

PLANUL DE MOBILITATE URBANĂ DURABILĂ PENTRU REGIUNEA BUCUREȘTI - ILFOV

[R12] Raport de modelare



Proiect	PLANUL DE MOBILITATE URBANĂ DURABILĂ PENTRU REGIUNEA BUCUREȘTI – ILFOV
Contract	797 (TTL-075. S) / 11.10.2023
Livrabil	Raport de modelare
Cod Livrabil	TTL.075-PMUD.RBI-R12
Revizia	Rev. 1
Data	31 Iulie 2024
Beneficiar	Municipiul București



Elaborator

Asocierea
TTL PLANNING S.R.L.
CIVITTA Strategy & Consulting S.A
Bogazici Proje Mühendislik A.Ş.,

Ver.	Date	Elaborat de	Verificat de
01	31.07.2024	Ionut Mitroi Yücel Erdem Dişli Murat Mat Florin Ruscă Bogdan Petrini Tudor Istrate Alexandru Ciortea Romeo Ene Melike Sarim Boynuyoğun Meltem Şan Çiğdem Biyikli Sevcan Gül	Ionuț Mitroi

Cuprins

1. AUDITUL MODELULUI DE TRANSPORT EXISTENT.....	7
1.1. SISTEMUL DE ZONIFICARE AL PMUD 1.0.....	7
1.2. REȚEAUA DE TRANSPORT MODELATĂ	9
1.3. ABORDAREA MODELĂRII	10
2. SCOPUL ȘI UTILIZAREA MODELULUI DE TRANSPORT.....	13
3. PREGĂTIREA DATELOR DE INTRARE	19
3.1. SISTEMUL DE ZONIFICARE	19
3.2. DATE SOCIOECONOMICE.....	26
3.3. VENITURI	27
3.4. ANALIZA VITEZELOR DE DEPLASARE.....	27
3.5. GESTIONAREA SCENARIILOR (SCENARIO MANAGEMENT)	29
3.6. SISTEME ȘI MODURI DE TRANSPORT	32
3.6.1. REȚEAUA DE TRANSPORT PRIVAT	32
3.6.2. REȚEAUA DE TRANSPORT PUBLIC	37
3.7. DATE PRIVIND DEPLASĂRILE	41
3.7.1. SCOPUL DEPLASĂRILOR.....	41
3.7.2. RATA DE DEPLASARE	41
3.7.3. DURATE DE DEPLASARE	42
3.7.4. REPARTIȚIA MODALĂ	43
4. POPULAȚIE ȘI PROGNOZE.....	44
4.1. DISTRIBUȚIA POPULAȚIEI EXISTENTE	44
4.2. TENDINȚE DE DEZVOLTARE ȘI PROGNOZE.....	45
5. MODELUL DE EVALUARE A CERERII ÎN 4 PAȘI	48
5.1. GENERAREA DEPLASĂRILOR.....	49
5.2. DISTRIBUȚIA DEPLASĂRILOR	51
5.3. REPARTIȚIA MODALĂ.....	54
5.4. ALOCAREA PE ITINERARII	57
5.4.1. Alocarea Transportului privat (PRT)	57
5.4.2. Alocarea transportului public (PuT)	65
5.5. MODELELE DE PROGNOZĂ	69
5.6. ELASTICITATEA MODELULUI DE TRANSPORT	81

Listă de figuri

Figura 1-1 Sistemul de zonificare utilizat în modelul de transport 2014	8
Figura 3-1 Sistemul de zonificare utilizat în modelul de transport 2023	21
Figura 3-2. Zonificarea modelului de transport – Densitatea populației.....	22
Figura 3-3. Zonificarea modelului de transport – Densitatea locurilor de muncă	23
Figura 3-4 Exemplu de determinare a zonelor de influență în anchetele de mobilitate	24
Figura 3-5 Determinarea zonelor de influență în anchetele de mobilitate	25
Figura 3-6 Procedeeul de modelare a unui conector	26
Figura 3-7 Coridoare contorizări durate de deplasare PrT	28
Figura 3-8 Schema de organizare a scenario management.....	29
Figura 3-9 Extras modificări codificate în scenario management	29
Figura 3-10 Proiecte de infrastructură rutieră.....	30
Figura 3-11 Proiecte metrou	31
Figura 3-12 Modelarea intersecțiilor – exemplu zona Ciurel	33
Figura 3-13 Rețeaua de transport – Regiunea București – Ilfov.....	34
Figura 3-14 Rețeaua de transport – Municipiul București.....	35
Figura 3-15 Extras program de circulație web.....	37
Figura 3-16 Rețeaua de transport public 2023	39
Figura 3-17 Ierarhizarea stațiilor de transport public în modelul de transport	40
Figura 3-18 Repartiția pe scopuri a deplasărilor	41
Figura 3-19 Durate medii de deplasare pe moduri de transport [min]	42
Figura 3-20 Repartiția modală în raport cu grupurile de populație	43
Figura 4-1 Gradul de motorizare la nivelul regiunii [veh / 1000 locuitori]	46
Figura 5-1 Schema generală de principiu a modelului în 4 pași	48
Figura 5-2 Stabilirea segmentelor de cerere	50
Figura 5-3 Deplasări generate – comparație model vs chestionar	50
Figura 5-4 Distribuția deplasărilor pe distanțe – comparație model vs chestionar.....	52
Figura 5-5 Repartiția modală – comparație model vs chestionar	56
Figura 5-6 Cordoane de calibrare	58
Figura 5-7 Alocarea pe itinerarii – comparație fluxuri modelate vs măsurate.....	59
Figura 5-8 Alocarea pe itinerarii – comparație fluxuri modelate vs măsurate pe cordon.....	60
Figura 5-9 Volume de trafic ora de vârf AM – autoturisme – anul 2023.....	61
Figura 5-10 Volume de trafic ora de vârf AM – Vehicule grele de marfă – anul 2023	62
Figura 5-11 Volume de trafic ora de vârf AM – Vehicule ușoare de marfă – anul 2023	63
Figura 5-12 Nivelul de serviciu al rețelei la ora de vârf AM – anul 2023	64
Figura 5-13 Viteze și durate de deplasare cu autobuzul – comparație modelat vs măsurat.....	65
Figura 5-14 Viteze de deplasare cu tramvaiul – comparație modelat vs măsurat.....	65
Figura 5-15 Urcări/coborâri în stațiile de metrou – comparație modelat vs măsurat pe stație.....	66
Figura 5-16 Urcări/coborâri în stațiile de metrou – comparație modelat vs măsurat pe Magistrală	67
Figura 5-17 Volume de trafic zilnic – Transport public [pasageri/zi] - 2023.....	68
Figura 5-18. Alocarea cererii de transport pe rețea – Autoturism [veh/oră] – 2030	71
Figura 5-19. Alocarea cererii de transport pe rețea – Autoturism [veh/oră] – 2040	72
Figura 5-20. Alocarea cererii de transport pe rețea – Vehicule grele de marfă [veh/oră] – 2030	73
Figura 5-21. Alocarea cererii de transport pe rețea – Vehicule grele de marfă [veh/oră] – 2040	74
Figura 5-22. Alocarea cererii de transport pe rețea – Vehicule ușoare de marfă [veh/oră] – 2030	75

Figura 5-23. Alocarea cererii de transport pe rețea – Vehicule ușoare de marfă [veh/oră] – 2040	76
Figura 5-24. Nivelul de serviciu al rețelei la ora de vârf AM – 2030	77
Figura 5-25. Nivelul de serviciu al rețelei la ora de vârf AM – 2040	78
Figura 5-26. Alocarea cererii de transport pe rețea – Transport public [pasageri/zi] – 2030.....	79
Figura 5-27. Alocarea cererii de transport pe rețea – Transport public [pasageri/zi] – 2040.....	80
Figura 5-28 Calculul costului asociat transportului privat pentru Anul 2040 – Valoare de bază.....	81
Figura 5-29 Calculul costului asociat transportului privat pentru Anul 2040 – Valoare crescută.....	81

Listă de tabele

Tabelul 1 Clasificarea rețelei de drumuri utilizată în modelul 2014	9
Tabelul 2 Clasificarea rețelei de drumuri utilizată în modelul 2023	9
Tabelul 3 Atributele zonificării utilizate în modelul de generare a deplasărilor 2014.....	10
Tabelul 4 Coeficienți de generare a deplasărilor utilizați în modelul 2014	11
Tabelul 5 Numărul de deplasări generate / atrase în raport cu scopul în modelul 2014.....	12
Tabelul 6 Seturi de date colectate in-situ pentru actualizarea modelului de transport	19
Tabelul 7 Date socioeconomice pe sectoare 2023.....	27
Tabelul 8 Distribuția veniturilor pe clase	27
Tabelul 9 Lungimea rețelei de transport modelată în raport cu clasificarea	36
Tabelul 10 Viteze maxime și capacități ale rețelei de drumuri	36
Tabelul 11 Rata deplasărilor pe segmente de cerere.....	42
Tabelul 12 Durate medii de deplasare pe moduri de transport [min].....	43
Tabelul 13 Distribuția populației PMUD 1.0 (2015)	44
Tabelul 14 Distribuția populației PMUD 2.0 (2023)	44
Tabelul 15 Prognoze de populație pe baza metodelor statistice	45
Tabelul 16 Prognoze pe baza PUZ-urilor aprobate.....	45
Tabelul 17 Populația existentă și prognozată.....	46
Tabelul 18 Populația existentă și prognozată pe sectoare	47
Tabelul 19 Principalele seturi de date de intrare și ieșire.....	48
Tabelul 20 Parametrii modelului de generare a deplasărilor	50
Tabelul 21 Parametrii modelului gravitațional	53
Tabelul 22 Parametrii modelului de repartiție modală.....	55
Tabelul 23 Parametrii funcției BPR	58
Tabelul 24 Rezultatele calibrării fluxurilor de transport.....	59
Tabelul 25 Urcări/coborâri în stațiile de metrou – comparație modelat vs măsurat.....	66
Tabelul 26 Evoluția în timp a cererii totale de transport.....	70
Tabelul 27 Testarea elasticității modelului	81

Listă de prescurtări și abrevieri

AM	Ante Meridian (se referă de principiu la ora de vârf AM)
căl.	Călători
CO2e	Emisii de dioxid de Carbon echivalent
CE	Comisia Europeană
CNP	Comisia Națională de Prognoză
DS	Scenariu cu Proiect (DoSomething)
GES	Gaze cu efect de seră
HGV	Vehicule grele de transport de marfă
INS	Institutul Național de Statistică
LGV	Vehicule ușoare de transport de marfă
min.	Minute
pas.	Pasageri
Pas.km	Prestație exprimată în Pasageri·kilometri
Pas.ore	Prestație exprimată în Pasageri·Ore
PIB	Produsul Intern Brut
PM	Post Meridian
PMUD	Plan de Mobilitate Urbană Durabilă
PuT	Mod de Transport public
PrT	Mod de Transport privat (cu autoturismul)
RS	Scenariu de Referință
UE	Uniunea Europeană
Veh.km	Prestație exprimată în Vehicule·kilometri
Veh.ore	Prestație exprimată în Vehicule·Ore

1. AUDITUL MODELULUI DE TRANSPORT EXISTENT

1.1. SISTEMUL DE ZONIFICARE AL PMUD 1.0

În modelul de transport dezvoltat în 2014 au fost definite 433 de zone de analiză a traficului (TAZ) (din care 365 pentru Municipiul București, 46 pentru Județul Ilfov și 22 externe). Zona de studiu este formată din Regiunea București-Ilfov. Conform datelor din zonele de analiză a traficului, populația din zona de studiu este de 2.27 mil. locuitori. Având în vedere sistemul de zonificare din modelul de Transport aferent Planului de Mobilitate anterior, există câteva puncte critice care trebuie subliniate și care sunt prezentate mai jos;

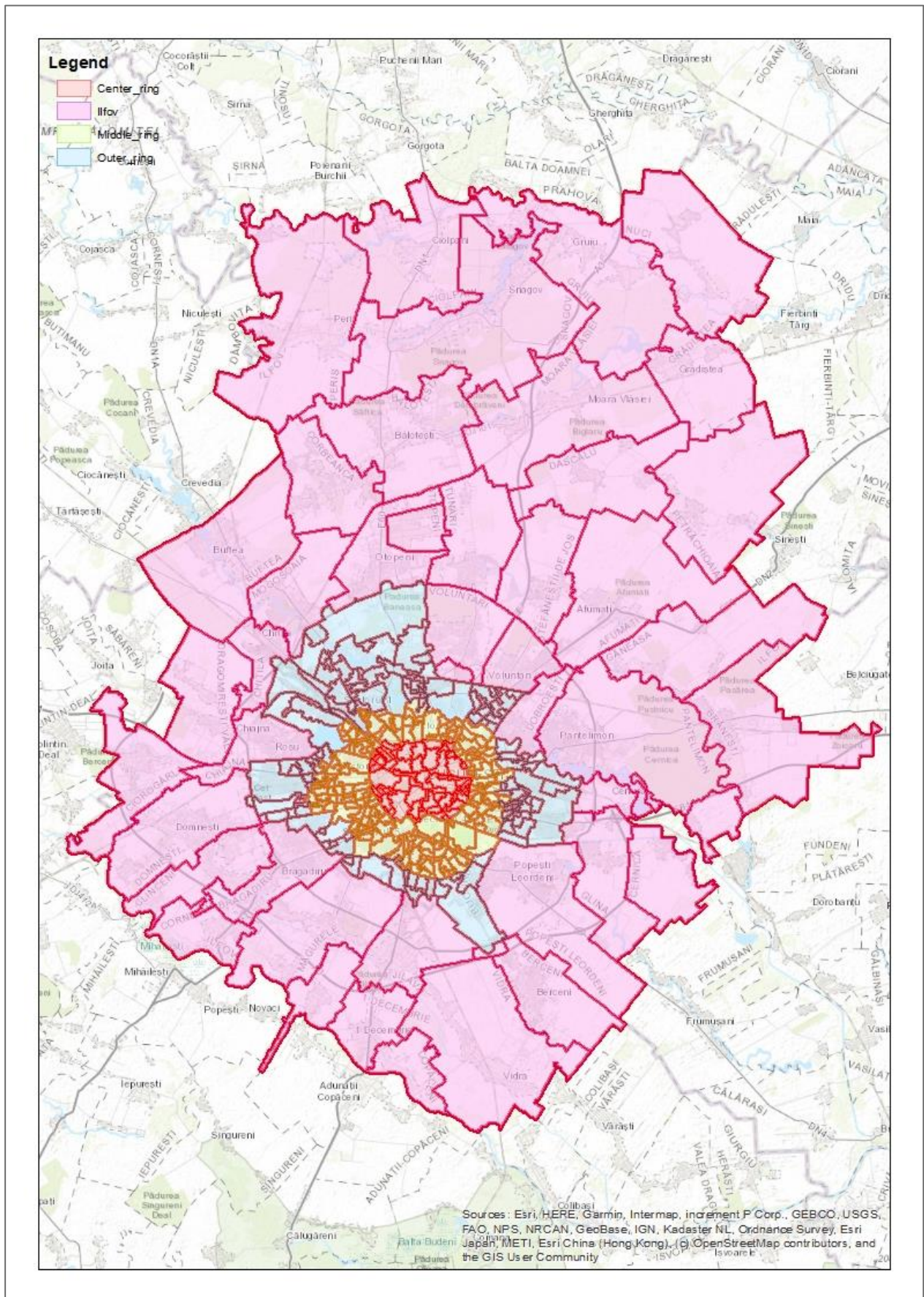
- Nici formele geometrice ale poligoanelor zonelor, nici modul de cuprindere în ceea ce privește funcțiunile teritoriale din zone nu sunt convenabile în scopul planificării în transporturi, fiind mai degrabă o zonificare geografică, bazată pe limitele teritorial-administrative.
- Formele zonelor sunt în mare parte neregulate, iar funcțiunile din cadrul fiecărei zone nu sunt suficient de omogene.
- În timp ce zonele din centrul orașului și inelul exterior din jurul său au suprafețe mici, dimensiunea zonelor din regiunea exterioară este prea mare, ceea ce indică faptul că zonele nu au o granularitate regulată sau care să reprezinte într-o manieră robustă specificul local.
- În cazul în care centroizii zonelor au fost generați automat, aceștia necesită o revizuire completă în vederea creării unui set de conectori centroid-rețea care să agregheze robust caracteristicile locale de mobilitate.

Construirea unui sistem de transport multimodal cu acest tip de sistem de zonificare poate conduce la unele probleme, deoarece într-un model de planificare a transporturilor, zonificarea este principala componentă a sistemului.

- Sistemul de zonificare neconform cauzează disfuncționalități ale modelului de transport în a capta cu exactitate deplasările locale intrazonale.
- Acest fapt determină matricele de impedanțe (Skim Matrices) să nu aibă valori foarte realiste și să nu aibă sensibilitatea adecvată.
- Sistemul de zonificare neadecvat cauzează de asemenea erori în alegerea modului de transport și rezultatele alocării pe itinerarii.

După cum sa menționat mai sus, în modelul de transport București-Ilfov în 2014, au existat 411 zone de analiză a traficului care acoperă regiunea București-Ilfov, plus 22 de zone externe. În figura de mai jos, sunt prezentate zonele de analiză a traficului din modelul 2014, grupate în patru clase: zone centrale, zone pericentrale, zone periferice (în afara Inelului Median) și zone în UAT-uri Ilfov.

FIGURA 1-1 SISTEMUL DE ZONIFICARE UTILIZAT ÎN MODELUL DE TRANSPORT 2014



1.2. REȚEAUA DE TRANSPORT MODELATĂ

În ceea ce privește rețeaua de transport modelată în cadrul PMUD București-Ilfov 1.0, lungimea totală acesteia în zona de studiu este de 1885 km (798 km pentru București, 1.128 km pentru Județul Ilfov). Lungimea totală pentru fiecare categorie de drum modelat se prezintă conform tabelului de mai jos:

TABELUL 1 CLASIFICAREA REȚELEI DE DRUMURI UTILIZATĂ ÎN MODELUL 2014

CATEGORIE	CLASIFICARE DRUM	LUNGIME TOTALĂ (KM)
Interurban	Autostradă	142
	Drum de interes național	220
	Drum de interes județean	491
	Drum comunal	236
Urban	Arteră principală	112
	Arteră secundară	231
	Stradă colectoare	220
	Stradă de folosință locală	233
	Total	1.885

Plecând de la rețeaua anterioară de transport privat din Modelul existent al PMUD București, s-au realizat actualizări în raport cu modificările de rețea survenite în intervalul 2014-2023 (noi artere, modificări de număr de benzi / capacitate, modificări de sensuri unice, noi poduri / pasaje, etc.). Fiecărui tip de link i-au fost atribuite un set de parametri de tipul: lungime, capacitate, viteză, etc, care au fost actualizate. Totodată s-a realizat o clasificare a tipurilor de drumuri (LinkType), funcție de categoria funcțională a acestora prezentată în tabelul de mai jos.

TABELUL 2 CLASIFICAREA REȚELEI DE DRUMURI UTILIZATĂ ÎN MODELUL 2023

Clasificarea Arcelor Rețelei		Limita de viteză (km/h)	Tip			
			1 bandă	2 benzi	3 benzi	4 benzi
Extraurban	Autostradă	130	-	X	X	-
	Drum Expres	120	-	X	-	-
	Drum Național European	100	X	X	X	-
	Drum Național	90	X	X	X	-
	Drum Județean	80/90	X	X	-	-
	Drum Comunal	70/90	X	X	-	-
Urban	Arteră principală (Rețea Primară)	50/60	X	X	X	X
	Arteră colectoare (Rețea Secundară)	40	X	X	X	-
	Arteră rezidențială (Rețea Terțiară)	30	X	X	-	-
	Alee Pietonală	20	X	-	-	-
	Pistă de Bicicletă	20	X	-	-	-
Feroviar	Cale Ferată	-	X	-	-	-
	Metrou	-	X	-	-	-
	Tramvai	-	X	-	-	-

1.3. ABORDAREA MODELĂRII

Modelul de transport anterior al PMUD București-Ilfov a fost examinat în detaliu în cadrul procesului de modelare. Având în vedere abordarea generală a modelului anterior, pentru actualizare s-a utilizat aceeași abordare, fiind dezvoltat un model în 4 pași care cuprinde următoarele componente: Generarea deplasărilor, distribuția deplasărilor, alegerea modală și alocarea pe itinerarii.

Generarea deplasărilor este estimată pe baza populației fiecărei zone și coeficienții de producție determinați în urma chestionarului de mobilitate, în timp ce distribuția zonelor se face în funcție de atractivitatea fiecărei zone depinzând de funcțiunile urbanistice, cuantificând numărul de locuri de muncă sau de locuri de studiu în unitățile de învățământ din fiecare zonă și utilizând coeficienții de atracție determinați din chestionarul de mobilitate.

Variabilele utilizate pentru modelul de generare a deplasărilor pentru modelul 2014 sunt prezentate în tabelul de mai jos. După cum se observă, au fost utilizate unele variabile socio-demografice legate de locurile de muncă și numărul de elevi și studenți care învață în fiecare zonă, însă modelul a ținut cont și de distribuția pe grupe de vârstă. De asemenea, au fost folosite unele variabile auxiliare. De exemplu, din punct de vedere geografic, regiunea București – Ilfov a fost împărțită în zone principale care au fost utilizate ca variabilă auxiliară. Fiecare segment de cerere are un coeficient de generare a deplasărilor în raport cu scopul deplasării.

TABELUL 3 ATRIBUTELE ZONIFICĂRII UTILIZATE ÎN MODELUL DE GENERARE A DEPLASĂRILOR 2014

ATRIBUTELE UTILIZATE ÎN MODELUL DE GENERARE A CĂLĂTORIILOR	
Variabile sociodemografice și socioeconomice	Variabile auxiliare
Work Employed	Zonal Ring 1-4
Work Unemployed	Center_D
Work Inactive	Middle_D
Capacity School	High_D
Capacity Education	Village_D
TAZ Density	
Employment	
Age 5-9	
Age 10-14	
Age 15-19	
Age 20-24	
Age 25-29	
Comm_Intense	

În tabelele de mai jos, sunt prezentați coeficienții de generare a deplasărilor pentru anul de bază 2015 și anul de prognoză 2030. După cum se vede în tabele, coeficienții diferă între cei doi ani, însă aceștia au fost reevaluați pe baza chestionarului de mobilitate pentru a fi relevanți la momentul dezvoltării modelului 2023.

TABELUL 4 COEFICIENȚI DE GENERARE A DEPLASĂRILOR UTILIZAȚI ÎN MODELUL 2014

COEFICIENȚI DE GENERAȚIE ANUL DE BAZĂ 2015							
Segment de cerere	PROD_H BW	PROD_H BE	PROD_H BO	PROD_ NHB	ATT_HB W	ATT_HB E	ATT_HB O
Work_Employed_2015	0,531		0,0721	-0,170108			
Work_Unempl_2015			-0,687608				
ZONAL_RING_1_2015				66,4394376	386,4	125,9296	
VILLAGE_D_2015							111,2464
ZONAL_RING_4_2015	-200	-100	-150	-30	-150	-60	-150
Center_D_2015							242,2636
High_D_2015					312,8	280,88796	415,0166
Middle_D_2015						310,60396	327,23296
Work_Inactive_2015			0,155756	0,1550752			
Edu_BA_2015				0,0648784			
CapacitySchool_2015					0,12328		
Cap_Edu_2015						0,57408	
TAZDensity_2015				0,0015824	0,02116	0,00644	0,0092
Emp_2015					0,75026		
Comm_Intens_2015					0,069		0,07728
Age_5-9_2015		0,33					
Age_10-14_2015		0,69					
Age_15-19_2015		0,588					5,7987
AGE_20-24_2015	0,187	0,33					
Age_25-29_2015		0,1					
COEFICIENȚI DE GENERAȚIE ANUL DE PROGNOZĂ 2030							
VARIABLE	PROD_H BW	PROD_H BE	PROD_H BO	PROD_ NHB	ATT_HB W	ATT_HB E	ATT_HB O
Work_Employed_2015	0,531		0,0721	-0,170108			
Work_Unempl_2015			-0,687608				
ZONAL_RING_1_2015				66,4394376	386,4	125,9296	
VILLAGE_D_2015							111,2464
ZONAL_RING_4_2015	-200	-100	-150	-30	-150	-60	-150
Center_D_2015							242,2636
High_D_2015					312,8	280,88796	415,0166
Middle_D_2015						310,60396	327,23296
Work_Inactive_2015			0,155756	0,1550752			
Edu_BA_2015				0,0648784			
CapacitySchool_2015					0,12328		
Cap_Edu_2015						0,57408	
TAZDensity_2015				0,0015824	0,02116	0,00644	0,0092
Emp_2015					0,75026		
Comm_Intens_2015					0,069		0,07728
Age_5-9_2015		0,33					
Age_10-14_2015		0,69					
Age_15-19_2015		0,588					5,7987
AGE_20-24_2015	0,187	0,33					
Age_25-29_2015		0,1					

Există 4 scopuri principale de deplasare în modelul de generare a deplasărilor, respectiv deplasări de la domiciliu la locul de muncă, de la domiciliu către locul de studiu, de la domiciliu în alte scopuri și deplasări care au alt punct de plecare decât domiciliul. În tabelul de mai jos se prezintă numărul total de deplasări generate în raport cu fiecare pereche de activități în modelul 2014.

TABELUL 5 NUMĂRUL DE DEPLASĂRI GENERATE / ATRASE ÎN RAPORT CU SCOPUL ÎN MODELUL 2014

PERECHE DE ACTIVITĂȚI (O-D)	NUMĂR DE DEPLASĂRI
PROD_HBW	632168
PROD_HBE	144530
PROD_HBO	275193
PROD_NHB	58742
ATT_HBW	610494
ATT_HBE	148612
ATT_HBO	276562
ATT_NHB	61923

În modelul 2023 al Regiunii București-Ilfov, atât perechile de activități cât și coeficienții au fost reevaluați și actualizați, fiind definite unele atribute noi ale sistemului de zonificare. În modelul de distribuție, modelul gravitațional și în calculul parametrilor modelului gravitațional s-au folosit funcții gamma.

Modelul de repartiție modală a utilizat modelul Logit. Modelul de repartiție modală al PMUD 1.0 conține ca moduri de transport moduri de metrou, tramvai, troleibuz, autobuz, maxi-taxi, feroviar, LRT și mers pe jos.

În cadrul actualizării modelului se va folosi aceeași abordare de modelare (model în 4 pași). Având în vedere modelul anterior al cererii de călătorie din regiunea București-Ilfov și punctele forte, dar și punctele slabe, pașii modelului vor fi actualizați.

Modelul existent ar putea fi utilizat pentru a simula decizii strategice la o scară mai mare (de exemplu, regional), dar nu poate simula scenarii într-un mediu urban dens sau explica efectele unei planificări mai detaliate. În principal, acest lucru se datorează unui sistem de zonificare inadecvat, nivelului insuficient de detaliere al modelului și lipsei de consistență în etapele de calibrare și validare.

2. SCOPUL ȘI UTILIZAREA MODELULUI DE TRANSPORT

ASPECTE PROCEDURALE, TEHNICE ȘI INSTITUȚIONALE PRIVIND UTILIZAREA MODELULUI DE TRANSPORT ASOCIAT PMUD BI.

Modelul de transport urban al regiunii Bucuresti-Ilfov este instrumentul de calcul asociat PMUD Bucuresti-Ilfov, fiind dezvoltat în scopul planificării strategice a transporturilor urbane și periurbane și a evaluării ex-ante a scenariilor de mobilitate viitoare, într-un mediu de simulare unitar, coerent și robust. Modelul de transport urban Bucuresti-Ilfov asociat PMUD este adecvat scopului de planificare strategică la nivelul regiunii Bucuresti-Ilfov, fiind calibrat și validat la nivelul rețelelor de transport al aglomerației urbane. Obiectivul acestuia este în principal acela de a furniza o imagine de ansamblu asupra mobilității urbane și dimensiunii acesteia, asupra tiparelor strategice de deplasare între principalii generatori și atractori de cerere la nivelul regiunii Bucuresti-Ilfov și de a cuantifica/măsura impactul avut de scenariile investiționale propuse pentru a defini un plan coerent de acțiune la nivelul PMUD. Modelul de transport – MTU-BI - este prin definiție o reprezentare sistematică complexă a interacțiunii sistemului de transport și utilizării teritoriului așa cum există în realitate, într-un cadru fix definit în spațiu și timp. Astfel, dezvoltarea modelului este fundamentală pentru evaluarea grupată a inițiativelor de dezvoltare a ofertei de transport, întrucât modelul:

- asigură un cadru analitic unitar pentru evaluarea cererii existente de transport și a cererii viitoare la nivelul întregii arii regionale de analiză, dar și pentru testarea sistematică a impactului opțiunilor de transport și utilizare a teritoriului;
- permite definirea unor indicatori cantitativi pentru evaluarea economică și analizele de opțiuni strategice ale scenariilor complexe de transport și utilizare a teritoriului.

Obiectivele generale ale modelului de transport al Bucuresti-Ilfov - MTU-BI sunt:

- identificarea și evaluarea impacturilor generice (la scară mare) la nivel metropolitan la schimbări socio-economice, demografice, ale infrastructurilor și serviciilor de transport și ale utilizării teritoriului;
- furnizarea prognozelor la nivel strategic pe întreaga arie metropolitană privind generarea cererii de transport, distribuția spațială a acesteia, alegerea modală și alocarea deplasărilor în rețeaua de transport;
- considerarea nevoilor de deplasare și a aspectelor privind multimodalitatea în contextul larg al posibilităților de materializare și al modului optim de satisfacere;
- asigurarea premiselor cantitative în procesul decizional de generare al proiectelor de infrastructuri urbane de transport;
- examinarea întrebărilor de tip "Ce ar fi dacă?" în procesul de dezvoltare a politicilor urbane și de definire a planului de acțiune al strategiei;
- examinarea și evaluarea implicațiilor scenariilor de mobilitate trasate în PMUD la scară metropolitană.

În forma actuală (*as it is*), modelul de transport poate fi folosit în următoarele situații:

- testarea sistematică de scenarii de mobilitate multi-componente, prin adăugarea sau eliminarea de măsuri investiționale;

- testarea la nivel strategic a diverselor scheme în vederea definirii conceptului ideii de proiect investițional de transport și utilizare a teritoriului.

Modelul de transport urban Bucuresti-Ilfov include următoarele componente de modelare:

- modelul de determinare a cererii de transport (generare, distribuție și alegere modală - moduri simulate - autoturism, bicicleta, transport public, mers pe jos);
- modelul de atribuire pe itinerarii a transportului privat și de marfă (autoturisme, vehicule de marfă);
- modelul de atribuire pe itinerarii a transportului public (autobuz, troleibuz, tramvai, metrou);
- modelul de alegere modală.

Pentru fiecare componentă, modelul folosește relații matematice pentru a reprezenta simplificat multiplele decizii ale utilizatorilor de transport privind realizarea deplasărilor cotidiene, astfel încât să se poată prezice mărimea cererii de transport viitoare și să se poată fi replicate tiparele de deplasare observate la diversele niveluri geografice.

Forma actuală a modelului și capacitățile sale de evidențiere a impactului îi conferă robustețe în testarea următoarelor variații și tipologii de măsuri:

- interacțiunea dintre utilizarea teritoriului și transport (aparitia sau schimbarea generatorilor / atractorilor de cerere);
- modificarea parametrilor operaționali ai rețelei rutiere – străzi noi, închiderea străzilor pentru diverse moduri de transport, măsuri de reorganizare a traficului - restricții de viteze, sensuri unice etc.
- modificări ale politicilor de tarifare - tarifarea congestiei, zone de emisii scăzute, tarife pentru transportul public, tarife de parcare, etc.
- modificări ale rețelelor de transport public - infrastructură și servicii alocate - extinderi de infrastructură sau de servicii, introducerea unei linii noi de transport, intermodalitate / poli de schimb, rute expres, schimbări tarifare, schimbări de frecvență. (modernizarea flotei fără modificări ale frecvențelor nu va produce modificări în dimensiunea cererii de transport modelate).

Modelul este pregătit pentru un nivel strategic, pentru testarea impactului scenariilor de mobilitate la nivelul regiunii București-Ilfov, fiind necesare dezagregări / rafinări / recalibrări în funcție de obiectivele diverselor proiecte pentru a putea fi suficient de robust pentru a testa impactul unor proiecte specifice. Acest model nu este un model adaptat pentru testarea schemelor de semaforizare inteligentă și ITS, sau pentru testarea reconfigurării unor intersecții (de exemplu) pentru acestea se recomandă detalierea la nivel mezosopic și ulterior microscopic a arealului studiat. Modelul de transport urban București-Ilfov are capacitate limitată de a testa astfel de scheme prin codificarea supra-simplificată a atributelor specifice nodurilor / intersecțiilor din graful rețelei. De asemenea, modelul testează la nivelul evaluării cererii / repartiției modale și eventualele modificări majore ale infrastructurii nemotorizate (mers pe jos, bicicleta), însă nu poate fi utilizat pentru alocarea pe itinerarii, care din prisma literaturii de specialitate nu are sens la nivel de macromodelare, pentru aceste tipuri de proiecte fiind necesare modele mezosopice sau chiar microscopice.

