CONSILIUL LOCAL AL MUNICIPIULUI
CLUJ-NAPOCA

HOTĂRÂRE

privind aprobarea Studiului de oportunitate pentru achiziționarea mijloacelor de transport public – autobuze electrice cu baterie și cu pile de combustie (Cu H_2)

Consiliul local al municipiului Cluj-Napoca întrunit în şedinţă ordinară,

Examinând proiectul de hotărâre privind aprobarea Studiului de oportunitate pentru achiziționarea mijloacelor de transport public – autobuze electrice cu baterie și cu pile de combustie (Cu H_2) - proiect din inițiativa primarului;

Reținând Referatul de aprobare nr. 43347/18.01.2024 al primarului municipiului Cluj-Napoca, în calitate de inițiator;

Analizând Raportul de specialitate nr. 43369/18.01.2024 al Direcției Generale Comunicare, dezvoltare locală și management proiecte - Serviciul Strategie și dezvoltare locală, management proiecte, al Direcției Economice și al Direcției Juridice, prin care se propune aprobarea Studiului de oportunitate pentru achiziționarea mijloacelor de transport public – autobuze electrice cu baterie și cu pile de combustie (Cu H_2);

Reținând prevederile Strategiei Integrate de Dezvoltare Urbană (S.I.D.U.), pentru perioada 2021-2030, aprobată prin Hotărârea nr. 1/2022 și a Planului de Mobilitate Urbană Durabilă (P.M.U.D) pentru perioada 2021-2030, aprobat prin Hotărârea nr. 2/2022;

Ținând cont de prevederile Ghidului Solicitantului „Utilizarea crescută a transportului public și a altor forme de mobilitate urbană ecologice (Mobilitate urbană) - Municipii reședință de județ" - POR NV;

Văzând avizul comisiei de specialitate;

Potrivit dispoziţiunilor art. 129, 133 alin. (1), 139 şi 196 din O.U.G nr. 57/2019 privind Codul administrativ, cu modificările şi completările ulterioare,

HOTĂRĂŞTE:

Art.1. Se aprobă Studiul de oportunitate pentru achiziționarea mijloacelor de transport public – autobuze electrice cu baterie și cu pile de combustie (Cu H_2), conform Anexei care face parte integrantă din prezenta hotărâre.

Art.2. Cu îndeplinirea prevederilor hotărârii se încredinţează Serviciul Strategie și dezvoltare locală, management proiecte.

Preşedinte de şedinţă,
Ec. Dan Ștefan Tarcea

ROMÂNIA
Jud. Cluj, Mun. Cluj-Napoca
CONSILIUL LOCAL

Contrasemnează:
Secretarul general al municipiului,
Jr. Aurora Roșca

Nr. 46 din 22 ianuarie 2024
(Hotărârea a fost adoptată cu 23 voturi)

CONSILIUL LOCAL AL MUNICIPIULUI CLUJ-NAPOCA

Anexă la Hotărârea nr. 416 /2024



STUDIU DE OPORTUNITATE

REFERITOR LA ACHIZIȚIONAREA MIJLOACELOR DE TRANSPORT PUBLIC

-

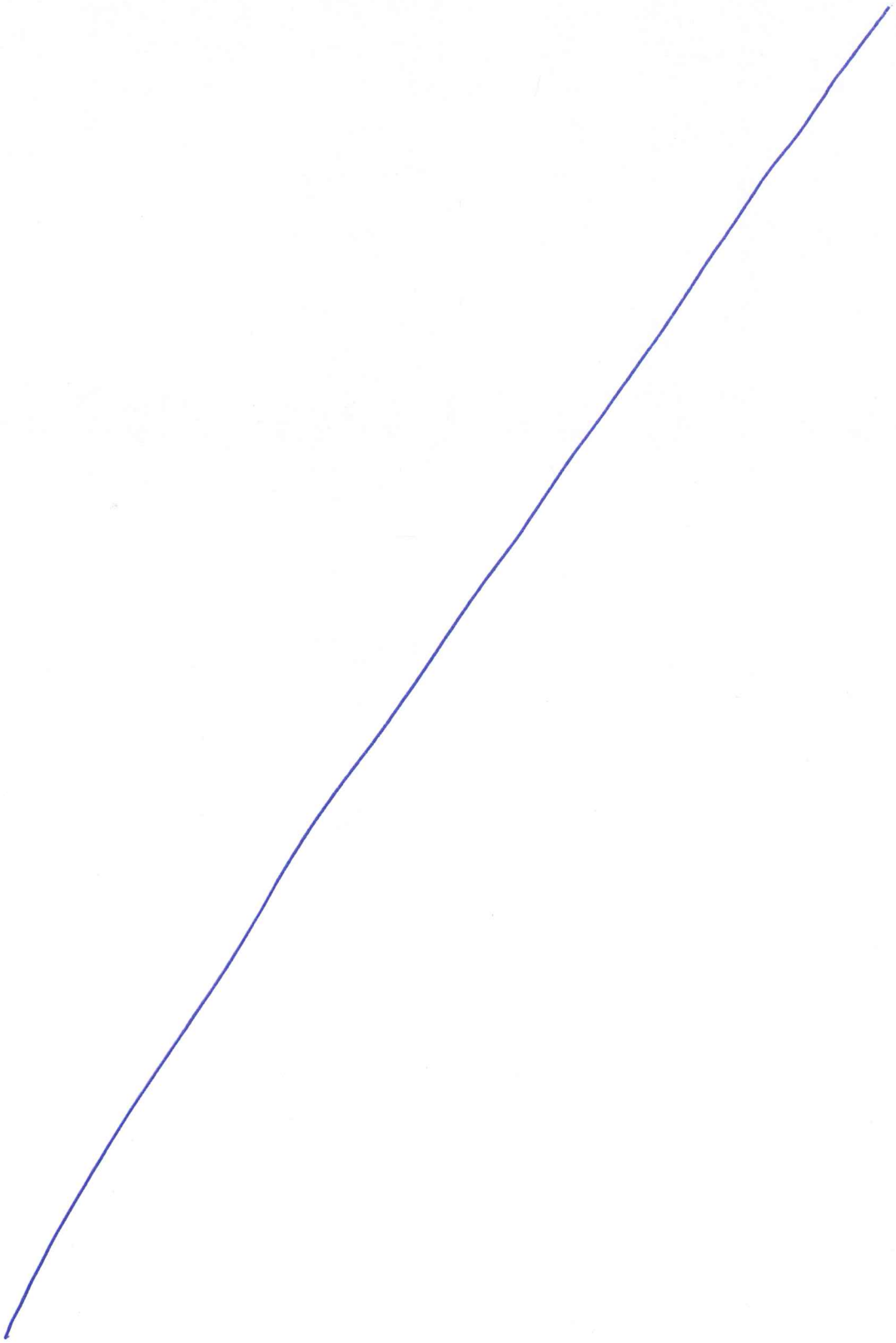
AUTOBUZE ELECTRICE CU BATERIE ȘI CU PILE DE COMBUSTIE (CU H_2)

2023

ROMÂNIA
Jud. Cluj, Mun. Cluj-Napoca
CONSILIUL LOCAL

ASOCIAȚIA DE DEZVOLTARE INTERCOMUNITARĂ
ZMC
ZONA METROPOLITANĂ CLUJ

UNIVERSITATEA TEHNICĂ



Cuprins

Abrevieri 5

1 Date generale privind investiția propusă 8

1.1 Denumirea obiectivului de investiții 8

1.2 Localizarea obiectivului de investiții 8

1.3 Titularul și beneficiarul investiției 8

1.4 Elaboratorul studiului de oportunitate 9

2 Situația existentă relevantă pentru investițiile propuse 11

2.1 Caracteristicile infrastructurii folosite 11

2.2 Principalele mijloace de transport utilizate 12

2.3 Condițiile de garare ale mijloacelor de transport 18

2.4 Trasee utilizate de mijloacele de transport 19

2.5 Analiza facilităților de întreținere pentru mijloacele de transport 27

2.6 Sistemul de management al traficului și e-ticketing 30

2.7 Managementul exploatării mijloacelor de transport public 33

3 Identificarea problemelor specifice 39

3.1 Prezentarea problemelor specifice la care răspunde proiectul 39

3.2 Necesitatea și oportunitatea promovării investiției 45

4 Scenariile tehnico-economice de atingere a obiectivelor proiectului de investiție 57

4.1 Comparație soluții tehnologice 57

4.1.1 Soluția tehnologică: autobuze clasice 57

4.1.2 Soluția tehnologică: autobuze electrice 67

4.2 Avantajele soluției recomandate 74

5. Caracteristicile și specificațiile tehnice ale tipului de autobuz de achiziționat: autobuzul electric 77

6. Analiza eficienței studiului de oportunitate 92

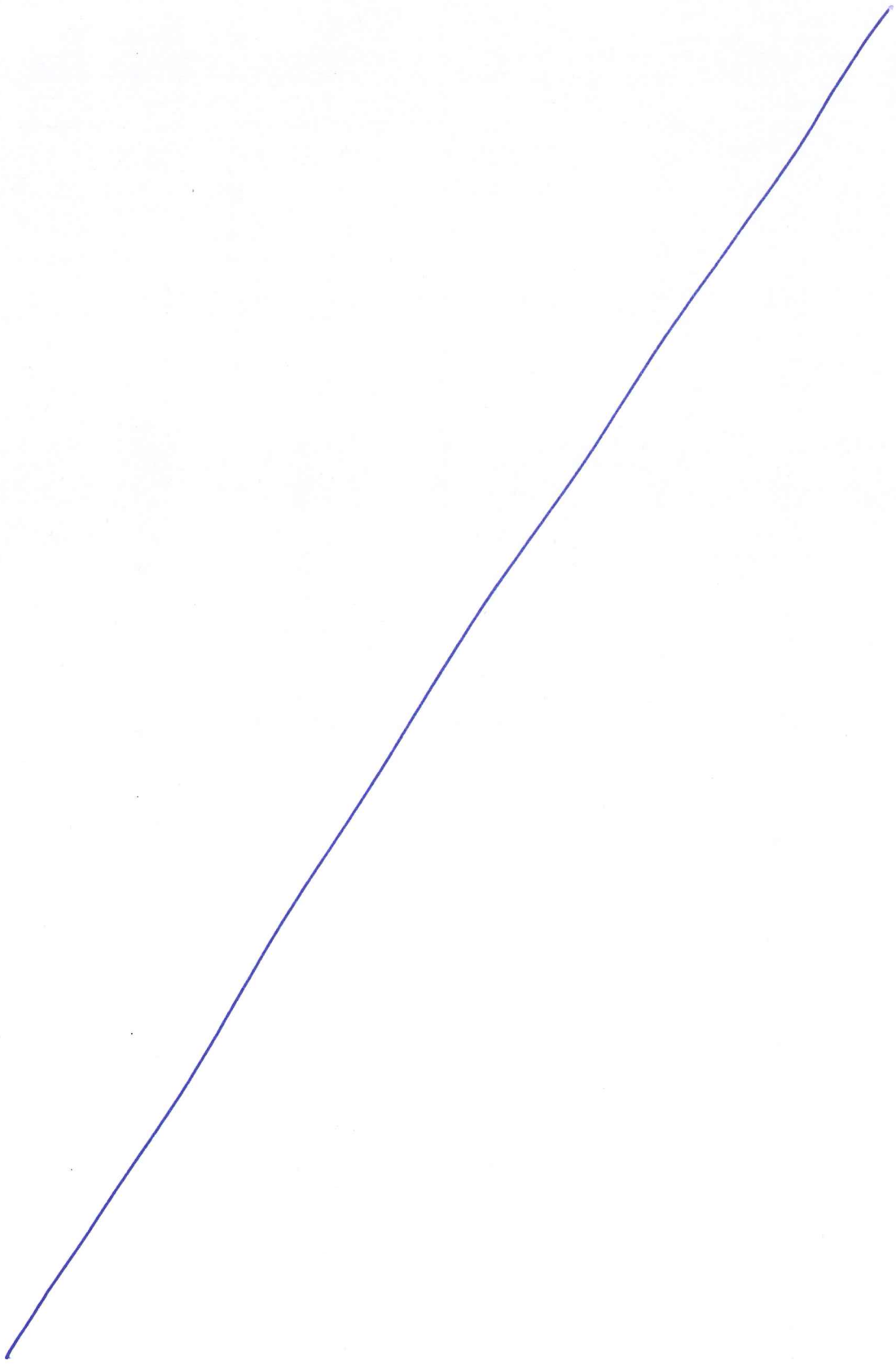
6.1 Analiza cost-beneficiu 92

6.1.1 Metodologia de analiză cost-beneficiu 92

6.1.2 Obiectivul analizei cost-beneficiu 96

6.1.3 Indicatorii financiari ai investiției 121

6.2 Analiza multicriterială 126



Abrevieri

ABS	Anti-lock Braking System
AFER	Autoritatea Feroviară Română
AC	Aer Condiționat
AC	Curent Alternativ
ASR	Anti Slide Rotation
AVL	Automatic Vehicle Location
BEV	Battery Electric Vehicle
CAN	Controller Area Network
CE-CEE	Comunitatea Economică Europeană
CEE-ONU	Comisia Economică a Națiunilor Unite pentru Europa
CGMT	Computerul Gestiune și Management Trafic
CIV	Cartea de Identitate a Vehiculului
CoC	Certificatul de Conformitate
CTP	Compania de Transport Public Cluj-Napoca SA
DC	Curent Continuu
DDP	Delivered Duty Paid
DLV	Dispozitiv Limitator de Viteză
EBS	Electronic Braking System
EEA	European Economic Area
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory
EV	Electrical Vehicle
GHG	Green House Gas
GIS	Geographic Information System
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSM	Global System for Mobile Communications

