminuarea nivelului de poluare și creșterea calității vieții locuitorilor. Mai mult decât atât, acesta joacă un rol central în asigurarea accesului echitabil la oportunități

economice, servicii publice și activități sociale, consolidând coeziunea urbană. În orașele moderne, bine administrate, transportul public este perceput ca un serviciu strategic, alături de educație, sănătate sau utilități publice.

În consecință, evaluarea accesibilității a devenit una dintre analizele „de bază” și o parte a procesului de luare a deciziilor când se planifică noi infrastructuri sau servicii în orașe. Accesibilitatea, care poate fi definită ca „potențial de interacțiune”, poate fi măsurată în moduri diferite, în funcție de abordare și întrebarea adresată. Cu toate acestea, timpul și distanța sunt cele mai utilizate măsuri de accesibilitate.

În Republica Moldova și în mod particular în municipiul Chișinău, sistemul de transport public se confruntă cu o serie de provocări: infrastructură învechită, parcuri rulate parțial modernizate, lipsa unei integrări funcționale între diferite moduri de transport, congestii în trafic și o adaptare lentă la noile cerințe de mobilitate urbană sustenabilă. Aceste probleme duc inevitabil la funcționarea inefficientă a vehiculelor și, desigur, cel mai important, siguranța transportului de pasageri este redusă. Costurile de întreținere cresc și, în consecință, cresc și costurile de transport. În orele de vârf, mobilitatea de transport a populației crește, iar organizarea incorectă a traficului de transport duce la supraaglomerarea mijloacelor de transport, care depășesc standardele maxime admisibile.

În același timp, există oportunități importante de reformare, digitalizare și optimizare a serviciilor, în acord cu bunele practici europene și internaționale.

Actualitatea temei: Actualitatea cercetării funcționării sistemului de transport public în mun. Chișinău este susținută de creșterea continuă a populației urbei, intensificarea mobilității urbane și necesitatea dezvoltării unor sisteme de transport sustenabile și eficiente care să facă față acestor cerințe. Totodată, permanent se schimbă și cerințele față de transportul public, întrucât pasagerii devin tot mai exigenți în privința confortului, punctualității, siguranței și accesibilității serviciilor. Se așteaptă o rețea mai bine conectată, cu timpi de așteptare reduși, vehicule moderne și ecologice, dar și sisteme digitale de informare și plată. Aceste transformări impun autorităților locale și operatorilor de transport necesitatea adaptării continue a infrastructurii, a politicilor de mobilitate și a modului de gestionare a resurselor, pentru a răspunde eficient noilor realități urbane.

În contextul presiunilor asupra infrastructurii urbane și spațiului tot mai mult ocupat de drumuri și parcuri, devine esențială regândirea modului în care este organizat transportul public, astfel încât acesta să devină o alternativă fiabilă și atractivă la transportul individual. Extinderea rețelei de transport public, prioritatea mijloacelor de transport în comun în trafic și promovarea mijloacelor ecologice de deplasare pot contribui semnificativ la reducerea aglomerației, poluării

și consumului excesiv de spațiu urban. În acest sens, planificarea integrată a mobilității urbane capătă o importanță strategică în dezvoltarea sustenabilă a orașelor.

Transportul pasagerilor pe rutele suburbane cu autobuze au cunoscut o dezvoltare accelerată în ultimii ani datorită înnoirii parcului de autobuze municipale. Cu toate acestea, nivelul actual al organizării tehnologice a acestora evidențiază faptul că transportul suburban rămâne un domeniu insuficient cercetat și slab fundamentat metodologic. În prezent, organizarea acestor servicii se bazează în mare parte pe modele preluate din transportul urban, fără a integra în mod adecvat specificul condițiilor de operare caracteristice rutelor suburbane. Această abordare limitativă afectează atât eficiența economică a operatorilor de transport, cât și calitatea serviciilor oferite călătorilor.

Transportul suburban se caracterizează printr-o serie de particularități esențiale față de celelalte forme de transport urban, în special prin specificul formării fluxurilor de pasageri, prin combinația caracteristică de indicatori tehnici și operaționali ai rutelor, precum și prin cerințele distincte privind regimul de exploatare al vehiculelor și activitatea conducătorilor auto. Considerarea acestor factori devine tot mai importantă pentru operatorii de transport privind atingerea obiectivelor economice și sporirea calității serviciilor.

Din cele de mai sus rezultă că creșterea eficienței sistemului de transport este o sarcină științifică și practică importantă, a cărei soluționare va îmbunătăți semnificativ calitatea transportului public din municipiul Chișinău.

Cercetările realizate în cadrul tezei se încadrează armonios în una din direcțiile strategice declarate în cadrul programului „*Orizont Europa*” 2021-2027: *Transport ecologic și mobilitate urbană inteligentă*”.

Scopul cercetării: Identificarea metodelor ingineresti și manageriale, argumentate științific, menite să sporească eficiența sistemului de transport public din mun. Chișinău și să contribuie la creșterea gradului de satisfacție a populației față de serviciile de mobilitate.

Obiectivele cercetării:

1. Analiza principiilor și mecanismelor de funcționare a sistemului de transport public din mun. Chișinău pentru identificarea punctelor forte, deficiențelor și factorilor-cheie;
2. Dezvoltarea unei metodologii moderne pentru evaluarea calității serviciilor de transport urban bazată pe satisfacția pasagerilor prin prelucrarea seturilor de date complexe;
3. Realizarea studiului fluxurilor de pasageri pe rutele din municipiul Chișinău în vederea determinării indicatorilor de exploatare și elaborării măsurilor fundamentale de eficientizare a sistemului de transport public;

4. Elaborarea soluțiilor practice de eficientizare a transportului public prin măsuri tehnico-organizatorice, reducerea costurilor, îmbunătățirea calității și promovarea sustenabilității.

Ipoteza de cercetare: funcționarea eficientă a unui sistem de transport public urban poate fi asigurată numai printr-o corelare optimă între parametrii tehnici, organizatorici și de exploatare, astfel încât să răspundă în mod adaptiv cerințelor dinamice ale mobilității urbane, să crească gradul de satisfacție al pasagerilor și să contribuie la reducerea impactului negativ asupra infrastructurii urbane și a mediului. Se presupune că numai prin aplicarea unor metode moderne de analiză și prin implementarea unor soluții tehnologice și organizatorice inovatoare este posibilă creșterea semnificativă a performanței și sustenabilității transportului public al unui municipiu.

Metodologia de cercetare a fluxului de pasageri: include cercetări analitice ale fluxului de transport de pasageri pe rutele urbane și suburbane prin metoda tabelară bazată pe înregistrarea manuală a numărului de pasageri care urcă și coboară din vehicul, la fiecare stație, într-un tabel. Această metodă este una dintre cele mai simple și accesibile tehnici empirice folosită pentru înregistrarea fluxurilor de pasageri la nivel de stație, Aceasta permite determinarea gradului de utilizare a autovehiculului pe traseu și a distribuției spațiale a cererii de transport, fiind esențială în procesul de proiectare și optimizare a rețelei de transport public.

Metodologia de cercetare a calității serviciilor acordate de STPU: presupune colectarea directă a opiniilor pasagerilor despre serviciile de transport public în punctele de utilizare – stațiile de așteptare. Aceasta este o metodă cantitativă, care oferă informații valoroase despre percepția utilizatorilor privind calitatea serviciilor, identificând punctele slabe și așteptările față de operator, infrastructură.

Noutatea și originalitatea științifică

Lucrarea aduce o abordare integrată a sistemului de transport public din mun. Chișinău, combinând analiza structural-funcțională, evaluarea percepției utilizatorilor, fiind propuse soluții practice pentru eficientizare.

1. Pentru evaluarea satisfacției pasagerilor față de calitatea serviciilor de transport public, pentru prima dată a fost folosită metoda statistică multivariată Analiza Componentelor Principale (PCA).

2. În cadrul tezei a fost efectuat studiul cererii de transport și fluxului de pasageri, obținând rezultate originale ce prezintă interes științific și care vor permite elaborarea unor soluții argumentate pentru sporirea eficienței de funcționare a sistemului de transport public din mun. Chișinău.

Elementele originale includ:

Metodologia personalizată de evaluare bazată pe sondaje și indicatori de performanță, pentru o analiză realistă a cerințelor și satisfacției pasagerilor.

Adaptarea metodei tabelare de numărare a pasagerilor pentru fundamentarea deciziilor de dimensionare și îmbunătățire a rețelei de transport.

Corelația dintre parametrii tehnici (capacitate, frecvență) și de exploatare (fiabilitate, confort) pentru optimizarea eficienței în contextul urban dinamic.

Recomandări de optimizare axate pe eficiență, durabilitate și aliniere la politicile europene de mobilitate sustenabilă, care nu cer costuri materiale semnificative.

Semnificația teoretică: lucrarea contribuie semnificativ la fundamentarea teoretică a studiului sistemelor de transport public în orașele mari prin dezvoltarea unui cadru metodologic integrat care îmbină indicatori calitativi, cantitativi și tehnico-economici. Această abordare permite o înțelegere mai complexă și mai realistă a funcționării transportului public în contextul urban.

În baza rezultatelor sondajului sociologic a fost abordată teoretic evaluarea satisfacției pasagerilor, care a permis clarificarea rolului factorilor infrastructurali, organizatorici și de exploatare în percepția calității serviciilor de transport.

Prin integrarea percepției utilizatorilor în evaluarea performanței sistemului bazată pe metoda PCA, teza îmbogățește teoria mobilității urbane, oferind o perspectivă orientată spre utilizator și susținând necesitatea corelării deciziilor tehnico-organizatorice cu nevoile reale ale populației.

Pentru prima dată, în condițiile orașului Chișinău, a fost fundamentat conceptul de reducere a parcursului nul al autobuzelor prin crearea unui teren tehnologic, care poate servi drept bază pentru dezvoltarea ulterioară a teoriei optimizării proceselor operaționale în sistemul de transport public.

Modelul propus de analiză sistemică a unei rețele de transport public poate fi aplicat și adaptat în alte contexte urbane (orașe de dimensiuni similare cu caracteristici urbane și demografice apropiate), ceea ce evidențiază valoarea lui teoretică și potențialul de generalizare în domeniul planificării transportului public.

Implementarea rezultatelor științifice:

În urma rezultatelor obținute în timpul cercetărilor în colaborare cu Direcția Generală Mobilitate Urbană a Consiliului Municipal Chișinău au fost propuse și implementate următoarele modificări:

- modificarea rețelei de transport public municipal;
- ajustarea programelor de activitate a rutelor de autobuz și troleibuz;
- determinarea sectoarelor de drum pe care în prezent sunt aplicate benzi dedicate pentru transportul public;
- mărirea vitezei comerciale a transportului public;
- sporirea gradului de accesibilitate a populației la transportului public;
- stabilirea stațiilor de așteptare a transportului prioritare pentru renovare și modernizare cu monitoare de informare;
- stabilirea caracteristicilor de activitate care să fie incluse în angajamentele Centrului de Monitorizare a Traficului;
- aplicarea informației obținute asupra formării planului de mobilitate urbană durabilă al municipiului Chișinău.

Sumarul capitolelor tezei

Conținutul acestei teze urmărește să analizeze în profunzime modul în care sistemul de transport public al municipiului Chișinău poate fi optimizat, în baza unei evaluări riguroase a performanțelor sale actuale și a cerințelor social-economice ale comunității. Lucrarea abordează atât aspectele structurale și organizatorice, cât și operaționale și strategice, în vederea înaintării unor propuneri concrete de modernizare.

În primul capitol se realizează o analiză teoretică și contextuală a sistemului de transport public din municipiul Chișinău. Se pune accent pe rolul transportului public în dezvoltarea urbană, se studiază modele organizaționale aplicabile orașelor cu populații similare și se analizează practica internațională, oferind o imagine de ansamblu asupra tendințelor și bunelor practici globale. Totodată, sunt examinate prevederile legislative naționale relevante și este realizată o analiză SWOT a sistemului actual de transport public din mun. Chișinău, sunt analizate politicile tarifare aplicate pentru sistemele de transport public.

Capitolul al doilea este dedicat metodologiei cercetării, care include atât analiza indicatorilor cantitativi și calitativi ai rețelei de transport, cât și evaluarea necesităților social-economice ale populației. Se analizează indicatorii ce caracterizează structura parcului rulant; rețeaua de rute; productivitatea sistemului de transport public și calitatea serviciilor prestate. De

asemenea, sunt identificați principalii factori care influențează eficiența și sustenabilitatea transportului public.

Al treilea capitol se axează pe studiul de caz aplicat municipiului Chișinău. Aici sunt prezentate rezultatele sondajului de opinie realizat în rândul pasagerilor. Pentru prelucrarea datelor sondajului a fost utilizată metoda statistică multivariată Analiza Componentelor Principale (PCA), care evidențiază principalii componenți cu pondere mai mare în evaluarea satisfacției pasagerilor față de calitatea serviciilor sistemului de transport public din mun. Chișinău. Tot aici este prezentată analiza fluxurilor de pasageri pe rutele urbane și suburbane după tipul de mijloc de transport. Sunt examinați indicatorii tehnici și de exploatare pentru evaluarea funcționării rețelei actuale și identificate zonele cu disfuncționalități sau potențial de optimizare.

În capitolul patru sunt propuse măsuri concrete de sporire a eficienței funcționării sistemului de transport public municipal. Acestea includ optimizarea indicilor de exploatare a șase rute ale subrețelei suburbane de transport public, precum și crearea unui teren tehnologic în zona stației „Circul”. Această măsură va permite staționarea autobuzelor neimplicate în circulație și pe timp de noapte și va contribui la reducerea esențială a parcursului nul (tehnologic) al autobuzelor și ca rezultat o economie esențială de combustibil și materiale de exploatare și diminuarea impactului negativ asupra mediului.

Prin abordarea structurată și analitică, lucrarea își propune să contribuie la îmbunătățirea sistemului de transport public din municipiul Chișinău, oferind un set de recomandări practice care pot servi drept bază pentru decizii la nivel instituțional. Astfel, se dorește nu doar o simplă evaluare, ci și un pas spre transformarea Chișinăului într-un oraș modern, accesibil și prietenos pentru toți locuitorii lui.

1. ANALIZA ACTIVITĂȚII SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC MUNICIPAL

1.1. Rolul transportului public de pasageri

Dezvoltarea social-economică a orașelor, municipiilor depinde, în mare măsură, de nivelul de dezvoltare a transportului public.

Actualmente, transportul public reprezintă una dintre ramurile cele mai importante din gospodăria municipală.

Transportul public, în ziua de azi, joacă mai multe roluri esențiale în societate, printre care:

- mobilitate – modalitate accesibilă și convenabilă pentru oameni de a se deplasa în interiorul orașelor sau între orașe fără a fi necesar să dețină vehicule proprii;
- accesibilitate – oferă acces la serviciile esențiale, cum ar fi locurile de muncă, studii și multe alte facilități, pentru oamenii care nu dețin automobile proprii sau care nu pot folosi mijloace de transport;
- egalitate socială – asigură ca toți oamenii, indiferent de statutul lor social și economic, să aibă acces la transport și să poată participa la activitățile sociale și economice ale societății;
- protecția mediului – încurajarea utilizării transportului public în locul automobilelor personale poate contribui la reducerea poluării mediului, prin reducerea fluxurilor de transport utilizând un singur vehicul pentru mai mulți pasageri;
- economii financiare – costul unei călătorii cu transportul public este cu mult mai mic decât deplasarea cu automobilul propriu, care prevede cheltuieli de procurare, întreținere a propriului vehicul;
- siguranță rutieră – călătoria cu transportul public poate fi mai sigură decât conducerea personală.

În etapa actuală a dezvoltării orașelor, una dintre sarcinile principale este crearea unui STP de pasageri sigur, economic, fiabil și ecologic. Reformarea STP necesită nu doar reglementări la nivel de stat a funcționării întreprinderilor de transport, dar și argumentarea metodelor și resurselor de optimizare organizațională a activității lui [1, 2].

Administrarea de stat a sistemului transporturilor se efectuează de către organele centrale de specialitate și autoritățile publice locale în conformitate cu legislația, în limitele competențelor delegate. Sprijinul acordat operatorilor în transport urmează să condiționeze sporirea eficienței utilizării mijloacelor de transport prin coordonarea necesităților de servicii de transport, a interacțiunii tuturor tipurilor de transport în scopul creșterii rentabilității activității economice a acestora și, nemijlocit, al îmbunătățirii calității serviciilor prestate.

Considerând rolul și importanța transportului urban de călători în asigurarea activității mun. Chișinău, una dintre sarcinile principale este dezvoltarea prioritară a transportului public orientat spre următoarele:

- satisfacerea eficientă a necesităților populației și complexului industrial cu servicii de transport cu cheltuieli minime de timp, asigurând confortul, fiabilitatea și siguranța călătoriei;
- asigurarea unei dezvoltări echilibrate a transportului public în corelație cu transportul personal, ținându-se cont:
 - a) de prioritățile de dezvoltare continue ale infrastructurii urbanistice;
 - b) de resursele disponibile;
 - c) posibilitățile și limitările impuse de condițiile tehnice;
 - d) protecția mediului;
- îmbunătățirea sistemului de organizare, planificare și finanțare a sistemului de transport.

1.2. Structura organizațională. Principii și mecanisme de funcționare a sistemului de transport public din municipiile cu o populație cuprinsă între 0,5 și 1 milion de locuitori

În drumul spre un sistem de transport durabil, unde transportul public și conexiunile pietonale domină, iar ambuteiajele devin mai degrabă excepție decât normalitate, orașele trebuie să urmeze două seturi de politici:

- promovarea utilizării transportului public prin îmbunătățirea calității transportului public, asigurându-se independența exploatării rețelei de transport public față de nivelul de încărcare a rețelei rutiere;
- descurajarea călătoriilor cu automobilul personal prin introducerea unor măsuri de reglementare, interzicere.

Măsurile de promovare a utilizării transportului public nu sunt numai îmbunătățirea calității serviciilor de transport, dar și crearea condițiilor pentru confortul și atractivitatea maximă a mersului pe jos, care va contribui la reducerea ponderii deplasărilor cu automobilul propriu în structura călătoriilor urbane. Această schimbare structurală va fi vizibilă mai ales dacă măsurile de promovare a utilizării transportului public vor fi implementate în combinație cu măsuri de descurajare a călătoriilor cu automobilul personal.

Comportamentul de deplasare al unei persoane este în multe privințe similar cu comportamentul său în alte situații. Prin urmare, există o diferență semnificativă între alegerea

modului de transport, pe care oamenii o fac pe baza preferințelor lor individuale, și distribuția intermodală a pasagerilor, care asigură cea mai mare eficiență, adică atingerea unui optim social.

În cele mai multe cazuri, fiecare persoană alege modul de transport care îi permite să călătorească la cel mai mic cost, sau, mai precis, cu utilitatea negativă minimă, inclusiv durata călătoriei, costul acesteia, fiabilitatea și siguranța insuficientă, precum și alte elemente. Rezultatul din impunerea întregii populații a unor astfel de alegeri individuale în rețea se numește condiția „echilibru de preferințe individuale”. Această condiție este cunoscută și ca „primul principiu al distribuției traficului Wardrop” [3].

John Wardrop a fost primul care a definit clar fenomenul observat în distribuția fluxurilor de trafic pe o rețea de drumuri, în funcție de agregatul timpilor individuali de călătorie. Condiția sau punctul de echilibru al preferințelor individuale, de obicei, nu coincide cu punctul de minim al utilității totale negative pentru toți utilizatorii drumului. Punctul în care se realizează utilitatea negativă medie minimă sau utilitatea negativă totală pentru toți utilizatorii sistemului de transport se numește „optimul social”, corespunzător „principiului doi de distribuție a fluxurilor de trafic, conform Wardrop” [2, 4].

În aceste scopuri, este necesar să se determine distribuția dorită a călătoriilor pe moduri de transport, adică să se schimbe distribuția călătoriilor între modurile de transport de la punctul de echilibru al preferințelor individuale la optimul social.

Stabilirea sistemului de transport public optimal pentru un oraș depinde de mai mulți factori cum ar fi dimensiunea și caracteristicile acestuia.

În orașele mijlocii și mari, necesitatea de transport public cu capacități semnificative de transport este în creștere. În același timp, are loc acutizarea problemelor asociate cu utilizarea automobilelor proprii, consumul excesiv de către acestea al resurselor teritoriale ale orașului și creșterea efectelor negative asupra orașului. Prin urmare, astfel de orașe trebuie să implementeze un sistem de transport echilibrat [5, 6].

Atunci când populația unui oraș depășește aproximativ 500 de mii de locuitori, se observă o reducere a ritmului de creștere a mobilității urbane, exprimată prin numărul mediu de deplasări efectuate de un locuitor (Figura 1.1), totodată orașul începe să se împartă în zone separate, în cadrul cărora circulația populației este „limitată”. Cu alte cuvinte, creșterea orașelor duce la o creștere a timpului petrecut cu mișcările între sectoare, care se reflectă în numărul acestora, distanța medie de călătorie și numărul de transferuri de pasageri se „stabilizează”. Astfel, valoarea maximă a mobilității populației este limitată de timpul petrecut în deplasare.

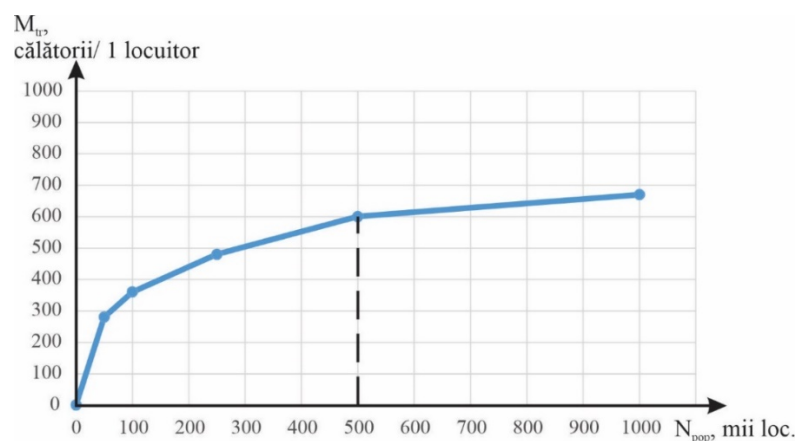


Figura 1.1 Dependența mobilității urbane de numărul populației [7, 8]

La planificarea noilor sisteme de transport sau modificarea existentelor sisteme este necesar să se țină cont de atractivitatea acestora pentru pasageri, precum și de impactul lor asupra mediului urban [9]. Este clar că multe dintre aceste impacturi sunt de natură calitativă și nu au un echivalent monetar clar. În plus, atât avantajele, cât și efectele negative ale unui anumit tip de transport sunt adesea plătite nu atât de utilizatori, cât de întreaga societate.

Principii de bază pentru dezvoltarea sistemelor de transport public urban

- Orientarea spre consumator și dezvoltarea urbană durabilă. Sistemul de transport trebuie considerat ca un serviciu cuprinzător de mobilitate al tuturor locuitorilor urbei (inclusiv mersul pe jos și pe toate tipurile de transport individual [10] și public de toate formele de proprietate), pe care statul îl acceptă, garantând atât calitatea înaltă, cât și siguranța călătoriei în sine prin asigurarea unui mediu urban cu un nivel scăzut de poluare a aerului, zgomot etc. În acest plan este necesar să se abandoneze deciziile politice și să se treacă la decizii privind calitatea sistemului de transport în ansamblu.

- Disponibilitatea și completitudinea informațiilor privind indicatorii de calitate și cost pentru sistemul de transport. Sistemul de indicatori trebuie să includă atât indicatori ai calității călătoriei în sine (viteza de comunicare, confort, siguranță etc.), cât și indicatori ai impactului sistemului de transport asupra calității vieții populației (gradul de poluare a mediului), precum și indicatorii de costuri pentru dezvoltarea și funcționarea sistemului, inclusiv cele directe și indirecte asociate cu poluarea mediului și pierderea timpului de călătorie a populației. Indicatorii ar trebui să fie disponibili nu numai pentru oraș în ansamblu, ci și pentru grupurile de consumatori (cartierele orașului, rute), precum și pe subsisteme (transport în comun și individual, moduri de transport) pentru a identifica grupurile cu cea mai proastă calitate a serviciilor de transport și cele mai eficiente tehnologii și subsisteme.

- Controlul deciziilor luate pe baza indicatorilor de calitate și preț. Fiecare decizie în domeniul transportului urban trebuie luată pe baza unui obiectiv strict determinat și a posibilelor opțiuni pentru atingerea acestuia. Dezvoltarea infrastructurii de transport, mărirea lungimii drumurilor, construirea de alte căi de transport nu poate înlocui obiective reale: îmbunătățirea calității serviciilor de mobilitate urbană, reducerea costurilor sociale și financiare ale sistemului de transport. Pentru fiecare obiectiv este necesar să se dezvolte mai multe opțiuni pentru a-l atinge și să se implementeze cea mai eficientă opțiune, adică, asigurarea unui efect socioeconomic maxim. Este necesar să se excludă opțiunile care nu oferă standarde de calitate pentru serviciile de mobilitate și calitate a vieții populației.

Metode recomandate pentru dezvoltarea sistemelor de transport urban

Asigurarea standardelor de calitate ale vieții urbane ar trebui să devină o obligație socială a autorităților municipale față de populație.

Monitorizarea constantă a indicatorilor de calitate a transportului, pe baza datelor din sistemele informatice automatizate, ar trebui să asigure monitorizarea continuă a nivelului calității a serviciilor de transport.

Metode de management și finanțare a transportului public urban

Sistemul de transport public urban și suburban trebuie să fie sub controlul unui singur operator (autoritate de coordonare).

Operatorul:

- creează și asigură funcționarea eficientă a sistemului de transport din oraș;
- gestionează raportul dintre utilizarea transportului public și individual prin metode de reglementare tarifară și urbanistică;
- asigură prioritatea transportului public în dezvoltarea sistemului de transport și în organizarea traficului rutier;
- dezvoltă o rețea de rute a tuturor tipurilor de transport public (ținând cont de conexiunile suburbane și interurbane), determină orarul, tipurile și numărul de vehicule pe rute pentru a îndeplini standardele de calitate;
- organizează un sistem tarifar unificat (plata călătoriilor cu mijloacele de transport în comun, plata parcarii etc.) și direcționează toate încasările din vânzarea biletelor către un fond specializat;
- informează consumatorii despre serviciile de transport disponibile furnizate de operator (orare de circulație, viteza și timpul de comunicare, rute alternative de călătorie, tarife etc.);

- informează consumatorul despre eficiența sistemului de transport public;
- poartă responsabilitatea față de consumatori pentru respectarea serviciilor de transport la parametrii declarați;
- comandă un program de dezvoltare a sistemului de transport, modernizare a rețelei de rute (cu justificarea opțiunilor și evaluarea acestora în funcție de indicatorii de performanță) de la organizațiile specializate;
- asigură echilibrul economic al cheltuielilor, veniturilor din vânzarea biletelor și capacitatea bugetului orașului de a menține sistemul de transport.

Infrastructura de transport și managementul traficului:

- în dezvoltarea infrastructurii de transport, în proiectele de management al traficului, în finanțarea dezvoltării sistemului de transport trebuie asigurată implementarea standardului de mobilitate a transporturilor, cu prioritate evidentă în dezvoltarea transportului public;
- în toate cazurile în care ambuteiajele în trafic împiedică respectarea graficului de circulație este necesar să se ia măsuri pentru eliminarea impactului ambuteiajelor asupra funcționării transportului public: alocarea benzilor de circulație specializate, prioritate în circulație, reorientarea fluxurilor de trafic către alte rute, introducerea taxelor de trecere etc.

La planificarea unei rețele de transport trebuie de condus după domeniul de utilizare rațională a fiecărui tip de transport public cu introducerea tehnologiilor moderne (autovehicule electrice, hibrid, rețele de contact pentru transport electric ușor, căi ferate), ținând cont de utilizarea prioritară a infrastructurii existente (inclusiv utilizarea de căi ferate pentru mai multe tipuri de transport). Calculul eficienței economice și sociale ar trebui efectuat pentru o perioadă de funcționare mai îndelungată.

1.3. Practica internațională de organizare și funcționare a sistemelor de transport public urban

Principala problemă a sistemelor de transport urbane în practica orașelor din țările dezvoltate este interacțiunea orașului cu automobilele și, în consecință, conflictul preferințelor individuale pe termen scurt cu interesele publice pe termen lung.

Tradițional s-au format anumite regiuni (SUA, Uniunea Europeană, Asia) unde sistemele de transport de persoane sunt diferite, bazate pe factori geografici, climaterici, istorici, demografici, social-economici etc.

Statele Unite ale Americii. Sistemul de transport public în orașele din SUA diferă foarte mult de la oraș la oraș și depinde de un șir de factori cum ar fi amplasarea, vârsta orașului, numărul de locuitori, suprafața, managementul etc.

Datorită unui număr mare de autoturisme pe cap de locuitor, 700-800 de autoturisme la 1000 locuitori, în SUA sistemul de mobilitate se bazează în marea majoritate pe transportul personal [2]. Transportul public în orașele din SUA poate varia în funcție de oraș și, în general, este organizat și gestionat fie de către autoritățile municipale, fie de companii private de transport.

Câteva aspecte comune ale organizării transportului public în orașele din SUA: autobuzele sunt un element de bază al transportului public în multe orașe din SUA. Ele servesc o rețea extinsă de rute care acoperă zonele urbane și suburbane.

În orașele mai mari, precum New York, Chicago, Boston, Philadelphia, Los Angeles și altele, există sistemul de trenuri de navetă (Commuter Rail) și metrouri care este o parte esențială a transportului public. Aceste sisteme oferă conexiuni rapide și eficiente între diferitele părți ale orașului și suburbii.

Tramvaiele clasice sunt folosite în unele orașe mai mari, fiind utilizate pentru a oferi transport public în interiorul orașului. Deși nu sunt prezente în toate orașele din SUA, ele sunt o opțiune populară acolo unde există.

Timp de mulți ani, administrațiile marilor orașe din SUA au considerat că principala măsură de combatere a ambuteiajelor este creșterea capacității drumurilor urbane prin reconstrucția acestora și construirea de altele noi. Conceptele relevante de planificare a transporturilor din secolul al XX-lea, un secol al „motorizării rapide”, se bazau pe paradigma „planificării orașului pentru automobile”. După cum a arătat practica, această cale de a rezolva problema ambuteiajelor și creșterii accesibilității zonelor urbane nu a avut succes [2].

Sistemul European este un sistem mixt bazat atât pe transportul personal, cât și pe transportul în comun.

De exemplu, în Germania, în anii 70 au fost formulate principiile de bază ale planificării transportului urban bazat pe următoarele:

- accesul tuturor locuitorilor urbei la unul sau alt tip de transport public;
- în planul de urbanism trebuie evitată densitatea excesivă a clădirilor, care contribuie la formarea fluxurilor mari de transport și drept consecință formarea ambuteiajelor, precum și densitatea excesiv de scăzută la care este imposibilă asigurarea populației cu servicii de transport public calitative;
- o altă condiție pentru eficiența sistemului de transport urban este să se considere transportul privat și cel public ca elemente de echilibrare reciprocă și completare.

Autorii au subliniat că scopul principal în toate cazurile este formarea de aglomerații prietenoase cu mediul ambiant și comode pentru viață.

Astăzi, în orașele mari și medii europene au apărut rețele de drumuri construite pe baza unor soluții moderne de proiectare și dotate cu dispozitive inovatoare de control al traficului. În regiunile centrale accentul se pune pe modurile de transport de tip metrou ușor (Light Rail Transit – LRT). În practica modernă, categoria transportului feroviar ușor (LRT) include toate tipurile de transport feroviar care sunt proiectate pentru a fi separate de fluxul general de vehicule pe cea mai mare parte a lungimii liniilor lor și așezate pe sol, pasaje supraterane sau tuneluri de mică adâncime. În ceea ce privește viteza operațională și capacitățile de transport, LRT este un loc intermediar între un tramvai tradițional și metrou.

Această categorie include, în special, tramvaiele de mare viteză și metroul ușor, care, de regulă, au prioritate pentru călătoriile din categoriile ROW-B și ROW-A. Rutele de LRT și autobuz sunt conectate la toate zonele pietonale și centrele comerciale care există acum în majoritatea orașelor germane. Pe străzile multor orașe a fost creată infrastructură pentru biciclete. În multe zone rezidențiale și suburbii sunt utilizate pe scară largă metode de așa-numita calmare a traficului (traffic calming). Acestea se bazează pe utilizarea unei varietăți de soluții de planificare și instrumente de management al traficului menite să reducă intensitatea și viteza fluxului de trafic și, în același timp, să creeze condiții confortabile pentru deplasările nemotorizate. Având în vedere nivelul ridicat de motorizare al populației germane, intensitatea folosirii autovehiculului este limitată de măsurile de „calmare a traficului” menționate anterior, taxe rutiere mari incluse în prețul carburanților, tarife mari de parcare, precum și disponibilitatea unor alternative atractive, moduri alternative de transport, în special transport public urban excelent și trenuri suburbane și pe distanțe lungi. Toate acestea permit să se mențină un echilibru rezonabil între cele două tipuri principale de transport urban motorizat. Realizarea acestui echilibru (împreună cu sensibilitatea caracteristică germană față de pietoni și bicicliști!) a permis orașelor germane să se claseze printre cele mai eficiente și mai convenabile din lume.

De exemplu, orașul german Bremen (populația aproximativ 600 mii locuitori) a adoptat o abordare specifică de planificare a centrului orașului și a soluționării problemei traficului urban. În Bremen a fost elaborat un plan cuprinzător pentru dezvoltarea unui sistem de transport intermodal bazat pe conceptul inovator de „nod de transport”. A fost reconstruită șoseaua de centură care înconjoară partea centrală a orașului, mărindu-i capacitatea. În același timp, centrul orașului a fost împărțit în patru noduri, accesul auto către care, precum și comunicarea auto între ele, puteau fi efectuate exclusiv de pe șoselele de centură. Astfel, centrul orașului a rămas accesibil tuturor tipurilor de transport, dar fluxul de trafic auto s-a redus considerabil, iar zonele pietonale au fost extinse [11, 12].

Liniile LRT au fost construite de-a lungul hotarelor „nodurilor de transport” și, prin urmare, nu aveau intersecții cu traficul auto. Ca urmare a acestor măsuri, viteza și fiabilitatea serviciilor de transport a crescut în acea parte a orașului în care traficul era anterior maxim, iar acest lucru s-a realizat fără construcția de tuneluri.

Conceptul „Bremen” de gestionare a traficului în centrul orașului a fost astfel redus la limitarea traficului auto, oferind simultan beneficii complete pietonilor și transportului public. Conceptul s-a dovedit a fi atât de reușit, încât a fost adoptat în mai multe orașe din alte țări europene, inclusiv Göteborg (Suedia, populația de aproximativ 580 mii locuitori) și Besançon (Franța, populația de aproximativ 120 mii locuitori).

Un alt exemplu, orașul Karlsruhe (populație de peste 310.000 locuitori) a atras atenția printr-o metodă de transport intermodal inovațională. După ample lucrări pregătitoare, organizatorice, manageriale și tehnice, conform planului, rutele de transport feroviar urban LRT au fost integrate cu liniile de cale ferată suburbană. Unele linii LRT trec prin străzile și zonele pietonale din centrul orașului, apoi pe liniile de cale ferată în suburbii, care se află la o distanță de până la 60 kilometri de centru. Această fuziune a transportului urban și suburban a dus la creșterea volumelor de trafic cu peste 30%, iar pe unele linii cu peste 200%. Acest concept a fost folosit în Saarbrücken pentru a crea un nou sistem LRT, care a intrat în funcțiune în 1997. O fuziune similară a serviciilor feroviare urbane și suburbane este, de asemenea, planificată în mai multe orașe din întreaga lume.

Marea Britanie. În majoritatea orașelor mari (cu excepția unor orașe ca Londra, Glasgow, Liverpool, Newcastle) transportul public este organizat numai pe baza autobuzelor de diferită capacitate și după aprecierea multor experți sistemele de transport urban sunt învechite și ineficiente, rămânând în mod clar în urma țărilor dezvoltate din Europa continentală în ceea ce privește calitatea serviciilor de transport public în orașe.

Numai în ultimul deceniu în orașele Manchester, Sheffield, Croydon, Birmingham, Nottingham au fost deschise linii de transport LRT.

De exemplu, în orașul Leeds, cu o populație de peste 800 mii locuitori, până la moment sistemul de transport public este bazat pe autobuze, care se consideră inefficient și costisitor.

În multe orașe din Marea Britanie se construiesc sau se planifică implementarea noilor sisteme de transport public mixt.

Norvegia. Capitala Norvegiei, Oslo, are o populație de peste 700 mii de locuitori. Cu toate acestea, orașul are o gamă mai largă de opțiuni de transport public decât multe orașe mai mari. Transportul public în Oslo constă în 8 linii de tramvai care traversează centrul orașului de la est la vest, 20 de linii de autobuz care circulă în interiorul orașului și metroul.

Rețeaua de metrou (Tunnelbanen, T-bane) constă din 6 linii cu o lungime totală de 82,5 kilometri. Toate liniile se intersectează în centru, iar la 5 stații mari pot fi schimbate fiecare dintre cele 5 linii [13, 14].

Aceste politici de transport au făcut din orașul Oslo un oraș confortabil și au contribuit, de asemenea, la menținerea costurilor de operare a transportului public rezonabile și competitive. Pentru a susține această tendință, la Oslo a fost implementată o strategie coordonată, care vizează stimularea utilizării transportului public și descurajarea călătoriilor cu automobilul propriu. Printre numeroasele măsuri care vizează implementarea acestei strategii se numără alocarea de benzi separate pentru rutele de tramvai și autobuz pe toate autostrăzile principale, precum și acordarea de prioritate tramvailor și autobuzelor la intersecții. Construcția de noi tuneluri, reînnoirea și modificarea parcului rulant au făcut posibilă integrarea liniilor T-Bane și transportul feroviar suburban.

Unul din factorii importanți în mobilitatea urbană a populației este posesia de automobile personale de către locuitorii orașului [15, 16]. În ultimii ani se mărește considerabil numărul de automobile personale atât în Chișinău, cât și în țară [17].

Deși la momentul actual numărul mediu de automobile personale pe cap de locuitor este comparativ mai mic față de statele UE [17] (figura 1.2), situația reală cu traficul din or. Chișinău este foarte dificilă, crearea ambuteiajelor în orele de vârf ducând la blocarea parțială a multor artere principale ale orașului, ceea ce influențează negativ asupra mobilității populației și respectiv la consecințe negative și asupra funcționării transportului public. Totodată, aceste ambuteiaje contribuie la poluarea intensivă a orașului cu gaze de eșapament, lubrifianți, particule grele, care duc la înrăutățirea calității vieții tuturor locuitorilor [18–20].

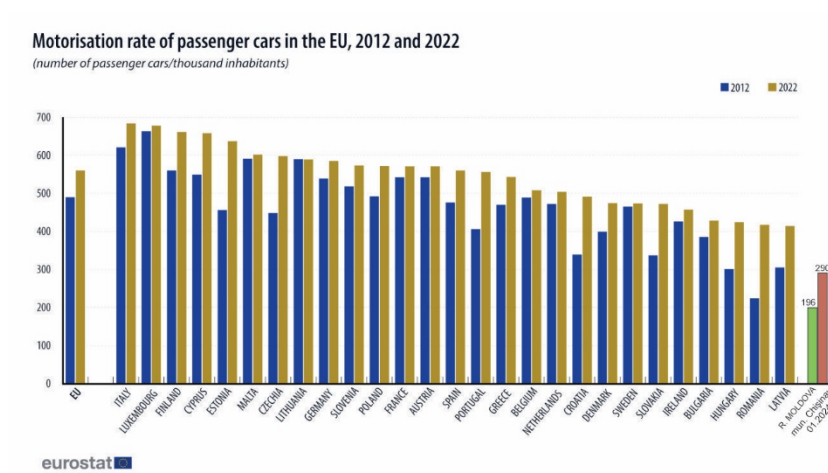


Figura 1.2 Rata de motorizare în țările UE și Republica Moldova, autoturisme/1000 locuitori
01.01.2023 [21–23]

Deși numărul de automobile personale pe cap de locutor în SUA și Uniunea Europeană este cu mult mai mare decât în Republica Moldova [17], în aceste țări se acordă o mare atenție mobilității urbane, dezvoltând transportul public și alte modalități de transport mai ecologice și eficiente [24, 25].

În majoritatea orașelor țărilor europene se acordă o prioritate înaltă dezvoltării sistemului de transport public urban ca un instrument sigur și ecologic în mobilitatea urbană.

1.4. Aspectele legislației naționale de funcționare a transportului public de pasageri

Aspectele legislative care reglementează funcționarea transportului public în Moldova și în mun. Chișinău trebuie să asigure un cadru legal bine structurat pentru organizarea și desfășurarea serviciilor de transport public [26, 27]. Acest cadru legal conține:

- legi aprobate de Parlamentul Republicii Moldova;
- hotărâri aprobate de Guvernul Republicii Moldova;
- hotărâri, regulamente aprobate de Consiliul Municipal Chișinău;
- dispoziții eliberate de primăria municipiului Chișinău.

Aceste legi și regulamente urmăresc să garanteze eficiența, siguranța și calitatea serviciilor de transport oferite, respectând în același timp principiile de concurență și protecția mediului (tabelul 1.1). Autoritățile locale și operatorii de transport trebuie să colaboreze pentru a asigura ca transportul public să răspundă nevoilor comunității și să respecte toate cerințele legale.

Tabelul 1.1 Actele normative principale care reglementează activitatea sistemului de transport public din municipiul Chișinău

Actul normativ	Descriere, reglementări
Codul transporturilor rutiere nr. 150 din 17.07.2014 (cu modificările) [28]	Reglementează organizarea și efectuarea transporturilor rutiere de mărfuri și persoane, stabilind normele de siguranță și calitate. Reglementează licențierea operatorilor de transport rutier; Stabilește norme privind siguranța transporturilor rutiere, inclusiv întreținerea vehiculelor și formarea profesională a conducătorilor auto; Promovează măsuri pentru asigurarea concurenței loiale între operatorii de transport; Include prevederi pentru reducerea impactului negativ asupra mediului înconjurător.
Legea nr. 131 din 07.06.2007 privind siguranța traficului rutier (cu modificări), aprobată de Parlamentul Republicii Moldova [29]	Consolidarea și actualizarea legislației în domeniul transporturilor rutiere. Stabilește cerințele tehnice pentru vehiculele utilizate în transportul rutier. Protejează drepturile pasagerilor, asigurându-le condiții de siguranță și confort. Definește responsabilitățile transportatorilor în caz de incidente sau accidente.

Actul normativ	Descriere, reglementări
Regulamentul circulației rutiere (cu modificări) [30]	Regulamentul circulației rutiere este un document esențial pentru reglementarea și gestionarea traficului pe drumurile publice. Scopul principal al regulamentului este de a asigura siguranța și eficiența circulației rutiere pentru toți participanții la trafic.
Regulamentul transporturilor auto de călători și bagaje (cu modificări) [31]	Detaliază procedurile și normele de operare pentru transportul rutier de mărfuri și persoane. Stabilește condițiile pe care trebuie să le îndeplinească operatorii de transport. Reglementează procedurile administrative pentru obținerea autorizațiilor și licențelor necesare. Include măsuri pentru controlul și monitorizarea activităților de transport rutier.
Planul Urbanistic General al orașului Chișinău [32]	Planul urbanistic general al municipiului Chișinău este cel mai important instrument pentru organizarea și dezvoltarea orașului și municipiului. Acesta servește pentru dezvoltarea infrastructurii care include și rețeaua de transport public, precum linii de autobuz, troleibuz și tramvai integrate în structura orașului. Amplasarea strategică a stațiilor și terminalelor de transport public este planificată pentru a asigura accesibilitatea și eficiența serviciilor de transport. Printre propuneri se poate evidenția construirea unei șosele de centură interioară, construirea și modificarea drumurilor magistrale din oraș, construirea noilor locuri de parcare, noi căi de acces și poduri peste râul Bâc, implementarea în municipiu a transportului de călători cu tramvaiul. Cu regret, majoritatea propunerilor din diferite motive nu au fost implementate.
Regulamentului transporturilor rutiere de călători și bagaje pe teritoriul municipiului Chișinău aprobat prin decizia Consiliului municipal Chișinău nr. 4/22 din 05 mai 2023	Stabilește condițiile de admitere în transportul public a operatorilor de transport și determină obligațiunile acestora. Stabilește, prin “planul operațional”, numărul de rute de transport public, itinerarele, numărul de vehicule pe rută. Stabilește regulile de călătorie în transport public. Stabilește drepturile, obligațiunile și responsabilitățile pasagerilor și operatorilor transportului public. Stabilește indicii satisfacției călătorilor și criteriile de calitate ale serviciilor de transport public. Prin respectarea acestui regulament se asigură un STPU eficient, sigur și de încredere, care răspunde nevoilor comunității.
Codul Civil al Republicii Moldova [33]	Protejează drepturile și interesele legitime ale persoanelor fizice și juridice implicate în transportul rutier. Reglementează drepturile și obligațiile părților implicate în contractele de transport. Definește responsabilitățile transportatorilor în caz de pierdere, avarie sau întârziere.
Legea nr. 315 din 17.11.2022 pentru aprobarea Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030” aprobată de Parlamentul Republicii Moldova [34]	Legea conține analiza situației actuale inclusiv accesul populației la serviciile de transport (p. 2.4) și stabilește obiectivele de dezvoltare durabilă (ODD) pe termen scurt și termen lung inclusiv în domeniul transporturilor, infrastructurii drumurilor, protecției sociale.

Actul normativ	Descriere, reglementări
Strategia de transport a municipiului Chișinău pentru anii 2015 - 2025 aprobată prin decizia Consiliului Municipal Chișinău nr. 7/1 din 21 octombrie 2014. Proiectul de Transport Public din Chișinău „Programul de consultanță privind reglementarea și restructurarea transportului public Strategia de Transport a Municipiului Chișinău 2013, Karlsruhe (TTK), București (Metroul SA), Decembrie 2013 [35].	Strategia a fost elaborată ca program de consultanță de către Transport Technologie - Consult Karlsruhe GmbH (TTK), Germania cu sub-consultant METROUL S.A. București, România Obiectivele principale ale Strategiei sunt: - <i>accesibilitatea</i>: 80% din locuitori să aibă acces către un serviciu de transport public la o distanță de 300 m mers pe jos și cu o frecvență de minimum 10 minute în orele de vârf; se propune implementarea de benzi dedicate pentru BRT (sau crearea LRT) cu acces a 40% din locuitori la o distanță de 400 m mers pe jos; - <i>creșterea vitezei comerciale</i>: pentru BRT (sau crearea LRT) viteza 20 km/oră, pentru restul mijloacelor de transport public 18 km/oră; - <i>micșorarea gradului de suprapunere</i>: maxim 30% dintre rețeaua de bază și cea complementară; - 70% din călătorii fără transbordare; - <i>timpul de transbordare</i> în toate punctele minim 3 minute și max. de 10 minute; - <i>fiabilitatea</i>: 90% din călătorii cu întârziere de max. 6 minute și 95% cu întârziere de max. 3 minute și doar 1% din călătorii anulate; - <i>mijloacele de transport</i>: vechimea medie a mijloacelor de transport – 8 ani, maximă – 12 ani, 50% din mijloacelor de transport să corespundă minim standardului EURO 3; - <i>informație</i>: implementarea unui sistem informațional despre funcționarea sistemului de transport public; - <i>tarif călătorie</i>: implementarea unui singur sistem de taxare; tarif atractiv și să constituie maxim 10% din orice cheltuieli gospodărești.

1.4.1. Structura organizatorică a sistemului de management al transportului urban din municipiul Chișinău

Această structură este reprezentată de următoarele niveluri:

a) **Consiliul municipal Chișinău** prin Comisiile [36] – examinează și aprobă următoarele întrebări legate de STP:

- strategiile și politicile de dezvoltare ale STP;
- cadrul normativ și legislativ al investițiilor în STP;
- politicile tarifare în STP;
- planul urbanistic general;
- prestarea altor servicii legate de activitatea STP;

b) **Primăria municipiului Chișinău**, ca beneficiar al serviciilor de transport, este responsabilă:

- monitorizarea calității serviciilor oferite de operatorii de transport;
- asigurarea calității infrastructurii rutiere;

- examinarea și aprobarea noilor rute, modificarea rutelor existente și stabilirea itinerarului rutelor regulate;
- aprobarea programului de transport;
- stabilirea direcțiilor principale pentru dezvoltarea sistemului de transport public urban, definirea politicilor de personal și a măsurilor de protecție socială;
- comandarea serviciilor pentru efectuarea analizei indicatorilor funcționării sistemului de transport public urban (cererea de transport, fluxurile de pasageri, calitatea serviciilor) [37];
- petrecerea licitațiilor și semnarea contractelor de acordare a serviciilor de transport și celor conexe.

c) **Direcția Generală Mobilitate Urbană (DGMU)** este autoritatea publică locală care reglementează, stabilește cerințe și supraveghează respectarea calității serviciilor de transport public, parcuri publice, iluminat public, a lucrărilor de construcție, reparație și deservire a infrastructurii rutiere și căilor de comunicație în municipiul Chișinău.