În vederea testării detaliate a opțiunilor tehnico-economice, a proiectelor preliminare, dar și în vederea furnizării parametrilor de cerere pentru proiectarea soluțiilor tehnice (pe scurt pentru dezvoltarea fazei de studiu de fezabilitate), modelul de transport urban Bucuresti-Ilfov nu

poate și nu trebuie utilizat ca atare așa cum este, ci este obligatorie parcurgerea etapelor de modelare specifice detalierii, rafinării, dezagregării, și recalibrării zonei de analiză și influență a proiectului/investiției considerate. Aceste activități sunt în mare următoarele:

- consolidarea sarcinii de modelare, prin identificarea problemei sau problemelor adresate de investițiile propuse spre proiectare (probleme de transport, socio-economice, de utilizare a teritoriului etc.), precum și definirea obiectivelor, țințelor și a criteriilor de evaluare adoptate în dezvoltarea opțiunilor investiției studiate;
- colectarea datelor - etapa critică, care trebuie parcursă cu detalierea necesarului de date după definirea scopului și domeniului de aplicabilitate al modelului specific testării schemelor opțiunilor tehnico-economice;
- detalierea modelului ca să răspundă scopului, calibrare și validare;
- dezvoltarea și codificarea opțiunilor, ce presupune variații ale porțiunilor de rețea de transport, opțiuni de utilizare a teritoriului sau un mix între cele două;
- modelarea opțiunilor, care presupune rafinarea și codificarea opțiunilor într-o manieră detaliată din perspectiva proiectării și din perspectiva evaluării. Această etapă cuprinde de regula iterații multiple cuprinzând atât dezvoltarea de opțiuni până la codificarea și evaluarea lor;
- Raportarea modelării, care implică documentarea completă și cuprinzătoare a fiecărei etape enunțate mai sus, inclusiv prezentarea detaliilor modelului de transport specific proiectului testat.

De regulă, la faza de studiu de fezabilitate al fiecărui proiect de investiție, modelul de transport al Regiunii București-Ilfov va trebui detaliat pentru asigurarea adecvării scopului pentru testării de tip coridor sau sub-rețea și pentru a furniza date de intrare în modele separat dezvoltate mezoscopice și de microsimulare a traficului sau în modelele operaționale de optimizare a serviciilor de transport.

De precizat este că astfel de activități de modelare, necesare în procesul de dezvoltare a documentației tehnico-economice, conform H.G. 907 și care stau la baza justificării viabilității tehnice și economice a proiectului și accesarea fondurilor europene nerambursabile, trebuie realizate de echipe extinse de experți în planificarea / modelarea transporturilor cu experiență îndelungată în domeniu, tocmai de aceea este recomandat ca autoritățile locale prin intermediul cerințelor din cadrul caietelor de sarcini să pună la dispoziția consultanților / proiectanților sub protocol securizat de acces Modelul de transport și să solicite către aceștia realizarea activităților necesare pentru adaptarea, dezagregarea, rafinarea, recalibrarea modelului de transport pentru a răspunde scopului și obiectivului proiectului. Tocmai de aceea este esențial, având în vedere complexitatea acestui instrument și funcționalitățile lui, ca utilizatorii să dețină un minim de cunoștințe academice, dublate de experiență practică în lucrul cu astfel de instrumente.

La nivelul primăriei generale, cât și la nivelul gestionarului direct al modelului de transport este necesar să se dezvolte capacitatea instituțională tehnică în domeniul modelării în transporturi în vederea asigurării unui colectiv de specialitate care ar putea susține luarea unor decizii cu indicatori specifici cuantificabilei cu ajutorul modelului de transport (cum ar fi modificarea tiparelor de alegere modale, sau a rutelor de deplasare, parametri de rețea veh·km / veh·h / pas·km / pas·h) sau cererea totală de transport pe mod de transport prin realizarea unor testări de nivel strategic, folosind modelul în forma actuală (as it is). Astfel de testări ar putea include: închiderea unor artere circulației rutiere (definitiv sau cu ocazia unor evenimente), modificări

ale unor sensuri de circulație pentru traficul general, modificări ale serviciilor de transport public existente (modificări de traseu / prelungiri / ajustări ale programului de circulație).

Astfel, se va avea în vedere în dezvoltarea continuă a competențelor tehnice la nivelul gestionarului modelului și după caz sau necesitate la nivelul direcțiilor tehnice de specialitate din primărie. Este important să se dezvolte capacitatea tehnică la nivelul gestionarului modelului care va asigura pe de o parte analize strategice și testări generice ale întrebărilor de tip "*What if? / Ce ar fi dacă?*" (nu dezvoltarea studiilor sau proiectelor – aceasta activitate fiind în sarcina consultanților / proiectanților) și pe de altă parte va asigura atât interfața în definirea specificațiilor tehnice de modelare și a cerințelor privind studiile de trafic ale investițiilor urbane de transport și mobilitate, cât și infrastructura fizică pentru accesul în limite de confidențialitate și protecția datelor la modelul de transport urban Bucuresti-Ilfov.

Menționăm faptul că modelul de transport dezvoltat în cadrul actualizării PMUD București-Ilfov a fost formalizat pentru a răspunde nevoilor și obiectivelor de modelare asociate nivelului strategic având rolul de a oferi o imagine robustă asupra mobilității actuale și de perspectivă respectiv a sprijini procesul de evaluare a impactului scenariilor de mobilitate, nu a fiecărui proiect în parte. Acest model poate fi utilizat de către gestionarul modelului în forma predată de echipa de elaborare a PMUD ("*As it is*"), numai în vederea realizării unor evaluări strategice a unor proiecte / investiții de amploare pentru a sprijini factorii decidenți în luarea unor decizii cu privire la promovarea diverselor investiții. În vederea realizării unor analize de detaliu pentru un anumit proiect la nivelul Studiului de Fezabilitate, în vederea pregătirii cererii de finanțare și a studiului de trafic, este recomandat ca modelul să fie dezvoltat, dezagregat, rafinat, recalibrat și revalidat pentru a răspunde scopului proiectului respectiv. De menționat este că nu toate tipologiile de proiect pot fi testate / evaluate folosind modelul de transport asociat al PMUD, fiind în responsabilitatea specialistului însărcinat să evalueze impactul unui proiect tipul de model de transport pe care urmează să îl dezvolte în funcție de obiectivele proiectului.

Rezultatele modelului de transport asociat PMUD Bucuresti – Ilfov nu pot constitui date de intrare în diverse proiecte în vederea redactării studiului de trafic, pentru aceasta fiind necesare colectări de date specifice pentru acel proiect și pentru zona de influență a proiectului respectiv. În funcție de tipologia proiectului și de modelul de transport ce urmează a fi dezvoltat, specialistul trebuie să decidă necesarul datelor de intrare și să definească specificațiile pentru colectarea acestora. De precizat este și faptul că Modelul de transport nu dă soluții, ci doar oferă un set de parametri de rețea ce pot fi utilizați pentru evaluarea impactului unor măsuri testate, acesta fiind doar un instrument de lucru. Astfel, gradul de încredere pe care îl are un model de transport în raport cu proiectul care urmează a fi evaluat depinde de scopul pentru care a fost creat și măsura în care modelul este adaptat tipului de analize ce urmează a fi efectuate, precum și de calitatea datelor de intrare și de calibrarea și validarea adecvată scopului.

NECESITATEA ELABORĂRII UNEI PROCEDURI DE ACCES SECURIZAT LA MODELUL DE TRANSPORT

La nivelul primăriei generale, cât și la nivelul gestionarului direct al modelului de transport este necesar să se clarifice asumat procesul și procedurile de lucru cu modelul de transport, inclusiv în raport cu terțe părți, consultanți, pentru a evita dezvoltarea unui mediu decizional ambiguu și a perpetua erori de judecată / argumentare a investițiilor cu potențial impact de finanțare a investițiilor suboptimale. Formalizarea asumată a acestor procese și proceduri va trebui transpusă în regulamentele, procedurile și procesele interne de lucru, dar și la nivelul proceselor de avizare a documentațiilor investițiilor cu impact asupra mobilității metropolitane.

În acest sens gestionarul MTU- BI va avea în responsabilitate și va fi sprijinit în mod activ și coerent de către PMB în definirea și dimensionarea corectă a resurselor umane, materiale, informaționale și financiare pentru gestionarea corectă și transparentă a modelului de transport. Având în vedere complexitatea acestui instrument și funcționalitățile lui, utilizatorii vor trebui să dețină un minim de cunoștințe academice, dublate de experiență practică în lucrul cu astfel de instrumente, atât la nivelul consultanților ce vor solicita accesul, dar și la nivelul deținătorului modelului. De aceea, se va avea în vedere în dezvoltarea continuă a competențelor tehnice la nivelul gestionarului modelului și după caz sau necesitate la nivelul direcțiilor tehnice de specialitate din primărie.

Este important să se dezvolte un punct focal la nivelul gestionarului modelului, care va asigura pe de o parte analize strategice și testări generice ale întrebărilor de tip " Ce ar fi dacă?" și pe de altă parte va asigura atât interfața în definirea specificațiilor tehnice de modelare și a cerințelor privind studiile de trafic ale investițiilor urbane de transport și mobilitate, cât și infrastructura fizică (calculatoare, licențe, eventual VPN) pentru accesul în limite de confidențialitate și protecția datelor la modelul de transport urban Bucuresti-Ilfov.

În vederea asigurării unui cadru unitar de dezvoltare și evaluare a tuturor proiectelor de investiție în domeniul mobilității și transporturilor derulate în regiunea București-Ilfov, este necesară elaborarea și implementarea unei proceduri de acces securizat la Modelul de Transport. Această procedură ar trebui dezvoltată la nivelul entității care va gestiona modelul de transport și care ar trebui să cuprindă un set de reguli care să vizeze cel puțin:

- Respectarea confidențialității și a accesului securizat la model atât de consultanții care solicită acces cât și de personalul intern care are acces la arhivele modelului;
- Cerințele minime privind studiile de specialitate și expertiza necesară dovedită prin îndeplinirea unor sarcini de complexitate similară în domeniul modelării în transporturi, a personalului consultanților care solicită acces la modelul de transport;
- Setul minim de date de intrare pe care consultantul trebuie să le aibă disponibile la momentul accesului la model în vederea efectuării dezagregărilor necesare testării proiectului, re-calibrării și re-validării modelului;
- Setul de date ce poate fi extras și pus la dispoziția consultanților după finalizarea procesului de modelare și testare a impactului proiectelor / opțiunilor, respectiv formatul acestora (tabele *.xls, ploturi *.jpg), fiind exclusă posibilitatea copierii fișierelor modelului de transport.

Această procedură, vine pe de o parte în sprijinul autorității locale, în vederea realizării evaluărilor tuturor proiectelor de investiție în domeniul mobilității și transporturilor derulate în regiunea București-Ilfov folosind ca bază de plecare același instrument de lucru, precum și în asigurarea echității concurențiale în rândul consultanților, deținerea și utilizarea fără drept a modelului de transport asociat PMUD București Ilfov putând distorsiona grav piața, creând avantaje concurențiale ilegitime sau posibilitatea obținerii unor avantaje necuvenite.

NECESITATEA ELABORĂRII UNOR SETURI MINIME DE CERINȚE PRIVIND MODELAREA TRANSPORTURILOR PE TIPOLOGII DE PROIECTE

Având în vedere lipsa capacității tehnice de specialitate în domeniul modelării în transporturi în rândul autorităților locale, precum și necesitatea impunerii unui cadru unitar de dezvoltare a proiectelor, eliminând astfel obținerea unor documentații de slabă calitate care nu satisfac cerințele minime în domeniu și care utilizează abordări neadaptate scopului, este recomandat să fie dezvoltate niște seturi minime de cerințe și activități privind modelarea transporturilor pe tipologii de proiecte, care să fie preluate și introduse în cadrul tuturor caietelor de sarcini aferente obiectivelor de investiție din cadrul PMUD și derulate de oricare dintre stakeholderi. Aceste cerințe pot fi dezvoltate externalizat cu sprijinul unor consultanți cu experiență în domeniu și ar trebui să cuprindă pentru fiecare tipologie de proiect cel puțin următoarele aspecte:

- Definirea obiectivului activității de modelare și a scopului;
- Stabilirea setului minim de date de intrare care trebuie colectate in-situ și din surse existente;
- Stabilirea principalelor activități de modelare care să acopere domeniul de aplicare al modelului, tipul modelului, nivelul de detaliere și dezagregare, aria de influență, activități de calibrare și validare;
- Stabilirea setului minim de indicatori și rezultate de ieșire din cadrul activității de modelare care să susțină cu indicatori cantitativi activitățile ulterioare de analiză multicriterială a opțiunilor, analiza cost-beneficiu, evaluare a impactului proiectului.

3.PREGĂTIREA DATELOR DE INTRARE

Modelarea cererii de transport necesită o gamă largă de seturi de date. În tabelul de mai jos sunt prezentate principalele seturi de date colectate in-situ și scopul utilizării acestora în dezvoltarea modelului de transport.

TABELUL 6 SETURI DE DATE COLECTATE IN-SITU PENTRU ACTUALIZAREA MODELULUI DE TRANSPORT

SET DE DATE	UTILIZARE
Anchetă de mobilitate în gospodării	Date de intrare pentru modelare și planificare
Anchetă de Preferințe	Planificare
Recenzarea gradului de ocupare al mijloacelor de transport	Calibrarea alocării pe itinerarii a cererii de transport public
Anchete origine – destinație pentru transportul privat	Date de intrare pentru modelare și planificare
Anchete origine – destinație pentru transportul public	Date de intrare pentru modelare și planificare
Recenzarea traficului general	Calibrarea alocării pe itinerarii a cererii de transport privat
Recenzarea numărului de urcări și coborâri în stațiile de transport public	Planificare
Recenzarea urcărilor și coborârilor în fiecare stație pe linii de transport	Calibrarea rețelei
Contorizări privind duratele de deplasare cu transportul privat	Calibrarea rețelei
Contorizări privind duratele de deplasare cu transportul public	Calibrarea rețelei
Anchete origine – destinație pentru vehiculele de marfă	Modelarea cererii de transport de marfă
Interviuri cu agenți economici	Modelarea cererii de transport de marfă

3.1. SISTEMUL DE ZONIFICARE

În scopul realizării modelului de transport al Planului de Mobilitate Urbană Durabilă pentru Regiunea București-Ilfov 2023, zona de studiu a fost împărțită în subunități (zone de analiză a traficului) pe baza cărora s-au realizat colectările de date și analizele specifice. Zonele de analiză a traficului au fost definite pe criterii geografice și funcționale ținând totodată seama de caracteristicile rețelei de transport și de barierele naturale și antropice existente în zona de studiu (râuri, lacuri, căi ferate, etc.). Zonificarea a fost realizată plecând de la împărțirea zonei de studiu pe cele 6 sectoare ale municipiului București și pe cele 40 de UAT-uri ale județului Ilfov, urmărind apoi împărțirea acestora pe cartiere, localități, zone cu diverse funcțiuni (de locuire, comerciale, de business, industriale, de loisir, etc.).

Având în vedere disfuncționalitățile identificate în modelul din 2014 privind zonificarea, s-a dezvoltat o zonificare nouă, coerentă, bazată pe caracteristicile demografice, pe funcțiunile urbanistice, legăturile de rețeaua de transport, bariere naturale și antropice și diviziuni administrative. Acolo unde a fost nevoie zonele din modelul 2014 care ocupau o suprafață prea mare au fost divizate, iar cele prea mici au fost comasate, urmărind obținerea unor zone cât mai omogene și apropiate ca suprafață. Astfel, noul model de transport cuprinde 559 de zone, din care 286 de zone în municipiul București, 267 de zone în județul Ilfov și 6 zone externe.

La nivelul municipiului București, zonele au fost grupate după considerente geografice, pe cele 6 sectoare, cu normalizarea zonei centrale unde se întâlnesc toate sectoarele în funcție de rețeaua stradală existentă. Pentru județul Ilfov s-a urmărit definirea a cel puțin o zonă pentru fiecare localitate, spre deosebire de vechiul model care definea o singură zonă pentru un UAT, care cuprindea inclusiv terenurile extravilane, conducând la alocări nerealiste ale fluxurilor de trafic. Pentru localitățile din primul inel de UAT-uri din jurul municipiului București au fost definite un număr adecvat de zone care să respecte limitările geografice, funcțiunile urbanistice și densitățile de populație.

Fiecare zonă conține informațiile necesare pentru descrierea sa din punct de vedere demografic și socio-economic, astfel că informațiile disponibile la nivelul fiecărei zone sunt:

- Informații demografice – populație totală, activă și inactivă, precum și populație angajată, neangajată, etc.;
- Informații socio-economice – centre de învățământ, zone de recreere, centre comerciale majore, locuri de muncă.

Informațiile disponibile la nivelul fiecărei zone au fost evaluate pe baza datelor disponibile. În ceea ce privește datele demografice aferente fiecărei zone s-au prelucrat informații provenite de la Institutul Național de Statistică, informații valabile la data extragerii lor din baza de date, în luna februarie 2023, plecând totodată de la rezultatele RPL 2021.

În privința informațiilor economice, informațiile cu privire la locuri de muncă ocupate la nivelul orașului au fost prelucrate pe baza datelor furnizate de ITM București și ITM Ilfov, iar locurile de studiu în unitățile de învățământ au fost prelucrate pe baza informațiilor furnizate de Ministerul Educației și de Inspectoratele Școlare ale municipiului București și județului Ilfov.

Figurile următoare prezintă sistemul de zonificare modelat în raport cu gruparea geografică, cu densitatea populației și a locurilor de muncă.

FIGURA 3-1 SISTEMUL DE ZONIFICARE UTILIZAT ÎN MODELUL DE TRANSPORT 2023

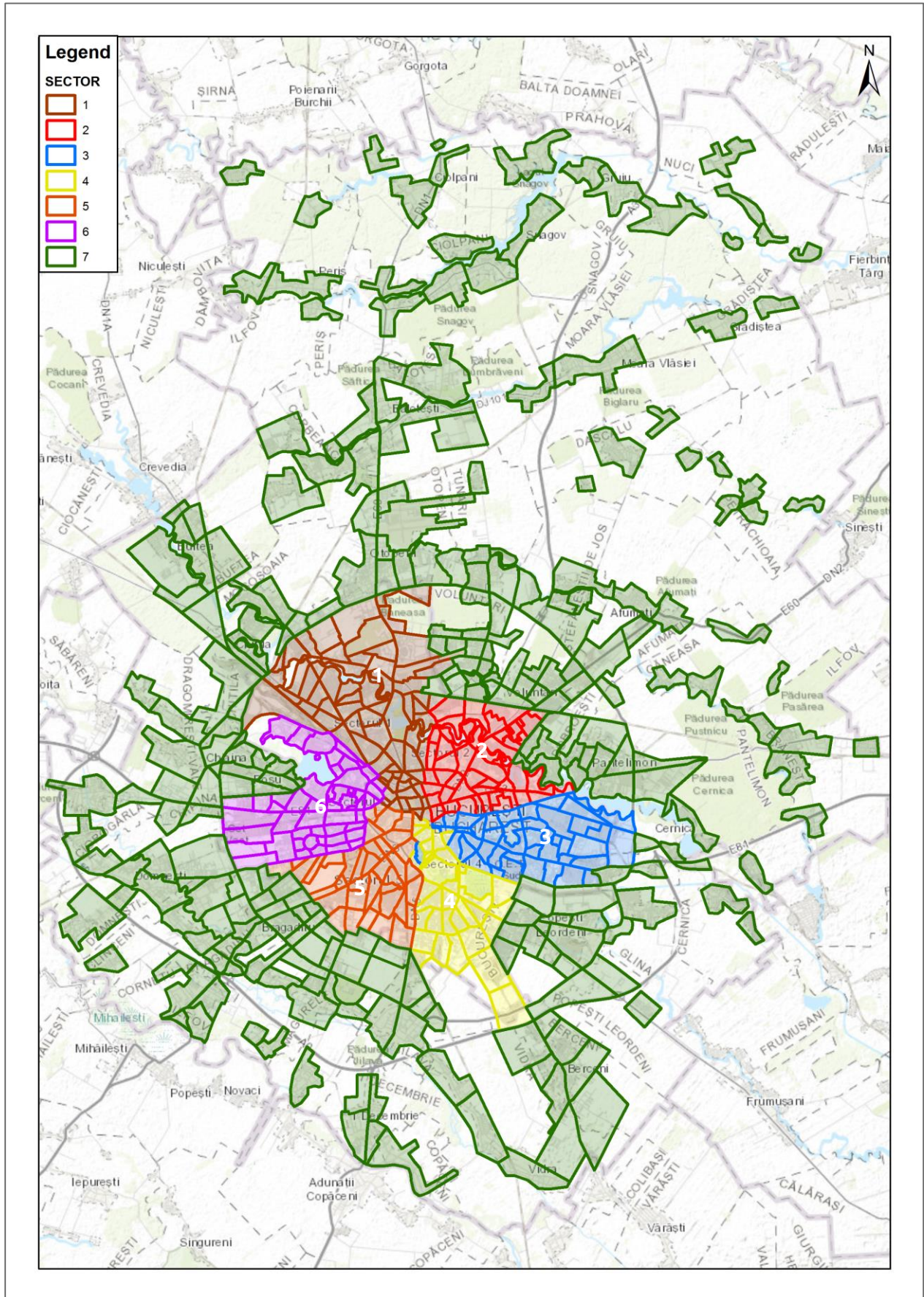


FIGURA 3-2. ZONIFICAREA MODELULUI DE TRANSPORT – DENSITATEA POPULAȚIEI

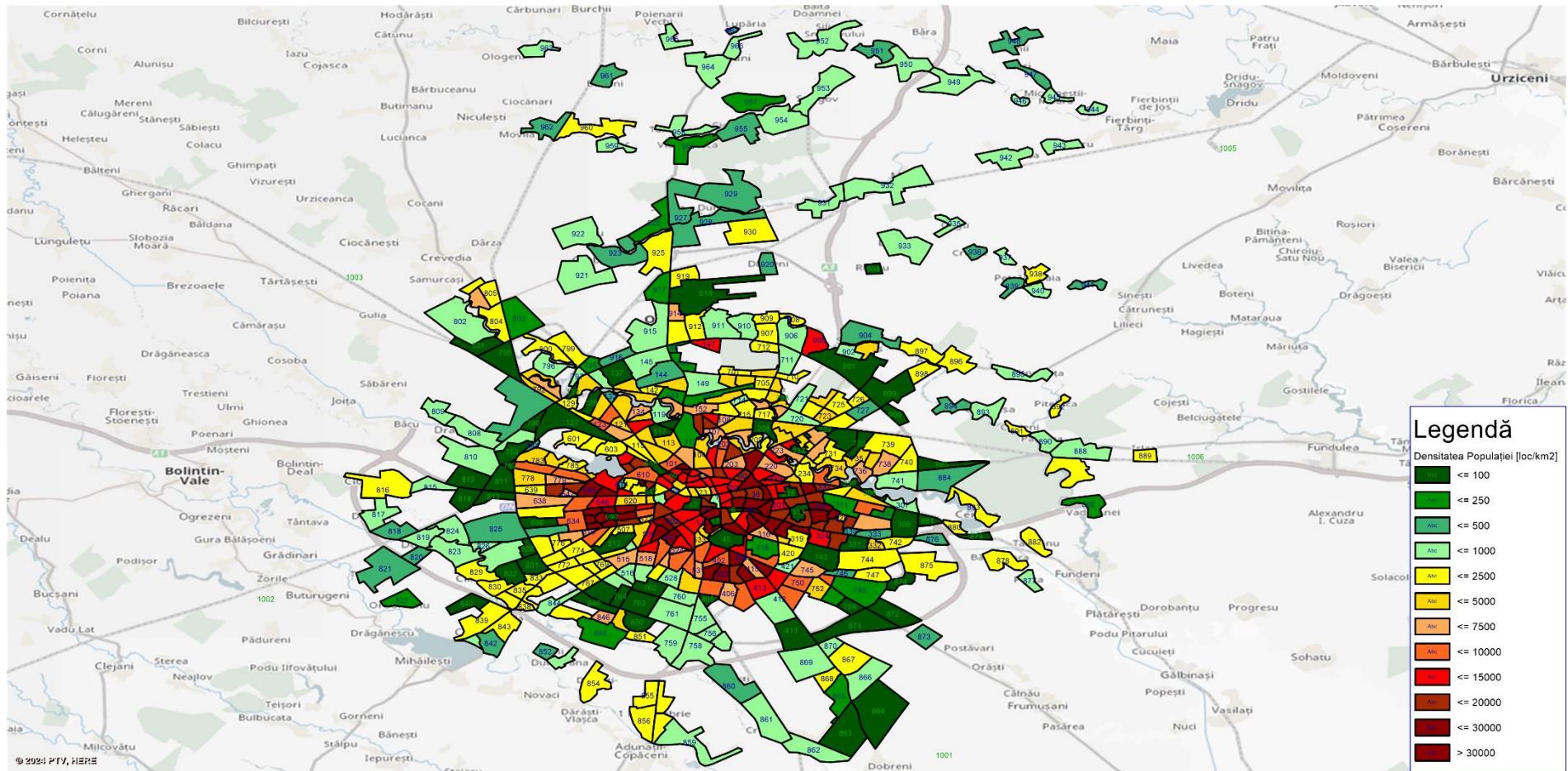
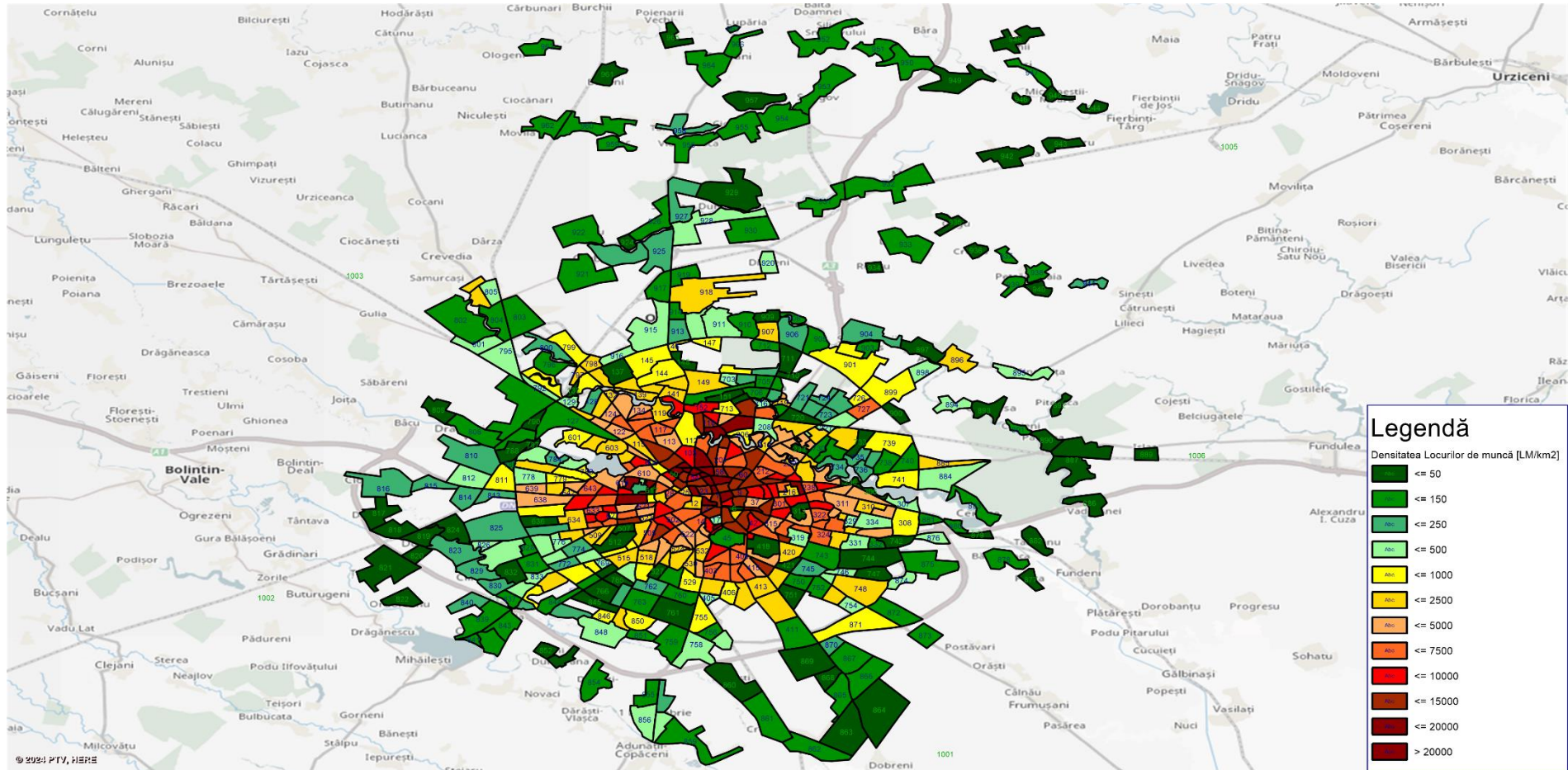


FIGURA 3-3. ZONIFICAREA MODELULUI DE TRANSPORT – DENSITATEA LOCURILOR DE MUNCĂ

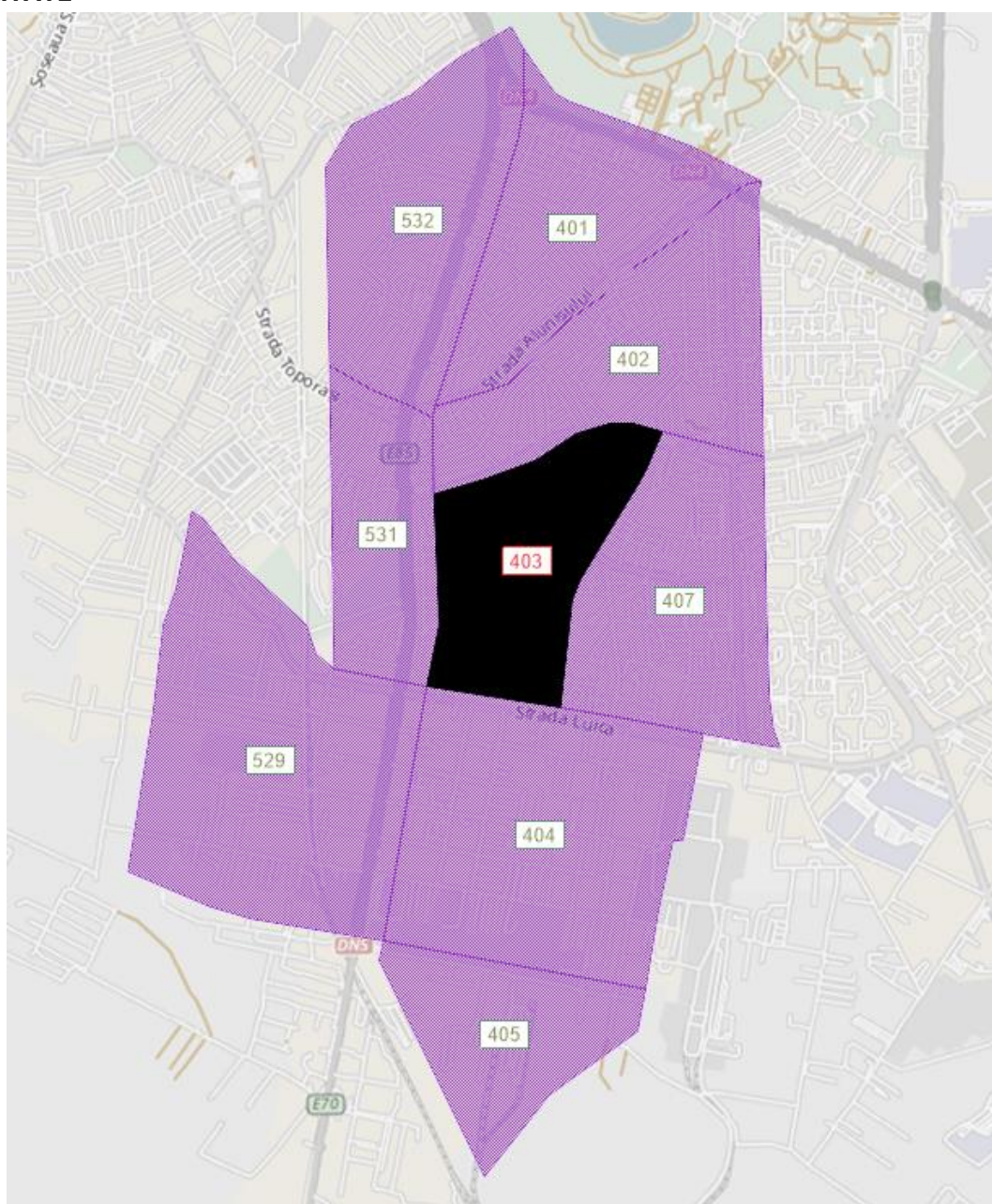


În scopul obținerii datelor necesare pentru dezvoltarea modelului s-a realizat o anchetă de mobilitate în 69 din aceste zone. Pentru fiecare zonă, denumită zonă principală (master zone) s-au determinat zonele limitrofe cu tipar similar al deplasărilor, numite zone de influență. Astfel, parametrii obținuți în urma realizării anchetelor de mobilitate conform eșantionului reprezentativ și preferințe în zonele principale, au fost utilizați și pentru determinarea cererii de transport în zonele de influență.