IBIS	Integrated on-Board Information Systems sau echivalent
ICIA	Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică
IGBT	Insulated-Gate Bipolar Transistor
ITP	Inspecție Tehnică Periodică
IT	Information Technology
ITS	Intelligent Transportation Systems
LCC	Life Cycle Costing
LED	Light Emitting Diode
LN	Indicator de zgomot pentru noapte
LZSN	Indicator de zgomot pentru zi-seară-noapte
OBD	On-Board Diagnostics
OMS	Organizația Mondială a Sănătății
PAFS	Poliester Armat cu Fibră de Sticlă
PC	Personal Computer
PMUD	Planul de Mobilitate Urbană Durabilă
POR	Programul Operațional Regional
PTM	Public Transport Management
RAR	Registrul Auto Român
RCA	Răspundere Civilă Auto
SDV	Scule Dispozitive Verificatoare
SIGDE	Sistemul Integrat de Gestiune și Diagnosticare Electronică
SMS	Short Message Service
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TIC	Tehnologia Informației și Comunicațiilor
UE	Uniunea Europeană
UITP	L'Union Internationale des Transports Publics
UPS	Uninterruptible Power Supply
URTP	Uniunea Română de Transport Public

USB	Universal Serial Bus
UTC	Urban Traffic Control
UTCN	Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca
UV	Radiații ultraviolete
Vca	Tensiune alternativă
Vcc	Tensiune continuă
VIN	Vehicle Identification Number
WLAN	Wireless Local Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network
ZeEUS	Zero Emission Urban Bus System

1 Date generale privind investiția propusă

1.1 Denumirea obiectivului de investiții

Investiția propusă constă în înlocuirea vechilor mijloace de transport ale sistemului urban de transport de călători echipate cu motoare diesel, existente în exploatarea CTP Cluj-Napoca SA, cu mijloace de transport moderne de călători (autobuze standard și articulate) dotate cu grup propulsor electric (cu baterie și cu pilă de combustie alimentată cu hidrogen).

1.2 Localizarea obiectivului de investiții

Investiția constă în achiziționarea de autobuze cu grup propulsor electric (31 buc. cu baterie și 25 buc. cu pile de combustie alimentate cu hidrogen), ce fac parte dintr-un acord cadru major ce prevede achiziția totală a 40 autobuze electrice cu baterie și 40 autobuze electrice cu pilă de combustie cu hidrogen și care vor fi exploatate în sistemul de transport public în comun din municipiul Cluj-Napoca astfel:

- **autobuzele electrice cu baterii pe liniile: 35, 46B, 24B**
- **autobuzele electrice cu pilă de combustie cu hidrogen pe liniile: 21, 31, 36B, 52**

1.3 Titularul și beneficiarul investiției

Titularul investiției este Asociația de Dezvoltare Intercomunitare – Zona Metropolitană Cluj, cu sediul central situat în Municipiul Cluj-Napoca, iar beneficiarul investiției este Compania de Transport Public în comun, CTP Cluj-Napoca SA având sediul central situat în Cluj-Napoca, bulevardul 21 Decembrie 1989 nr. 128-130, în calitate de operator al serviciului de transport public de călători (contract de delegare 42/29.12.2018 încheiat între ADI-asociația Metropolitană de Transport Public Cluj și CTP-Compania de Transport Public pe baza HCL 1124/2018 – Hotărâre privind aprobarea studiului de oportunitate, a modalității de atribuire a contractului de delegare, a proiectului contractului de delegare a gestiunii serviciului de transport public local de persoane, avizarea Regulamentului și a Caietului de Sarcini pentru efectuarea serviciului de transport public local de persoane prin curse regulate pe raza municipiului Cluj-Napoca).

Compania CTP Cluj-Napoca SA este subordonată Primăriei Municipiului Cluj-Napoca și prestează servicii către populație, principala activitate fiind transportul de persoane în municipiul Cluj-Napoca. Compania CTP Cluj-Napoca SA este membră a Uniunii Române de Transport Public (URTP) (asociată la Uniunea Internațională de Transport Public cu sediul în Bruxelles) fiind de asemenea operatorul de transport public în comun înființat de Consiliul Local Cluj- Napoca care operează toate rutele de pe raza municipalității.

Experiența actuală a CTP Cluj-Napoca SA privind reducerea consumurilor energetice ale mijloacelor de transport în comun și promovarea unui transport ecologic este în linii mari următoarea:

- 2005 - Proiect de cercetare privind utilizarea biocombustibilului în alimentarea mijloacelor de transport în comun desfășurat în colaborare cu Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca (UTCN) și Institutul de Cercetări pentru Instrumentație Analitică (ICIA);
- 2009 - Programul RECODRIVE pentru reducerea consumului de energie prin conducere economică. Prin aplicarea acestui program s-a redus consumul de combustibil convențional cu 8 % și consumul de energie electrica cu 6 % pe parcursul anului 2009. CTP Cluj-Napoca SA a obținut în anul 2010 certificatul RECODRIVE acordat de URTP;
- 2011 - Transformarea a 15 autobuze echipate cu motoare diesel în troleibuze împreună cu ICPE SAERP SA și SC ASTRA BUS SRL (CTP Cluj-Napoca SA a obținut premiul AGIR în domeniul "Ingineria Transporturilor" pentru realizarea acestui lucru);
- Cluj-Napoca este singurul oraș din România care a păstrat și utilizat în cadrul sistemului de transport public în comun mijloace de transport electrice (troleibuze și tramvaie) de la nivelul anului 1989 până în prezent;
- 2018 – introducerea și exploatarea în premieră națională în sistemul urban de călători a autobuzelor electrice tip Solaris Urbino 12E.

1.4 Elaboratorul studiului de oportunitate

Studiul de oportunitate a fost elaborat de o echipă de experți formată din cadre didactice titulare ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca, Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronica si Mecanică, Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi.

Echipa de lucru este formată din : Prof.habil.dr.ing. Bogdan VARGA (coordonator) și membrii: Prof.habil.dr.ing. Florin MARIAȘIU și Ec.dr. Ioana SECHEL

Competențele echipei de experți constau în:

- Realizarea unor studii de fezabilitate în vederea implementării noilor modele de autobuze electrice în sectorul transportului public de călători;
- Realizarea unor studii de fezabilitate în vederea implementării de autobuze autonome în sectorul transportului public de călători;
- Analize complexe cu privire la performanțele autobuzelor electrice;

- Optimizarea alegerii configurației optime ale echipării autobuzelor electrice;
- Stabilirea necesarului de autobuze electrice pentru deservirea unei linii de transport (a unui sistem) și/sau stabilirea punctelor de încărcare rapidă;
- Economii importante prin prisma timpului redus de obținere a rezultatelor primare și a reducerii costurilor alocate acțiunilor de marketing (încercări practice);
- Coordonare de proiecte de cercetare-dezvoltare în domeniul vehiculelor electrice;
- Recunoaștere pe plan național și internațional a rezultatelor academice din domeniu;
- Participarea permanentă la cursuri postuniversitare și dezvoltare profesională;
- Participarea la proiecte de cercetare-dezvoltare đn proiecte europene legate de domeniul transportului sustenabil (Horizon 2020)

Abilitățile echipei de experți constau în:

- Evaluarea performanțelor energetice ale autobuzelor electrice în diferite condiții de trafic și pe diverse tipuri de infrastructură rutieră, specifice mediilor urbane, diferite grupuri propulsoare;
- Dezvoltarea unui management termic al bateriilor în funcție de caracteristicile mediului ambient în care sunt exploatate;
- Dezvoltarea unei configurații optime a echipării autobuzelor electrice pentru operarea pe liniile prestabilite, concept dedicat pentru propulsia electrică a autobuzelor;
- Dezvoltarea unor strategii de exploatare în regim de maximă eficiență energetică, coroborat cu recuperarea de energie cinetică, în vederea creșterii autonomiei acestora.

2 Situația existentă relevantă pentru investițiile propuse

2.1 Caracteristicile infrastructurii folosite

Flota de transport public a CTP Cluj-Napoca SA este compusă din 263 de autobuze, 10 microbuze, 80 troleibuze, 41 de autobuze electrice și 35 de tramvaie (date la 01.11.2021). Aceste mijloace de transport deservesc 61 de linii de transport urbane ce acoperă o distanță totală de 455,8 de kilometrii iar traseele extraurbane sunt deservite cu 27 de linii de transport cu un total de 329,95 de kilometri. În perioada 01.01-01.10.2021 au fost transportați un număr de 74.803.176 de călători cu autobuzele, 28.176.375 de călători cu troleibuzele și 9.676.855 de călători cu tramvaiele (un total de 112.656.406 de călători). Din punct de vedere al distanțelor parcurse pentru aceiași perioadă considerate situația se prezintă astfelȘ 8.130.829,95 km realizați cu autobuzele, 3585680,50 km realizați cu troleibuzele și 631.775 km realizați cu tramvaiele[1].

Sumele alocate de autoritățile locale în anul 2019 au fost de 43,7 milioane de lei - Primăria Cluj-Napoca și 15,5 milioane de lei - primăriile celorlalte localități din zona metropolitană, în condițiile în care tot la nivelul anului 2019, compania CTP a înregistrat încasări directe de la populație în valoare de peste 62 de milioane de lei. Numărul călătoriilor a crescut de la an la an, iar în urma preluării transportului în zona metropolitană, numîrul călătoriilor a crescut cu circa 8,9%, iar veniturile realizate din zona metropolitană au reprezentat în medie 10,43% din veniturile activității de bază ale ultimilor 4 ani. Compania CTP Cluj-Napoca SA are în prezent 1.308 angajați iar potrivit Planului de Administrare pentru perioada 2020-2023, se propune o creștere a numărului de angajați la 1.415, adică un plus de 107 salariați.

Compania CTP Cluj-Napoca SA operează la ora actuală pe 50 linii de autobuze, 11 linii de troleibuz, respectiv 4 linii de tramvai (figura 2.1). Autobuzele asigură transportul unui procent de 66 % din numărul total de călători transportați, troleibuzele asigură transportul unui procent de 25 % din numărul total de călători transportați, iar tramvaiele asigură transportul unui procent de 9 % din numărul total de călători transportați[2].

Prin datele comunicate de către CTP Cluj-Napoca SA, se menționează existența în parcul auto al companiei a unui număr de 263 de autobuze clasice cu motor diesel (norme de poluate cuprinse între Euro 0 și Euro 6, din care 185 la ora de vârf în zi lucrătoare și 85 în zi nelucrătoare) și 41 de autobuze electrice (din care 26 autobuze electrice la ora de vârf în zi lucrătoare și 15 în zi nelucrătoare), 90 de troleibuze (cu un număr mediu de 65 troleibuze la ora de vârf în zi lucrătoare și 35 buc la ora de vârf în zi nelucrătoare) și un număr de 35 de tramvaie (cu un număr mediu de 17 tramvaie la ora de vârf în zi lucrătoare și 10 tramvaie la ora de vârf în zi nelucrătoare)[2].

[1] http://ctpcj.ro/index.php/ro/despre-noi/evenimente/plan-administrare-ctp/1333 - accesat 25.08.2021

[2] http://www.ctpcj.ro/index.php/ro/

Municipiul Cluj-Napoca este străbătut de 662 km de străzi, din care 443 km sunt echipate cu facilități moderne (structură stradală, echipamente pentru servicii publice etc.). Infrastructura rutieră utilizată de autobuze în municipiul Cluj-Napoca însumează peste 785 de km de linii de transport public în comun. Dispunerea principală a rețelei de autobuze este realizată în conformitate cu structura dezvoltării municipiului Cluj-Napoca, pe un coridor Vest-Est, care leagă cartierul Mănăștur de zona Aurel Vlaicu (aeroport), respectiv pe un coridor Nord-Sud care leagă zona Piața Gării - Zona centrală - Cartierul Zorilor (și zona Calea Turzii)[2]. Prin investițiile efectuate în ultimii ani și preocuparea permanentă a Primăriei municipiului Cluj-Napoca, infrastructura rutieră utilizată pentru transportul în comun este într-o stare generală bună pe toată aria municipiului Cluj-Napoca, majoritatea părților carosabile și a stațiilor de așteptare pentru călători fiind refăcute și modernizate în ultimii ani.