1.4.2. Operatorii de transport public

În calitate de operatori de transport public servesc două întreprinderi municipale de transport de călători și opt întreprinderi private, care sunt responsabile pentru:

- obținerea autorizației pentru transportul public de călători;
- asigurarea cu mijloace de transport în conformitate cu cerințele contractuale;
- organizarea procesului de transportare a călătorilor prin asigurarea cu mijloace de transport conform cererii și contractului stabilit;
- acumularea și livrarea de informație municipalității cu privire la indicatorii de lucru pe rute;
- siguranța și calitatea transportului public de călători;
- analiza plângerilor pasagerilor cu privire la serviciile de transport furnizate și plata despăgubirilor pentru daunele cauzate;
- întreținerea și reparația parcului rulant deținut;
- planificarea propriilor activități, definirea perspectivelor de dezvoltare ale întreprinderii.

1.5. Analiza activității sistemului de transport public din municipiul Chișinău (analiza SWOT, politici tarifare)

Municipiul Chișinău este alcătuit din 35 localități, inclusiv 6 orașe și 29 de sate (localități rurale), toate fiind amplasate pe o suprafață de 571,6 km². Conform datelor recensământului din

2024, numărul populației cu reședință obișnuită în mun. Chișinău constituie 720,1 mii locuitori, din care 88,4% reprezintă locuitorii orașului [38].

În mun. Chișinău zona suburbană este extinsă pe o suprafață mare și nu este tipică marilor orașe europene.

Situația se agravează prin extinderea orașului la periferia acestuia, ceea ce înseamnă că la periferia orașului se construiesc zone rezidențiale masive ce îngreunează asigurarea cu transport public.

În municipiul Chișinău prestarea serviciilor de transportare a călătorilor se efectuează de către două întreprinderi municipale:

- Î.M. "Regia de transport electric";
- Î.M. "Parcul urban de autobuze",

precum și de opt operatori privați, care administrează 22 rute de microbuz, după cum urmează: „Dicivtrans” S.R.L.; „NVST” S.R.L.; „Auto-Rapid” C.P.; „Microbuz” S.R.L.; „Lunguscom” S.R.L.; „NighediTrans” S.R.L.; „Afgbasvet” S.R.L.; „Remta-Transport-Privat” S.R.L.

Activitatea taximetrelor se desfășoară prin intermediul a peste 30 agenți economici – titulari de autorizație pentru transportul auto de călători în folos public în regim de taxi.

Tabelul 1.2 Populația mun. Chișinău [39, 40]

Categoriea	Anii					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Persoane fizice cu loc de trai în mun. Chișinău, mii loc.	825,9	832,9	848,8*	864,6	874,1	882,6
Numărul populației cu reședință obișnuită, mun. Chișinău	659,5	665,8	670,7	670,9	667,8	663,5
Numărul populației cu reședință obișnuită, or. Chișinău	536,2	540,7	547,6	549,5	549,5	546,6

O importanță mare în organizarea traficului urban de pasageri are densitatea populației pentru microraioul examinat (Figura 1.3) și densitatea liniară a rețelei de transport.

Densitatea mare a populației poate avea influență atât pozitivă, cât și negativă asupra funcționării sistemului de transport public urban [42].

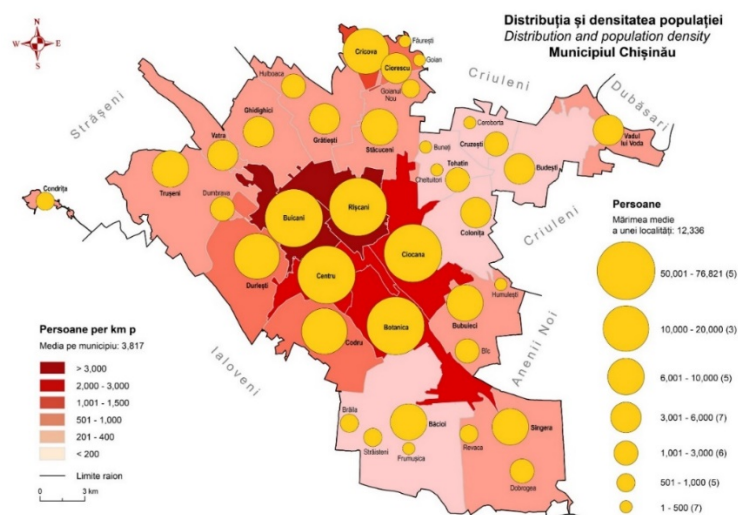


Figura 1.3 Zonificarea și numărul locuitorilor din mun. Chișinău [41]

Parcul rulant de transport rutier public

În gestiunea întreprinderii RTE sunt 31 rute de troleibuz, inclusiv 25 rute urbane și 6 rute suburbane, lungimea totală a rețelei de rute – 688,0 km, 433 de troleibuze, 3 parcuri de troleibuze, 14 stații de dispecerat și 47 substații de tracțiune.

La momentul cercetărilor (decembrie 2022), Î.M. „Parcul Urban de Autobuze” (ÎM „PUA”) dispunea de 221 autobuze, administra 24 rute de autobuz, inclusiv 5 rute urbane și 19 rute suburbane, lungimea totală a rețelei de rute – 807,8 km. Dinamica mijloacelor de transport a sistemului de transport public a mun. Chișinău este dată în tabelul 1.3, structura parcului rulant după vârstă (cu excepția microbuzelor din lipsă de date) este inclusă în tabelul 1.4.

Tabelul 1.3 Dinamica mijloacelor de transport public din mun. Chișinău

Indicatorii	Anii					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Mijloace de transport, inclusiv:						
- troleibuze, un.	375	397	435	434	436	468
- autobuze, un.	131	125	271	221	229	215
- microbuze, un.	711	628	607	578	386	202

Tabelul 1.4 Structura parcului rulant al RTEC și ÎM PUA după vârstă la finele a. 2024

Tipul mijlocului de transport	Numărul de vehicule, un.	până la 5 ani	între 5-10 ani	între 10-15 ani	peste 16 ani
Troleibuze	Total la balanță 468 troleibuze	175	105	129	59
Autobuze	Total la balanță 215 autobuze	131	7	77	0
TOTAL	683	306	112	206	59

Pe cele 22 de rute municipale de microbuz activează aproximativ 202 microbuze cu vârsta medie de peste 10 ani.

Vârsta mijloacelor de transport auto are un impact semnificativ asupra ecologiei, influențând calitatea aerului, consumul de resurse energetice și nivelul de poluare fonică [18, 43]. Totodată, autovehiculele cu vârsta mai mare și un parcurs mare majorează semnificativ volumul lucrărilor de întreținere și reparație [44–47], având un impact direct asupra costurilor, siguranței în exploatare și indirect asupra calității mediului. Autovehiculele mai vechi au performanțe mai scăzute față de cele noi, în ceea ce privește tipurile motoarelor și transmisiilor, care se răsfârge asupra timpului de demarare și frânare. Aceste aspecte duc la majorarea timpului la rută, consumului de combustibil, poluării mediului cu gaze de eșapament și fonică [43, 48, 49]. Acestea sunt mai predispuse ieșirii din funcțiune, astfel că pot perturba activitatea sistemului de transport public, având un impact negativ asupra calității serviciilor de transport.

Tabelul 1.5 Structura parcului rulant al RTEC și ÎM PUA după capacitatea nominală (finele a. 2024)

Tipul mijlocului de transport	Numărul de vehicule, un.	80 pas.	100 – 116 pas.	peste 116 pas.
Troleibuze	Total la balanță 468 troleibuze	160	275	33
Autobuze	Total la balanță 215 autobuze	-	153	62
Total	683	160	428	95

Trebuie de menționat că pe rutele de microbuze activează scriptic 202 microbuze cu capacitatea 18–30 pasageri.

Analizând tabelul 1.5 și datele operatorilor de transport privat se poate constata că în municipiul Chișinău lipsesc o categorie importantă de mijloace de transport public care cuprinde capacitatea de îmbarcare a 30-80 persoane.

Indicatorii eficienței sistemului de transport public urban pentru diferite tipuri de mijloace de transport (tabelul 1.6) pot fi găsiți în rapoartele întreprinderilor municipale de transport public RTEC și ÎM „PUA” [50–59].

Mai detaliat, indicatori tehnici și economici de activitate a întreprinderilor municipale pot fi găsiți și în tabelele 1.7-1.8, datele întreprinderilor private nu sunt disponibile.

Tabelul 1.6 Transportul de pasageri realizat cu transportul public din mun. Chișinău a. 2019-2024 [59–61]

Indicele	Anii					
	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Pasageri transportați, mil pasageri, inclusiv	202,3	132,4	151,3	192,4	222,2	258,2
- troleibuze	145,6	103,3	121,1	146,6	167,7	182,5
- autobuze și microbuze	56,7	29,1	30,2	45,8	54,5	75,7
Parcursul pasagerilor, milioane pas·km inclusiv	2340,7	1145,6	1307,3	1820,5	2053,9	2187,7
- troleibuze	457,1	324,2	380,2	460,4	526,6	573,2
- autobuze și microbuze	1883,6	821,4	927,1	1360,1	1527,3	1614,5

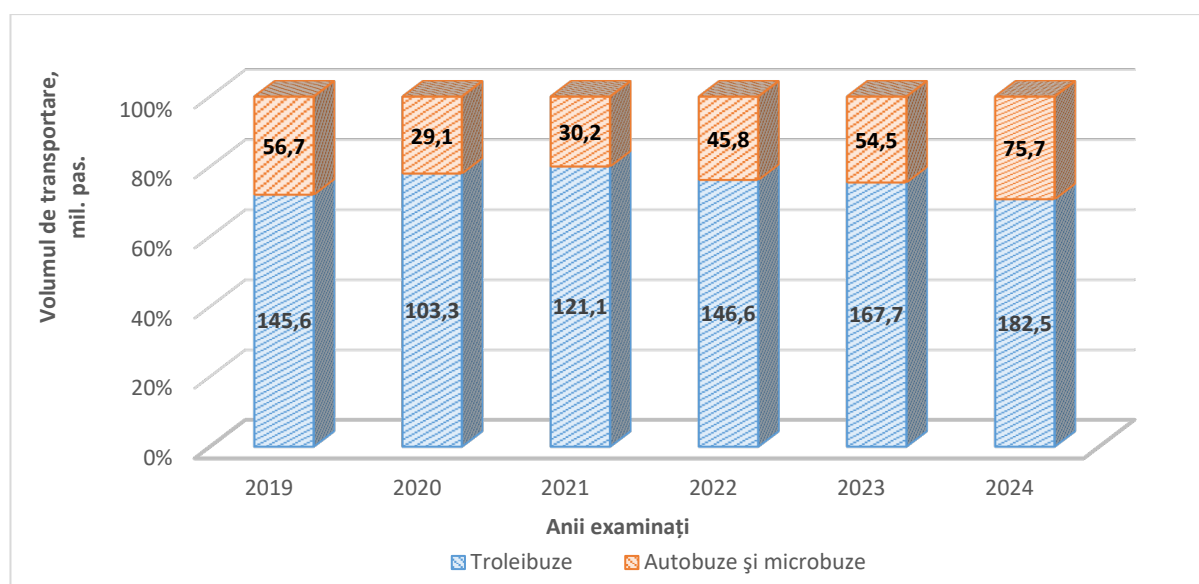


Figura 1.4 Structura volumului de transport anual după tipul mijloacelor de transport

Tabelul 1.7 Serviciile acordate de RTEC

Indicii	Anul					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Numărul rutelor de troleibuze, la finele anului	28	30	30	32	31	31
Pasageri transportați, mil. pasageri	131,4	145,6	103,3	121,1	146,6	167,7
din care pasageri transportați cu plată	120,3	129,7	88,3	111,0	117,2	113,8
Cota parte a pasagerilor transportați cu plată, %	91,5	89,1	85,5	91,7	79,9	67,8
Încasări din transportările de pasageri, mil. lei	212,4	229,1	156,7	202,6	321,8	392,3

Tabelul 1.8 Serviciile acordate de ÎM PUA

Indicii	Anul					
	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Numărul rutelor de autobuze (urbane+suburbane) la finele anului	5+18	5+18	5+18	5+19	5+19	6+27
Pasageri transportați, mil. pasageri	15,6	17,5	13,3	17,4	29,5	44,6
din care pasageri transportați cu plată	--	14,7	11,7	15,8	25,2	33,2
Cota parte a pasagerilor transportați cu plată, %	--	84,0	88,0	88,9	85,5	74,4
Încasări din transportările de pasageri, mil. lei	25,8	33,4	27,6	47,3	93,1	128,6

Caracteristica infrastructurii rutiere urbane

Infrastructura transportului urban se referă la ansamblul de elemente și facilități care asigură mobilitatea în cadrul unui oraș. Aceasta include diverse componente esențiale pentru a asigura un transport eficient, sigur și sustenabil cum ar fi:

- mijloace de transport, autobuze și troleibuze, destinate transportului public și dotate cu sisteme necesare de siguranță, confort și informație;
- rețeaua de drumuri urbane care cuprinde drumuri naționale, regionale și locale, intersecții, trotuare și treceri pentru pietoni [62];
- poduri și viaducte care permit traversarea obstacolelor naturale precum râurile sau văile, asigurând continuitatea rețelei rutiere;
- parcuri auto și depouri, cuprind ateliere și centre de service care asigură întreținerea și reparațiile necesare ale autovehiculelor (autobuzelor, troleibuzelor), aici intră și spații special amenajate pentru parcare mijloacelor de transport public;
- stații de transport public pentru îmbarcarea și debarcarea pasagerilor, care trebuie să fie dotate cu pavilioane și locuri de așteptare și puncte de informare;
- serviciu de dispecerat sau centru de monitorizare a transportului public, care trebuie să posede tehnologii inteligente pentru gestionarea traficului cum ar fi sisteme de monitorizare și gestionare a traficului.

Cerințele pentru un sistem de transport urban includ: capacitatea de a gestiona eficient fluxul de pasageri; minimizarea distanțelor parcurse și a timpului de călătorie pentru pasageri, inclusiv proximitatea punctelor de oprire; asigurarea securității rutiere; minimizarea cheltuielilor de capital și costurilor de operare. Structura rețelei de transport este planificată și adoptată pe baza unui studiu de fezabilitate de către instituțiile abilitate.

Pentru a compara și a evalua aceste decizii, se utilizează diverse criterii, cum ar fi:

- accesibilitatea pietonală la liniile de transport și stații; unul din indicatori este timpul de mers pe jos până la stația de transport public a 90% din locuitori care trebuie să constituie nu mai mult de 15 min.;
- densitatea populației în zonele cu acces pietonal la transport și accesibilitatea la centrele de transport majore ale orașului;
- densitatea rețelei de transport, conform standardelor actuale; coeficientul de densitate a rețelei de transport în oraș trebuie să aibă valorile 1,5 și 2,5 km/km² [63];
- distanțele dintre stațiile transportului public de pasageri în localități: pentru autobuze, troleibuze 400-600 m, autobuze expres 800-1200 m [63];
- coeficientul de acoperire și coeficientul de coliniaritate la ruta de transport public care constituie nu mai mult de 1,2-1,6;
- cota parte de deplasări ale populației cu cheltuieli minime de timp, durata de traversare a zonei urbane pe rutele diametrice ale transportului public maxim 40-50 minute;
- viteza de comunicare (comercială) în timpul orelor de vârf pe linii de troleibuz în limitele 16-18 km/h, autobuz urban în limitele 18-20 km/h, microbuz și autobuz suburban în limitele 23-28 km/h;
- graficul de circulație pe rută în zilele de lucru și de odihnă acoperă cererea călătorilor;
- eficacitatea serviciului de transport public prestat la timp: 95% la mai puțin de 3 minute întârziere la sosire; 98% mai puțin de 6 minute întârziere la sosire;
- durata transbordării pentru călătoriile de transport public: 3-10 minute;
- servicii anulate maxim 2%;
- ponderea mijloacelor de transport în comun cu durata utilă de exploatare depășită nu mai mult de 15%;
- disponibilitatea informațiilor despre transportul public în timp real în transportul public, la stații și prin aplicații mobile sau internet;
- posibilitatea de a plăti călătoria folosind carduri bancare, dispozitive mobile, aplicații mobile etc.

Tabelul 1.9 Lungimea drumurilor, pe categorii de drumuri și pe tipul de îmbrăcăminte, în profil teritorial, 2014-2024, mun. Chișinău [64]

Indicatorul	Anii						
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Drumuri – total:							
- total pe tipuri de îmbrăcăminte, km	111,6	113,0	113,0	113,1	113,1	113,1	125,8
- îmbrăcăminte rigidă, km	110,4	111,8	111,8	111,8	111,8	111,8	125,8
Drumuri locale:							
- total pe tipuri de îmbrăcăminte, km	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
- îmbrăcăminte rigidă, km	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0	28,0
Drumuri naționale:							
- total pe tipuri de îmbrăcăminte, km	83,6	85,0	85,0	85,0	85,0	85,0	97,8
- îmbrăcăminte rigidă, km	82,4	83,8	83,8	83,8	83,8	83,8	97,8

Principalii indicatori ce caracterizează rețeaua de drumuri în mun. Chișinău sunt:

- peste 900 de străzi cu o lungime totală de 1116,9 km și cu o suprafață de circa 25000,2 mii m² [61];
- magistralele ocupă 7,6% din teritoriul urbei.
- diagonala medie a orașului este evaluată la circa 15 km.

Structura rețelei stradale a mun. Chișinău este reprezentată în figura 1.5.

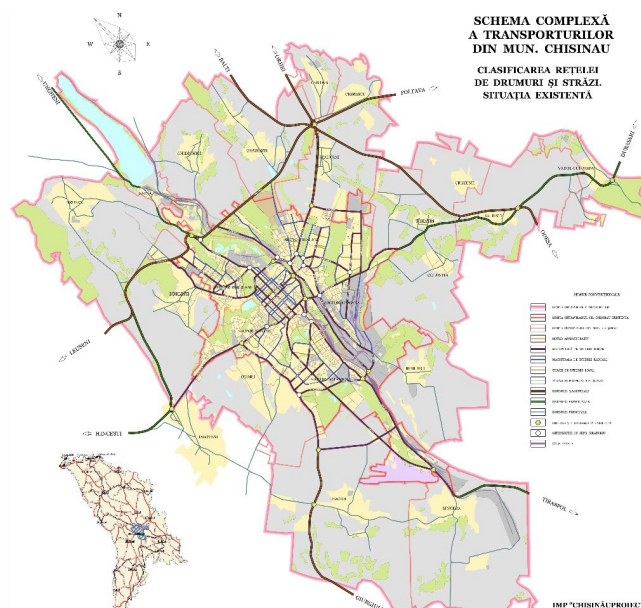


Figura 1.5 Schema rețelei de drumuri și străzi ale mun. Chișinău (Întreprinderea Municipală Institutul Municipal de Proiectări CHIȘINĂUPROIECT)

Analiza SWOT a sistemului actual de transport public din mun. Chișinău este inclusă în tabelul 1.10.

Tabelul 1.10 Analiza SWOT a sistemului de transport public din mun. Chișinău

	Influența pozitivă	Influența negativă
	<i>Strengths (puncte forte)</i>	<i>Weaknesses (puncte slabe)</i>
Mediul intern	1. Densitatea liniară a străzilor în raport cu teritoriul valorificat este rațională. 2. Gradul înalt de transport electric ecologic. 3. Dotarea în ultimii 1-4 ani a întreprinderilor municipale de autobuze și troleibuze cu un număr mare de unități de transport noi sau în stare tehnică bună și de capacitate mare. 4. Amplasarea și amenajarea bună a stațiilor transportului public pe tot itinerarul de circulație, inclusiv zona suburbană.	1. Dotarea întreprinderilor municipale numai cu autovehicule de clasă mare și foarte mare duce la folosirea irațională a parcului rulant și respectiv la majorarea cheltuielilor de transport și întreținere, și mărește gradul de poluare a mediului. 2. Exploatarea troleibuzelor pe unele rute cu porțiuni de drum îngust, micșorează eficiența acestora și duce la crearea ambuteiajelor. 3. Un grad ridicat de suprapunere a rutelor creează concurență neloială și reduce eficiența sistemului de transport public. 4. Lipsa condițiilor pentru persoanele cu dezabilități și mobilitate redusă. 5. Supraîncărcarea magistrelor centrale cu vehicule de transport public. 6. Lipsa unui centru de monitorizare și dirijare comun pentru toți operatorii de transport public și gestionarea transportului public în baza informației obținute în regim real datorită sistemelor automatizate de monitorizare. 7. Ponderea mare a drumurilor de calitate scăzută sau care se află în reparație, ca urmare scade viteza comercială. 8. Lipsa informației depline, în regim online la stațiile de transport public sau în aplicațiile mobile.
Mediul extern	<i>Opportunities (oportunități)</i>	<i>Threats (riscuri)</i>
	1. Organizarea rutelor transportului electric cu troleibuze numai pe drumuri magistrale cu flux înalt de călători. 2. Admiterea la concursul de deservire a rutelor de transport public numai a operatorilor de transport care dispun de mijloace de transport capacitatea cărora corespunde fluxului de pasageri existent. 3. Trecerea la transportul public ecologic (autobuze hibrid sau electrice). 4. Crearea/dezvoltarea unei rețele de transport public de tip „expres” între sectoarele orașului.	1. Pentru modernizarea infrastructurii și înnoirea parcului de mijloace de transport sunt necesare sume importante de bani, care de regulă pot fi obținute numai prin credite, ce poate duce la mărirea considerabilă a cheltuielilor care se va reflecta în tariful de transportare. 2. Lipsa operatorilor privați în condițiile în care tariful nu va acoperi cheltuielile, iar administrația publică locală nu va putea compensa diferențele. 3. Refuzul operatorilor privați de a presta servicii de transport în cazul când perioada de răscumpărare a investițiilor va depăși termenul rezonabil de 6-8 ani. 4. Refuzul operatorilor privați de a presta servicii de transport public fără argumentare legală.

Politici tarifare în transport rutier public

Politicile tarifare în transportul public joacă un rol esențial în asigurarea accesibilității, sustenabilității și eficienței sistemului de transport. Aceste politici influențează atât comportamentul utilizatorilor, cât și veniturile operatorilor de transport.

Se consideră că pentru sporirea atractivității transportului public unele orașe mari introduc diferite politici tarifare, implementarea cărora, la rândul lor, au un impact pozitiv asupra calității vieții tuturor locuitorilor orașelor.

Unul din factorii care influențează atractivitatea transportului public este tariful.

Tarifele pot fi:

- tarife fixe, prețul biletului este același indiferent de distanța parcursă;
- tarife în funcție de distanță, prețul biletului variază în funcție de distanța parcursă sau de zonele tarifare;
- tarife în funcție de numărul de curse;
- tarife în funcție de timp, prețul biletului este valabil pentru o anumită perioadă de timp, permițând călătoriile nelimitate în acest interval de timp;
- abonamente, care permit deplasări nelimitate pe zi, săptămână, lună sau anuale. De asemenea pot fi abonamente pentru un tip de mijloc de transport în comun (autobuz sau tramvai), sau abonament pentru o linie sau un grup de linii de transport public;
- tarife diferențiate pentru diferite categorii de persoane: după vârstă (copii, bătrânii); după genul de activitate (studenți, lucrători); după categoria de vulnerabilitate socială (pături social-vulnerabile cu venituri mici, persoane cu dizabilități etc.);
- tarife după orele de vârf, orele zilei, zilele săptămânii;
- tarife pentru nivelul de confort al mijlocului de transport urban;
- tarife după modalitatea de plată (online sau numerar) etc.

Politicile menite să promoveze transportul public se bazează în principal pe tarifarea transportului public și sunt motivate în mod tradițional de producerea de externalități pozitive. Începând cu lucrările lui Vickrey [65], este acceptat faptul că tarifele de transport ar trebui să se bazeze pe costurile reale de călătorie și ar trebui să ia în considerare, de asemenea, externalități precum congestionarea sau poluarea. În plus, diferențierea prețurilor în funcție de timp, de distanța parcursă sau de anumite criterii social-demografice, precum venitul sau vârsta, poate fi pusă în aplicare în vederea creșterii veniturilor comerciale sau a promovării transportului public.

Problema prețurilor și a tarifelor este foarte mult studiată în UE [66, 67], o publicație recentă la acest subiect [68], unde se pune întrebarea costurilor în transportul public și respectarea angajamentelor UE în viitor [9, 11].

Tarifele de călătorie a transportului public urban se determină deseori de către administrația locală la nivel de oraș, municipiu, regiune sau țară.

În unele orașe sau țări, cum ar fi Luxembourg, a fost introdus transportul public gratuit pentru toate categoriile de pasageri [69].

Orașul Talin (430 mii locuitori), printre primele orașe europene în a. 2013 au făcut posibil transportul public gratuit pentru toți locuitorii orașului și a tuturor studenților din Estonia (Fare-free Public Transport - FFPT). Înainte de introducerea FFPT în or. Talin, rata de recuperare a tarifelor din costurile operaționale ale transportului public era acoperită din vânzarea билетelor la circa 33%. [70]. Rezultatele indică o creștere de 1,2% a cererii de transport în primul an. Ca și co-beneficii, această măsură a sporit mobilitatea rezidenților cu venituri mici, a îmbunătățit posibilitatea de a găsi un loc de muncă, a redus impactul asupra mediului.

Această practică deja este acceptată în peste 50 de orașe și localități ale UE.

O alta practică de politică tarifară prevede abonamente cu preț redus pentru lucrătorii din orașe. O asemenea practică a fost introdusă în orașul olandez Utrecht, care prevede un abonament gratuit de transport public pentru angajații din Utrecht.

Orașul Catania (300.000 de locuitori), Italia, a introdus acces gratuit la toate mijloacele de transport în comun (din 2018) pentru studenții Universității din Catania [71]. Ca rezultat, a scăzut rata de utilizare a automobilelor personale. Această inițiativă ar trebui considerată o strategie socială, pe lângă o strategie de transport care contribuie la reducerea emisiilor, a poluării și a congestiei. Transportul public a devenit o parte esențială a dreptului studenților la studii și poate fi considerată ca primul pas pentru aderarea la obiectivele Agendei ONU 2030 pentru Dezvoltare Durabilă.

Majoritatea orașelor UE au diferite politici tarifare în domeniul transportului public și acestea depinde de tributurile socio-demografice ale rezidenților, la nivel de district - dimensiunea și densitatea populației, ponderea grupurilor de vârstă, rata șomajului, ponderea nivelurilor de educație, prețurile imobiliare, rata de motorizare, distanța față de centrul orașului, densitatea de utilizare a terenurilor etc.

În mun. Chișinău, politica tarifară este aprobată de Consiliul Municipal Chișinău [72]. Prin decizia CMC se aprobă "Metodologia calculării și reglementării tarifelor și costurilor pentru serviciile de transport de calatori, costul unui vehicul-kilometru și mecanismul de aplicare și reglementare a abonamentelor de călătorie".

Prin decizia CMC a fost aprobat tariful pentru transportul public în raza mun. Chișinău, a fost stabilit tariful pentru o călătorie și costul abonamentelor pentru una, trei și șase luni. Au fost stabilite categoriile de călători care beneficiază de reduceri la abonamente pentru călătorie pe rutele urbane și suburbane, de asemenea, au fost stabilite categoriile de persoane care beneficiază de dreptul de călătorie gratuită în transportul public municipal.

1.6. Sistemul de evaluare a eficienței funcționării unui sistem de transport public (criterii, indicatori, indici)

Evaluarea eficienței funcționării unui STPU implică utilizarea unei varietăți de criterii, indicatori și indici pentru a asigura o analiză cuprinzătoare și precisă. Enumerăm câteva dintre cele mai importante criterii de evaluare.

Criteriile de evaluare a eficienței sistemului de transport public

Accesibilitatea. Unul dintre principalii indicatori ai mobilității urbane durabile este că peste 90% din populație ar trebui să se afle la câțiva pași de mers pe jos de stațiile de transport public la mai puțin de 15 minute depărtare.

Conform figurii 1.6, în or. Chișinău, numai aproximativ 72% din populația urbană au acces la serviciul de transport urban de pasageri în 15 minute de mers pe jos. E de menționat că aceste date nu au precizie foarte mare.

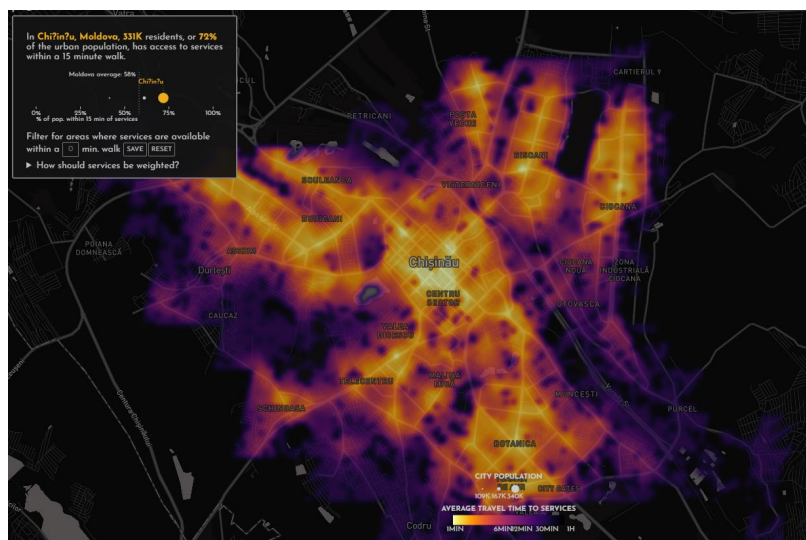


Figura 1.6 Accesibilitatea locuitorilor orașului Chișinău la servicii de transport public [73]

Statele membre ONU au adoptat Agenda 2030 pentru Dezvoltare Durabilă, care include 17 Obiective de Dezvoltare Durabilă (ODD). În cadrul obiectivului 11, unul dintre obiective este asigurarea accesului la sistemele de transport sigure, accesibile și durabile pentru toți, îmbunătățirea siguranței rutiere, în special prin dezvoltarea transportului public, acordând o atenție

deosebită nevoilor persoanelor aflate în situații vulnerabile, femeilor și copiilor, persoanelor cu dizabilități și persoanelor în vârstă. Republica Moldova, conform Strategiei naționale de dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, își stabilește obiective clare de îmbunătățire a accesibilității populației la servicii de mobilitate [34].

Indicatorul de bază arată ce proporție a populației are acces ușor la stațiile de transport public, indiferent de modul de transport (de exemplu, autobuz, troleibuz) sau frecvența de transport

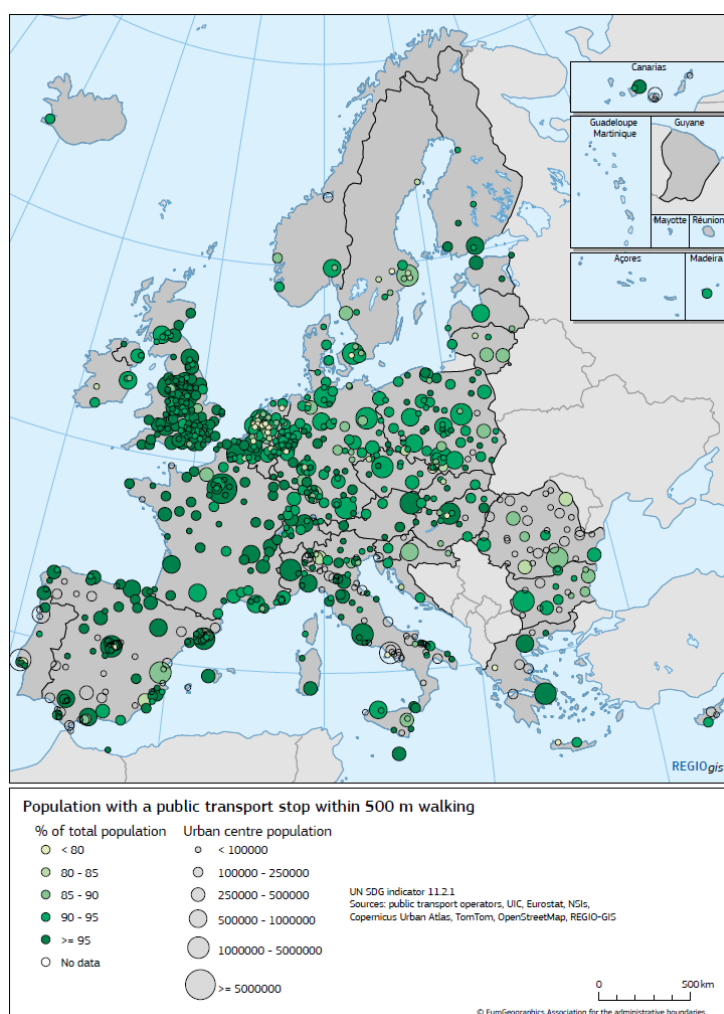


Figura 1.7 Accesibilitatea locuitorilor UE la serviciile de transport public [74]

disponibilă la acea stație. Se presupune că oamenii sunt dispuși să meargă 500 de metri până la o stație de transport public. Distanțele parcurse sunt măsurate de-a lungul rețelei stradale, ceea ce înseamnă densitatea rețelei stradale și se iau în considerare obstacole precum râurile, autostrăzile sau căile ferate din raza orașului. Proporția populației cu acces la o stație de transport în comun la 500 de metri de mers pe jos se calculează la nivelul centrului orașului. Centrul urban este reprezentat ca o rețea de celule cu suprafața de 1 km² și densitatea de cel puțin 1500 locuitori/km² și o populație totală de cel puțin 50.000 locuitori.

Accesul la transportul public la câțiva pași nu reprezintă, în general, o problemă pentru marea majoritate a populației din centrele urbane din țările europene. În peste 45% dintre orașele analizate, proporția populației cu acces la cea mai apropiată oprire depășește 95% (figura 1.7).

Media națională pentru proporția populației urbane cu acces ușor la opriri variază de la 87% în România la 97% în Spania, Grecia, Austria, Malta și Luxemburg. Dintre orașele luate în

considerare, populația orașului nu are practic niciun efect asupra valorii indicatorului: pentru orașele cu o populație mai mică de 100.000 de locuitori este în medie 93%, în timp ce în orașele cu o populație de peste 2 milioane de locuitori media este 96%.

În timp ce Obiectivul 11.2 se concentrează, de asemenea, pe anumite grupuri de populație, calcularea indicatorilor specifici de accesibilitate va necesita date foarte precise în interiorul orașului pentru anumite categorii de populație. În plus, ar trebui luate în considerare date suplimentare privind infrastructura adecvată concepută pentru a răspunde nevoilor persoanelor cu dizabilități. În prezent, astfel de date sunt greu de găsit sau armonizat și analizat.

Calitatea serviciilor. Evaluarea calității serviciilor de transport public, în rapoartele statistice și ale administrației locale, se fac în marea măsură pe baza indicatorilor cantitativ [61]. De asemenea, aceste date se regăsesc în rapoartele anuale ale conducerii IM „PUA” și RTEC (tabelul 1.7, 1.8).

Impactul transportului urban asupra mediului. Se consideră că impactul negativ al mijloacelor de transport în comun (autobuz, microbuz, troleibuz) asupra mediului [18, 48, 75,76] se manifestă prin următoarele:

- degajarea în atmosferă a unor cantități mari de gaze nocive și cu efect de seră (de la motoarele termice);
- scurgerea în sol și apă a produselor petroliere (lichide tehnice) și a altor deșeuri (particule din anvelope);
- poluarea fonică mare a mediului urban generată de mijloacele de transport;
- emisii electromagnetice;
- degajări de căldură;
- ocuparea unor suprafețe utile de terenuri din cadrul urbei, pentru parcuri la capete de rută, de regulă, din contul spațiilor verzi, trotuarelor etc.;
- generarea unor cantități mari de deșeuri solide (anvelope uzate, acumulatori, produse sintetice, caroserii uzate, altele);
- accidente rutiere;
- schimbarea peisajului ecourban.

Pentru automobilele dotate cu motoare cu ardere internă, o deosebită importanță are norma de poluare la care corespunde motorul autovehiculului [19]. Poluarea mediului de la motoarele diesel, anume cu aceste motoare sunt dotate toate microbuzele și majoritatea (93,5%) autobuzelor din ÎM „PUA” (Tabelul 1.11), este semnificativă.

Vârsta medie a autobuzelor municipale aflate în exploatare este de 6,53 ani, care este un indicator foarte bun comparativ cu multe orașe europene mari cum ar fi Barcelona, Leipzig, Napoli, Varșovia ș.a. [77].

După normele de poluare, majoritatea - 80,9%, corespund normelor EURO 5 și 19,1% EURO 6 [20].

Unele din soluțiile de micșorare a impactului transportului public asupra mediului pot fi:

- promovarea utilizării vehiculelor electrice și hibride pentru transportul public;
- dezvoltarea și modernizarea rețelelor de transport public electric de troleibuze;
- dezvoltarea unei infrastructuri de transport public inteligente care să optimizeze fluxurile de trafic și să reducă congestionarea, utilizând tehnologia avansată pentru gestionarea traficului;
- optimizarea rutelor și a programelor de circulație pentru a reduce consumul de energie și emisiile de poluanți prin minimizarea timpului petrecut de vehicule în trafic și a distanțelor parcurse;
- implementarea transportului public de diferită capacitate în dependență de variația fluxului de transport;
- mărirea vitezei de circulație a transportului public prin implementarea benzilor separate etc.

Tabelul 1.11 Date tehnice privind autobuzele ÎM PUA la finele anului 2024 [57]

Nr. d/o	Denumire articol	Isuzu, 2021	Isuzu, 2019	Solaris, 2017	VDL 2012	VDL 2012	Solaris 2012	Volvo 2011	MAN 2011
1.	Model	Citiport	Citiport	Urbino	XLE-145	SLE-129	Urbino	8700 LE	A 26 Lions City
2.	Numărul de unități	100	31	10	36	4	16	4	14
3.	Vârsta, ani	3	5	7	10	10	10	11	11
4.	Tipul de combustibil	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	Diesel	GNC
5.	Camera	da	da	da	nu	nu	nu	nu	nu
6.	Capacitatea, pas	107	102	137	130	110	143	114	103
7.	Lungimea, m	12,03	12,03	18,75	14,48	12,9	18,0	14,7	14,7
8.	Norma de poluare	Euro 5	Euro 6	Euro 6	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5	Euro 5

E de menționat că toate autobuzele sunt echipate cu sistem de monitorizarea în timp real a vehiculelor (GPS), aer condiționat și au podeaua joasă cu sistem de acces pentru persoanele cu dizabilități.

Siguranța și securitatea, indicatori de siguranță. Unul din indicatorii de siguranță este rata accidentelor.

Aceste date sunt oferite de către operatorii de transport public RTEC și ÎM PUA.

Tabelul 1.12 Analiza statistică a accidentelor înregistrate de operatorii de transport public municipal

Operatorul de transport	Anii		
	2021	2022	2023
RTEC	384	594	457
ÎM PUA	47	77	73

Notă. În ceea ce privește statistica accidentelor operatorilor privați de transport public, nu se duce evidența de către administrația locală. Din tabelul 1.12 se observă o scădere a numărului de accidente în a. 2023 comparativ cu 2022. Această scădere se datorează activității serviciului siguranței circulației rutiere a întreprinderilor menționate [50, 57]. Anul 2021 are o rată joasă a accidentelor, fiind un an post-pandemic cu impunerea restricțiilor de deplasare a pasagerilor și o activitate redusă a întreprinderilor de transport public menționate.

1.7. Concluzii la capitolul 1

1. Studiul efectuat arată o creștere stabilă a populației în municipiul Chișinău, ceea ce va atrage după sine o cerere sporită pentru transport, în special pentru transportul public. Pentru a satisface aceste cerințe de transport este necesar un studiu al cererii de mobilitate a populației, care să fie caracterizat printr-o analiză detaliată a indicatorilor cantitativi [78].

2. Ineficiența și calitatea redusă a transportului public determină locuitorii să se reorienteze către transportul personal, ceea ce duce la supraîncărcarea rețelei rutiere, formarea ambuteiajelor, intensificarea poluării și, în final, la scăderea calității vieții urbane.

3. La organizarea și planificarea sistemului de transport public urban trebuie luate în vedere interesele tuturor locuitorilor municipiului, ale agenților economici și ale transportatorilor.

4. Schimbarea echipamentului uzat și cu randament redus la stațiile de tracțiune pentru linii electrice de troleibuze.

5. Soluționare problemei ambuteiajelor nu prin lărgirea căilor de acces, ci prin elaborarea și aprobarea unui plan de urbanism durabil, pe termen lung și echilibrat care ar prevedea:

- construirea complexelor rezidențiale și a punctelor de atracție pentru populație (centre comerciale, complexe sportive mari) să fie realizată doar în zonele cu acces fiabil la transportul public, asigurând conectivitate eficientă pentru toți cei interesați;

- majorarea capacității de trecere a rețelei stradale existente prin implementarea metodelor existente inovative de dirijare a fluxurilor de transport (undă verde, semafoare inteligente, fluidizarea traficului la intersecții prin benzi separate etc.);

- elaborarea și implementarea unor proiecte fiabile ale parcărilor, îndeosebi în centrul orașului și arterele principale, pentru eliberarea carosabilului;

- redirecționarea transportului de tranzit prin ocolirea orașului (șoseaua de centură sau magistrale de tranzit prin oraș);

- modificarea rețelei de transport public prin redirecționarea unor rute de pe strada centrală pe străzile paralele, evitarea dublării rutelor;

- aprobarea la nivel de municipiu a unor politici orare de începere și finalizare a activităților centrelor mari de persoane (universități, școli, întreprinderi) pentru omogenizarea fluxului de pasageri;

- aprobarea și respectarea cerințelor de acordare a serviciilor de transport centrelor comerciale, magazinelor, construcțiilor și altor întreprinderi în afara orelor de vârf;

- dezvoltarea infrastructurii rutiere a sistemului de transport public (amenajarea stațiilor, pasajelor, trecerilor).

6. La planificarea sau dezvoltarea sistemului de transport public este necesar a lua în considerație factori cum ar fi: relieful orașului; condițiile climaterice; dezvoltarea istorică; amplasarea și starea căilor de acces; fluxul de călători și neuniformitatea acestuia în dependență de orele zilei, zilele săptămânii, anotimp etc.

7. Asigurarea accesului populației la transportul public, de 90-95%, la o distanță mai mică de 500 m prin dezvoltarea rețelei de transport public.

8. Creșterea atractivității sistemului de transport public după indicatorii ca: accesibilitatea, confortul, siguranța, disponibilitatea, costul, flexibilitatea și adaptabilitatea.

9. Promovarea transportului ecologic pentru reducerea impactului asupra mediului și îmbunătățirea calității vieții urbane prin:

- extinderea și diversificarea rețelei de transport electric;
- renovarea parcului de vehicule, punând accent pe cele ecologice (electrice, hibride);
- optimizarea rețelei de rute;
- realizarea unui studiu de fezabilitate pentru dezvoltarea tronsoanelor de transport electric de mare viteză.

10. Acordarea unei atenții sporite calificării conducătorilor auto în transportul de pasageri pentru creșterea siguranței, reducerea costurilor și diminuarea impactului asupra mediului [79].

11. În plan managerial trebuie întreprinse următoarele măsuri:

- organizarea și desfășurarea studiului cererii populației în transport (la fiecare 5 ani) și a formării fluxurilor de pasageri care este esențială [80], întrucât majoritatea călătoriilor sunt legate de muncă și studii și această tendință se modifică permanent;
- atribuirea Centrului de Monitorizare a Traficului din Chișinău funcții de dirijare a transportului public în timp real, cu supravegherea prin GPS a vehiculelor, grafice de circulație sincronizate, informarea pasagerilor (aplicații mobile și panouri) și implementarea semafoarelor inteligente cu prioritate pentru transportul public;
- elaborarea unei noi strategii de dezvoltare a sistemului de transport public urban pe termen mediu și lung.

2. METODOLOGIA CERCETĂRII FUNCȚIONĂRII SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC URBAN

2.1. Cercetări analitice privind eficiența funcționării sistemului de transport public urban

2.1.1. Indicii tehnico-operaționali ai sistemului de transport public urban

Elaborarea metodelor și propunerilor de eficientizare a transportului rutier de persoane se execută pe baza analizei situației reale în ramura de transport rutier. Sursele de informație statistice analizează activitatea întreprinderilor de transport bazate pe examinarea anumitor indici cantitativi și calitativi ce caracterizează activitatea sistemului de transport.

Statistica operează cu următorii indici cantitativi ce caracterizează eficiența transportului rutier public:

- **volumul de transportare, $Q_{pas, pas}$.** – exprimă numărul persoanelor care au fost transportați cu mijloacele de transport în comun în decursul unei perioade de timp. Aici se includ toate categoriile de pasagerii, inclusiv cei care beneficiază de înlesniri de transport (persoanele transportate pe baza biletelor, abonamentelor, legitimațiilor de călătorie și a altor documente de transport). În cadrul cercetărilor pot fi folosite volumele de transportare zilnice, lunare, trimestriale sau anuale. În cazul cercetărilor se determină volumul de transportare pe fiecare rută tur/retur și sumar, de asemenea, se determină volumul de transportare zilnic, lunar, anual:

$$Q_{pas} = \sum_{i=1}^n Q_i^{urc} = \sum_{j=1}^n Q_j^{cob} \quad (2.1)$$

unde: Q_i^{urc} ; Q_j^{cob} – numărul pasagerilor care urcă și coboară din mijlocul de transport, pas.;

n – numărul de stații pe rută, inclusiv capetele de rută;

i, j – numărul stației pe rută.

- **volumul traficului de pasageri, $P_{pas, pas \cdot km}$,** – caracterizează volumul pasagerilor transportați, ținând cont de distanțele pe care au fost transportați pasagerii:

$$P = \sum_{i=1}^m Q_i \cdot l_i = Q_1 \cdot l_1 + Q_2 \cdot l_2 + \dots + Q_m \cdot l_m \quad (2.2)$$

unde: $Q_1, Q_2, \dots, Q_m$ – numărul de pasageri aflați în mijlocul de transport între stații, pas.;

$l_1, l_2, \dots, l_m$ – distanța dintre stații pe rută, km;

m – numărul stației pe rută.

În calcule, volumul traficului de pasageri poate fi determinat pe baza volumului de transportare și parcursul mediu al unui pasager:

$$P_{pas} = Q_{pas} \cdot l_{med} \quad (2.3)$$

unde: Q_{pas} – volumului de transportare, pas.;

l_{med} – lungimea medie de călătorie a unui pasager, km.

- **lungimea medie de călătorie a unui pasager, km**, – poate fi determinată ca raportul dintre parcursul pasagerilor și numărul de pasageri transportați.

Lungimea medie de călătorie a unui pasager se stabilește în urma cercetării fluxului de pasageri pe rutele rețelei de transport public, se aprobă în ordinea stabilită și se ia în calcul ca o mărime constantă.

Acest indicator este calculat în ansamblu pentru toată rețeaua de transport public și pentru rute separat. Separat se determină lungimea medie de călătorie a unui pasager pe rutele suburbane și urbane.

Acest fenomen este descris de dependența aproximativă a lui Zilbertali, l_{med} – lungimea medie de călătorie a unui pasager poate fi determinată folosind următoarea relație:

$$l_{med} = a + bK_p \sqrt{F} \quad (2.4)$$

unde: a, b – coeficienți experimentali (după unele date a = 1,2; b = 0,258) [81,82];

K_p – coeficient de utilizare a transportului, depinde de structura orașului;

F – suprafața zonei rezidențiale, km².

- **lungimea rutei, l_R , km**, – reprezintă distanța dintre capetele de rută (stațiile terminus);
- **numărul de curse, n_c** , – reprezintă un ciclu închis de deplasare a mijlocului de transport cu reîntoarcerea la stația de pornire;
- **timpul rutei, t_R , h**, – reprezintă suma timpului de mișcare a mijlocului de transport pe rută, timpul de staționare la stații și timpul de staționare la capetele de rută;

$$t_R = t_m + t_{st.s} + t_{st.t} \quad (2.5)$$

unde: t_m – timpul de mișcare pe rută, ore;

$t_{st.s}$ – timpul de staționare la stații pentru îmbarcarea și debarcarea pasagerilor, ore;

$t_{st.t}$ – timpul de staționare la cap, ore.

- **viteza medie de deplasare, km/h**, – se deosebesc: viteza tehnică (include staționarea în ambuteiaje și semafoare), viteza comercială (comunicare) și viteza de exploatare a mijloacelor de transport:

$$V_t = \frac{L_R}{t_m} \quad (2.6)$$

$$V_{com} = \frac{L_R}{t_m + t_{st.s}} \quad (2.7)$$

$$V_{exp} = \frac{L_R}{t_R} = \frac{L_R}{t_m + t_{st.s} + t_{st.t}} \quad (2.8)$$

• **numărul de mijloace de transport pe rută, A_r , un.** Pentru a asigura umplerea optimă a mijloacelor de transport, corespunzătoare variației fluxurilor de pasageri, numărul, capacitatea și intervalul de mișcare a mijloacelor de transport pe rute pe toată rețeaua de transport trebuie să se modifice. Organizarea procesului de transport constă, în primul rând, în atribuirea rațională a numărului de mijloace de transport care circulă pe rută, a capacității acestora, a modului și a duratei de funcționare a mijlocului de transport pe rută. Numărul necesar de mijloace de transport pe rută depinde de fluxul maxim de pasageri, timpul rutei și capacitatea mijlocului de transport.