Spre exemplu

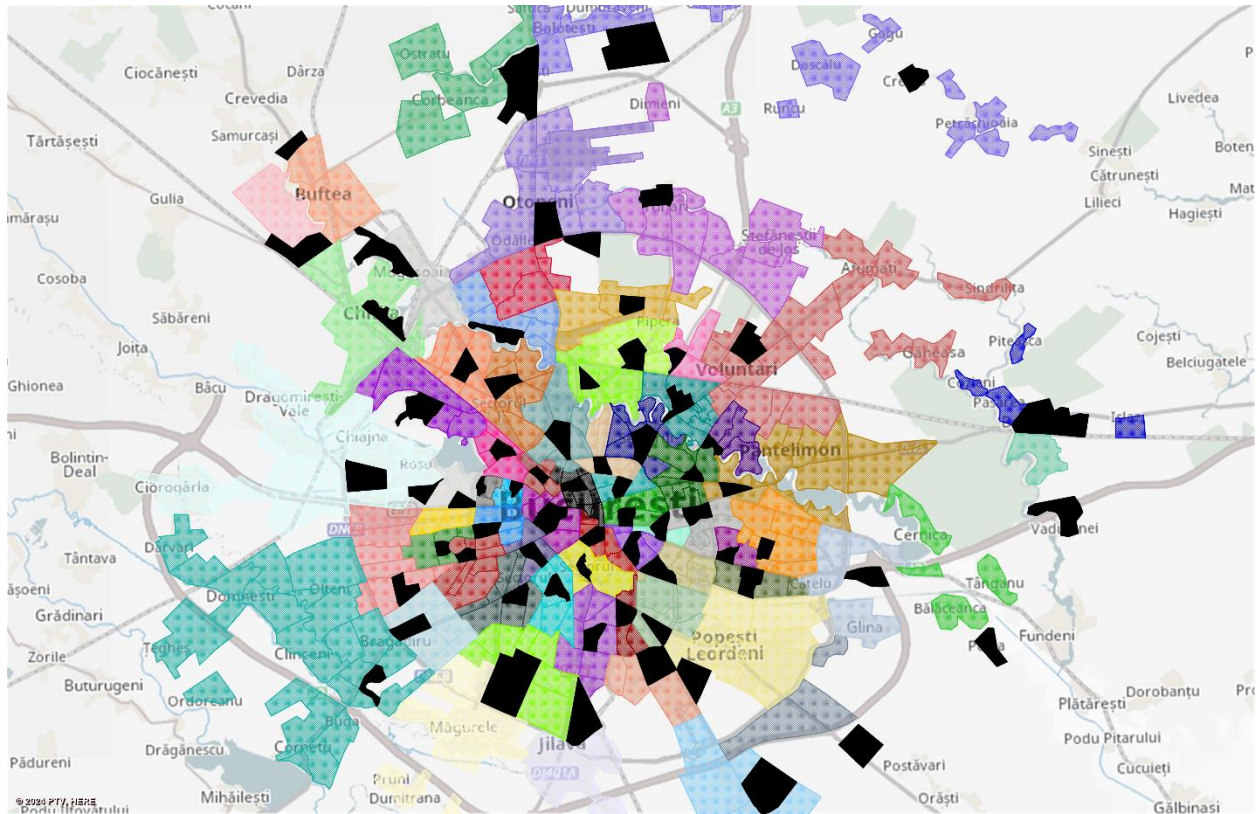
Zona 403 este zona în care s-a desfășurat ancheta de mobilitate, iar pentru zonele vecine care au caracteristici similare, respectiv 401, 402, 404, 405, 407, 529, 531 și 532 s-au utilizat parametrii obținuți în urma anchetelor realizate în zona 403.

FIGURA 3-4 EXEMPLU DE DETERMINARE A ZONELOR DE INFLUENȚĂ ÎN ANCHETELE DE MOBILITATE



În figura de mai jos pot fi observate zonele în care s-au realizat anchetele și zonele de influență ale fiecăreia. Zonele marcate cu negru sunt zonele recenzate, iar zonele colorate sunt zone de influență care prezintă caracteristici omogene, similare cu cele ale zonei principale căreia i-au fost arondate.

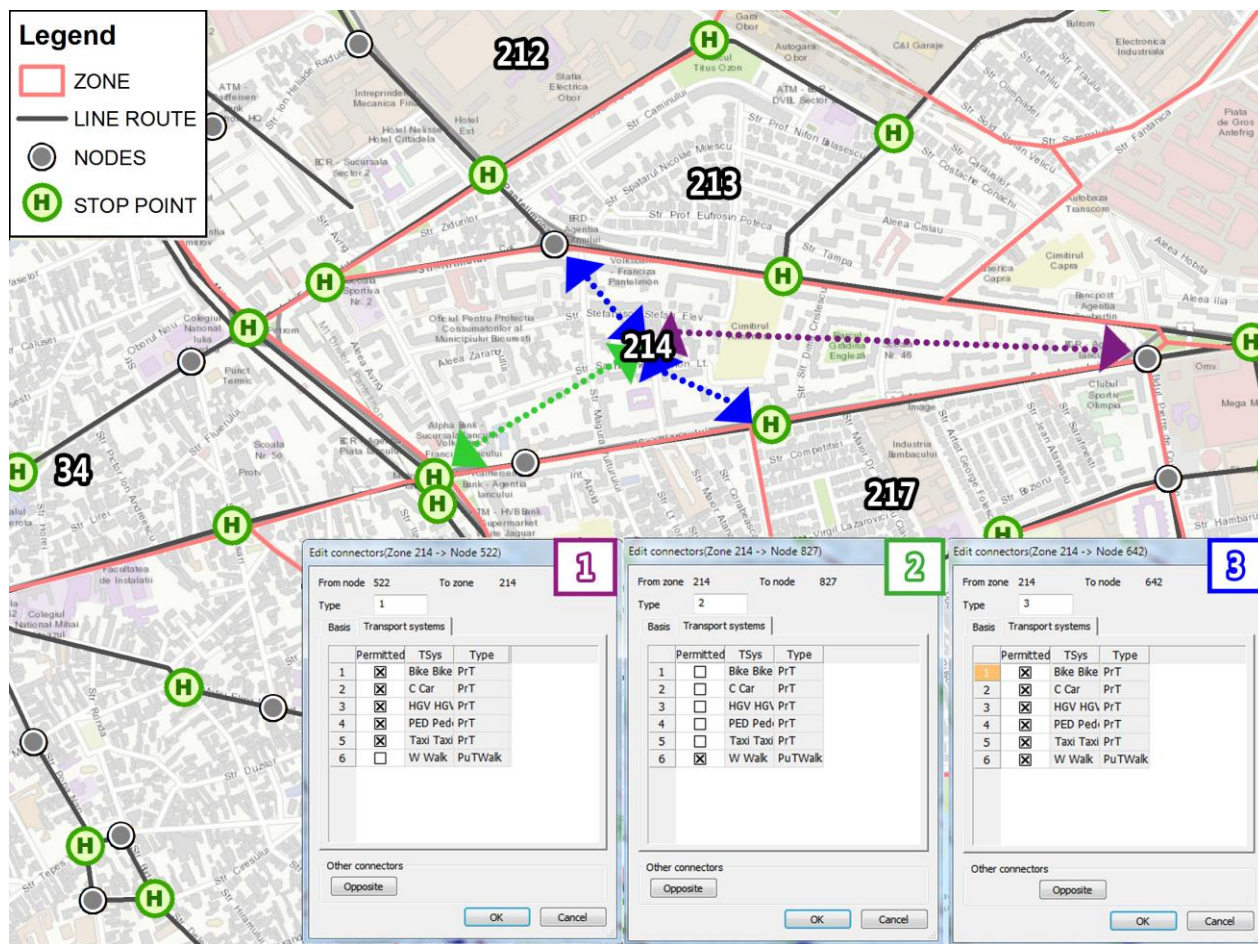
FIGURA 3-5 DETERMINAREA ZONELOR DE INFLUENȚĂ ÎN ANCHETELE DE MOBILITATE



După definirea zonelor ca elemente geometrice și stabilirea poziției centroizilor, s-au modelat conectorii, elemente de rețea prin care cererea de transport generată de zone se încarcă pe rețeaua de transport modelată. Conectorii sunt modelați între centroizii de zonă și noduri ale rețelei sau stații de transport public, fiind plasați în general în centrul geometric al fiecăreia zone. Prin modelarea unui număr suficient de conectori către toate laturile zonelor, cererea de transport este distribuită pe rețea în mod omogen pe toate străzile modelate. În modelul de transport s-au definit 3 categorii de conectori:

- Tip 1 – pentru transport privat (PrT);
- Tip 2 – pentru transport public (PuT);
- Tip 3 – mixt pentru transport privat și transport public (PrT + PuT).

FIGURA 3-6 PROCEDEUL DE MODELARE A UNUI CONECTOR



3.2. DATE SOCIOECONOMICE

Datele socioeconomice sunt obținute în anchetele de mobilitate în care au fost recenzate persoane cu vârsta de peste 5 ani. Toate atributele determinate au fost alocate noului sistem de zonificare. Principalele atribute pentru evaluarea cererii de transport sunt:

- Populația totală;
- Populația împărțită pe grupe de vârstă sau ocupație;
- Numărul de locuri de muncă existente;
- Numărul de locuri în unitățile de învățământ;
- Numărul de persoane angajate;
- Venitul mediu pe gospodărie.

Anchetele de mobilitate au fost concepute încât să poată fi obținute aceste seturi de date. Pentru dezvoltarea modelului de transport, toate seturile de date au fost grupate într-o bază de date. Distribuția populației pe ocupații și numărul fiecărui grup se regăsc în tabelul de mai jos.

TABELUL 7 DATE SOCIOECONOMICE PE SECTOARE 2023

Segment de Cerere	Sect 1	Sect 2	Sect 3	Sect 4	Sect 5	Sect 6	ILFOV
TOTAL POPULAȚIE	224.768	290.505	373.566	262.780	239.607	325.759	542.683
ANGAJAȚI FĂRĂ AUTOTURISM	24.358	43.731	53.355	39.106	36.131	44.265	34.963
ANGAJAȚI CU AUTOTURISM	126.264	153.584	202.182	138.583	121.279	168.054	339.991
ALTE PERSOANE CU AUTOTURISM	33.234	38.811	49.816	33.085	33.418	43.834	63.034
ALTE PERSOANE FĂRĂ AUTOTURISM	8.069	12.564	14.902	11.834	11.930	17.240	6.930
ELEVI / STUDENȚI	32.208	41.755	53.317	40.068	36.859	52.376	97.804
LOCURI DE MUNCĂ	230.253	198.124	169.977	124.893	101.780	158.106	161.232

3.3. VENITURI

Veniturile reprezintă un alt set de date utilizat în modelare. Conform anchetelor de mobilitate, distribuția veniturilor la nivelul Regiunii București-Ilfov se prezintă ca în tabelul de mai jos. La nivel declarativ, cele mai multe venituri se înregistrează în pragul de peste 10000 de lei, în timp ce între 1001 și 1500 de lei este pragul cu cele mai puține răspunsuri.

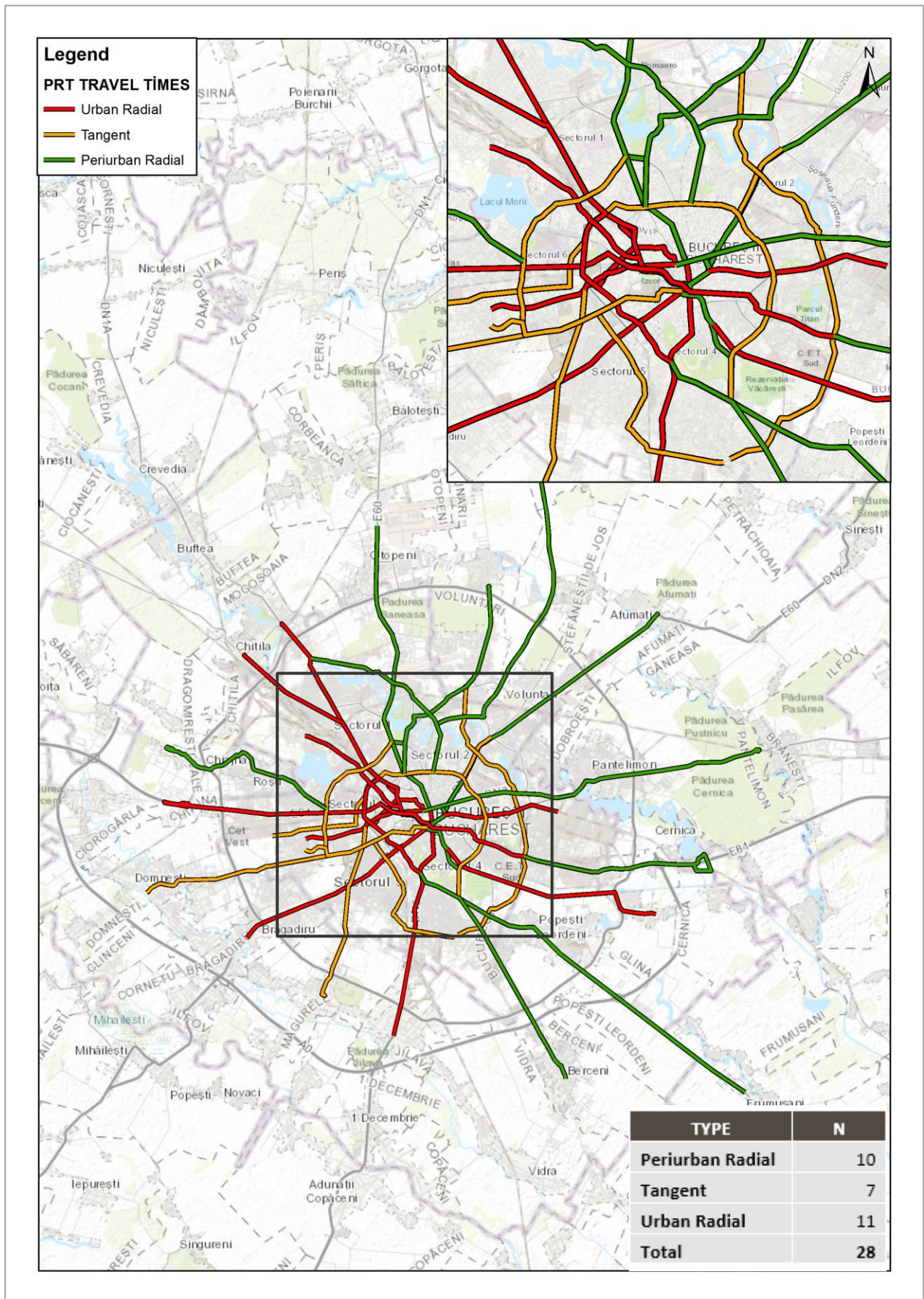
TABELUL 8 DISTRIBUȚIA VENITURILOR PE CLASE

CLASĂ DE VENIT	BUCUREȘTI	ILFOV	TOTAL
Între 1001 și 1500 lei	1,73%	1,46%	1,67%
Între 1501 și 2000 lei	1,90%	1,53%	1,81%
Între 2001 și 3000 lei	5,11%	4,51%	4,96%
Între 3001 și 4000 lei	8,78%	9,53%	8,97%
Între 4001 și 5000 lei	11,36%	10,84%	11,23%
Între 5001 și 6000 lei	10,77%	11,06%	10,84%
Între 501 și 1000 lei	2,25%	1,46%	2,06%
Între 6001 și 7000 lei	8,81%	9,68%	9,02%
Între 7001 și 8000 lei	7,56%	7,06%	7,44%
Între 8001 și 9000 lei	4,75%	6,04%	5,07%
Între 9001 și 10000 lei	4,71%	4,59%	4,68%
Peste 10000 lei	26,21%	28,75%	26,82%
Sub 500 lei	6,07%	3,49%	5,44%
TOTAL	100,00%	100,00%	100,00%

3.4. ANALIZA VITEZELOR DE DEPLASARE

La nivelul regiunii s-au realizat contorizări privind duratele de deplasare și vitezele medii pe 28 de trasee predefinite. Aceste trasee au fost grupate în 3 categorii, respectiv trasee radiale în zona urbană, trasee radiale în zona periurbană și trasee tangente în raport cu centrul municipiului București.

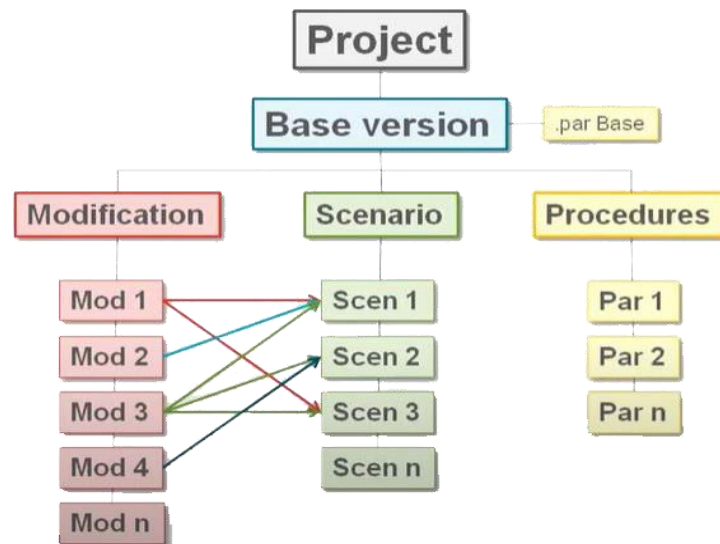
FIGURA 3-7 CORIDOARE CONTORIZĂRI DURATE DE DEPLASARE PRT



3.5. GESTIONAREA SCENARIILOR (SCENARIO MANAGEMENT)

Pachetul PTV Visum permite configurarea modulară a diferitelor scenarii de analiză prin utilizarea meniului Scenario Management. Plecând de la scenariul de bază, toate intervențiile asupra rețelei modelului, sistemelor de transport definite sau parametrilor de intrare sunt codificați sub forma unei modificări, un set de modificări putând fi grupat într-unul sau mai multe scenarii de analiză, conform diagramei de mai jos.

FIGURA 3-8 SCHEMA DE ORGANIZARE A SCENARIO MANAGEMENT



Așa cum se observă în figura de mai jos, proiectele privind reabilitări majore de bulevarde, construirea drumurilor radiale, a noi magistrale de metrou sau extensii ale celor existente sunt codificate fiecare sub forma unei modificări.

FIGURA 3-9 EXTRAS MODIFICĂRI CODIFICATE ÎN SCENARIO MANAGEMENT

Count	Number	Load order	Code	Description	Group	Dependent on	Exclusion
1	3	3	0001	2030_Prelingrea_Ghencea_Reh	PRT	...	...
2	4	4	0002	2030_Bucuresti_si_largre_Reh	PRT	...	...
3	5	5	0003	2030_Pompei_BdBarbu_Reh	PRT	...	...
4	6	6	0004	2030_Orbtal_largre4benz_Reh	PRT	...	...
5	7	7	0005	2030_Orbtal_largre6benz_Reh	PRT	...	...
6	8	8	0006	2030_Advest_New	PRT	...	...
7	9	9	0007	2030_Orbtal_SF_Otopeni_New	PRT	...	...
8	10	10	0008	2030_A0_SUD_New	PRT	8	...
9	11	11	0009	2030_Nodruter_Gruia_New	PRT	...	...
10	12	12	0010	2030_Strapungere_New	PRT	...	...
11	13	13	0011	2030_Orbtal_SF_Sabarani_New	PRT	...	...
12	14	14	0012	2030_Orbtal_Darvari_New	PRT	10	...
13	15	15	0013	2030_Orbtal_Alunisu_New	PRT	10	...
14	16	16	0014	2030_Orbtal_SF_Fundeni_New	PRT	...	...
15	17	17	0015	2030_Orbtal_SF_Afumati_New	PRT	...	...
16	18	18	0016	2030_Orbtal_SF_Tamasu_New	PRT	...	...
17	19	19	0017	2030_Orbtal_SF_Cernica_New	PRT	4,10	...
18	20	20	0018	2030_NodruterA0_DN3_New	PRT	8	...
19	21	21	0019	2030_Orbtal_SF_Progresul_New	PRT	4,10	...
20	22	22	0020	Metropolitan_Train_Faz_1	PUT	...	...
21	24	24	0022	2030_Orbtal_SF_Airport2_New	PRT	...	...
22	25	25	0023	2040_METRO_M2_EXT	PUT	...	...
23	26	26	0024	2040_METRO_M3_EXT	PUT	...	...
24	27	27	0025	2040_METRO_M4_EXT	PUT	...	...
25	28	28	0026	2040_M5_Raul_Doamnei_Erorlor2_EXT	PUT	...	...
26	29	30	0027	2040_M5_Valea_Ialomitei_Erorlor2_EXT	PUT	28	...
27	30	32	0028	2040_M6_New	PUT	...	...
28	31	33	0029	2040_M7_New	PUT	...	...
29	32	34	0030	2040_M8_New	PUT	...	...
30	33	35	0021	Metropolitan_Train_Faz2_New	PUT	22	...
31	34	36	0031	2030_M5_Raul_Doamnei_Erorlor2_EXT	PUT	...	...
32	35	37	0032	2030_M5_Valea_Ialomitei_Erorlor2_EXT	PUT	34	...

FIGURA 3-10 PROIECTE DE INFRASTRUCTURĂ RUTIERĂ

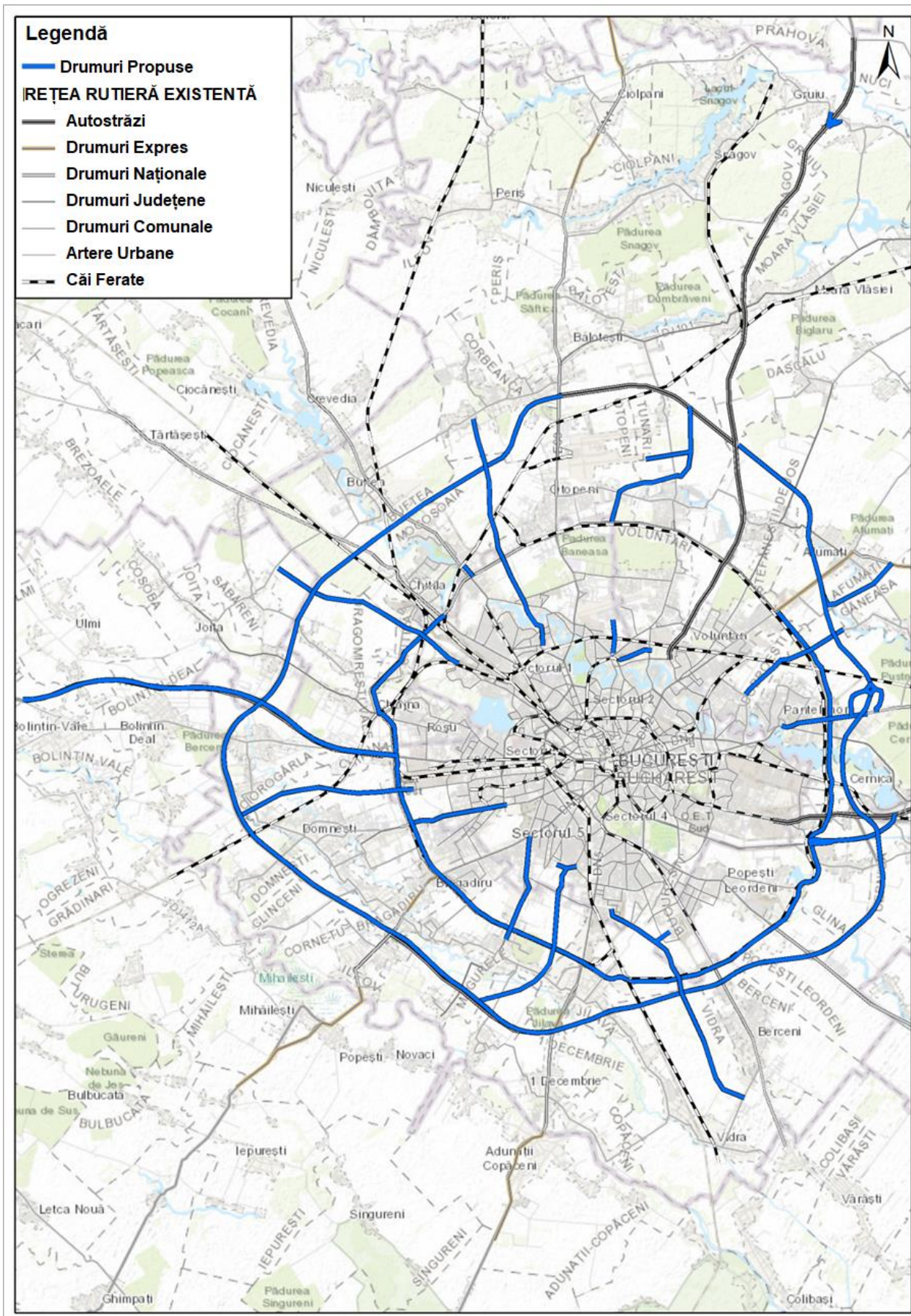
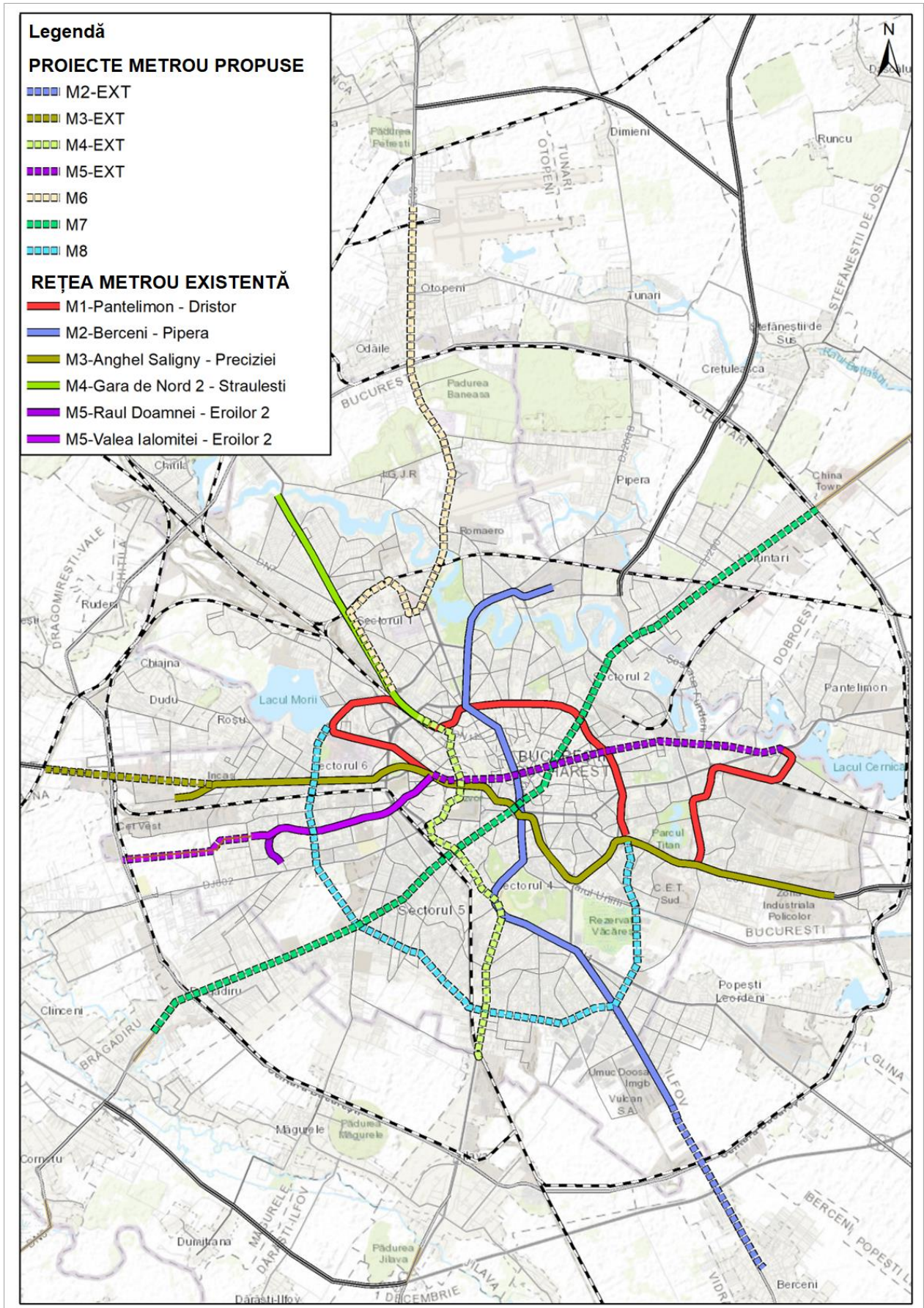


FIGURA 3-11 PROIECTE METROU



3.6. SISTEME ȘI MODURI DE TRANSPORT

În vederea actualizării modelului de transport au fost redefinite modurile de transport pentru a reflecta și surprinde în mod adecvat mobilitatea la nivelul zonei de analiză. Cele două moduri de transport principale sunt transportul privat și transportul public.

3.6.1. REȚEAUA DE TRANSPORT PRIVAT

Pentru actualizarea rețelei de transport privat au fost analizată în detaliu rețeaua de drumuri și străzi la nivelul municipiului București și a județului Ilfov. Pornind de la rețeaua existentă în modelul 2014, aceasta a fost actualizată, ținând seama, după caz, de modificările aduse rețelei, respectiv numărul de benzi, acolo unde au avut loc supralărgiri, legături și pasaje noi, detalierea rețelei în zonele care s-au dezvoltat puternic în ultimii ani, sensuri unice nou implementate, modificări ale regimului de viteză sau alte modificări care pot afecta alocarea fluxurilor de trafic.

Suplimentar, au fost analizate nodurile rețelei (intersecțiile) din perspectiva modului în care acestea sunt dirijate, de amenajările existente (benzi dedicate pentru virajul la stânga sau dreapta, puncte de întoarcere, etc.), de virajele permise.

În figura de mai jos se prezintă un extras al rețelei de transport modelată în zona centrală și pericentrală a municipiului București.

Rețeaua de străzi și drumuri a fost modelată ținând seama atât de clasificarea lor ierarhică și funcțională conform legislației în vigoare, cât și din perspectiva morfologică și a importanței fiecărei artere la nivelul rețelei. Principalele categorii de străzi și drumuri modelate sunt:

- Autostrăzi și drumuri de legătură ale acestora;
- Drumuri Naționale;
- Drumuri principale;
- Drumuri secundare;
- Drumuri suburbane;
- Străzi urbane;
- Artere locale.

Modelul de transport al Regiunii București – Ilfov include reprezentări ale rețelei rutiere utilizată de modurile de transport definite în cadrul modelului - autoturisme, biciclete, vehicule rutiere de marfă, metrou și transport feroviar. Rețeaua urbană cuprinde un nivel de detaliere adecvat unui model de atribuire, în timp ce rețeaua în județul Ilfov este detaliată la un nivel adecvat mărimii fiecărei localități și importanței ierarhice a fiecărei artere, fiind conectate la rețeaua majoră de transport națională. În figura de mai jos se prezintă un extras al rețelei de transport modelată în zona centrală și pericentrală a municipiului București.