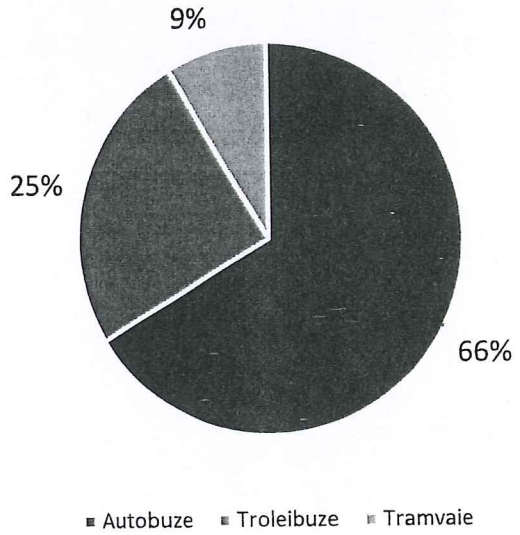


Fig. 2.1. Distribuția numărului de călători tranportați pe tipul de vehicul de transport de călători a parcului deținut de CTP[2]

În concluzie, se poate afirma faptul că activitatea de transport public în comun se realizează pe baza unei infrastructuri de transport de calitate relativ bună, ce aparține domeniului public al municipiului Cluj- Napoca, dată în administrarea CTP Cluj-Napoca SA, care prin intermediul mijloacelor de transport din dotare precum și prin intermediul dotărilor tehnice din depourile și atelierele de întreținere și reparații realizează transportul public de călători.

2.2 Principalele mijloace de transport utilizate

Parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA este format dintr-un număr de 263 de autobuze (59,9 % din întregul parc auto) din care 41 autobuze electrice (9,33 % din întregul parc auto), 90 de

troleibuze (20,53 % din întregul parc auto), respectiv 35 de tramvaie (7,97 % din întregul parc auto), respectiv 10 microbuze (2,27 % din întregul parc auto), ceea ce arată că la ora actuală o pondere de 37,8% din totalul parcului de mijloace de transport de călători sunt electrice (nepoluante la nivel local). Datele generale cu privire la unele din vehiculele utilizate în sistemul urban al municipiului Cluj-Napoca de transport călători (modele constructive, capacitate de transport călători, respectiv anul de fabricație) sunt prezentate în tabelul 2.1 [1,2]. Caracteristicile și dotările constructive ale principalelor autobuzelor aflate în exploatare și integrate în sistemul de transport public în comun din dotarea CTP Cluj-Napoca SA sunt prezentate în tabelele 2.2, respectiv 2.3[1,2] .

Parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA a fost extins constant prin achiziționarea de autobuze noi echipate cu motoare ce respecta ultimele norme în materie de legislație privind normele de poluare, cu următoarele caracteristici constructive tehnice generale[2]:

- Corespund tuturor normelor europene în domeniu transportului de călători;
- Au o capacitate de transport de până la 150 călători, cu accesibilitate ușoară pentru persoanele cu dezabilități motorii și pentru persoanele în vârstă;
- Au o durată de utilizare de până la 15 ani;
- Sunt echipate cu camere de luat vederi în scopul identificării eventualelor acte de vandalism și asigurării siguranței circulației rutiere;
- Sunt prevăzute cu podea complet coborâtă, au rampă de îmbarcat cărucioare pentru persoanele cu dezabilități;
- Sunt echipate cu uși automate cu protecție anti-strivire, posibilitate de acționare din interior și exterior în caz de urgență, cu posibilitate de numărare a călătorilor la urcare și la coborâre;
- Folosesc un sistem de climatizare (încălzire, răcire, aer condiționat, ventilație) atât pentru conducătorul auto, cât și pentru pasageri;
- Au instalate sisteme electronice cu afișaj LED de informare a pasagerilor în interior și exterior, respectiv sisteme de sonorizare în interior;
- Scheletul caroseriei este realizat din oțel inoxidabil, elementele caroseriei sunt executate din materiale compozite rezistente la coroziune, iar panourile laterale ale caroseriei sunt executate din aluminiu;
- Sunt echipate cu motoare diesel care respectă norma de poluare Euro 6;
- Dispun de sisteme automat de taxare compatibile cu cele care sunt implementate în municipiul Cluj-Napoca;
- Sunt prevăzute cu computer de bord pentru gestiune, diagnosticare și management pentru autovehicul, care colectează, înmagazinează și transmit datele privind activitatea de exploatarea a autobuzelor;

- Exploatarea autobuzelor poate fi localizata prin GPS, utilizând echipamente compatibile cu cele aflate în dotarea CTP Cluj-Napoca SA.

Totodată, în primăvara anului 2018 au intrat în exploatare un număr de 11 autobuze electrice livrate de către compania Solaris Bus & Coach Polonia, echipate cu baterii reîncărcabile împreună cu 3 stații de încărcare a bateriilor, utilizarea acestei tehnologii moderne în sistemul urban de călători fiind o premieră pentru România și printre primele exemple din Europa Centrală și de Est. Introducerea în sistemul de transport public de călători a celor 11 autobuze electrice în anul 2018, a fost urmată imediat în anul următor (2019), de introducerea a încă 30 de autobuze electrice; la ora actuală numărul total al acestora fiind de 41, toate fiind in exploatare.

Principalii factori luați în considerare în alegerea vehiculelor cu propulsie electrică pentru înnoirea parcului auto de vehicule a CTP Cluj-Napoca SA au fost (și sunt în continuare) următorii:

- Reducerea impactul asupra mediului și sănătății umane prin avantajele ecologice evidente (nivel zero de poluare locala) și riscurilor asociate transportului public utilizând mijloace de transport cu propulsie electrică (autobuze electrice, troleibuze, tramvaie).
- Confortul pasagerilor asigurat de existența unei distanțe adecvate între scaune, existența unui spațiu pentru bagaje, scaune confortabile și temperaturi rezonabile pe toată perioada anului;
- Acces facil la nivelul solului, atât pentru persoanele cu dizabilități, cât și pentru ceilalți pasageri pentru aceasta fiind necesar ca vehiculul să dispună de planșeu jos, fără trepte, care să asigure o îmbarcare mai rapidă în vehicul;

Astfel, o atenție deosebită, prin construcția și funcționalitățile mijloacelor de transport călători din parcul auto a CTP Cluj-Napoca SA, este acordată și persoanelor cu dizabilități locomotorii, pentru facilitarea utilizării și accesului nediscriminatoriu de către aceștia la rețeaua de transport public. Raportat la întregul parc auto, vehiculele cu podea coborâtă reprezintă un procent de 56.6 % pentru autobuzele (100% din autobuzele din dotare), 18.6 % pentru troleibuze(100% din troleibuzele din dotare) , respectiv 6,06 % (74,3% din tramvaiele din dotare) pentru tramvaiele aflate în circulație[2], adică un total de 90,9 % din totalul mijloacelor de transport.

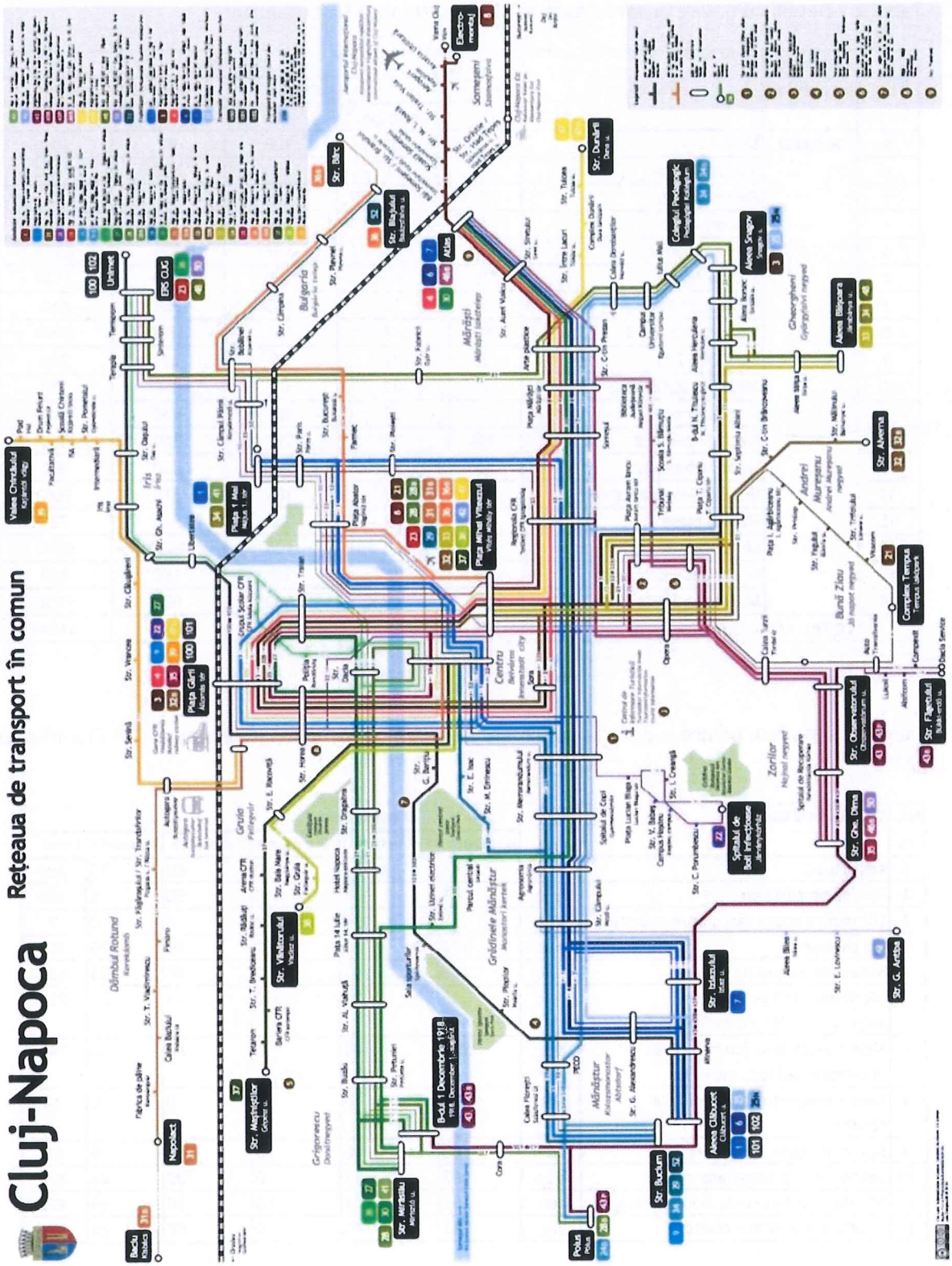


Figura 2.1 Rețeaua de transport în comun a municipiului Cluj-Napoca[1]

Tabel 2.1 Detalii cu privire la parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA-autobuze[1]

Nr crt	Denumire autovehicul	Marca, tip	Buc	Nr. Locuri			
				autovehicul		total tip autovehicul	
				pe scaune	total	pe scaune	total
1	Autobuz	MJT	2	31	106	62	212
2		Irisbus Agora	10	30	103	300	1030
3		Renault Ares	1	49	82	49	82
4		Saviem Ares	1	54	85	54	85
5		Ren.art.Agora L	21	41	155	861	3255
6		Irisbus Agora	20	43	156	860	3120
7		Renault R 312	8	32	105	256	840
8		Solaris Urbino 18	40	44	151	1760	6040
9		MAN NM 223	3	39	66	117	198
10		MAN 12.220HOCL	2	22	66	44	132
11		Irisbus Agora	32	30	108	960	3456
12		Iveco Feniksbus	10	35	35	350	350
13		Iveco Urbanway	10	28	96	280	960
14		IRISBUS Agora Long	10	37	166	370	1660
15		Scania Hess	8	36	92	288	736
16		Mercedes-Benz Conecto	60	28	105	1680	6300
17		Mercedes-Benz Setra	10	45	83	450	830
18		Mercedes-Benz Conecto G	15	40	150	600	2250
TOTAL AUTOBUZE			**263**			**9341**	**31536**

Tabel 2.2 Detalii cu privire la dotările suplimentare a vehiculelor din parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA[1]

Nr. crt.	Denumire dotare	UM	Tip autovehicul					
			Autobuze	A. Electrice	Microbuze	Troleibuze	Tramvaie	Total
1	Podea joasă	buc.	243	41	0	80	26	**390**
2	Rampă pt. cărucior	buc.	243	41	0	80	26	**390**
3	Lift pentru acces cărucioare rulante	buc.	0	0	2	0	0	**2**
4	Aer condiționat	buc.	172	41	0	80	26	**319**
5	Sistem de ventilație forțat	buc.	263	41	10	80	35	**429**
6	Monitoare TFT pentru informare călători, audio-video	buc.	145	41	0	70	26	**282**
7	Sistem electronic (cu leduri) de informare călători, int + ext	buc.	195	41	0	80	26	**342**
8	Sistem magnetic de informare călători	buc.	32	0	0	0	0	**32**
9	Sistem mecanic de afișare linii	buc.	49	0	0	0	9	**58**
10	Sistem de supraveghere video	buc.	187	41	0	80	26	**334**
11	GPS+Sistem AVL+sistem E-ticketing	buc.	263	41	10	80	35	**429**
12	Instalație numărare călători	buc.	147	41	0	80	26	**294**

Tabel 2.3 Caracteristicile tehnice ale principalelor autobuze ce îndeplinesc norma de poluare Euro 6 din dotarea CTP Cluj-Napoca SA

Descriere:	U.M.	Urbanway 12	Urbanway 18	Urbino 18	Urbino 12E
Lungime	mm	12000	17910	18000	12000
Lățime	mm	2500	2500	2550	2550
Înălțime	mm	3066	3066	3250	3300
Capacitate maximă	calatori	96	150	151	104
Anvelope	tip	275/70 R22.5	275/70 R22.5	275/70 R22.5	275/70 R22.5
Greutate proprie	kg	11425	16500	17150	13510
Capacitate rezervor	litri	300	340	250	-
Consum combustibil	l/100km	37	42	42	-
Capacitate baterii	kWh	-	-	-	200
Consum energie	kWh/km	-	-	-	1.50
Viteza maximă	km/h	100	92	70	70
Norma poluare	-	Euro 6	Euro 6	Euro 6	-
Putere maximă	kW	210	294	240	160
Cuplu maxim	Nm	1003	1700	1146	2250
Emisii CO	g/kWh	1.50	1.50	1.50	Zero local
Emisii HC	g/kWh	0.13	0.13	0.13	Zero local
Emisii NO_x	g/kWh	0.40	0.40	0.40	Zero local
Emisii PM	g/kWh	0.01	0.01	0.01	Zero local

2.3 Condițiile de garare ale mijloacelor de transport

Parcurile de garare a vehiculelor pentru transportul public în comun în municipiul Cluj- Napoca sunt în directa administrare a CTP Cluj-Napoca SA și sunt situate în locațiile:

- Dispecerat Grigorescu, cartierul Grigorescu, bulevardul 1 Decembrie 1918 F.N. (figura 2.3). Acest dispecerat este dotat cu punct de dispecerizare, stație de alimentare carburant și platformă betonată de parcare pentru autobuze;
- Dispecerat IRA, cartierul Mărăști, strada Aurel Vlaicu F.N. (figura 2.4). Acest dispecerat este dotat cu punct de dispecerizare și platformă betonată de parcare pentru troleibuze;
- Dispecerat Alverna, cartierul Gheorgheni, strada Alexandru Vaida Voievod, nr. 75 (figura 2.5). Acest dispecerat este dotat cu punct de dispecerizare, stație de alimentare carburant și platformă betonată de parcare.