La calcularea numărului necesar de mijloace de transport este necesar să se țină cont de capacitatea traficului de pasageri de pe rută, identificată ca urmare a cercetării periodice a fluxului de transport, și de dorit să ofere pasagerilor condiții egale pentru toată rețeaua de transport public:

$$A_R = \frac{Q_{max} \cdot t_R}{q_n} \quad (2.9)$$

unde: Q_{max} – volumul maxim de pasageri în orele de vârf, pas./h;

q_n – capacitatea nominală a mijlocului de transport, pas.;

t_R – timpul rutei, h,

În cazul cercetării, numărul necesar de mijloace de transport în orele de vârf poate fi determinat folosind relația:

$$A_R = \frac{t_c \cdot 60}{I_{min}} \quad (2.10)$$

t_c – timpul cursei, h, pentru rutele circulare $t_c = t_R$, pentru rutele radiale (pendulare) timpul unei curse se determină ca suma timpurilor rutei tur-retur, h:

$$t_c = t_R^{tur} + t_R^{retur} \quad (2.11)$$

I_{min} – intervalul minim de mișcare a mijloacelor de transport, min.

Regularitatea circulației autovehiculelor pe rută reprezintă raportul dintre numărul de rute executate conform orarului la numărul total de rute planificate și poate fi determinată pentru o rută, o zi, o lună etc.:

$$R = \frac{n_{Ro}}{n_{Rp}} \quad (2.12)$$

unde: R – regularitatea circulației autovehiculelor pe rută;

n_{Ro} – numărul de rute executate conform orarului;

n_{Rp} – numărul total de rute planificate.

- **coeficientul de utilizare a capacității** – deosebim coeficientul static și dinamic; este unul dintre cei mai importanți indicatori care determină calitatea serviciilor de transport public și reprezintă rata de utilizare a capacității mijloacelor de transport. În practică, coeficientul static de folosire a capacității pentru majoritatea rutelor transportului public este semnificativ mai mic decât 1,0. Acest lucru duce adesea la concluzii incorecte cu privire la folosirea eficientă a mijloacelor de transport cu capacitate excesivă în sistemul de transport public de pasageri și mărinnd acest coeficient se pot reduce costurile de transport. Calculul coeficientului dinamic al capacității poate da recomandări clare pentru organizarea serviciilor de transport, alegerea capacității materialului rulant, stabilirea tarifelor pentru pasageri, determinarea intervalelor optime de circulație a mijloacelor de transport pentru anumite rute.

Coeficientul static de folosire a capacității se calculează pentru o perioadă de timp, pe o rută, pe o zi etc. cu ajutorul relației:

$$\gamma_s = \frac{Q_i}{q_n} \quad (2.13)$$

unde: Q_i – numărul maxim de pasageri aflați în mijlocul de transport pe rută, pas.;

q_n – capacitatea nominală a mijlocului de transport, pas.

Coeficientul dinamic de utilizare a capacității se determină ca raportul dintre volumul traficului efectiv de pasageri/kilometri și volumul traficului nominal de pasageri/kilometri. Coeficientul dinamic de utilizare a capacității pe rută poate fi determinat prin următoarea relație:

$$\gamma_d = \frac{P^{ef}}{P^{nom}} = \frac{\sum Q \cdot l_{med}}{\sum q_n \cdot L_r \cdot n_c} \quad (2.14)$$

unde: P^{ef} – volumul traficului efectiv de pasageri pe rută, pas.·km;

P^{nom} – volumul traficului nominal de pasageri pe rută, pas.·km;

q_n – capacitatea nominală a mijlocului de transport, pas.;

L_r – lungimea rutei, km;

n_c – numărul de curse.

În cazul transportului urban public, coeficientul examinat oferă gradul de utilizare a capacității nominale a autobuzului în cazul deplasării pasagerilor la distanța medie de călătorie.

De asemenea, acest coeficient poate fi determinat după datele experimentale prin următoarea relație:

$$\gamma_d = \frac{\eta_{n.v.}}{1,2 \cdot \eta_{n.d.} \cdot \eta_{n.lr.}} \quad (2.15)$$

unde: $\eta_{n.v.}$ – coeficientul de neuniformitate a vitezei de deplasare pe rută în orele de vârf (acest coeficient se află în limitele 0,9...1,0);

$\eta_{n.d.}$ – coeficient de neuniformitate a volumului de transportare pe direcția rutei tur/retur (acest coeficient se află în limitele 1,1...1,8);

$$\eta_{n.d.} = \frac{Q_{med}^{tur}}{Q_{med}^{retur}} \quad (2.16)$$

unde: Q_{med}^{tur} – volumul mediu de transportare, pasageri, pe rută tur, pas.;

Q_{med}^{retur} – volumul mediu de transportare, pasageri, pe rută retur, pas.;

$\eta_{n.lr.}$ – coeficientul de neuniformitate a volumului de transportare pe lungimea rutei (acest coeficient se află în limitele: 1,5...2,2):

$$\eta_{n.lr.} = \frac{Q_{max}^{ruta}}{Q_{med}^{ruta}} \quad (2.17)$$

unde: Q_{max}^{ruta} – volumul maxim de transportare, pasageri, pe rută, pas.;

Q_{med}^{ruta} – volumul mediu de transportare, pasageri, pe rută, pas.;

- *rata de transfer* arată numărul mediu de transferuri în timpul unei călătorii în rețea.

Reducerea ratei de transfer ajută la reducerea timpului de călătorie, dar poate duce la creșterea timpului de așteptare. Reducerea timpului de călătorie este facilitată și de creșterea vitezei mijloacelor de transport, care se realizează prin organizarea și dezvoltarea sistemului de rute rapide (expres). Însă trebuie să se facă deosebirea între rețeaua de transport optimă și cea rațională. Rețeaua optimă este cea care se potrivește cel mai bine cu un criteriu stabilit, de exemplu, timpul minim de călătorie. Un sistem rațional poate diferi ușor de cel optim, deoarece nu respectă strict criteriul stabilit, de exemplu, din cauza luării în considerare a oricăror cerințe suplimentare sau a caracterului incomplet al datelor inițiale utilizate. Prin urmare, aproape întotdeauna se adoptă o versiune rațională a sistemului de transport [83].

De exemplu, introducerea unei rute rapide este benefică atunci când lungimea traseului principal este mai mare de 6-8 km, distanța dintre stații de 1-1,5 km, timpul de călătorie va fi posibil de redus cu până la 5 min. [84]. Se recomandă introducerea rutelor de mare viteză dacă distanța dintre stații crește de aproximativ 2,5-3 ori (față de rutele obișnuite). Reducerea numărului de transferuri și, prin urmare, a timpului petrecut pe transferuri se realizează prin creșterea coeficientului de intensitate a rutelor (raportul dintre lungimea tuturor rutelor urbane într-o direcție și lungimea rețelei de-a lungul axei străzilor). Coeficientul de intensitate a rutelor în orașele cu o rețea destul de extinsă de rute de autobuz ar trebui să fie în intervalul 2,5–3,5. Pentru orașele cu autobuz și transport electric urban, coeficientul de intensitate a rutelor se determină separat pentru fiecare tip de mijloc de transport și se încadrează în aceleași limite.

Mai există un șir de indicatori care influențează activitatea sistemului de transport public urban și care este necesar de examinat în timpul cercetărilor, cum ar fi:

- fluxul de transport în autovehicule pe unitate de lungime;
- intensitatea fluxului de transport, auto/h;
- componența fluxului de transport;
- viteza fluxului de transport, km/h;
- neuniformitatea fluxului de transport ($(\text{m/s}^2)/\text{km}$).

Acești indicatori în mare măsură influențează sistemele de transport public organizate cu autobuze sau troleibuze, care circulă în flux de transport comun cu restul mijloacelor de transport pe întreaga rută sau pe sectoare de rută (în acest caz se examinează numai sectorul de rută comun).

2.1.2. Parcul rulant

Procesul tehnologic al transportului rutier de persoane în mare măsură depinde de cererea în mobilitate și parcul rulant disponibil pentru efectuarea transportului.

Clasificarea materialului rulant se realizează în funcție de o serie de caracteristici tehnice și operaționale cu scopul de a stabili tipuri de unități de transport ce corespund cerințelor pentru transportare și exploatare în raport cu cerințele și condițiile de transport operaționale și economice existente. Din punct de vedere al organizării transportului de pasageri sunt importante calea de comunicație folosită de materialul rulant, capacitatea de transportare călători și destinația după tipul de comunicare.

Mijloacele de transport pentru transportarea pasagerilor, în funcție de capacitatea de pasageri, sunt împărțite astfel:

- transport individual: autoturisme;

- transport în comun: autobuze, troleibuze, tramvai (metrou ușor), metrou.

În teza de față nu vom examina transportul individual cu autoturismele și transportul în regim de taxi, cât și metroul, aceasta fiind posibil într-un studiu următor.

Cerințele față de mijloacele de transport pentru transportul în comun - corespunderea mijlocului de transport în dependență de tipul rutei:

Calitățile tehnice de exploatare a mijloacelor de transport:

- *dimensiunile de gabarit și greutatea mijloacelor de transport* - dimensiunile de gabarit și greutatea sunt calități tehnice și operaționale importante ale automobilelor. Dimensiunile de gabarit sunt cele mai mari dimensiuni ale conturilor exterioare ale materialului rulant. Dimensiunile de gabarit maxime pentru mijloacele de transport în comun sunt limitate atât de legislația în vigoare, cât și de condițiile rutiere reale ale rutelor în cadrul orașului;

- *capacitatea de îmbarcare, q_n , pasageri* - este determinată de numărul total de locuri în vehiculele de pasageri. Capacitatea autovehiculelor de transport în comun (microbuzelor, autobuzelor, troleibuzelor) este determinată de suprafața interioară per pasager. Pentru autovehicule de transport în comun, numărul sumar de locuri include și locurile destinate călătorilor în picioare. Capacitatea nominală de pasageri este determinată de uzina producătoare. Capacitatea nominală a autovehiculelor de transport în comun (microbuzelor, autobuzelor, troleibuzelor) poate fi determinată de suma locurilor pe scaune și în picioare, în proporție de 5 persoane la 1 m² de suprafață de podea (pentru regim confort - 3 persoane la 1 m² de suprafață de podea), capacitatea maximă portantă poate fi determinată pe baza a 8 persoane pe 1 m² de suprafață de podea;

- *calitățile dinamice ale autovehiculelor* - sunt evaluate de următorii indicatori: viteza tehnică, viteza maximă, intensitatea de accelerare și factorul dinamic;

- *siguranța autovehiculelor* - ar trebui să fie considerată una dintre principalele calități, deoarece de aceasta depinde viața și sănătatea oamenilor, siguranța autovehiculelor și a bagajelor. Siguranța este un indicator complex și poate fi caracterizat prin stabilitate, maniabilitate; proprietăți de frânare. De regulă, siguranța este împărțită în activă, pasivă, post-accident și ecologică;

- *caracteristica de economicitate* - corespunderea unui autovehicul (microbuz, autobuz) pentru transport cu cel mai mic consum de combustibil pe pasager-kilometru și reprezintă dependența consumului de combustibil de viteza de deplasare a autovehiculului în diferite condiții rutiere. Costurile combustibilului reprezintă o parte semnificativă din aceste costuri. Indicatorii

economicității de combustibil a autovehiculului sunt: consumul specific, consumul orar de combustibil, consumul de tronson;

- *comoditatea de utilizare* a vehiculelor de pasageri se caracterizează prin ușurința de îmbarcare, debarcare și deplasare pentru pasageri. Confortul în timpul călătoriei, pe lângă mersul lin, depinde de dimensiunea calitatea (comoditatea) scaunelor, de amplasarea acestora în raport cu direcția de mers, dimensiunea pasajelor, lățimea și numărul ușilor, înălțimea trapelor, etanșeitatea caroseriei, eficiența încălzirii, ventilației și iluminării pe timp de noapte a salonului, comoditatea de urcare și coborâre, cât și pentru persoanele cu mobilitate redusă;

- *capacitatea de trecere a autovehiculului* este capacitatea lui de a se mișca în diferite condiții rutiere. Toate vehiculele ar trebui să aibă o bună capacitate de trecere, dar pentru autovehicule este specific corespunderea capacității de trecere condițiilor rutiere reale de exploatare. Pentru autovehiculele de transport în comun, factorii cei mai indicați ai capacității de trecere sunt: garda la sol, consolele față și spate, unghiurile de consolă față și spate, raza de trecere longitudinală și transversală, raza minimă de viraj, distribuția greutatei pe axe etc.

Autobuz - autovehicul de dimensiuni mari care este folosit pentru a transporta un număr mare de pasageri și este în general folosit pentru transportul în comun, urban sau interurban.

Autobuzele sunt clasificate după scop și capacitatea de pasageri. După destinație, autobuzele sunt împărțite în urban (cu divizarea ulterioară în intraoraș și suburban), interurban, pe distanță lungă. Pe baza autobuzelor standard se produc modificări pentru transport special (copii, persoane cu dizabilități etc.).

Autobuzele urbane au o amenajare a compartimentului pentru pasageri, care permite transportul unui număr mare de pasageri (atât pe scaune, cât și în picioare) în condiții de trafic intens de călători. Pentru aceasta este prevăzută o dispunere predominant pe trei rânduri de scaune (scaunele sunt semirigide și au un design simplificat), o podea plană și joasă a cabinei, un minim de trepte joase sau fără trepte, mai multe uși late, spații libere în apropierea ușilor destinate coborârii și intrarea rapide a unui număr mare de pasageri. Amenajarea și dotarea saloanelor de troleibuze sunt similare cu ale autobuzelor urbane.

Pe rutele suburbane sunt utilizate atât autobuzele urbane obișnuite, cât și modificările speciale ale acestora, care diferă într-un aspect al caroseriei cu patru rânduri de scaune, cu un număr crescut de locuri, zone de depozitare cu capacitate redusă. Autobuzele suburbane pot diferi, de asemenea, de autobuzele urbane într-un număr mai mic de uși și lățimea acestora.

În autobuzele urbane, pasagerii sunt transportați atât pe scaune, cât și în picioare, cu excepția autobuzelor de capacitate deosebit de mică (microbuzele), în care pasagerii pot fi

transportați doar pe scaune. Capacitatea de pasageri a autobuzelor urbane este determinată conform recomandărilor din Tabelul 2.1 [7, 85].

Tabelul 2.1 Clasificarea și caracteristica autobuzelor [86]

Tipul autobuzului	Capacitate de transport, pasageri	Capacitate de trafic, pas./oră	Lungimea, m
Microbuz	9...22	max. 500	5,5...8,0
Midibuz	23...50	max. 1000	6,0...7,5
Mediu	50...80	1000 – 1800	8,0...9,5
Mare	81...115	1800 – 3200	10,5...12,0
Articulat	100...150	max. 5000	≥ 16,5

Schemele de planificare a saloanelor mijloacelor de transport pot să difere în dependență de producător, specificul zonei suburbane etc., dar se respectă obligatoriu cerințele tehnice de fabricare și exploatare [86].

Troleibuz - vehicul electric de transport în comun. Acest vehicul folosește, de cele mai multe ori, același șasiu (cu anumite modificări) și o caroserie asemănătoare cu cea a unui autobuz; totuși, troleibuzul pentru propulsie folosește unul sau mai multe motoare electrice. Curentul electric necesar funcționării motorului este furnizat de două linii aeriene de contact. Troleibuzele sunt astfel legate de traseul liniilor de contact. Trebuie menționată deosebirea dintre troleibuze și autobuzele electrice care funcționează pe baza curentului electric furnizat de baterii.

Avantajele folosirii troleibuzelor în traficul urban de pasageri:

- troleibuzul reprezintă un mod de transport ecologic cu zgomot redus;
- durata utilă de exploatare a troleibuzelor (15 ani) este mai mare decât durata de exploatare a unui autobuz (8-12 ani);
- troleibuzul poate depăși cu ușurință rampele abrupte datorită caracteristicilor motoarelor electrice de tracțiune, ceea ce este deosebit de important pentru zonele deluroase cum este mun. Chișinău;
- pierderile energetice sunt mai mici comparativ cu motoarele cu ardere internă ale autobuzelor;
- capacitatea de îmbarcare a unui troleibuz cu podea joasă este de obicei puțin mai mare decât a unui autobuz cu podea joasă analogic pe dimensiuni;
- dotarea troleibuzelor cu baterii de acumulare și sistem de recuperare a energiei la frânare poate semnificativ majora productivitatea acestuia prin lungirea rețelei rutiere publice ce o deservește;
- costul întreținerii bazei tehnice productive a unui parc de troleibuze este mai mic decât al întreținerii unui parc de autobuze.

Dezavantajele folosirii troleibuzelor în traficul urban de pasageri:

- costuri inițiale ridicate pentru construirea și întreținerea căilor de comunicație;
- troleibuzul este mai sensibil la starea și calitatea suprafeței drumului și a rețelei de contact, la circulația printr-o secțiune avariata a drumului, precum și prin comutatoare și intersecții, trebuie să reducă semnificativ viteza pentru a evita desprinderea tijelor de firele liniei de contact;
- rețeaua de troleibuze se caracterizează printr-o flexibilitate relativ scăzută datorită conexiunii sale la rețeaua de contact, deși utilizarea sistemelor de rulare autonome (bateriile de acumulatori) rezolvă parțial această problemă;
- rețeaua de contact cu troleibuzele aglomerează străzile și piețele orașelor, deteriorând aspectul istoric;
- imposibilitatea depășirii unui troleibuz de altul, dacă acest lucru nu este prevăzut de rețeaua de contact etc.

Tramvai - vehicul feroviar, de obicei alimentat electric, care circulă pe șine de-a lungul străzilor orașului și uneori pe șine dedicate. Tramvaiele sunt mai ușoare și mai scurte decât metrourele. Majoritatea tramvaielor sunt cu tracțiune electrică alimentată de un sistem catenar prin intermediul unui pantograf, o a treia șină, cărucior sau liră. Tramvaiele deseori sunt incluse în termenul mai larg „metrou ușor” [2,87].

Avantajele folosirii tramvaiului în traficul urban de pasageri:

- capacitatea mare de transport, un tramvai clasic poate asigura o capacitate orară de transport de peste 7 mii (maxim 15 mii) pasageri pe oră, comparativ cu autobuzele, troleibuzele care au o capacitate 3-5 mii pasageri pe oră;
- tramvaiul are posibilitatea de a conecta vagoane suplimentare, ceea ce duce la creșterea eficienței în utilizarea zonelor urbane. Numărul de vagoane este limitat doar de parametrii tehnici ai liniei, aceasta permite tramvaielor să atingă o capacitate mare de transport;
- prețul de cost specific al transportărilor este redus;
- durata de exploatare a vagoanelor de tramvai este mai mare comparativ cu autobuzele și troleibuzele;
- - capacitatea de a atinge viteze de comunicare (comercială) mai mari comparativ cu autobuzele și troleibuzele;
- posibilitatea de utilizare a infrastructurii căii ferate cu mici investiții;
- siguranța ridicată a vagoanelor de tramvai datorită greutății mari a lor; când un tramvai este implicat într-un accident de circulație, vagoanele de tramvai sunt capabile să absoarbă energia impactului, mărin d siguranța pasagerilor;

- siguranță în trafic în cazul utilizării unei căi independente sau separate;
- poluarea readusă a mediului.

Dezavantajele folosirii tramvaiului în traficul urban de pasageri:

- costuri inițiale sporite pentru construcția și întreținerea căilor de comunicație comparativ cu căilor de comunicație a autobuzelor și troleibuzelor, dar mult mai mici comparativ cu metroul clasic subteran [88];
- folosirea spațiului urban pentru calea de comunicare, depourilor, liniilor tehnice;
- liniile de tramvai deschise reprezintă un pericol pentru, pietoni, bicicliști și motocicliști;
- maniabilitatea foarte redusă, un accident pe linie blochează circulația pe întreaga linie;
- vibrațiile generate de liniile de tramvai pot provoca deteriorări structurale ale construcțiilor din vecinătate [89] și au un impact negativ asupra sănătății și confortului oamenilor;
- zgomot semnificativ la unele tipuri de tramvai [90].

Tabelul 2.2 Caracteristici comparative ale diferitelor mijloace de transport public urban

Indicatorul	Tipul mijlocului de transport			
	autobuz	troleibuz	tramvai	metrou
Viteza de comunicare (comercială), km/h	20-25	18-20	16-18 (25-30)*	35-40
Capacitatea de ajustare rapidă a traseului	Da	Limitată	Nu	Nu
Capacitatea de manevrare rapidă a mijlocului de transport	Da	Limitată	Nu	Nu
Impact asupra mediului	Mediu	Scăzut	Scăzut	Scăzut
Necesitatea în cale de rulare	Traficul este organizat pe străzile existente		Necesită o bandă separată de 6,8-7,4 m	Necesită pe teren deschis o bandă de 12 m
Costuri de organizare a căii de rulare	Lipsesc	Medii	Mari	Foarte mari
Necesitatea în alimentare zilnică cu combustibil	Da	Lipsește		
Siguranța transportului	Medie			Înaltă
Indicele costurilor de transport (autobuz luat ca unitate):				
- investiții pentru 1 km de cale de rulare	1,0	2,5	6,0	35
- prețul de cost al transportărilor	1,1	1,0	1,2	2
Necesitatea de investiții în mijloace de transport	Moderate	Moderate	Mari	Foarte mari
Costuri de operare	Ridicate	Scăzute	Ridicate	Ridicate

* metrou ușor pe linii închise

Conform Strategiei de transport a municipiului Chișinău pentru anii 2015–2025 și altor surse [91], pentru orașele cu o populație cuprinsă între 0,5 și 1 milion de locuitori, se recomandă următoarea structură procentuală a mijloacelor de transport în funcție de capacitate:

- 28,5% – autobuze de până la clasa medie cu o capacitate de transport de 38–40 de pasageri;
- 48,5% – troleibuze și/sau autobuze de clasa mare, care pot transporta între 85–95 de pasageri;
- 23% – tramvaie, metrou ușor (LRT – Light Rail Transit), autobuze sau troleibuze articulate cu o capacitate de 160–165 de pasageri.

Indicii tehnici de exploatare a mijloacelor de transport în comun

Eficiența folosirii mijloacelor de transport se caracterizează prin indicii tehnici de exploatare a mijloacelor de transport.

Din punct de vedere al organizării lucrului transportului, unul dintre principalii indicatori generali ai procesului de transportare este productivitatea atât a unui autobuz, troleibuz, cât și a parcului auto în întregime. Performanța în sine depinde de un număr de indicatori operaționali ai utilizării materialului rulant cum ar fi: parcursul zilnic, parcursul mediu zilnic pe rută, parcursul mediu zilnic sumar pentru o perioadă de timp, coeficientul de utilizare a parcursului, coeficientul de schimb al pasagerilor, parcursul total al parcului auto (pentru o perioadă de timp, sau anual), parcursul nul al parcului auto (pentru o perioadă de timp sau anual), coeficientul de emisie la rută etc.

Parcursul zilnic al autobuzelor pe o rută depinde de lungimea rutei și de numărul de curse efectuate pe zi și este determinat de formula:

$$L_{pas} = L_R \cdot n_c \quad (2.18)$$

unde: L_R - lungimea rutei (tur-retur), km;

n_c – numărul de curse.

Parcursul mediu zilnic al unui autobuz pe o rută este determinat de formula:

$$l_{mz} = \frac{L_{pas}}{A_{Rmax}} \quad (2.19)$$

unde: A_{Rmax} - numărul de mijloace de transport care circulă pe rută în timpul orelor de vârf, un.;

Parcursul total zilnic al mijlocului de transport include parcursul nul l_o , km, care reprezintă parcursul din parcul auto până la stația de începere a rutei (capetele de rută).

$$L_{tot}^{zi} = l_{mz} + l_o \quad (2.20)$$

unde: l_0 - parcursul nul, km;

β - coeficientul de utilizare al parcursului etc.

$$\beta = \frac{l_{mz}}{L_{tot}^{zi}} \quad (2.21)$$

Productivitatea maximă orară a unui mijloc de transport, pas./oră este determinată de formula:

$$W_{Qmax} = \frac{q_n \cdot \eta_{sch}}{t_R} \quad (2.22)$$

unde: q_n - capacitatea nominală a mijlocului de transport, pas.;

t_R - timpul rutei, h.

η_{sch} - coeficientul de schimb al pasagerilor:

$$\eta_{sch} = \frac{L_R}{l_{med}} \quad (2.23)$$

unde: L_R - lungimea rutei, km;

l_{med} - lungimea medie de călătorie a unui pasager, km.

Productivitatea anuală a unui autobuz, pas.·km, este determinată de formula:

$$W_{a,max} = 365 \cdot \alpha_e \cdot T_r \cdot V_{exp} \cdot \beta \cdot \gamma_d \quad (2.24)$$

unde: α_e - coeficientul de emisie la rută;

T_r - timpul mediu zilnic la rută a mijlocului de transport, h;

V_{exp} - viteza de exploatare, km/h;

β - coeficientul de utilizare a parcursului etc.;

γ_d - coeficientul dinamic de utilizare a capacității.

Productivitatea anuală a unui troleibuz, pas.·km, este determinată de formula:

$$W_{t,max} = 365 \cdot h_r \cdot q_n \cdot V_{exp} \cdot \beta \cdot \gamma_d \quad (2.25)$$

unde: α_e - coeficientul de emisie la rută;

h_r - numărul mediu de ore de lucru a mijlocului de transport, h;

q_n - capacitatea nominală a mijlocului de transport, pas.;

V_{exp} - viteza de exploatare, km/h;

β - coeficientul de utilizare a parcursului etc.;

γ_d - coeficientul dinamic de utilizare a capacității.

2.1.3. Rute și rețea de rute

Planificarea rețelei de rute urbane se bazează, în primul rând, pe parametrii cererii de deplasare între diferite zone atractive ale municipiului, ținând cont de caracteristicile topologice corespunzătoare, precum și de disponibilitatea infrastructurii adecvate. Rezultatul planificării este o rețea rutieră cu un orar de circulație și un parc de vehicule în condițiile restricțiilor existente (climatice, rutiere, financiare, economice).

Infrastructura transportului include elemente specifice ale rețelei de drumuri, rețeaua transportului din afara drumurilor (pe, sub și deasupra pământului); autostrăzi care trec prin structura de planificare urbană; facilități pentru deservirea transportului (parcuri auto, depouri, parcuri, ateliere pentru reparație și deservire, capete de stații cu infrastructură, facilități energetice, gări etc.).

Este important să subliniem că infrastructura transportului reprezintă un organism complex, ce funcționează datorită eficientizării permanente a gestionării lui de către organele de conducere municipale și cele de stat.

Cerințele sistemului de transport public urban sunt următoarele: raportarea la capacitatea de trecere a traficului de pasageri; minimum de kilometraj și minimum de cheltuieli de timp a călătorilor, luând în calcul și apropierea punctelor de staționare; asigurarea securității rutiere.

Structura rețelei de transport depinde de deciziile planificate și adoptate în baza studiului de fezabilitate.

Pentru compararea și aprecierea deciziei se utilizează o serie de criterii:

- accesul pietonal la liniile de transport și stații, timpul maxim pentru care pasagerii să se apropie de stațiile transportului în comun din raza orașului, în orice zonă a orașului, ar trebui să fie de 3–5 minute și nu mai mult de 15 minute;
- densitatea populației în zona accesului pietonal a transportului și posibilitățile de acces pentru importante noduri de transport ale orașului;
- densitatea liniară a străzilor, drumurilor, pasajelor, rețelei de transport public etc. în raport cu teritoriul valorificat;
- cheltuielile de capital și costurile de exploatare etc.

Eficiența unei rețele rutiere și a rutelor în parte poate fi efectuată de următorii indicatorii generali:

- a) *coeficientul de densitate a rețelei de transport* este coeficientul principal care descrie rețeaua de transport public și reprezintă numărul de rute de transport public care revin la 1 km² de suprafață și poate fi calculat folosind relația:

$$K_d = \frac{\sum L_R}{F}, km / km^2 \quad (2.26)$$

unde: $\sum L_R$ – lungimea rutelor, km;

F – suprafața urbei, km^2 .

De acest coeficient depinde timpul de deplasare pe jos a pasagerilor. După standardul în vigoare privind densitatea medie a rețelelor de transport în oraș este în limita a 1,5-2,5 km/km^2 , pentru municipii 2,0-4,0 km/km^2 . Mărirea densității rețelelor de transport, pe de o parte, îmbunătățesc calitatea deservirii populației, iar pe de altă parte, micșorează confortul locuitorilor orașului și poluarea mediului (gaze de eșapament, poluarea fonică etc.);

b) *coeficientul de intensitate a rutelor*, care poate fi determinat folosind relația:

$$K_i = \frac{\sum L_R}{\sum L_{DR}}, km / km, \quad (2.27)$$

unde: $\sum L_R$ – lungimea rutelor, km;

$\sum L_{DR}$ – lungimea sumară a drumurilor pe care merg rutele, km (acest coeficient arată câte rute trec pe același sector de drum);

c) *coeficientul de coliniaritate* ce caracterizează proporția de mișcare a populației cu minimum de cheltuieli în timp; coeficientul de coliniaritate poate fi utilizat pentru o rută, pentru o serie de rute sau pentru rețeaua rutieră în întregime. Coeficientul de coliniaritate pentru o rută se determină folosind relația:

$$K_{col} = \frac{L_R}{L_r^d}, km / km \quad (2.28)$$

unde: L_R – lungimea rutei, km;

L_r^d – lungimea unei linii stradale care unește capetele rutei în mod direct, km;

• *coeficientul de ramificare a rețelei de transport:*

$$K_R = \frac{\sum L_R}{\sum L_{rst}} \quad (2.29)$$

unde: $\sum L_R$ – lungimea rutelor, km;

$\sum L_{rst}$ – lungimea rețelei stradale, km;

• *coeficientul de schimb al pasagerilor:*

$$\eta_{sch} = \frac{L_R}{l_{med}} \quad (2.30)$$

unde: L_R – lungimea rutei, km;

l_{med} – lungimea medie de călătorie a unui pasager, km.

Rute – segmente ale rețelei stradale pe care se efectuează circulația vehiculului de rută, conform unui grafic, între două puncte extreme ale rutei, numite capete de rută. Rutele se clasifică astfel: radiale; inelare (circulare); diagonale; diametrice; tangențiale.

2.2. Metodologia cercetării fluxului de pasageri

Fluxul de pasageri este volumul de pasageri (Q_i), ce necesită să fie transportați într-o unitate de timp t , într-o direcție într-un anumit interval de timp.

Tabelul 2.3 Cele mai răspândite metode de cercetare a fluxurilor de pasageri în transportul public urban

Metoda	Descriere	Avantaje	Dezavantaje
1. Metode directe – se cere implicarea unui număr mare de persoane pentru colectarea datelor și exclude utilizarea mijloacelor de colectare automată a informațiilor despre pasagerii care călătoresc în aria protejată:			
1.1. Metoda tabelară	Amplasarea persoanelor în mijloacele de transport în vederea înregistrării pasagerilor care intră/coboară la fiecare stație.	Intensitate scăzută a muncii (comparativ cu alte metode naturale).	Riscul de a obține date incorecte din cauza neatenției contabililor. Aceasta metodă trebuie să cuprindă toată rețeaua rutieră a municipiului.
1.2. Metoda sondajului (anchetare)	Este asemănătoare cu metoda tabelară, doar că în salonul mijlocului de transport are loc anchetarea pasagerilor despre punctul de coborâre, punctul de transfer (transbordare), scopul călătoriei și înregistrează aceste informații în tabele.	Posibilitatea de a obține date privind corespondența pasagerilor	Procesul de anchetare a pasagerilor este foarte dificil și depinde de factorul uman.
1.3. Metoda prin anchetare	La fiecare stație, pasagerilor care urcă în mijlocul de transport li se eliberează anchete. La coborâre la stația de destinație, pasagerii predau anchetele contabililor. Ca urmare, opririle de intrare/ieșire ale fiecărui pasager sunt reflectate în anchete.	Capacitatea de a determina variația fluxurilor de transport pe rețea după lungimea rutei și orele zi, schimbul de pasageri la stații, corespondența pasagerilor și utilizarea capacității materialului rulant.	Aceasta metodă trebuie să cuprindă toată Rețeaua rutieră a municipiului.

Metoda	Descriere	Avantaje	Dezavantaje
1.4. Metoda vizuală	Determinarea vizuală de către contabil a gradului de umplere a mijlocului de transport folosind un sistem de punctaj condiționat și introducerea datelor obținute în tabele speciale.	Posibilitatea de a colecta date la stații cu trafic semnificativ de pasageri. Metoda vizuală este utilizată pentru examinarea selectivă a unor rute aparte sau a unei părți a rețelei de transport pe toată durata de funcționare sau la anumite ore ale zilei.	Probabilitate mare de a obține erori mari în timpul cercetării (date inexacte). Este imposibil a determina corespondența.
1.5. Metoda prin șablon	Este un tip de metodă vizuală, doar că în locul unei estimări punctuale a umplerii autobuzului se folosește un set de siluete pe tip de autobuz (fiecărei siluete îi corespunde un anumit număr de pasageri în mișcare).	Posibilitatea de a colecta date la stații cu trafic semnificativ de pasageri. Metoda prin șablon este utilizată pentru examinarea selectivă a unor rute aparte sau a unei părți a rețelei de transport pe toată durata de funcționare sau la anumite ore ale zilei.	Probabilitate mare de a obține erori mari în timpul cercetării (date inexacte). Este imposibil a determina corespondența.
2. Metoda chestionarului	Completarea chestionarelor de către populația orașului despre natura și direcțiile de mișcare	Abilitatea de a determina distanța medie de mișcare în jurul orașului și corespondența dintre cartierele orașului. Posibilitatea de a obține date cu o eroare relativ mică.	Procesul de chestionare și prelucrare a chestionarelor necesită o forță de muncă foarte intensă. În consecință, este imposibil să se determine sarcina reală a secțiunilor individuale ale rețelei de transport
3. Metoda statistică	Contabilizarea numărului de bilete vândute și a numărului de persoane transportate pe bază de abonamente și care beneficiază de dreptul de călătorie gratuită.	Nu este necesară implicarea unui număr mare de contabili.	Incapacitatea de a lua în considerare factorul de transfer
4. Metode automatizate folosind sisteme automate de monitorizare a fluxurilor de pasageri pe baza utilizării unor dispozitive speciale de contorizare care înregistrează automat urcarea/coborârea pasagerilor la fiecare stație.			
4.1. Metoda de contact	Obținerea de date privind fluxul de transport prin contactul direct al pasagerilor cu mijloacele tehnice (dispozitive) care sunt instalate pe treptele sau lângă ușile mijloacelor de transport.	Capacitatea de a determina variația fluxurilor de transport pe rețea după lungimea rutei și orele zi, schimbul de pasageri la stații, corespondența pasagerilor și utilizarea capacității materialului rulant, precum și posibilitatea de anchetare sociologică a pasagerilor.	Erori mari ale rezultatelor (până la 25%) în timpul orelor de vârf.

Metoda	Descriere	Avantaje	Dezavantaje
4.2. Metodă fără contact	Obținerea datelor cu ajutorul dispozitivelor fotoelectrice instalate în uși sau în exteriorul mijlocului de transport și înregistrarea mișcării pasagerilor și sumarea numărului acestora la fiecare stație.	Rezultatele pot fi obținute sub formă de diagrame, prin urmare, costurile și timpul pentru prelucrarea datelor sunt reduse.	Fragilitatea dispozitivelor, complexitatea instalării și ajustării senzorilor fotoelectronici. Erori în orele de vârf.
4.3. Metoda indirectă	Contabilizarea pasagerilor transportați folosind dispozitive speciale care permit cântărirea tuturor pasagerilor mijlocului de transport în același timp și împărțirea masei totale de pasageri rezultată la media (70 kg).	Reducerea intensității muncii procesului de examinare a fluxului de transport.	Necesitatea separării îmbarcării și debarcării pasagerilor la stație.
4.4. Cercetarea prin introducerea tehnologiilor digitale	Contabilizarea pasagerilor transportați folosind un sistem bazat pe un senzor cu două camere video pentru fiecare ușă a mijlocului de transport. Camerele detectează pasagerii și transmit datele către dispozitivul de control de la bord instalat pe vehicul. Numărarea pasagerilor este realizată datorită analizei 3D, care asigură o eroare minimă și o precizie ridicată.	Rezultatele sunt obținute în timp real; cu ajutorul softurilor pot fi prelucrate; prin urmare, costurile și timpul pentru prelucrarea datelor sunt reduse.	Cheltuieli semnificative la instalarea și întreținerea sistemului dat.

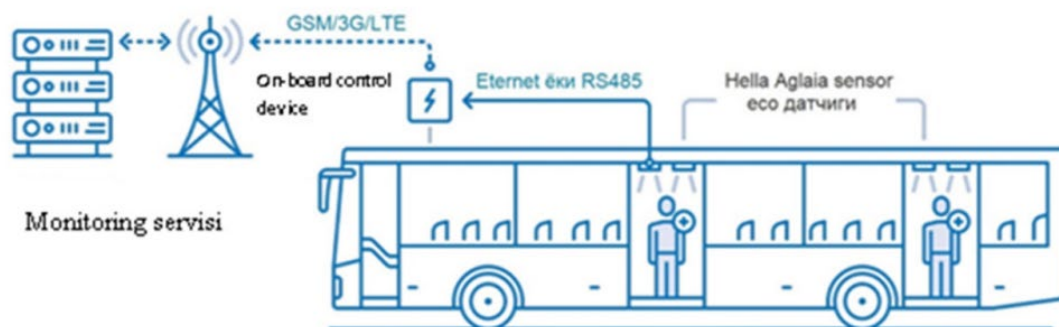


Figura 2.1 Metode automatizate de studiu și monitorizare a fluxurilor de pasageri [92]

E de remarcat faptul că dintre metodele enumerate în tabelul 1, metoda tabelară este cea mai răspândită. Acest lucru se datorează faptului că dintre toate metodele naturale, despre care se știe că dau cele mai precise rezultate în comparație cu altele, metoda tabelară este mai puțin

intensivă în muncă și face posibilă obținerea unui număr semnificativ de indicatori ca rezultat [93, 94].

Deseori folosirea mai multor metode simultan permite a obține mai multe date și mai precise legate de distribuirea fluxului de pasageri pe lungimea rutei; variația volumului traficului de pasageri pe sectoarele de rută; distanța medie de călătorie a unui pasager pe rută; corespondența de pasageri dintre sectoarele urbei; folosirea capacității mijloacelor de transport; rata de schimb a pasagerilor și alți indicatori.

Fluxurile de pasageri pe rutele urbane și suburbane se distribuie după o anumită lege:

- în dependență de ora zilei, orele de vârf de dimineață și seară și o scădere în timpul mesei;
- în dependență de zilele săptămânii: luni, marți, miercuri, joi, vineri – flux mărit; sâmbătă, duminică – flux scăzut;
- în dependență de anotimp: vara fluxurile scad datorită concediilor și vacanțelor copiilor, studenților; toamna, iarna și primăvara cresc datorită reîntoarcerii la studii, serviciu etc.

La cunoașterea datelor fluxului de călători executată prin metoda tabelară, volumul zilnic de transport pe rută sunt determinate prin extrapolarea volumelor orare obținute experimental în intervalele reprezentative (vârf dimineață, inter-vârf, vârf seara), în funcție de durata fiecărui interval, conform metodologiei utilizate în studiile de planificare a transportului public [95]. Pentru aceasta poate fi folosită interpolarea PCHIP (Piecewise Cubic Hermite Interpolation Polynomial), metodă de interpolare utilizată pentru a estima valorile unei funcții între punctele de date cunoscute, generând o curbă netedă și continuă. Spre deosebire de interpolarea liniară, care conectează punctele cu segmente de dreaptă, sau de interpolarea cubică spline standard, care prioritizează netezimea globală, PCHIP este concepută pentru a păstra monotonia și forma datelor, evitând oscilațiile nefirești dintre puncte. În contextul fluxului de pasageri, PCHIP este utilă pentru a modela variațiile orare ale cererii de transport, oferind o estimare realistă și netedă a fluxurilor tur-retur, fără a introduce vârfuri sau scăderi artificiale.

PCHIP este o metodă de interpolare cubică pe intervale (piecewise) bazată pe polinoame Hermite de gradul 3, care:

- interpolează punctele de date: trece exact prin punctele cunoscute (valorile cunoscute ale fluxului de călători în orele de vârf și alte puncte) (x_i, y_i) ;
- păstrează monotonia locală: dacă datele sunt monoton crescătoare sau descrescătoare într-un interval, curba interpolată va respecta această proprietate, reducând riscul de oscilații;

- asigură continuitatea derivatei prime: curba este netedă, cu derivate prime continue la punctele de date, dar nu impune continuitatea derivatei secunde (ca spline-urile cubice);
- evită supraajustarea, PCHIP produce curbe mai puțin oscilante în prezența variațiilor bruște ale datelor.

În cazul fluxului de pasageri, PCHIP este potrivită pentru a estima fluxurile orare (ex.: pasageri tur-retur) între orele cunoscute, generând o curbă care reflectă realist tendințele cererii, fără a introduce fluctuații nerealiste în intervalele cu date lipsă.

Descrierea detaliată a metodei PCHIP, inclusiv principiile matematice, algoritmul, aplicabilitatea sa în contextul fluxului de pasageri și avantajele/dezavantajele sale.

Principii matematice ale PCHIP.

PCHIP construiește un polinom cubic $p_i(x)$ pentru fiecare interval $[x_i, x_{i+1}]$ între două puncte de date consecutive (x_i, y_i) și (x_{i+1}, y_{i+1}) . Fiecare polinom este definit astfel încât:

- condiții de interpolare: $p_i(x_i) = y_i$ și $p_i(x_{i+1}) = y_{i+1}$;
- condiții de derivată: derivatele prime $p_i'(x_i) = d_i$ și $p_i'(x_{i+1}) = d_{i+1}$ sunt specificate pentru a controla panta curbei la punctele de date;
- continuitate: derivata primă este continuă la noduri (punctele x_i), dar derivata secundă nu este neapărat continuă.

Polinomul cubic Hermite pentru intervalul $[x_i, x_{i+1}]$ poate fi exprimat astfel:

$$p_i(x) = a_i + b_i(x - x_i) + c_i(x - x_i)^2 + d_i(x - x_i)^3 \quad (2.31)$$

unde: coeficienții a_i, b_i, c_i, d_i sunt determinați pe baza valorilor y_i, y_{i+1} și a derivatelor d_i, d_{i+1} .

Cheia metodei PCHIP constă în modul în care sunt calculate derivatele d_i alese pentru a păstra monotonia și forma datelor.

Algoritmul PCHIP implică următorii pași principali:

Datele de intrare: se dau n puncte de date (x_i, y_i) , unde x_i sunt intervalele orare și y_i sunt fluxurile de pasageri pentru aceste intervale. Se presupune că x_i sunt strict crescătoare ($x_0 < x_1 < \dots < x_{n-1}$).

Pentru fiecare interval $[x_i, x_{i+1}]$ se calculează panta secantă (diferența finită):

$$s_i = \frac{y_{i+1} - y_i}{x_{i+1} - x_i} \quad (2.32)$$

Aceasta reprezintă panta liniei care conectează punctele (x_i, y_i) și (x_{i+1}, y_{i+1}) .

Estimarea derivatelor d_i (cheia metodei PCHIP).

Derivatele d_i la fiecare nod x_i sunt calculate astfel, încât să respecte monotonia locală. Regula PCHIP este că dacă s_{i-1} și s_i au semne opuse sau unul este zero, atunci $d_i = 0$, pentru a preveni oscilațiile.

Altfel, derivata d_i este o medie armonică ponderată a pantelor secante adiacente, definită astfel:

$$d_i = \begin{cases} 0 & \text{dacă } s_{i-1} \cdot s_i \leq 0 \\ \frac{2s_{i-1}s_i}{s_{i-1} + s_i} & \text{dacă } s_{i-1} \cdot s_i > 0 \end{cases} \quad (2.33)$$

Pentru punctele de la capete ($i = 0$ și $i = n-1$).

Derivatele sunt estimate pe baza pantelor secante vecine, de exemplu, $d_0 = s_0$ dacă s_0 respectă monotonia sau o valoare ajustată pentru a evita oscilațiile.

Această regulă asigură că derivata d_i este zero în punctele de extrem local (vârfuri sau minime), prevenind curbe care depășesc datele inițiale.

Pentru fiecare interval $[x_i, x_{i+1}]$, polinomul cubic Hermite $p_i(x)$ este construit folosind:

- valorile y_i, y_{i+1} ;
- derivatele d_i, d_{i+1} .

Polinomul poate fi scris în forma Hermite:

$$p_i(x) = (1-t)^2(1+2t)y_i + t^2(3-2t)y_{i+1} + h_i \left[t(1-t)^2 d_i - t^2(1-t) d_{i+1} \right] \quad (2.34)$$

unde: $t = (x - x_i)/h_i$, $h_i = x_{i+1} - x_i$.

Evaluarea fluxurilor orare.

Pentru fiecare oră întreagă se identifică intervalul $[x_i, x_{i+1}]$ care conține x și se evaluează $p_i(x)$ pentru a obține fluxul estimat (tur sau retur).

Avantajele PCHIP în contextul fluxului de pasageri:

- păstrarea monotoniei: dacă fluxul de pasageri crește între două ore, PCHIP nu va introduce scăderi artificiale în acest interval, ceea ce este real pentru cererea de transport;
- evitarea oscilațiilor: spre deosebire de spline-urile cubice, PCHIP nu produce vârfuri sau minime nefirești în intervalele cu variații bruște;
- netezime locală: curba este netedă la nivel local, ceea ce reflectă bine variațiile naturale ale cererii de pasageri;
- flexibilitate: poate gestiona date sparse (ex.: ore lipsă) și valori lipsă, fiind robustă pentru seturi de date incomplete.

Dezavantajele PCHIP:

- complexitate mai mare decât interpolarea liniară, calculul derivatelor și polinoamelor cubice necesită mai multe operații decât conectarea liniară a punctelor;
- sensibilitate la date extreme, dacă există valori aberante, PCHIP poate produce curbe care, deși monotone, pot devia de la așteptările reale;
- lipsa continuității derivatei secunde, curba poate avea „coturi” vizibile la noduri, mai puțin netedă decât spline-urile cubice standard;
- necesitatea datelor suficiente, pentru intervale lungi fără date, PCHIP poate subestima variațiile reale dacă nu există puncte intermediare.

2.2.1. Legitățile activității sistemului de transport public

Condițiile de funcționare a sistemului de transport public se desfășoară conform unor factori esențiali care asigură eficiența, siguranța și sustenabilitatea sistemului de transport, precum și de principii de management și reglementări.

Acești factori sunt: factori economici, factori sociali, factori tehnologici și factori de mediu.

Factorii economici

Legea cererii și ofertei: cererea pentru serviciile de transport public este influențată de prețul și calitatea serviciilor oferite. O ofertă suficientă și competitivă poate crește cererea, și viceversa.

Economia de scară: costurile unitare de transport scad pe măsură ce volumul de transport crește. Acest lucru este evident în transportul de masă, cum ar fi metroul și trenurile.

Elasticitatea cererii: sensibilitatea cererii pentru transport la schimbările de preț. În general, cererea pentru transport public este mai puțin elastică decât pentru transportul privat.

Principiul costurilor marginale: deciziile privind extinderea sau reducerea serviciilor de transport se bazează pe costurile marginale și beneficiile marginale asociate.

Factorii sociali

Accesibilitatea și echitatea: sistemele de transport public trebuie să fie accesibile tuturor categoriilor de populație, inclusiv persoanelor cu dizabilități și celor cu venituri reduse.

Mobilitatea socială: transportul public joacă un rol crucial în facilitarea mobilității sociale, permițând accesul la locuri de muncă, educație, servicii și sănătate.

Securitatea și siguranța pasagerilor: este imperativ ca transportul public să asigure siguranța pasagerilor atât în timpul călătoriei, cât și în stații și terminale.

Factorii tehnologici

Inovația și tehnologia: introducerea noilor tehnologii în sistemele de transport public, cum ar fi vehiculele electrice, sistemele de management al traficului și biletele electronice poate îmbunătăți eficiența și experiența utilizatorilor.

Interoperabilitatea: sistemele de transport public trebuie să fie compatibile și interoperabile pentru a asigura tranziții fluide între diferite moduri de transport.

Durabilitatea infrastructurii: infrastructura de transport trebuie proiectată și întreținută pentru a rezista utilizării pe termen lung și pentru a minimiza costurile de întreținere.

Factorii de mediu

Reducerea emisiilor: transportul public trebuie să minimizeze emisiile de gaze cu efect de seră și poluanți, promovând utilizarea vehiculelor electrice și a altor tehnologii ecologice.

Managementul resurselor: utilizarea eficientă a resurselor naturale și energetice în transport pentru a reduce impactul asupra mediului.

Sustenabilitatea: implementarea practicilor durabile în planificarea și operarea sistemelor de transport pentru a proteja mediul și a conserva resursele pentru generațiile viitoare.

Principii de management

Planificarea strategică: elaborarea de planuri de dezvoltare pe termen lung care să includă proiecții de cerere, dezvoltarea infrastructurii și integrarea modurilor de transport.

Optimizarea rutelor și frecvențelor: ajustarea rutelor și a frecvențelor de operare pentru a maximiza eficiența și a minimiza costurile.

Managementul parcului auto: întreținerea și înnoirea parcului de autovehicule pentru siguranță, fiabilitatea și eficiența operațională.

Evaluarea performanței: monitorizarea și evaluarea continuă a performanței serviciilor de transport pentru a identifica zonele de îmbunătățire.

Reglementări și standarde

Reglementări de siguranță: respectarea normelor de siguranță impuse de legislația în vigoare pentru protejarea pasagerilor și a personalului.