FIGURA 3-12 MODELAREA INTERSECȚIILOR – EXEMPLU ZONA CIUREL

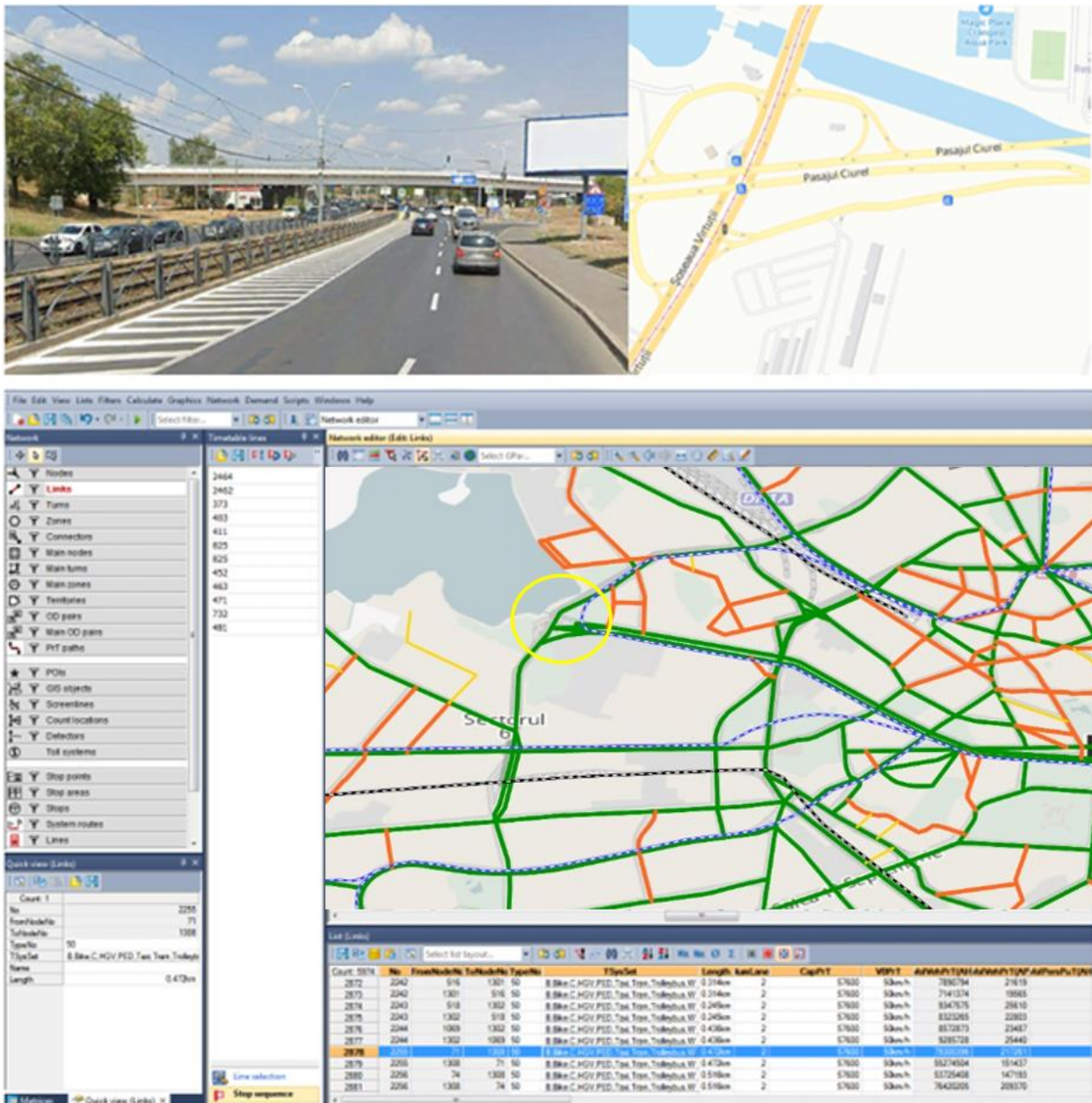


FIGURA 3-13 REȚEAUA DE TRANSPORT – REGIUNEA BUCUREȘTI – ILFOV

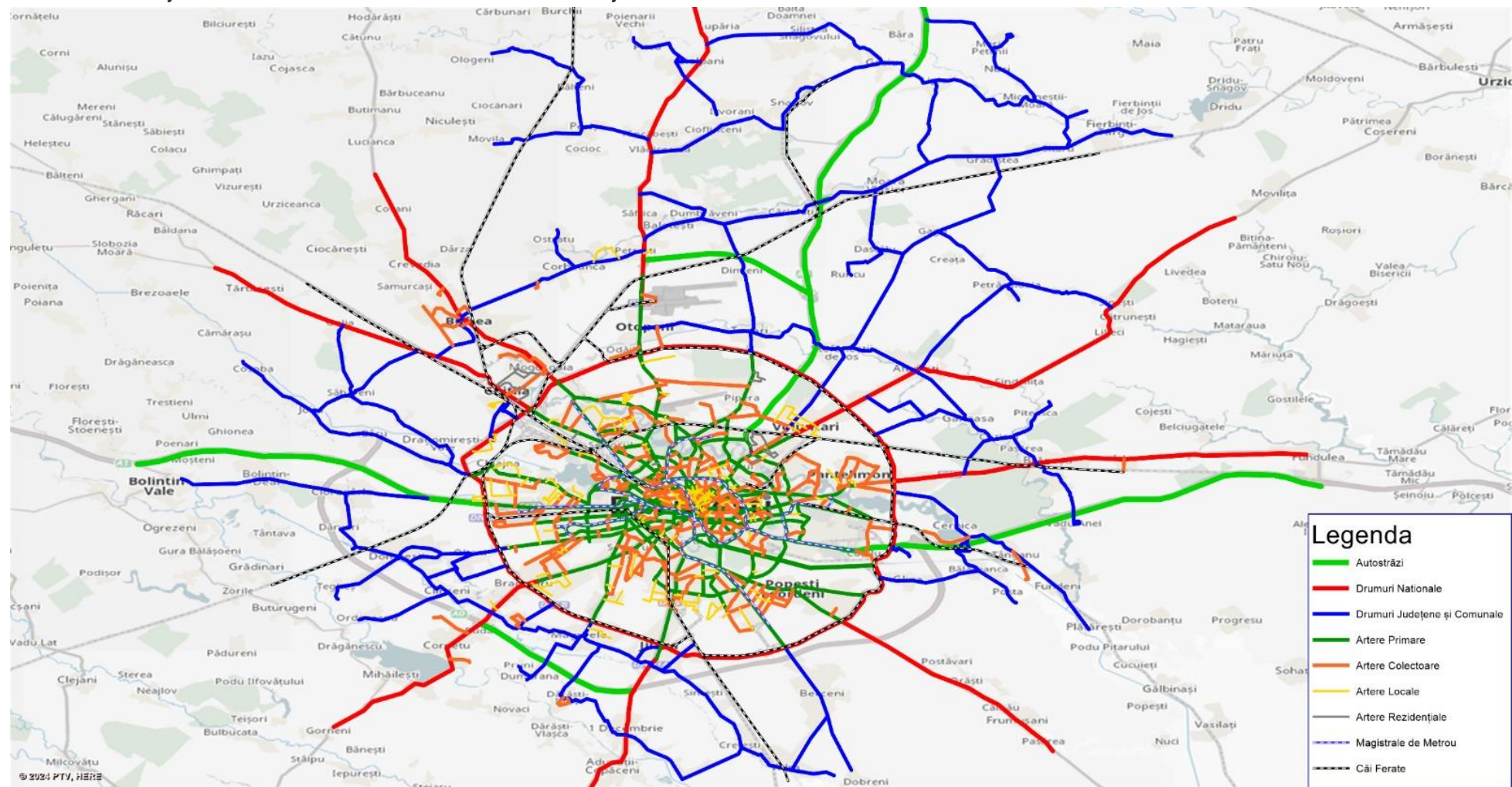
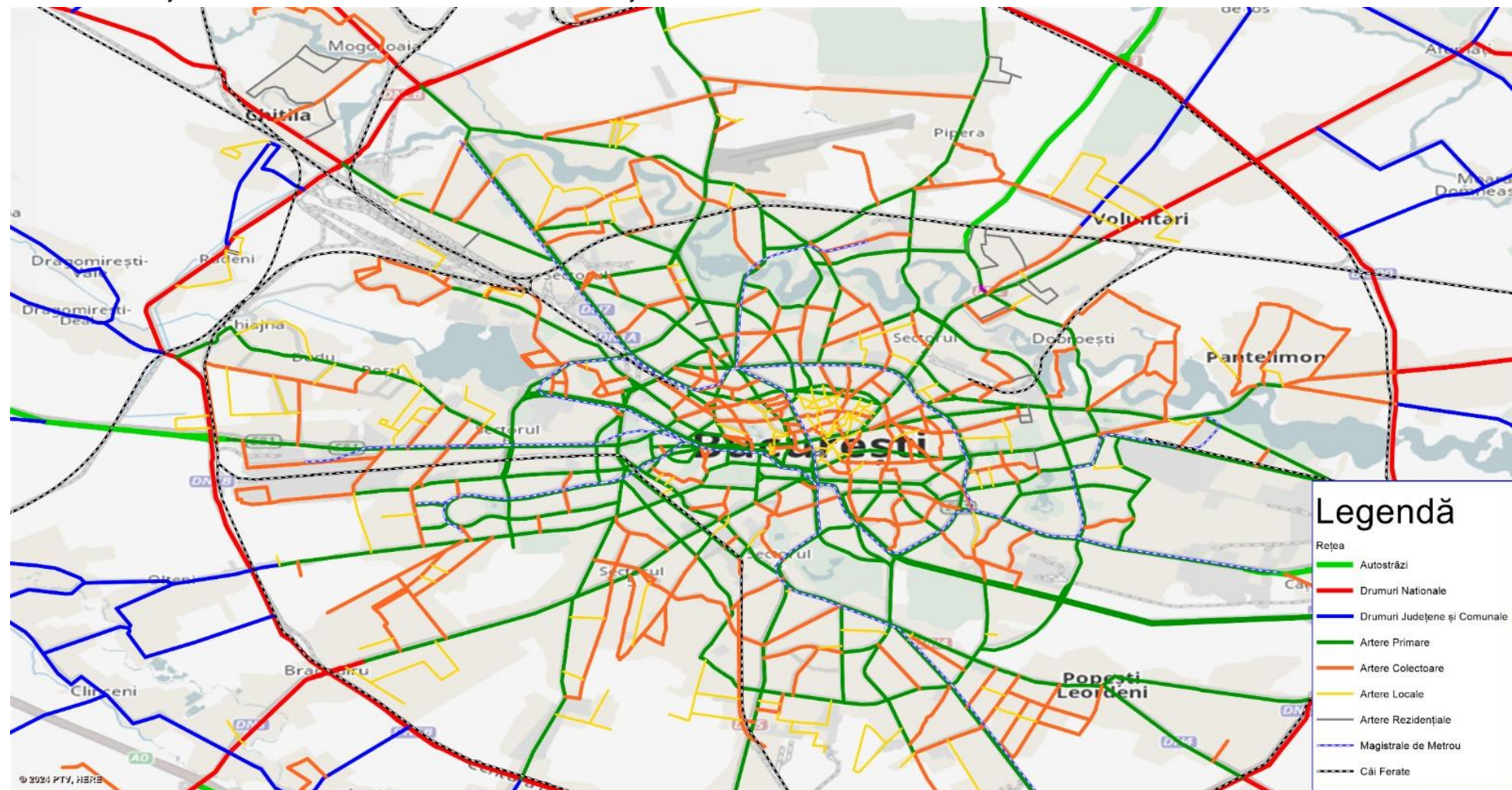


FIGURA 3-14 REȚEAUA DE TRANSPORT – MUNICIPIUL BUCUREȘTI



Lungimea rețelei de transport modelată din regiunea București-Ilfov este conform tabelului de mai jos de 1939.5 km, dintre care 41.38% reprezintă drumuri extraurbane, categorie sub care sunt cuprinse autostrăzile, drumurile naționale, județene și comunale, 39.43% reprezintă străzi urbane la nivelul municipiului București, iar 19.19% reprezintă infrastructura feroviară, alcătuită din magistralele de metrou și liniile de cale ferată. Drumurile naționale care converg radial către municipiul București reprezintă 12.22% din lungimea totală a rețelei modelate, în timp ce autostrăzile reprezintă 5.93%.

TABELUL 9 LUNGIMEA REȚELEI DE TRANSPORT MODELATĂ ÎN RAPORT CU CLASIFICAREA

TIP DE ARTERĂ	LUNGIME	
	km	%
Autostradă	115.00	5.93%
Drum Național	237.00	12.22%
Drum Județean / Comunal	450.50	23.23%
Arteră primară	373.00	19.23%
Arteră colectoare	272.30	14.04%
Arteră locală	101.50	5.23%
Arteră rezidențială	18.00	0.93%
Magistrală de metrou	72.00	3.71%
Linie de cale ferată	300.20	15.48%
Total	1939.5	100.00%

Categoriile de artere (Link Types) au fost actualizate ținând seama de numărul de benzi și capacitatea orară a fiecărei clase de drum, conform tabelului de mai jos.

TABELUL 10 VITEZE MAXIME ȘI CAPACITĂȚI ALE REȚELEI DE DRUMURI

TIP ARTERĂ	BENZI PE SENS	CAPACITATE PRT LA ORA DE VÂRF	VITEZA MAXIMĂ
Autostradă	3	5100	130km/h
	2	3400	130km/h
Drum Național European	3	5100	100km/h
	2	3400	100km/h
	1	1700	100km/h
Drum Național	3	4500	90km/h
	2	3000	90km/h
	1	1500	90km/h
Drum suburban	2	2200	50km/h
	1	1100	50km/h
Drum secundar	1	1100	50km/h
Stradă urbană	5	4400	50km/h
	4	4000	50km/h
	3	2400	50km/h
	2	1600	50km/h
Arteră locală	1	900	50km/h

3.6.2. REȚEAUA DE TRANSPORT PUBLIC

Sistemul de transport public local / regional este gestionat prin 5 operatori de transport, respectiv Metrorex SA care gestionează rețeaua de metrou sub autoritatea Ministerului Transporturilor și operatorii de transport de suprafață care operează în baza contractelor de servicii publice delegate de către Asociația de Dezvoltare Intercomunitară pentru Transport Public București Ilfov (TPBI), respectiv Societatea de Transport București (STB SA), Serviciul de Transport Voluntari (STV SA), Ecotrans STCM SRL și RegioServ Transport SRL. Actualizarea bazei de date privind rețeaua de transport public s-a făcut pe baza datelor puse la dispoziție de operatori pe site-urile web proprii, în aplicația infoTB, dar și utilizând baza de date GTFS pusă la dispoziție de TPBI.

FIGURA 3-15 EXTRAS PROGRAM DE CIRCULAȚIE WEB

The screenshot shows the STB website interface. At the top, there is a navigation bar with the STB logo and the text 'SOCIETATEA DE TRANSPORT BUCUREȘTI'. Below the navigation bar, there is a search bar and several menu items: 'OUR NEW FARE OFFER', 'ROUTES', 'PAYMENT', 'INFORMATION', and 'ABOUT US'. The main content area displays a map of the public transport network, with various lines and routes highlighted. A red box highlights the 'Sura Mare - Bd. Banu Manta' route. Below the map, there is a detailed schedule for Line 1, including the direction of travel and the times for each stop.

Program de circulație Linia 1

Selectați o stație pentru a vedea programul de circulație. Datele din programul de circulație au caracter orientativ.

Sensul de mers:
Sura Mare - Bd. Banu Manta
Sura Mare
 Sos. Giurgiuului, Bucuresti

Ora	Minute
04	35 50 58
05	05 12 18 24 31 37 43 49 55
06	01 07 13 19 25 31 36 41 46 52 57
07	03 09 15 21 27 34 40 47 54
08	00 06 13 19 25 31 37 43 49 56
09	03 10 16 23 29 36 42 48 54
10	00 07 14 20 26 32 38 43 49 54
11	00 05 11 17 25 33 41 49 57
12	05 13 21 30 38 47 55
13	04 12 21 29 38 46 55
14	03 12 21 30 39 48 57
15	06 15 21 27 33 39 45 51 57
16	04 10 17 23 30 36 43 49 56
17	02 09 15 22 28 35 42 49 56
18	03 10 17 23 30 36 43 49 56
19	02 08 14 20 26 32 39 46 52 58
20	04 10 16 22 28 34 40 48 56
21	04 12 20 30 40 50
22	00 10 25 45

Ambele Directii | Tur (directia): Bd. Banu Manta | Retur (directia): Sura Mare

Rețeaua de transport public a fost actualizată la nivelul lunii noiembrie 2023, ținând seama de situația existentă la momentul generării bazei de date GTFS și consultării situației existente. Toate liniile de transport public din regiunea București-Ilfov sunt integrate în modelul de transport, având descris traseul și stațiile în ambele sensuri de circulație, duratele specifice de deplasare și de staționare în stații împreună cu caracteristicile de operare specifice fiecărei linii, respectiv sistemul tarifar, capacitatea vehiculelor și programe de circulație. Pentru calibrarea cererii de transport public, pe rețeaua de drumuri modelată au fost introduse rezultatele contorizărilor numărului de pasageri.

La momentul de referință al rețelei de transport public, la nivelul regiunii București-Ilfov sunt operaționale 5 magistrale de metrou, 22 de linii de tramvai, 135 de linii de autobuz urbane și regionale și 13 linii de troleibuz. Suplimentar, au fost codificate sub forma unor servicii agregate serviciile feroviare de pe rețeaua națională de căi ferate, sub forma câte unui serviciu asociat fiecărei magistrală feroviară care converge în municipiul București. Serviciile au fost codificate pe baza mersului trenurilor în vigoare, a planurilor tarifare aplicate pe calea ferată și a capacității medii a trenurilor în funcție de compunerea acestora. Rețeaua de linii regionale constă dintr-o multitudine de linii care pornesc din zone de interes sau transfer situate în zone pericentrale ale municipiului București, grupat pe coridoare de penetrare de unde radiază către localitățile din județul Ilfov. Aceste linii sunt concepute încât să asigure acces la rețeaua urbană de transport public de suprafață, la magistralele de metrou sau la cele mai importante noduri de transfer.

Rețeaua de transport public este alcătuită din linii și stații. În figura 15 este prezentată detaliat un nod de stații cu elementele constitutive. Astfel, din perspectiva modelării, stația este reprezentată prin 3 elemente clasificate ierarhic și anume nodul stației (stop), zona de așteptare (stop area) și punctul de oprire (stop point). În exemplul de mai jos, la Piața Unirii unde se află un nod complex de transfer a fost modelat nodul Piața Unirii care are asociate toate stațiile de transport public de suprafață de pe toate laturile pieței, cât și cele două stații de metrou între care au fost definite duratele de transfer pe baza măsurărilor făcute in-situ.

FIGURA 3-16 REȚEAUA DE TRANSPORT PUBLIC 2023

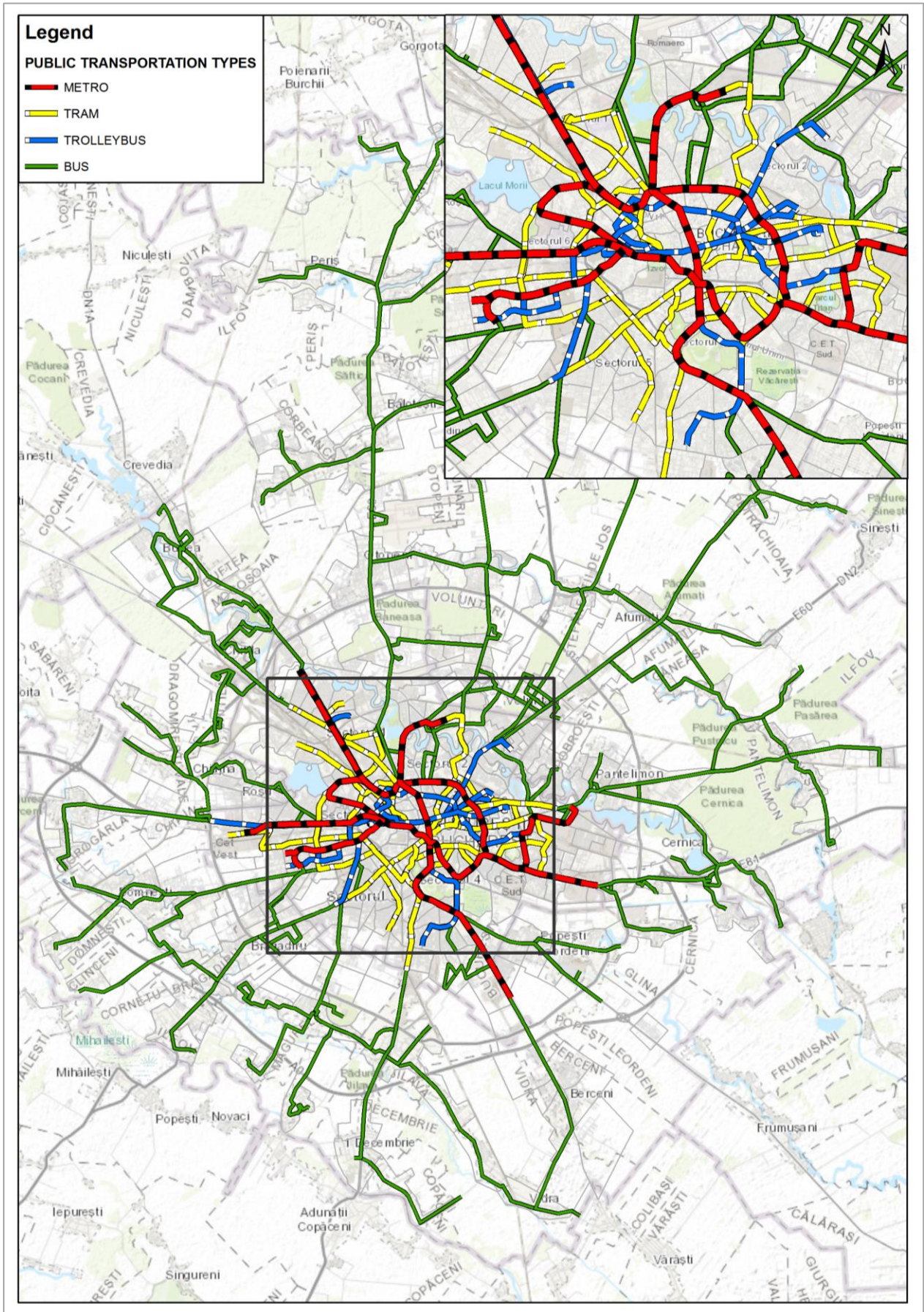


FIGURA 3-17 IERARHIZAREA STAȚIILOR DE TRANSPORT PUBLIC ÎN MODELUL DE TRANSPORT



3.7. DATE PRIVIND DEPLASĂRILE

3.7.1. SCOPUL DEPLASĂRILOR

În cadrul modelului de transport actualizat, deplasările au fost grupate în funcție de următoarele scopuri și perechi origine-destinație majore:

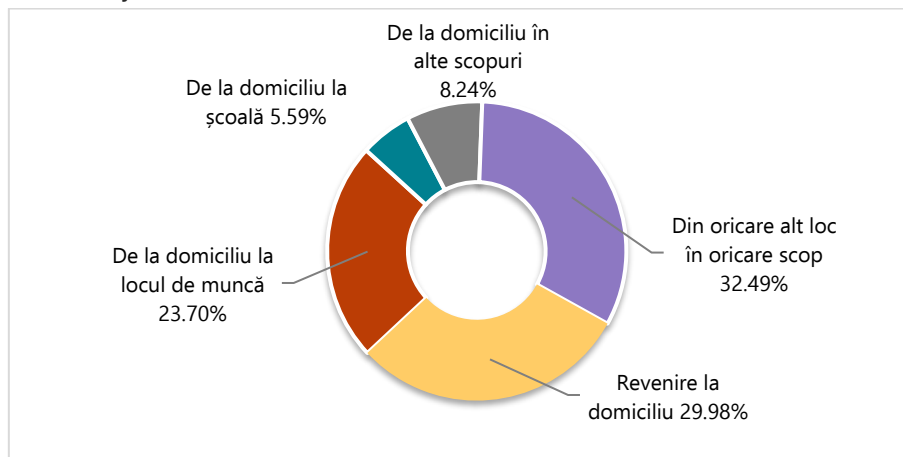
- De la domiciliu la locul de muncă;
- De la domiciliu la școală;
- De la domiciliu în alte scopuri;
- Din oricare alt loc decât domiciliul în oricare scop;
- Revenire la domiciliu;

Populația cu vârstă de peste 5 ani, care se consideră că realizează deplasări a fost grupată în următoarele 3 categorii, 2 dintre ele fiind subclasificate, astfel:

- Angajați cu sau fără autoturism;
- Elevi/studenti;
- Alte persoane (neangajați) cu sau fără autoturism;

Conform rezultatelor anchetelor de mobilitate, distribuția deplasărilor în raport cu scopurile descrise mai sus se prezintă conform graficului din figura de mai jos. Cel mai ridicat procent este al deplasărilor care au alt punct de plecare decât domiciliul, această clasă grupând spre exemplu deplasări de la locul de muncă la cumpărături, de la școală în vizită la prieteni sau altele similare, reprezentând 32.49% din deplasări, în timp ce procentul cel mai scăzut este al deplasărilor.

FIGURA 3-18 REPARTIȚIA PE SCOPURI A DEPLASĂRILOR



3.7.2. RATA DE DEPLASARE

Unul din principalii indicatori folosiți la generarea deplasărilor este rata de deplasare, adică numărul mediu de deplasări al unei persoane din zona de analiză. Conform rezultatelor anchetelor de mobilitate, la nivelul Regiunii București-Ilfov aceasta este de 2.63 deplasări/persoană/zi.

Această valoare este sparta pentru fiecare grup de persoane definit și pereche de activități. Această împerechere a segmentelor de populație cu activitățile stabilite se numește segment de cerere. Astfel, rata deplasărilor pe fiecare segment de cerere se prezintă conform tabelului de mai jos. În anexa atașată raportului sunt disponibile rate de deplasare detaliate pentru fiecare zonă din model.

TABELUL 11 RATA DEPLASĂRILOR PE SEGMENTE DE CERERE

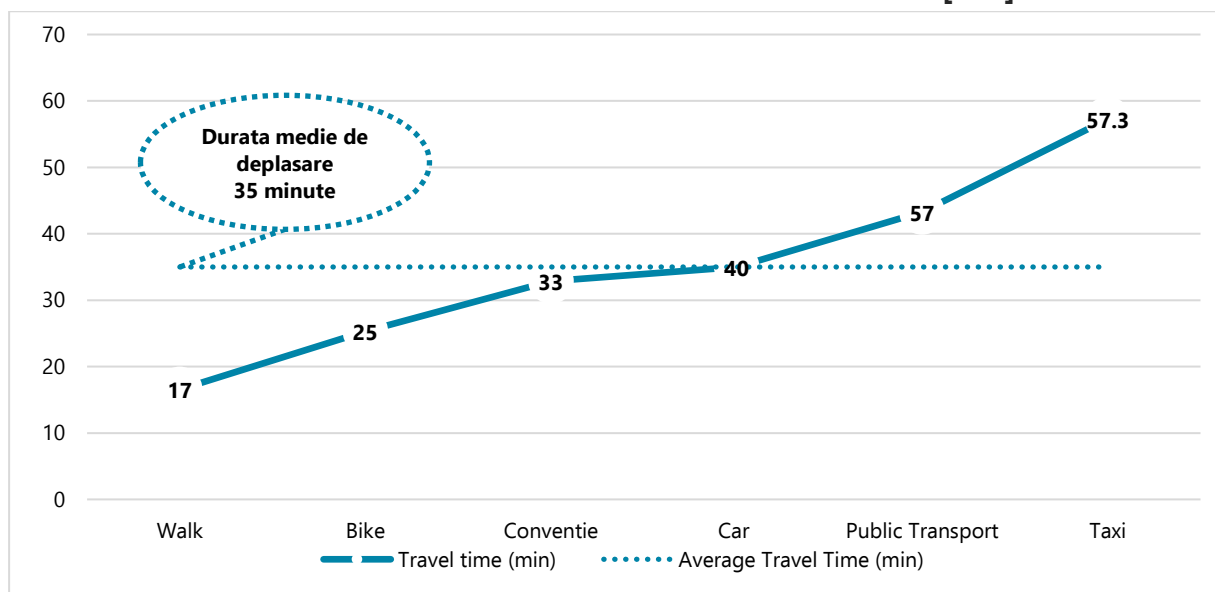
SEGMENT DE CERERE	FUNCȚIA DE GENERARE A DEPLASĂRILOR
HO-EMPwCAR	0.82*[EMPLOYED-W-CAR]
HO-EMPwoCAR	0.55*[EMPLOYED-W/O-CAR]
HO-OTHwCAR	1.66*[OTHERS-W-CAR]
HO-OTHwoCAR	1.71*[OTHETS-W/O/CAR]
HO-STUDENTS	0.07*[STUDENTS]
HS-STUDENTS	1.86*[STUDENTS]
HW-EMPwCAR	1.41*[EMPLOYED-W-CAR]
HW-EMPwoCAR	1.84*[EMPLOYED-W/O-CAR]
O-EMPwCar	0.067*[EMPLOYED-W-CAR]
O-EMPwoCAR	0.78*[EMPLOYED-W/O-CAR]
O-OTHwCAR	0.21*[OTHERS-W-CAR]
O-OTHwoCAR	0.62*[OTHETS-W/O/CAR]
O-STUDENTS	0.86*[STUDENTS]

*Coeficienții unor segmente de cerere sunt supraunitari fiind luate în calcul și deplasările pentru revenirea la domiciliu

3.7.3. DURATE DE DEPLASARE

Duratele de deplasare medii în funcție de modul de transport ales sunt prezentate în tabelul și graficul de mai jos. Durata medie de deplasare determinată este de circa 35 de minute la nivel general. Cu transportul public media în municipiul București este de 40 de minute și în județul Ilfov de 60 de minute, în timp ce o deplasare cu autoturismul durează în medie 33 de minute în București și 39 de minute în județul Ilfov.

FIGURA 3-19 DURATE MEDII DE DEPLASARE PE MODURI DE TRANSPORT [MIN]



*Conform declarației persoanelor intervievate

TABELUL 12 DURATE MEDII DE DEPLASARE PE MODURI DE TRANSPORT [MIN]

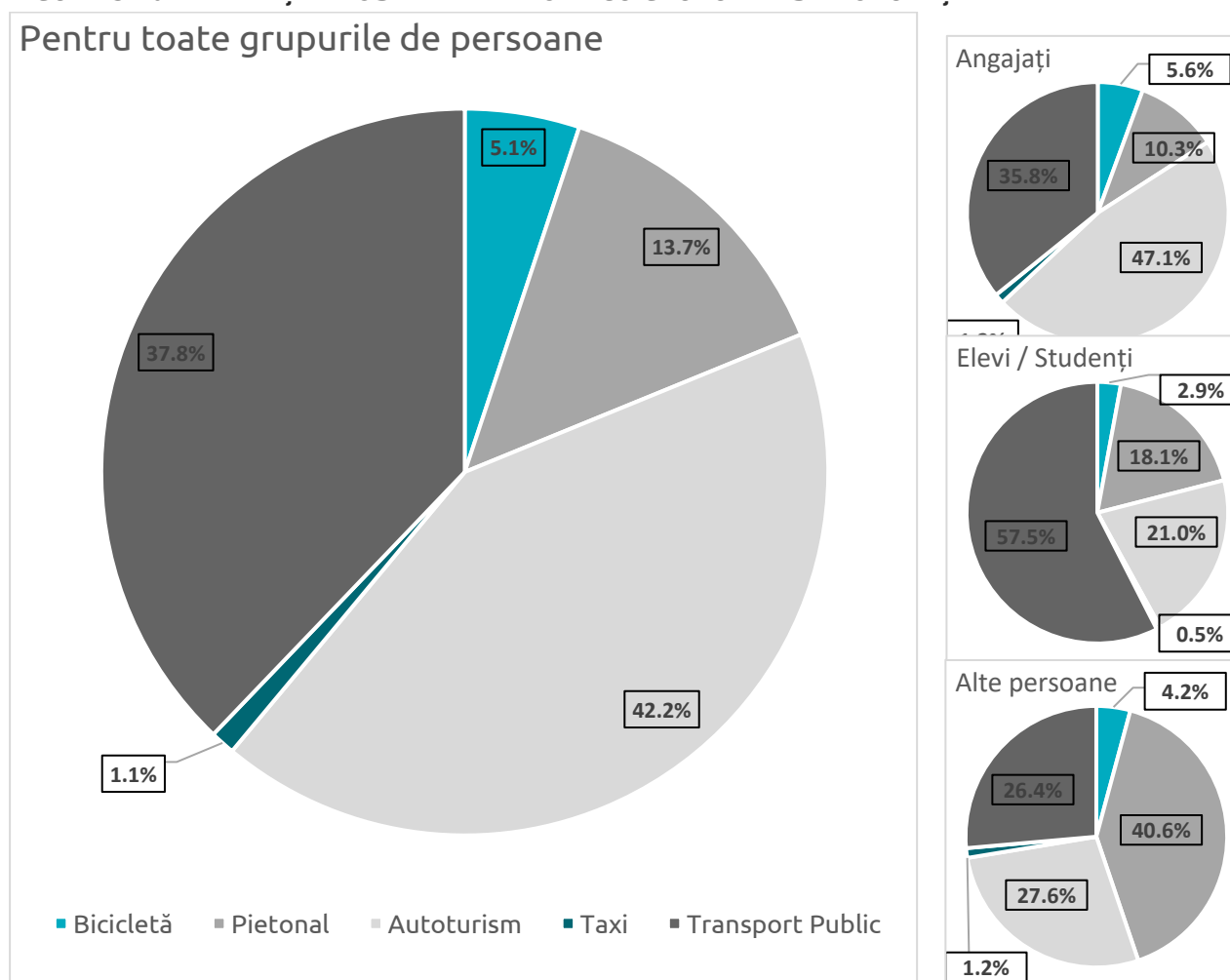
MOD DE TRANSPORT	BUCUREȘTI	ILFOV	TOTAL
Mers pe jos	16	22	17
Mers cu bicicleta	24	37	25
Taxi	32	39	33
Autoturism	33	39	35
Transport public	40	60	43
Transport regim convenție	57	60	57
Total	32	45	35

*Conform declarației persoanelor intervievate

3.7.4. REPARTIȚIA MODALĂ

Conform anchetelor de mobilitate cea mai mare cotă modală o reprezintă deplasările cu autoturismul, cu 42.2% din numărul total de deplasări recenzate. Acestea sunt urmate de transportul public, care are o cotă modală de 37.8% conform declarațiilor respondenților, deplasări pietonale cu 13.7% cotă modală, deplasări velo cu 5.1% și deplasări cu taxiul 1.1%. Repartiția deplasărilor pe grupuri de persoane și în raport cu scopul acestora este descrisă în figura de mai jos.

FIGURA 3-20 REPARTIȚIA MODALĂ ÎN RAPORT CU GRUPURILE DE POPULAȚIE



4. POPULAȚIE ȘI PROGNOZE

Pentru a evalua sporul natural și migratoriu, cât și evoluția distribuirii teritoriale a acesteia, a locurilor de muncă, dar și a dezvoltărilor urbanistice și modului de amenajare a teritoriului s-au realizat prognoze pentru două orizonturi de timp viitoare – 2030 și 2040. Aceste prognoze au ținut seama de proiectele și dezvoltările care vor avea impact asupra cererii de transport, de direcțiile de dezvoltare urbană a Regiunii București – Ilfov, de prevederile celorlalte documente și strategii cu care PMUD B-I se coordonează și tendințele statistice. Acestea includ:

- Planuri Urbanistice Zonale;
- Prognoze privind evoluția numărului de locuitori și a distribuției teritoriale;
- Prognoze privind amenajarea teritoriului;
- Distribuția locurilor din unitățile de învățământ;
- Apariția unor noi zone care concentrează locuri de muncă;
- Evoluția gradului de motorizare.

S-au determinat totodată prognoze intermediare pentru perioade de câte 5 ani – termen scurt, mediu și lung.

4.1. DISTRIBUȚIA POPULAȚIEI EXISTENTE

În cadrul PMUD BI 2015 populația a fost estimată pe baza metodei supraviețuirii cohorței, conform căreia în anul 2030 se aștepta ca populația la nivelul Municipiului București să crească cu 0.19% față de anul 2011 când avusese loc cel mai recent recensământ, în timp ce populația județului Ilfov era de așteptat să aibă o creștere considerabilă de 5.62% față de 2011. În ansamblu prognozele realizate în anul 2015 prevedeau o creștere de 1.12% a populației în Regiunea București-Ilfov în perioada 2011 – 2030.