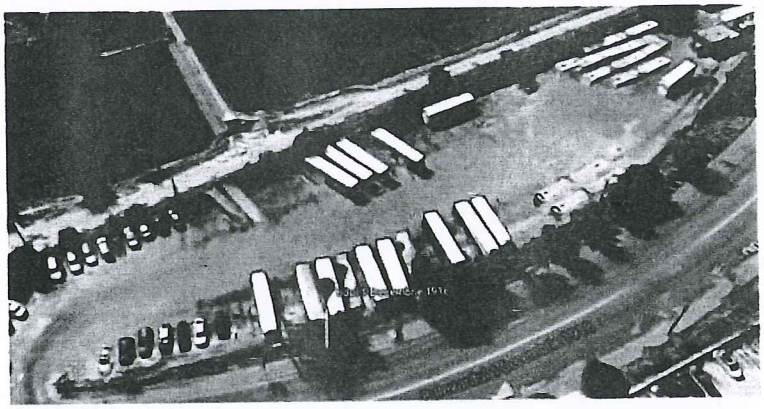


Figura 2.3 Dispeceratul Grigorescu[3]



Figura 2.4 Dispeceratul IRA[3]

[3] https://earth.google.com/web/

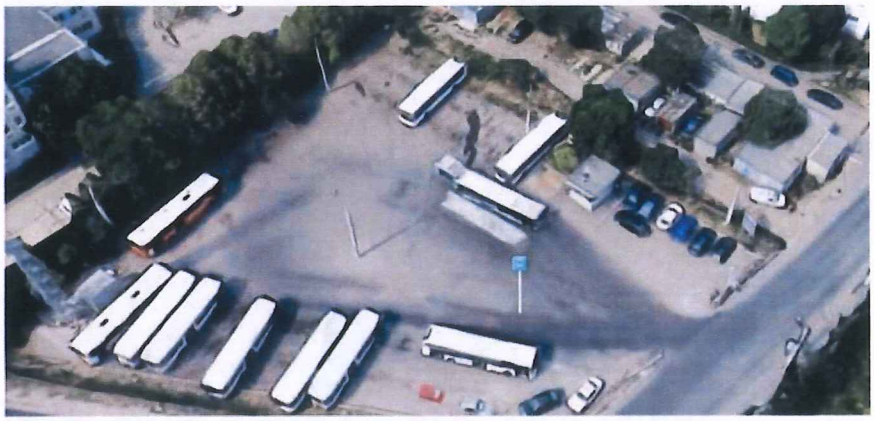


Figura 2.5 Dispeceratul Alverna[3]

2.4 Trasee utilizate de mijloacele de transport

Liniile de autobuz selectate pentru elaborarea studiului de oportunitate sunt următoarele, considerate în funcție de tipul constructiv al autobuzelor electrice ce fac obiectul acestui studiu de oportunitate:

- autobuzele electrice cu baterii pe liniile: 24B, 35, 46B
- autobuzele electrice cu pila de combustie cu hidrogen pe liniile: 21, 31, 36B, 52

Infrastructura rutieră utilizată pentru transportul public în comun din municipiul Cluj- Napoca este într-o stare generală bună, fiind reconstruită și îmbunătățită în ultimii ani. Problemele la infrastructura rutieră sunt în general localizate pe scurte porțiuni de până la câteva zeci de metri, dar care însă de multe ori afectează un număr mare de linii (din cauza structurii de suprapunere a traseelor de exploatare).

Conform datelor furnizate de către CTP Cluj-Napoca SA, caracteristicile geografice ale acestor linii pentru transportul în comun sunt prezentate în cele de urmează[4].

[4] http://ctpcj.ro/index.php/ro/orare-linii/linii-urbane

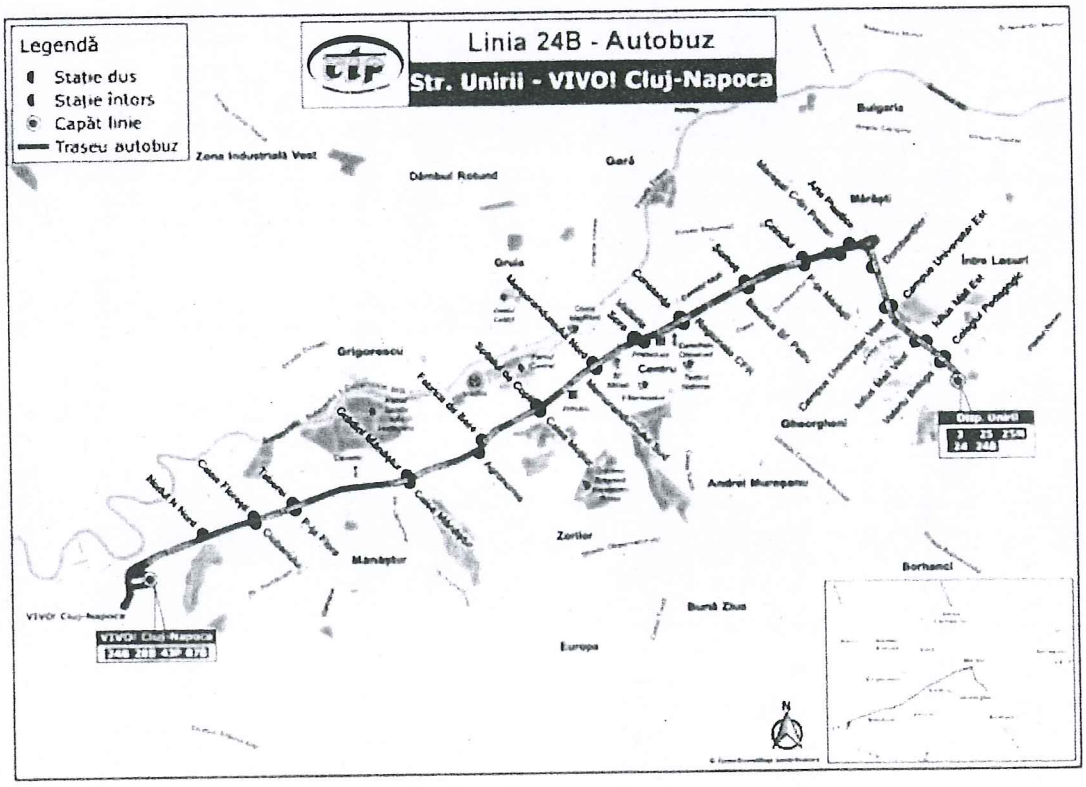


Fig.2.5 Traseu linia 24B

Tabel 2.1. Stații deservite de linia 24B

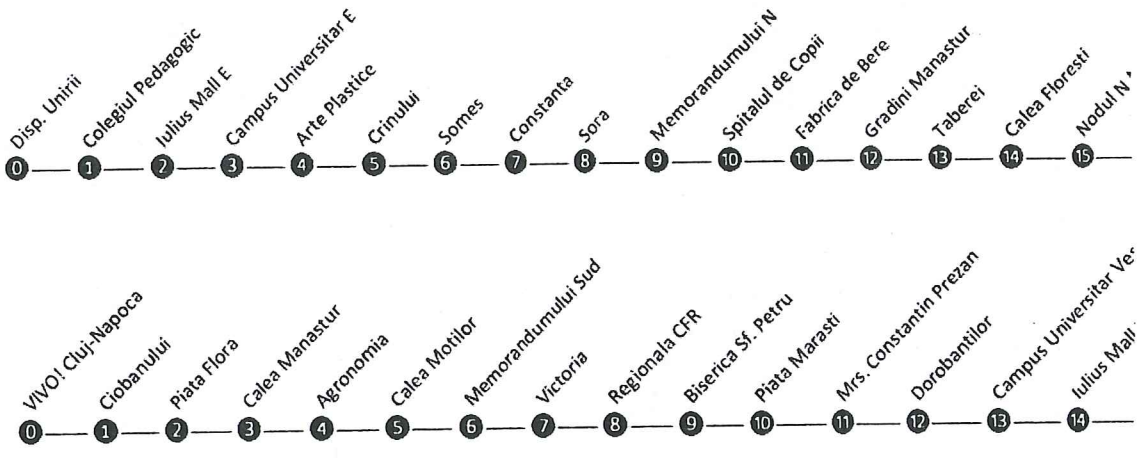
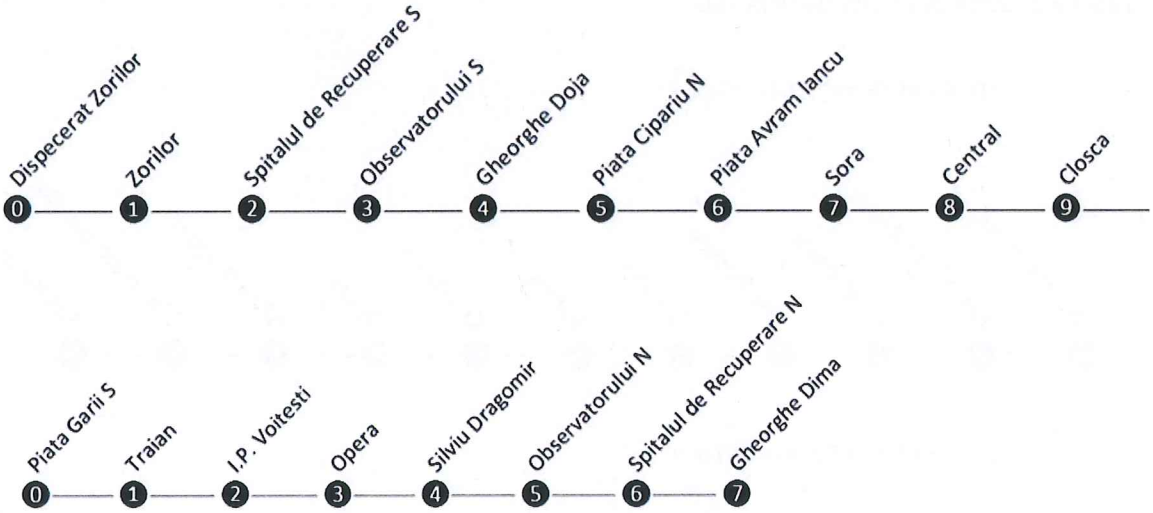