Standardele de calitate: respectarea standardelor și regulamentelor de calitate ale serviciilor, inclusiv punctualitatea, curățenia și confortul.

Reglementări de mediu: conformarea cu legislația de mediu privind emisiile și gestionarea resurselor.

2.2.2. *Productivitatea transportului rutier public*

Criteriul eficienței aplicat transportului rutier public este o formă de exprimare calitativă și cantitativă a scopului serviciilor de transport pentru populație în care se manifestă întregul ansamblu de interconexiuni și interacțiuni ale rețelei de transport.

Complexitatea și dificultatea constă în faptul că nu există unitate în înțelegerea și definirea criteriului de eficiență a sistemului de transport.

Până acum, criteriul optim al sistemului este înțeles ca indicatori de cost al serviciilor de transport, adică, un anumit nivel de dezvoltare a vehiculelor la cele mai mici costuri de operare.

S-a dezvoltat o situație când eficiența transportului de călători în transportul rutier public este determinată în primul rând de eficiența utilizării materialului rulant, de care depind productivitatea, costul transportului, valoarea profitului și nivelul de rentabilitate al operatorului de transport.

Este dificil de evaluat în mod adecvat eficiența sistemului de transport public, folosind un singur indicator. Prin urmare, în prezent este utilizată o abordare multicriterială, adică atunci, când un număr de indicatori care reflectă scopul serviciilor de transport formează un criteriu agregat de eficiență, care permite o evaluare obiectivă a funcționării sistemelor de transport publice.

Dacă excludem indicatorii care ar trebui să fie luați în considerare în proiectare și construcție (rețea rutieră, drumuri, stații etc.), atunci pentru oraș cu un sistem de transport stabilit, principalii indicatori care afectează eficiența ar trebui să includă:

- tehnico-economici;
- tehnici de exploatare;
- sociali;
- organizatori-tehnici.

Indicatorii tehnico-economici includ raportul capital-muncă, productivitatea capitalului, gradul de utilizare a capacităților de producție, necesarul în forțe de muncă, productivitatea, consumul de combustibil, energie și materiale.

Indicatorii tehnici de exploatare pentru fiecare tip de transport includ:

- lungimea rețelei de transport și rute, km;
- densitatea rețelei, km/km²;
- valoarea specifică a anumitor tipuri de transport în volumul de transport, %;
- capacitatea medie a mijloacelor de transport, pasageri;
- numărul de unități de transport, unități;
- interval de mișcare pe rută (mediu și în orele de vârf), min.;

- viteza tehnică, comercială (de comunicare), de exploatare, km/h;
- viteza medie de deplasare a pasagerilor în oraș, km/h.

Indicatorii sociali includ indicatori care permit evaluarea nivelului organizatoric și tehnic al serviciilor de transport, a gradului de satisfacție a pasagerilor față de calitatea serviciului și a conformității vehiculului cu cerințele de siguranță, comoditate și confort de călătorie.

Indicatori organizatori-tehnici: intervalul de mișcare a materialului rulant, viteza, capacitatea de îmbarcare și coeficientul de utilizare a materialului rulant. Ele pot fi evaluate (măsurate), nivelul lor poate fi planificat. Nivelul organizatoric și tehnic al serviciilor de transport este considerat normal când sunt atinse valori satisfăcătoare ale indicatorilor enumerați (normativi).

2.3. Cercetări ale necesităților social-economice în serviciile de transport public

2.3.1. Cererea comunității în transport rutier public

Transportul este un domeniu cu o funcție economico-socială foarte importantă, care constă în realizarea deplasărilor bunurilor și a oamenilor în spațiu și timp, cu scopul satisfacerii necesităților materiale și spirituale ale societății.

Cea mai comună caracteristică a cererii este mobilitatea generală a populației - numărul de călătorii pe locuitor timp de un an.

Mobilitatea populației ce călătorește cu transportul urban, exprimată în numărul de călătorii anuale cu transportul poate fi determinată conform relației [7, 96]:

$$M_{tr} = \frac{Q}{N_{loc}} \quad (2.35)$$

unde: Q – este numărul de pasageri transportați pe parcursul anului examinat, în mii pas.;

N_{loc} – numărul de locuitori, mii locuitori.

Totodată, poate fi utilizat coeficientul de mobilitate generală, M_g , exprimat călătorii/locuitor:

$$M_g = \frac{N_d}{N_{loc}} \quad (2.36)$$

unde: N_d – este numărul de deplasări efectuate (pe zi sau pe parcursul anului examinat);

N_{loc} – numărul de locuitori, mii locuitori.

Pentru orașele medii (peste 500 mii locuitori) acest coeficient are valorile 2–3,5 călătorii/zi/locuitor [97].

Deplasarea, conform modului de implementare, este împărțită în pieton și transport. Deplasarea cu mijloace de transport se efectuează pe vehicule de transport în comun (vehicule de rută, mașini taxi și mașini la comandă), autoturisme proprii și automobile de serviciu.

În traficul suburban, mobilitatea transporturilor se stabilește ținând cont de contingentul de rezidenți ai zonei suburbane în ansamblu și diferențiat pe diferite sensuri, iar în traficul interurban și internațional - în funcție de anotimp, direcții și rute.

Mobilitatea de transport a populației în mare măsură depinde de numărul de locuitori ai orașului, conform cercetărilor cu creșterea populației orașului, crește și mobilitatea ei.

Mobilitatea de transport a populației în orașe cu același număr de locuitori are limite mari de fluctuație. Acesta variază în funcție de dimensiunea orașului, configurația acestuia, de numărul de autovehicule disponibile și de alți factori. De obicei, ca indicator de bază la determinarea mobilității urbane se ia numărul de locuitori ai orașului, iar influența altor factori este luată în considerare în limitele admisibile de fluctuație ale acestui indicator. Mobilitatea de transport a populației nu rămâne constantă în timp. Ea tinde să crească datorită factorilor: îmbunătățirea calității transportului urban; creșterea bunăstării populației; creșterea nivelului cultural al populației; concentrarea locurilor de muncă; de călătorii din alte orașe și suburbii, de anotimp; de factorii climaterici etc.

Tabelul 2.4. Mobilitatea populației orașelor după numărul de locuitori [81,85]

Numărul de locuitori ai orașului, mii locuitori	Călătorii anuale pe cap de locuitor	
	minimă	maximă
Până la 50	150	280
50 – 100	240	380
100 – 250	350	480
250 – 500	400	600
500 – 1000	550	750
peste 1000	700	900

Determinarea mobilității populației folosind metoda analitică începe cu stabilirea populației orașului pe baza structurii sale sociale. Structura socială a populației orașului este determinată pe baza datelor statistice. În același timp, se iau în considerare schimbările sale în viitor, ca urmare a creșterii producției industriale și alți factori. Numărul deplasărilor pe grupe de populație ar trebui, de asemenea, determinat ținând cont de posibilele schimbări în viitor.

Pentru determinarea mobilității, întreaga populație a orașului este împărțită în următoarele grupuri sociale:

- lucrători și angajați;
- studenții instituțiilor de învățământ superior, gimnazial, special și profesional;
- populația inactivă (copii, vârstnici rezidenți, pensionari, liceeni etc.).

Un studiu arată schimbarea mobilității populației în dependență de numărul de locuitori pe tip de deplasare și rata medie a utilizării transportului.

Tabelul 2.5. Mobilitatea populației orașelor și rata utilizării transportului în dependență de numărul de locuitori [81, 85]

Parametrii	Numărul de locuitori ai orașului, mii locuitori		
	250 – 500	500 – 1000	peste 1000
Călătorii anuale pe cap de locuitor	400 – 600	550 – 750	700 – 900
Rata călătoriilor după destinație, %:			
- de serviciu	18 – 20	18 – 20	18 – 22
- culturale – cotidiene	34 – 37	35 – 38	37 – 41
- de reîntoarcere acasă	45 – 46	44 – 45	43 – 44
Rata medie de utilizare a transportului în funcție de scopul călătoriei:			
- de serviciu	0,43 – 0,55	0,55 – 0,64	0,67 – 0,74
- culturale – cotidiene	0,34 – 0,40	0,35 – 0,39	0,42 – 0,50
- de reîntoarcere acasă	0,35 – 0,45	0,34 – 0,50	0,47 – 0,49

Cunoașterea mobilității urbane este necesară nu numai la proiectarea rețelei de transport urbane, ci și la organizarea transportului de pasageri. Necunoașterea volumelor de trafic duce la distribuția irațională a traficului între modurile de transport, determinarea incorectă a necesarului de material rulant, micșorarea calității serviciului, creșterea cheltuielilor de transport, poluarea mediului.

Pentru obținerea unei mobilități urbane durabile este necesar a opera atât cu datele statistice (componența populației pe grupuri sociale, veniturile populației, tarifele de călătorie, densitatea rețelei de transport etc.), cât și a efectua un studiu de dezvoltare a mobilității de transport a populației din oraș cu folosirea diferitor modele de planificare.

2.3.2. *Indicatorii economici de funcționare a sistemului de transport public municipal*

Indicatorii economici de funcționare a sistemului de transport public municipal sunt esențiali pentru evaluarea performanței financiare și eficienței operaționale a sistemului. Acești indicatori permit analizarea costurilor, veniturilor și eficienței economice a transportului public. Indicatorii economici sunt strâns legați de indicatorii tehnici și de exploatare a transportului.

Iată câțiva dintre cei mai importanți indicatori economici:

- *venitul total al operatorului de transport* – venitul obținut din vânzarea biletelor și abonamentelor de călătorie, subvențiilor acordate din bugetul municipal și venitul întreprinderilor din alte surse (transport la comandă, publicitate, închiriere de spații, alte servicii);
- *cheltuieli totale de operare a sistemului de transport* – se include cheltuielile directe și indirecte suportate de către întreprinderile de transport, și anume: costuri de materiale; costuri

privind retribuirea muncii; costuri indirecte de producție; cheltuieli comerciale; cheltuieli generale și administrative; alte cheltuieli operaționale, pierderi excepționale [72];

- *rata de recuperare a costurilor* – procentul din cheltuielile totale de operare care sunt acoperite de veniturile obținute din vânzarea biletelor și abonamentelor de călătorie, care se determină ca raportul veniturilor obținute din vânzarea biletelor și cheltuielile totale de operare. Recuperarea integrală a cheltuielilor prin vânzarea biletelor ar fi ideală, însă, având în vedere că transportul public contribuie la atingerea unor obiective importante precum echitatea socială, reducerea traficului auto și diminuarea ambuteiajelor, protecția mediului; tariful unui bilet poate fi stabilit sub costul real al călătoriei, un aspect deja demonstrat de mai multe orașe ale lumii;

- *costul unui pasager-kilometru* – cheltuielile medii necesare pentru a transporta un pasager pe un kilometru, acest indicator oferă o măsură detaliată a eficienței economice pentru evaluarea competitivității;

- *costul de călătorie (tarif pe călătorie)* - suma medie plătită de un pasager pentru o călătorie cu transportul public, se determină ca raportul dintre cheltuielile totale de operare la care se adaugă rentabilitatea la volumul total de pasageri transportați.

Acest indicator are o importanță majoră în aprecierea eficienței economice a sistemului de transport public urban.

- *costul unui vehicul-kilometru* – este raportul dintre cheltuielile totale de operare la care se adaugă rentabilitatea la parcursul sumar în km efectuat pe rutele definite de planul operațional pentru o perioadă prestabilită.

Acești indicatori economici sunt cruciali pentru evaluarea performanței financiare și pentru planificarea strategică a dezvoltării sistemului de transport public municipal. O analiză detaliată a acestor indicatori permite autorităților să ia decizii informate pentru îmbunătățirea eficienței și sustenabilității economice a transportului public.

2.4. Calitatea serviciilor acordate de sistemului de transport public urban

2.4.1. Evaluarea clasică a calității serviciilor de transport

Un criteriu important în evaluarea eficienței serviciilor de transport regulat de pasageri este calitatea oferită de acest sistem.

Calitatea serviciilor de transport de pasageri este evaluată printr-un set de indicatori care reflectă atât performanța operatorilor de transport, cât și gradul de satisfacție al pasagerilor [84, 98, 99].

Acești indicatori pot fi grupați în mai multe categorii:

1. Accesibilitatea

Frecvența curselor: numărul de plecări pe unitatea de timp (ex.: pe oră, pe zi).

Numărul de rute disponibile: diversitatea și extinderea rețelei de transport.

Accesibilitatea stațiilor: distanța de la locul de trai/muncă până la stații.

Accesul pentru persoanele cu dizabilități și mobilitate redusă: rampe, loc de amplasare, scaune adaptate.

Costul călătoriei: raportul dintre preț și valoarea serviciului oferit din venitul total.

2. Fiabilitatea

Respectarea orarului: cota parte a rutelor curselor care ajung la timp.

Timpul de așteptare: diferența dintre timpul din orar și cel real de sosire.

3. Siguranța

Numărul de incidente: accidente, persoane traumatizate din cauza transportatorului public și alte evenimente de securitate.

Alte măsuri de siguranță: sistemele de monitorizare video în mijlocul de transport și stații, iluminarea stațiilor.

4. Confortul

Nivel de utilizare a capacității vehiculelor: gradul de utilizare a capacității în timpul orelor de vârf, evitarea supraaglomerării.

Curătenia: igiena autovehiculelor și a stațiilor.

Nivelul de zgomot și vibrații: impactul asupra pasagerilor.

Temperatura mediului: dotarea autovehiculelor și funcționalitatea sistemelor de climatizare.

Comoditatea urcării și coborârii din mijlocul de transport și adaptarea pasajelor și stațiilor.

5. Eficiența

Durata călătoriei: timpul total de călătorie.

Numărul necesar de transferuri: posibilitatea de a călători direct sau cu minim de transferuri.

6. Satisfacția clienților

Feedback-ul pasagerilor: numărul de reclamații.

Loialitatea utilizatorilor: frecvența utilizării serviciilor de transport.

Rata de creștere a numărului de pasageri: creșterea numărului de noi utilizatori.

7. Impactul asupra mediului

Emisiile poluante: măsura în care vehiculele respectă standardele de mediu.

Utilizarea vehiculelor cu un grad de poluare minim: ponderea acestora în flota totală.

Acești indicatori sunt esențiali pentru monitorizarea și îmbunătățirea calității serviciilor de transport public și pot varia în funcție de specificul local sau de obiectivele companiei de transport.

Aprecierea calității serviciilor de transport public se efectuează cantitativ, care implică evaluarea acestora prin indicatori măsurabili. O metodă asemănătoare este propusă pentru determinarea calificativului criteriilor de calitate în regulamentele adoptate de conducerea municipiului Chișinău [100] și este detaliat descrisă în articol [101].

În majoritatea cazurilor, pentru a aprecia calitatea serviciilor de transport se utilizează analiza multifactorială [102–105], care este o metodă de evaluare și interpretare a relațiilor dintre mai mulți factori sau variabile, utilizată frecvent pentru a identifica influențele multiple asupra unui fenomen. Analiza multifactorială în aprecierea calității serviciilor de transport public poate ajuta la înțelegerea modului în care diferite variabile (cum ar fi punctualitatea, accesibilitatea, costurile și satisfacția utilizatorilor etc.) influențează performanța generală sau percepția serviciilor.

2.4.2. Aprecierea calității serviciilor de transport public urban prin aplicarea metodei analizei componentelor principale

Pentru aprecierea calității serviciilor de transport public se propune aplicarea unei tehnici noi, de analiză multivariată, Analiza Componentelor Principale (Principal Component Analysis PCA) [106–108] în prelucrarea rezultatelor sondajelor pasagerilor, iar rezultatele obținute să fie apoi comparate cu cele ale interpretării clasice, cu scopul de a demonstra eficacitatea metodei propuse, și de a realiza un rezultat superior al interpretării obținute în varianta clasică. Cel mai des relațiile dintre factorii cauza și rezultatele analizate nu sunt reprezentate în mod explicit prin relații funcționale (vezi, de exemplu, în cazul logicilor neclasice [109]).

Analiza PCA poate fi efectuată extrem de rapid, cu obținerea unor diagrame calculate, ce pot da o înțelegere mult mai clară a factorilor care au o pondere mai mare pentru pasageri .

2.4.2.1. Descrierea succintă a metodei

În lucrare încercăm să folosim metoda analizei componentelor principale [16, 107, 108, 110–113] pentru a analiza datele sondajului satisfacției călătorilor sistemului de transport public din mun. Chișinău.

Motivul de bază pentru a alege metoda este că aceasta permite reducerea dimensionalității problemei (în cazul nostru de la 47 de parametri la alții mai puțini – pot fi 2, 3 sau 5). În cele ce urmează vom descrie pe scurt metoda care implică următorii pași:

1. Standardizarea datelor.
2. Calcularea matricei de covarianță.
3. Calculul valorilor proprii și vectorilor proprii ai matricei de covarianță.
4. Selectarea componentelor principale.
5. Proiectarea datelor pe un spațiu nou de coordonate.
6. Interpretarea rezultatelor.

2.4.2.2. *Standardizarea datelor*

Deoarece metoda analizei componentelor principale este sensibilă la scara datelor, este importantă standardizarea setului de date. Acest lucru asigură că toate variabilele contribuie în mod egal la analiză, indiferent de scalele lor originale. Astfel, pentru fiecare caracteristică se scade media ei și se împarte la abaterea medie pătratică, astfel încât fiecare caracteristică să aibă o medie 0 și o abatere standard 1, folosind formula:

$$z = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (2.37)$$

unde: x – valoarea originală;

μ – valoarea medie;

σ – abaterea medie pătratică.

Notă. Pentru a aplica standardizarea datelor, toate datele trebuie să aibă valori numerice (pentru a putea aplica formula (2.37) de mai sus). Dacă unele date nu sunt numerice, lor li se atribuie numere corespunzător sensului valorii nenumerice. Metoda nu poate fi aplicată dacă datele nu sunt comparabile.

2.4.2.3. *Calcularea matricei de covarianță*

Se știe că matricea de covarianță arată cât de corelate sunt variabilele între ele. Este esențială pentru înțelegerea relațiilor dintre variabilele din setul de date, deci, trebuie să calculăm matricea de covarianță a datelor standardizate. Dacă există un set de date $n \times p$ (cu n eșantioane și p variabile), matricea de covarianță $p \times p$ este o matrice unde fiecare element $C(i, j)$ reprezintă covarianța dintre variabilă i și variabilă j . Covarianța dintre două variabile X și Y este calculată prin formula:

$$Cov(X, Y) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \mu_X)(Y_i - \mu_Y) \quad (2.38)$$

În ecuația (2.38), μ_X reprezintă valoarea medie a eșantioanelor înregistrate X_i pentru variabila X , și μ_Y reprezintă valoarea medie a eșantioanelor înregistrate Y_i pentru variabila Y .

2.4.2.4. Calculul valorilor proprii și vectorilor proprii ai matricei de covarianță

Valorile proprii și vectorii proprii sunt utili în procesul de identificare a componentelor principale [114–117]. Vectorii proprii determină direcțiile noului spațiu caracteristic, iar valorile proprii arată cantitatea de varianță purtată în fiecare direcție [118, 119]. Vectorii proprii sunt componentele principale, iar valorile proprii corespunzătoare oferă cantitatea de varianță pe care o explică fiecare componentă.

Pentru a calcula valorile proprii și vectorii proprii din matricea de covarianță implică doi pași: calcularea valorilor proprii și vectorii proprii.

Determinarea valorilor proprii corespunzătoare λ se determină din ecuația:

$$C \cdot v = \lambda \cdot v \quad (2.39)$$

unde: C – matricea de covarianță;

v – vectorul propriu;

λ – valoarea proprie.

2.4.2.5. Selectarea componentelor principale

Valorile proprii indică variația pe care o explică fiecare componentă principală. De obicei, selectăm k vectorii proprii ce corespund celor mai mari valori proprii, care la rândul lor reprezintă componentele principale.

Scopul este de a păstra componentele care explică cea mai mare parte a variației (de obicei primele câteva componente).

2.4.2.6. Proiectarea datelor pe un spațiu nou de coordonate

În cele din urmă, proiectăm datele standardizate originale în noul spațiu de caracteristici, folosind componentele principale selectate. Noul set de date Z este calculat astfel:

$$Z = X \cdot W \quad (2.40)$$

unde: W – reprezintă matricea vectorilor proprii selectați.

2.4.2.7. Interpretarea rezultatelor

Datele transformate vor avea mai puține dimensiuni (componente principale), iar variația explicată de fiecare componentă principală poate ajuta la determinarea cantității de informație

reținută după reducerea dimensiunii spațiului. Datorită dimensiunii reduse se poate reprezenta grafic variația explicată sau variația cumulativă pentru a evalua câte componente principale trebuie păstrate.

2.5. Concluzii la capitolul 2

- Pentru cercetarea eficienței funcționării oricărui STP sunt utilizați indicii cantitativi prezentați în acest capitol, reieșind din modalitatea de determinare bazată pe metoda folosită în timpul cercetărilor.
- În acest capitol sunt prezentate principalele caracteristici tehnice ale parcului rulant utilizat în STPU, cu specificarea avantajelor și dezavantajelor acestora. Sunt prezentate caracteristici comparative ale diferitelor tipuri de mijloace de transport folosite în transportul public urban. Este de asemenea prezentată metodologia de determinare a indicilor tehnici de exploatare a mijloacelor de transport.
- Pentru efectuarea calculului indicatorilor rețelei rutiere este necesar a folosi relațiile prezentate, care vor permite să determinăm cât mai precis și corect indicatorii rețelei rutiere, reieșind din metoda de obținere a datelor statistice.
- Pentru determinarea experimentală a indicatorilor fluxurilor de călători sunt descrise cele mai răspândite metode de cercetare folosite în transportul public urban, cu specificarea avantajelor și dezavantajelor acestora. În procesul de cercetare va fi folosită metoda care va permite a colecta date statistice corecte.
- S-a stabilit caracteristica dependenței cererii în transportul public de numărul populației și de factorii care influențează mobilitatea acesteia.
- S-au stabilit indicii economici de bază ce caracterizează un STPU
- O atenție deosebită s-a acordat aprecierii calității serviciilor acordate de STPU, folosind atât metoda clasică tradițională, cât și un model matematic multifactorial prin aplicarea metodei Analizei Componentelor Principale (PCA).

3. STUDIUL SISTEMULUI DE TRANSPORT PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

3.1. Rezultatele sondajului pasagerilor

3.1.1. Scopul și modalitatea efectuării sondajului „Satisfacția pasagerilor față de serviciile de transport public din mun. Chișinău”

Scopul sondajului este de a determina calitatea percepută a serviciilor de transport public în municipiul Chișinău pentru o analiză ulterioară și furnizarea de recomandări pentru îmbunătățirea serviciilor de transport public [120].

Pentru ca un sondaj să fie reprezentativ, trebuie respectate următoarele condiții importante:

- dimensiunea eșantionului trebuie să fie suficient de mare pentru a oferi rezultate relevante și precise;
- eșantionul va reflecta diversitatea populației, ceea ce înseamnă se vor lua în considerare factorii: genul; vârsta; zona de interviuri (eșantionul va fi colectat din diferite părți ale municipiului, inclusiv zonele centrale și periferice, pentru a reflecta diversitatea rutelor și a nevoilor de transport);
- pentru ca sondajul să acopere atât rutele urbane, cât și cele suburbane, unele puncte de interviu vor fi plasate la stațiile de intrare în oraș.

Metodologia de eșantionare

Alegerea metodei de eșantionare are importanță pentru asigurarea reprezentativității pentru toate categoriile de pasageri, de aceea a fost selectată metoda *de eșantionare la punctele de contact – interviu la stațiile de transport public față în față*, ca fiind una din cele mai obiective metode pentru sondajul pasagerilor transportului public.

Realizarea sondajului s-a efectuat în 16 puncte, la stațiile de transport public interviu s-a efectuat pe ambele sensuri de circulație (figura 3.1).

În fiecare dintre cele 16 puncte de interviu sondajul s-a efectuat în două zile lucrătoare ale săptămânii.

Perioada efectuării sondajului 28 noiembrie 2022–02 decembrie 2022.

Pentru corectitudinea sondajului, fiecare zi de sondaj a fost împărțită în trei perioade în care urma să se completeze un număr egal de anchete:

- dimineața „orele de vârf”: 6³⁰-10⁰⁰;
- amiaza interval 10⁰⁰-16⁰⁰;

Pentru a calcula marja de eroare pentru un eșantion de 2084 de persoane dintr-o populație finită, putem folosi formula pentru marja de eroare [121, 122]:

$$e = Z \cdot \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (3.1)$$

unde: Z – scorul pentru nivelul de încredere (de exemplu, 1,96 pentru un nivel de încredere de 95%);

p – proporția estimată (de obicei 0,5 pentru a maximiza marja de eroare);

n – dimensiunea eșantionului (2084);

e – marja de eroare pe care o calculăm.

Calcularea marjei de eroare pentru o populație foarte mare

Calculăm inițial marja de eroare fără ajustare pentru populația finită, considerând o populație foarte mare:

$$e = 1,96 \cdot \sqrt{\frac{0,5(1-0,5)}{2084}} = 0,02145$$

Marja de eroare este aproximativ 2,15%.

Ajustarea pentru populația mun. Chișinău (Tabelul 1.2) la momentul efectuării sondajului

Dacă populația este de 874089 de locuitori, ajustăm marja de eroare pentru populația finită folosind următoarea formulă:

$$e_{fin} = e \cdot \sqrt{\frac{N-n}{N-1}} \quad (3.2)$$

unde: e – marja de eroare calculată anterior (2,145%);

N – populația totală (874089 persoane);

n – dimensiunea eșantionului (2084 persoane).

$$e_{fin} = 0,02145 \cdot \sqrt{\frac{874089-2084}{874089-1}} \approx 0,0246$$

Deci, marja de eroare ajustată în dependență de numărul de locuitori și un eșantion de 2084 persoane este de aproximativ 2,46%.

Rezultatele sondajului arată că din totalul de 2084 persoane, 45,2% sunt femeii și 54,8% bărbați. Participanții au fost împărțiți în 7 categorii de vârstă, începând de la vârsta de 12 ani.

Din totalul respondenților, 69,1% alcătuiesc locuitorii orașului, 30,9% - locuitorii suburbiilor și oaspeții capitalei.

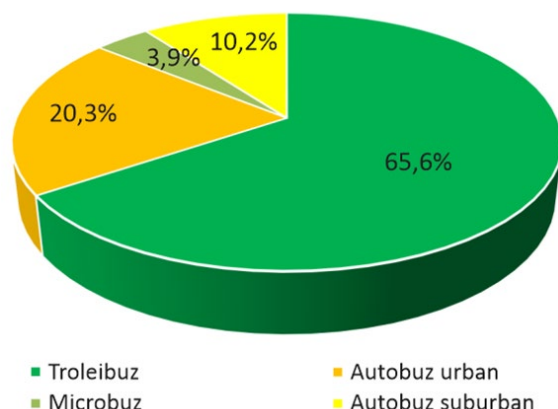


Figura 3.2 Repartizarea respondenților după tipul mijlocului de transport public folosit

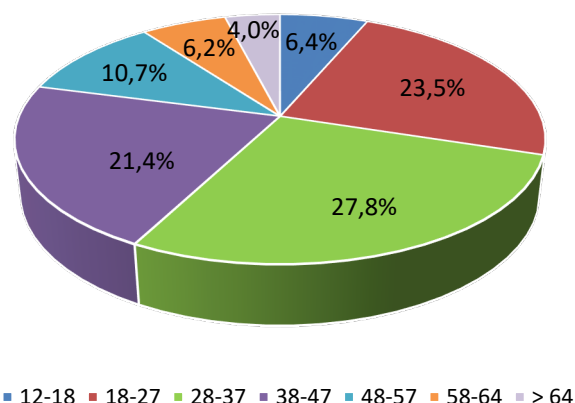


Figura 3.3 Repartizarea respondenților după categoria de vârstă

Din figura 3.2 se observă ca marea majoritate, 83,4% de respondenți, reprezintă populația activă.

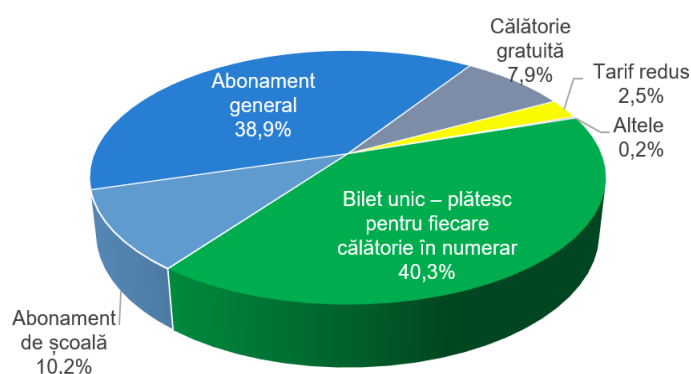


Figura 3.4 Repartizarea respondenților după metoda de plată pentru călătorie

Din figura 3.4 se observă că o mare parte din călători preferă să achite fiecare călătorie, circa 40,3%, ceea ce solicită suplimentar taxatorii, care până la moment sunt amplasați în mijloacele de transport și se menține acest servicii solicitat. De transport gratuit profită circa 7,9% ce confirmă și datele operatorilor de transport public incluse în tabelele 1.7 și 1.9.

Un alt indicator important care determină rezultatele sondajului pasagerilor în aspectul folosirii serviciilor de transport public este cât de des pasagerii folosesc transportul public sau periodicitatea de folosire a transportului public.

Datele reprezentate în figura 3.5 arată că majoritate pasagerilor, și anume, 67,7% dintre locuitorii chestionați, folosesc transportul public 5–7 zile pe săptămână.

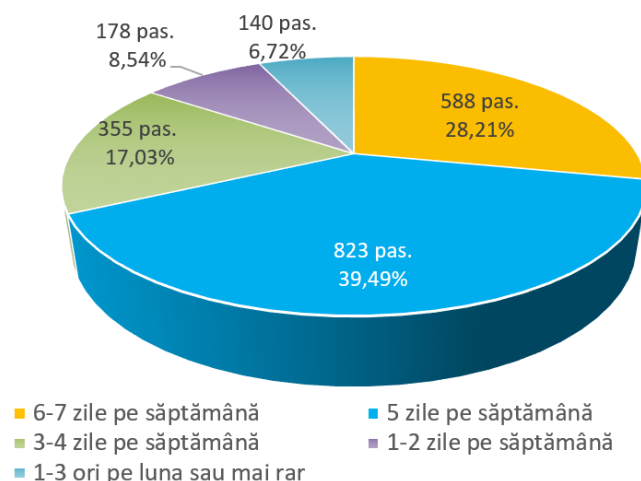


Figura 3.5 Repartizarea respondenților după periodicitatea de folosire a transportului public

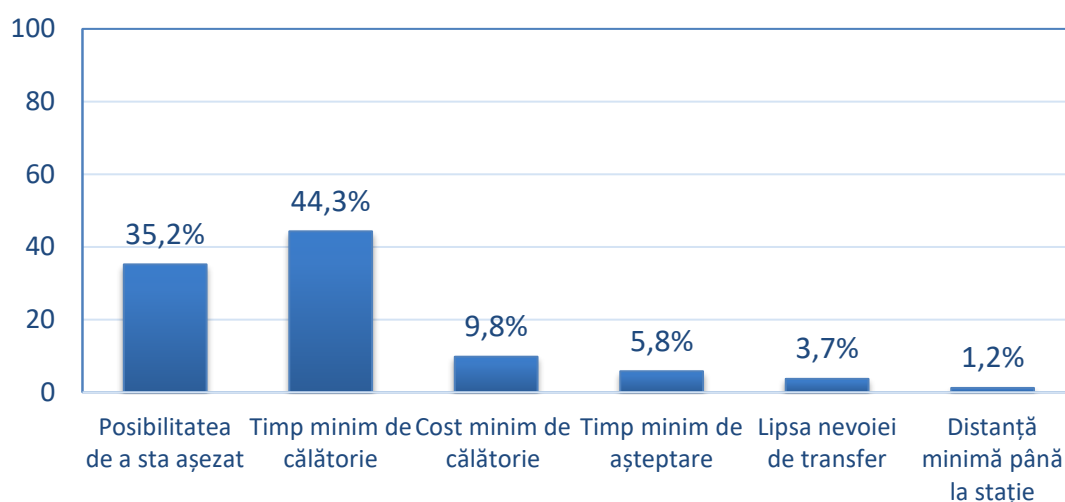


Figura 3.6 Repartizarea respondenților după criteriile de alegere a transportului public

În figura 3.6 este reprezentată ponderea celor mai importanți criterii de selectare a transportului public pentru deplasare. Analizând această figură, putem trage concluzia că patru dintre criteriile de selectare a transportului public pentru deplasare sunt direct sau indirect legați de timpul petrecut în deplasare. Împreună, acești factori însumează 55,0%, un procent considerabil mai mare decât următorul factor important (posibilitatea de a sta așezat – 35,2%), ce caracterizează confortul călătoriei. Al treilea factor semnificativ, legat de costul călătoriei, are un impact mult mai redus comparativ cu primii doi, reprezentând doar 9,8% din importanța totală a tuturor factorilor.

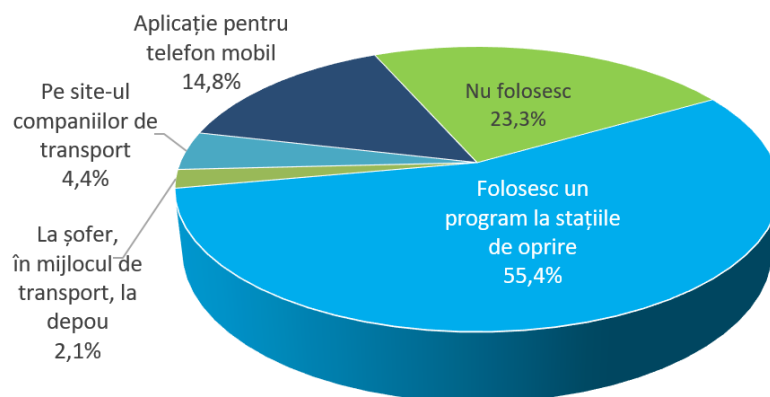


Figura 3.7 Repartizarea respondenților după sursa de informare despre rutele și orarele transportului public

Figura 3.7 arată că un mare număr din respondenți, circa 55,4%, folosesc metoda de obținere a informației la stațiile de oprire a transportului public, ceea ce pe de o parte obligă a amenaja stațiile conform cerințelor actuale cu panouri informative care ar reda informația corectă și actuală, de obicei online [123, 124]. Și un mic procent de 14,8 % care obțin informația online de pe telefonul mobil arată o dezvoltare slabă a plasării informației în regim online, deși majoritatea transportului public este dotat cu monitorizare prin GPS.

Evaluarea calității serviciilor de transport public efectuată în timpul anchetării, cum se observă din anchete (anexa A1.1, A1.2), s-a axat pe mai multe direcții cum ar fi:

- evaluarea diferitor aspecte informaționale legate de transportul public;
- evaluarea nivelului de satisfacție față de stațiile de transport public;
- evaluarea nivelului de satisfacție față de mijlocul de transport public în timpul călătoriei pe ruta cea mai des folosită.

În pofida faptului că sondajul direct al pasagerilor este relativ obiectiv și depinde adesea de mai mulți factori cum ar fi: formularea întrebărilor, cercetătorul, perioada zilei de efectuare a sondajului etc., totuși, acesta permite să tragem o concluzie despre nivelul de satisfacție față de organizarea și performanța activității transportului urban public, fiind apreciat cu calificativul de la 0–5, folosind în continuare termenii de la „foarte nemulțumit” la „foarte mulțumit”.

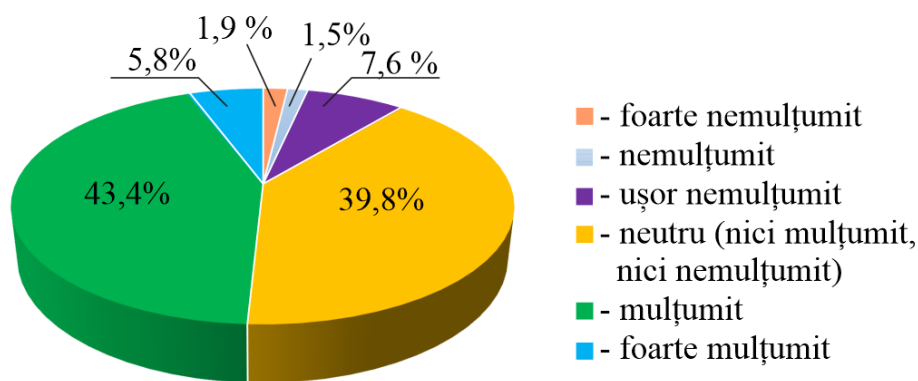


Figura 3.8 Nivelul de satisfacție al respondenților față de furnizarea informației despre orarul transportului public în ansamblu

Rezultatele sondajului care ar reprezenta satisfacția respondenților pentru diferite aspecte informaționale cum ar fi: disponibilitatea orarului corect de transport public în stații; ușor de citit și de înțeles orarul rutelor de transport public în stații; informații publice disponibile pe monitoarele electronice din transportul public; aplicații mobile disponibile și respectarea efectivă a orarului de transport public stabilit, sunt analizate în [101].

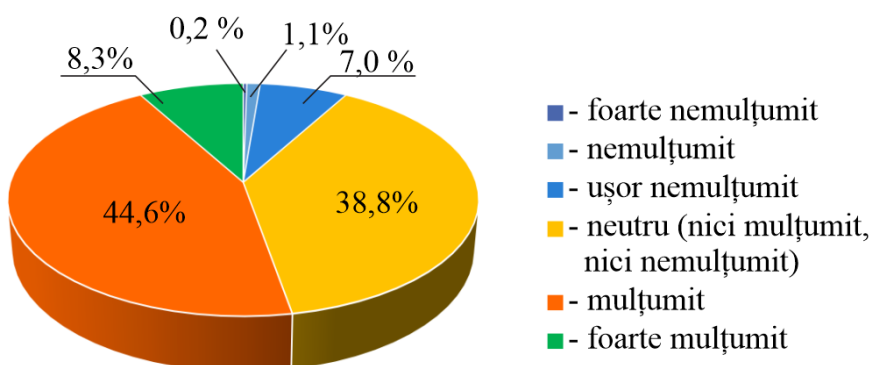


Figura 3.9 Nivelul de satisfacție al respondenților față de stațiile de transport public (iluminarea, curățenia, protecție condiții meteo, prezența scaunelor, starea trotuarului, aglomerația)

Rezultatele sondajului care ar reprezenta satisfacția respondenților față de stațiile de transport public în ce privește următoarele aspecte: iluminarea; curățenia; oportunitatea de a te ascunde de ploaie și vânt; posibilitatea de a sta așezat; starea trotuarului; aglomerație de pasageri în timpul așteptării, sunt analizate în [101].

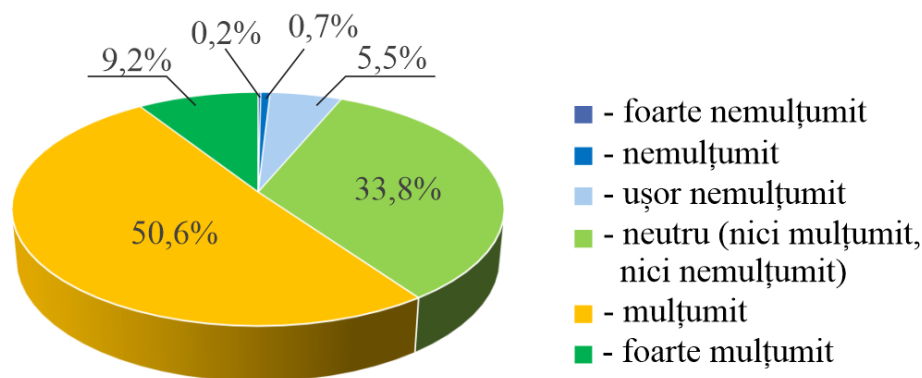


Figura 3.10 Nivelul de satisfacție al respondenților față de mijlocul de transport (aglomerația, curățenia, confortul în interior, temperatura din salon iarna/vara, iluminarea, comoditatea urcării și coborârii)

Rezultatele sondajului care ar reprezenta satisfacția respondenților față de călătoria în mijlocul de transport în ce privește următoarele aspecte: ocuparea salonului mijlocului de transport public; mersul lin cu transportul public; confort în interiorul autovehiculului; temperatura din interiorul cabinei iarna; temperatura din interiorul cabinei vara; calitatea și nivelul de iluminare al cabinei; comoditatea urcării și coborârii din transportul public (aplicând forța fizică), sunt analizate în [101] și reprezentate în anexe.

În continuare, prezentăm datele despre satisfacția respondenților față de rețeaua de rute de transport public pentru diferite tipuri de mijloace de transport.

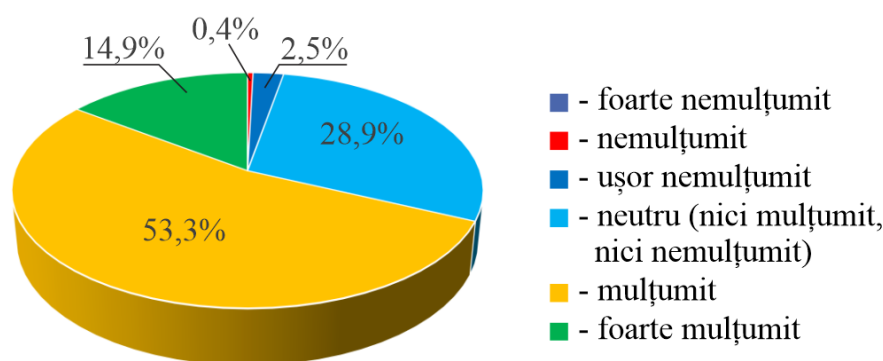


Figura 3.11 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de troleibuze (au răspuns 1792 respondenți)

Rezultatele cuprind numai satisfacția respondenților care utilizează aceste mijloace de transport, și anume, pe următoarele aspecte:

- abilitatea de a ajunge oriunde și în orice moment în orice parte a orașului;
- distanța până la cea mai apropiată stație de transport public;
- timpul pe care îl petreceți apropiindu-vă (părăsind) de un punct de oprire;

- numărul de rute disponibile.

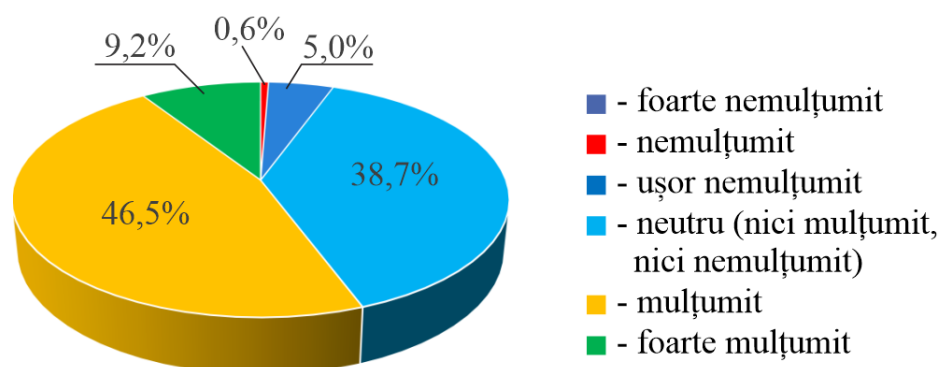


Figura 3.12 Satisfacția respondenților față de rețeaua rutelor de autobuze urbane
(au răspuns 1330 respondenți)

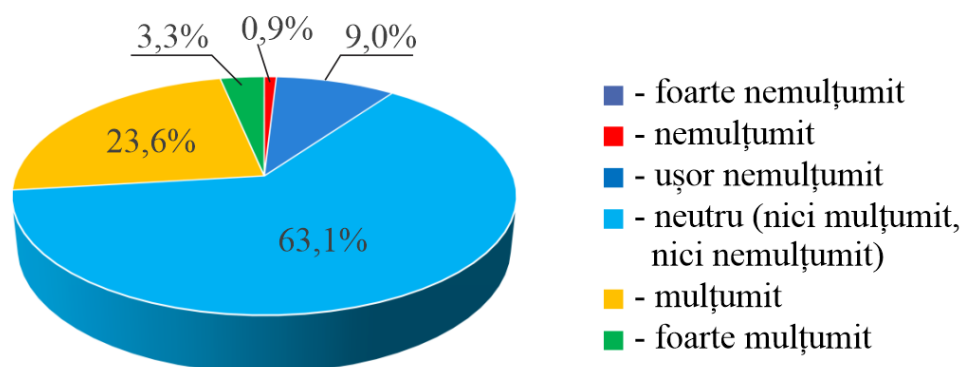


Figura 3.13 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de autobuze suburbane (au răspuns 877 respondenți)

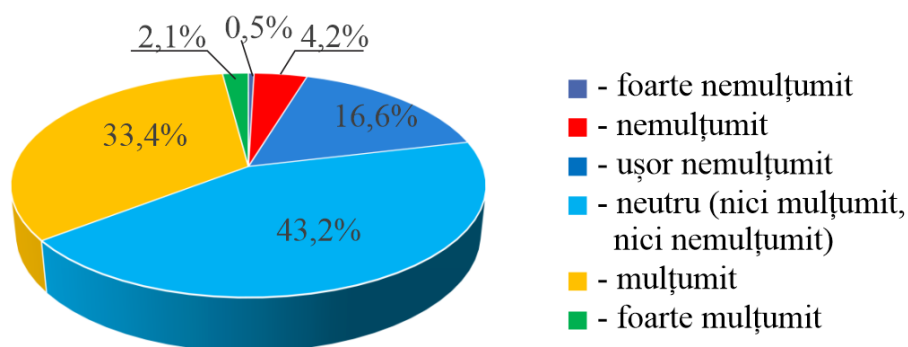


Figura 3.14 Nivelul de satisfacție al respondenților față de rețeaua rutelor de microbuze
(au răspuns 874 respondenți)

3.2. Prelucrarea datelor sondajului pasagerilor prin metoda „Analiza componentelor principale”, PCA

Analizând datele, se observă că unele coloane conțin date nenumерice. Acestea sunt legate de sexul respondentului, de intervalul de vârstă al respondentului, de locul de trai, cât de des folosește transportul public de către respondent și satisfacția generală a respondentului cu transportul public. Aplicăm următoarea transformare datelor: pentru fiecare astfel de coloană cu date nenumерice, schimbăm valoarea cu una numerică adecvată, așa cum se notează mai jos:

Sexul respondentului:

- Feminin → 0
- Masculin → 1

Vârsta respondentului:

- 12-18 → 1
- 18-27 → 2
- 28-37 → 3
- 38-47 → 4
- 48-57 → 5
- 58-64 → 6
- > 64 → 7

Respondentul locuiește în Chișinău sau în suburbie:

- Chișinău → 0
- Suburbie → 1

În general, sunteți mulțumit de activitatea transportului public din municipiul Chișinău?

Cât de des folosește respondentul transportul public:

- Mulțumit, dar există comentarii → 3;
- Absolut nemulțumit → 1;
- Absolut mulțumit → 4.

Aceste transformări au fost efectuate folosind un program elaborat în limbajul de programare Python [125], prezentat în articol, datele fiind stocate într-un fișier excel [126].

Pentru a aplica metoda PCA la datele primare, acestea trebuie standardizate (p. 2.4.2.2) pentru a avea toate datele ca valori numerice.

După acest pas, folosind programul elaborat în limbajului de programare Python, au fost standardizate datele.

Apoi, conform metodei PCA, se calculează matricea de covariație, folosind librăria *pandas* din Python. Pentru calcularea valorilor proprii și a vectorilor proprii pentru matricea de covariație se folosește librăria *numpy* din Python. În rezultatul calculelor au fost identificate cele mai importante 10 componente principale incluse în tabelul 3.2 împreună cu ponderea variației corespunzătoare.

Tabelul 3.2. Primele 10 valori proprii ale matricei de covarianță și importanța lor în explicarea varianței datelor

Nr. d/o	Valoarea valorii proprii	Varianța explicată, %	Varianța explicată cumulativă, %
1	10,27404491	21,85	21,85
2	3,589577401	7,63	29,48
3	2,973504444	6,32	35,80
4	2,286543124	4,86	40,66
5	2,150963809	4,57	45,24
6	1,84612014	3,93	49,16
7	1,81918762	3,87	53,03
8	1,583324077	3,37	56,40
9	1,337555732	2,84	59,24
10	1,151848884	2,45	61,69

Varianța explicată oferă informația despre ponderea fiecărei componente principale (asociată cu fiecare valoare proprie) din setul de date. Astfel, rezultatele pot fi interpretate în felul următor:

- *valoarea proprie* - reprezintă cantitatea de variație captată de componenta principală corespunzătoare (o direcție în spațiul caracteristicilor). O valoare proprie mai mare indică faptul că componenta principală corespunzătoare captează o parte mai mare a variației datelor;

- *variația explicată (%)* - arată proporția din variația totală din setul de date care este explicată de fiecare componentă principală. De exemplu, prima componentă principală captează 21,85% din variația totală, iar a doua componentă captează 7,63%.

Conform rezultatelor, obținem următoarele interpretări ale datelor:

- *reducerea dimensiunii*. Componentele principale cu cea mai mare varianță explicată sunt cele mai semnificative. Pentru a reduce dimensionalitatea, este posibil să păstrăm doar componentele care explică cea mai mare parte a variației. De exemplu, primele 5 componente explică peste 45% din variație, astfel reducând dimensionalitatea la 5 componente, păstrând în același timp o cantitate semnificativă de informație;

- *variația cumulativă*. Ajută să selectăm un număr rezonabil de componente principale care explică suficient de bine variația totală. Dacă avem nevoie de 60% din variația explicată, putem păstra doar componentele ce sunt necesare pentru a atinge acest prag. În cazul de față, primele 10

caracteristici sunt responsabile pentru cel puțin 61,69% din variație, iar primele 6 caracteristici explică puțin mai mult de 49% din variație (Figura 3.15).