TABELUL 13 DISTRIBUȚIA POPULAȚIEI PMUD 1.0 (2015)

	POPULAȚIE	MEMBRI PE GOSPODĂRIE
BUCUREȘTI	1.882.503	3,0
ILFOV	389.677	2,4
TOTAL	2.272.180	2,5

Sursa: PMUD București Ilfov 1.0 (2015)

Prognozele realizate în 2015 pentru anul 2021 sunt sub valorile rezultate în urma RPL 2021. Conform Institutului Național de Statistică, Regiunea București Ilfov are o populație rezidentă la 1 iulie 2023 de 2.28 milioane locuitori, dintre care 1.73 milioane în municipiu București și 0.55 milioane în județul Ilfov. Totuși, aceste date sunt doar estimări, ultimul set de date precis fiind obținut în urma RPL 2021 în care s-a stabilit populația Regiunii București – Ilfov la 2.25 milioane locuitori, din care 1.71 milioane în municipiul București și 0.54 milioane în județul Ilfov.

TABELUL 14 DISTRIBUȚIA POPULAȚIEI PMUD 2.0 (2023)

	POPULAȚIE
BUCUREȘTI	1.716.961
ILFOV	542.704
TOTAL	2.259.665

Sursa: INS / RPL 2021

4.2. TENDINȚE DE DEZVOLTARE ȘI PROGNOZE

Plecând de la populația existentă s-au realizat prognoze ale acesteia pentru anii 2030 și 2040, utilizând tendințe de creștere exponențiale, liniare, logaritmice și polinomiale. Dintre aceste valori a fost selectată cea care prezenta cel mai mare grad de încredere pe baza valorii abaterii medii pătratice (R^2) și prin evaluarea valorii efective a populației. Deoarece tendințele de creștere pentru municipiul București și pentru județul Ilfov sunt diferite, nu a fost calculată o tendință generală pentru totalul populației.

TABELUL 15 PROGNOZE DE POPULAȚIE PE BAZA METODELOR STATISTICE

ZONĂ	AN	EXPONENȚIAL	LINIAR	LOGARITMIC	POLINOMIAL
BUCUREȘTI	2030	1.680.594	1.677.433	1.808.000	1.535.382
	2040	1.573.256	1.555.080	1.789.664	1.084.060
ILFOV	2030	713.442	649.754	523.094	731.228
	2040	1.005.562	790.730	545.703	1.025.914

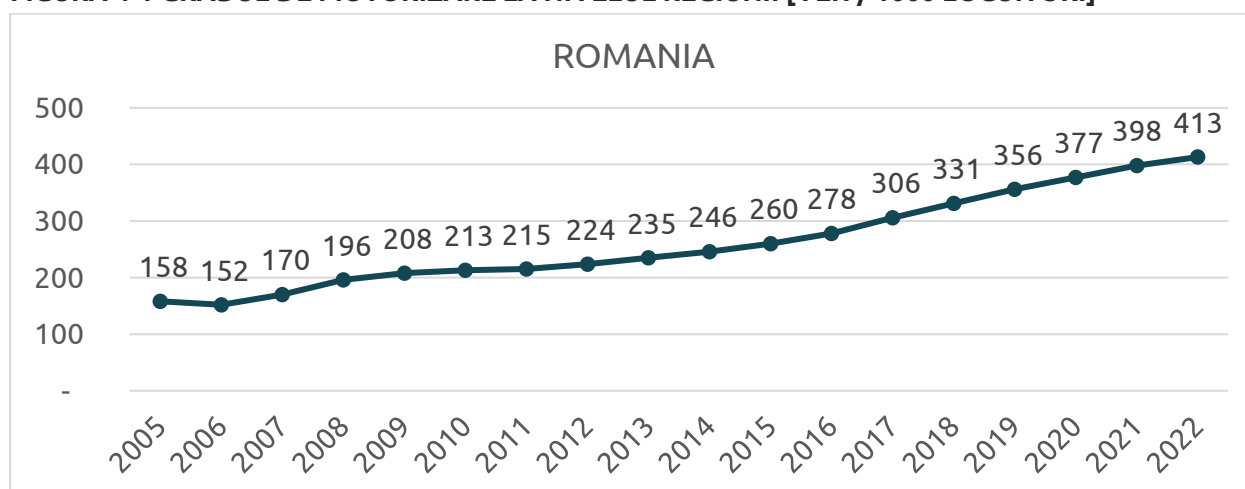
În timp ce la nivelul zonei de analiză au fost determinate prognoze generale ale populației pe baza valori R^2 , pentru o parte din zonele definite în modelul de transport au fost estimate separat creșteri ale populației pe baza planurilor urbanistice zonale aprobate care au fost analizate în detaliu. Pentru aceste zone care se regăsesc în tabelul de mai jos, pe lângă prognoza generală aplicată s-a ținut seama de noile dezvoltări planificate.

TABELUL 16 PROGNOZE SUPLIMENTARE FATA DE CRESTEREA ORGANICA PE BAZA PUZ-URILOR APROBATE

ZONA	ATRIBUT		ZONA	ATRIBUT		ZONA	ATRIBUT	
	POPULAȚIE	LOCURI DE MUNCA		POPULAȚIE	LOCURI DE MUNCA		POPULAȚIE	LOCURI DE MUNCA
2	0	67	144	3435	860	516	2200	0
13	525	590	145	1475	460	517	360	10
14	7270	470	147	865	0	533	415	85
21	550	170	148	0	280	602	186	128
58	15	60	203	880	380	603	7145	4584
60	245	80	207	5522	5137	604	209	81
108	2966	1874	208	5277	9785	605	2144	8866
111	60	45	220	1155	300	610	415	0
115	0	430	221	195	80	613	1545	2658
119	4880	1315	226	3868	1647	614	148	1084
120	2865	250	228	170	90	634	9072	6696
121	3700	540	230	85	25	635	14011	6970
124	0	395	235	210	0	636	20368	16805
125	0	395	304	840	0	637	14207	21013
126	1025	360	317	555	120	638	8988	13207
129	1025	360	404	7185	4198	642	3799	1979
132	0	395	410	13102	4302	713	3624	1399
133	0	395	411	28868	27723	715	0	48
134	2865	250	412	18264	76156	717	3520	987
135	2865	250	413	12911	6294	720	2312	1490
140	0	65	512	1300	0	777	2140	0
143	1180	0	514	1300	0	TOTAL	128842	96842

Evoluția gradului de motorizare în România între 2010 și 2022 a fost obținut pe baza datelor statistice publicate de UNECE. Pe baza evoluției statistice a fost calculată prognoza gradului de motorizare pentru anul 2040, utilizând aceeași metodologie ca în cazul populației, fiind stabilită și relația dintre evoluția populației și a gradului de motorizare.

FIGURA 4-1 GRADUL DE MOTORIZARE LA NIVELUL REGIUNII [VEH / 1000 LOCUITORI]



TABELUL 17 POPULAȚIA EXISTENTĂ ȘI PROGNOZATĂ

		BUCUREȘTI	ILFOV	TOTAL REGIUNEA BI
TOTAL POPULAȚIE, DIN CARE	2023	1.716.985	542.683	2.259.668
	2030	1.957.789	729.028	2.686.817
	2040	2.261.502	1.172.277	3.433.779
ANGAJAȚI FĂRĂ AUTOTURISM	2023	240.946	34.963	275.909
	2030	260.574	48.636	309.210
	2040	286.806	84.592	371.398
ANGAJAȚI CU AUTOTURISM	2023	909.946	339.991	1.249.937
	2030	1.041.262	454.413	1.495.675
	2040	1.212.807	723.252	1.936.059
ALTE PERSOANE CU AUTOTURISM	2023	232.198	63.034	295.232
	2030	278.122	84.400	362.522
	2040	325.600	133.718	459.318
ALTE PERSOANE FĂRĂ AUTOTURISM	2023	76.539	6.930	83.469
	2030	91.569	16.839	108.408
	2040	83.664	9.626	93.290
ELEVI / STUDENȚI	2023	256.583	97.804	354.387
	2030	294.168	131.954	426.122
	2040	344.709	213.870	558.579
LOCURI DE MUNCĂ	2023	983.133	161.232	1.144.365
	2030	1.262.148	164.163	1.426.311
	2040	1.492.896	168.085	1.660.981

TABELUL 18 POPULAȚIA EXISTENTĂ ȘI PROGNOZATĂ PE SECTOARE

SECTOR		1	2	3	4	5	6	ILFOV
TOTAL POPULAȚIE, DIN CĂRE	2023	224.768	290.505	373.566	262.780	239.607	325.759	542.683
	2030	287.919	300.137	339.822	360.849	238.282	430.780	729.028
	2040	320.141	298.849	320.876	411.081	268.964	641.591	1172277
ANGAJAȚI FĂRĂ AUTOTURISM	2023	24.358	43.731	53.355	39.106	36.131	44.265	34.963
	2030	30.694	43.559	48.519	50.899	34.192	52.711	48.636
	2040	34.034	42.985	45.825	57.274	37.709	68.979	84.592
ANGAJAȚI CU AUTOTURISM	2023	126.264	153.584	202.182	138.583	121.279	168.054	339.991
	2030	161.410	158.375	184.200	191.793	118.581	226.903	454.413
	2040	179.007	156.624	173.557	219.404	137.633	346.582	723.252
ALTE PERSOANE CU AUTOTURISM	2023	33.234	38.811	49.816	33.085	33.418	43.834	63.034
	2030	43.923	41.829	45.208	48.271	35.440	63.451	84.400
	2040	49.221	41.489	42.949	50.023	39.564	102.354	133.718
ALTE PERSOANE FĂRĂ AUTOTURISM	2023	8.069	12.564	14.902	11.834	11.930	17.240	6.930
	2030	11.231	12.996	12.791	18.133	12.489	23.929	16.839
	2040	10.168	12.739	13.499	15.252	12.367	19.639	9.626
ELEVI STUDENȚI	2023	32.208	41.755	53.317	40.068	36.859	52.376	97.804
	2030	41.721	43.638	48.397	54.630	37.701	68.081	131.954
	2040	46.651	44.749	45.755	66.245	41.572	99.737	213.870
LOCURI MUNCĂ	2023	230.253	198.124	169.977	124.893	101.780	158.106	161.232
	2030	252.808	230.568	170.257	255.306	104.660	248.549	164.163
	2040	261.726	248.321	170.377	374.043	105.815	332.614	168.085

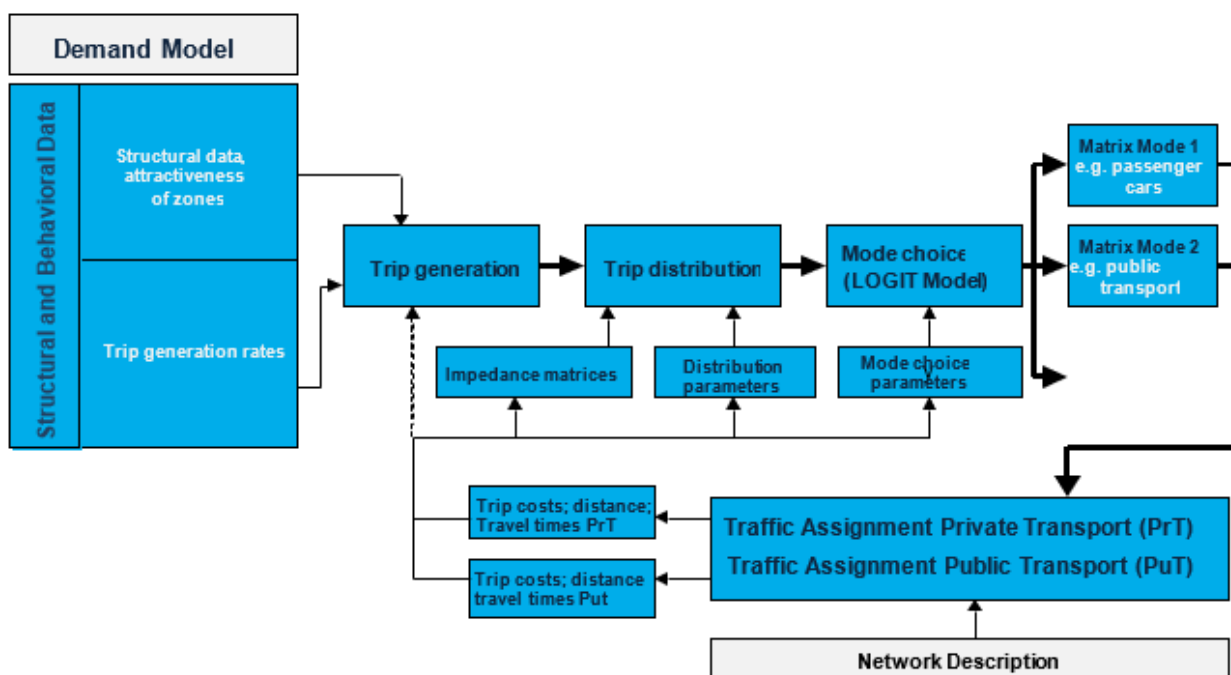
5. MODELUL DE EVALUARE A CERERII ÎN 4 PAȘI

Modelul de evaluare a cererii cuprinde următoarele componente:

- Generarea deplasărilor / modelul de atracție gravitațională;
- Distribuția deplasărilor pe destinații;
- Repartiția pe moduri de transport;
- Alocarea pe itinerarii.

Abordarea propusă pentru modelare este un model macroscopic în 4 pași bazat pe echilibrul între cererea de transport și ofertă. Schema generală de principiu a modelului se prezintă conform figurii de mai jos.

FIGURA 5-1 SCHEMA GENERALĂ DE PRINCIPIU A MODELULUI ÎN 4 PAȘI



Principalele seturi de date de intrare și ieșire sunt prezentate în tabelul de mai jos.

TABELUL 19 PRINCIPALELE SETURI DE DATE DE INTRARE ȘI IEȘIRE

ETAPA MODELĂRII	DATE INTRARE	REZULTAT
Inițializare	Rețeaua de străzi și drumuri	Rețeaua modelului de transport
	Rețeaua de transport public	
	Sistemul de zonificare	
Generarea deplasărilor	Sistemul de zonificare	Generarea deplasărilor (pe baza zonificării)
	Date sociodemografice	
	Coeficienții calibrați de generare și cei ai regresiei liniare	
Distribuția deplasărilor	Rețeaua modelului de transport	Matricele de distribuție a deplasărilor pe segmente de cerere (pe baza zonificării)
	Matrici de impedanță (durate de deplasare, distanțe, etc.)	
	Parametri calibrați ai modelului gravitațional	

ETAPA MODELĂRII	DATE INTRARE	REZULTAT
Alegerea modală	Rețeaua modelului de transport	Matricele de repartiție modală (pe baza zonificării)
	Matrici de impedanță (durate de deplasare, distanțe, etc.)	
	Parametri calibrați ai modelului Logit	
Alocarea pe itinerarii	Rețeaua modelului de transport	Indicatori de performanță ai rețelei
	Matrici de impedanță (durate de deplasare, distanțe, etc.)	Statistici privind rețeaua
	Matricele de cerere pentru perioada de alocare (AM, PM, 24H)	Rezultatele alocării fluxurilor pe rețeaua de drumuri și linii de transport public

5.1. GENERAREA DEPLASĂRILOR

Primul pas, generarea deplasărilor, calculează numărul de deplasări care au originea în fiecare dintre zonele definite în modelul de transport. Generarea deplasărilor se realizează pentru fiecare segment de cerere, respectiv fiecare grup de populație și pereche de activități definită, pe baza datelor socio-economice ai fiecărei zonă (populație, număr de locuri de muncă, număr de elevi/studenti, nivelul de venituri, gradul de motorizare, densitate, etc.). Valorile generării deplasărilor sunt specifice fiecărei zone. Coeficienții utilizați în modelul anterior pentru etapa generării au fost actualizați în conformitate cu datele colectate in-situ pentru actualizarea modelului.

Au fost definite patru perechi de activități care grupează toate scopurile întreprinse de persoanele intervievate, respectiv:

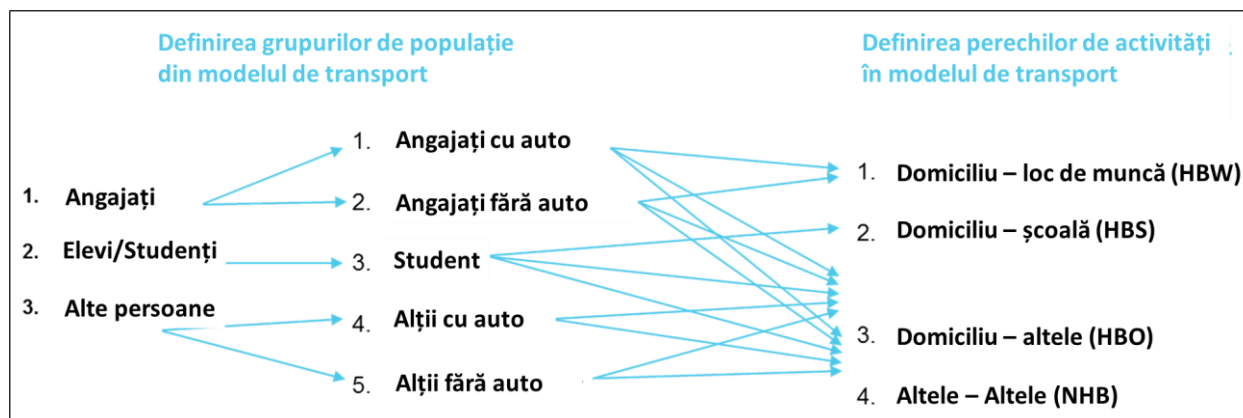
- De la domiciliu la locul de muncă;
- De la domiciliu la școală;
- De la domiciliu în oricare alt scop;
- Din alte origini în oricare scop.

Populația a fost împărțită în 5 grupuri, pe baza ocupației și a disponibilității unui autoturism pentru fiecare, fiind generate deplasări pentru segmente de cerere formate prin împerecherea activităților cu segmentele de populație. Segmentele de populație definite sunt:

- Angajați cu și fără autoturism;
- Elevi/studenti;
- Alte persoane cu și fără autoturism.

Segmentele de cerere create sunt descrise în schema din figura următoare, iar funcțiile de generare (production) folosite în model sunt detaliate în tabelul de mai jos.

FIGURA 5-2 STABILIREA SEGMENTELOR DE CERERE

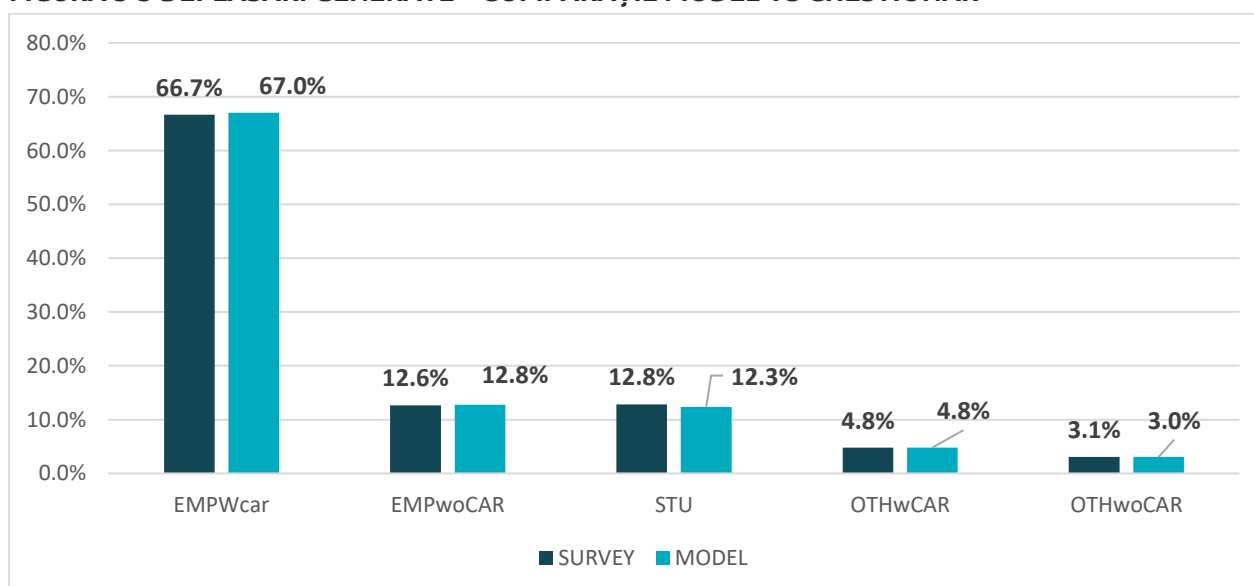


TABELUL 20 PARAMETRII MODELULUI DE GENERARE A DEPLASĂRIILOR

ACTIVITATE	GRUP POPULAȚIE	FUNCȚIA DE GENERARE
Domiciliu – Altele	Angajați cu autoturism	0.82*[EMPLOYED-W-CAR]
	Angajați fără autoturism	0.55*[EMPLOYED-W/O-CAR]
	Alte persoane cu autoturism	1.66*[OTHERS-W-CAR]
	Alte persoane fără autoturism	1.71*[OTHERS-W/O-CAR]
	Elevi/studenti	0.07*[STUDENTS]
Domiciliu – Școală	Elevi/studenti	1.86*[STUDENTS]
Domiciliu – Loc de muncă	Angajați cu autoturism	1.41*[EMPLOYED-W-CAR]
	Angajați fără autoturism	1.84*[EMPLOYED-W/O-CAR]
Altele – Altele	Angajați cu autoturism	0.067*[EMPLOYED-W-CAR]
	Angajați fără autoturism	0.78*[EMPLOYED-W/O-CAR]
	Alte persoane cu autoturism	0.21*[OTHERS-W-CAR]
	Alte persoane fără autoturism	0.62*[OTHERS-W/O-CAR]
	Elevi/studenti	0.86*[STUDENTS]

Generarea deplasărilor este calibrată și validată prin compararea cu rezultatele datelor observate din ancheta de mobilitate sau alte date statistice relevante pentru anul de bază. Pentru anii de prognoză s-au realizat analize de senzitivitate pentru testarea responsivității modelului.

FIGURA 5-3 DEPLASĂRI GENERATE – COMPARAȚIE MODEL VS CHESTIONAR



5.2. DISTRIBUȚIA DEPLASĂRILOR

Al doilea pas al modelului de transport este distribuția deplasărilor, care repartizează deplasările generate pe destinații între zonele din modelul de transport și generează matricele zilnice origine – destinație pentru fiecare segment de cerere.

Pentru acest pas se folosește un model gravitațional care ține seama de comportamentul utilizatorilor care este influențat de factori externi cum ar fi numărul total de deplasări atrase într-o zonă sau diferitele elemente de impedanță / rezistență la deplasare (durate de deplasare, distanța față de o oportunitate, costurile asociate deplasării sau alți factori). Pentru fiecare pereche origine – destinație din matrice, se calculează numărul de deplasări fără observarea directă a unui tipar de deplasare.

În modelul de distribuție a deplasărilor, sunt calculate impedanțele rețelei de transport din Regiunea București – Ilfov, fiind generate și actualizate matricele de impedanță (Skim Matrices) care pentru fiecare pereche O-D calculează durata de deplasare cu fiecare mod de transport, distanța, costul asociat deplasării și alte elemente care pot influența comportamentul de deplasare. Pentru calcularea parametrilor modelului gravitațional s-au calculat funcțiile gamma și exponențiale, fiind aplicate separat pentru a putea evalua care tip de funcție oferă un rezultat cât mai apropiat de situația reală. Prin actualizarea acestor parametri, au fost actualizate și matricele de cerere care reprezintă principalul set de date de intrare pentru următorul pas, respectiv alegerea modală.

Structura modelului gravitațional

Pentru estimarea numărului de deplasări între oricare pereche O-D s-a utilizat un model gravitațional a cărui ecuație este descrisă mai jos.

$$T_{ij}^p = a_i \cdot b_j \cdot G_i^p \cdot A_j^p \cdot f^p(t_{ij})$$

unde,

T_{ij}^p : Numărul de deplasări în scopul p între originea i și destinația j ;

G_i^p : Numărul total de deplasări în scopul p generat de zona de origine i ;

A_j^p : Numărul total de deplasări în scopul p atras de zona de destinație j ;

$f^p()$: Funcția de rezistență la deplasare (impedanță) pentru scopul p pe relația $i-j$;

t_{ij} : Durate medie de deplasare pe relația $i-j$;

a_i, b_j : Factori de egalizare pentru respectarea constrângerilor de generare și atracție

$$\text{Constrângerea de generare} \quad \sum_j T_{ij}^p = G_i^p$$

$$\text{Constrângerea de atracție} \quad \sum_i T_{ij}^p = A_j^p$$

Definirea matricei funcției de impedanță

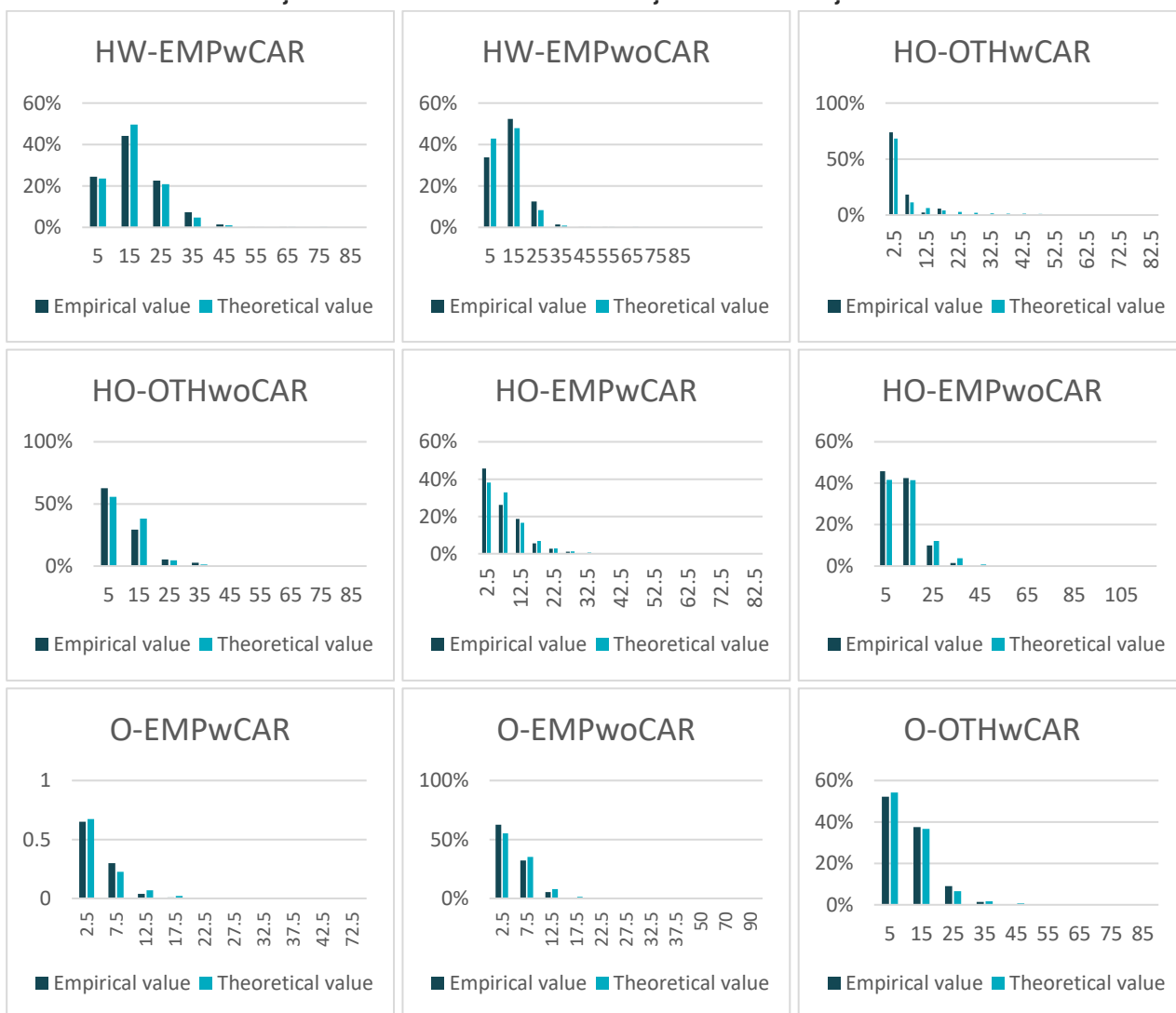
Impedanța definește constrângerea la deplasare între două zone i și j și se definește în funcție de durata de deplasare $f(t_{ij})$. Pentru aceasta s-a utilizat o funcție exponențială, conform literaturii Ortuzar și Willumsen, 2001.

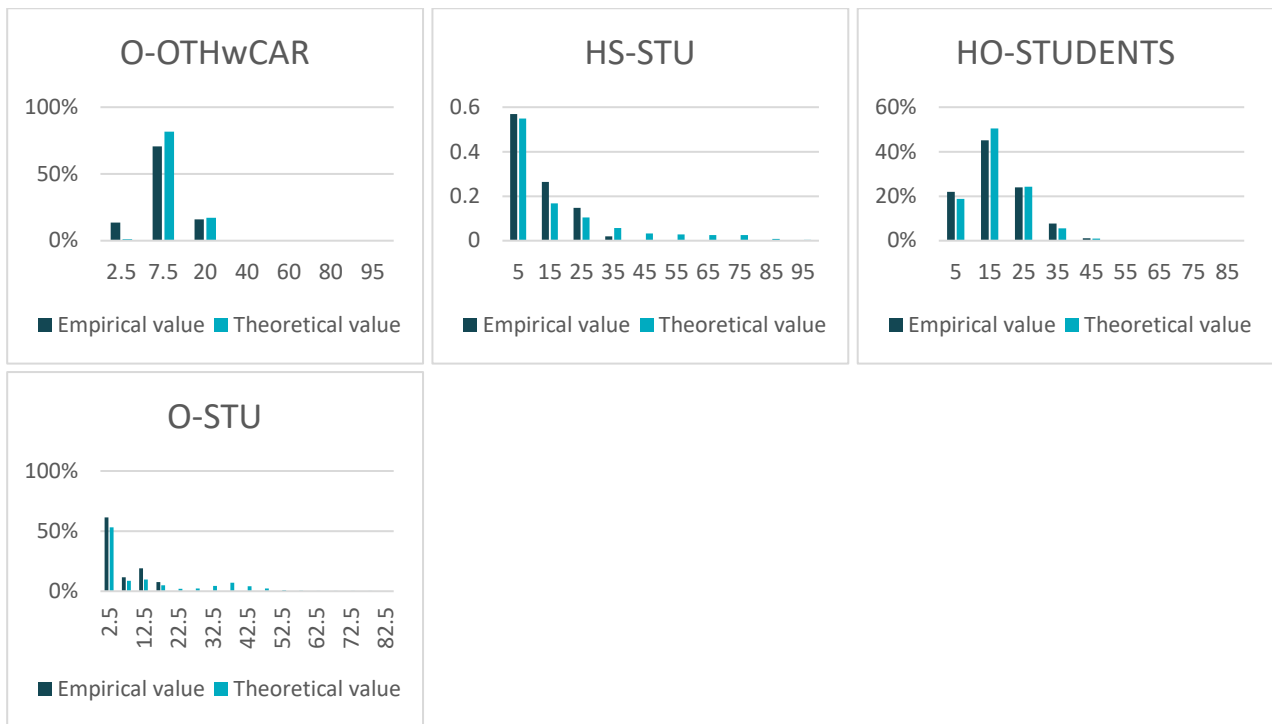
$$f_{ij} = a * t_{ij}^b * e^{c*t_{ij}}$$

Calibrarea modelului de distribuție s-a realizat prin determinarea coeficienților a , b și c ai funcției de impedanță pentru fiecare segment de cerere. Repartiția pe destinații a fost calibrată și validată prin compararea valorilor matricelor din model cu rezultatele anchetelor de mobilitate, respectiv cu distanțele medii și duratele medii de deplasare. Calibrarea s-a realizat iterativ până la atingerea criteriilor de convergență stabilite.

În graficele de mai jos sunt comparate distribuția distanțelor medii de deplasare rezultate din modelul de transport (valori teoretice) cu cele obținute din chestionarul de mobilitate (valori empirice) pentru fiecare segment de cerere. Pentru calibrare s-au utilizat durate de deplasare (cu autoturismul sau cu transportul public pentru segmentele de cerere care nu dispun de autoturism) și distanțele de deplasare, conform graficelor de mai jos.

FIGURA 5-4 DISTRIBUȚIA DEPLASĂRILOR PE DISTANȚE – COMPARAȚIE MODEL VS CHESTIONAR





Parametrii modelului gravitațional rezultați în urma calibrării sunt prezentați în tabelul de mai jos. Pentru acestea s-au folosit atât funcții gamma, cât și funcții exponențiale. Astfel, pentru segmentele de cerere pentru care valoarea parametrului b este 0 au fost calibrate folosind funcții gamma, în timp ce segmentele celelalte s-au calibrat utilizând funcții exponențiale. Această utilizare distinctă s-a realizat în vederea obținerii rezultatelor optime, cât mai apropiate de comportamentul observat in-situ.