Fig.2.6 Traseu linia 35

Tabel 2.2. Stații deservite de linia 35



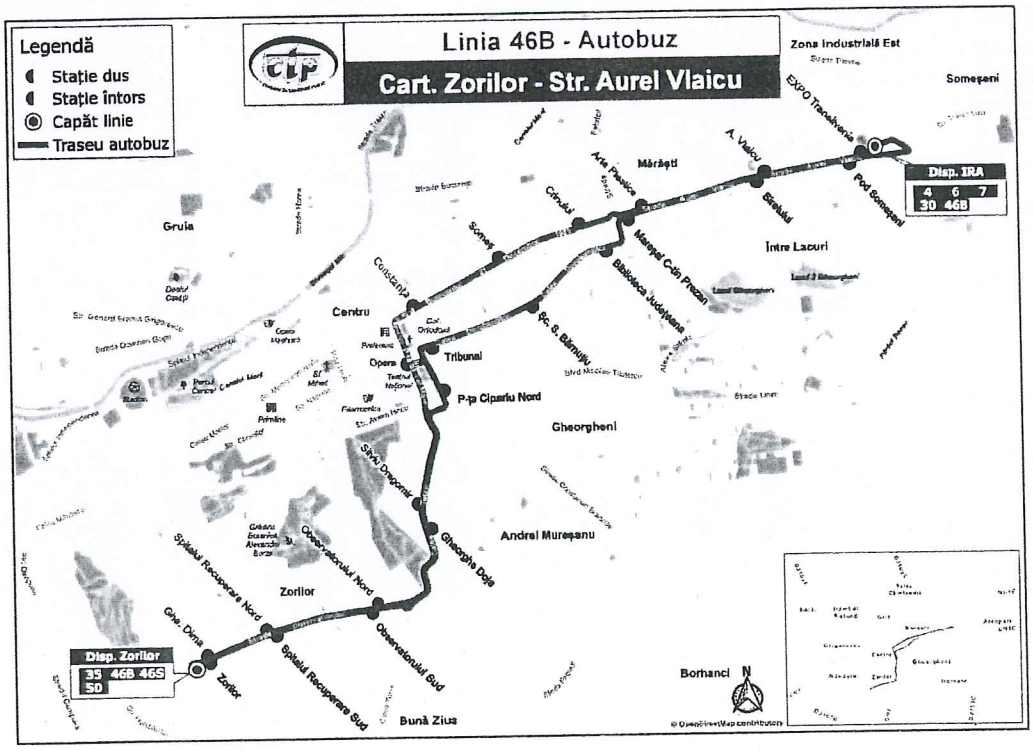
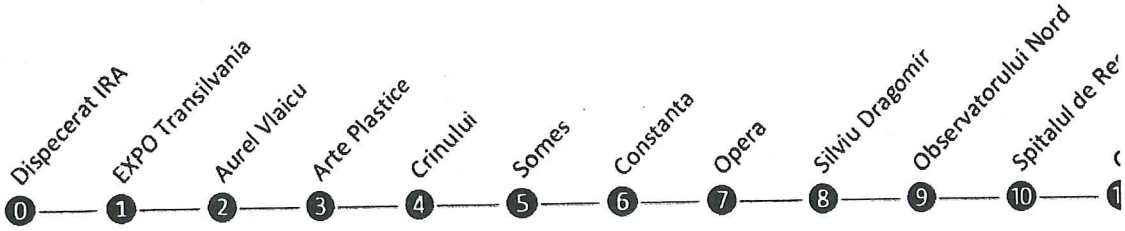


Fig.2.7 Traseu linia 46B

Tabel 2.3. Stații deservite de linia 46B

Str. Aurel Vlaicu → Cart. Zorilor



Cart. Zorilor → Str. Aurel Vlaicu

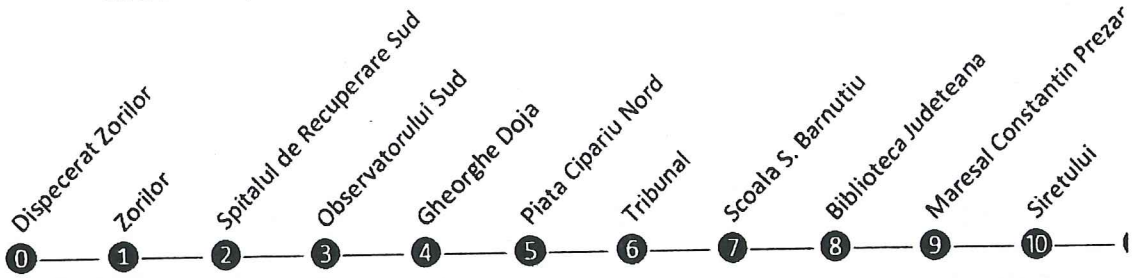
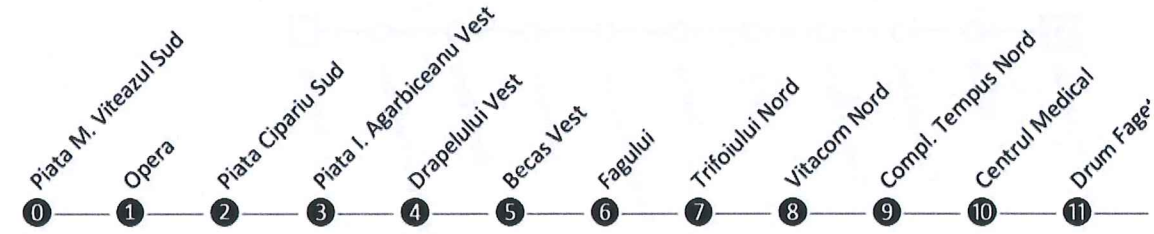
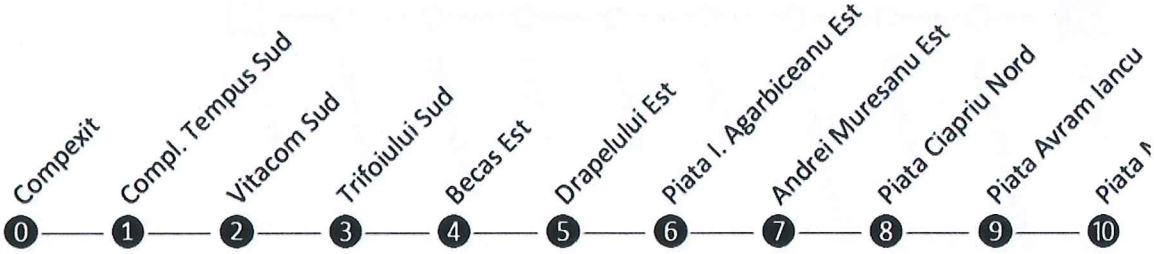




Fig.2.8 Traseu linia 21

Tabel 2.4. Staţii deservite de linia 21





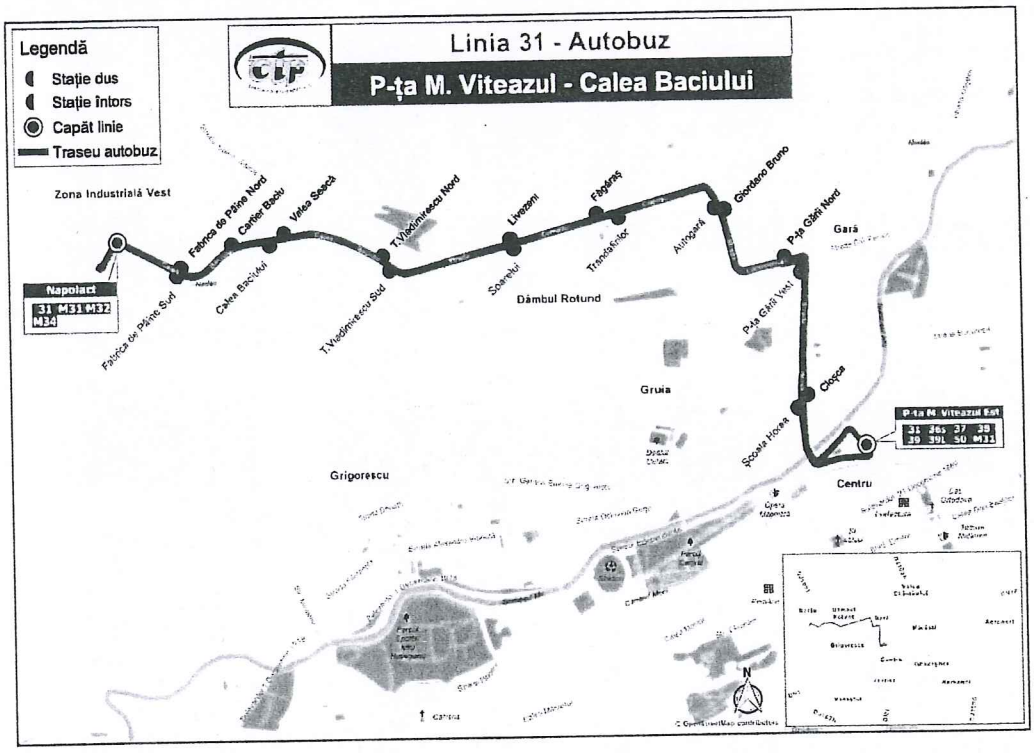
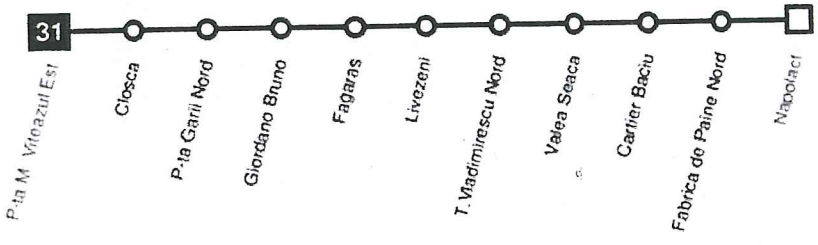


Fig.2.9 Traseu linia 31

Tabel 2.5. Stații deservite de linia 31



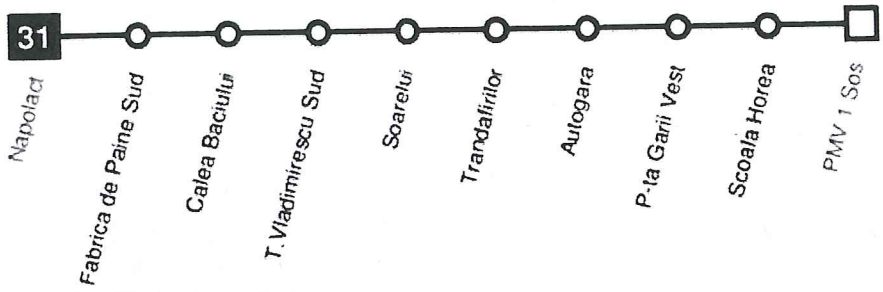
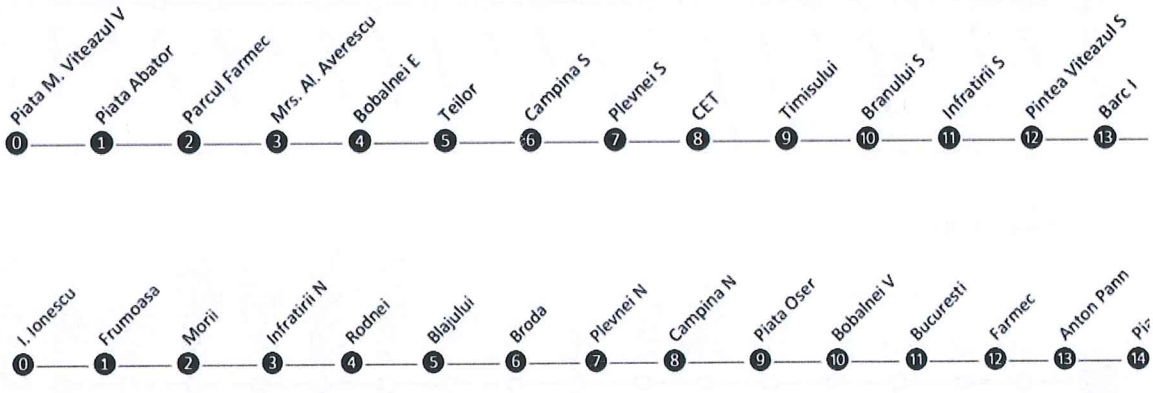