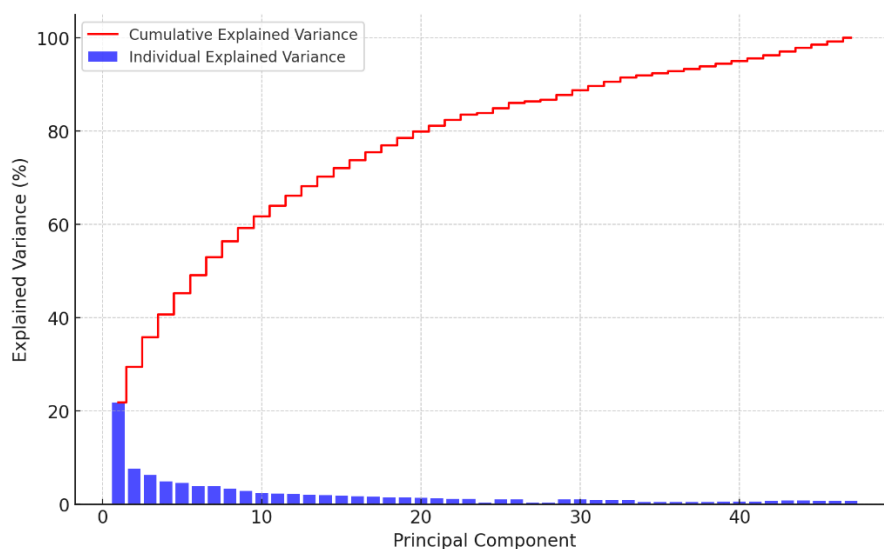


Figura 3.15 Variația explicată în funcție de componentele principale

Datele obținute pot fi proiectate în spațiul definit de primele două componente principale (Figura 3.16).

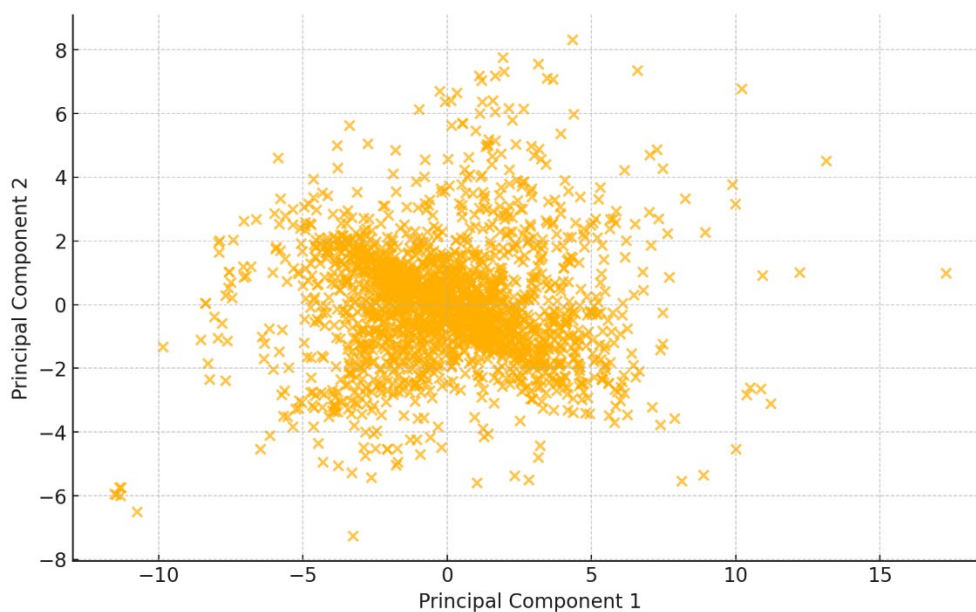


Figura 3.16 PCA – primele două componente principale

În acest mod pot fi analizate datele, fiind proiectate pe oricare 2–3 componente principale selectate.

De asemenea, pot fi analizați factorii care determină comportamentul componentelor principale conform tabelului 3.3.

Tabelul 3.3. Caracteristici importante ale primelor trei componente principale

Nr.	PC1 Top caracteristici	PC1 valoarea	PC2 Top caracteristici	PC2 valoarea	PC3 Top caracteristici	PC3 valoarea
1	Satisfacția generală față de stațiile de transport	0,2248	Rețeaua de rute microbuz - satisfacția generală	0,3383	Rețeaua de rute troleibuz - satisfacția generală	0,2590
2	Satisfacția generală în timpul călătoriei	0,2232	Rețeaua de rute microbuz - timpul pentru a ajunge la stație	0,3253	Aplicații mobile disponibile	0,2590
3	În timpul călătoriei - intrarea și ieșirea din transportul public (aplicând forță fizică)	0,1939	Rețeaua de rute microbuz - se poate ajunge oriunde și oricând	0,3161	Satisfacția față de furnizarea de informații despre orarul transportului public în ansamblu? (disponibilitate orar, simplu de înțeles, informații publice pe monitoare, aplicații).	0,2523
4	Satisfacția față de furnizarea de informații despre orarul transportului public în ansamblu? (disponibilitate orar, simplu de înțeles, informații publice pe monitoare, aplicații).	0,1904	Rețeaua de rute microbuz - numărul de rute disponibile	0,3082	Informații publice disponibile pe monitoarele electronice din transportul public	0,2395
5	Satisfacție de stații relativ la oferirea de locuri de așezat	0,1902	Rețeaua de rute microbuze - distanța până la stația cea mai apropiată	0,2778	Rețeaua de rute troleibuz - distanța până la stația cea mai apropiată	0,2375

S-au identificat cele mai importante caracteristici pentru primele trei componente principale (PC1, PC2 și PC3): pentru fiecare componentă, caracteristicile cu cele mai mari ponderi care contribuie cel mai mult la acea componentă principală.

PC1: influențat în primul rând de factorii generali de satisfacție legați de stațiile de transport și ușurința de intrare și ieșire în timpul călătoriei.

PC2: strâns legat de satisfacția cu rutele de microbuz, inclusiv disponibilitatea rutelor, timpul de călătorie și distanța până la stații.

PC3: în mare parte determinat de satisfacția față de rutele de troleibuz și de aplicațiile mobile disponibile, împreună cu disponibilitatea informațiilor publice.

De asemenea, putem să obținem și o hartă termică (heatmap) pentru primele 5 componente principale (Figura 3.17). Intensitatea culorii indică contribuția (pozitivă sau negativă) a fiecărei caracteristici la componenta principală respectivă. Aceasta ajută la vizualizarea caracteristicilor ce influențează puternic fiecare componentă.

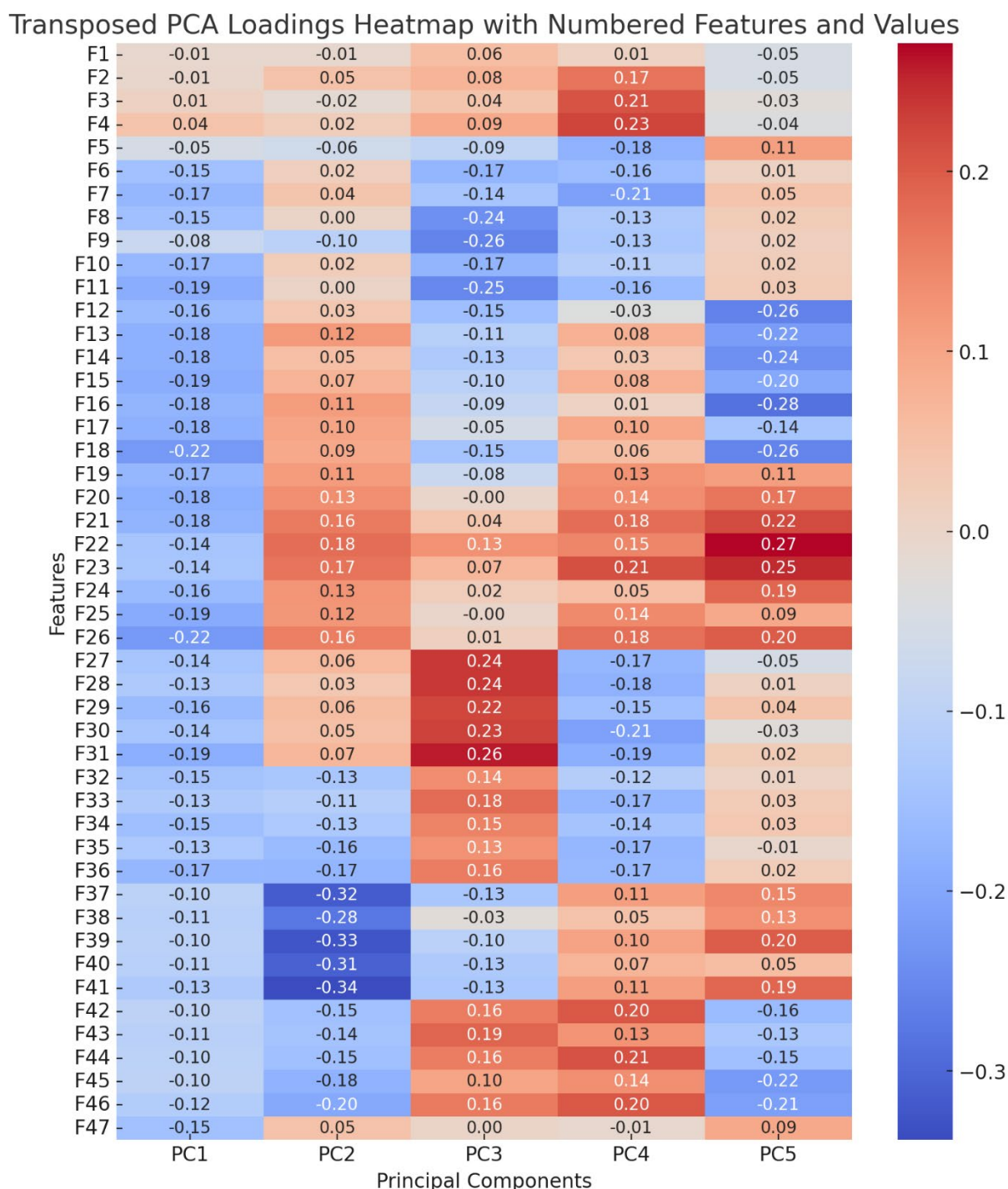


Figura 3.17 Harta termică a încărcărilor pentru primele 5 componente principale

Caracteristicile F1...F47 sunt enumerate mai jos:

F1 = Genul respondentului.

F2 = Vârsta respondentului.

F3 = Locuiește în Chișinău sau în suburbie.

F4 = Ce tip de transport public folosește.

F5 = Cat de des folosește transportul public.

F6 = Disponibilitatea orarului corect de transport public în stații.

F7 = Ușor de citit și de înțeles orarul rutelor de transport public în stații.

F8 = Informații publice disponibile pe monitoare electronice din transport public.

F9 = Aplicații mobile disponibile.

F10 = Respectarea efectivă a orarului de transport public stabilit.

F11 = Satisfacția față de furnizarea de informații despre orarul transportului public în ansamblu (disponibilitate orar, simplu de înțeles, informații publice pe monitoare, aplicații).

F12 = Satisfacție de stații relativ la iluminare.

F13 = Satisfacție de stații relativ la curățenie.

F14 = Satisfacție de stații relativ la oferire de adăpost.

F15 = Satisfacție de stații relativ la oferirea de locuri de așezat.

F16 = Satisfacție de stații relativ la starea trotuarului din zonă.

F17 = Satisfacție de stații relativ la aglomerația de pasageri.

F18 = Satisfacția generală față de stațiile de transport.

F19 = În timpul călătoriei – ocuparea salonului.

F20 = În timpul călătoriei – mersul lin.

F21 = În timpul călătoriei - confort în salonul automobilului.

F22 = În timpul călătoriei - temperatura din interiorul salonului iarna.

F23 = În timpul călătoriei - temperatura din interiorul salonului vara.

F24 = În timpul călătoriei - calitatea și nivelul de iluminare al salonului.

F25 = În timpul călătoriei - intrarea și ieșirea din transportul public (aplicând forță fizică).

F26 = Satisfacția generală în timpul călătoriei.

F27 = Rețeaua de rute troleibuz - se poate ajunge oriunde și oricând.

F28 = Rețeaua de rute troleibuz - distanța până la stația cea mai apropiată.

F29 = Rețeaua de rute troleibuz - timpul pentru a ajunge la stație.

F30 = Rețeaua de rute troleibuz - numărul de rute disponibile.

F31 = Rețeaua de rute troleibuz - satisfacția generală.

F32 = Rețeaua de rute autobuz urban - se poate ajunge oriunde și oricând.

- F33 = Rețeaua de rute autobuz urban - distanța până la stația cea mai apropiată.
 F34 = Rețeaua de rute autobuz urban - timpul pentru a ajunge la stație.
 F35 = Rețeaua de rute autobuz urban - numărul de rute disponibile.
 F36 = Rețeaua de rute autobuz urban - satisfacția generală.
 F37 = Rețeaua de rute microbuz - se poate ajunge oriunde și oricând.
 F38 = Rețeaua de rute microbuz - distanța până la stația cea mai apropiată.
 F39 = Rețeaua de rute microbuz - timpul pentru a ajunge la stație.
 F40 = Rețeaua de rute microbuz - numărul de rute disponibile.
 F41 = Rețeaua de rute microbuz - satisfacția generală.
 F42 = Rețeaua de rute autobuz suburban - se poate ajunge oriunde și oricând.
 F43 = Rețeaua de rute autobuz suburban - distanța până la stația cea mai apropiată.
 F44 = Rețeaua de rute autobuz suburban - timpul pentru a ajunge la stație.
 F45 = Rețeaua de rute autobuz suburban - numărul de rute disponibile.
 F46 = Rețeaua de rute autobuz suburban - satisfacția generală.
 F47 = Satisfacția generală față de transportul public din Chișinău.

În concluzie, la aplicarea metodei analizei componentelor principale pentru aprecierea calității serviciilor acordate de STPU se poate menționa: rezultatele arată că nu există un set unic de factori care să aibă o influență mare asupra satisfacției generale a utilizatorilor transportului public din municipiul Chișinău. În același timp, metoda PCA ajută la identificarea dintre cei 47 de factori luați în considerație a mixurilor care au un impact semnificativ asupra satisfacției generale. Aceste mixuri sunt colectate în primele 5 componente principale identificate. Metoda multifactorială poate ajuta factorii de decizie din administrația municipalității să ia în considerare politicile cele mai adecvate pentru a crește calitatea serviciilor sistemului de transport public.

3.3. Rezultatele studiului fluxului de pasageri

3.3.1. Determinarea cererii și volumului de transport

3.3.1.1. Determinarea cererii de transport

Pe baza modelului gravitațional [127, 128] și a datelor statistice privind populația municipiului Chișinău [40], împreună cu informațiile privind rețeaua rutieră furnizate de DGMU, a fost elaborată matricea „Origine–Destinație” pentru municipiu, în scopul estimării cererii de transport. Graficul cererii de transport pentru orașul Chișinău este reprezentat în figura 3.18, pentru suburbii în figura 3.19.

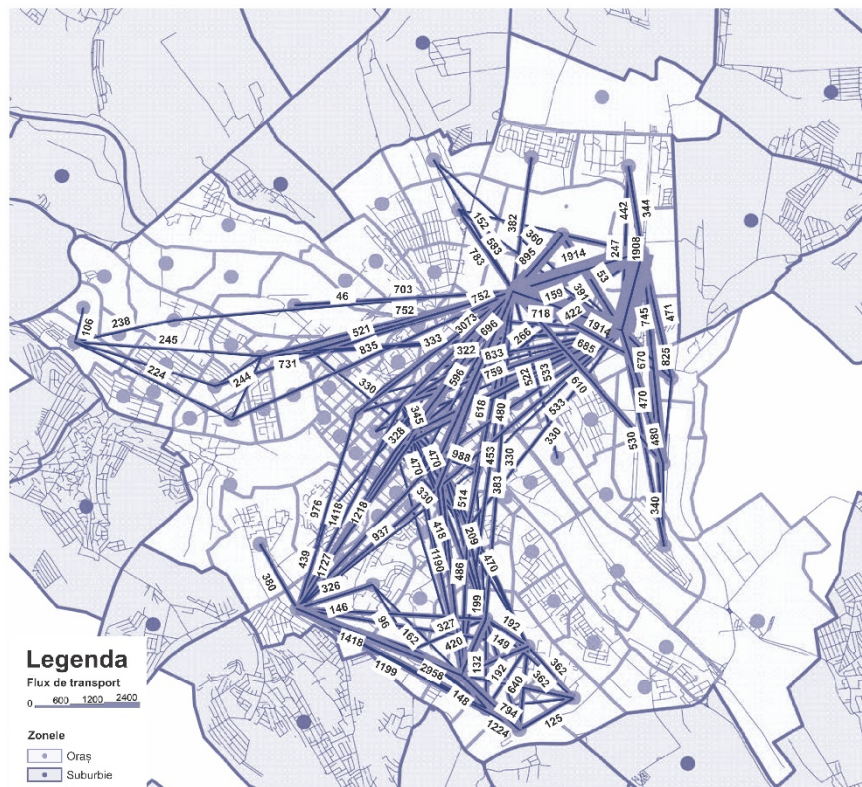


Figura 3.18 Graficul cererii de transport în rețea pentru zonele urbane

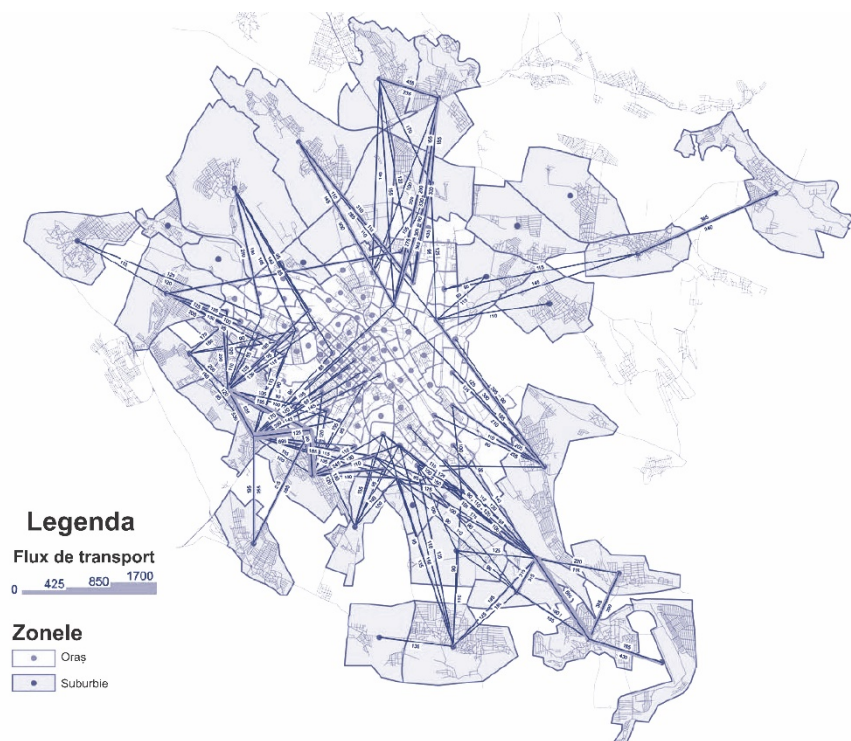


Figura 3.19 Graficul cererii de transport în rețea pentru zonele suburbane ale orașului

3.3.2. *Determinarea volumului de transport*

Scopul și metoda de determinare a volumului de pasageri

Scopul analizei fluxului de pasageri constă în determinarea numărului de pasageri transportați de către mijloacele de transport în comun în municipiul Chișinău pentru analiza ulterioară și furnizarea de recomandări privind îmbunătățirea serviciilor de transport public.

Metoda de efectuarea a cercetărilor - metoda tabelară cu amplasarea persoanelor nemijlocit în mijlocul de transport și înregistrarea pasagerilor care intră și coboară la fiecare stație (Figura 3.20).

Scopul constă în metodologia de evaluare a matricei de corespondență a pasagerilor prin datele despre pasagerii care intră sau coboară din transportul urban de pasageri la stațiile de transport public.

Această metodă de formarea a matricei de corespondență a pasagerilor este utilizată pe scară largă în planificarea și modelarea transporturilor din zonele urbane.

Metodologia permite estimarea cantitativă a cererii de călătorie între opririle transportului public, analiza rutelor existente din punct de vedere al eficienței în exploatare a materialului rulant, precum și soluțiile pentru îmbunătățirea funcționării acestuia.

Perioada de efectuare a cercetărilor 05.12.2022–09.12.2022.

Pentru corectitudinea efectuării cercetărilor, fiecare zi a fost împărțită în trei perioade:

- dimineața „orele de vârf”: 6³⁰-10⁰⁰;
- amiaza interval: 10⁰⁰-16⁰⁰;
- seara „orele de vârf”: 16⁰⁰-19⁰⁰.

Au fost examinate 31 rute de troleibuz, 24 rute de autobuz și 22 rute de microbuz:

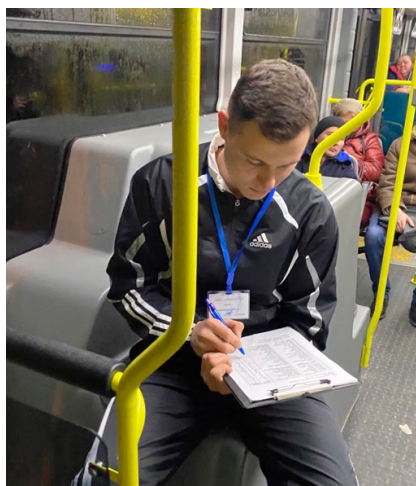


Figura 3.20 Efectuarea analizei fluxului de pasageri în mijlocul de transport (foto de autor)

E de menționat că datele privind caracteristicile tehnice ale rutelor sunt incluse în anexele A2.1–A2.3. Lungimea rutelor, planurile operaționale de transport public, orarele de circulație și alte date tehnice au fost prezentate de DGMU al primăriei mun. Chișinău și de la operatorii de transport [129, 130], fișele pentru cercetări au fost pregătite de executant.

Rezultatele cercetărilor sunt reprezentate grafic sub formă de cartograme ale traficului de pasageri aplicată pe rețeaua de transport public.

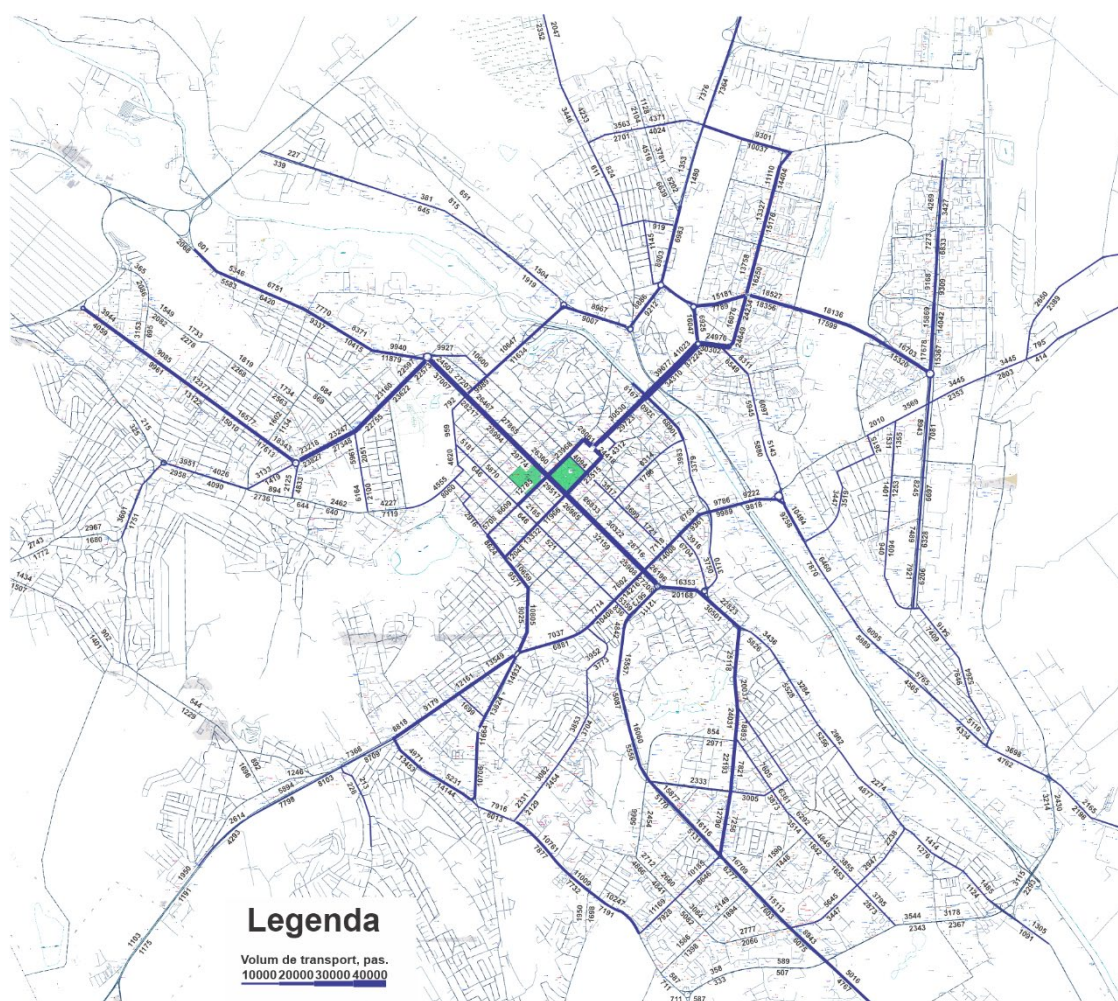


Figura 3.21 Volumul de transportare interstații conform calculului efectuat

Din rezultate obținem date ale rețelei de transport.

Tabelul 3.4. Lungimea totală a rețelei rutiere (decembrie 2022)

Nr.	Tipul mijlocului de transport	Lungimea rețelei rutiere
1	Troleibuz	688,0 km
2	Autobuz	807,8 km
3	Microbuz	629,3 km
	Total	2125,1 km

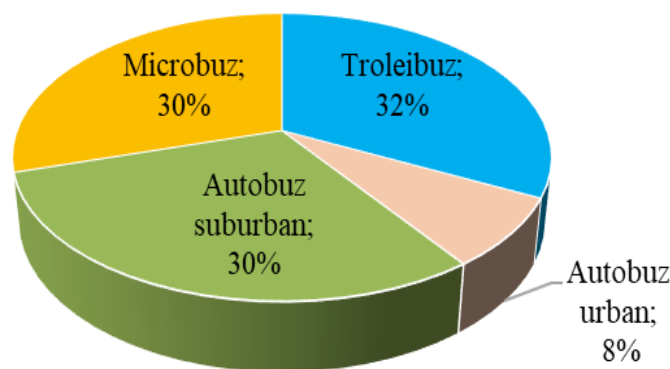


Figura 3.22 Distribuirea lungimii rețelei rutiere după modul de transport, km

Conform datelor de mai sus (Tabelul 3.4) și cele expuse în p. 1.5., coeficientul de densitate a rețelei de transport public (2.26) pentru mun. Chișinău constituie:

$$K_d = \frac{2125,1}{571,6} = 3,72 \text{ km} / \text{km}^2$$

Conform cerințelor actuale și cercetărilor în domeniu [131], K_d , pentru municipii de dimensiuni medii (0,5 – 1 mil. locuitori) are valorile 2–4 km/km².

Un alt indicator este coeficientul de ramificare a rețelei de transport public (2.29), pentru mun. Chișinău acesta constituind:

$$K_R = \frac{2125,1}{1116,9} = 1,9 \text{ km} / \text{km}$$

Acesta corespunde valorilor pentru orașele medii și indică faptul că există numărul minim necesar de legături directe între microraiioanele/orașele/satele din municipiul Chișinău.

Coeficientul de coliniaritate a rețelei existente de rute pentru orașul Chișinău constituie $K_{col} = 1,38 \text{ km/km}$, pentru municipiu – $K_{col} = 1,5 \text{ km/km}$. Acest coeficient caracterizează proporția de mișcare a populației cu minimum de cheltuieli în timp.

Determinarea volumului de transport pentru interstații s-a efectuat prin metoda tabelară (p. 2.2).

În urma analizei volumului de transport se constată că volumul maxim de transport revine rutelor de troleibuz – circa 72%, urmate de rutele de autobuz suburban – 11%, autobuz urban – 9% și microbuz – 8%. Volumul total de transport reflectă nivelul cererii pentru serviciile de transport public (figura 3.23).

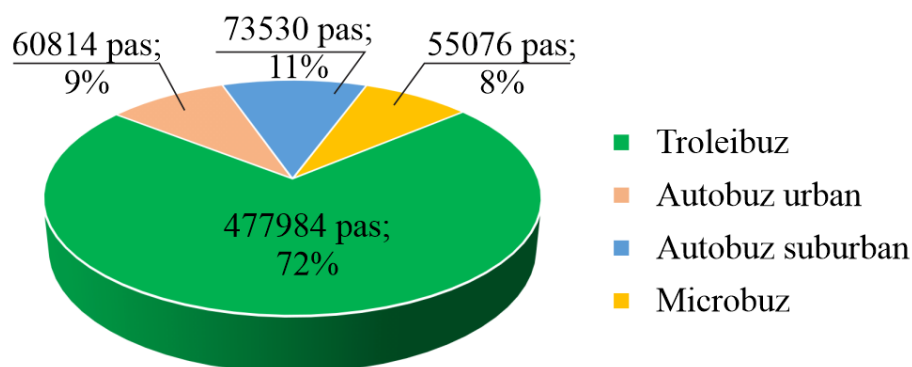


Figura 3.23 Distribuirea volumului zilnic de transportare în dependență de tipul mijlocului de transport, pas.

Alte rezultate ale cercetărilor sunt incluse în anexele A3.1–A3.3.

Un alt indice care caracterizează eficiența rețelei rutiere este coeficientul de neuniformitate a fluxurilor de pasageri pe lungimea rutei care reprezintă raportul dintre numărul maxim de pasageri transportați pe rută și numărul mediu de pasageri transportați pe rută [49,132,133].

Pentru orașele de dimensiuni medii, coeficientul de neuniformitate a fluxurilor de pasageri pe lungimea rutei este de 1,5–2,0.

În urma studiului fluxului zilnic de pasageri pe rute s-au obținut următorii coeficienți de neuniformitate a fluxurilor de pasageri (figura 3.24-3.26):

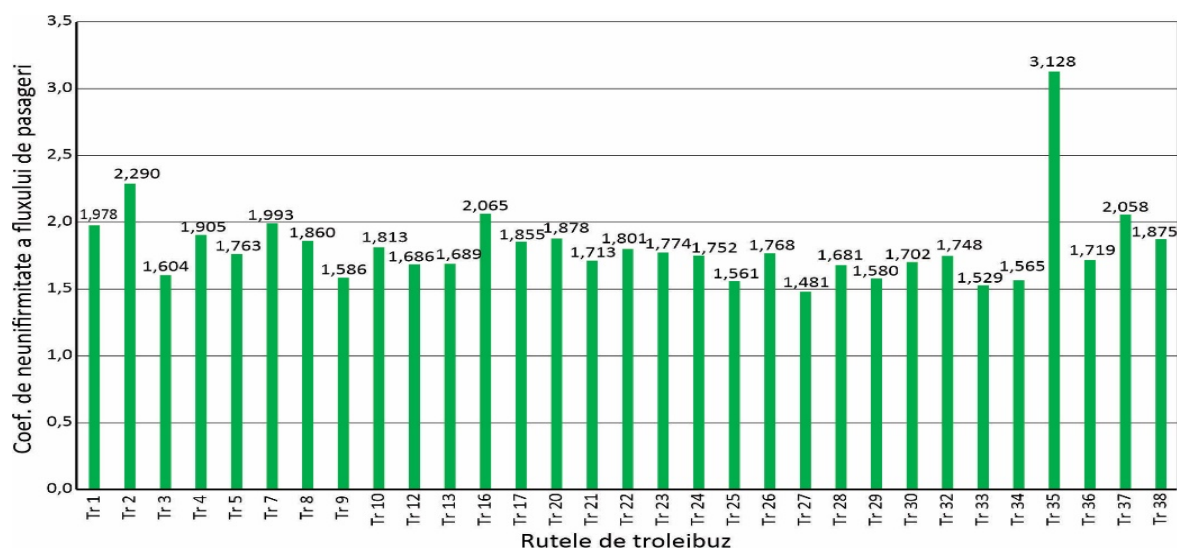


Figura 3.24 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei pentru rutele de troleibuze

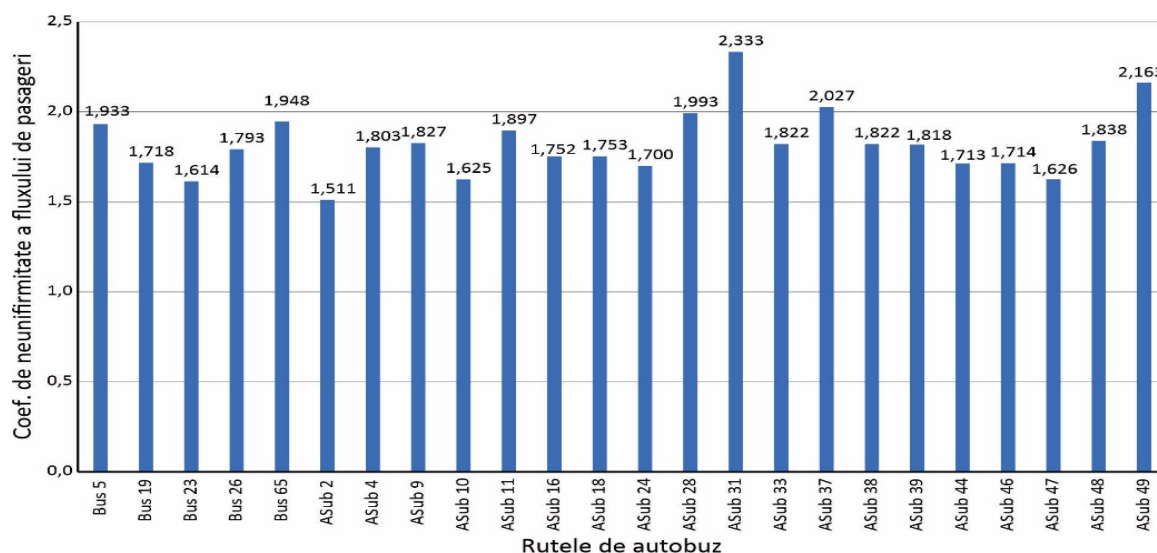


Figura 3.25 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei pentru rutele suburbane și urbane de autobuze

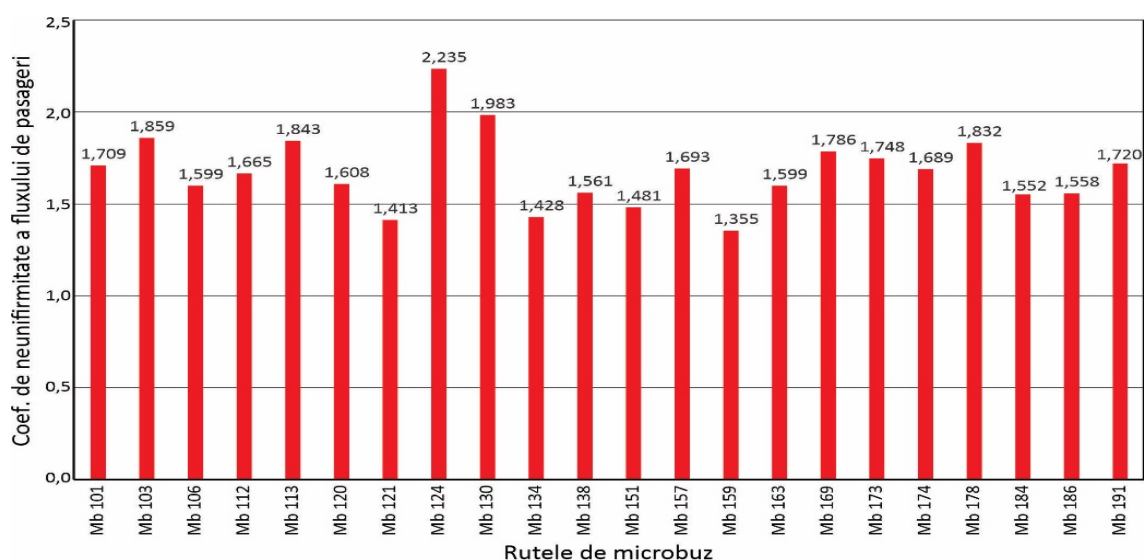


Figura 3.26 Coeficientul de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei pentru rutele de microbuze

Aceste valori arată că unele dintre rute au diferența de încărcare între sensurile de mers relativ redusă, în timp ce altele au diferența mare. Aceasta îndeosebi se observă la rutele suburbane, unde dezechilibrul este mai pronunțat adesea din cauza fluxurilor concentrate în anumite perioade ale zilei (dimineață în direcția spre oraș, seară – din oraș).

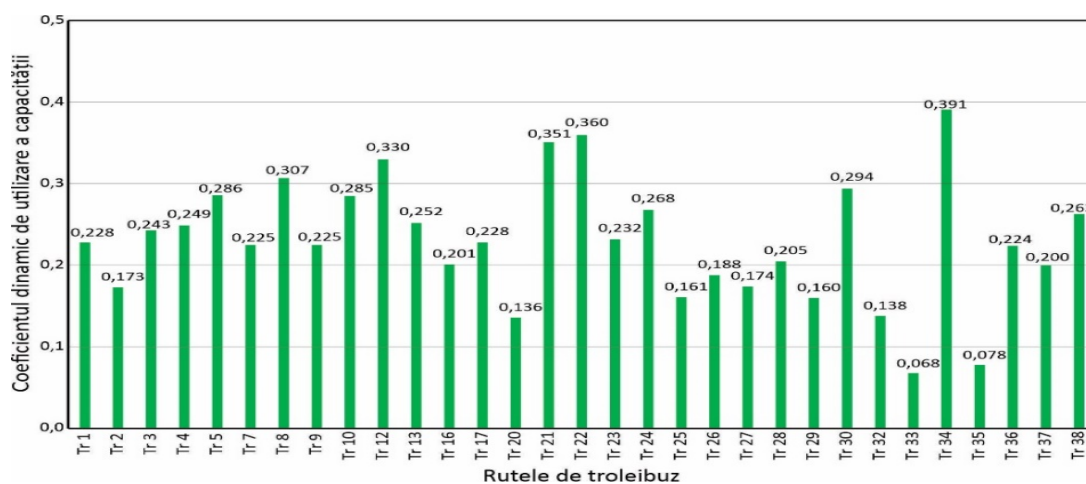


Figura 3.27 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de troleibuz

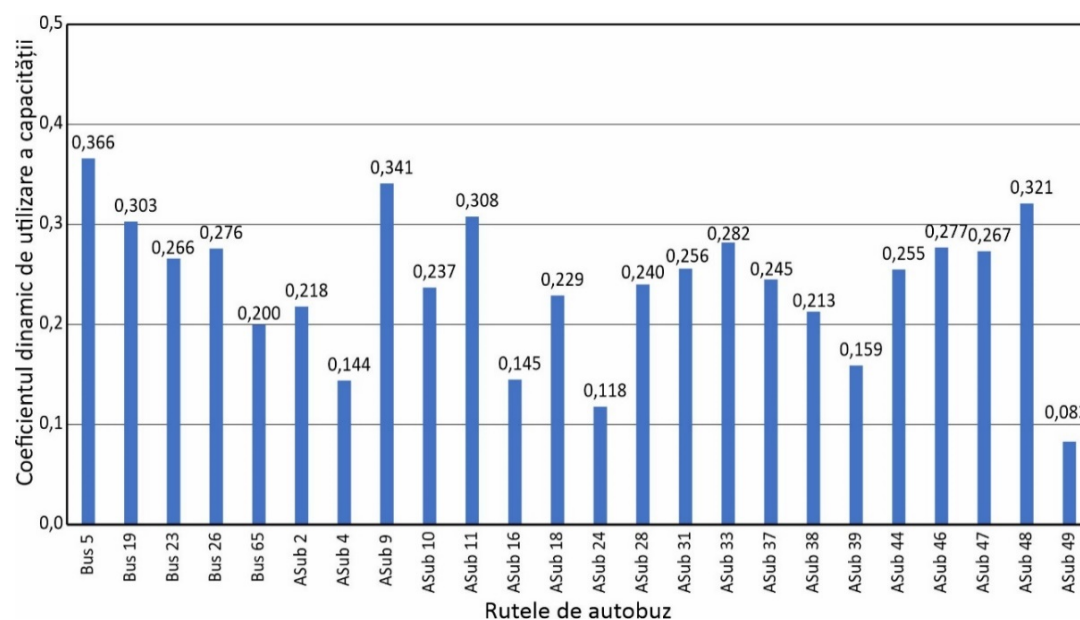


Figura 3.28 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de autobuz

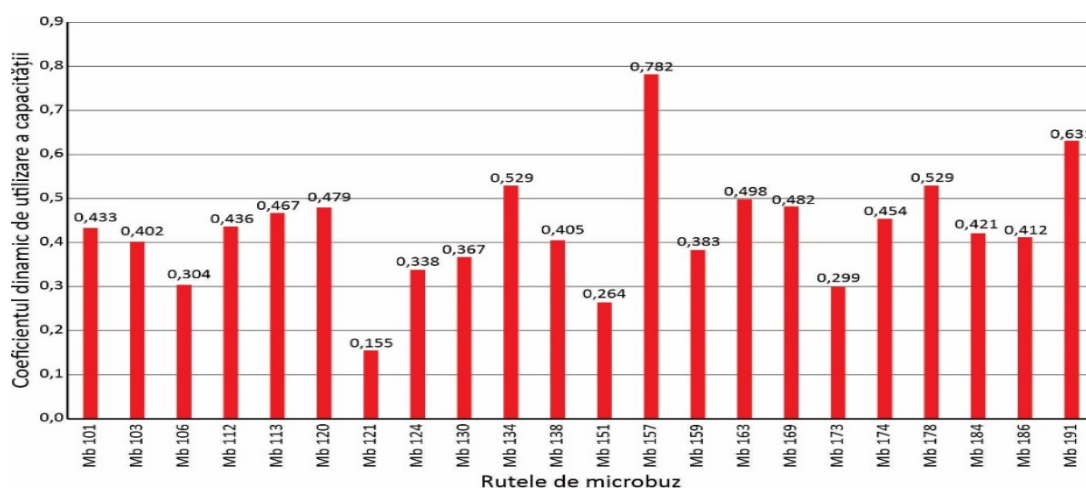


Figura 3.29 Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele de microbuze

Coeficientul dinamic de utilizare a capacității de transport pe rutele examinate exprimă eficiența utilizării capacității vehiculelor în timp și în funcție de variațiile fluxului de pasageri pe rută și în decursul zilei. Acesta este un indicator complex ce reflectă atât modul în care locurile disponibile din mijloacele de transport sunt efectiv utilizate pe durata întregii rute și pe parcursul întregii zile, cât și calitatea serviciilor de transport, ținând cont de numărul de pasageri aflați în mijlocul de transport.

Studiile arată că acest coeficient, pentru orașele mari, este în limita valorilor 0,2–0,4 [134, 135].

Cauzele variației semnificative a coeficientului dinamic de utilizare a capacității de transport (figura 3.27-3.29):

- necoresponderea rutelor cu fluxul de pasageri;
- variațiilor semnificative ale fluxului de pasageri pe traseu și pe direcție tur-retur (îndeosebi pe rutele suburbane);
- necoresponderea orarului de circulație cererii de transport;
- lipsa mijloacelor de transport de capacitate medie în afara orelor de vârf sau adaptarea capacității mijloacelor de transport după fluxul de pasageri;
- intervalele de deplasare a mijloacelor de transport pe rută (interval mare pentru rutele suburbane și microbuze);
- variațiilor semnificative ale fluxului de pasageri pe parcursul zilei;
- fixarea rigidă a troleibuzelor de traseu și dependența de infrastructură;
- nerespectarea orarului de circulație (îndeosebi microbuzele);
- necoresponderea numărului de mijloace de transport pe rută cu pașaportul rutei;
- lipsă informației despre itinerar și orarul de circulație al rutelor STP.

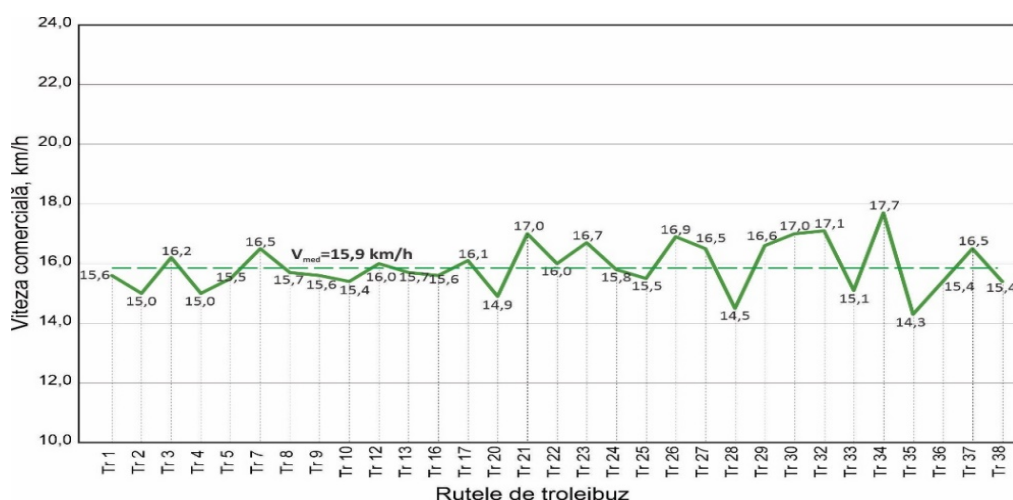


Figura 3.30 Viteza comercială a troleibuzelor pe rute

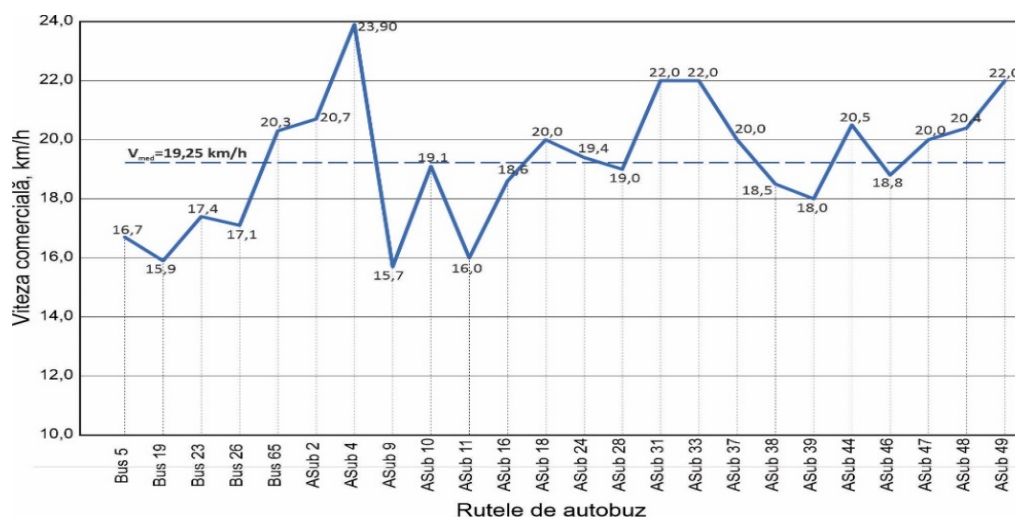


Figura 3.31 Viteza comercială a autobuzelor pe rute

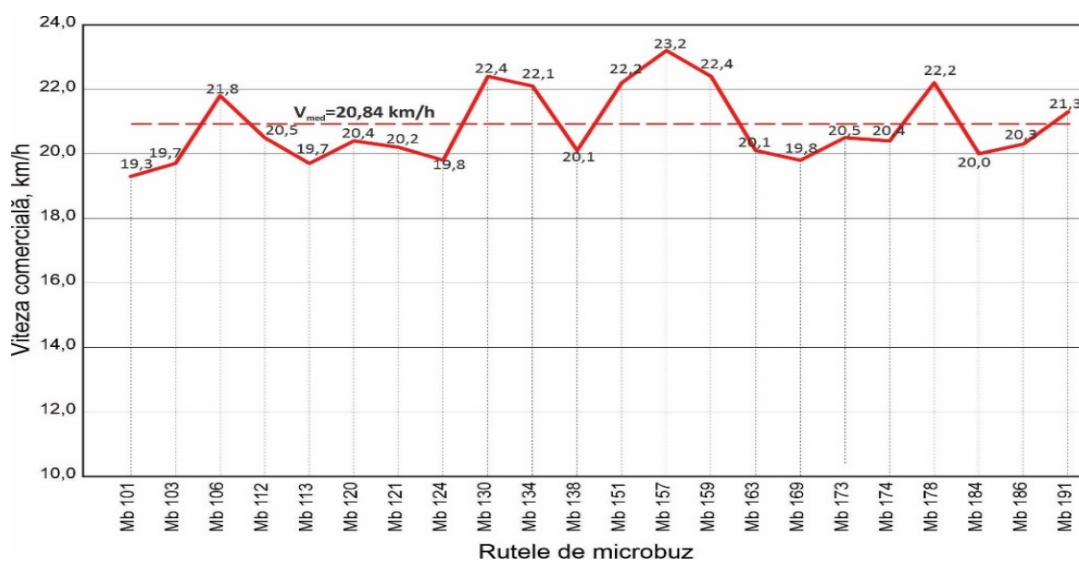


Figura 3.32 Viteza comercială a microbuzelor pe rute

Viteza comercială a mijloacelor de transport public influențează direct eficiența, productivitatea, costurile de materiale, de timp și resurse umane și direct calitatea serviciilor [49, 136, 137].