TABELUL 21 PARAMETRII MODELULUI GRAVITAȚIONAL

PERECHE ACTIVITATE – GRUP PERSOANE		a	b	c
Domiciliu – Altele	Angajați cu autoturism	25.99110641	0	-0.51095
	Angajați fără autoturism	2.38948533	-1.02550965	-0.09327
	Alte persoane cu autoturism	0.10508279	0	0.036948
	Alte persoane fără autoturism	33.72851321	-4.40231883	0.226612
	Elevi/studenti	220.3909826	0	-0.98544
Domiciliu – Școală	Elevi/studenti	1.7210638	0	-0.13151
Domiciliu – Loc de muncă	Angajați cu autoturism	21.45442892	0	-0.39831
	Angajați fără autoturism	1.40704229	0	-0.10948
Altele – Altele	Angajați cu autoturism	3.1422575	0	-0.47875
	Angajați fără autoturism	7.11077243	-1.3679149	-0.274
	Alte persoane cu autoturism	4.84603338	0	-1.00267
	Alte persoane fără autoturism	14.41538119	-5.11555897	0.609055
	Elevi/studenti	0.68494015	0	-0.06081

5.3. REPARTIȚIA MODALĂ

Modelul de repartiție modală care evaluează preferințele utilizatorilor sau grupurilor de utilizatori de a alege un anumit mod de transport pentru a se deplasa în defavoarea altuia reprezintă al treilea pas al modelului de evaluare a cererii de transport în 4 pași.

Pentru acest pas s-au folosit mai multe seturi de date, pornind de la indicatorii socio-economici ai fiecărui grup de populație, cum ar fi veniturile sau rata de motorizare. Un al doilea set de date de intrare este legat de costurile asociate fiecărui mod de transport, durate de deplasare, durate de așteptare în cazul transportului public, numărul de transbordări efectuate, facilitățile de parcare și costul acestora la destinație, etc.

Astfel de seturi de date oferă posibilitatea de a cuantifica modul în care un utilizator sau un grup de utilizatori își pot schimba preferințele de alegere modală în viitor în funcție de modul în care se schimbă anumite variabile, cum ar fi costul biletului de transport public, introducerea unor taxe de congestie, creșterea taxelor de utilizare a drumului, etc. Cel mai utilizat model pentru a determina aceste aspecte este modelul Logit (Ortuzar și Willumsen, 2001).

Modelele de alegere modală pot fi agregate sau dezagregate. Modelele agregate folosesc ca date de intrare valori medii la nivel de zonă, în timp ce modelele dezagregate utilizează date specifice fiecărui utilizator. În planificarea în transporturi se folosesc în general modele agregate, întrucât este dificil de anticipat și prognozat date specifice fiecărui utilizator și modul în care comportamentul acestuia se poate modifica în viitor.

În scopul calibrării modelului au fost utilizate date privind deplasările personale ale indivizilor obținute în urma anchetelor de mobilitate. Funcțiile de utilitate definite includ informații referitoare la durata de deplasare, cost, distanță, gradul de ocupare al unui autoturism, informații privind originea și destinația deplasării sau dacă zona de origine coincide cu cea de destinație. În graficele din figurile de mai jos se observă rezultatele calibrării modelului de repartiție modală, în raport cu informațiile extrase din chestionarul de mobilitate, verificat cu date privind numărul de călători în transportul public furnizat de Metrorex și TPBI.

În procesul de calibrare al modelului Logit s-au avut în vedere diverși parametri. Durata de deplasare, distanța și costul care pot afecta în mod negativ alegerea unui mod de transport au valori negative, în timp ce valori precum gradul de motorizare sunt pozitive pentru deplasările cu autoturismul și negative pentru deplasările cu transportul public. Astfel, se poate afirma că prin creșterea gradului de motorizare crește utilizarea autoturismului și scade utilizarea transportului public, însă creșterea duratei de deplasare, a distanței sau a costului pentru oricare mod de transport are un impact negativ și va duce la scăderea cotei modale pentru un mod dat.

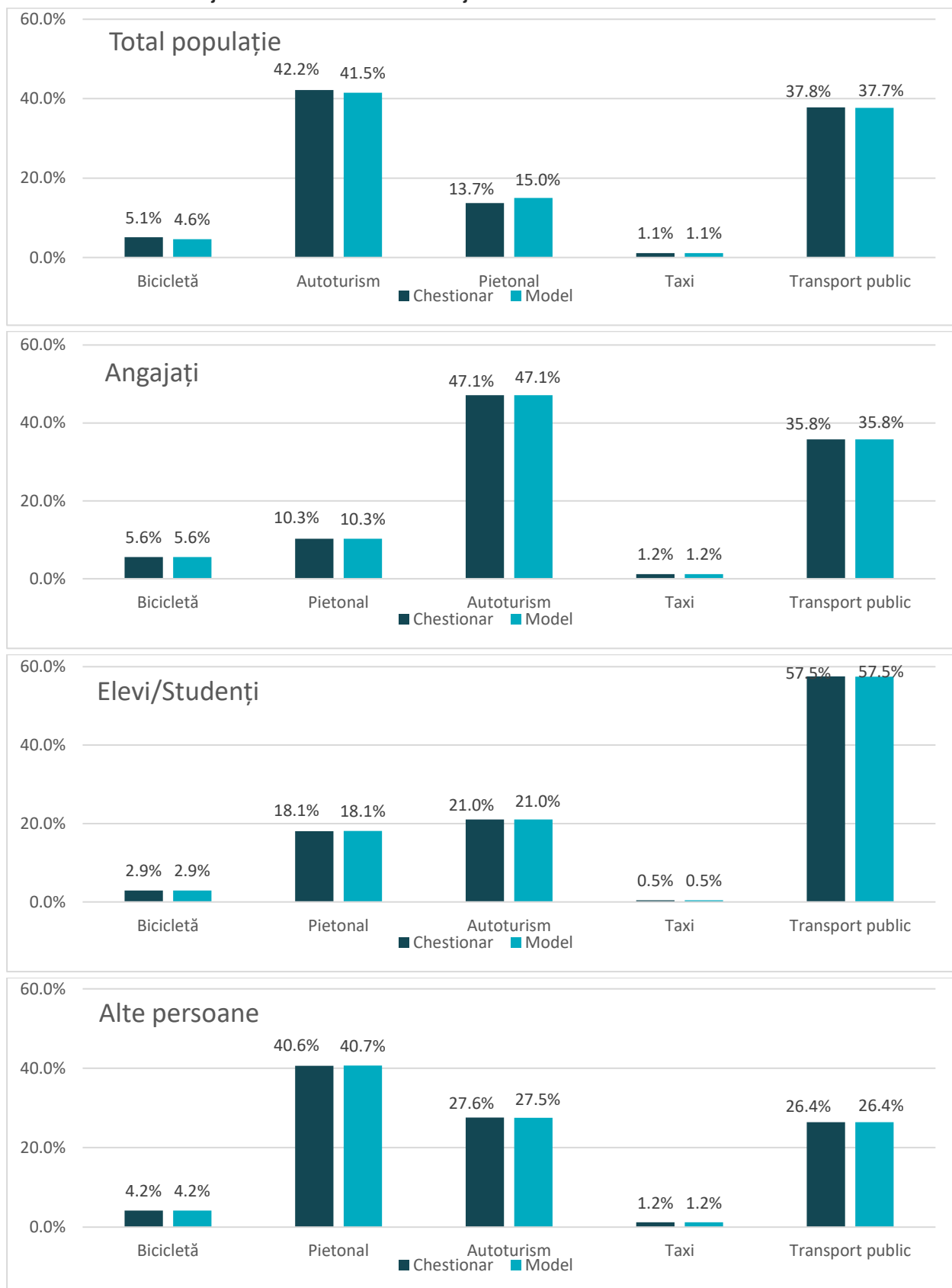
TABELUL 22 PARAMETRII MODELULUI DE REPARTIȚIE MODALĂ

ANGAJAȚI	CONSTANTĂ	TIMP	COST	DISTANȚĂ	INTRAZONAL	GRAD MOTORIZARE
Bicicletă	0.888433	*	*	-0.81166	*	*
Autoturism	-4.29703	-0.00965	-0.01738	*	*	4.820049
Pietonal	*	-	*	-0.81166	1.8039	*
Taxi	-2.77345	-0.00965	-0.01738	*	*	*
Transport Public	1.243545	-0.00965	-0.01738	*	*	*

ALTE PERSOANE	CONSTANTĂ	TIMP	COST	DISTANȚĂ	INTRAZONAL	GRAD MOTORIZARE
Bicicletă	-2.838157	*	*	-0.835853	1.33479	*
Autoturism	-2.381548	-0.00712	-0.00566	*	*	3.932058
Pietonal	*	-	*	-0.835853	1.33479	*
Taxi	-2.489368	-0.00712	-0.00566	*	*	*
Transport Public	0.832015	-0.00712	-0.00566	*	*	*

ELEVI / STUDENȚI	CONSTANTĂ	TIMP	COST	DISTANȚĂ	INTRAZONAL	GRAD MOTORIZARE
Bicicletă	-1.086761	*	*	-0.914845	2.25487	*
Autoturism	-2.89537	-0.09694	-0.01826	*	*	*
Pietonal	*	*	*	-0.914845	2.52487	*
Taxi	-1.755369	*	-0.01826	*	*	*
Transport Public	3.725443	*	-0.01826	*	*	*

FIGURA 5-5 REPARTIȚIA MODALĂ – COMPARAȚIE MODEL VS CHESTIONAR



5.4. ALOCAREA PE ITINERARII

Modelul de alocare pe itinerarii are ca scop identificarea deficiențelor de pe rețeaua de transport existentă sau viitoare, inclusiv diferitele alternative prin alocarea pe rețeaua de străzi modelate a matricelor de cerere calculate și validate în urma generării/atragerii, distribuției și repartiției modale. În acest pas se determină rutele care vor fi utilizate între toate perechile origine – destinație.

5.4.1. ALOCAREA TRANSPORTULUI PRIVAT (PRT)

În urma determinării originii și destinației tuturor deplasărilor și repartiției acestora pe moduri de transport, alocarea pe itinerarii este ultimul pas din dezvoltarea modelului de transport în 4 pași. Pentru alocarea transportului privat, cererea de transport, exprimată în număr zilnic de deplasări este convertită în unități de trafic, acolo unde este relevant, utilizând gradul de ocupare al vehiculelor obținut din chestionarele de mobilitate.

Multe din atributele rezultate din alocarea pe itinerarii (distanța minimă, durata minimă, etc) sunt utilizate și în pașii anteriori, cu excepția celui de generare a deplasărilor. Astfel, orice modificare a alocării pe itinerarii are teoretic impact și asupra distribuției deplasărilor și alegerii modale, ceea ce poate modifica ulterior rezultatele alocării la o nouă rulare a modelului, motiv pentru care procedurile sunt rulate până la atingerea unui echilibru.

În cadrul actualizării modelului de transport s-a dezvoltat un proces iterativ, rezultatele obținute în urma fiecărei proceduri de alocare fiind utilizare în realocare și modelul de alegere modală, rezultând o nouă alocare a fluxurilor pe itinerarii. Procesul s-a reperat până când s-a obținut un echilibru al modelului, rezultatele obținute în urma pasului anterior nefiind alterate de rularea curentă. Această procedură se numește alocare la echilibru (Equilibrium assignment) prin care se creează un echilibru al costului generalizat de pe toate rutele alternative posibile între toate originile și destinațiile, cea mai importantă componentă a costului generalizat fiind durata de deplasare. Rezistența la înaintare menționată în modelul de distribuție a deplasărilor indică costul cu durata de deplasare. Cu toate acestea, în cazul alocării pe itinerarii, durata de deplasare este generată din viteza de deplasare pe rețea care se modifică o dată cu capacitatea sau cu creșterea volumelor de trafic de pe un segment de drum. Pentru a calcula aceste modificări se utilizează o funcție numită funcție BPR, dezvoltată de Administrația Federală a Drumurilor din Statele Unite care are următoarea formulă:

$$BPR = t_{cur} = t_0 * (1 + a * sat^b)$$
$$sat = \frac{q}{q_{max} * c}$$

Unde,

t_{cur}	=	Durata de deplasare pe rețeaua încărcată cu trafic
t_0	=	Durata de deplasare la flux liber
q	=	Volumul de trafic alocat pe segmentul de drum
q_{max}	=	Capacitatea drumului
a, b, c	=	Coeficienți volume/delay

Vitezele la flux liber și capacitățile drumurilor sunt definite conform clasificării rețelei din modelul de transport, iar coeficienții a , b și c iar după caz valorile din tabelul de mai jos.

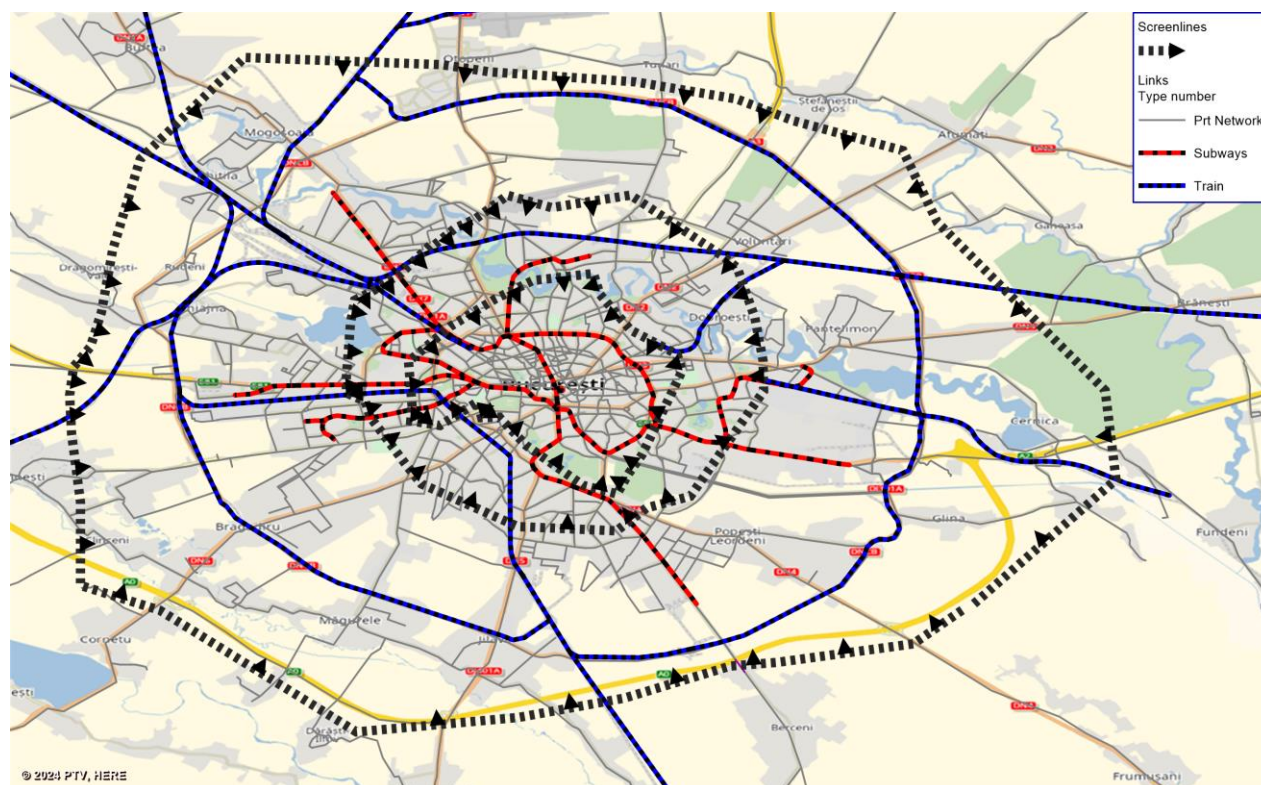
TABELUL 23 PARAMETRII FUNCȚIEI BPR

	a	b	c
Autostrăzi, Drumuri Expres și Drumuri Primare	0.04	5.88	1
Drumuri secundare și colectoare	0.76	4.28	1
Străzi urbane	0.82	5.66	1

Pentru a evalua situația reală și a calibra modelul de transport s-au efectuat contorizări ale volumelor de trafic în 80 de puncte (intersecții și tronsoane de drum) la nivelul Regiunii București – Ilfov. Contorizările au urmărit să surprindă traficul într-o zi obișnuită de lucru, fără evenimente majore care să perturbe traficul (închideri de drumuri, lucrări, adunări publice) în care condițiile meteo au fost favorabile.

Pentru verificarea calibrării fluxurilor s-au definit o serie de cordoane în lungul cărora au fost contorizate arterele care le intersectează. Calibrarea presupune compararea volumelor alocate în modelul de transport cu cele observate in-situ. Condiția de calibrare este ca pentru minim 85% din link-urile contorizate diferența de volum să fie într-o marjă de diferență de $\pm 15\%$, iar valoarea funcției statistice GEH să fie mai mică de 5 pentru minim 85% din link-uri, fiind totodată efectuat și testul R^2 pentru fiecare mod de transport.

FIGURA 5-6 CORDOANE DE CALIBRARE

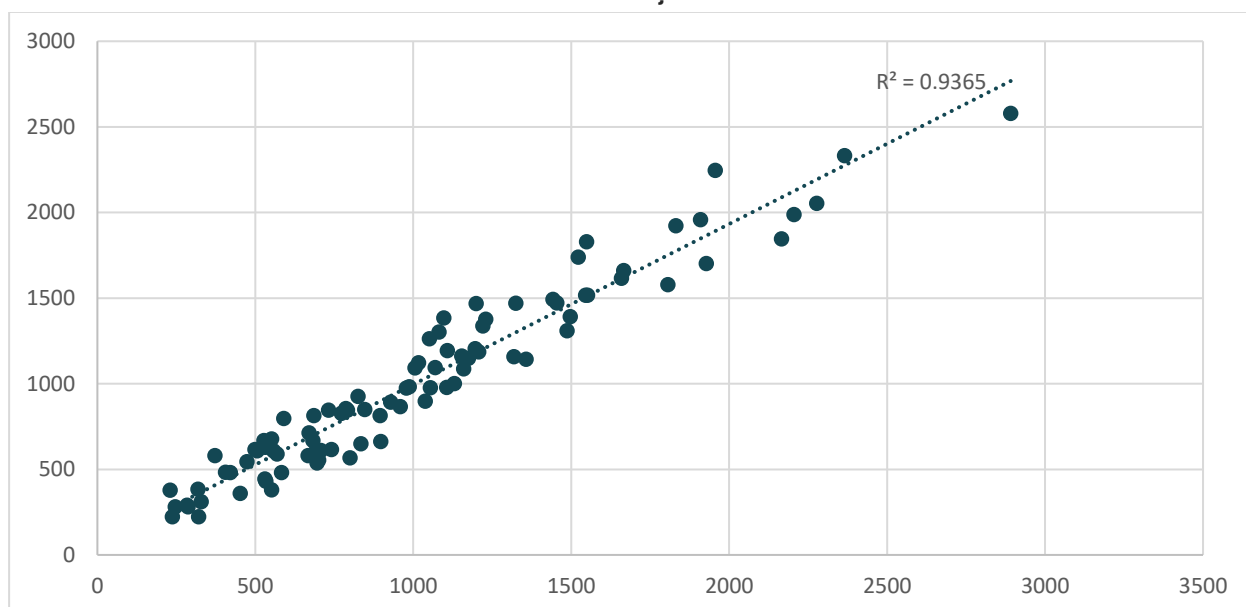


Tabelul de mai jos și graficele care îl însoțesc arată rezultatele comparative între fluxurile de trafic alocate în modelul de transport și cele măsurate in-situ. Așa cum se observă, valoarea medie a indicatorului GEH este mai mică decât 4 pentru toate cordoanele definite, iar testele R^2 indică rezultate rezonabile, având în general valori peste 0.9. În total au fost luate în considerare 80 de puncte de calibrare, dintre care 82% au valori ale indicatorului GEH <5 și 100% au o valoare <10.

TABELUL 24 REZULTATELE CALIBRĂRII FLUXURILOR DE TRANSPORT

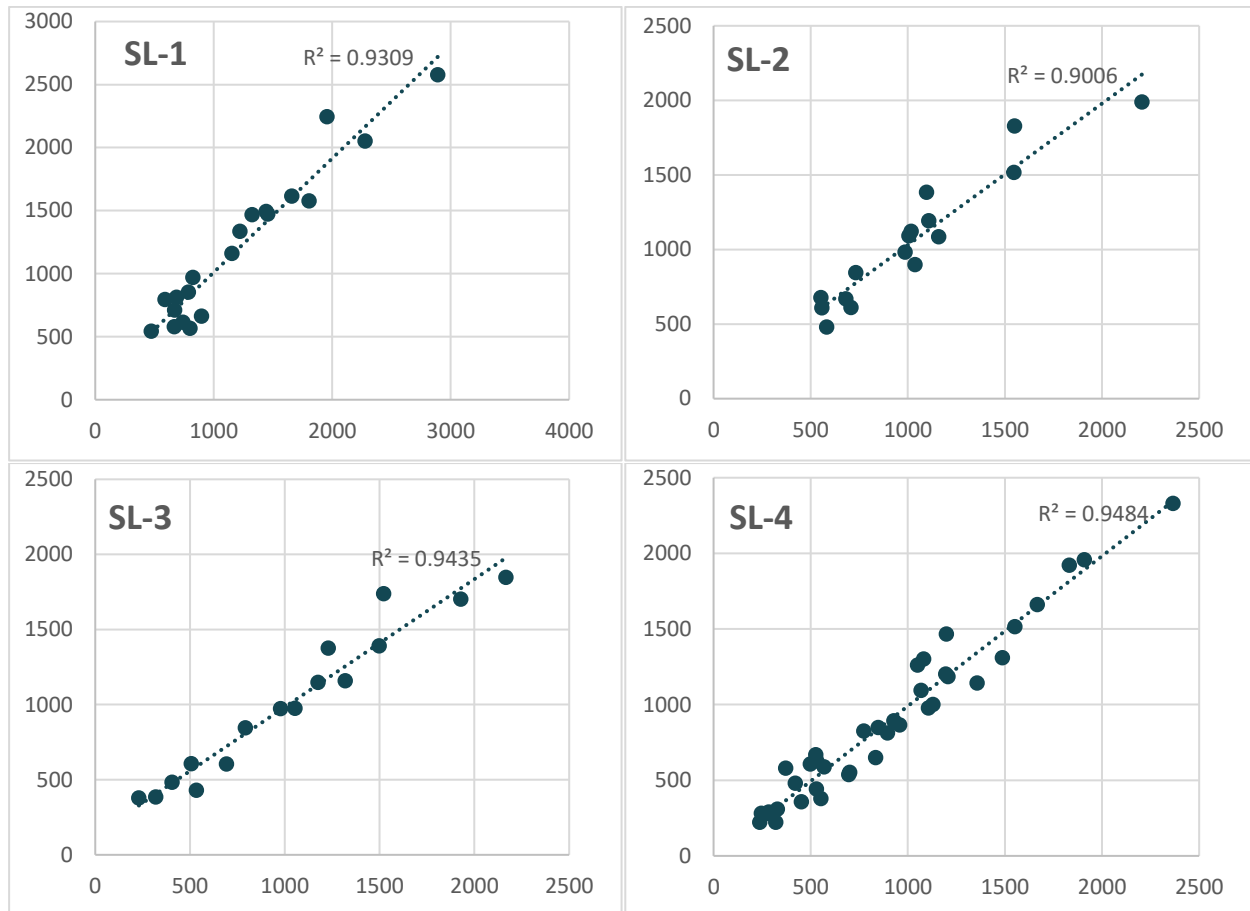
CORDON DE CALIBRARE	TRAFIC CONTORIZAT (AM)	TRAFIC MODELAT (AM)	DIFERENȚĂ	GEH MEDIU	R ²	GEH <5	GEH<10
SL-1	24321	24113	-0.9%	1.3	0.93	70%	100%
SL-2	16528	16977	2.7%	3.5	0.90	88%	100%
SL-3	16347	16038	-1.9%	2.4	0.94	75%	100%
SL-4	34000	33651	-1.0%	1.9	0.83	71%	100%
TOTAL	91196	90741	-0.5%	1.5	0.94	78%	100%

În graficele de mai jos sunt prezentate rezultatele comparative ale fluxurilor modelate în raport cu cele măsurate pentru fiecare dintre cele 4 cordoane de calibrare. Valoarea medie a R² este 0.93 ceea ce indică un rezultat rezonabil al calibrării fluxurilor.

FIGURA 5-7 ALOCAREA PE ITINERARII – COMPARAȚIE FLUXURI MODELATE VS MĂSURATE

Mai jos sunt prezentate rezultatele separat pe cele patru cordoane, fiecare cu punctele de contorizare pe care le intersectează. Cele patru cordoane sunt SL-1 (Inelul principal), SL-2 (inelul median), SL-3 (DNCB) și SL-4 compus din alte puncte discreționar distribuite pe teritoriul Regiunii București-Ilfov.

FIGURA 5-8 ALOCAREA PE ITINERARII – COMPARAȚIE FLUXURI MODELATE VS MĂSURATE PE CORDON



Rezultatele alocării fluxurilor de transport privat pe clase de vehicule, cât și nivelul de serviciu al rețelei se regăsesc în figurile de mai jos