Fig.2.10 Traseu linia 36B

Tabel 2.6. Stații deservite de linia 36B



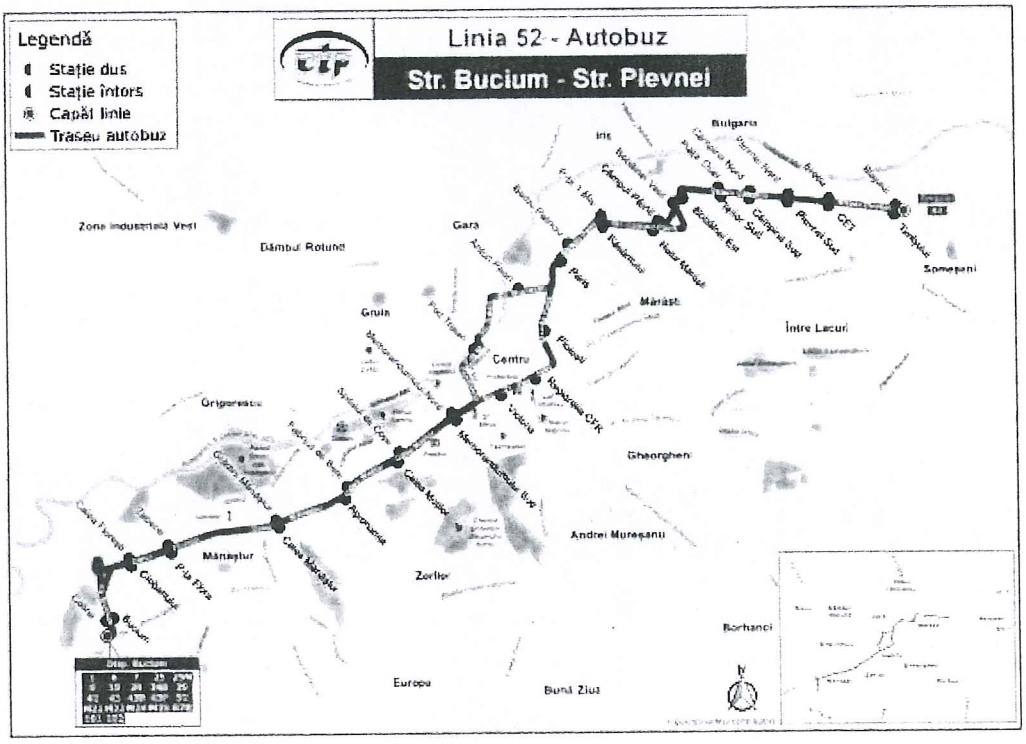
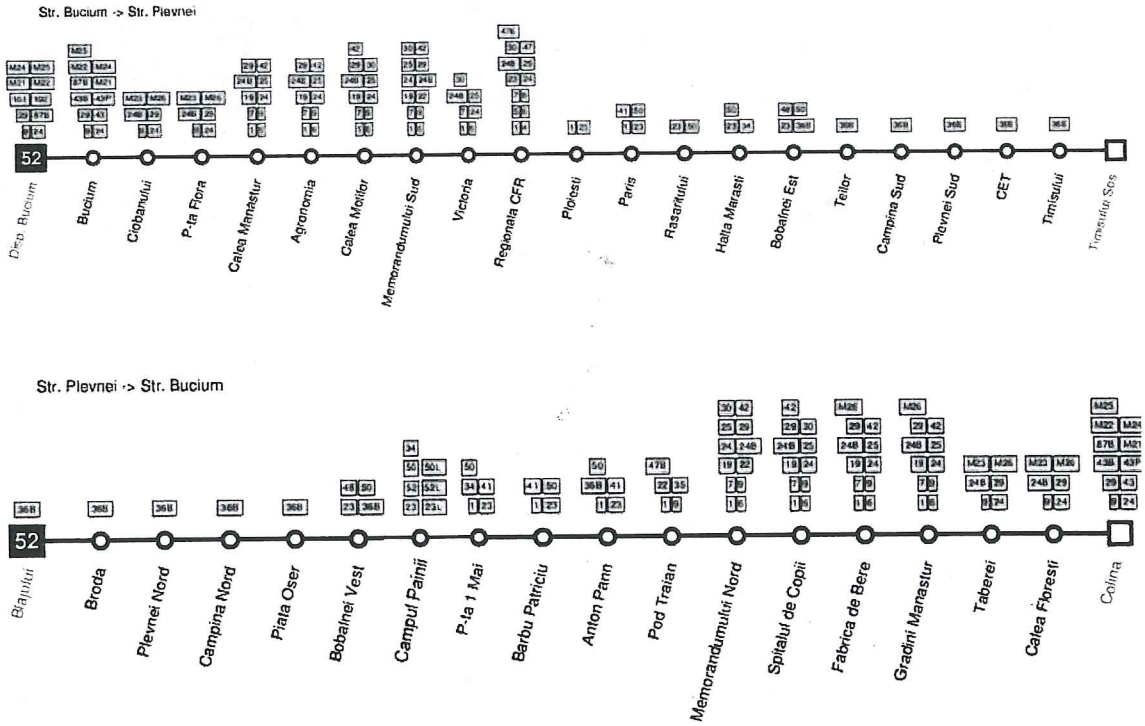


Fig.2.11 Traseu linia 52

Tabel 2.7. Stații deservite de linia 52



2.5 Analiza facilităților de întreținere pentru mijloacele de transport

Principalele facilități de întreținere pentru mijloacele de transport din dotarea CTP Cluj-Napoca sunt asigurate în depouri specifice fiecărei categorii de vehicule utilizate în sistemul public de transport călători. Odată cu dotarea CTP Cluj-Napoca SA cu mijloace de transport moderne cu propulsie electrică (autobuze electrice, troleibuze și tramvaie modern eficiente energetic) s-a realizat modernizarea autobazelor si dotarea acestora cu mijloace specifice pentru întreținerea acestor mijloace de transport și cu echipamente specifice/particulare pentru realizarea activitatilor necesare de întreținere și mentenanță.

Depoul pentru autobuze (figura 2.10) situat pe strada Plevnei nr. 14, are o suprafață de 44.925 m^2 într-un spațiu care asigură atât gararea, cât și întreținerea flotei de autobuze și a vehiculelor cu motoare cu ardere internă. Depoul de autobuze este format din locuri de parcare pentru autobuze, un corp pentru birouri, un corp cu hale și ateliere pentru reparații și întreținere, vestiare pentru personal, etc. Atelierele pentru reparații și întreținere sunt echipate cu următoarele facilități: stand ITP omologat, stand pentru vulcanizare și înlocuire anvelope, stand pentru reglaje de direcție, spălătorie pentru autobuze, pompe de alimentare cu combustibil și loc de depozitare deșeuri rezultate în urma activităților din cadrul autobazei. Acesta a fost construit la începutul anilor 2000, fiind într-o stare bună de întreținere. Depoul are în dotare o instalație automată pentru spălarea autobuzelor, care reciclează apa și filtrează uleiul și alte lichide reziduale în conformitate cu politicile de mediu ale CTP Cluj-Napoca SA și normele legale în vigoare[1].

În cadrul depoului pentru autobuze se găsesc următoarele vehicule și echipamente auxiliare: remorcher, cricuri de canal, freză, strung, presă, mașini de găurit, echipamente de sudură, etc.



Figura 2.10 Depoul de autobuze din strada Plevnei nr. 14[3]

Odată cu livrarea și exploatarea în trafic a primelor autobuze electrice, au fost date în folosință și stațiile de încărcare pentru acestea. Locațiile principale în care au fost instalate cele stațiile de încărcare a bateriilor de acumulatori pentru autobuzele electrice existente in dotarea si exploatate de compania CTP Cluj-Napoca sunt următoarele:

- Dispecerat Grigorescu, cartierul Grigorescu bulevardul 1 Decembrie 1918 FN;
- Dispecerat IRA, cartierul Mărăști strada Aurel Vlaicu FN;
- Dispecerat Alverna, cartierul Gheorgheni strada Alexandru Vaida Voievod, nr. 75.

Stațiile de încărcare existente au facilități pentru încărcare lentă (maxim 6 ore) cu conector/priză la 400 Vca și de încărcare rapidă (5 ... 10 minute) cu conector/priză la 400 Vca. Prin configurarea tehnică a stațiilor de încărcare ale bateriilor se permite realizarea unei încărcări rapide, într-un interval de timp de circa 5 ... 10 minute și a unei încărcări lente pe durata a maxim 6 ore. Încărcarea rapidă și încărcarea lentă vor fi realizate de la rețeaua de 400 Vca prin intermediul unor conectori dedicați furnizați de către producătorul autobuzelor electrice.

Este cunoscut faptul ca autobuzele cu grup propulsor electric sunt construite pe baza unei tehnologii complexe de ultimă oră, și pentru a menține o continuitate funcțională, acestea trebuie să fie supuse unui regim de întreținere și reparații planificat și atent realizat, încât să se asigure în primul rând securitatea transportului de călători, să se reducă numărul unor eventuale defecte în circulație și să se asigure un timp de imobilizare cât mai redus prin stabilirea aceluiași plan de revizie pentru toate unitățile aflate în circulație[2].

Perioadele de întreținere se stabilesc ținând cont de numărul de kilometrii parcurși de vehicul, pe baza carora se determină uzura anumitor elemente componente ale sistemelor mecanice, pneumatice și electrice. La baza stabilirii perioadelor de întreținere, sunt datele tehnice rezultate din studiile de fiabilitate, numărul anilor de exploatare și întocmite pe baza metodologiilor de operare și exploatare.

La stabilirea perioadelor de întreținere, se va ține cont ca acestea să constituie ca perioadă de timp, un multiplu a celor perioadelor de întreținere anterioare, ceea ce va permite aplicarea principiului că toate operațiile unei revizii de ordin inferior să se efectueze obligatoriu la revizia de ordin superior. La fiecare interval de service se vor efectua verificări asupra întregului vehicul, verificări care vor avea ca și obiect toate sistemele și mecanismele mecanice și electrice.

Pentru toate categoriile de vehicule se vor stabili grafice specifice de întreținere și reparații planificate:

- Întreținere revizie tehnică 0 întreținere planificată la 6 luni sau 30.000 km parcurși;
- Întreținere revizie tehnică 1 întreținere planificată la un an sau 60.000 km parcurși;
- Întreținere revizie tehnică 2 întreținere planificată la schimbarea uleiului de compresor, la fiecare 80.000 km parcurși;

- Întreținere revizie preventivă A întreținere preventivă, verificare/schimbare piese contact la fiecare 10.000 km (MP A);
- Întreținere revizie preventivă B întreținere preventivă, schimbare plăcuțe uzate la fiecare 25.000 km parcurși (MP B);
- Întreținere revizie preventivă C întreținere preventivă, schimbare ulei punte și plăcuțe de frână la fiecare 180.000 km parcurși (MP C);
- Întreținere revizie preventivă D întreținere preventivă, schimbarea furtunurilor de la instalația pneumatică la fiecare 540.000 km parcurși (MP D);
- Întreținere revizie electrică și electronică 1 la un an sau 60.000 km parcurși (RT 2);
- Întreținere revizie electrică și electronică 2 la fiecare 80.000 km parcurși (RT A);
- Întreținere revizie preventivă electrică și electronică A la fiecare 120.000 km;
- Întreținere revizie preventivă electrică și electronică B la fiecare 240.000 km.

Ciclul acestor revizii se repetă până la epuizarea duratei de funcționare a unor subansambluri importante (mecanisme mecanice, instalații electrice, instalații pneumatice, etc.). Sistemul de rulare va fi echipat obligatoriu cu anvelope de vara, respectiv de iarnă, în funcție de condițiile meteorologice (conform normelor legale în vigoare), după un grafic prestabilit sau imediat după ce se primesc previziunile meteo de avertizare.

Locul de realizare și execuție al acestor activități de mentenanță și întreținere, ținând cont de tipul de uzură și de capacitatea tehnică de întreținere necesară, vor fi depourile CTP Cluj-Napoca SA, respectiv atelierele specializate în reparații auto, mecanice și electrice. Dacă un anumit tip de revizie corespunde cu necesitatea înlocuirii unor piese de schimb pentru care dotarea tehnică există doar într-un atelier specializat de reparații, aceasta se va executa integral în atelierul specializat. În situația în care apar defecțiuni în perioada cuprinsă între două revizii, acestea vor fi remediate local după necesități.

Reviziile tehnice anuale se realizează în atelierele specializate de reparații, care trebuie să aibă în dotare tehnologia stabilită conform unei concepții proprii a executantului. Un vehicul care trece printr-o astfel de reparație de grad superior trebuie să fie readus la performanțele și cotele inițiale. Peste aceste norme de întreținere, se suprapun indicațiile stricte ale constructorului, pentru care se asigură securitatea pasagerilor în exploatarea vehiculului, precum și funcționarea acestuia în parametrii proiectați.

Operațiunile de mentenanță ale echipamentelor electrice vor fi realizate in mod obligatoriu de către personalul calificat pentru nivelul de putere electrică instalată. Pentru aceste operațiuni sunt necesare echipamente de măsură și verificare a circuitelor electrice care să permită identificarea și diagnosticarea tipului de defect. Pe toată durata operațiunilor de întreținere a

instalațiilor electrice trebuie să se respecte prevederile cuprinse în normele specifice de protecție a muncii pentru utilizarea energiei electrice.

2.6 Sistemul de management al traficului și e-ticketing

Transportul public de călători necesită un sistem de tarifare (e-ticketing), performant care să ofere atât creșterea confortului călătorilor în utilizarea sistemului urban de transport cât și optimizarea exploatării acestui sistem. Sistemul de tarifare un factor important în transportul public de călători, fiind în același timp un element de mare complexitate atât din punct de vedere constructiv cât și funcțional. Din punctul de vedere al călătorului tariful trebuie să fie flexibil și să asigure un efort financiar cât mai mic, iar din punct de vedere al autorităților și operatorilor este important ca tariful să acopere costurile pe care le au aceștia pentru a organiza transportul public de călători la standarde cât mai înalte.

Introducerea și utilizarea unui sistem de e-ticketing pentru transportul public în comun aduce avantaje pentru toți participanții sistemului de transport: autorități locale, operatorul de transport și nu în ultimul rând pentru călători. Sistemul e- ticketing oferă mai multe avantaje din punct de vedere al durabilității sistemelor, modularității componentelor, interoperabilității sistemelor, furnizarea de informații pentru călători, economisirea costurilor, etc. De asemenea, sistemele de e-ticketing nu sunt doar mijloace de plată, acestea procesează o cantitate enormă de informații relevante ce oferă o gamă largă de posibilități pentru a face transportul public mai ușor de utilizat, de gestionat și de controlat, în scopul optimizării exploatării pe baze tehnico-economice a acestuia.

E-ticketing-ul este un instrument de implementare a politicii de tarifare cu luarea în considerare a obiectivelor operaționale, comerciale și sociale. Sistemele de e-ticketing reprezintă traducerea taxelor în mijloace concrete de plată (pentru călători) și colectarea de taxe (pentru operator) și conferă de asemenea călătorilor încredere, modalități multiple de plată și poate administra în timp real structuri tarifare diferite.

Biletele electronice sunt ușor de folosit, pot fi achiziționate și reîncărcate în puncte diferite: acasă, prin intermediul internetului, la chioșcuri sau în autobuz. Achiziționarea biletelor reprezintă un proces critic în ceea ce privește relația între pasager și transportul public. Prin simplificarea modului în care se realizează această operațiune crește confortul pasagerilor și în același timp veniturile.