Conform tabelului 2.2, viteza comercială recomandată pentru autobuze constituie 20–25 km/h, pentru troleibuze 18–20 km/h.

Analiza figurilor 3.30–3.32 evidențiază o viteză comercială scăzută, îndeosebi pe rutele de troleibuze și autobuze.

Aceasta se datorează următorilor factori:

- traficului intens și ambuteiajelor îndeosebi în orele de vârf;
- infrastructurii rutiere, lipsa benzilor dedicate pentru transportul public sau blocarea acestora de alte mijloace de transport;

- necoresponderea capacității mijloacelor de transport fluxului mare de pasageri îndeosebi în centrul orașului;
- starea tehnică a vehiculelor, căilor de acces și infrastructurii (îndeosebi pentru troleibuzele și autobuzele articulate);
- lipsa priorității în intersecții pentru mijloacele de transport în comun;
- rute neoptimizate (majoritatea rutelor suburbane ajung în centrul orașului);
- timp majorat pentru urcare–coborâre din motive de infrastructură, calificării șoferului, reținerii pasagerilor.

Trebuie remarcat faptul că factorul de timp petrecut în călătorie se află întotdeauna în primii trei factori principali în alegerea modalității de călătorie de către pasageri. Cu toate acestea, în orașele mari cu o populație de până la 1 milion, acest factor este deosebit de semnificativ. Acest lucru se explică prin lipsa de alternative la transportul urban terestru. De regulă, aceste orașe nu au linii de metrou subterane și/sau de terestru și nu pot oferi pasagerilor călătorii cu viteze medii mai mari de 25–30 km/h.

3.4. Concluzii la capitolul 3

1. Obținerea informației corecte și în regim real despre orarele și rutele transportului public sunt un element esențial pentru planificarea eficienței, confortului și siguranței pasagerilor care folosesc transportul public, de aceea este necesar a dezvolta sistemele de informare care vor transmite online informația despre mijloacele de transport pe rută, modificări, abateri de la orar, întârzieri.
2. O atenție deosebită este necesar a acorda atât stării mijloacelor de transport care se admit pe linie în ce privește curățenia, confortul, cât și calificativului și comportamentului conducătorilor auto ale acestor mijloace de transport
3. Optimizarea rutelor și a rețelei rutiere.
4. Înlocuirea troleibuzelor și autobuzelor de mare capacitate cu vehicule de capacitate medie, adaptate cererii reale de călătorie, va contribui la optimizarea costurilor de exploatare și la reducerea impactului asupra mediului.
5. Îmbunătățirea infrastructurii rutiere.
6. Crearea benzilor destinate transportului public pe toată lungimea rutelor.
7. Crearea sistemului de prioritate în intersecții pentru mijloacele de transport în comun.
8. Introducerea rutelor de autobuz în regim „expres”.
9. Planificarea introducerii pe magistralele orașului a metroului ușor sau altor mijloace de transport de mare capacitate.

10. Implementarea sistemului de achitare online și în mijloacele de transport sau pe aplicații, bilete de călătorie de 1 zi, 3 zile, 5 zile sau alte metode comode care ar permite achitarea călătoriei fără prezența taxatorului în mijlocul de transport.

11. În urma cercetărilor fluxului de pasageri s-a constatat:

- volumul zilnic total al transportului de pasageri în municipiu constituie 667,4 mii pasageri;
- volumul zilnic al transportului de pasageri pe tronsoanele supraîncărcate este înregistrat pe segmentul str. „Circul” – bd. Grigore Vieru (tur – 41 023 pasageri, retur – 37 224 pasageri), precum și pe întreaga lungime a bd. Ștefan cel Mare (maxim tur – 37 007 pasageri, retur – 30 322 pasageri). De asemenea, volume ridicate de pasageri se înregistrează pe bd. Negruzzi, str. Ion Creangă, str. Kiev, str. A. Russo, bd. Mircea cel Bătrân și pe alte artere principale.
- variația semnificativă a coeficientului de neuniformitate a fluxului de pasageri pe rutele de troleibuz de la 1,481 până la 3,128; autobuz - de la 1,511 până la 2,333; microbuz - de la 1,355 până la 2,235;
- analiza coeficientului dinamic de utilizare a capacității permite să concluzionăm că există probleme semnificative în domeniul de exploatare eficientă a vehiculelor de rută. Valorile acestui indicator principal și integral se încadrează în următoarele limite: rute de troleibuz - de la 0,068 la 0,391; rute de autobuz - de la 0,083 la 0,366; rute de microbuz - de la 0,155 la 0,782. Valorile recomandate sunt 0,2–0,4 [134]; valorile mici indică ineficiența rutei, iar valorile mari o scădere a calității transportului de pasageri;
- viteza comercială pe majoritatea rutelor de troleibuz și autobuz este sub limitele recomandate, viteza medie pe rutele: de troleibuz - 15,90 km/h, de autobuz - 19,25 km/h, de microbuz - 20,84 km/h.

4. ELABORAREA UNUI SISTEM EFICIENT DE FUNCȚIONARE A TRANSPORTULUI PUBLIC DIN MUNICIPIUL CHIȘINĂU

4.1. Bazele teoretice de sporire a eficienței funcționării sistemului de transport public urban

Ridicarea eficienței funcționării sistemului de transport public urban presupune aplicarea unui ansamblu de măsuri orientate spre îmbunătățirea serviciilor oferite populației, reducerea costurilor operaționale și creșterea gradului de satisfacție a pasagerilor. La bază stau conceptele moderne de planificare urbană durabilă, mobilitatea inteligentă și managementul eficient al resurselor.

Printre principiile teoretice esențiale de ridicare a eficienței sistemului de transport public se numără:

a) optimizarea rețelei de rute:

- rețeaua de rute trebuie adaptată la cererea reală de mobilitate, evitând suprapuneri nejustificate între rute și reducând rutele cu grad scăzut de utilizare [138,139];
- periodic efectuarea studiilor de mobilitate, utilizând metode moderne de analiză a fluxurilor de pasageri și a densității populației (GIS, modelare de trafic) [139];
- modificarea rutelor în funcție de cererea reală de mobilitate și zonele de interes sporit (instituții, centre comerciale, zone industriale);

b) creșterea vitezei comerciale:

- introducerea benzilor dedicate și semafoarelor cu prioritate pentru toată lungimea cel puțin pentru rutele de transport public cu un flux mare de pasageri [123];
- revizuirea numărului de opriri (stații) și micșorarea timpului de staționare prin amenajarea stațiilor și instruirea conducătorilor auto;
- crearea infrastructurii comode și calitative pentru mijloacele de transport public și pentru transportul alternativ și ecologic [140];

c) creșterea frecvenței și regularității curselor:

- adaptarea orarului de circulație în funcție de orele de vârf și de fluxul pasagerilor, reducând timpii de așteptare și aglomerația [141];
- respectarea orarului de circulație cu o abatere minimă;

d) folosirea tehnologiilor inteligente în dirijarea sistemului de transport public:

- monitorizarea traficului și optimizarea indicatorilor rutelor în timp real;

- informarea pasagerilor prin panouri electronice și aplicații mobile [123];
- sisteme de plată contactless, carduri de transport, ticketing online [141];
- folosirea metodei automatizate pentru colectarea datelor (prin senzori și GPS) pentru studiul și monitorizarea fluxurilor de pasageri care va permite analiza și planificarea mai precisă a serviciilor;

e) modernizarea parcului de vehicule:

- introducerea vehiculelor cu un nivel de poluare și costuri de întreținere reduse;
- folosirea mijloacelor de transport pe rute de diferită capacitate (mini, medii, mari articulate) în dependență de fluxul de călători, infrastructură și tipul rutei;

f) creșterea atractivității transportului public:

- crearea unei rețele de transport public cu o acoperire peste 90% din teritoriul urbei;
- asigurarea unui nivel ridicat de confort, siguranță și accesibilitate pentru toate categoriile de utilizatori, inclusiv persoane cu mobilitate redusă;
- efectuarea de consultații publice, sondaje și aplicații participative care vor contribui la sporirea calității utilizării serviciilor de transport public.

Aplicarea acestor baze teoretice va permite dezvoltarea unui STP eficient, sustenabil și orientat către utilizator, capabil să răspundă cerințelor urbane moderne. Este esențială abordarea integrată, care să combine infrastructura, managementul, tehnologia și politicile publice într-un sistem coerent și performant.

4.2. Elaborarea sistemului rațional de funcționare a transportului rutier public (modalități practice de ridicare a eficienței funcționării)

4.2.1. Proiectarea subsistemului de transport public suburban din municipiul Chișinău

Rețeaua de transport suburban a mun. Chișinău cuprinde 19 rute de autobuz deservite de ÎM „PUA”. Analiza rețelei de autobuze suburbane arată că 90 % dintre acestea (17 din 19 de rute) au capete de rută în centrul orașului (Figura 4.1) sau se deplasează pe itinerarul rutelor din centrul orașului [142]. Aceasta micșorează eficiența acestor rute prin mărirea intervalelor de circulație, micșorarea vitezei comerciale îndeosebi în zona de centru a orașului, reducerea eficienței rețelei de transport prin suprapunerea esențială cu alte rute, suprasolicitarea infrastructurii existente în centrul orașului. Drept consecință scade calitatea serviciilor de transport, crește timpul de

așteptare, nu se respectă orarul de circulație, poluarea intensivă a orașului și scăderea eficienței economice.

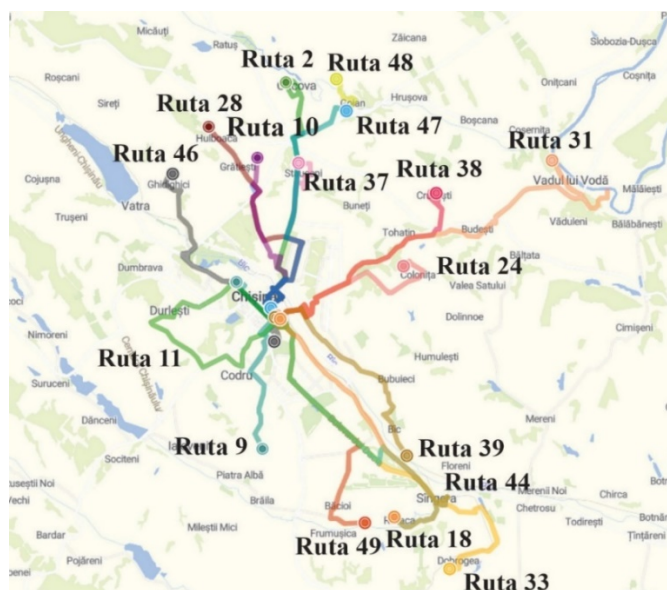


Figura 4.1 Rutele de transport suburban cu capăt de stație în centrul orașului

În vederea faptului că subsistemul de transport public suburban cuprinde 19 rute cu diferite caracteristici - lungime, număr de stații, interval de circulație, volum de transportare etc., se propune a se analiza șase rute care au cap de rută comun și pe o lungime de rută au o mare suprapunere.

Rutele analizate sunt rutele care au capătul de rută str. Vasile Alecsandri și se deplasează spre suburbia de nord a orașului, și anume (figura 4.2):

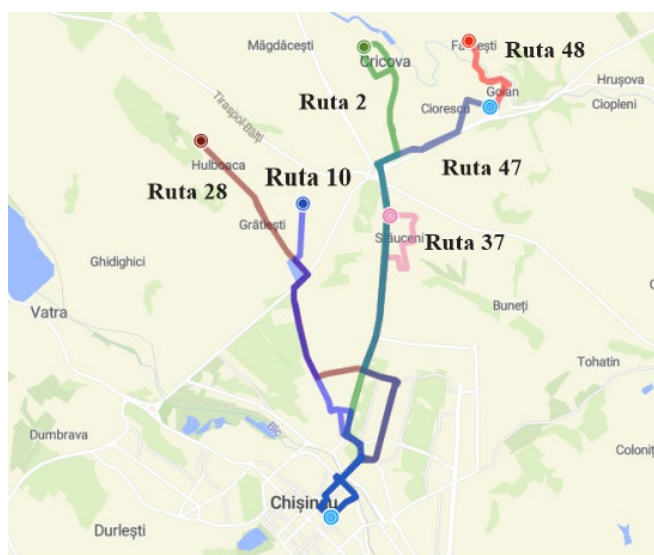


Figura 4.2 Rutele de transport suburban din zona stației „Circul” cu capăt de stație în centrul orașului pe str. „V. Alecsandri”

Tabelul 4.1 Gradul de suprapunere după lungime a rutelor analizate

Ruta	Nr. 2	Nr. 10	Nr. 28	Nr. 37	Nr. 47	Nr. 48
Nr. 2	-	25%	11%	23%	33%	33%
Nr. 10	36%	-	47%	15%	15%	15%
Nr. 28	17%	33%	-	41%	41%	41%
Nr. 37	50%	14%	54%	-	85%	85%
Nr. 47	36%	10%	39%	62%	-	100%
Nr. 48	30%	9%	33%	52%	84%	-

Din analiza acestor rute (Tabelul 4.1) reiese o suprapunere semnificativă între anumite rute generată de necesitatea de a asigura cererea de transport în zonele suburbane cu densitate redusă a populației, unde distanțele mari nu permit o evitare eficientă a acestor suprapuneri.

Datele pentru modificarea rutelor sunt incluse în tabelul 4.2.

Tabelul 4.2 Datele rutelor analizate

Nr. rutei	Capetele de rută	L _R , km	n _c		A _R , autobuze	I _{min} , min	Timpul rutei (tur/retur), min	V _{com} , km/h	Q _{zi} , pas	γ _d
			tur	retur						
2	str. Vasile Alecsandri – or. Cricova	32,17	52	52	7	15	93	20,7	4920	0,218
10	str. Vasile Alecsandri – s. Grătiești	22,55	17	17	2	36	71	19,1	1413	0,237
28	str. Vasile Alecsandri – s. Grătiești–s. Hulboaca	31,97	27	27	4	22	101	19,0	5165	0,24
37	str. Vasile Alecsandri – or. Stăuceni	24,24	26	26	3	25	73	20,0	3851	0,245
47	str. Vasile Alecsandri – s. Ciorescu	33,18	33	34	4	26	100	20,0	5689	0,267
48	str. Vasile Alecsandri – s. Făurești	39,63	6	6	1	82	116	20,4	957	0,321

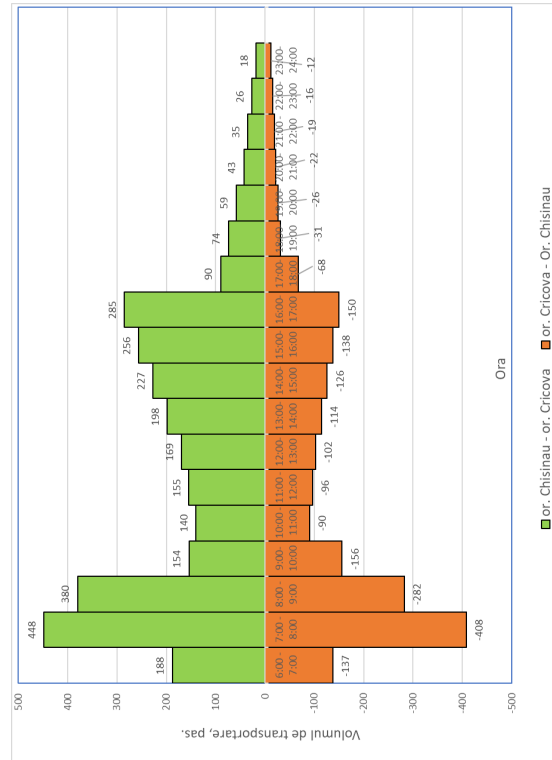


Figura 4.3 Volumele orare de călători pe ruta nr. 2 or. Chișinău–or. Cricova

Ruta nr. 2 (or. Chișinău–or. Cricova) asigură cu transport or. Cricova cu o populație de 10392 locuitori [39] și este unica rută care traversează întregul oraș Cricova. Din diagrama volumului de călători pe zi tur/retur pentru această rută se poate menționa că cererea corespunde tendințelor clasice suburbie–oraș. Volumul mare de transport în direcția tur se explică prin faptul că ruta este solicitată de călătorii care locuiesc în zona orașului cu densitate înaltă de populație prin care este proiectată ruta. Diferența fluxului în direcția tur/retur doar confirmă că la ruta nr. 2 cererea mare este formată de locuitorii or. Chișinău și mai puțin din or. Cricova (Figura 4.4, 4.5).

Nr	Denumirea stației, tur/retur
1	[631] str. Vasile Alecsandri
2	[936] str. Mihai Eminescu/ [632] str. Grigore Ureche
3	[763] str. C. Tănase/ [1223] str. Pușkin
4	[195] str. Romană/ [1222] str. Albișoara
5	[197] st. „Circul”
6	[183] str. Florilor
7	[199] str. Calea Orheiului
8	[203] str. Vasile Badiu
9	[11085] Stația de deservire tehnică
10	[387] str. Socoleni
11	[626] or. Stăuceni
12	[11087] Magazinul "Materiale de construcții"
13	[628] Intersecție Orhei
14	[450] Intersecție Cricova
15	[1346] str. Alba-Iulia
16	[451] str. Arborilor
17	[453] str. Nucarilor
18	[456] str. Chișinăului
19	[457] str. Vasile Alecsandri
20	[460] str. 31 August 1989
21	[465] str. Miorița
22	[464] la cerere
23	[463] or. Cricova

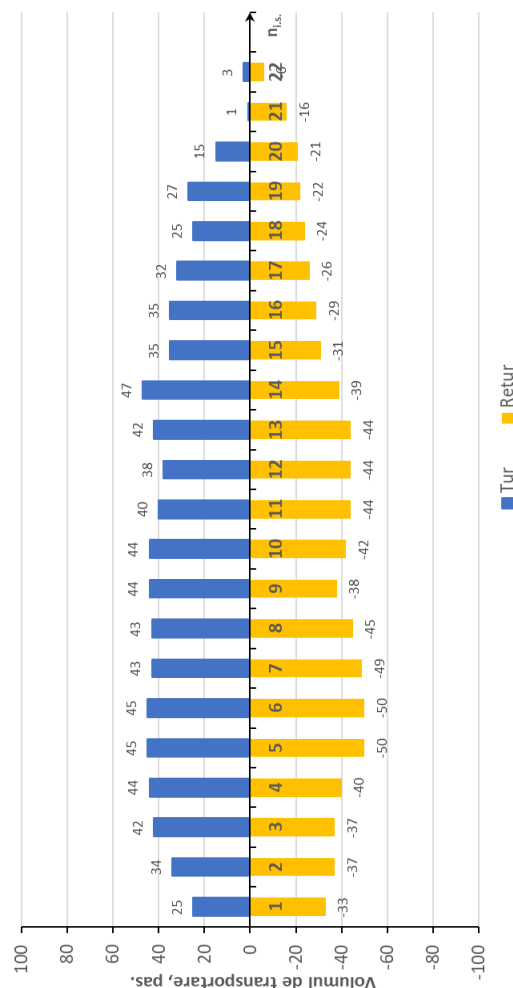


Figura 4.4 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 2 tur-retur în orele de vârf dimineața

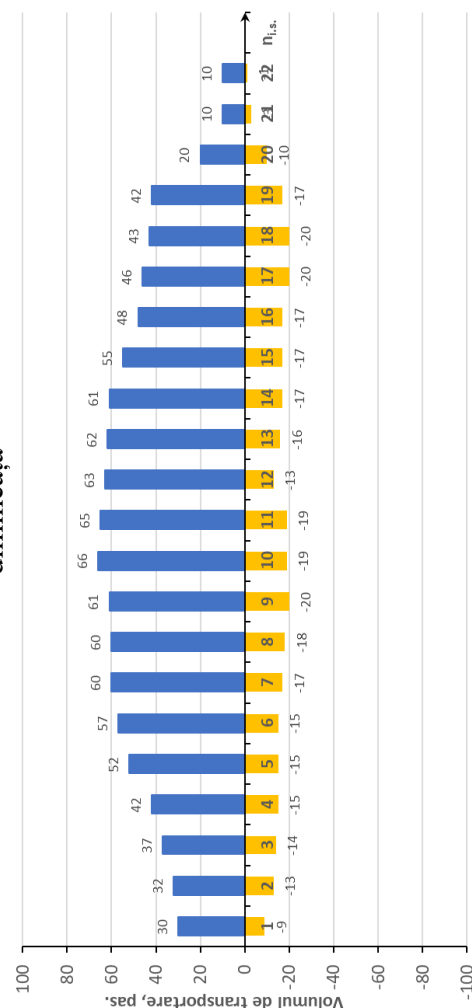


Figura 4.5 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 2 tur-retur în orele de vârf seara

Ruta nr. 47 (or. Chișinău–s. Ciorescu) asigură cu transport satul Ciorescu cu o populație de 5311 locuitori.

Această rută are o stație comună cu or. Cricova. Se poate constata că cererea corespunde tendințelor suburbie–oraș, cu un volumul mare de transport în direcția tur prin faptul că ruta traversează sectorul Râșcani cu o cerere mare de transport în orele de vârf dimineața care și generează fluxul de călători. Cererea mare între sectoarele Centru și Râșcani este confirmată și de graficele fluxului de călători în orele de vârf dimineața și seara (Figura 4.4, 4.5). Din analiza diagramei fluxurilor de pasageri în orele de vârf dimineața se pot trage concluzii că locurile atractive pentru populația s. Ciorescu prioritar se află în zonele stațiilor „Circul”–str. Studenților. Numărul mediu de pasageri transportați între aceste stații este mare (111–114 pas.), ce confirmă necesitatea exploatarea în aceste perioade a autobuzelor de capacitate foarte mare.

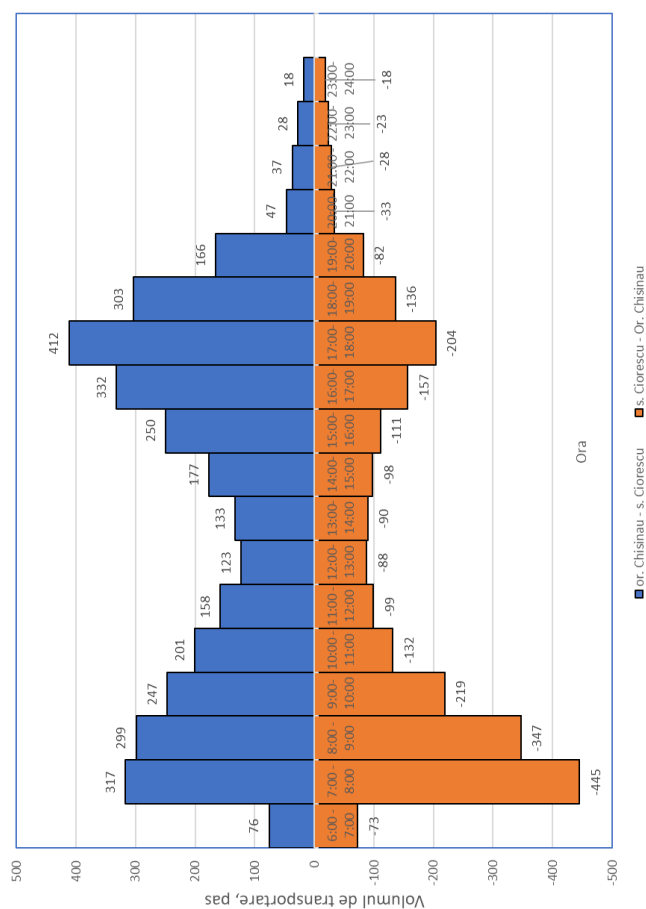


Figura 4.6 Volumele ore de călători pe ruta nr. 47
or. Chișinău–s. Ciorescu

Nr	Denumirea stației, tur/retur
1	[631] str. Vasile Alecsandri
2	[936] str. Mihai Eminescu/ [632] str. Grigore Ureche
3	[763] str. C. Tănase/ [1223] str. Pușkin
4	[195] str. Romană/ [1222] str. Albișoara
5	[197] st. „Circul”
6	[185] str. Kiev
7	[174] Blvd. Moscova
8	[175] str. Miron Costin
9	[178] str. Matei Basarab
10	[179] str. Studenților
11	[877] UTM
12	[624] str. Florilor
13	[387] str. Socoleni
14	[626] or. Stăuceni
15	[1087] Magazinul "Materiale de construcții"
16	[628] Intersecție Orhei
17	[449] Intersecție Cricova
18	[599] str. Albișoara
19	[597] Râscrucioara
20	[629] Școala
21	[630] Școala rusă
22	[1217] s. Ciorescu
23	[591] s. Ciorescu (cap de rută)

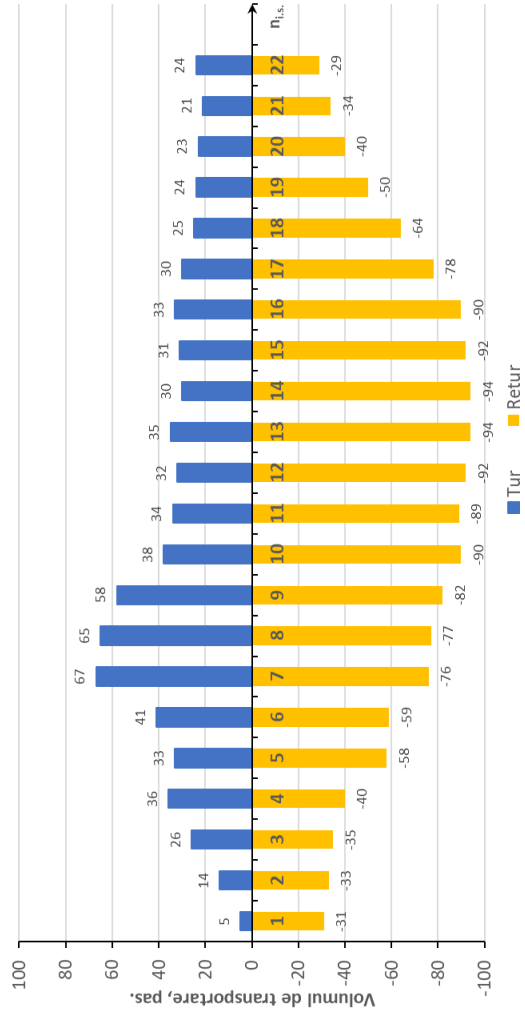


Figura 4.7 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 47 tur-retur în orele de vârf dimineața

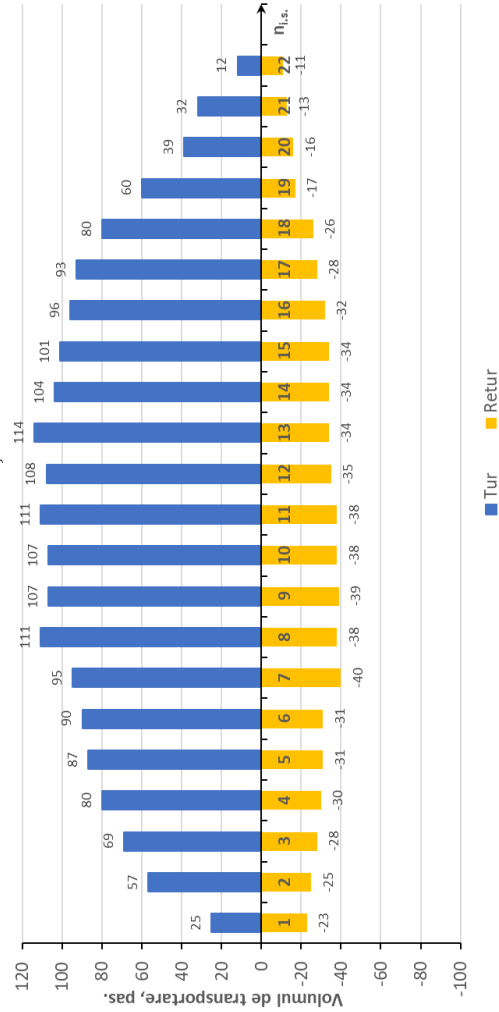


Figura 4.8 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 47 tur-retur în orele de vârf seara

Ruta nr. 48 (or. Chișinău—s. Făurești) asigură cu transport satul Făurești cu o populație de 466 locuitori și satul Goian cu o populație de 1150 locuitori.

Această rută 100% repetă traseul rutei 47 cu prelungirea acesteia până în staul Făurești. Din diagrama volumului de călători pe zi tur/retur se poate constata că pe ruta dată se îndeplinesc zilnic 6 curse tur/retur, cu un mijloc de transport de capacitate mare de 107 pasageri și cu un interval mare (tabelul 4.1). Cererea este mare în orele de vârf, aceasta corespunde tendințelor „suburbie—oraș”, volumul mare de transport în direcția tur se explică prin faptul că ruta traversează sectorul Râșcani cu o cerere mare de transport în orele de vârf dimineața care și generează fluxul de călători. Cererea mare între sectoarele Centru și Râșcani este confirmată și de graficele fluxului de călători în orele de vârf dimineața și seara.

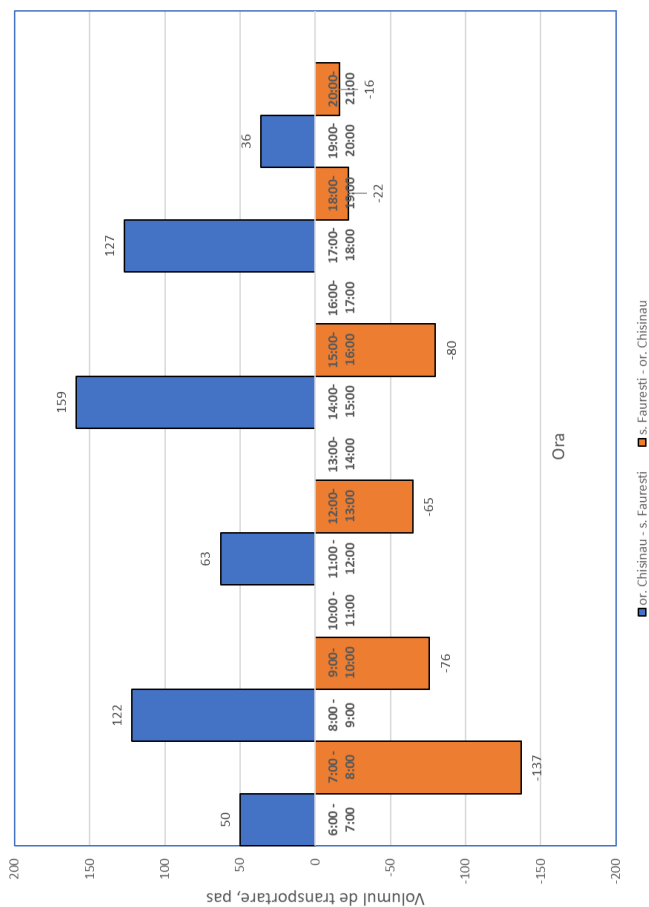


Figura 4.9 Volumele ore de călători pe ruta nr. 48
or. Chișinău—s. Făurești

Ruta nr. 37 (or. Chișinău–or. Stăuceni) asigură cu transport or. Stăuceni cu o populație de 8329 locuitori. Această rută se suprapune 50% cu ruta nr. 2 și 85% cu rutele nr. 47 și nr. 48. Ruta nr. 37 deservește or. Stăuceni împreună cu ruta nr. 32 de troleibuz cu un volum mare de transportare (anexa A3.1) și un coeficient dinamic de utilizare a capacității scăzut (Figura 3.27).

Cererea este mare în orele de vârf, aceasta corespunde tendințelor „suburbie–oraș”. Volumul mare de transport în direcția tur se explică prin faptul că ruta traversează sectorul Râșcani cu o cerere mare de transport în orele de vârf dimineața care și generează fluxul de călători. Cererea mare între sectoarele Centru și Râșcani este confirmată și de graficele fluxului de călători în orele de vârf dimineața și seara.

Analiza fluxului de pasageri în direcția retur arată o cerere din or. Stăuceni cu atracție spre sectorul Râșcani și până la stația „Circul”.

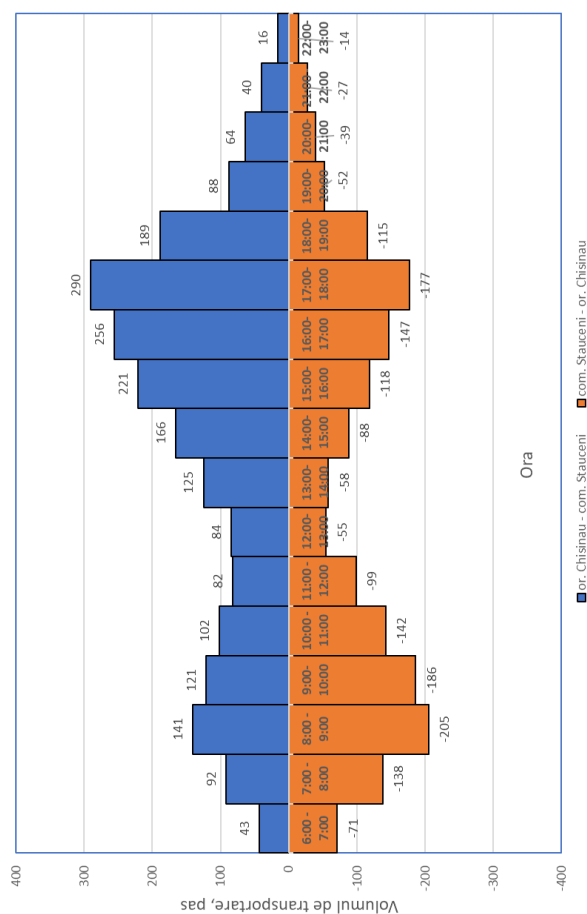


Figura 4.12 Volumele ore de călători pe ruta nr. 37 or. Chișinău–or. Stăuceni

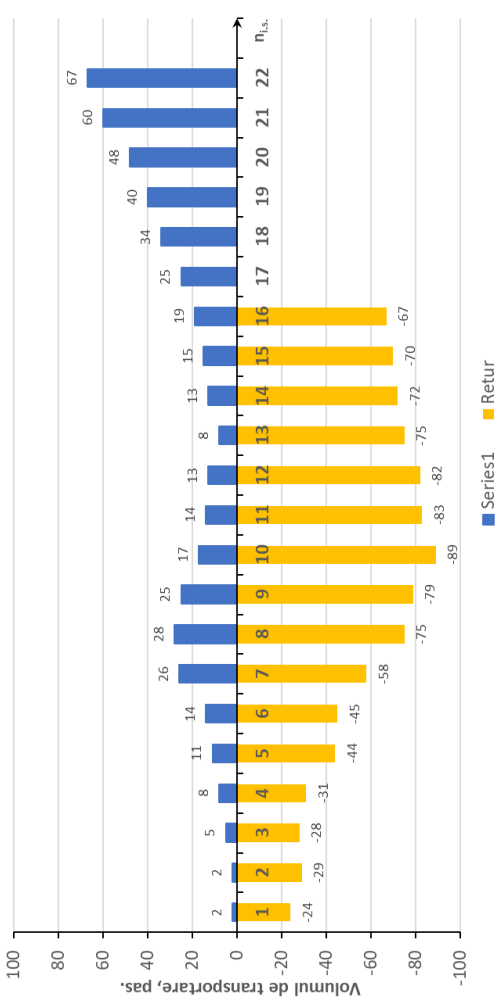


Figura 4.13 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 37 tur-retur în orele de vârf dimineața

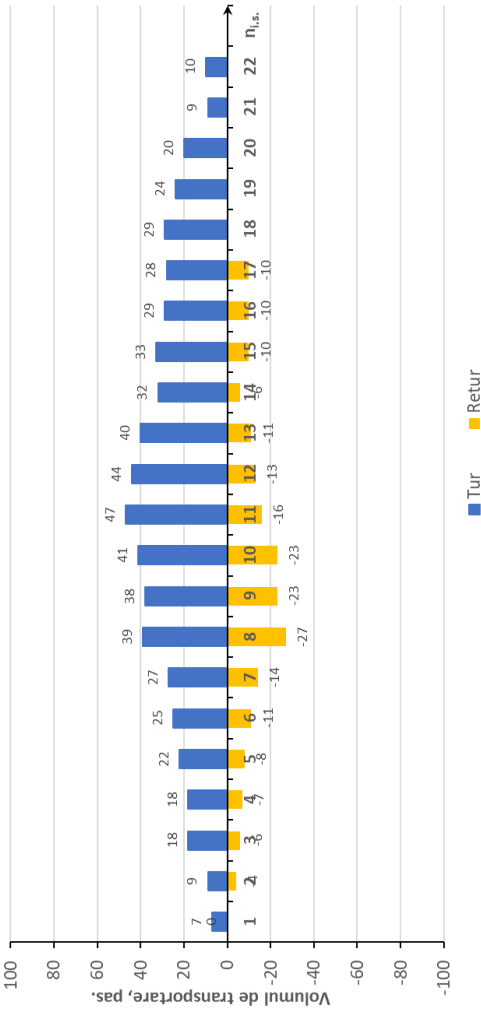


Figura 4.14 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 37 tur-retur în orele de vârf seara

Nr	Denumirea stației, tur/retur
1	[631] str. Vasile Alecsandri
2	[936] str. Mihai Eminescu/ [632] str. Grigore Ureche
3	[763] str. C. Tănase/ [1223] str. Pușkin
4	[195] str. Romană/ [1222] str. Albișoara
5	[197] st. „Circul”
6	[185] str. Kiev
7	[174] bd. Moscova
8	[175] str. Miron Costin
9	[178] str. Matei Basarab
10	[877] UTM
11	[624] str. Florilor
12	[387] str. Socoleni
13	[626] or. Stăuceni
14	[713] str. Livezilor
15	[973] str. Frunze
16	[1062] str. Miorița
17	[1063] str. Salcâmlor
18	[975] Cimitir
19	[977] str. Unirii
20	[979] str. Dumitru Matcovschi
21	[981] str. Ion Creangă
22	[983] str. Constructorilor

Ruta nr. 28 (or. Chișinău–s. Hulboaca) asigură cu transport satul Grătiești cu o populație de 5478 locuitori și satul Hulboaca cu o populație de 1398 locuitori.

Din diagrama volumului de călători pe zi tur/retur se poate menționa că volumul mare de transport în direcția tur și retur în orele de vârf și o cerere semnificativă în restul orelor se explică prin faptul că ruta este unica care leagă sectorul Râșcani cu satul Grătiești și satul Hulboaca și are cap de rută în sectorul Centru pe str. V. Alecsandri, care și generează fluxul de călători din centrul orașului spre sectorul Râșcani.

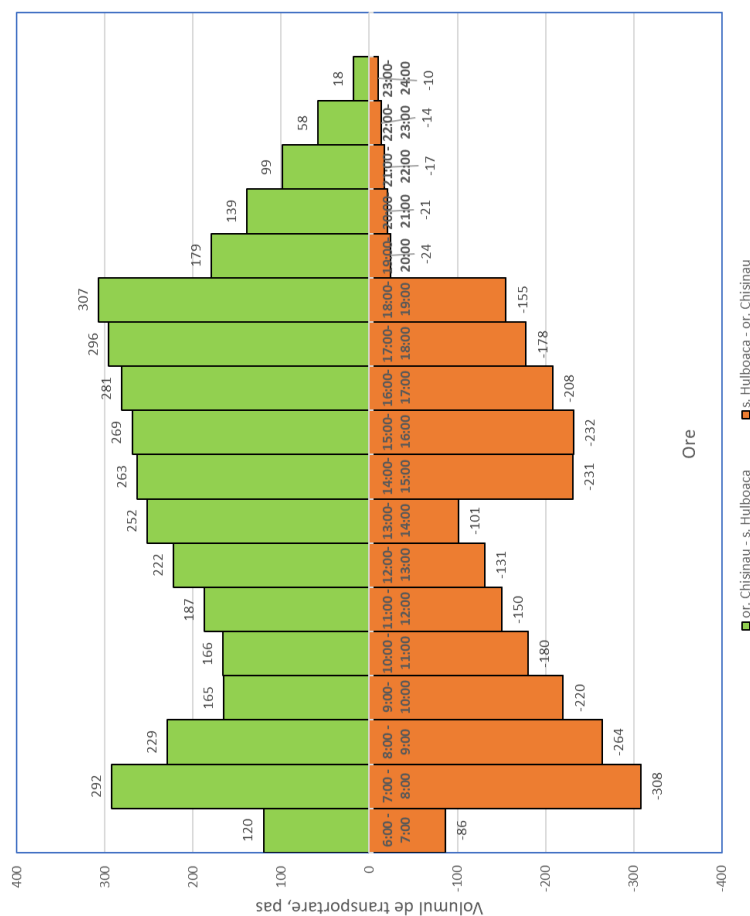


Figura 4.15 Volumele ore de călători pe ruta nr. 28

or. Chișinău–s. Hulboaca

Nr	Denumirea stației, tur/retur
1	[631] str. Vasile Alecsandri
2	[936] str. Mihai Eminescu/ [632] str. Grigore Ureche
3	[763] str. C. Tănase/ [1223] str. Pușkin
4	[195] str. Romană/ [1222] str. Albișoara
5	[197] st. „Circul”
6	[185] str. Kiev
7	[174] bd. Moscova
8	[175] str. Miron Costin
9	[178] str. Matei Basarab
10	[877] UTM
11	[624] str. Florilor
12	[874] str. Socoleni
13	[875] str. Ceucari
14	[749] str. Doina, 106
15	[1104] str. Doina, 150
16	[698] Cimitirul "Sf. Lazăr"
17	[1143] str. Luceafărul
18	[939] str. Prieteniei
19	[1201] Ștefan-cel-Mare
20	[1203] Liceul
21	[750] Grățiești, Primăria
22	[1205] str. Gribov
23	[1207] str. V. Micle
24	[1209] s. Hulboaca
25	[1211] str. Sf. Vineri
26	[1212] Magazin
27	[748] s. Hulboaca

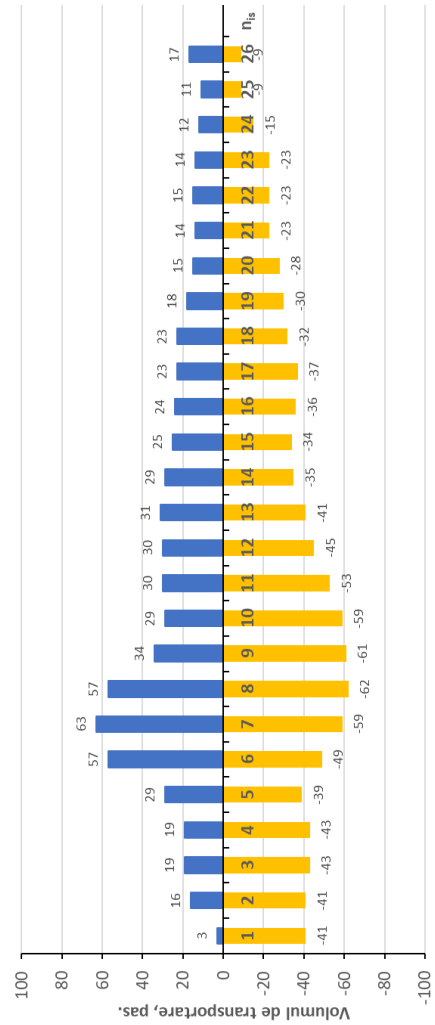


Figura 4.16 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 28 tur-retur în orele de vârf dimineața

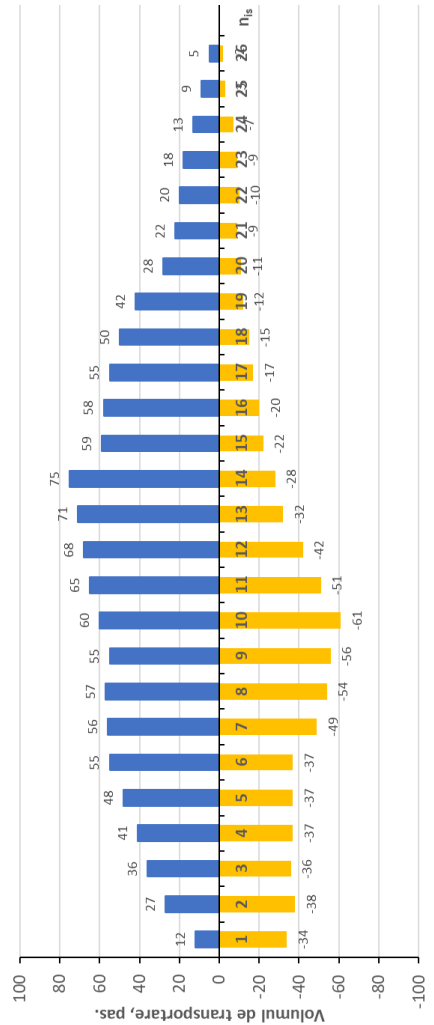


Figura 4.17 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 28 tur-retur în orele de vârf seara

Ruta nr. 10 (or. Chişinău–s. Grătieşti) asigură cu transport satul Grătieşti cu o populaţie de 5478 locuitori împreună cu ruta nr. 28.

Pe această rută cererea corespunde tendinţelor clasice suburbie–oraş. Volumul mic de transport atât în direcţia tur, cât şi retur se explică prin faptul că ruta, în pofida faptului că are cap de rută în sectorul Centru, str. V. Alecsandri, după staţia „Circul” trece printr-o zonă a micraionului Poşta Veche cu un flux mic de călători.