FIGURA 5-9 VOLUME DE TRAFIC ORA DE VÂRF AM – AUTOTURISME – ANUL 2023

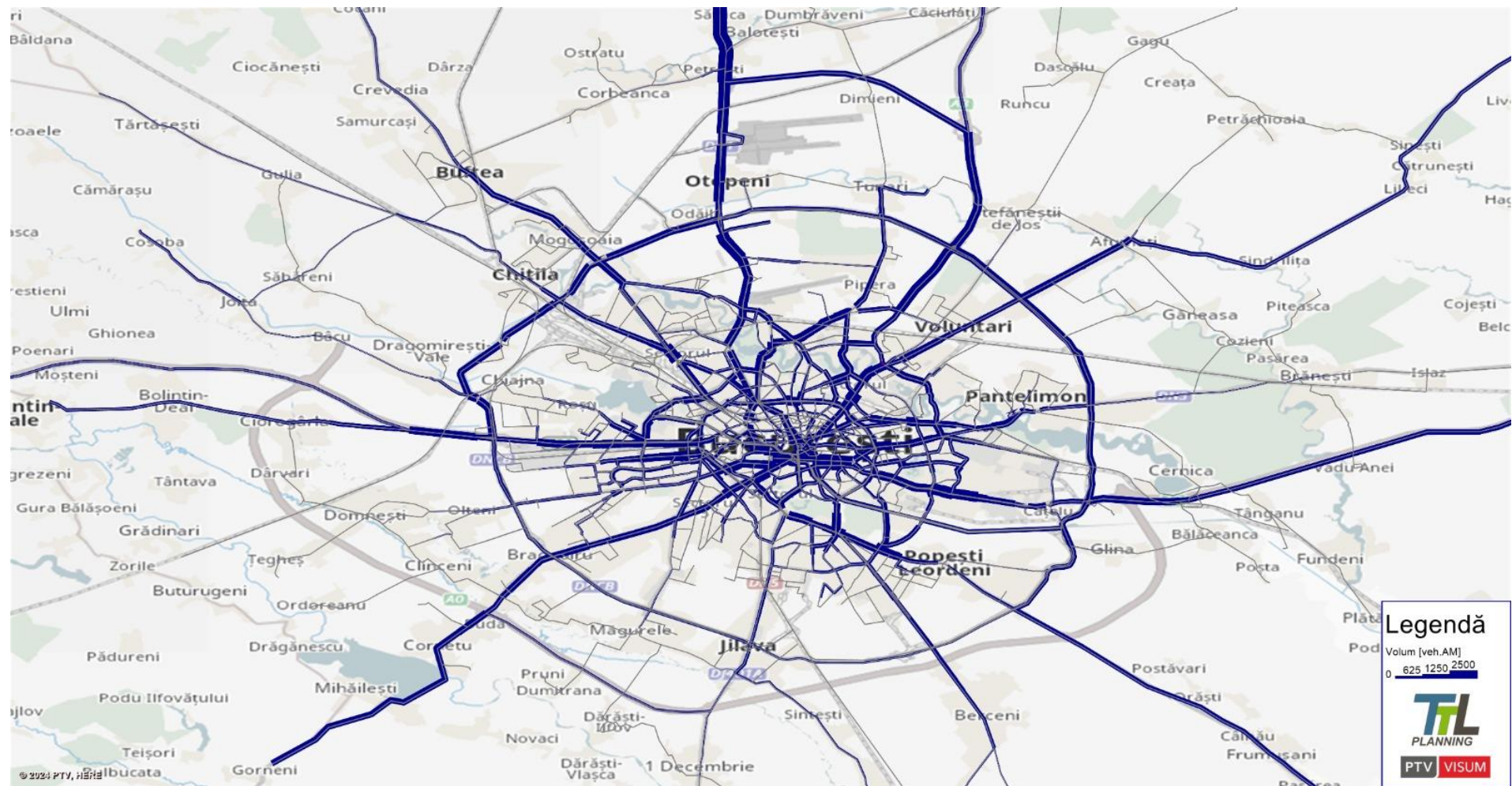


FIGURA 5-10 VOLUME DE TRAFIC ORA DE VÂRF AM – VEHICULE GRELE DE MARFĂ – ANUL 2023

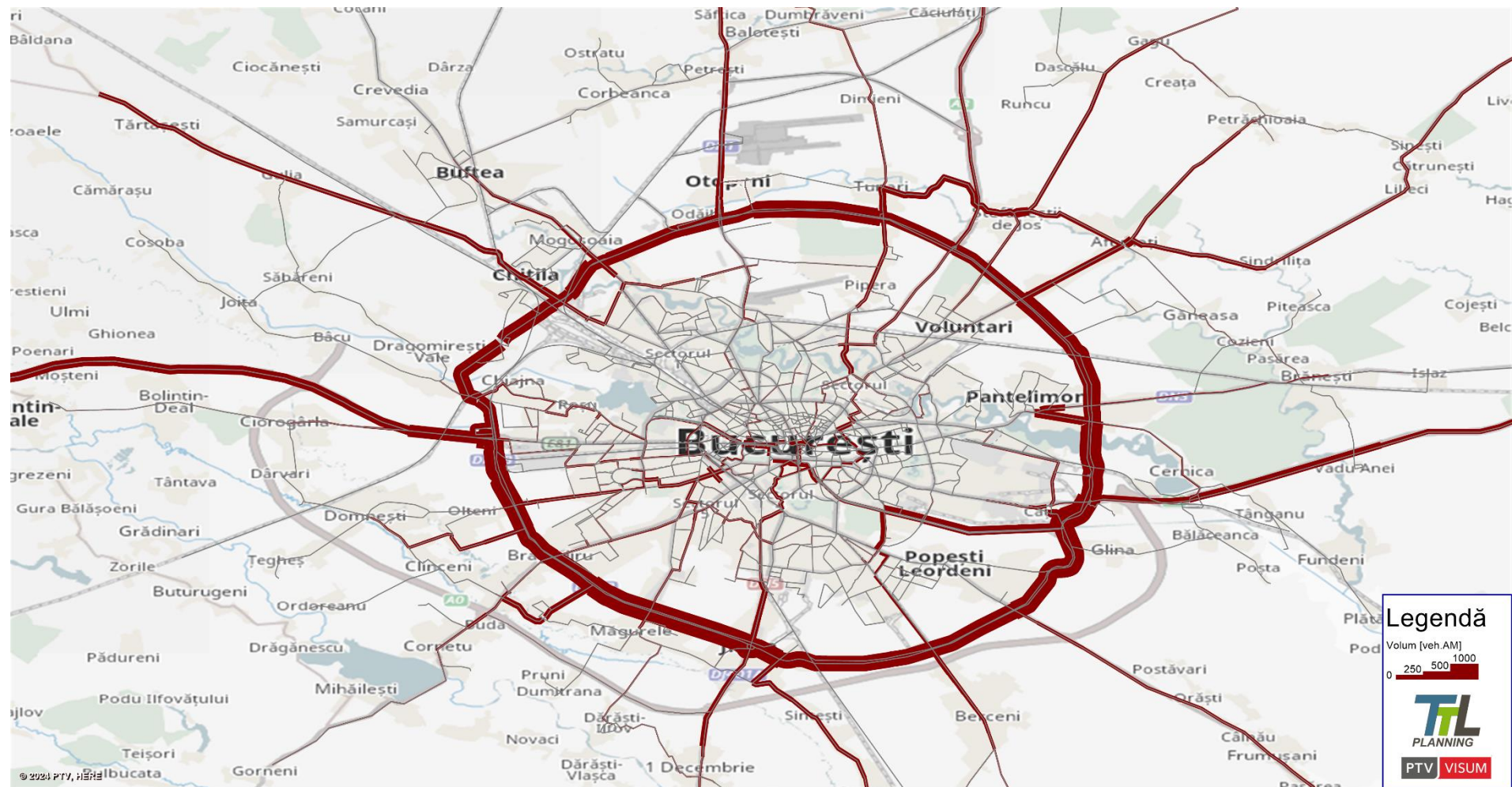


FIGURA 5-11 VOLUME DE TRAFIC ORA DE VÂRF AM – VEHICULE UȘOARE DE MARFĂ – ANUL 2023

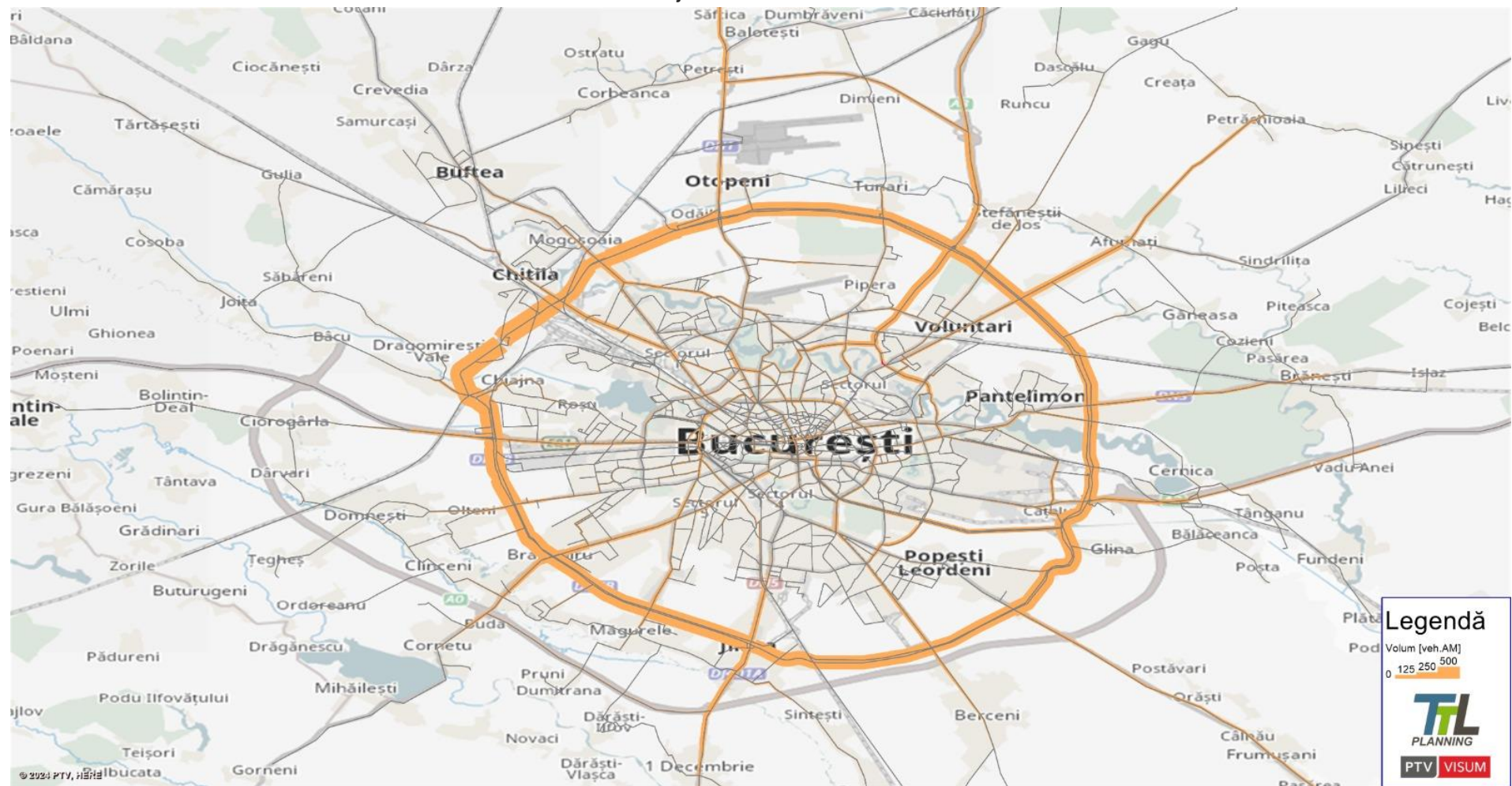
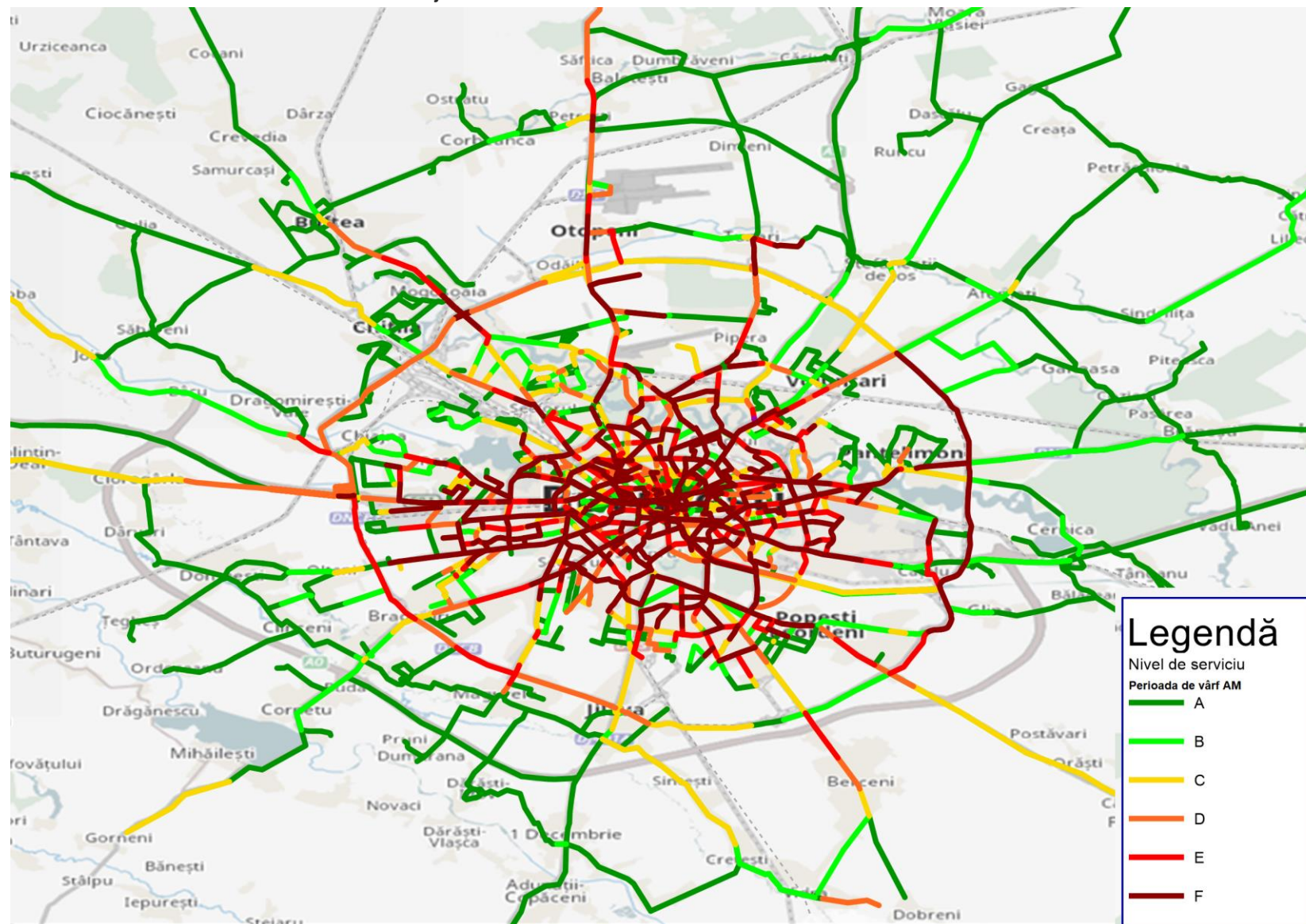


FIGURA 5-12 NIVELUL DE SERVICIU AL REȚELEI LA ORA DE VÂRF AM – ANUL 2023

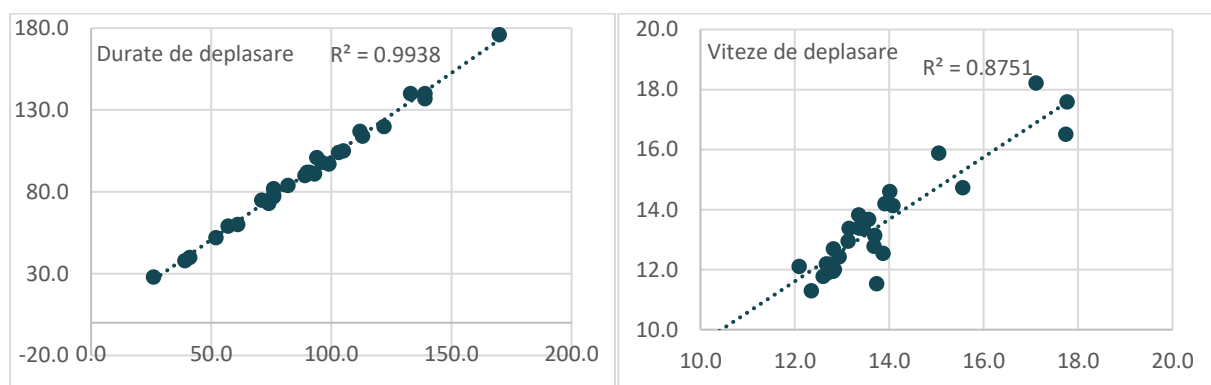


5.4.2. ALOCAREA TRANSPORTULUI PUBLIC (PUT)

Spre deosebire de transportul privat, în care alocarea se poate face zilnic sau pe o perioadă de vârf, alocarea pe itinerarii a transportului public este de obicei zilnică. Scopul alocării cererii zilnice este de a determina ce linii de transport sunt subutilizate sau suprautilizate și necesită ajustări.

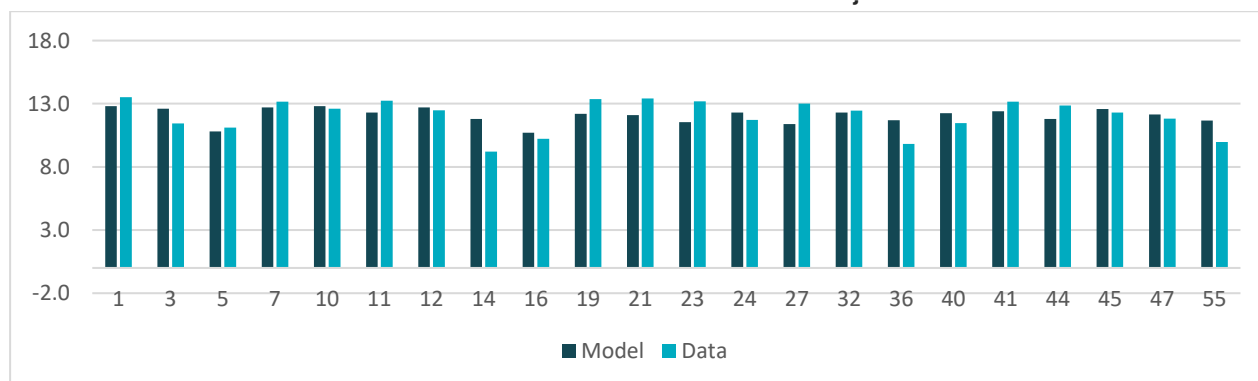
În alocarea pentru transportul public se ține seama de vitezele comerciale ale liniilor de transport care sunt definite în model în timpul codificării acestora. Modelul de transport conține programul de circulație complet al tuturor liniilor de transport public, astfel că procedura de alocare pe itinerarii este de tip „*timetable based*”. Graficele de mai jos prezintă concordanța vitezelor și duratelor de deplasare modelate în raport cu cele măsurate in-situ.

FIGURA 5-13 VITEZE ȘI DURATE DE DEPLASARE CU AUTOBUZUL – COMPARAȚIE MODELAT VS MĂSURAT



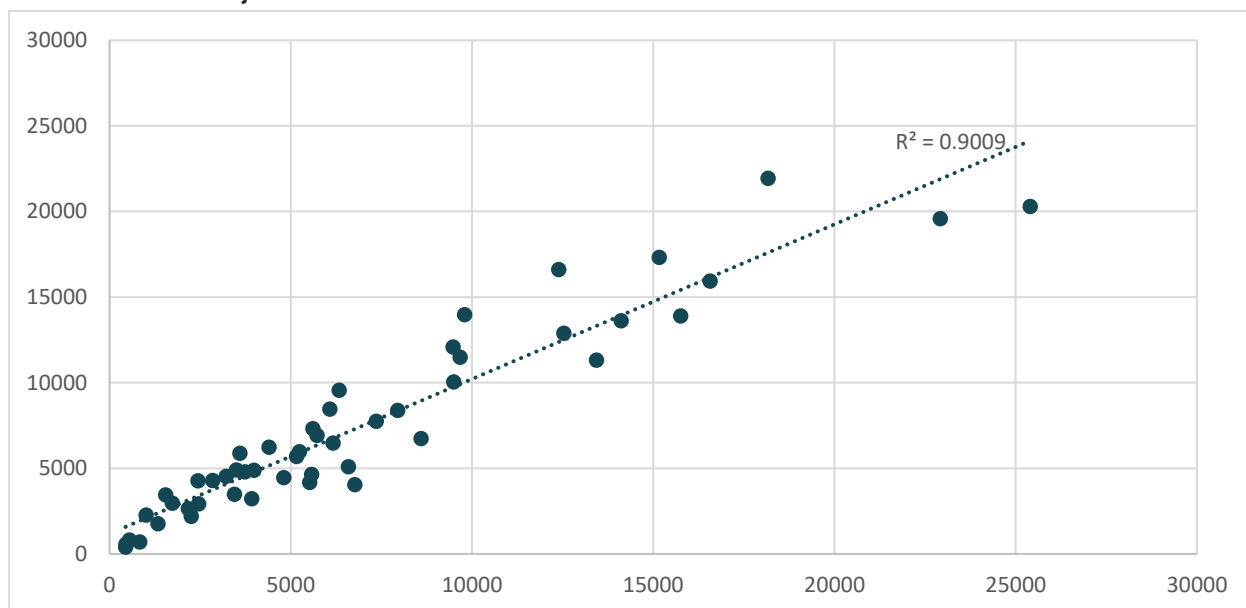
În figura de mai jos sunt prezentate diferențele între vitezele de deplasare măsurate și modelate pe fiecare linie de tramvai. Așa cum se observă, diferențele nu depășesc 10%.

FIGURA 5-14 VITEZE DE DEPLASARE CU TRAMVAIUL – COMPARAȚIE MODELAT VS MĂSURAT



În calibrarea alocării transportului public, ca și în cazul transportului privat este esențială validarea datelor modelate prin compararea cu datele colectate in-situ. În cazul transportului cu metroul, calibrarea alocării se face pe baza numărului de urcări și coborâri în fiecare stație de metrou, pornind de la baza de date a validărilor pusă la dispoziție de Metrorex și procesată pentru a obține valorile totale zilnice de urcare și coborâre pe fiecare stație. Rezultatele alocării cererii de transport cu metroul se prezintă conform figurii de mai jos.

FIGURA 5-15 URCĂRI/COBORĂRI ÎN STAȚIILE DE METROU – COMPARAȚIE MODELAT VS MĂSURAT PE STAȚIE



Tabelul și graficul de mai jos arată o comparație pe fiecare magistrală a urcărilor modelate în raport cu baza de date Metrorex. Așa cum se observă, volumele modelate sunt într-o marjă rezonabilă față de cele observate. Pentru Magistralele 1 și 3, având în vedere tronsonul lor comun pe distanța Eroilor – Nicolae Grigorescu, raportarea este făcută comun.

TABELUL 25 URCĂRI/COBORĂRI ÎN STAȚIILE DE METROU – COMPARAȚIE MODELAT VS MĂSURAT

MAGISTRALA	VALORI OBSERVATE (BAZA DE DATE VALIDĂRI)	VALORI MODELATE*
Total - Magistrala 1+3	328.465	358.343
Total - Magistrala 2	218.856	228.507
Total - Magistrala 4	22.468	14.889
Total - Magistrala 5	27.176	20.967
Total	596.965	622.706

*ținând seama de fluxurile curente în rețeaua de metrou

FIGURA 5-16 URCĂRI/COBORÂRI ÎN STAȚIILE DE METROU – COMPARAȚIE MODELAT VS MĂSURAT PE MAGISTRALĂ

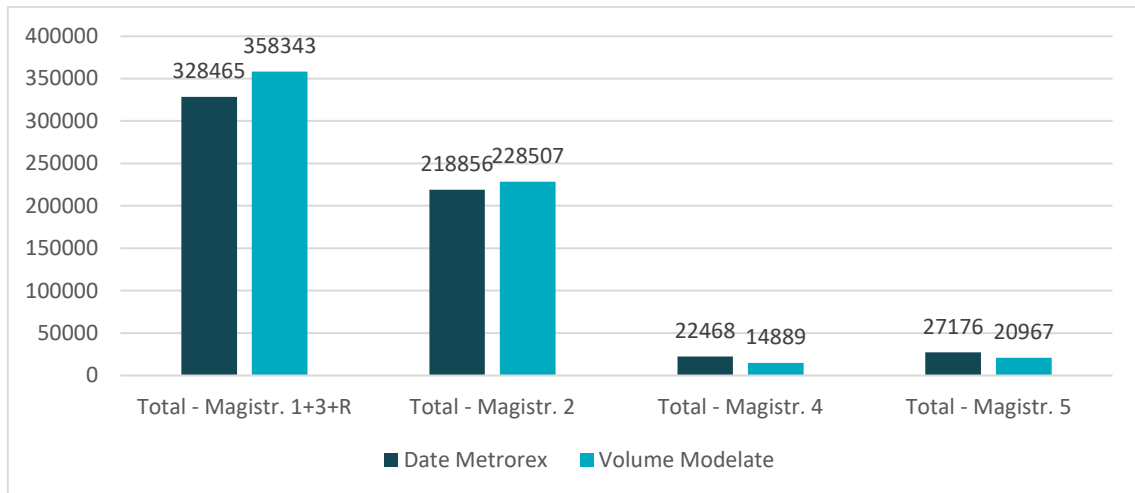
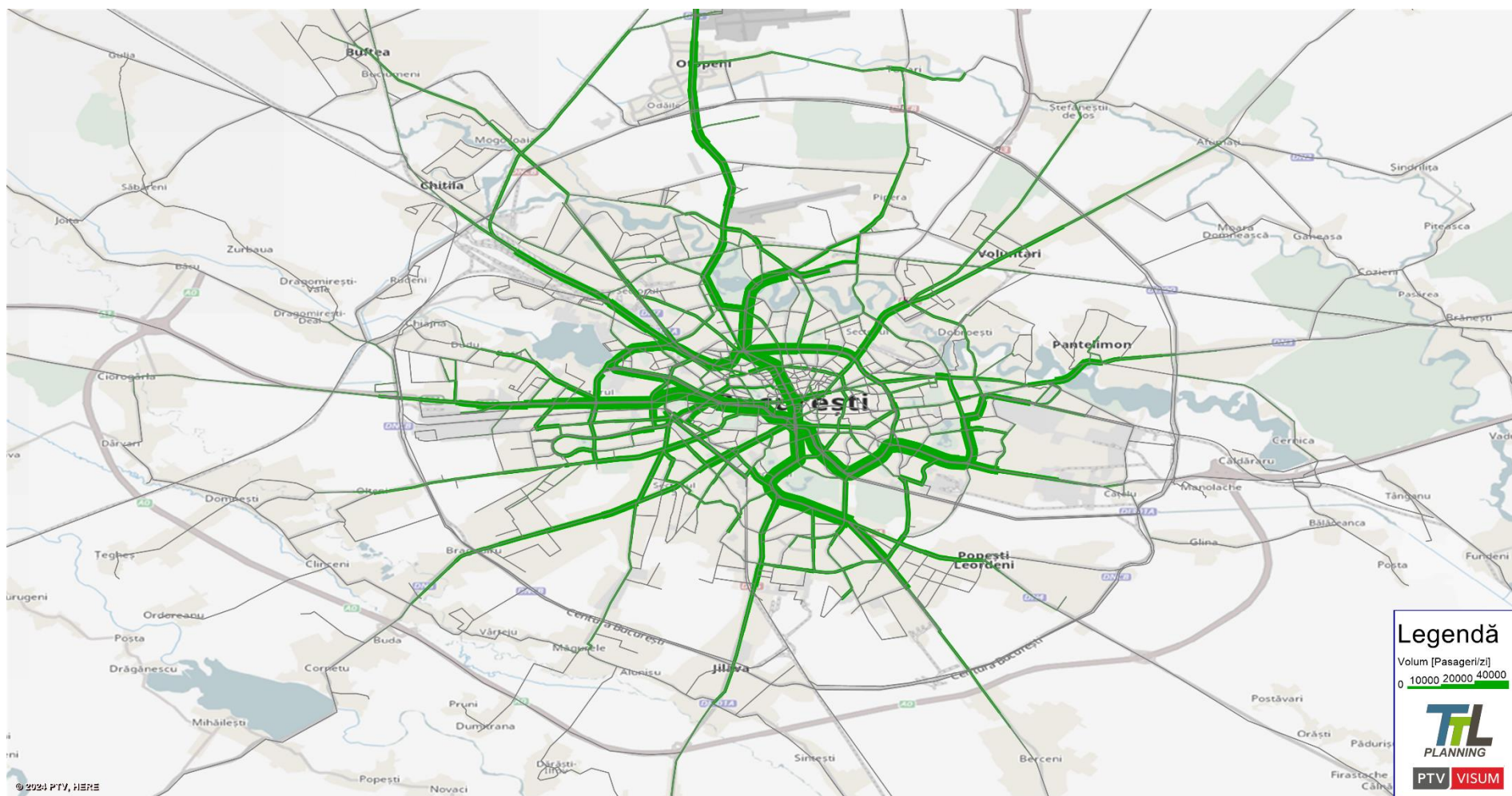


FIGURA 5-17 VOLUME DE TRAFIC ZILNIC – TRANSPORT PUBLIC [PASAGERI/ZI] - 2023



5.5. MODELELE DE PROGNOZĂ

Modelul scoate în evidență deficiențele rețelei de transport în anul de bază, dar și problemele care vor apărea în viitor sau modul în care acestea pot fi rezolvate în diferite scenarii de intervenție asupra rețelei și serviciilor asociate. Pentru a face aceste evaluări, modelul include matricele dezvoltate pentru anii de prognoză stabiliți, fiind astfel evaluată cererea de transport viitoare. Pașii dezvoltați în cadrul anului de bază al modelului conform situației existente au fost rulați din nou ținând seama de proiecția în viitor a datelor de intrare relevante. Pentru evaluarea scenariilor din viitor s-au folosit următoarele surse de date:

- Planuri urbanistice zonale
- Studii de trafic
- Studii de fezabilitate aflate în desfășurare sau recent încheiate
- Alte planuri și strategii de dezvoltare

Pe lângă anul de bază al modelului, au fost codificate scenariile de referință (business as usual) și scenarii de evaluare a scenariilor de mobilitate dezvoltate în cadrul Planului de Mobilitate Urbană Durabilă pentru Regiunea București – Ilfov 2.0. Aceste scenarii conțin matricele de cerere pentru toate modurile de transport dezvoltate în model, procedurile de calcul relevante și procedurile prin care sunt extrase indicatorii de performanță și evaluare relevanți.

Pentru analizele de prognoză au fost dezvoltate două scenarii de referință („business as usual”) pentru orizontul de timp 2030 și pentru anul de perspectivă 2040, plecând de la anul de bază 2023, asupra căruia au fost aplicați factorii de prognoză matricelor de transport.

Astfel, scenariile de referință reprezintă modele care țin cont de dezvoltarea socio-economică și urbanistică prognozată pentru anii 2030 și 2040 și reprezintă puncte de plecare în analiza impactului scenariilor de mobilitate pentru fiecare dintre orizonturile de prognoză la care se vor raporta beneficiile obținute în diverse scenarii de investiție analizate.

Scenariile de referință țin seama de proiectele mature care se află deja în curs de implementare, astfel că din punct de vedere al rețelei de infrastructuri urbane, scenariile de referință țin seama de lucrările de reabilitare ale Pasajului Grant, de construirea drumului Valea Largă și a pasajelor de pe inelul median din sectorul 4. Acestea cuprind de asemenea lucrări de mentenanță și întreținere a infrastructurii rutiere, care să mențină caracteristicile rutiere la nivelul celor actuale. Astfel, matricele de cerere pentru anii de prognoză depind de matricele calibrate din modelul de transport pentru anul de bază, de factorii de creștere și de influența noilor dezvoltări urbane deja prevăzute, fiind asigurată robustețea rezultatelor. Această metodă este una general acceptată în domeniu, oferind un instrument de analiză comparativă între diversele scenarii de lucru și care oferă totodată un grad de încredere crescut.

Matricele de cerere pentru anii de prognoză se realizează pe baza matricelor anului de bază și a zonificării modelului de transport asupra cărora s-au aplicat prognoze ale populației. Aceste prognoze sunt realizate pe baza datelor statistice privind evoluția populației, ținându-se totodată cont de planurile urbanistice aprobate și dezvoltările în curs de realizare, de tendințele de creștere a gradului de motorizare, dar și de apariția unor noi locuri de muncă sau alte puncte de interes. În modelul de transport s-au actualizat atributele specifice ale sistemului de zonificare, modelul fiind rulat cu noile date.

Matricele de prognoză au fost generate în urma rulării procedurilor de generare și distribuție a deplasărilor și a recalculării matricelor de impedanță ale rețelei. Matricea origine-destinație

pentru anii de prognoză depinde astfel de matricele calibrate din modelul de transport și de factorii de creștere. Factorii de creștere s-au constituit pe baza prognozelor demografice și socio-economice, dar și pe baza influențelor în traficul generat la nivel metropolitan al localităților și județelor țării. Rezultatele prognozelor se regăsesc în tabelul de mai jos.

TABELUL 26 EVOLUȚIA ÎN TIMP A CERERII TOTALE DE TRANSPORT

An	2023 – BY		2030 – RS		2040 – RS	
	Deplasări (perechi OD)	Repartiție modală	Deplasări (perechi OD)	Repartiție modală	Deplasări (perechi OD)	Repartiție modală
Bicicleta	167.322	3.69%	172.457	3.20%	213.034	3.09%
Autoturism	1.961.410	43.29%	2.520.275	46.77%	2.957.494	42.92%
Mers pe jos	338.487	7.47%	372.076	6.91%	453.244	6.58%
Taxi	54.181	1.20%	58.927	1.09%	82.493	1.20%
Transport Public	2.009.320	44.35%	2.264.555	42.03%	3.185.086	46.22%
Total	4.530.720	100.00%	5.388.290	100.00%	6.891.351	100.00%

Pe termen mediu și lung se identifică o tendință de creștere accentuată a mobilității generale. Cu toate acestea se constată o reducere a cotei modale a deplasărilor nemotorizate și o creștere a cotei de utilizare a autoturismului, ceea ce ridică probleme privind impactul mobilității locale asupra mediului, a sănătății și siguranței populației.

Alocarea pe itinerarii a cererii de mobilitate pe itinerarii în cei doi ani de prognoză se prezintă conform imaginilor de mai jos.

FIGURA 5-18. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – AUTOTURISM [VEH/ORĂ] – 2030

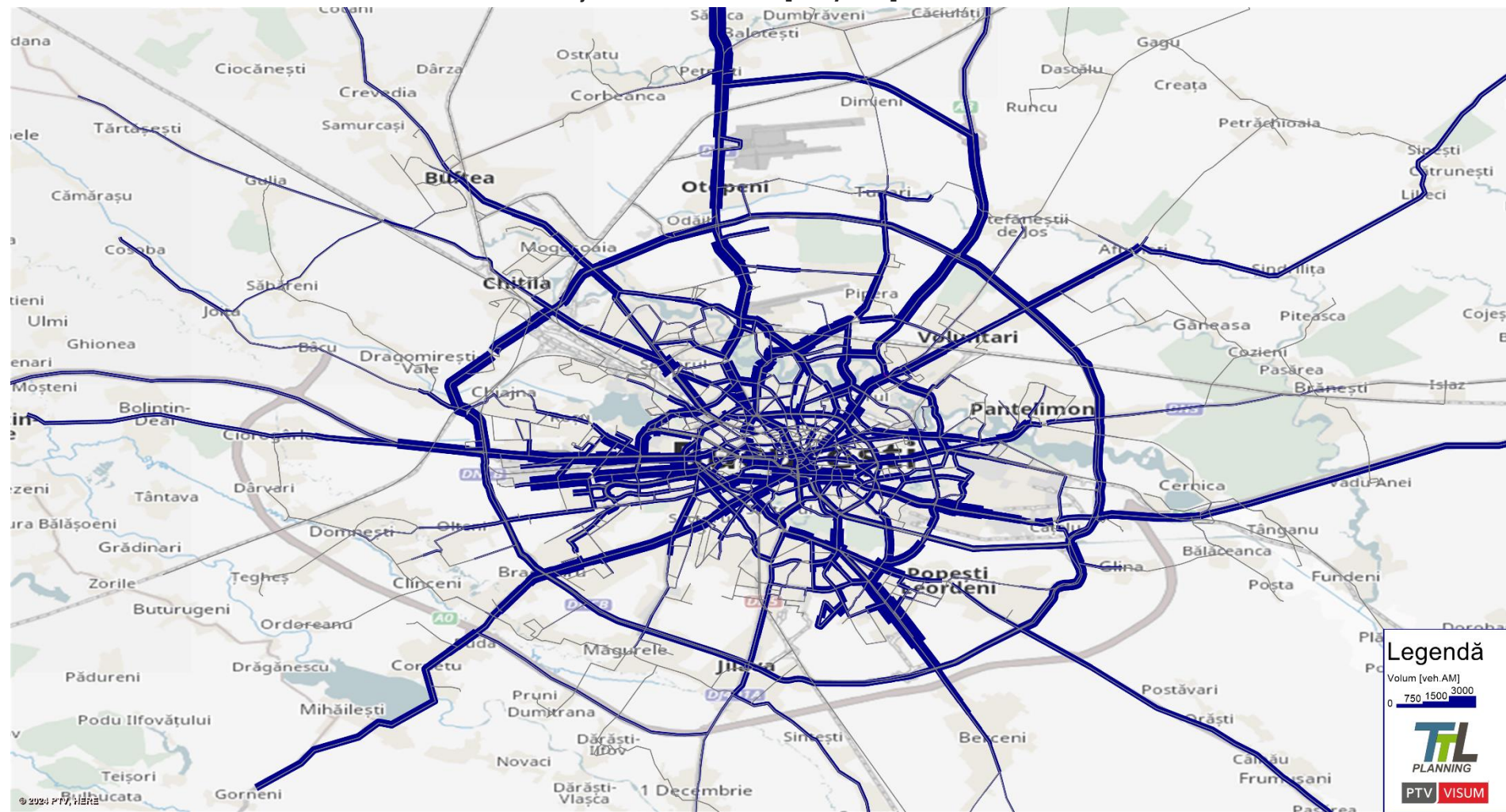


FIGURA 5-19. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – AUTOTURISM [VEH/ORĂ] – 2040

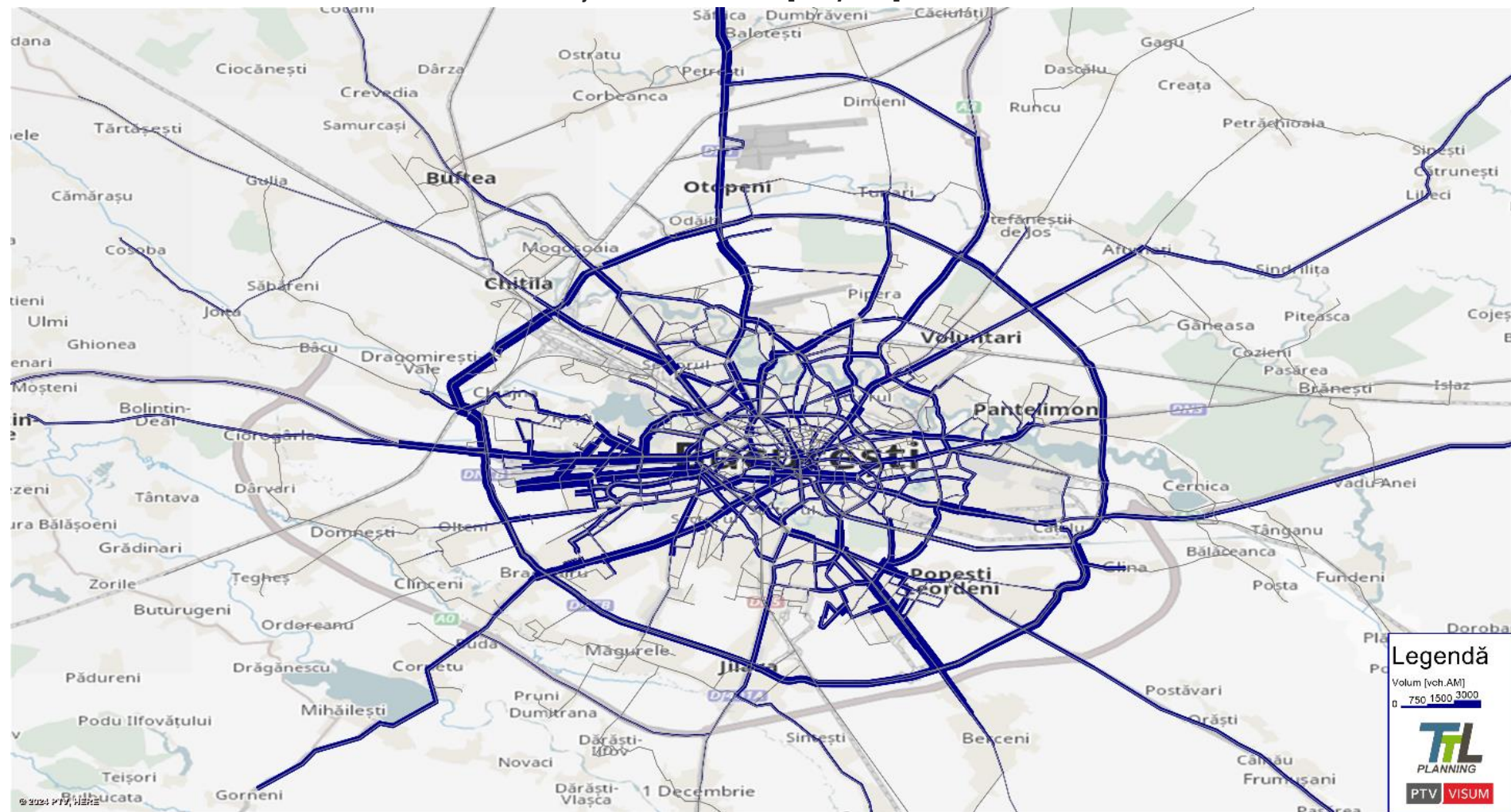


FIGURA 5-20. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – VEHICULE GRELE DE MĂRFĂ [VEH/ORĂ] – 2030