În municipiul Cluj-Napoca, ca de altfel în multe dintre marile orașe ale lumii, există mai multe modele constructive de sisteme de ticketing/e-ticketing[5]:

- Biletele pe suport de hârtie care reprezintă cel mai răspândit sistem de ticketing;
- Sistemul de e-ticketing cu cartele magnetice, care poate fi clasificat în două categorii: automatic și manual;
- Sistemul de e-ticketing cu cartele fără contact (smartcard);
- Sistemul de e-ticketing mobil, care se bazează pe utilizarea telefonului mobil al călătorului pentru plata călătoriei, biletele mobile fiind emise prin mesaje SMS sau pe baza unor coduri de bare mobile. Selectarea biletului este realizată prin transmiterea unui SMS către sistem, însoțită de un text.

CTP Cluj-Napoca SA a introdus încă din anul 2014 sistemul de e-ticketing care oferă posibilitatea plății cu telefonul mobil, prin SMS, a biletelor pentru transportul public în comun, și de asemenea sistemul de e-ticketing pe bază de smartcard/smart-ticketing, la această oră el fiind implementat în toate mijloacele de transport de călători aflate în exploatare. Utilizatorii de bilete inteligente (achiziționate prin SMS) beneficiază de bilete tarifate în funcție de timp, care permit parcurgerea unei călătorii în zona municipiului Cluj-Napoca într-un interval de timp de până la 45 de minute[1].

La modul general, sistemul de taxare electronică este format din: validatoare de card, echipamente mobile destinate controlorilor, echipamente din chioșcuri, pachete software și carduri. Sistemul de vânzare și taxare automată a biletelor de călătorie este un sistem complex bazat pe utilizarea cardului *contactless* ca suport pentru achiziționarea și validarea titlurilor de călătorie în rețeaua de transport public în comun din municipiul Cluj-Napoca. Sistemul este alcătuit dintr-un număr de 14 centre de vânzare si 61 automate stradale (cu funcționare non-stop) pentru vânzarea titlurilor de călătorie, sistem de validare în mijloacele de transport și în stații, centre de vânzare și panouri de informare a călătorilor[5].

Avantajele imediate ale utilizării biletelor electronice rezidă în scăderea: costurilor cu personalul, costurilor de tipărire, a costurilor cu distribuția și oferă informații importante referitoare la: traficul de pasageri, gradul de încărcare a autobuzelor, despre preferințele de calatorie a pasagerilor, având impact asupra calității serviciilor oferite clienților. Sistemul de management al traficului de călători în municipiul Cluj-Napoca se bazează pe bazele de date gestionate de către sistemul de smart-ticketing, care include printre altele:

- Monitorizarea în timp real a fiecărei călătorii din rețeaua de transport în comun, asigurând oportunitatea unei mai bune informări a pasagerilor prin intermediul unor aplicații web și al unor panouri electronice. CTP Cluj-Napoca SA poate folosi informațiile pentru a analiza întârzierile și pentru un control operativ (reconfigurarea liniilor, scurtarea călătoriilor etc.) când este necesar, lucru care este deosebit de eficient în ceea

[5] http://ctpcj.ro/index.php/ro/ticketing

ce privește gestionarea intervențiilor în caz de accidente, precum și alte incidente, în cooperare cu serviciul de administrare a traficului și cu poliția;

- Evidențe detaliate privind utilizarea fiecărui smartcard, inclusiv când și unde sunt încărcate pe el bilete sezoniere și/sau dacă sunt încărcate bilete și unde sunt utilizate;
- Evidențe detaliate privind fiecare bilet emis prin SMS.

Sistemele e-ticketing sunt implementate pentru a oferii următoarele avantaje[2]:

- Deschiderea unor scheme de plată, deoarece e-ticketing-ul dispune de potențialul de a fi integrat în cardurile bancare existente;
- Intermodalitatea, e-ticketing-ul face mai facilă plata călătoriilor multimodal și facilitează redistribuirea veniturilor între diferiți operatori;
- Interoperabilitate, e-ticketing-ul face mai ușor de implementat plata pentru călătoriile cu mai mulți operatori și face mai facilă redistribuirea veniturilor între diferiți operatori;
- Inter-serviciile, e-ticketing-ul permite utilizarea smart card-urilor de transport public pentru servicii suplimentare oferite în conjuncție cu transportul public;
- Tarifarea parcării și utilizării drumurilor, integrarea colectării electronice pentru utilizarea drumului sau pentru parcare permite pasagerilor să plătească pentru transportul public și pentru autoturismul personal cu același card;
- Managementul relației cu clientul, e-ticketing-ul fiind o puternică unealtă de marketing care permite colectarea unor date detaliate asupra comportamentului de mobilitate al călătorilor, fapt ce permite dezvoltarea produselor vizate;
- Planificarea și monitorizarea rețelei, datele colectate din ticketing îmbunătățesc gradul de cunoaștere asupra îmbarcărilor călătorilor, permițând astfel adaptarea capacității mijloacelor de transport și a orarelor la utilizarea actuală a liniei de transport.

Din punct de vederea a managementului traficului flotei pentru mijloacele de transport în comun exploatate în sistemul urban de transport de călători de către CTP Cluj-Napoca SA, acesta se realizează prin sistemul de urmărire/monitorizare trafic GPS a mijloacelor de transport. Sistemul permite programarea curselor, urmărirea lor pe traseu, stabilirea poziției lor față de stațiile de oprire, respectiv trimiterea de mesaje conducătorilor de mijloace de transport pentru corecții de/pe traseu. Totodată, sistemul de monitorizare trafic GPS permite urmărirea tuturor mijloacelor de transport prin monitorizate pe o hartă digitală a municipiului Cluj-Napoca. Poziționarea vehiculelor este realizată cu ajutorul modulelor GPS instalate pe vehicule, iar transmisia datelor se face cu ajutorul tehnologiei GPRS. Conducătorul mijlocului de transport este informat în permanență despre modul de încadrare în programul de circulație (avans, întârziere, normal) iar dispecerii de circulație programează vehiculele pe linii pe baza unui grafic prestabilit, urmărind apoi traseul și respectarea parametrilor prin monitorizare în timp real. Semnalele de poziție ale mijlocului de transport transmise prin GPRS sunt prelucrate și afișate ca informații pe panourile de informare a

călătorilor, care sunt amplasate în stațiile de așteptare și în mijloacele de transport în comun. Sistemul permite comunicarea permanentă între dispecerat și conducătorii mijloacelor de transport în comun, care pot transmite mesaje prestabilite centrului de comanda operative și de asemenea facilitează intervenția operativă în caz de necesitate (blocaje, accidente, etc.).

Tehnologiile avansate de monitorizare în timp real a flotei de transport presupun printre altele integrarea modulelor GPS-GIS pentru monitorizarea mijloacelor de transport în comun, respectiv a modulelor GSM pentru comunicațiile dintre centru de expediere și vehicule. Integrarea GPS-GIS ajută și permite dispeceratelor să monitorizeze vehiculelor din traseu și facilitează conducătorii mijloacelor de transport în comun să urmărească programul liniilor de transport. Datele preluate permit analiza și optimizarea alocării resurselor în vederea satisfacerii cererii de transport și optimizarea generală a costurilor asociate sistemului urban de transport de călători, iar datele aferente pentru fiecare zi de lucru sunt stocate în bazele de date a CTP Cluj-Napoca SA, fiind prelucrate ulterior pentru întocmirea facilă și precisă a evidențelor contabile.

2.7 Managementul exploatării mijloacelor de transport public

O condiție de bază în ceea ce privește existența unui management optim, este aceea că operatorul de transport public în comun trebuie să asigure costuri de operare cât mai reduse pentru flota de vehicule pe care o administrează destinate transportului urban de pasageri/călători. Aceasta nu se poate realiza decât printr-un set de activități și metode de management adecvate, adaptate la particularitățile pieței deservite și care sunt în conformitate cu prevederile legislative în vigoare în domeniul transportului public de pasageri, cu accent pe un management actual al exploatării mijloacelor de transport călători bazat pe tehnologii sustenabile. Rezultatele obținute de CTP Cluj-Napoca SA prezintă eficiența economică a managementului exploatării mijloacelor de transport public din dotare prin profitul obținut.

Așa cum s-a prezentat anterior, flota de transport public de călători a CTP Cluj-Napoca SA este compusă din 263 de autobuze, 10 microbuze, 80 troleibuze, 41 de autobuze electrice și 35 de tramvaie (date valabile la 01.11.2021). Aceste mijloace de transport deservesc 61 de linii de transport urbane ce acoperă o distanță totală de 455,8 de kilometrii iar traseele extraurbane sunt deservite cu 27 de linii de transport cu un total de 329,95 de kilometri.

În dotarea CTP Cluj-Napoca există autobuze clasice echipate cu motoare cu ardere internă diesel, autobuze si autobuze electrice (pe baterie) care au o lungime standard de 12 m și capacitate de transport de până la 100 de călători, respectiv autobuze echipate cu motoare cu ardere interna cu lungimea standard de 18 m (autobuze articulate) și capacitate de transport de până la 150 de călători[2].

Deși sunt mult mai independente și eficiente din punct de vedere a mobilității, autobuzele cu motoare cu ardere interna existente au un efect poluant direct atât asupra călătorilor transportați cât și asupra celorlalți locuitori ai municipiului, majoritatea lor fiind echipate cu motoare care corespund normelor de poluare Euro 3 ... Euro 4, rezultând un volum mare de noxe emise în atmosferă printre care și gazele cu efect de seră. Gazele cu efect de seră includ dioxidul de carbon (CO_2), rezultat din arderea combustibilului fosil, metanul, eliberat de pe plantații și depozitele de deșeuri, precum și produse rezultate din arderi și diferiți compuși chimici industriali[6]. Peste 70 % din poluarea aerului în marile metropole se datorează sectorului de transporturi cu autovehicule cu motoare clasice, alimentate cu combustibili fosili. Anual, se consideră că un autovehicul emite în atmosferă o cantitate de CO_2 cu o masă de patru ori mai mare decât propria masă. Dependența sectorului transporturilor de combustibilii fosili este cea mai acută în raport cu alte domenii, de unde rezultă gradul crescut de poluare din acest sector[7].

Pentru un management eficient al exploatării mijloacelor de transport în comun din punct de vedere al protectiei mediului înconjurător și a protejării sănătății umane, soluția adoptată pentru reducerea emisiilor gazelor cu efect de seră (GHG) în municipiul Cluj-Napoca constă în înlocuirea unui număr cât mai mare al vehiculelor care utilizează combustibil convențional cu vehicule cu propulsie electrică. Astfel, odată cu adoptarea acestei soluții fesabile imediate, reducerea poluării generată de mijloacele de transport în comun, poate fi realizată și prin:

- Optimizarea traficului urban de călători;
- Schimbarea modului și tiparului (optimizare) de deplasare în trafic a vehiculelor;
- Reducerea/eliminarea efectelor negative generate de traficul de călători.

Structura acestor modalități de îmbunătățire a traficului de călători în municipiul Cluj-Napoca poate fi repartizată astfel:

- Planificarea utilizării optime a liniilor urbane pentru transportul public de persoane;
- Îmbunătățirea infrastructurii existente;
- Legislație, reglementări, restricționări, norme, hotărâri ale Consiliului Local, care vin în întâmpinarea implementării unui transport public de călători realizat prin utilizarea de vehicule electrice, nepoluante;
- Implementarea și utilizarea de instrumente economice care avantajează călătorii și stimulează utilizarea mijloacelor de transport în comun;
- Informarea cetățenilor municipiului;
- Interdicția de circulație a traficului greu în zilele libere și sărbători legale;

[6] https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/main-anthropogenic-air-pollutant-emissions/assessment-6

[7] https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/transport-emissions-of-air-pollutants-8/transport-emissions-of-air-pollutants-8

- Deplasarea către periferiile localităților a circulației vehiculelor grele, cu interzicerea circulației acestora în zonele centrale.

O bună informare a publicului călător presupune existența și funcționalitatea unor sisteme de informare a pasagerilor asupra orelor de sosire și de plecare, asupra întârzierilor și altor informații despre trafic prin grafice de mers, panouri digitale informare călători etc. Trebuie acordată o atenție deosebită sistemelor de informare în timp real a călătorilor îndeosebi în punctele de tranzit (care nu sunt proiectate element cu element, ci în mod integrat), deoarece s-a observat un oarecare conflict în ce privește cooperarea necesară între mijloacele de transport, precum și o competiție dintre operatori pentru atragerea de călători. Accesul la informație, promovarea sistemelor de informare în timp real asupra călătoriei, bogate în conținut și totuși cu o prezentare simplă și transparentă, nu sunt doar necesare, ci sunt esențiale pentru planificarea unei deplasări fluente și negocierea transferurilor între diferite noduri de transport, îndeosebi în cazul întreruperilor unor servicii sau a traficului rutier. Unele din pretențiile îndreptățite ale călătorului intermodal pentru informare, ce pot fi susținute prin soluții telematice, sunt următoarele:

- Informarea asupra graficelor de circulație, a tarifelor pentru tichetele de călătorii și a regulilor de desfășurare a transportului public;
- Informarea pe parcursul deplasării, prin informații în timp real cu privire la eventuale întârzieri, chiar dacă utilizatorul se află în mijloacele ce preced mijlocul de transport afectat;
- Utilizarea sistemului de informare a pasagerilor în timp real conferă încredere transportului public.