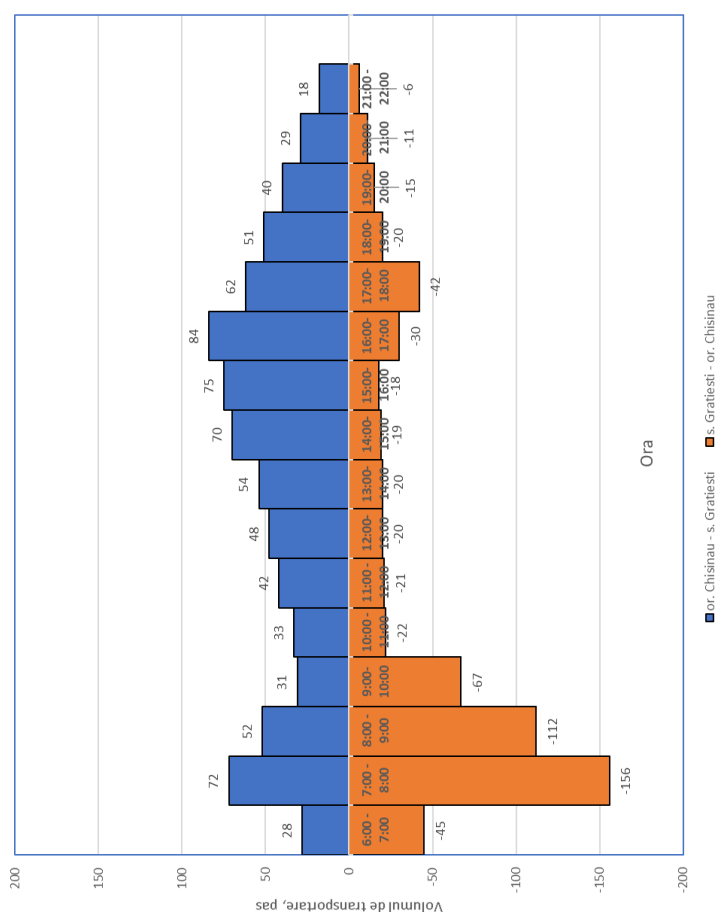


Figura 4.18 Volumele orare de călători pe ruta nr. 10
or. Chişinău–s. Grătieşti

Nr	Denumirea stației, tur/retur
1	[631] str. Vasile Alecsandri
2	[936] str. Mihai Eminescu/ [632] str. Grigore Ureche
3	[763] str. C. Tănase/ [1223] str. Pușkin
4	[195] str. Romană/ [1222] str. Albișoara
5	[197] st. „Circul”
6	[183] str. Florilor
7	[762] str. Putnei
8	[761] str. Vasile Badiu
9	[760] str. Teodoriu
10	[755] str. Moldovița
11	[756] str. Socoleni
12	[749] str. Doina, 106
13	[1104] str. Doina, 150
14	[698] Cimitirul "Sf. Lazăr"
15	[1143] str. Luceafărul
16	[939] str. Prieteniei
17	[954] Școală
18	[956] str. C. Brâncuși
19	[959] str. Catalan
20	[1261] str. Graiului
21	[1260] s. Grățiești, str. Prieteniei

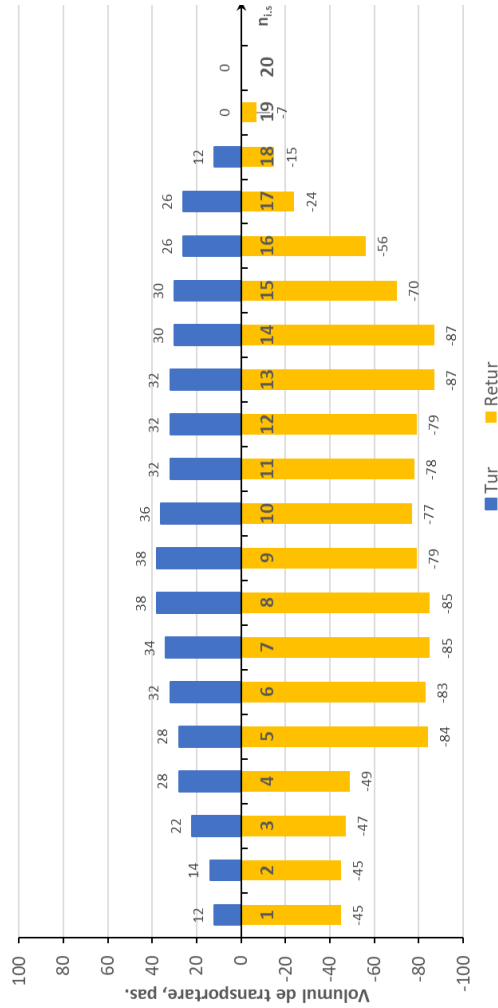


Figura 4.19 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 10 tur-retur în orele de vârf dimineața

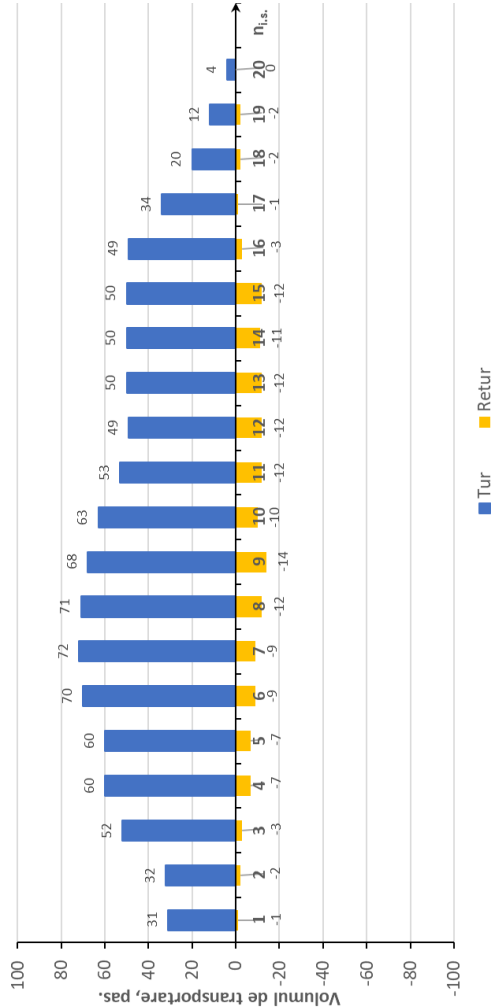


Figura 4.20 Graficul fluxului de pasageri pe ruta nr. 10 tur-retur în orele de vârf seara

4.2.2. Propuneri de modificare a rețelei rutiere a subsistemului de transport public suburban examinat

În rezultatul analizei subsistemului suburban (cap. 4.2) se propun următoarele modificări ale rutelor:

Ruta nr. 2. Având în vedere că ruta nr. 2 leagă or. Chișinău cu orașul Cricova și are o frecvență înaltă (52 curse zilnic, tur–retur) se recomandă a nu modifica această rută. Totodată, volumul de transportare se va majora din contul rutelor modificate.

Ruta nr. 37. De modificat itinerarul rutei, numărul de curse și autobuze rămânând neschimbat, de micșorat intervalele în orele de vârf.

Luând în calcul că în orele de vârf traficul rutier pe bd. Renașterii Naționale, str. Pușkin și bd. Grigore Vieru este unul infernal, recomandăm modificarea itinerarului de circulație a rutei de autobuz nr. 37 prin excluderea segmentului de rută între stațiile „Circul”–str. Vasile Alecsandri–„Circul”, în continuare pe itinerarul existent.

Ruta nr. 47. De modifica itinerarul rutei nr. 47 prin excluderea segmentului de rută între stațiile „Circul”–str. Vasile Alecsandri–„Circul”, în continuare pe itinerarul existent. De micșorat intervalele de circulație în orele de vârf 7.00–9.00 dimineața și 17.00–19.00 seara cu scopul sporirii confortului călătorilor. Cu scopul micșorării coeficientului de utilizare a capacității la normativele recomandate se recomandă a înlocui 2 autobuze cu capacitatea de 107 pasageri cu autobuze cu capacitate de 130 pasageri (Tabelul 1.11), fiind folosite prioritar în orele de vârf.

Ruta nr. 48. De modificat itinerarul rutei prin excluderea segmentului de rută între stațiile „Circul”–str. Vasile Alecsandri–„Circul”, în continuare pe itinerarul existent. Din contul rutei nr. 47 de adăugat în orele de vârf dimineața și seara câte o cursă tur-retur.

Ruta nr. 28. Având în vedere că ruta nr. 28 este unica rută care leagă or. Chișinău cu s. Hulboaca și, totodată, unica rută care trece prin tot satul Grătiești și leagă aceste două locații cu sectorul Râșcani al capitalei, se recomandă a nu modifica această rută, având unica rută care va uni bd. Moscova cu str. V. Alecsandri. Totodată, volumul de transportare se va majora din contul rutelor nr. 37, 47 și 48 modificate.

Ruta nr. 10. Având în vedere că ruta nr. 10 este unica rută care asigură o zonă mare a microraioului Poșta Veche cu transport public, se recomandă a modifica itinerarului de circulație a rutei 10 prin excluderea segmentului de rută între stațiile „Circul”–str. Vasile Alecsandri–„Circul”, fapt ce va permite asigurarea unei mai bune mobilități a populației și utilizarea eficientă a unităților de transport antrenate la deservirea rutei, precum și deblocarea sectorului Centru. Numărul de curse și autobuze rămâne neschimbat, de micșorat intervalele în orele de vârf.

Rutele nr. 2 și 28 vor fi unicele rute care se vor deplasa de la stația „Circul” până la str. V. Alecsandri, în perimetrul str. Albișoara–str. Alexandru cel Bun–str. Pușkin.

Aceste modificări vor contribui la asigurarea unei mai bune mobilități a populației și la utilizarea mai eficientă a unităților de transport care deservesc ruta, precum și la micșorarea numărului autobuzelor de rută în sectorul Centru.



Figura 4.21 Modificările propuse pentru rutele suburbane nr. 10, 37, 47, 48, din zona stației „Circul”

Tabelul 4.3 Indicatorii tehnici de exploatare obținuți în urma modificării rutelor

Nr. rutei	Capetele de rută	l_R , km	n_c		A_R , un	I_{min} , min	t_R , min	V_{com} , km/h	Q_{zi} , pas	γ_d
			tur	retur						
2	str. Vasile Alecsandri – or. Cricova	32,17	52	52	7	15	93	20,7	5722	0,247
10	str. Vasile Alecsandri – s. Grătiești	19,8	17	17	2	29	57	20,8	1243	0,225
28	str. Vasile Alecsandri – s. Grătiești – s. Hulboaca	31,97	27	27	4	22	101	19,0	5601	0,261
37	str. Vasile Alecsandri – or. Stăuceni	21,4	26	26	3	20	59	20,7	3389	0,210
47	str. Vasile Alecsandri – s. Ciorescu	30,4	31	32	4	22	86	21,2	5050	0,257
48	str. Vasile Alecsandri – s. Făurești	36,8	8*	8*	1	102	102	21,7	1034	0,227

*în orele de vârf va fi folosit un autobuz de pe ruta 47

4.2.3. *Propuneri privind crearea infrastructurii sistemului de transport public suburban examinat. Crearea unui teren tehnologic*

Cu scopul sporirii eficienței sistemului de transport public urban se propune amenajarea unui teren tehnologic la capătul de rută stația „Circul” pentru staționarea autobuzelor în pauzele dintre curse, precum și pe timp de noapte și în zilele de odihnă. Acesta va deservi toate autobuzele care în prezent tranzitează stația „Circul” - 21 autobuze de pe rutele examinate mai sus, cât și autobuzele de pe rutele urbane 5, 19, 26, sumar 50 autobuze, inclusiv articulate.

Conform calculelor tehnologice, reieșind din dimensiunile de referință a autobuzelor și caracteristicile acestora [143] și normele de proiectare a întreprinderilor auto [144,145], suprafața sumară a terenului tehnologic va fi de aproximativ 5000 m². Se propune amplasarea terenului tehnologic pe stradela Pietrăriei 2 (Figura 4.22). Amplasarea terenului tehnologic prezentată în figura 4.22 are caracter orientativ și nu a avut ca obiectiv coordonarea cu autoritățile administrației publice locale sau realizarea construcției anume pe amplasament din imagine.

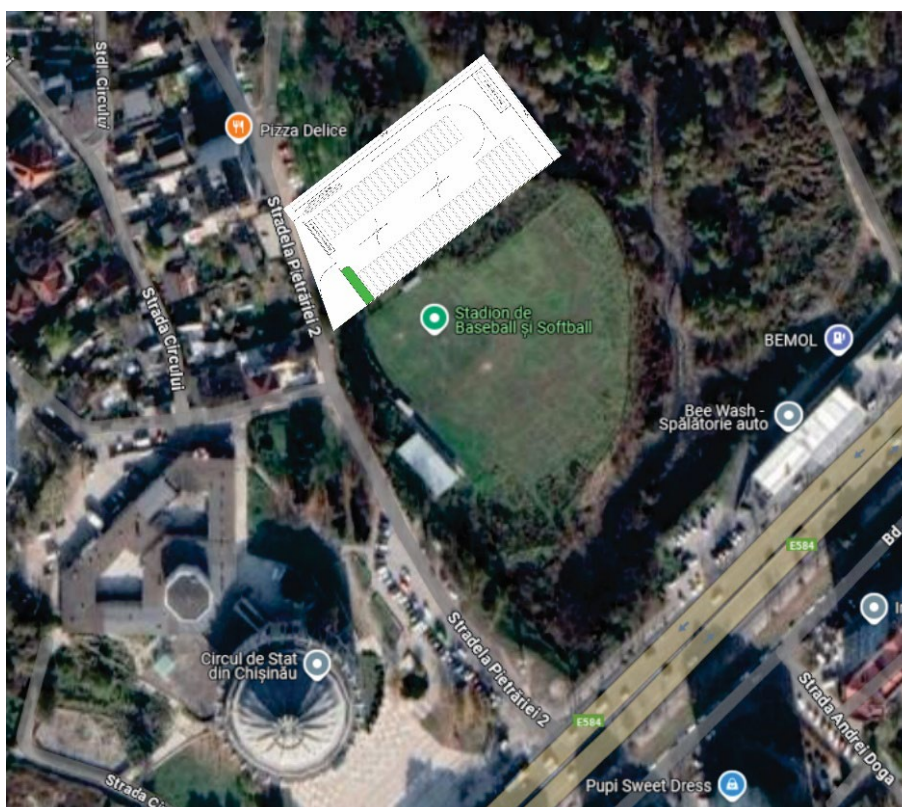


Figura 4.22 Amplasarea terenului tehnologic în zona stației „Circul”

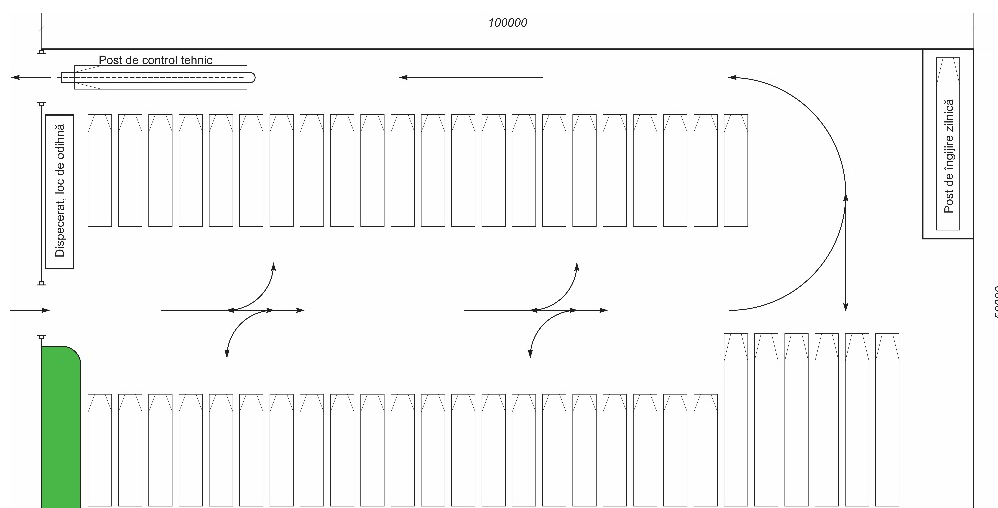


Figura 4.23 Proiect de teren tehnologic în zona stației „Circul”

Crearea unui teren tehnologic va permite a reduce esențial din parcursul nul al autobuzelor. Conform datelor pentru luna decembrie 2022, parcursul tehnologic (majoritatea din acest parcurs constituie parcursul nul) al autobuzelor de pe cele șase rute suburbane analizate (nr. 2, 10, 28, 37, 47, 48) a constituit 9466,4 km dintr-un parcurs total de 154457,1 km, ceea ce reprezintă 6,13% [129].

În tabelul 4.4 sunt efectuate calculele estimative ale indicatorilor tehnici și de exploatare pentru perioada de un an, în baza datelor reale de la întreprindere.

Tabelul 4.4 Calculul indicatorilor tehnici pentru rutele modificate și crearea parcului tehnologic

Nr. d/o	Indicatorii	Actual, calculat	Proiect, calculat
1.	Parcursul total anual, mii km	1814,0	1649,0
2.	Parcursul la rută, mii km	1692,4	1620,3
3.	Parcursul nul, mii km	121,6	28,7
4.	Reducerea parcursului sumar al autobuzelor, mii km	--	165,0
5.	Economie anuală de combustibil, litri (consum mediu al unui autobuz în regim urban constituie aproximativ 40,0 litri/100 km)	--	65960

Crearea unui teren tehnologic va reduce esențial parcursul nul al autobuzelor de pe rutele analizate (tabelul 4.4), ceea ce constituie un parcurs esențial dacă este calculat la nivelul întregului parc de autobuze.

Totodată, astfel de terenuri tehnologice pot avea următoarele beneficii [146]:

- **pentru operatorul de transport, reducerea costurilor operaționale și indirecte prin:**
 - reducerea consum de combustibil;
 - reducerea cheltuielilor de întreținere [45,46];

- reducerea uzurii motorului, transmisie, anvelopelor, frânelor;
- folosirea eficientă a mijloacelor de transport;
- folosirea eficientă a resurselor umane (șoferi, la moment taxatori);

b) pentru pasageri:

- creșterea confortului prin reducerea timpului la rută, timpului de așteptare;
- creșterea atractivității transportului public;

c) consecințe asupra mediului:

- reducerea emisiilor de gaze [18, 87, 147];
- reducerea poluării fonice [147, 148];
- reducerea poluării cu alte materiale de exploatare, praf etc.;

d) consecințe asupra infrastructurii prin presiunea redusă pe drumuri și reducerea fluxului de automobile:

Crearea unui teren tehnologic creează dezavantaje în ce privește:

- poluarea sporită a aerului din zona terenului tehnologic;
- disconfort locuitorilor din apropiere.

4.2.3.1. Determinarea indicatorilor economici ai măsurilor propuse

Crearea terenului tehnologic pentru întreprinderile de transport public urban trebuie să corespundă cerințelor tehnice pentru așa tipuri de construcții [63], dar și necesită investiții esențiale în infrastructură [149], care ca obiectiv au reducerea cheltuielilor de transport.

Beneficiile principale din crearea terenurilor tehnologice vor fi economiile costurilor de operare a autovehiculelor [150].

Crearea terenului tehnologic include cheltuieli suplimentare:

- alocarea și pregătirea terenului;
- lucrări de amenajare, asfaltare, îngrădire, iluminare și securitate;
- construcția, amplasarea punctului de control, dispecerat, încăperile de odihnă ale șoferilor, construcția sectorului de îngrijire zilnică cu sistem de filtrare și purificare a apei.

Pentru crearea terenului tehnologic propus (figura 4.23) se prevăd următoarele investiții (tabelul 4.5):

Tabelul 4.5 Investițiile necesare pentru crearea terenului tehnologic

Nr. d/o	Denumirea lucrărilor	Indicator	Sumă cheltuieli, lei
1.	Alocarea și pregătirea terenului	50 lei/m ²	250000,00
2.	Lucrări de amenajare, pietruire-asfaltare	850 lei/m ²	4250000,00
3.	Lucrări de amenajare, îngrădire, m	120 lei/m ²	59400,00
4.	Construcția, amplasarea sectorului de îngrijire zilnică cu sistem de filtrare, purificare a apei	--	800000,00
5.	Construcția, amplasarea punctului de control, dispecerat, încăperile de odihnă ale șoferilor	--	400000,00
6.	Iluminare, securitate video	--	60000,00
7.	Alte cheltuieli	10%	581940,00
	Total		6401340,00

1. Economia obținută din reducerea consumului de combustibil, lei:

$$EC_{comb} = Q \cdot P_{ll} \quad (4.1)$$

unde: Q – economia anuală de combustibil (Tabelul 4.4), litri;

P_{ll} – prețul unui litru de motorină, 21 lei.

$$EC_{comb} = 65690 \cdot 21 = 1379490 \text{ lei}$$

2. Economia obținută din reducerea consumului de uleiuri și lubrifianți, lei:

$$EC_{u.l.} = 0,01 \cdot (N_{um} \cdot P_{um} + N_{ut} \cdot P_{ut} + N_{us} \cdot P_{us} + N_{uc} \cdot P_{uc}) \cdot Q \cdot K_u \quad (4.2)$$

$$EC_{u.l.} = 0,01 \cdot (2,4 \cdot 125 + 0,3 \cdot 40 + 0,1 \cdot 55 + 0,2 \cdot 80) \cdot 65690 \cdot 1,5 = 314425 \text{ lei}$$

unde: N_{um} – norma de consum pentru uleiul de motor;

P_{um} – prețul unui litru de ulei de motor, lei;

N_{ut} – norma de consum pentru uleiul de transmisie;

P_{ut} – prețul unui litru de ulei de transmisie, lei;

N_{us} – norma de consum de uleiuri speciale;

P_{us} – prețul unui litru de ulei special, lei;

N_{uc} – norma de consum de unsori consistente;

P_{uc} – prețul unui kilogram de unsori consistente, lei;

K_u – coeficient de adaos.

3. Economia obținută din reducerea consumului pentru procurarea anvelopelor, lei:

$$EC_{anv} = 0,02 \cdot 0,001 \cdot N_{anv} \cdot P_{lanv} \cdot Z_{anv} \cdot L_{an} \quad (4.3)$$

$$EC_{anv} = 0,02 \cdot 0,001 \cdot 0,65 \cdot 8000 \cdot 6 \cdot 165000 = 102960 \text{ lei}$$

unde: N_{anv} – norma de uzare a anvelopelor;

P_{lanv} – prețul unei anvelope, lei;

Z_{anv} – numărul de anvelope la o unitate de transport;

L_{an} – parcursul anual, km.

Economia obținută din reducerea din consumul pentru revizia tehnică (RT) și reparația curentă (RC) a autobuzelor, lei:

$$EC_{RTRC} = N_{RTRC} \cdot L_{an} \quad (4.4)$$

unde: N_{RTRC} – norma de consum de piese de schimb și materiale la revizia tehnică (RT) și reparația curentă (RC) a autovehiculelor, lei/1000 km:

$$EC_{RTRC} = 0,35 \cdot 165000 = 57750 \text{ lei}$$

4. Economia totală, lei:

$$EC_{tot} = EC_{comb} + EC_{u.l.} + EC_{anv} + EC_{RTRC} \quad (4.5)$$

$$EC_{tot} = 1379490 + 314425 + 102960 + 57750 = 1854625 \text{ lei}$$

Timpul de răscumpărare a investițiilor, ani:

$$T_r = \frac{IC}{EC_{tot}} \quad (4.6)$$

$$T_r = \frac{6401340}{1854625} = 3,45 \text{ ani}$$

4.2.3.2. Impactul ecologic asupra mediului de la implementarea măsurilor propuse

Conform Protocolului de Emisii din Transport (TEP), calculul emisiilor de CO₂ pentru motorină se realizează pe baza factorilor specifici de emisie, stabiliți în conformitate cu standarde recunoscute internațional [151–153] care iau în considerare emisiile directe de tip (Tank-to-Wheel, TTW).

Conform TEP, arderea unui litru de motorină generează aproximativ 2,68 kg/l CO₂ (doar emisiile directe, TTW, valoarea medie).

Emisiile CO₂ sunt calculate conform relației:

$$E_{CO_2} = FC \cdot EF_{CO_2} \quad (4.7)$$

unde: E_{CO_2} - cantitatea totală de emisii de CO₂, kg;

FC - consumul total de combustibil, litri;

EF_{CO_2} - factorul de emisie specific al combustibilului, kg CO₂/litru:

$$E_{CO_2} = 65960 \cdot 2,68 = 176773 \text{ kg} = 176,8 \text{ tone CO}_2$$

Tabelul 4.6 Emisiile de gaze nocive de la arderea motorinei conform legislației UE [152]
(emisii limită pentru un autobuz – EURO VI, ciclul urban)

Nr. crt.	Poluant	Limită EURO 6 (g/km)	Estimat total (kg)
1.	NO _x (oxizi de azot)	0,4 g/km	$0,4 \cdot 165000 = 66,0$ kg
2.	PM (particule solide)	0,01 g/km	$0,01 \cdot 165000 = 1,65$ kg
3.	CO (monoxid de carbon)	1,5 g/km	$1,5 \cdot 165000 = 247,5$ kg
4.	HC (hidrocarburi)	0,13 g/km	$0,13 \cdot 165000 = 21,5$ kg

4.3. Concluzii la capitolul 4

1. Metodologia de gestionare a transportului cu autobuzul este utilizată pentru a îmbunătăți organizarea transportului public cu autobuzul în suburbiile orașului Chișinău. În perioada de creștere semnificativă a traficului de călători s-a recomandat ajustarea a 6 rute. Pentru a asigura ritmicitatea rutelor suburbane, programul de circulație a vehiculelor pe rute a fost ajustat ca urmare a modificării schemelor de rute, ceea ce a redus timpul rutei și a mărit viteza comercială.

2. Suprapunerea rutelor de transport public deseori duc la folosirea neeficientă a resurselor materiale și umane și la sporirea cheltuielilor.

3. Analiza diagramelor volumelor de transportare zilnice (figurile 4.3, 4.12, 4.18) și graficele fluxurilor de pasageri, în orele de vârf, pe rutele autobuzelor nr. 2, 37 și 10 (figurile 4.4, 4.5, 4.13, 4.14, 4.19, 4.20) arată ca aceste rute pot fi deservite mai eficient de autobuze de capacitate medie (Tabelul 2.1), ajustând orarele de circulație. Prin aceasta va crește gradul de utilizare a autobuzelor, satisfacția pasagerilor și se vor reduce cheltuielile operatorului de transport și impactul asupra mediului.

4. Analiza fluxurilor de pasageri pe rutele suburbane a constatat o creștere a numărului de deplasări din oraș spre suburbii în intervalul orelor de vârf dimineața. Acest fenomen este asociat cu dezvoltarea economică a zonelor suburbane, unde au fost înființate tot mai multe locuri de muncă, în special de către întreprinderile private amplasate de-a lungul arterelor rutiere principale și în zone cu prețuri mai accesibile la terenuri.

Totodată, pe anumite rute suburbane, diferența dintre fluxurile de pasageri în orele de vârf dimineața și seara s-a redus. Acest echilibru este determinat de creșterea numărului de elevi care învață în municipiul Chișinău, dar locuiesc în suburbii, precum și prin creșterea numărului de persoane care locuiesc în suburbii și lucrează în oraș.

5. Crearea unui parc tehnologic care necesită investiții de circa 6,4 mil. lei va contribui la creșterea productivității mijloacelor de transport pe 6 rute analizate prin reducerea parcursului anual și a parcursului nul cu circa 165 mii km; o economie anuală de combustibil a circa 65 mii litri; o economie anuală de materiale de exploatare; un impact pozitiv asupra mediului prin reducerea degajărilor de CO₂ de 176,8 tone și alte emisii poluante (tabelul 4.6); folosirea eficientă a resurselor umane.

CONCLUZII GENERALE

1. Studiul sistemului de transport din mun. Chișinău a arătat că acesta poate fi caracterizat după cum urmează:

- asigură mobilitatea locuitorilor din cadrul a 35 localități, inclusiv 6 orașe și 29 de sate cu populația totală de peste 882 mii locuitori;
- dispune de rețeaua stradală de 900 de străzi cu o lungime totală de 1116,9 km;
- rețeaua de rute este alcătuită din 31 rute de troleibuz, 24 rute de autobuz și 22 de rute de microbuz cu o lungime totală de 629,3 km;
- mobilitatea populației este asigurată de două întreprinderi municipale (ÎM RTE și ÎM PUA) și opt operatori de transport privat;
- parcul rulant al sistemului de transport public este alcătuit din 468 troleibuze, 215 autobuze și 202 microbuze;
- volumul anual de transport de pasageri constituie circa 258,2 mil. pasageri.

2. Studiul activității sistemelor de transport public municipale permite să concluzionăm că creșterea eficienței activității acestora necesită respectarea în comun a următoarelor condiții [78]:

- soluționarea problemelor de transport trebuie să ia în considerare în mod echilibrat interesele tuturor celor implicați: locuitorilor municipiului, agenților economici, operatorilor de transport public și ale administrațiilor locale [78];
- soluțiile pot fi acceptabile dacă se îndeplinesc cerințele de accesibilitate, siguranță, economie și ecologie;
- este necesară optimizarea parametrilor economici, tehnici și operaționali ai sistemului de transport.

3. Analiza sondajului evidențiază nemulțumire față de rețeaua de rute de autobuz suburban (mulțumiți doar 26,9%); rețeaua de rute de microbuz (mulțumiți doar 35,4%); furnizarea de informații despre orarul transportului public (mulțumiți doar 49,1%); stațiile de transport public (mulțumiți doar 52,8%); rețeaua de rute de autobuz urban (mulțumiți doar 55,6%) [101].

Pentru prelucrarea rezultatelor sondajului a fost folosită metoda statistică Analiza Componentelor Principale (PCA) prin care s-a evidențiat faptul că percepția asupra calității este influențată de un ansamblu extins de factori, în mare parte independenți între ei [125].

Sondajul efectuat evidențiază că majoritatea pasagerilor din mun. Chișinău pun accent pe factorul de timp de deplasare la alegerea modului de mobilitate.

4. În urma cercetărilor fluxului de pasageri s-a constatat că sistemul de transport public din municipiul Chișinău, cu un volum zilnic de transportare de circa 667,4 mii pasageri, se confruntă cu

o provocare specifică orașelor mari: fluxurile de pasageri pe principalele magistrale de transport ating deja limita capacității operaționale a sistemului de transport actual bazat pe troleibuze și autobuze (stația „Circul” – 41023, bd. Ștefan cel Mare - 37007 pas. etc.). Aceste volume de transport confirmă actualitatea promovării transportului de capacitate mare și/sau revizuirea rețelei rutiere în centrul orașului.

Prin urmare, creșterea eficienței sistemului de transport public existent devine o prioritate atât științifică, cât și practică, cu caracter de urgență.

5. În urma cercetărilor au fost determinate valorile indicatorilor tehnici și de exploatare a mijloacelor de transport pe rutele sistemului de transport din mun. Chișinău unde s-au constatat următoarele:

- o variație semnificativă a coeficientului de neuniformitate a fluxului de pasageri pe rutele de troleibuz până la 3,128; autobuz până la 2,333; microbuz până la 2,235;

- coeficientul dinamic de utilizare a capacității mijloacelor de transport, care este unul din indicatorii principali de performanță și calitate, constituie pentru: troleibuze de la 0,068 la 0,391; autobuze - de la 0,083 la 0,366; microbuze - de la 0,155 la 0,782. Valorile medii zilnice recomandate sunt 0,2–0,4; valorile mici indică o eficiență scăzută de exploatare a mijloacelor de transport pe rută, iar valorile mari duc la scăderea calității serviciilor;

- viteza comercială medie pe rute constituie: troleibuze - 15,90 km/h, autobuze - 19,25 km/h, microbuze - 20,84 km/h. Aceste valori sunt mult sub limitele recomandate și influențează negativ asupra calității serviciilor.

6. S-au elaborat modalități de sporire a eficienței sistemului de transport public prin următoarele:

- optimizarea a patru rute suburbane care va contribui la reducerea transportului urban pe un sector din centrul orașului cu 10 unități și 82 curse zilnic, mărirea vitezei comerciale medii de la 19,9 km/h până la 21,1 km/h, micșorarea timpului rutelor în medie cu 14 min;

- implementarea unei unități de infrastructură specializate (teren tehnologic) este estimată să conducă la reducerea parcursului anual a 21 de autobuze de pe 6 rute cu 165 mii km. Această optimizare operațională se preconizează că va genera o economie anuală de circa 66 tone de combustibil, totodată, va reduce costurile de exploatare și emisiile poluante cu 176,8 tone CO₂ și alte gaze nocive .

PROPUNERI ȘI RECOMANDĂRI

1. **Optimizarea întregii rețele de rute** prin dezvoltarea unui model matematic sau algoritmic pentru reconfigurarea rețelei de rute bazat pe fluxurile reale de pasageri și distribuția cererii de transport în vederea utilizării raționale a capacității mijloacelor de transport și atingerea vitezelor comerciale recomandate.
2. **Dezvoltarea infrastructurii de transport** cum ar fi benzile dedicate, stații moderne, parc tehnologic etc. și efectuarea unei analize cost-beneficiu a investițiilor în infrastructura de transport și estimarea termenului de recuperare prin economiile generate de reducerea costurilor de operare, timpului pierdut în ambuteiaje.
3. **Îmbunătățirea satisfacției pasagerilor** prin identificarea factorilor principali ai insatisfacției și testarea unor soluții (aplicații mobile cu orare în timp real, ajustarea frecvenței curselor, respectarea orarului de circulație, implementarea panourilor informative la stații) pentru atragerea mai multor pasageri către transportul public, reducând dependența de transportul privat.
4. **Integrarea tehnologiilor inteligente** și a sistemelor de management al traficului pentru reducerea ambuteiajelor și creșterea vitezei comerciale a transportului public.
5. **Promovarea transportului ecologic** cum ar fi autobuze hibride și electrice pentru reducerea impactului negativ asupra mediului.

BIBLIOGRAFIE

1. BEREZINETS, I. V.; SOKOLOVA E. V. Transportation system and the city: What the urban transport reform should be. 2020. <https://doi.org/10.21638/11701/spbu08.2020.304>.
2. VUCHIC, V. *Transportation for Livable Cities*, 1st ed.; Taylor and Francis: Milton, 2017.
3. WARDROP, J.G. ROAD PAPER. SOME THEORETICAL ASPECTS OF ROAD TRAFFIC RESEARCH. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers* 1952, 1 (3), pp. 325–362. <https://doi.org/10.1680/ipeds.1952.11259>.
4. WARDROP, J.G. *Some Theoretical Aspects of Road Traffic Research*; Institution of Civil Engineers, 1952.
5. OPREA, C.; ILIE, A. Corelații între mărimea și structura orașelor și nevoia de mobilitate; VIAȚA ȘI ACTIVITĂȚILE ÎN MARI AGLOMERAȚII URBANE - BUCUREȘTI, PREZENT ȘI VIITOR: Lucrările celei de-a VII-a ediții a Conferinței anuale a ASTR, 2012; Vol. PROCEEDINGS ASTR 2012.
6. MCKINSEY & COMPANY. *Urban Transportation Systems of 25 Global Cities*; July 2021, 2021; p 138. <https://www.mckinsey.com/~/media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/building%20a%20transport%20system%20that%20works%20new%20charts%20five%20insights%20from%20our%202025%20city%20report%20new/elements-of-success-urban-transportation-systems-of-25-global-cities-july-2021.pdf>.
7. МЕНДЕЛЕВ, Г. А. *Транспорт в Планировке Городов*; МАДИ: М., 2005.
8. ЛАРИН, О.Н. *Пассажирские Перевозки*; Издательский центр ЮУрГУ, 2011.
9. EUROPEAN PARLIAMENT. DIRECTORATE GENERAL FOR INTERNAL POLICIES OF THE UNION.; VVA.; TEPR. *Transport Infrastructure in Low-Density and Depopulating Areas :Research for TRAN Committee*; Publications Office: LU, 2021.
10. PLĂMĂDEALĂ, V.; GOIAN, V.; RUSU, E. National and international experience regarding development of bicycle infrastructure. *J. Eng. Sci.* 2023, 30 (1), pp. 37–54. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30\(1\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2023.30(1).03).
11. EUROPEAN COMMISSION. *Transport in the european union current trends and issues*, european commission.; 2018.
12. *Bremen*. Wikipedia the free encyclopedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Bremen&oldid=1236218289> (accessed 2024-07-24).
13. *Buss | Sporveien*. <https://www.sporveien.no/vare-tjenester/buss/> (accessed 2024-07-24).
14. *Oslo*. Wikipedia. <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Oslo&oldid=1236291582> (accessed 2024-07-24).
15. EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL FOR MOBILITY AND TRANSPORT. *Raising awareness of alternatives to private car: Pilot Project : Final Report*; Publications Office: LU, 2021.
16. SAEIDIZAND, P.; FRANSEN, K.; BOUSSAUW, K. Revisiting Car dependency: a worldwide analysis of car travel in global metropolitan areas. *Cities* 2022, 120, pp. 103467. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2021.103467>.
17. AGENȚIA SERVICII PUBLICE. *Date statistice referitor la componența Registrului de stat al transporturilor în profil administrativ-teritorial*. <https://www.asp.gov.md/ro/date-deschise/date-statistice/rst-raion> (accessed 2024-07-24).
18. CORPOCEAN, A.; ROTARU, I.; PLĂMĂDEALĂ, V. *Ecologizarea sistemului Om-Automobil-Mediu*; Editura "Tehnica-UTM": Chișinău, 2016.
19. CEE-ONU, P.O. of the E. Regulamentul nr. 49 al Comisiei Economice pentru Europa a Organizației Națiunilor Unite (CEE-ONU) – Dispoziții uniforme privind măsurile care trebuie luate împotriva emisiilor de gaze și de particule poluante provenite de la motoarele

- cu aprindere prin compresie utilizate la vehicule și împotriva emisiilor de gaze poluante provenite de la motoarele cu aprindere prin scânteie alimentate cu gaz sau cu gaz petrolier lichefiat utilizate la vehicule, 2010. <https://op.europa.eu/ro/publication-detail/-/publication/66ec5274-2853-460a-9620-0d43f389e820> (accessed 2024-09-28).
20. PARLAMENTUL EUROPEAN ȘI CONSILIUL UNIUNII EUROPENE. *Regulamentul (CE) nr. 595/2009 al Parlamentului European și al Consiliului din 18 iunie 2009 privind omologarea de tip a autovehiculelor și a motoarelor cu privire la emisiile provenite de la vehicule grele (Euro VI) și accesul la informații privind repararea și întreținerea vehiculelor și de modificare a Regulamentului (CE) nr. 715/2007 și a Directivei 2007/46/CE și de abrogare a Directivelor 80/1269/CEE, 2005/55/CE și 2005/78/CE (Text cu relevanță pentru SEE)*; 2009; Vol. 188. <http://data.europa.eu/eli/reg/2009/595/oj/ron> (accessed 2024-09-28).
 21. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/web/transport/database> (accessed 2024-07-24).
 22. AGENȚIA SERVICII PUBLICE. *Date statistice referitor la componența Registrului de stat al transporturilor în profil administrativ-teritorial | AGENȚIA SERVICII PUBLICE*. <https://www.asp.gov.md/ro/date-deschise/date-statistice/rst-raion> (accessed 2024-07-24).
 23. *Transport equipment statistics*. Eurostat. Statistics Explained. https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Transport_equipment_statistics (accessed 2024-07-24).
 24. KUSS, P; NICHOLAS, K. A. A dozen effective interventions to reduce car use in european cities: lessons learned from a meta-analysis and transition management. *Case Studies on Transport Policy* 2022, 10 (3), pp. 1494–1513. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.02.001>.
 25. MOVE IT LIKE LUBLIN – A CHISINAU SUSTAINABLE DEVELOPMENT INITIATIVE. *Elaborarea de rapoarte de politici locale (policy briefs) cu recomandări pentru implementarea celor mai noi abordări în transportul public*; 2023. https://www.chisinau.md/ro/raport-de-politici-locale-policy-brief-1-cu-recomandari-20901_274993.html.
 26. COTRUȚĂ, I.; CEBAN, V. Analiza cadrului legal al Republicii Moldova în domeniul transportului public. *Conferința națională științifico-practică ediția a 9-a “Transporturi: inginerie, economie și management” Chișinău*, 2017, pp. 85–93.
 27. COTRUȚĂ, I.; CEBAN, V. Analiza impactului dispozițiilor primăriei municipiului Chișinău asupra mobilității populație și fluidității traficului rutier. *Conferința națională științifico-practică cu participare internațională ediția a 8-a “Transporturi: inginerie, economie și management”*, Chișinău 2015, pp. 175–190.
 28. Codul Transporturilor Rutiere, 2014.
 29. Legea Privind Siguranța Traficului Rutier, 2007. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=142432&lang=ro#.
 30. Hotărârea Guvernului cu privire la aprobarea Regulamentului Circulației Rutiere, 2009. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=143178&lang=ro.
 31. Hotărârea Guvernului cu privire la Regulamentul transporturilor auto de călători și bagaje, 2006. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=100267&lang=ro.
 32. Decizia Consiliului Municipal Chișinău nr. 68/1-2 din 22.03.2007 cu privire la aprobarea Planului urbanistic general al orașului Chișinău, 2007. <https://www.chisinau.md/ro>.
 33. Codul Civil al Republicii Moldova, 2019. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=112573&lang=ro.
 34. Legea pentru aprobarea Strategiei Naționale de Dezvoltare „Moldova Europeană 2030”, 2022. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=134582&lang=ro.
 35. Strategia de transport a municipiului Chișinău pentru anii 2015 - 2025, 2013. <https://www.chisinau.md/ro>.
 36. *Comisiile CMC*. Comisiile CMC. <https://www.chisinau.md/ro/comisiile-cmc-20397.html> (accessed 2024-07-25).

37. PRIMĂRIA MUNICIPIULUI CHIȘINĂU. *Inițiativă de dezvoltare durabilă a transportului public din Chișinău. analiza implementării prevederilor privind transportul public din acordul de asociere UE-Moldova*; Chișinău, ianuarie 2022.
38. *Rezultatele finale ale Recensământului Populației și Locuințelor 2024: distribuția geografică a populației*. Rezultatele finale ale recensământului populației și locuințelor 2024: distribuția geografică a populației. https://statistica.gov.md/ro/rezultatele-finale-ale-recensamantului-populatiei-si-locuintelor-2024-distributi-10121_61877.html (accessed 2025-08-06).
39. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ. *Numarul mediu al populatiei cu resedinta obisnuita*. PxWeb. https://statbank.statistica.md:443/PxWebPxWeb/pxweb/ro/20 Populatia si procesele demografice/20 Populatia si procesele demografice_POP010_POPPro/POP011000rcl.px/ (accessed 2024-07-21).
40. AGENȚIA SERVICII PUBLICE. *Date statistice din Registrul de stat al populației referitor la persoanele fizice cu loc de trai în Republica Moldova în profil administrativ-teritorial*. <https://www.asp.gov.md/ro/date-deschise/date-statistice/rsp-raion> (accessed 2024-07-21).
41. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ. *Statistica.md*. <https://recensamant.statistica.md/ro/maps/districts> (accessed 2024-07-25).
42. UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE. *Руководство по устойчивой городской мобильности и территориальному планированию: Codeйствие активной мобильности*; UN, 2020. <https://doi.org/10.18356/4277bc81-ru>.
43. **ROTARU, I.**; PĂDURE, O. Influența parametrilor automobilului asupra economicității lui. *Conferința Tehnico - Științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, 08-09 oct. 2004, Chișinău*; 2004; Vol. Vol 3., pp 82–83.
44. PĂDURE, O.; NEGRUȘ, E.; **ROTARU, I.** Metoda de optimizare a deservirii, tehnice la un parc de autovehicule. *Conferința Națională cu Participare Internațională Autovehiculul, Mediul și Mașina Agricolă - AMMA 2002, Cluj-Napoca 10–11 Octombrie 2002*), *Motoare pentru autovehicule, Tehnologii de transport, Trafic și securitate rutieră 2002, Vol. 2*, pp. 353–355.
45. PĂDURE, O.; NEGRUȘ, E.; **ROTARU, I.** Estimarea costului ciclului de viața. *ESFA 2003, The 7th International Conference Fuel Economy, Safety and Reliability of Motor Vehicles, Bucharest, May 8 - 9, 2003, Romania* / [Universitatea Politehnica din București 2003, pp. pp.55-58.
46. PĂDURE, O.; NEGRUȘ, E.; **ROTARU, I.** Program pentru determinarea numărului de vizite la stațiile de deservire tehnică și reparație curentă. *SMAT 2001: AUTOVEHICOLUL-SIGURANȚĂ, CONFORT ȘI FIABILITATE. Prima conferință cu participare internațională 2001, Vol. I*, pp. 433–436.
47. PĂDURE, O.; **ROTARU, I.**; BUGA, A. Determinarea numărului de vizite pentru lucrările de mentenanță. 2023.
48. PLĂMĂDEALĂ, V.; **ROTARU, I.**; POROSEATCOVSCHI, V. Automobilul – laborator pentru studierea regimurilor de circulație a automobilelor în fluxurile de transport. *Conferința națională științifico-practică cu participare internațională „Transport: economie, inginerie și management” 2011*, pp. 198- 202.
49. AMBROSI, G. Comparative analysis of the non-uniformity of the freight and passengers flows within the transport system of the Republic of Moldova. In *Automotive and Integrated Transport Systems – AITS 2021*; Technical University of Moldova, 2021; pp 87–92.
50. RTEC. *Raportul conducerii întreprinderii municipale regia transport electric Chisinau*; 2021; p 20. <https://rtec.md/wp-content/uploads/2021/11/RAPORTUL-CONDUCERII-I.M.-Regia-transport-electric.pdf>.
51. RTEC. *Raportul conducerii întreprinderii municipale regia transport electric Chisinau*; 2022; p 19. <https://rtec.md/wp-content/uploads/2022/06/Raportul-conducerii-2021.pdf>.

52. RTEC. *Raportul conducerii întreprinderii municipale regia transport electric Chisinau*; 2023; p 25. <https://rtec.md/wp-content/uploads/2023/07/Raportul-conducerii-RTEC-2022.pdf>.
53. RTEC. *Raportul conducerii întreprinderii municipale regia transport electric Chisinau*; 2024; p 30. <https://rtec.md/wp-content/uploads/2024/06/Raportul-conducerii-pentru-anul-2023.pdf>.
54. RTEC. *Raportul conducerii întreprinderii municipale regia transport electric Chisinau*; 2025; p 22. <https://rtec.md/wp-content/uploads/2025/06/Raport-conducere.pdf>.
55. IM PUA. *Raport conducerii ÎM PUA*; Chisinau, 2021; p 13. https://www.autourban.md/indicatori/Raportul_Conducerii_2021.pdf.
56. IM PUA. *Raport conducerii ÎM PUA*; Chisinau, 2022; p 12. https://www.autourban.md/indicatori/Raportul_Conducerii_2022.pdf.
57. IM PUA. *Raport conducerii ÎM PUA*; Chisinau, 2023; p 13. https://www.autourban.md/indicatori/raportul_conducerii_2023.pdf.
58. IM PUA. *Raport conducerii ÎM PUA*; Chisinau, 2024; p 13. https://autourban.md/indicatori/Raportul_Conducerii_2024.pdf.
59. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ. *Transportul de pasageri realizat cu autobuze si microbuze, in profil teritorial, 2008-2022. PxWeb*. https://statbank.statistica.md/PxWeb/pxweb/ro/60%20Statistica%20regionala/60%20Statistica%20regionala__19%20TRA_serii%20anuale/TRA030600reg.px/table/tableViewLayout2/?rxid=9a62a0d7-86c4-45da-b7e4-fecc26003802 (accessed 2024-07-22).
60. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ AL REPUBLICII MOLDOVA. *Chișinău În Cifre: Anuar Statistic*; Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova, 2025.
61. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ AL REPUBLICII MOLDOVA. *Chișinău În Cifre: Anuar Statistic*; Biroul Național de Statistică al Republicii Moldova, 2023.
62. Legea Drumurilor, 1995. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=137550&lang=ro#.
63. NCM B.01.05:2019. Normativ în construcții, 2019. <https://ednc.gov.md/wp-content/uploads/2023/06/NCM-B.01.05-2019.pdf>.
64. BIROUL NAȚIONAL DE STATISTICĂ. *Lungimea drumurilor, pe categorii de drumuri si pe tipul de îmbrăcăminte, in profil teritorial, la sfârșitul anului, 2008-2023. PxWeb*. https://statbank.statistica.md:443/PxWebPxWeb/pxweb/ro/60 Statistica regionala/60 Statistica regionala__19 TRA/TRA010300reg.px/ (accessed 2024-08-06).
65. VICKREY, W. S. Pricing in urban and suburban transport. *The American Economic Review* 1963, 53 (2), pp. 452- 465.
66. FEARNLEY, N. Free Fares Policies: Impact on public transport mode share and other transport policy goals. *IJT* 2013, 1 (1), pp. 75–90. <https://doi.org/10.14257/ijt.2013.1.1.05>.
67. FADEEV, A. I.; ALHUSSEINI, S. Determination of urban public transport demand by processing electronic travel ticket data. *Period. Polytech. Transp. Eng.* 2023, 51 (4), pp. 394–408. <https://doi.org/10.3311/PPtr.21447>.
68. VICKERMAN, R. The transport problem: the need for consistent policies on pricing and investment. *Transport Policy* 2024, 149, pp. 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2024.02.009>.
69. MACIEJEWSKA, M.; BOUSSAUW, K.; KĘBŁOWSKI, W.; VAN ACKER, V. Assessing Public Transport Loyalty in a Car-Dominated Society: The Case of Luxembourg. *Journal of Public Transportation* 2023, 25, pp. 100061. <https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2023.100061>.
70. CATS, O.; REIMAL, T.; SUSILO, Y. Public transport pricing policy: empirical evidence from a fare-free scheme in tallinn, Estonia. *Transportation Research Record* 2014, 2415 (1), pp. 89–96. <https://doi.org/10.3141/2415-10>.

71. *You study, you travel free* - European Commission. https://urban-mobility-observatory.transport.ec.europa.eu/resources/case-studies/you-study-you-travel-free_en (accessed 2024-08-06).
72. DECIZIA NR. 6/1 CMC. Cu privire la modificarea și aprobarea unor acte normative, 2022.
73. *CityAccessMap*. <https://www.cityaccessmap.com/> (accessed 2024-08-06).
74. *How many people can you reach by public transport, bicycle or on foot in european cities? Measuring urban accessibility for low-carbon modes*; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2020.
75. PLĂMĂDEALĂ, V.; ROTARU, I.; POROSEATCOVSCHIL, V. Metodica încercării la stand a motorului privind toxicitatea emisiilor gazelor de eșapament. In *Conferința națională științifico-practică cu participare internațională „Transport: economie, inginerie și management”*. Chișinău, 26-27 octombrie 2012, UTM; Vol. II, pp 97–104.
76. PLĂMĂDEALĂ, V.; ROTARU, I. ”Denivelarea Artificială” – Ecologie Sau Siguranță. *Meridian ingineresc* 2016, nr. 1, pp. 51–54.
77. EUROPEAN COURT OF AUDITORS. *Mobilitatea urbană durabilă în EU : nu sunt posibile îmbunătățiri substanțiale fără un angajament din partea statelor membre*; Raportul special nr. 06 (Curtea de Conturi Europeană. Online); Publications Office: LU, 2020.
78. ROTARU, I.; CEBAN, V. PROBLEME ACTUALE ALE SISTEMELOR DE TRANSPORT PUBLIC MUNICIPAL. *Technical Scientific Conference of Undergraduate, Master, PhD students, Technical University of Moldova* 2024, II, pp. 1347.
79. ROTARU, I.; PĂDURE, O. Influenta factorului uman asupra economicității automobilului. In *Conferința Tehnico - Științifică Jubiliară a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților*, 08-09 oct. 2004, Chișinău; 2004; Vol. Vol 3., pp 84–85.
80. AMBROSI, G. COMPARATIVE ASSESSMENT OF COMPETENCE LEVEL OF TRANSPORT SYSTEM EXPERTS. *JES* 2021, XXVIII (4), pp. 114–120. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28\(4\).10](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2021.28(4).10).
81. ГУДКОВ, В. А.; МИРОТИН, Л. Б.; ВЕЛЬМОЖЕН, А. В.; ШИРЯЕВ, С. А. *Пассажирские автомобильные перевозки.*, М.; 2006.
82. PIROV, J.; UMIRZOKOV, A.; SOIBOV, A.; HUSEINOV, H. Analysis of road traffic organization in the city of Dushanbe. *Proceedings of ISTU* 2017, 21, pp. 142–148. <https://doi.org/10.21285/1814-3520-2017-6-142-148>.
83. UNIVERSITATEA DIN CRAIOVA; PRIMĂRIA CRAIOVA. *Studiu privind fluxul de călători în municipiul Craiova*; 2021.
84. ЦОЙ, М. Е.; ЩЕКОЛДИН, В. Ю.; ДОЛГИХ, И. В. Исследование факторов, влияющих на удовлетворенность потребителей качеством услуг городского общественного транспорта. *Russian Journal of Entrepreneurship* 2017, 18 (21), pp. 3237. <https://doi.org/10.18334/rp.18.21.38503>.
85. СПИРИН, И. В. *Организация и Управление Пассажирскими Автомобильными Перевозками*, 12th ed.; Москва : Академия, 2020: Москва : Академия, 2020, 2020.
86. CEE-ONU. Regulamentul Nr. 107 al Comisiei economice pentru europa a organizației națiunilor unite (CEE-ONU) – Dispoziții uniforme privind omologarea vehiculelor din categoriile M2 sau M3 în ceea ce privește construcția generală a acestora, 2019. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/d8730fbc-157e-11e5-8817-01aa75ed71a1/language-ro>.
87. TOLEDANO, J. S.; MONEDERO, B. D.; FLORES - UREBA, S.; DE BLAS, C. S. The efficiency of urban public transport and its impact on environmental sustainability. *Sustainable Technology and Entrepreneurship* 2025, 4 (2), pp. 100097. <https://doi.org/10.1016/j.stae.2025.100097>.
88. CORPOCEAN, A.; ROTARU, I.; PĂDURE, O. *Proiectarea tehnologică a întreprinderilor feroviare*; Universitatea Tehnică a Moldovei, 2018.