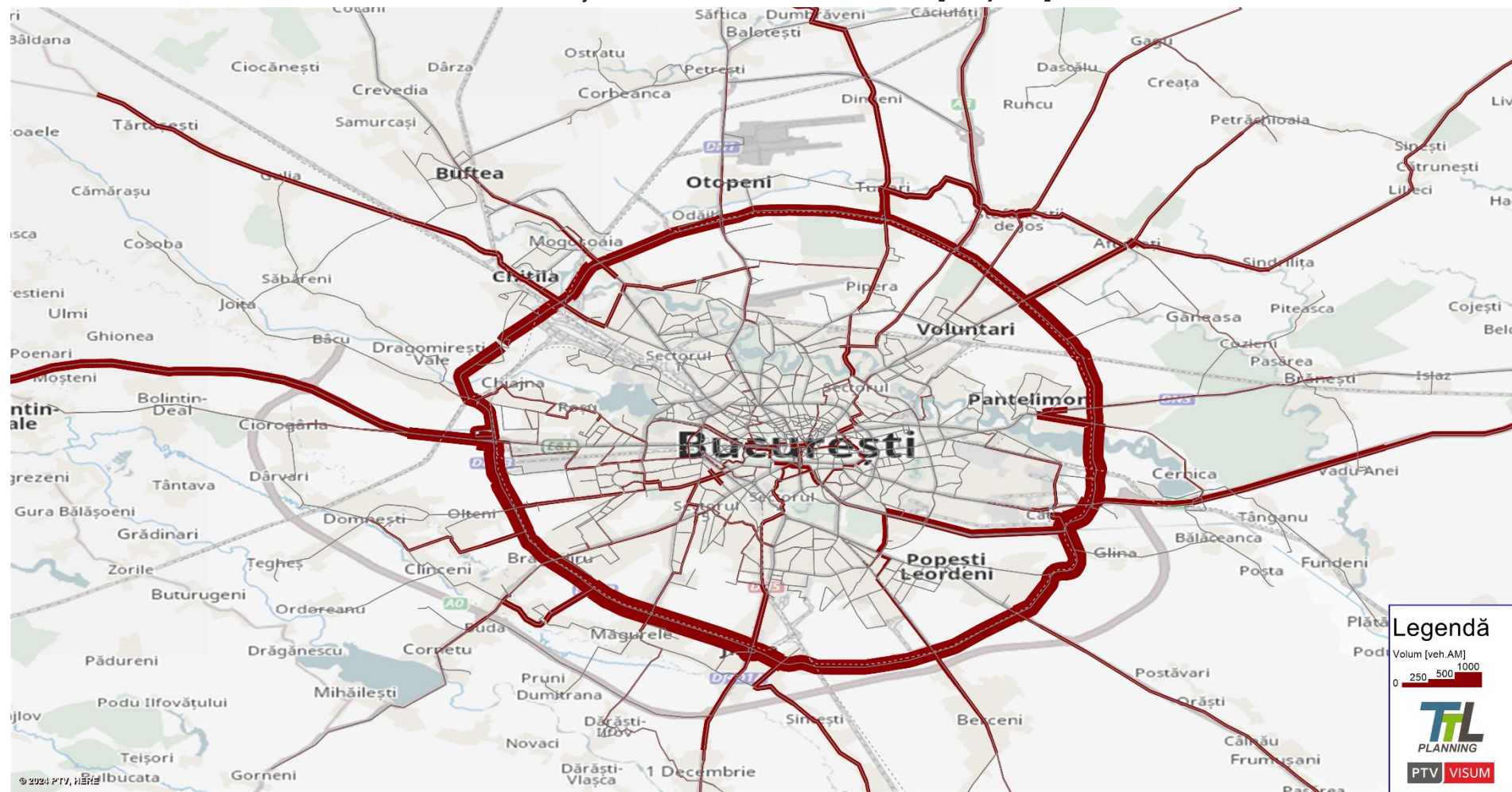


FIGURA 5-21. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – VEHICULE GRELE DE MĂRFĂ [VEH/ORĂ] – 2040

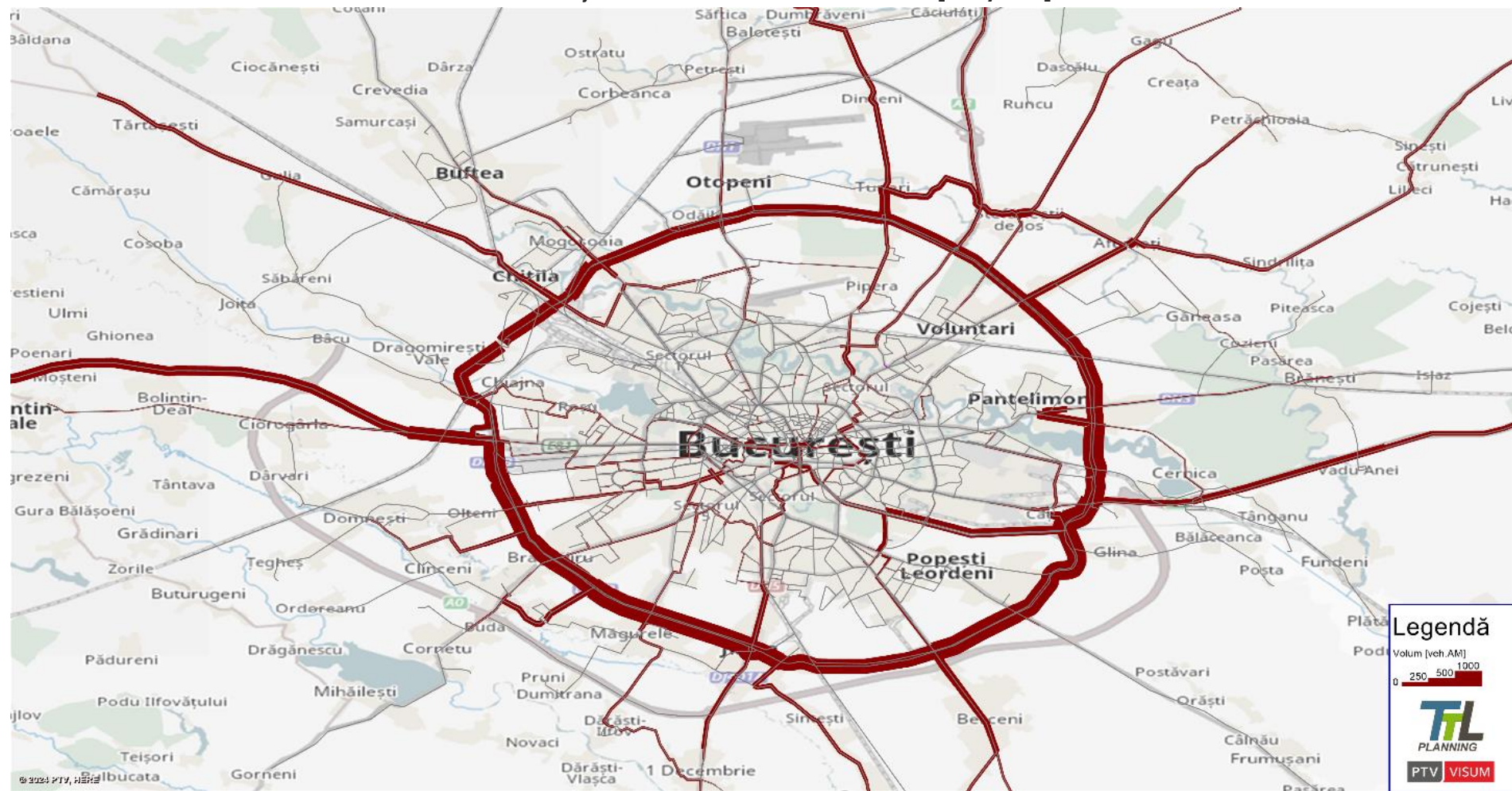


FIGURA 5-22. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – VEHICULE UȘOARE DE MARFĂ [VEH/ORĂ] – 2030

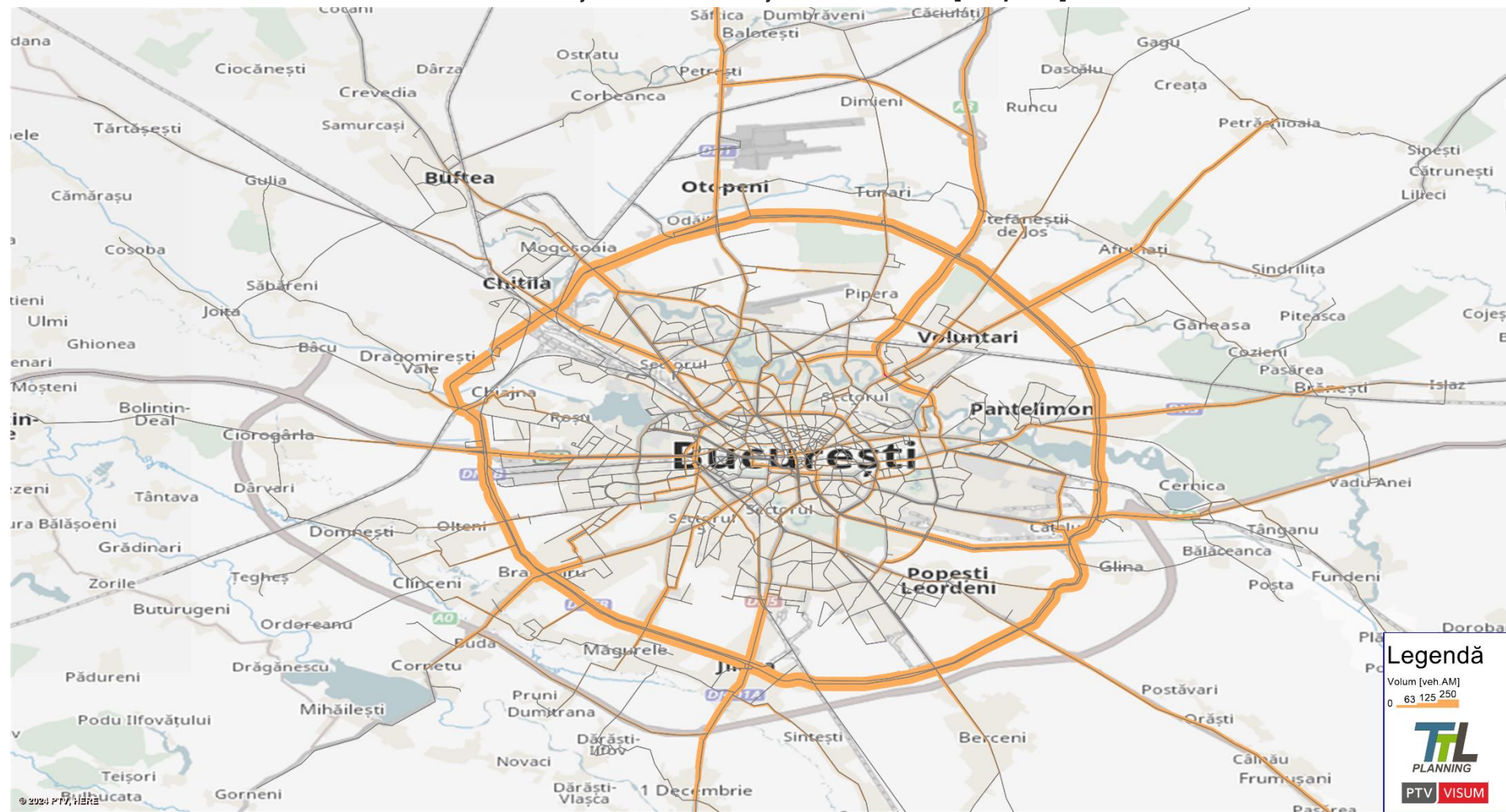


FIGURA 5-23. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – VEHICULE UȘOARE DE MARFĂ [VEH/ORĂ] – 2040

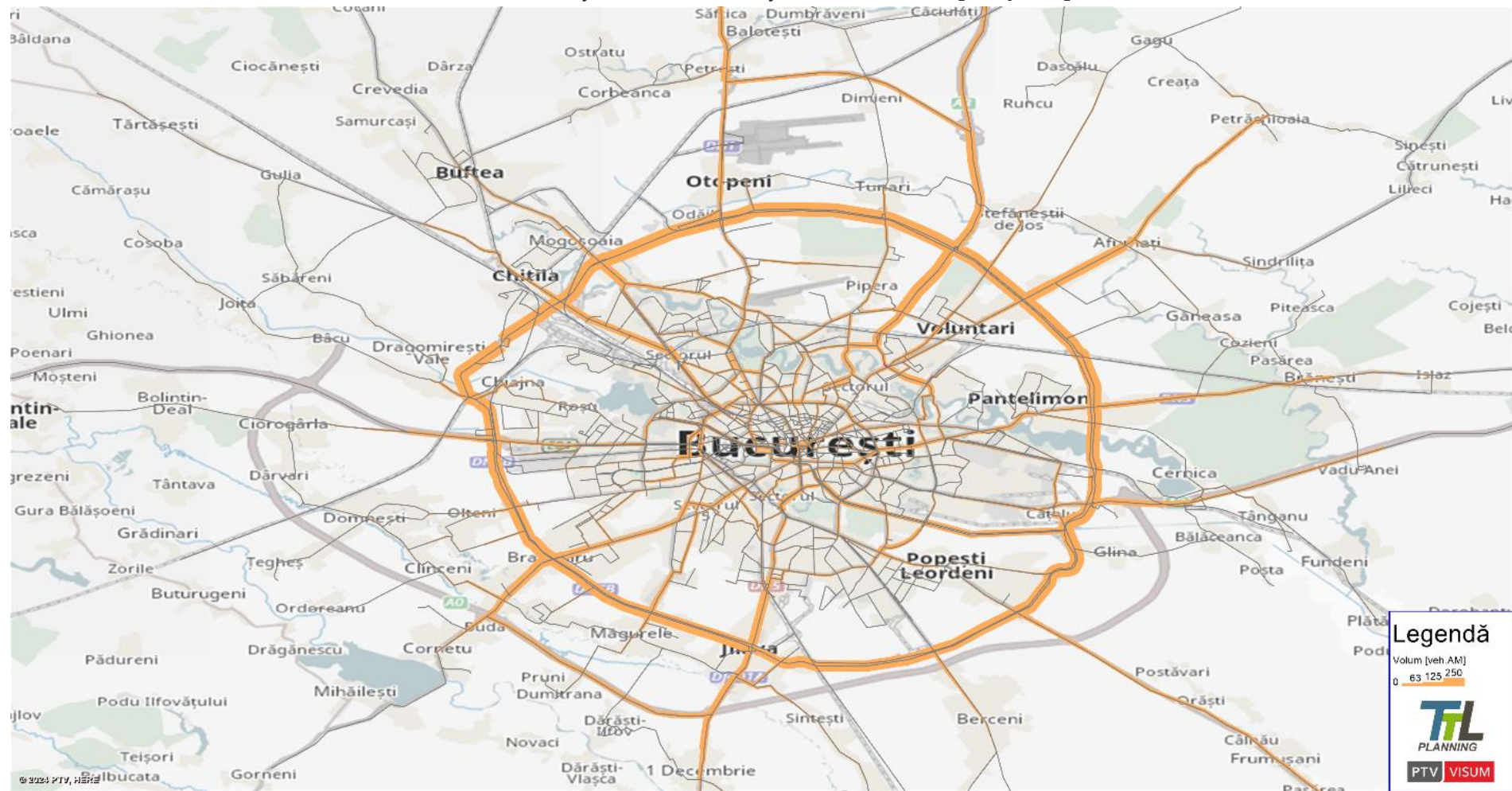


FIGURA 5-24. NIVELUL DE SERVICIU AL REȚELEI LA ORA DE VÂRF AM – 2030

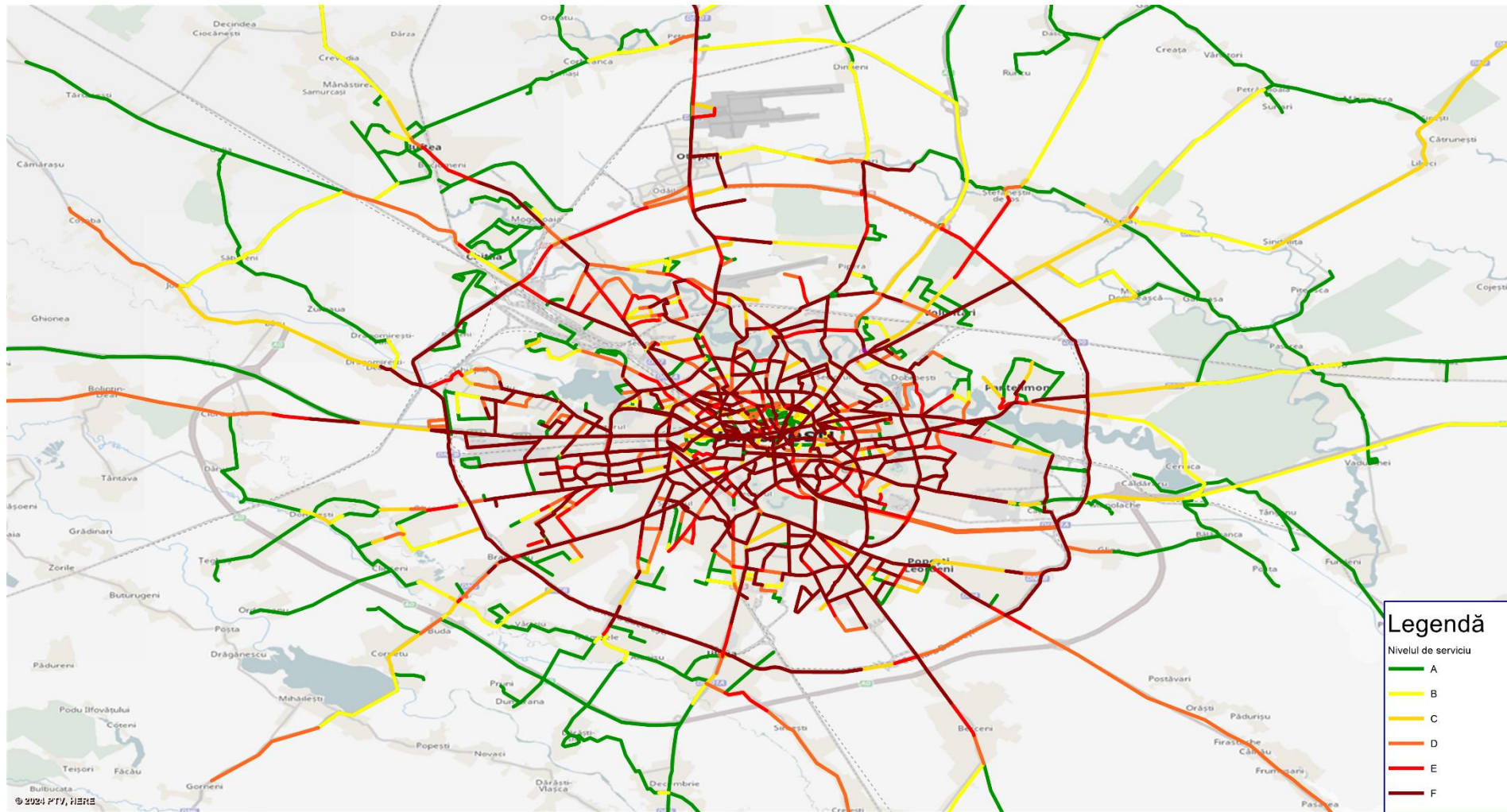


FIGURA 5-25. NIVELUL DE SERVICIU AL REȚELEI LA ORA DE VÂRF AM – 2040

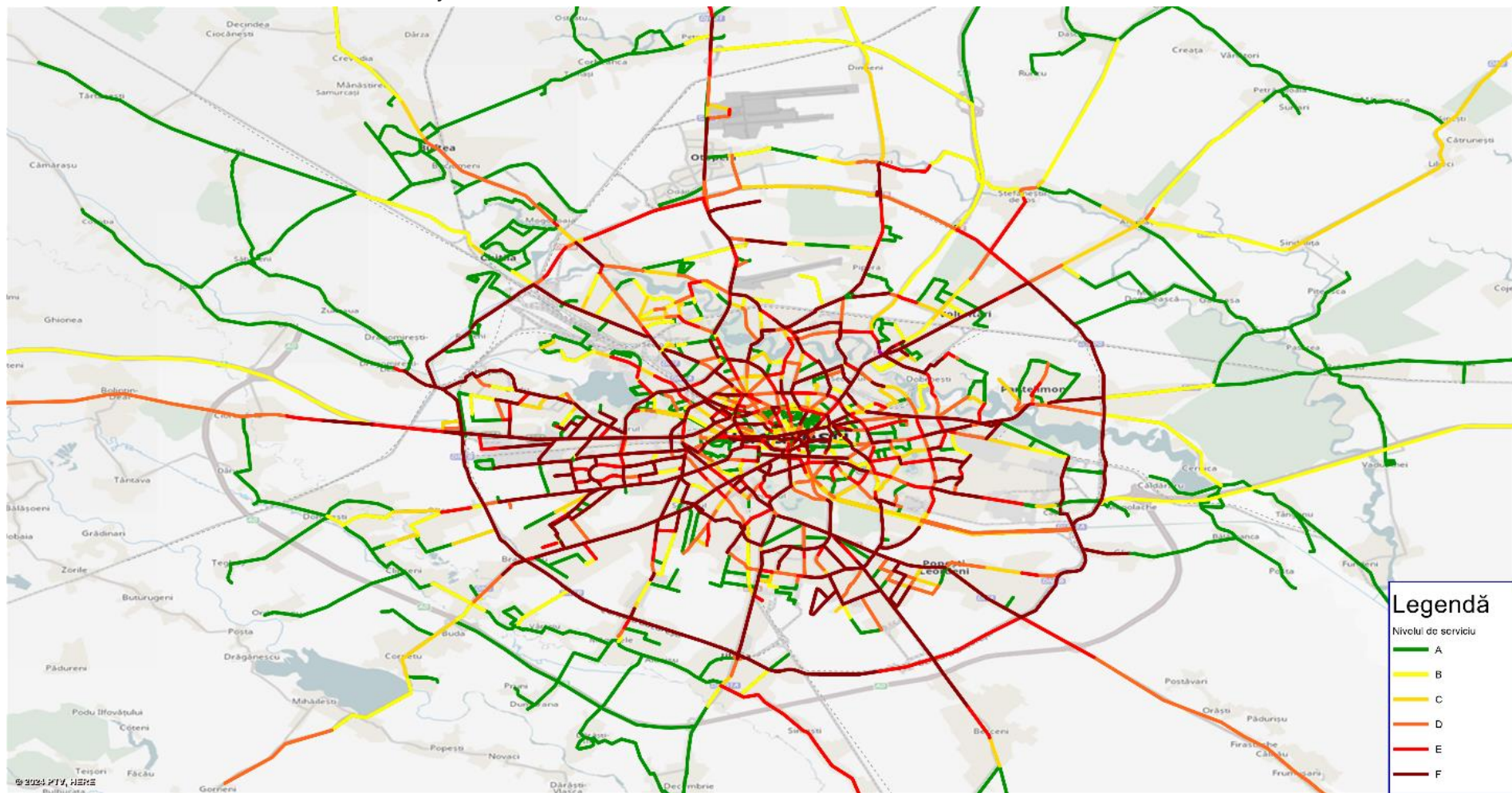


FIGURA 5-26. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – TRANSPORT PUBLIC [PASAGERI/ZI] – 2030

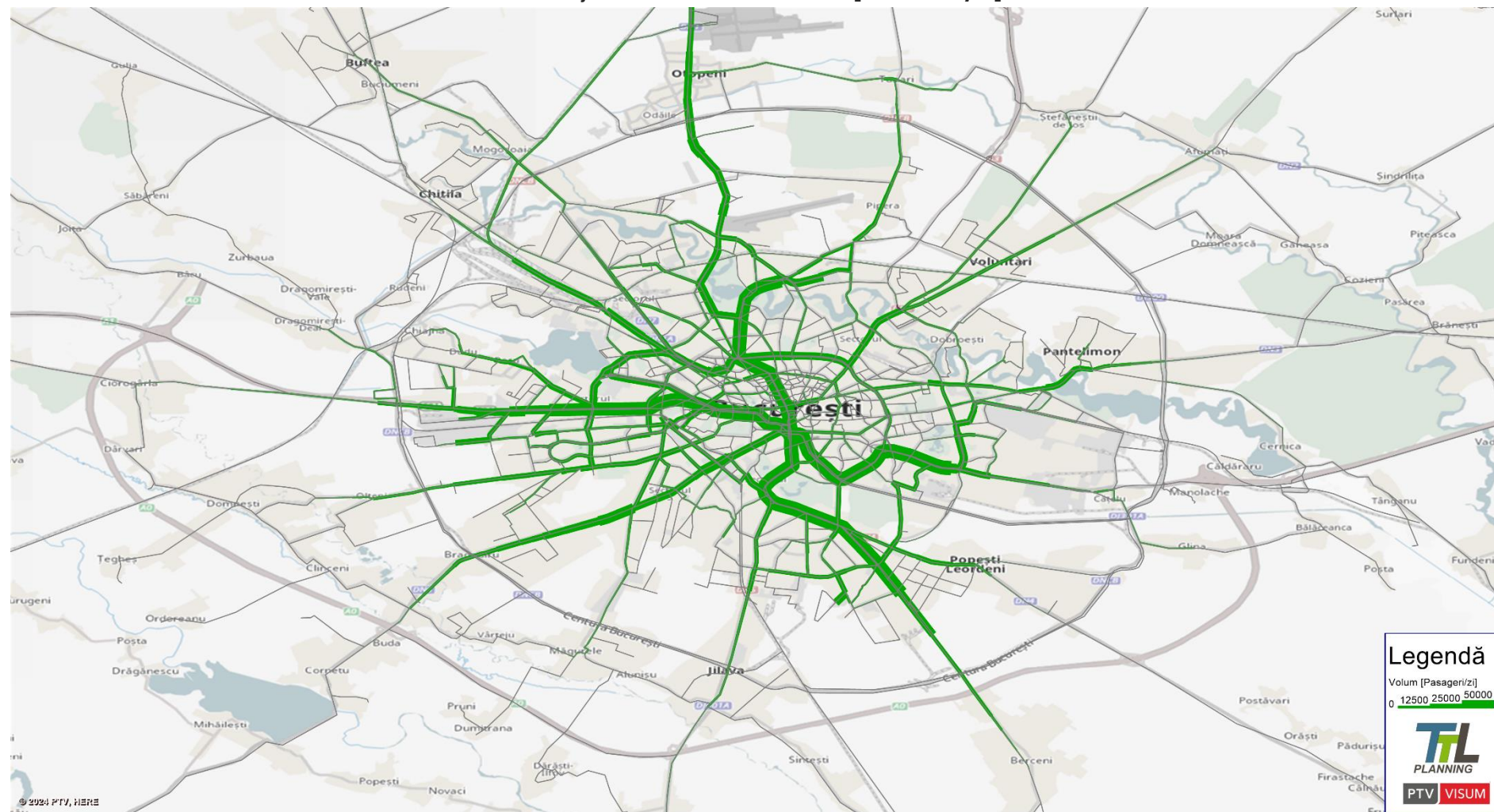
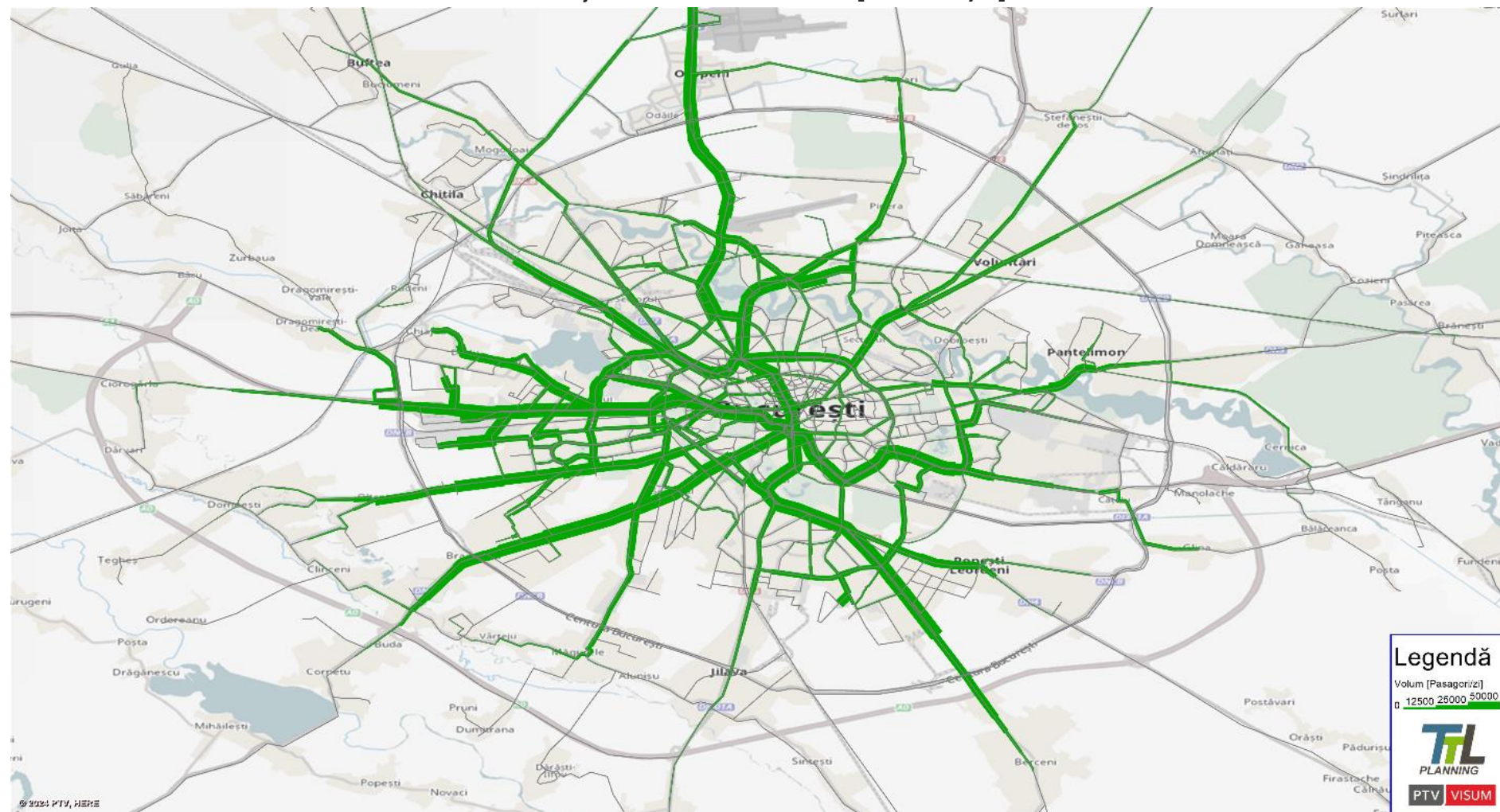


FIGURA 5-27. ALOCAREA CERERII DE TRANSPORT PE REȚEA – TRANSPORT PUBLIC [PASAGERI/ZI] – 2040



5.6. ELASTICITATEA MODELULUI DE TRANSPORT

În tabelul de mai jos este prezentat un studiu empiric realizat pentru testul de elasticitate al modelului de repartiție modală. Acesta are ca scop testarea sensibilității modelului la schimbări. A fost observat faptul că atunci când costul asociat transportului privat suferă o creștere de 1.5 ori comparativ cu situația existentă, schimbarea modală dintre sistemul de transport privat către cel public se observă a fi de aproximativ 2%. În ambele scenarii a fost utilizată aceeași rețea de transport, fără nicio intervenție.

TABELUL 27 TESTAREA ELASTICITĂȚII MODELULUI

Moduri	Cererea de transport [deplasări/zi]			
	Scenariul Renew-2040		Scenariul Renew-2040 (costul deplasărilor efectuate cu sistemul de transport privat crescut de 1.5 ori)	
Bike	231.783	3.36%	236.665	3.43%
PrT	2.680.194	38.89%	2.526.193	36.66%
Walk	478.544	6.94%	483.552	7.02%
Taxi	83.258	1.21%	87.138	1.26%
PuT	3.417.570	49.59%	3.557.802	51.63%
Total	6.891.350	100.00%	6.891.350	100.00%

FIGURA 5-28 CALCULUL COSTULUI ASOCIAT TRANSPORTULUI PRIVAT PENTRU ANUL 2040 – VALOARE DE BAZĂ

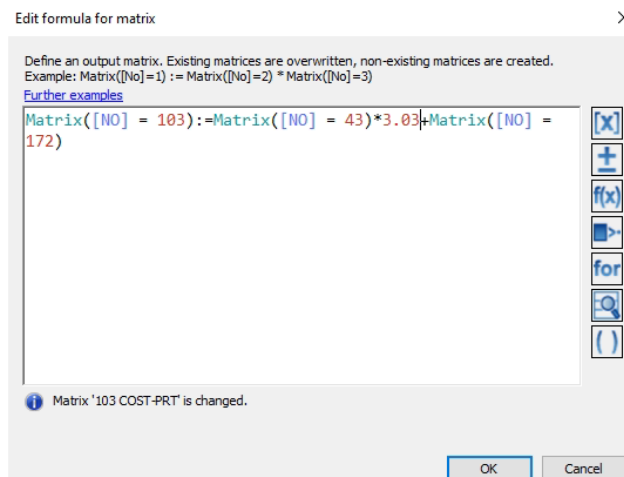


FIGURA 5-29 CALCULUL COSTULUI ASOCIAT TRANSPORTULUI PRIVAT PENTRU ANUL 2040 – VALOARE CRESCUTĂ