89. HALADIN, I.; BOGUT, M.; LAKUŠIĆ, S. Analysis of tram traffic-induced vibration influence on earthquake damaged Buildings. *Buildings* 2021, 11 (12), pp. 590. <https://doi.org/10.3390/buildings11120590>.
90. ȘTEFĂNESCU, P. *Contribuții la eficientizarea transportului public de persoane în mediul urban și periurban, aferent municipiului Timișoara*, Editura Politehnica,; Teze de doctorat ale UPT, Seria 16, Nr. 7; 2014; Vol. 268 pagini,.
91. CEBAN, V.; COTRUȚĂ, I. Structura parcului rulant al transportului public din municipiului Chișinău. *Conferința națională științifico – practică cu participare internațională ediția a 7-a "Transport: economie, inginerie și management"*, Chișinău 2015, pp. 17–23.
92. ALIBOEV, B.; JURAEVA, G.; AKHMEDOV, D.; GULYAMOV, N.; ABROROV, A. Solving the problems of studying passenger flow in urban public transport by introducing digital technologies. *E3S Web Conf.* 2024, 471, pp. 04008. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202447104008>.
93. CICTYK, B. Approach for determination daily passenger traffic on public transport using site survey findings. *Automash* 2024, 1 (22), pp. 55–60. <https://doi.org/10.36910/automash.v1i22.1345>.
94. BUTYRKIN, A.Y.; KULIKOVA, E.B.; MADYAR, O.N.; DMITRIEVA, E.I. models for predicting passenger traffic in rail and air transport. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2020, 918 (1), pp. 012057. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/918/1/012057>.
95. *Transit Capacity and Quality of Service Manual*, 3rd ed.; Kittelson & Associates, National Research Council (U.S.), Transit cooperative research program, United States, Transit Development Corporation, Eds.; TCRP report; Transportation Research Board: Washington, D.C, 2013.
96. ORTÚZAR, J.D.D.; WILLUMSEN, L.G. *Modelling Transport*, 1st ed.; Wiley, 2011. <https://doi.org/10.1002/9781119993308>.
97. MEYER, M.D.; MILLER, E.J. *Urban transportation planning: a decision-oriented approach*, 2. ed., internat. ed.; McGraw-Hill Series in Transportation; McGraw-Hill: Boston, 2001.
98. *Quality of Life in European Cities 2015: Fieldwork: May-June 2015*; Europäische Kommission, Ed.; Flash eurobarometer; Publications Office of the European Union: Luxembourg, 2016. <https://doi.org/10.2776/519991>.
99. OLIVKOVÁ, I. Evaluation of quality public transport criteria in terms of passenger satisfaction. *Transport and Telecommunication Journal* 2016, 17 (1), pp. 18–27. <https://doi.org/10.1515/ttj-2016-0003>.
100. CMC. Regulamentului transporturilor rutiere de călători și bagaje pe teritoriul municipiului Chișinău.
101. ROTARU, I.; CEBAN, V. Quality of public transport services in Chisinau. *J. Eng. Sci.* 2024, 31 (2), pp. 7–16. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(2\).01](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(2).01).
102. UȘPALYTĖ-VITKŪNIENĖ, R.; ŠARKIENĖ, E.; ŽILIONIENĖ, D. Multi-criteria analysis of indicators of the public transport infrastructure. *PROMET* 2020, 32 (1), pp. 119–126. <https://doi.org/10.7307/ptt.v32i1.3175>.
103. CEBAN, V; MAMALIGA, V; SCUTARI, M. Calitatea serviciilor de transport urban în municipiul Chișinău. In *Conferința Tehnico-științifică a Colaboratorilor, Doctoranzilor și Studenților, Universitatea Tehnică a Moldovei, 15-23 noiembrie, 2013*; UTM, 2013, 2014; Vol. III, pp 290–293.
104. CHUMACHENKO, I. V.; DAVIDICH, YU. A.; GALKIN, A. S.; DAVIDICH, N. V. Quality assessment of passenger transportation by urban transport while using various number of fixed-route transport facilities. *Nauka teh.* 2017, 16 (5), pp. 415–421. <https://doi.org/10.21122/2227-1031-2017-16-5-415-421>.

105. SINHA, S.; SHIVANAND SWAMY, H.M.; MODI, K. User perceptions of public transport service quality. *Transportation Research Procedia* 2020, 48, pp. 3310–3323. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.08.121>.
106. JOLLIFFE, I.T.; CADIMA, J. Principal Component Analysis: a review and recent developments. *Philosophical transactions of the royal society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences* 2016, 374 (2065), pp. 20150202.
107. PEARSON, K. LIII. On lines and planes of closest fit to systems of points in space. *The London, Edinburgh, and Dublin philosophical magazine and journal of science* 1901, 2 (11), pp. 559–572.
108. JOLLIFFE I. T. Principal Component Analysis for special types of data. In *Principal Component Analysis*; Springer Series in Statistics; Springer-Verlag: New York, 2002; pp 338–372. https://doi.org/10.1007/0-387-22440-8_13.
109. RUSU, A.; RUSU, E. On some classes of formulas in $\mathcal{S}_5$ which are pre-complete relative to existential expressibility. *Computer Science Journal of Moldova* 2023, 93 (3), pp. 395–408.
110. HOTELLING, H. Analysis of a complex of statistical variables into Principal Components. *Journal of educational psychology* 1933, 24 (6), pp. 417–441. <https://doi.org/10.1037/h0071325>.
111. GREENACRE, M.; GROENEN, P.J.F.; HASTIE, T.; D'ENZA, A.I.; MARKOS, A.; TUZHILINA, E. Principal Component Analysis. *Nature Reviews Methods Primers* 2022, 2 (1), pp. 100. <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>.
112. BRO, R.; SMILDE, A.K. Principal Component Analysis. *Analytical methods* 2014, 6 (9), pp. 2812–2831.
113. ABDI, H.; WILLIAMS, L.J. Principal Component Analysis. *Wiley interdisciplinary reviews: computational statistics* 2010, 2 (4), pp. 433–459.
114. STRANG, G. *Introduction to linear algebra*, 6th ed.; Wellesley-Cambridge press: Wellesley, Mass, 2023.
115. RUSU, A.; RUSU E. On algorithms related to expressibility of functions of diagonalizable algebras. In *Algorithms as a Basis of Modern Applied Mathematics*; Hošková-Mayerová, Š., Flaut, C., Maturo, F, Eds.; Studies in Fuzziness and Soft Computing; Springer International Publishing: Cham, 2021; Vol. 404, pp 257–277. https://doi.org/10.1007/978-3-030-61334-1_13.
116. MOLOȘNIC, P.; RUSU, E. *Matematici Speciale: Note de Curs*. 2023.
117. COJUHARI, E.; COSTAS, A.; LEAH, I.; RUSU, E. *Elemente de algebră liniară și geometrie analitică: Manual*; Universitatea Tehnică a Moldovei, 2023.
118. RUSU, E., E.; MELNIC, V. *Matematica Prin „WOLFRAM MATHEMATICA”*: Ghid Pentru Începători Privind Lucrările Individuale; Tehnica-UTM: Chișinău, 2018.
119. RUSU, A.; RUSU, E. An Algorithm for Detection of Ultra-Weak Completeness of the Systems of Formulas in a Provability Logic of Propositions. *ROMAI Journal* 2018, 14 (2), pp. 139–154.
120. Nota-Analitica-IPRE_Costul-unui-bilet-de-calatorie_SG-1.Pdf. https://ipre.md/wp-content/uploads/2019/10/Nota-Analitica-IPRE_Costul-unui-bilet-de-calatorie_SG-1.pdf (accessed 2024-08-12).
121. SNEDECO, G. W.; COCHRAN, W. G. *Statistical Methods*, 8th ed., 7. print.; Iowa State Univ. Press: Ames, Iowa, 1996.
122. MALHOTRA, N. K. *Marketing research: an applied orientation*, Sixth edition, global edition.; Pearson: Boston Amsterdam Dubai, 2010.
123. CIVITAS 9. *Sisteme informaționale inovatoare pentru transportul public*; Policy Advice Notes; 2010.

124. "MOVE IT LIKE LUBLIN" - A CHISINAU PUBLIC TRANSPORT SUSTAINABLE. *Elaborarea studiului privind sistemul de e-ticketing*; "MOVE IT like Lublin"-a Chisinau public transport sustainable development initiative/ NEAR-TS/2020/421-885; 2024, 2023; p 167.
125. ROTARU, I.; RUSU, A. Measuring passenger satisfaction in urban public transport in Chisinau. *J. Eng. Sci.* 2025, 31 (4), pp. 33–54. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(4\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(4).03).
126. *DB_sondaj_pasageri_initial.xlsx* - Google Sheets. https://docs.google.com/spreadsheets/d/1m0An_EEqww6dfLvN9Ts0GnVn58zweFYY/edit?gid=1591432114#gid=1591432114 (accessed 2025-06-13).
127. BOROIU, A; VIERU, I; BOROIU, A. A. Modelarea matematică a cererii de transport public. Studiu de caz: zona Pitești–Vedea din județul Argeș. 2012.
128. AMBROSI, G. MODELING OF PUBLIC PASSENGER TRANSPORT SYSTEMS. *UniTech* 2021, 89 (8–2). <https://doi.org/10.32743/UniTech.2021.89.8.12207>.
129. ÎM PUA. *Planul operațional de transport public în "parcul urban de autobuze" decembrie 2022*; 2022.
130. RTEC. *Planul operațional de transport public (troleibuze) decembrie 2022*; 2022.
131. RADCHENKO, D.; GAIDAR INSTITUTE FOR ECONOMIC POLICY. About the measurement of transport infrastructure development. *Spatial Economics* 2019, 15 (2), pp. 37–74. <https://doi.org/10.14530/se.2019.2.037-074>.
132. NOVIKOV, A.; EREMIN, S. Patterns of passenger traffic formation in urban public transport. *Transportation Research Procedia* 2020, 50, pp. 483–490. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.057>.
133. ЯКУБОВИЧ, С. П.; СЕДЮКЕВИЧ, В. Н. *The coefficient of using of the capacity of vehicles as a indicator of comfort and efficiency passenger transportation*; Working Paper; BNTU, 2018. <https://rep.bntu.by/handle/data/47663> (accessed 2025-08-08).
134. FADEEV, A. I.; FOMIN, YE. V.; ALHUSSEINI, S., S.; PULYANOVA, K. V.; VOEVODIN, E. S. Standardization of the Capacity utilization factor of urban public transport fleet. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2019, 632 (1), pp. 012020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/632/1/012020>.
135. ABUAISHA, A.; ABU-EISHEH, S. Optimization of urban public transportation considering the modal fleet size: A Case Study from Palestine. *Sustainability* 2023, 15 (8), pp. 6924. <https://doi.org/10.3390/su15086924>.
136. KOPSACHEILIS, A.; POLITIS, I.; GEORGIADIS, G. Assessment of bus speed influencing factors through the exploitation of machine learning techniques. *Transportation Research Procedia* 2023, 69, pp. 751–758. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.232>.
137. HARMANN, D.; BURMEISTER, L.; HÄBEL, R.; BIENZEISLER, L.; FRIEDRICH, L. Optimizing public transit: a critical analysis of increased bus frequency and its effects on traffic dynamics. *Transportation Research Procedia* 2025, 86, pp. 282–289. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.04.036>.
138. CIVITAS 7. *Prioritisation of public transport in cities*, CIVITAS.; Policy Advice Notes; 2010; Vol. 07.
139. BRATU, V. *Studii și cercetări cu privire la îmbunătățirea sistemului de transport public în funcție de cererea de transport și dezvoltarea urbanistică - aplicație pentru zona metropolitană a municipiului Pitești*, Rezumat teza de doctor.; Pitești 2023. 54 p., 2023.
140. CIVITAS 8. *Promovarea unei noi culturi a mobilității în orașe*; Policy Advice Notes; 2010; Vol. 08.
141. CIVITAS 11. *Îmbunătățirea calității serviciilor de transport public*; Policy Advice Notes; 2010.
142. EASYWAY Кишинев. <https://www.eway.md/ru/cities/chisinau/routes> (accessed 2025-05-20).

143. *Regulamentul (UE) nr. 1230/2012 al Comisiei din 12 decembrie 2012 de punere în aplicare a Regulamentului (CE) nr. 661/2009 al Parlamentului European și al Consiliului privind cerințele de omologare de tip pentru masele și dimensiunile autovehiculelor și ale remorcilor acestora și de modificare a Directivei 2007/46/CE a Parlamentului European și a Consiliului Text cu relevanță pentru SEE*; 2012; Vol. 353. <http://data.europa.eu/eli/reg/2012/1230/oj/ron> (accessed 2025-06-12).
144. CORPOCEAN, A.; **ROTARU, I.** *Proiectarea tehnologică a întreprinderilor auto. Curs universitar*; Universitatea Tehnică a Moldovei, 2010.
145. CORPOCEAN, A.; **ROTARU, I.** *Proiectarea tehnologică a întreprinderilor auto: Material didactic*; Universitatea Tehnică a Moldovei, 2013.
146. CHIRIAC, C.; GÎRTAN, M. Optimizing public passenger transport in Bucharest and the metropolitan area; 2022; pp 93–120. <https://doi.org/10.18662/wlc2021/12>.
147. BOROIU, A.A.; BOROIU, A.; NEAGU, E. Identifying Ways to reduce urban noise pollution by road noise prediction. *IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng.* 2018, 444, pp. 072020. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/444/7/072020>.
148. PETROVICI, A.M. *Microstimularea traficului rutier ca instrument în dezvoltarea de planuri de acțiune durabile împotriva zgomotului, în zonele urbane*; Bacău: Rezumat la teza de doctorat, 2018; p 71 p.
149. CEBAN, V.; CORPOCEAN, A.; **ROTARU, I.** *Management și antreprenoriat. Business-planul proiectelor de organizare a întreprinderii de service auto. Material didactic*; Universitatea Tehnică a Moldovei, 2022.
150. Hotărârea Guvernului Pentru aprobarea regulamentului cu privire la proiectele de investiții capitale publice, 2022. https://www.legis.md/cautare/getResults?doc_id=144348&lang=ro (accessed 2025-07-22).
151. ISO 14083:2023. Greenhouse gases — quantification and reporting of greenhouse gas emissions arising from transport chain operations. <https://www.iso.org/standard/78864.html>.
152. REGULAMENTUL (CE) NR. 595/2009 AL PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI AL CONSILIULUI din 18 iunie 2009 privind omologarea de tip a autovehiculelor și a motoarelor cu privire la emisiile provenite de la vehicule grele (Euro VI) și accesul la informații privind repararea și întreținerea vehiculelor și de modificare a Regulamentului (CE) Nr. 715/2007 și a Directivei 2007/46/CE și de abrogare a Directivelor 80/1269/CEE, 2005/55/CE și 2005/78/CE.
153. REGULAMENTUL (UE) 2023/851 AL PARLAMENTULUI EUROPEAN ȘI AL CONSILIULUI din 19 aprilie 2023 de modificare a regulamentului (UE) 2019/631 în ceea ce privește consolidarea standardelor de performanță privind emisiile de CO2 pentru autoturismele noi și pentru vehiculele utilitare ușoare noi, în conformitate cu obiectivele climatice mai ambițioase ale uniunii, 2023. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/RO/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0851>.

ANEXE

Ancheta pasagerilor față (completată)

Anexa A1.1

Recomandările pentru interviuatori sunt scrise în ITALIC și BOLD. Vă rugăm să urmați aceste instrucțiuni.

Ancheta pasagerilor

IDNP-ul interviuatorului: _____
 Numele complet al interviuatorului: Danaila Dorian
 Locul interviului: Str. Căminarilor - Str. Albeșterilor - 13
 Data interviului: 01.12.2022
 Ora începerii interviului: 17:50

Introducere

Buna ziua, numele meu este _____. În cadrul unui proiect de îmbunătățire a sistemului de transport public, desfășurăm un sondaj în numele Primăriei Chișinău pentru a investiga nivelul de satisfacție față de sistemul de transport existent din municipiu.

Primăria dorește să studieze cât de mulțumiți sunt pasagerii cu anumite aspecte ale serviciilor de transport public urban și suburban în baza feedback-ului dumneavoastră.

Puteți să-mi acordați 5 minute din timp pentru a răspunde la câteva întrebări? Răspunsurile dumneavoastră vor fi complet confidențiale.

Partea 1. Caracteristici generale ale respondentului

Vă rugăm să bifați (X) sau să completați răspunsurile dvs. în locul alocat.

1. Sex (BIFĂ FĂRĂ A ÎNTREBA)	
☒ Masculin	☐ Femeie
2. Câți ani aveți?	
☐ 12-18	☐ 18-27
☐ 28-37	☒ 38-47
☐ 48-57	☐ 58-64
☐ > 64	
3. Locuiți în Chișinău sau în suburbii?	
☐ Chișinău	☒ Suburbie (Vă rog specifica) <u>Trușeni</u>
☐ Altele (MULTUMESC SI FINALIZATI INTERVIUL)	

Partea 2. Utilizarea transportului privat/public

4. Ce mod de transport folosiți cel mai des pentru a călători?

TRANSPORT PUBLIC:		TRANSPORT PRIVAT:	
☒ Troleibuz	☐ Mașină	☐ Motocicleta/ moped /scuter	
☐ Autobuzul orasului	☐ Bicicleta	☐ Mai ales pe jos	
☐ microbuz orașenesc (rutieră)			
☐ Autobuz suburban			

A 5-A ÎNTREBARE DOAR PENTRU CEI CARE AU RĂSPUNS LA A 4-A ÎNTREBARE – CU TRANSPORT PRIVAT

5. De ce folosești rar transportul public? (UN RĂSPUNS)	
☐ Cu mașina – mai confortabil, mai convenabil, mai rapid	
☐ Nu există nicio rută convenabilă de transport public	
☐ Transportul public nu este de încredere	
☐ Transportul public este periculos	
☐ Nu are nevoie – totul este în apropiere, merge pe jos	
☐ Altele (vă rugăm să specificați)	
6. Cât de des folosiți transportul public?	
☐ 6-7 zile pe săptămână	☐ La fiecare 2-3 luni
☐ 5 zile pe săptămână	☐ La fiecare 4-6 luni
☒ 3-4 zile pe săptămână	☐ Odată pe an
☐ 1-2 zile pe săptămână	☐ Nu
☐ 1-3 ori pe luna	
7. Cum plătiți cel mai des transportul public? (UN RĂSPUNS)	
☐ Bilet unic – plătesc pentru fiecare călătorie în numerar	
☐ Abonament de școală	
☒ Abonament general	
☐ Călătorie gratuită	
☐ Tarif redus (vă rugăm să specificați tipul documentului de călătorie)	
☐ Altele (vă rugăm să specificați)	
8. Vă rugăm să specificați cele mai importante 3 criterii pentru selectarea rutei cele mai potrivite.	
☒ Pentru a putea sta așezat	
☐ Timp de călătorie mai scurt	
☐ Cost de călătorie mai mic	
☒ Timp minim de așteptare	
☒ Nu este nevoie de transfer	
☐ Distanță minimă necesară de mers pe jos până la stația de transport public	

Ancheta pasagerilor verso (completată)

Anexa A1.2

Partea 3. Evaluarea calității serviciilor de transport public				
9. De unde obțineți de informații despre rutele și orele transportului public?				
☒	Folosesc un program la stațiile de oprire			
☐	Primesc program de la șofer / în cabina / în depozit			
☐	Pe site-ul companiilor de transport			
☐	Aplicație pentru telefon mobil			
☐	Nu îl folosesc. Cobor la oprire cat mai mult/ după nevoie			
☐	Altele (vă rugăm să specificați)			
10. Evaluați diferite aspecte informaționale legate de transportul public pe o scară de la 0 la 5, unde 0 înseamnă „extrem de nemulțumit” și 5 înseamnă „extrem de mulțumit”.				
4	Disponibilitatea orarului corect de transport public în stații			
4	Ușor de citit și de înțeles orarul rutelor de transport public în stații			
4	Informații publice pe disponibile pe monitoarele electronice din transport public			
4	Aplicații mobile disponibile			
4	Respectarea efectivă a orarului de transport public stabilit			
4	Având în vedere fiecare dintre aceste aspecte, cât de mult sunteți mulțumit de furnizare de informații despre orarul transportului public în ansamblu?			
11. Evaluați nivelul de satisfacție față de stațiile de transport public pe o scară de la 0 la 5.				
4	Iluminare			
4	Curățenia și cantitatea de gunoi			
4	Oportunitatea de a te ascunde de ploaie și vânt			
4	Posibilitatea de a sta așezat			
4	Starea trotuarului			
4	Aglomerare de pasageri în timpul când de obicei conduceți			
4	Având în vedere fiecare dintre aceste aspecte, cât de mulțumit sunteți de stații de transport public în general?			
12. Evaluați nivelul de satisfacție față de EXPERIENȚA DE A FI ÎN transportul public în timp ce călătorești pe ruta pe care o folosești cel mai des. Evaluați pe o scară de la 0 la 5 cât de mulțumit sunteți:				
4	Ocuparea cabinei de transport public			
4	Acuratețea de călătorie cu transportul public			
4	Confort în interiorul cabinei			
4	Temperatura din interiorul cabinei iarna			
4	Temperatura din interiorul cabinei vara			
4	Calitatea și nivelul de iluminare al cabinei			
4	Vă este ușor să intrați și să ieșiți din transportul public (aplicând forță fizică)			
4	Având în vedere fiecare dintre aceste aspecte, cât de mulțumit sunteți de EXPERIENȚA DE A FI ÎN CABINA de transport public în general?			
13. Evaluați NIVELUL DE SATISFACȚIE CU REȚEAUA DE RUTE DE TRANSPORT PUBLIC. Evaluați pe o scară de la 0 la 5 cât de mulțumit sunteți:				
	Troleibuz	Autobuzul orasului	Microbuz orășenesc (Marshrutka)	Autobuz de suburbie
Abilitatea de a ajunge oriunde și în orice moment în orice parte a orașului	4	4	4	4
Distanța până la cea mai apropiată stație de transport public	4	4	4	4
Timpul pe care îl petreceți apropiindu-vă (părăsind) de un punct de oprire	4	4	4	4
Numărul de rute disponibile	4	4	4	4
Având în vedere fiecare dintre aceste aspecte, cât de mulțumit sunteți de rețeaua de transport public în ansamblu?	4	4	4	4
14. În general, sunteți mulțumit de activitate transportului public din Municipiul Chișinău?				
☐	Absolut mulțumit			☒
	Mulțumit, dar există comentarii			☐
	Absolut nemulțumit			
15. Ce comentarii ai despre transportul public? (NU MAI MULT DE 3 OPȚIUNI)				
☐	Fără comentarii			
☐	Foarte încet			
☐	Frecvență rară			
☒	Nerespectarea orarului			
☐	Nu există nicio rută convenabilă			
☐	Stare proastă a scaunelor, balustradelor, murdare, reci sau calde			
☐	Calificare scăzută a șoferilor / taxatorilor sau nepoliticoși			
☒	Mulți pasageri			
☐	Opriri prost echipate			
☐	Departe de stația de oprire			
☒	Scump			
☐	Altele (vă rugăm să specificați)			

LA SFÂRȘITUL INTERVIULUI, MULȚUMESC PENTRU PARTICIPARE LA SONDAJ

Pagina 2 din 2

Indicatorii tehnici și de exploatare ai rețelei de transport public de troleibuze din mun. Chișinău (decembrie 2022)

Anexa A2.1

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, km	Lungimea rutei, km		Numărul de curse pe zi		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf, un.	Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min.
			Tur	Retur	Tur	Retur			
1	str. Sarmizegetusa – or. Durlăști	22,01	10,95	11,06	20	22	11	102	85
2	bd. Traian – str. A. Pușkin	13,06	13,06	-	25	-	11	107	52
3	str. Alba-Iulia – str. Miorița	21,81	9,89	11,92	19	24	13	102	81
4	bd. Dacia – str. Constituției	28,85	13,68	15,18	28	32	20	102	115
5	Parcul de troleibuze nr. 2 – str. Bariera Sculeni	19,16	9,68	9,48	17	20	9	115	74
7	str. Uzinelor – str. 31 August 1989	15,53	7,73	7,80	15	14	7	102	56
8	bd. Traian – parcul “La izvor”	23,45	11,77	11,68	20	22	20	102	90
9	Gara Auto Sud-Vest – Gara Auto Nord	17,85	9,73	8,11	18	18	6	102	68
10	bd. Moscova – str. Miorița	19,87	10,12	9,75	19	19	26	85	77
12	bd. Mircea cel Bătrân – str. A. Mateevici	18,50	9,13	9,37	16	18	16	107	69
13	bd. Mircea cel Bătrân – str. V. Dokucaev	31,07	15,48	15,59	31	32	18	115	119
16	str. Uzinelor – str. 31 August 1989	26,38	13,99	12,39	23	21	6	85	102
17	Gara Auto Sud-Vest – Gara feroviară	23,86	13,33	10,53	22	21	11	102	89
20	Parcul de troleibuze nr. 2 – str. V. Dokucaev	17,44	9,44	8,00	19	19	4	115	70
21	str. Meșterul Manole – str. Alba-Iulia	28,71	14,41	14,31	26	24	21	102	101
22	str. Alba-Iulia – bvd. Dacia	30,53	16,28	14,25	29	24	29	102	114
23	bd. Mircea cel Bătrân – parcul „La izvor”	24,37	12,01	12,36	22	23	13	102	88

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, km	Lungimea rutei, km		Numărul de curse pe zi		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf, un.	Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min.
			Tur	Retur	Tur	Retur			
24	bd. Mircea cel Bătrân – str. Miorița	25,80	12,59	13,21	23	24	16	102	98
25	str. Ceucari – str. 31 August 1989	12,29	6,17	6,13	12	12	11	102	47
26	str. Ceucari – bvd. Mircea cel Bătrân	16,13	8,28	7,85	17	16	2	80	57
27	str. Ceucari – str. Ion Creangă	15,25	7,66	7,59	15	15	3	107	56
28	str. Ceucari - str. Burebista	26,39	12,68	13,72	24	25	6	102	109
29	str. Mircești – Grădina publică Ștefan cel Mare și Sfânt	14,06	7,89	6,17	13	11	4	102	51
30	Piața Marii Adunări Naționale - Aeroportul Internațional Chișinău	28,91	13,97	14,94	21	20	5	102	102
32	str. 31 August 1989 – s. Stăuceni	21,39	10,75	10,64	14	15	4	102	75
33	str. A. (USM) - str. M. Viteazul	12,12	6,10	6,03	15	14	2	102	48
34	str. Ciuflea – s. Trușeni	29,67	15,02	14,64	20	22	6	85	100
35	str. Vasile Alecsandri – or. Durlăști	19,33	19,33	-	42	-	6	102	81
36	or. Chișinău – or. Ialoveni	28,44	14,97	13,47	31	30	5	102	110
37	Gara feroviară – s. Bubuieci	21,97	12,26	9,71	21	17	9	85	80
38	str. Alba-Iulia – str. Burebista	33,72	15,59	18,13	30	32	8	102	131
	Total	688,0					328		

Indicatorii tehnici și de exploatare ai rețelei de transport public de autobuze din mun. Chișinău (decembrie 2022)

Anexa A2.2

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, km	Lungimea rutei, km		Numărul de curse pe zi		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf	Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min
			Tur	Retur	Tur	Retur			
Rute urbane									
5	bd. Cuza-Vodă– str. Bucovinei	37,74	18,71	19,03	54	59	12	107	136
19	str. Valea Crucii– bvd. Moscova	27,92	12,94	14,98	47	47	8	107	105
23	str. Ismail – bvd. Mircea cel Bătrân	37,46	19,09	18,37	87	83	17	107	130
26	str. Liviu Deleanu – str. Doina	32,57	16,14	16,43	45	48	8	107	115
65	str. Ismail– șos. Muncești	29,30	15,31	13,99	3	3	1	107	87
Rute suburbane									
2	str. Vasile Alecsandri – or. Cricova	32,17	16,06	16,11	52	52	7	107	93
4	str. Independenței – s. Băcioi	34,40	15,78	18,62	36	36	3	114	86
9	Piața Dimitrie Cantemir – or. Codru	27,20	13,12	14,08	44	50	12	107	104
10	str. Vasile Alecsandri – s. Grățiești	22,55	11,05	11,50	17	17	2	102	71
11	str. Ismail – or. Durlăști – Piața Dimitrie Cantemir	22,64	22,64	-	28	-	4	107	85
16	UASM – or. Vatra	34,08	16,99	17,09	27	27	5	107	110
18	str. Ismail – or. Sângera	39,04	18,67	20,37	51	51	4	107	117
24	str. Tighina – s. Colonița	25,83	12,94	12,89	21	21	3	102	80
28	str. Vasile Alecsandri – s. Grățiești – s. Hulboaca	31,97	15,89	16,08	27	27	4	107	101
31	str. Tighina– or. Vadul lui Vodă	58,29	31,95	26,34	20	21	5	107	159
33	str. Ismail – s. Dobrogea	51,85	26,25	25,60	21	21	4	107	142
37	str. Vasile Alecsandri – s. Stăuceni	24,24	13,51	10,73	26	26	3	107	73
38	str. Tighina – s. Cruzești	32,15	16,45	15,70	19	19	3	107	104
39	str. Tighina – s. Bubuieci – s. Bâc	28,00	13,94	14,06	27	27	4	107	93

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, km	Numărul de curse pe zi		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf	Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min
			Tur	Retur			
44	str. Ismail – s. Revaca	43,00	20,93	22,07	16	16	126
46	str. Meleștiu – s. Ghidighici	30,96	15,15	15,81	34	34	99
47	str. Vasile Alecsandri – s. Ciorescu	33,18	16,41	16,77	33	34	100
48	str. Vasile Alecsandri – s. Făurești	39,63	19,73	19,90	6	6	116
49	str. Ismail – s. Băcioi	31,62	15,89	15,73	27	27	86
	Total	807,8			126		

Indicatorii tehnici și de exploatare ai rețelei de transport public de microbuze din mun. Chișinău (decembrie 2022)

Anexa A2.3

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, (km)	Numărul de curse pe zi		Lungimea rutei, km		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf		Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min
			Tur	Retur	Tur	Retur	Tur	Retur		
101	or. Durești (str. Caucaz) – Piața Dimitrie Cantemir	12,85	6,42	6,42	15	14	2		18	40
103	s. Dumbrava (str. Drumul Vilelor) – str. Arheolog Ion Casian - Suceanu	42,73	21,45	21,28	35	41	15		18	130
106	Piața Dimitrie Cantemir – s. Ghidighici (Sărături)	21,65	11,07	10,58	14	14	2		21	60
112	str. Studenților – str. Arheolog Ion Casian-Suceanu	34,54	18,57	15,98	32	28	9		28	101
113	str. M. Sadoveanu – Drumul Băcioiului	18,76	9,06	9,70	18	18	5		30	57
120	str. Sf. Vineri – șos. Muncești	25,83	12,72	13,11	27	26	23		30	76
121	s. Bubuieci (str. Ștefan cel Mare) – s. Dumbrava (str. Ioan Botezătorul)	24,02	11,99	12,03	22	23	1		26	71
124	Gara Auto Sud-Vest – Parcul „Alunelul”	25,56	12,78	12,78	27	26	6		21	77
130	or. Vadul lui Vodă (plaja) – str. Bulgară	75,61	37,56	38,05	31	32	10		30	203
134	str. Doina – str. Bulgară	14,90	7,36	7,54	14	14	15		21	40
138	s. Bubuieci (str. Grigore Vieru) – str. Bulgară	28,39	13,83	14,56	27	27	3		18	85
151	s. Cheltuitori – s. Tohatin (str. Meșterul Manole)	19,37	9,64	9,73	11	12	2		28	52
157	Raza limitrofă a mun. Chișinău cu s. Floreni – bd. Iu. Gagarin	39,41	19,46	19,95	26	25	10		18	102
159	str. Meșterul Manole – s. Budești	21,08	10,48	10,60	11	11	4		28	57
162	str. Doina (cimitirul Sf. Lazăr) – str. Bulgară	20,81	10,61	10,20	19	17	20		21	62

Nr. rutei	Ruta	Lungimea rutei, (km)	Lungimea rutei, km		Numărul de curse pe zi		Numărul de autovehicule necesare zilnic în orele de vârf	Capacitatea medie a mijlocului de transport, pas.	Durata călătoriei (tur/retur) pentru orele de vârf, min
			Tur	Retur	Tur	Retur			
169	or. Codru (str. Potârnichei) – str. Maria Drăgan	28,30	15,20	13,10	28	22	10	18	86
173	or. Codru (str. N. Turghenev) – Gara Auto Nord	27,21	13,76	13,45	25	23	15	18	80
174	str. Gh. Codreanu – str. Pădurii	31,86	14,77	17,10	27	28	23	28	94
178	str. Schinoasa Deal – str. Calea Moșilor (Gara Auto Nord)	7,19	3,40	3,79	4	5	1	18	19
184	str. Constructorilor – str. Independenței	27,35	13,21	14,14	22	26	29	18	82
186	s. Hulboaca – șos. Hâncești	50,75	25,60	25,16	44	41	6	18	150
191	str. Bucovinei – str. Gh. Cașu	31,09	15,05	16,04	21	23	14	18	87
	Total	629,3					225		

Rezultatele calculului indicatorilor rețelei de rute de troleibuz

Anexa A3.1

Nr. rutei	Parcursul zilnic al autobuzelor pe ruta, km	Vehicule ore, veh-h	Volumul maxim de transportare pe rută, pas	Volumul zilnic de transportare, pas.,	Volumul traficului de pasageri, pas.-km	Coeficient. dinamic de utilizare a capacității	Coeficient de schimb	Coeficient de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei
Rutele de troleibuze								
1	2167,9	139,0	292	21856	50419	0,228	9,54	1,978
2	1972,0	131,5	204	19045	36505	0,173	6,81	2,290
3	2324,3	143,4	192	12784	57572	0,243	4,84	1,604
4	3464,1	230,8	312	27956	87928	0,249	9,17	1,905
5	1695,8	109,4	250	17401	55770	0,286	5,98	1,763
7	1429	86,6	170	11308	32790	0,225	5,36	1,993
8	3505,5	223,3	291	34236	109780	0,307	7,31	1,860
9	973,5	62,4	169	7290	22326	0,225	5,83	1,586
10	4102,3	266,4	226	44217	99399	0,285	8,84	1,813
12	2912,8	182,1	245	25406	102885	0,330	4,57	1,686
13	3588,5	228,6	363	29997	103997	0,252	8,96	1,689
16	1145,2	73,6	190	5793	19606	0,201	7,79	2,065
17	2852,6	177,1	226	17860	66309	0,228	6,43	1,855
20	784,7	52,7	175	5213	12274	0,136	7,41	1,878
21	3861,7	227,1	370	31256	138249	0,351	6,49	1,713
22	6755,8	421,7	405	60859	247755	0,360	7,50	1,801
23	2168,7	129,9	192	11424	51326	0,232	5,42	1,774
24	2721,9	172,3	261	22967	74406	0,268	7,96	1,752
25	1911,8	123,3	111	11153	31384	0,161	4,37	1,561
26	282,5	16,7	156	1941	4245	0,188	7,37	1,768

Nr. rutei	Parcursul zilnic al autobuzelor pe ruta, km	Vehicule ore, veh-h	Volumul maxim de transportare pe rută, pas	Volumul zilnic de transportare, pas.,	Volumul traficului de pasageri, pas.·km	Coeficient. dinamic de utilizare a capacității	Coeficient de schimb	Coeficient de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei
27	350,8	21,3	177	2375	6530	0,174	5,55	1,481
28	1293,2	89,2	236	6086	27039	0,205	5,94	1,681
29	938,8	56,7	169	5100	15374	0,160	4,66	1,580
30	1374,6	80,8	244	8268	41180	0,294	5,80	1,702
32	823,6	48,2	99	3001	11592	0,138	5,54	1,748
33	327,3	21,7	89	747	2270	0,068	3,99	1,529
34	1335,1	75,4	201	6935	44374	0,391	4,64	1,565
35	1179,2	82,5	142	5812	9381	0,078	11,98	3,128
36	1067,1	69,3	239	4622	24367	0,224	5,39	1,719
37	624,8	37,9	202	2828	10644	0,200	5,84	2,058
38	1566,8	101,8	337	12248	42063	0,263	9,82	1,875

Rezultatele calculului indicatorilor rețelei de rute de autobuz

Anexa A3.2

Nr. rutei	Parcursul zilnic al autobuzelor pe ruta, km	Vehicule ore, veh-h	Volumul maxim de transportare pe rută, pas	Volumul zilnic de transportare, pas,	Volumul traficului de pasageri, pas-km	Coefficient. dinamic de utilizare a capacității	Coefficient de schimb	Coefficient de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei
Rutele suburbane de autobuze								
5	2132,9	127,7	414	16896	83506	0,366	7,64	1,933
19	1312,1	82,5	262	9793	42544	0,303	6,43	1,718
23	3185,7	183,1	411	23073	90626	0,266	9,54	1,614
26	1514,8	88,6	418	10727	44726	0,276	7,81	1,793
65	87,9	4,3	144	325	1881	0,200	5,06	1,948
Rutele suburbane de autobuze								
2	1673,2	80,8	196	4920	39033	0,218	4,06	1,511
4	1238,4	51,8	222	2702	20330	0,144	4,57	1,803
9	1281,3	81,4	275	10422	46645	0,341	6,08	1,827
10	383,4	20,1	131	1413	9267	0,237	3,44	1,625
11	634	39,6	217	4021	20891	0,308	4,36	1,897
16	920,1	49,5	162	3430	14276	0,145	8,19	1,752
18	1990,9	99,6	274	7653	48786	0,229	6,12	1,753
24	542,4	28,0	107	1392	6529	0,118	5,51	1,700
28	863,3	45,4	263	5165	22167	0,240	7,45	1,993
31	1192,2	54,3	203	3496	32732	0,256	6,23	2,333
33	1088,8	49,5	206	3130	32855	0,282	4,94	1,822
37	630,3	31,5	201	3851	16522	0,245	5,65	2,027
38	610,8	33,0	116	1771	13922	0,213	4,09	1,822
39	755,9	42,0	149	3109	12862	0,159	6,77	1,818
44	688,1	33,6	110	2278	17895	0,255	5,47	1,713
46	1052,8	56,0	261	5979	31199	0,277	5,93	1,714
47	1111,8	55,6	202	5689	31755	0,267	5,94	1,626
48	237,8	11,7	301	957	7785	0,321	4,94	1,838
49	853,7	38,8	105	2139	7582	0,083	8,92	2,163

Rezultatele calculului indicatorilor rețelei de rute de microbuz

Anexa A3.3

Nr. rutei	Parcursul zilnic al autobuzelor pe ruta, km	Vehicule ore, veh-h	Volumul maxim de transportare pe rută, pas	Volumul zilnic de transportare, pas,	Volumul traficului de pasageri, pas·km	Coeficient. dinamic de utilizare a capacității	Coeficient de schimb	Coeficient de neuniformitate a fluxului de pasageri pe lungimea rutei
Rutele de microbuz								
101	950,6	49,3	52	3048	7411	0,433	5,28	1,709
103	2777,4	141,0	144	5645	20098	0,402	12,00	1,859
106	649,5	29,8	37	631	4146	0,304	3,29	1,599
112	760,0	37,1	81	1332	9277	0,436	4,96	1,665
113	731,5	37,1	68	1699	10250	0,467	3,11	1,843
120	1472,3	72,2	89	4013	21157	0,479	4,90	1,608
121	552,5	27,3	40	530	2226	0,155	5,72	1,413
124	996,9	50,3	88	1940	7076	0,338	7,01	2,235
130	4536,8	202,5	65	2465	49948	0,367	3,73	1,983
134	893,7	40,5	45	1925	9931	0,529	2,89	1,428
138	1107,2	55,1	55	1266	8072	0,405	4,45	1,561
151	561,8	25,3	42	585	4152	0,264	2,73	1,481
157	2364,8	101,9	77	2768	33284	0,782	3,28	1,693
159	822,2	36,7	45	921	8816	0,383	2,20	1,355
162	853,3	42,4	59	2217	8923	0,498	5,17	1,599
169	1698,1	85,8	69	2874	14732	0,482	5,52	1,786
173	1632,4	79,6	59	2642	8787	0,299	8,18	1,748
174	2230,5	109,3	102	4539	28350	0,454	5,10	1,689
178	222,9	10	75	1292	2122	0,529	4,38	1,832
184	1914,2	95,7	86	4735	14508	0,421	8,93	1,552
186	1979,3	97,5	101	2912	14678	0,412	10,07	1,558
191	1865,5	87,6	130	5097	21187	0,631	7,48	1,720

**Act de implementare a rezultatelor tezei de doctor cu titlu
„Sporirea eficienței sistemului de transport public din municipiul Chișinău”
a dlui Igor ROTARU**

În urma desfășurării studiului fluxului de călători în perioada anului 2022 cu participarea studenților Universității Tehnice a Moldovei sub conducerea șefului Departamentului Transporturi, conf. univ., dr. Victor CEBAN și lectorului universitar, Igor ROTARU, au fost întreprinse măsuri semnificative în gestionarea mobilității urbane a municipiului Chișinău. Pe baza datelor obținute și prezentate în teză au fost implementate următoarele modificări:

- extinderea și dezvoltarea rețelei de transport public municipal;
- ajustarea programelor de activitate a rutelor de autobuz și troleibuz;
- determinarea sectoarelor de drum pe care în prezent sunt aplicate benzi dedicate pentru transportul public;
- mărirea vitezei comerciale a transportului public;
- sporirea gradului de accesibilitate a populației la transportul public;
- stabilirea stațiilor de așteptare a transportului prioritare pentru renovare și modernizare cu sisteme de informare;
- stabilirea caracteristicilor de activitate care să fie incluse în angajamentele centrului de monitorizare a traficului;
- aplicarea informației obținute asupra formării planului de mobilitate urbană durabilă al municipiului Chișinău.

Studiul desfășurat arată importanță colaborării dintre Direcția Management Transport din cadrul Direcției Generale Mobilitate Urbană a Primăriei Municipiului Chișinău și Departamentul Transporturi din cadrul Universității Tehnice a Moldovei și contribuie esențial la ajustarea nivelului de dezvoltare și calitate a serviciilor de transport public.



Sef DMT al DGTU

Lilian COPACI

DECLARAȚIA DE CONFORMITATE

privind respectarea drepturilor de autor

Subsemnatul *Igor ROTARU*, doctorand la specialitatea 271.01. *Ingineria și managementul producerii (pe ramuri ale producerii industriale)*, departamentul *Transporturi*, conducător de doctorat *Victor CEBAN, dr., conf. univ.*, prin prezenta declar pe propria răspundere că teza doctorat în științe cu titlul „*Sporirea eficienței sistemului de transport public din municipiul Chișinău*”, a fost elaborată de mine, ca rezultat al propriei cercetări și documentări, nu a mai fost prezentată niciodată la o altă instituție de învățământ superior, din țară sau străinătate. De asemenea, declar că toate sursele bibliografice utilizate, inclusiv cele de pe Internet, sunt indicate în lucrare, cu respectarea regulilor de evitare a plagiatului/autoplagiului:

- toate fragmentele de text reproduse exact, chiar și în traducere proprie din altă limbă, sunt redactate între ghilimele și dețin referința precisă a sursei bibliografice;
- reformularea, în cuvinte proprii, a textelor scrise de către alți autori indică sursa bibliografică din care s-a inspirat;
- rezumarea ideilor altor autori deține referința precisă la textul original; reprezentările grafice care nu-mi aparțin au indicată sursa bibliografică exactă;
- în cazul în care, în calitate de (co)autor, am prezentat deja o parte din această lucrare în cadrul unor manifestări științifice (congrese, conferințe, colocvii, mese rotunde) din țară sau străinătate, am folosit autocitarea;
- calculele (dacă este cazul) sunt efectuate de mine, iar comentarea rezultatelor obținute este originală.

Prin prezenta, îmi asum în totalitate originalitatea lucrării elaborate.

Prenumele și NUMELE Igor Rotaru (complet și lizibil)

Semnătura 



Igor Rotaru

Work permit: Moldovan

Date of birth: 1 Aug 1971

Place of birth: Chisinau, Moldova

Nationality: Moldovan

CONTACT

📍 or. Chisinau, str. Columna 104
ap. 240,
MD 2012 Chisinau, Moldova
(Home)

📍 or. Chisinau, str. Studentilor
9/8,
MD 2045 Chisinau, Moldova
(Work)

✉️ igor.rotaru@tran.utm.md

☎️ (+373) 79524924



europass

WORK EXPERIENCE

● **Technical University of Moldova** Chisinau

Address or. Chisinau, Bd. Stefan cel Mare 168, Chisinau

Engineering lecturer

1 Sep 1993 – Current

EDUCATION AND TRAINING

● **1 NOV 2019 – CURRENT** Chisinau

● **PhD Student** Technical University of Moldova

Address or. Chisinau, Bd. Stefan cel Mare 168, Chisinau | **Website** www.utm.md |

Field of study Motor vehicles, ships and aircraft, Engineering, manufacturing and construction not further defined | **Level in EQF** EQF level 7

● **1 SEP 1988 – 24 JUN 1993** Chisinau, Moldova

● **Professional Engineer** Technical University of Moldova

Website www.utm.md |

Field of study Engineering, manufacturing and construction | **Level in EQF** EQF level 7

PROJECTS

● **1 JAN 2021 – 31 DEC 2022**

● **DTP3-576-3.1 – DIONYSUS „Integrating Danube Region into Smart and Sustainable Multi-modal and Intermodal Transport Chains”**

● **1 JAN 2024 – 31 DEC 2026**

● **Enhancing Mechanical Engineering Education in Moldova for Industry 4.0 (NeedEDU4.0)**

● **1 JAN 2025 – 31 DEC 2027**

● **«Implementation of Sustainable Urban Development Goals in Transport Bachelor Degree / ISDEGO» (Project ID: 101179915)**

LANGUAGE SKILLS

MOTHER TONGUE(S): Romanian

Other language(s):

Russian

Listening C2

Spoken production C2

Reading C2

Spoken interaction C2

Writing C2

English

Listening B1
Spoken production A1
Reading B1
Spoken interaction A1
Writing A1

Levels: A1 and A2: Basic user; B1 and B2: Independent user; C1 and C2: Proficient user

SKILLS

industrial engineering | read engineering drawings | manage engineering project | monitor vehicle repairs | automotive engineering | add computer components | test computer hardware

DRIVING LICENCE

- **Driving Licence:** A
- **Driving Licence:** B
- **Driving Licence:** C

PUBLICATIONS

2024

● Quality of public transport services in Chisinau

Write here the description...

Rotaru, I.; Ceban, V. Quality of public transport services in Chisinau. Journal of Engineering Science 2024, XXXI (2), pp. 7-16. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(2\).01](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(2).01).

Authors Rotaru, Igor, Ceban, Victor. | **Journal Name** Journal of Engineering Science |

Volume, Issue and Pages Vol. XXXI, no. 2 (2024), pp. 7 - 16 |

2024

● Measuring passenger satisfaction in urban public transport in Chisinau

Write here the description...

Rotaru, I.; Rusu, A. Measuring passenger satisfaction in urban public transport in Chisinau. Journal of Engineering Science 2024, XXXI (4), pp. 33-54. [https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31\(3\).03](https://doi.org/10.52326/jes.utm.2024.31(3).03).

Authors ROTARU, Igor, RUSU, Andrei. | **Journal Name** Journal of Engineering Science |

Volume, Issue and Pages Vol. XXXI, no. 4 (2024), pp. 33 - 54 |

PUBLICATIONS

- **Total - 39, including 17 teaching and methodological works, 2 textbooks, and 2 university courses.**

HOBBIES AND INTERESTS

- **Cars, computers, fishing, volleyball**