Furnizarea de informații necesare despre plecări și sosiri, despre traseele vehiculelor de transport în comun și multe alte informații, asupra opririlor vehiculelor de transport în comun pe panouri electronice LED conduce la un timp mai scurt de așteptare a călătorilor. Introducerea serviciului dinamic de informare poate conduce la creșterea veniturilor, fapt dovedit prin implementarea acestui sistem la nivelul altor țări. Monitoarele de informare LED servesc la informarea reală asupra timpului în ce privește timpul estimat de sosire pentru călători astfel încât aceștia să știe când sosește următorul vehicul de transport în comun. Implementarea tehnologiei de comunicare directă wireless în stațiile vehiculelor de transport în comun poate contribui la un nivel mai mare de acuratețe al informațiilor astfel încât călătorii primesc o informație cât se poate de sigură.

Un sistem complet de informare în timp real dă posibilități unice pentru călători de a obține informații actualizate în stațiile vehiculelor de transport în comun, pe internet și prin telefoanele mobile; oferă servicii mai bune și face mai ușoară planificarea călătoriei cu diferite linii ale vehiculelor de transport în comun.

Un sistem de urmărire, monitorizare trafic GPS-dispecerat permite programarea curselor pentru vehiculele de transport în comun, urmărirea lor pe traseu, poziția lor față de stații de oprire, trimiterea de mesaje conducătorilor de mijloace de transport pentru corecții de/pe traseu; totodată

urmărirea tuturor mijloacelor de transport monitorizate pe harta digitală a zonei. Poziționarea vehiculelor se face cu ajutorul modulelor GPS instalate pe vehicule, iar transmisia datelor se face cu ajutorul GPRS. Astfel, pentru monitorizarea de trafic, vehiculele de transport în comun sunt echipate cu GPS la bord și tehnologii de comunicații. Conducătorul mijlocului de transport este informat în permanență despre modul de încadrare în programul de circulație (avans, întârziere, normal). Dispecerii de circulație programează vehiculele pe linii pe baza unui grafic stabilit, urmărind apoi traseul și respectarea parametrilor pe monitoare. Semnalele de poziție ale mijlocului de transport transmise prin GPRS sunt prelucrate și transmise prin informații către panourile de informare călători, care se află montate în stațiile de așteptare[8].

Dispeceratul monitorizează evoluția vehiculelor pe linie și transmite comenzi operative dacă este cazul. Sistemul permite comunicarea permanentă între dispecerat și conducătorii auto sau tramvaie. Conducătorul mijlocului de transport poate transmite mesaje prestabilite centrului de comandă operativă. Sistemul facilitează intervenția operativă în caz de necesitate (blocaje, accidente, etc.). Datele aferente zilei sunt stocate în baza de date, fiind prelucrate ulterior pentru situațiile de evidență contabilă. Datele preluate permit analiza și optimizarea alocării resurselor în vederea satisfacerii superioare a cererii de transport, metodă care este utilizată la ora actuală de compania ce deservește transportul urban de pasageri din municipiul Cluj-Napoca, CTP Cluj-Napoca SA.

În prezent, în marile metropole ale lumii există mai multe concepte de vehicule nepoluante utilizate în sistemele urbane de transport călători, ce utilizează diferite sisteme de propulsive electrică prin utilizarea de baterii electrice, utilizarea de pile de combustie cu hidrogen si/sau preluarea curentului electric din rețele energetice dedicate. Constructiv precum și funcțional, aceste concepte sunt aplicate în construcția autobuzelor electrice cu baterii, autobuzelor electrice cu pile de combustie, troleibuzelor și tramvaielor.

Obiectivele generale urmărite prin strategiile actuale în domeniul transporturilor sunt[9]:

- Diminuarea emisiilor generate de rețeaua de transport urbană și interurbană în scopul reducerii impactului asupra mediului înconjurător;
- Atingerea unor niveluri durabile de consum de energie pentru transporturi prin
- diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră;
- Reducerea zgomotului generat de mijloacele de transport pentru minimizarea impactului asupra sănătății populației;
- Atingerea și încadrarea emisiilor de CO_2 a vehiculelor sub 95 g/km;

[8] EPCM Transilvania, "Studiu de fezabilitate privind înlocuirea vechilor autobuze diesel cu autobuze electrice cu două stații de încărcare", Cluj-Napoca, 2014;

[9] https://www.fonduri-ue.ro/por-2014 - Programul Operațional Regional 2014 – 2020

- Atingerea dezideratului de utilizare a 10 % participație de biocombustibili (amestec volumetric) din cantitatea de combustibili fosili convenționali.

Obiectivele strategiei locale a municipiului Cluj-Napoca sunt strâns legate de obiectivele strategice naționale si europene legate de creșterea calității vieții cetățenilor și urmăresc ca prin deciziile strategice, planurile anterioare și rapoartele luate asupra unui transport urban durabil să fie îndeplinite condițiile necesare pentru îmbunătățirea permanentă a nivelului de trai. Dezvoltarea unei structuri urbane durabile, prin reducerea utilizării autovehiculelor particulare, încurajarea utilizării transportului public și dezvoltarea infrastructurii transportului public în scopul reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră, reprezintă principalele obiective strategice locale în domeniul transportului.

Implementarea unui nou sistem de transport în comun bazat pe vehicule cu propulsie electrică asigură o tendință de creștere a dinamicii transportului în comun, în raport cu transportul individual cu autovehicule personale, ceea ce într-o aglomerare urbană contribuie la menținerea și îmbunătățirea parametrilor calitativi ai stării mediului, prin reducerea poluării aerului, respectiv prin minimizarea emisiilor de noxe (CO_2, NOx, PM). În contextul actual, de atingere și aplicare a obiectivelor strategiei locale a municipiului Cluj-Napoca, pentru promovarea unui transport public sustenabil, din punct de vedere al minimizării emisiilor poluante în atmosferă, se impune identificarea unor soluții optime de înlocuire a mijloacelor de transport în comun aflate în dotarea CTP Cluj-Napoca SA. Noile reglementări cu privire la normele de poluare Euro 6 aduc modificări semnificative cu privire la reducerea cu 50 % a nivelului de emisii poluante măsurat la următorii indicatori: dioxid de carbon (CO_2), hidrocarburi (HC), metan (CH_4), oxizi de azot (NOx) și pulberi în suspensie (PM). Pentru sistemele de propulsie electrice toți indicatorii de emisie prezentați anterior au valoarea zero (local). Amprenta de carbon dată de transportul rutier reprezintă cantitatea de dioxid de carbon (CO_2), emisă într-un an de zile rezultată din activitatea de transport și se calculează raportat la cantitatea de combustibil consumată într- un an. Așa cum rezultă din studiile comparative între mijloacele de transport în comun studiate, emisiile de CO_2 se reduc considerabil ajungând chiar la zero doar în cazul propulsiei electrice (în situația în care pentru încărcarea bateriilor sau pentru producerea de hidrogen se utilizează energie electrică ce provine exclusiv din energie regenerabilă[10]).

Un alt motiv care justifică utilizarea și implementarea vehiculelor electrice în traficul rutier este reducerea nivelului de zgomot în mediul urban. Conform prevederilor HG 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental în România valoarea țintă ce trebuie atinsă pentru zgomotul aferent traficului rutier este de 50 dB(A). Studiile efectuate în prezent situează nivelul zgomotului aferent vehiculelor de transport de persoane existente la un nivel cuprins intre 60 ... 95 dB(A). De asemenea, conform informațiilor cuprinse în "Planul de acțiune pentru prevenirea și reducerea zgomotului ambiental în municipiul Cluj-Napoca" o reducere de 1 dB a zgomotului rutier

[10] Varga, B.O., Mariasiu, F., Miclea C.D., Szabo I., A.A.Sirca, N. Vlad (2020) Direct and Indirect Environmental Aspects of an Electric Bus Fleet Under Service, Energies, *13*(2), 336

va determina o creștere a valorii imobilelor afectate cu până la 0,6 %[11]. Studiile comparative realizate pentru factorii de zgomot și vibrații, în cazul utilizării vehiculelor cu propulsie clasică și electrică relevă faptul că nivelul de zgomot generat în timpul funcționării vehiculelor cu propulsie electrică este de până la 55 dB(A) față de vehiculele clasice la care nivelul de zgomot este de până la 90 dB(A).

În cazul specific al municipiului Cluj-Napoca, o soluție optimă de înlocuire a mijloacelor de transport în comun dotate cu motoare cu ardere internă, este de a se achiziționa vehicule cu propulsie electrică: autobuze electrice (cu baterii și pile de combustie cu hidrogen) într-o proporție bine stabilită conform prezentului studiu de oportunitate.

Avantaje vehiculelor electrice utilizate pentru transportul în comun de pasageri sunt următoarele[10,12]:

- Poluare locală zero;
- Randament superior al mașinilor electrice (> 90 %), comparativ cu cel al motoarelor cu ardere internă (<40 %);
- Viteze maxime de deplasare similare cu cele ale vehiculelor clasice, dar cu o valoare superioară pentru accelerație, datorită motoarelor electrice cu care sunt echipate;
- Capacitatea mașinilor electrice de a funcționa în regim de generator în perioadele de frânare, energia produsă fiind stocată în baterii și oferă posibilitatea utilizării ulterioare;
- Vehiculele electrice răspund mai ușor la comenzi față de vehiculele clasice, prezentând o manevrabilitate ridicată și fiind mai ușor de utilizat pentru traficul urban de persoane;
- Investiția minimă necesară pentru realizarea stațiilor de încărcare rapidă, datorită utilizării infrastructurii existente sau faptului că autonomia poate fi extinsă nelimitat prin încărcări parțiale între curse;
- Răspund nevoilor de deplasare zilnică a locuitorilor din mediul urban, nevoi care nu depășesc distanțe mai mari de 100 km pe zi;
- Costurile de întreținere și respectiv costurile de operare sunt reduse datorită fiabilității motoarelor electrice cu care sunt echipate acestea, comparativ cu vehiculele clasice.

[11] https://files.primariaclujnapoca.ro/2019/07/26/Plan_actiune_2019.pdf

[12] Varga, B.O., Iclodean, C., Mariasiu, F., " Electric and Hybrid Buses for Urban Transport Energy Efficiency Strategies", Springer International Publishing Ed., 2016, ISBN: 978-3-319-41249-8

3 Identificarea problemelor specifice

3.1 Prezentarea problemelor specifice la care răspunde proiectul

Pe măsură aglomerația din trafic crește (datorită creșterii numărului de autovehicule aflate în circulație) în mediul urban, deteriorarea calității aerului devine o problemă contemporană cu care se confruntă marile aglomerări urbane. Astfel, tendințele sunt de a se lua măsuri imediate pentru îmbunătățirea calității vieții în marile orașe, pentru protejarea mediului înconjurător și a sănătății umane. Vehiculele echipate cu sisteme de propulsie clasice bazate pe motoare cu ardere internă, existente în traficul urban nu îndeplinesc criteriile actuale ale legislației de mediu tot mai stricte care se impun[13,14]:

- Reducerea nivelelor de zgomot și îmbunătățirea calității aerului, conform legislației europene;
- Reducerea emisiilor de CO_2 produse de vehiculele clasice echipate cu motoare cu ardere internă;
- Reducerea emisiilor de gaze cu efect de seră produse de vehiculele clasice echipate cu motoare cu ardere internă;
- Reducerea exploatării resurselor convenționale de energie obținute prin utilizarea combustibililor fosili.

Organizația Internațională a Transportului Public (UITP) subliniază faptul că autobuzele reprezintă aprox. 60 % din oferta totală de transport public din Europa, iar 95 % dintre acestea utilizează combustibil diesel. Trebuie totuși menționat că operatorii de autobuze destinate transportului public de persoane au la dispoziție o gamă largă de combustibili și tehnologii alternative la diferite grade de dezvoltare tehnică pe piață pentru reducerea utilizării combustibililor fosili.

În condițiile în care emisiile de CO_2 și normele de poluare locală trebuie respectate, este evident faptul că trebuie găsite soluții pentru utilizarea de vehicule cu propulsive alternativă. Autoritățile publice și operatorii de transport public în comun sunt obligați în cazul achiziției de autobuze, să respecte condițiile prevăzute în Directiva pentru Vehicule Ecologice (2009/33/EC) prin luarea în considerare a consumului de energie, a emisiilor de CO_2 și a altor emisii nocive (NOx, NMHC și PM)[14]. Toate modelele noi de autobuze vândute pe piață începând cu ianuarie 2014 trebuie să respecte standardele Euro 6 pentru emisii iar Directiva ce prevede aceste lucruri a fost integrată în legislația națională a statelor membre UE[15].

[13] https://ec.europa.eu/growth/sectors/automotive/legislation_en

[14] Directiva 2009/33/CE a Parlamentului European și a Consiliului din 23 aprilie 2009 privind promovarea vehiculelor de transport rutier nepoluante și eficiente din punct de vedere energetic;

[15] https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2019/1242/oj

Directiva privind transportul urban indică sprijinul părților interesate pentru promovarea introducerii pe piață a vehiculelor nepoluante și eficiente din punct de vedere energetic, prin intermediul achizițiilor publice ecologice. Se afirmă că o abordare posibilă ar consta în internalizarea costurilor externe aferente funcționării vehiculelor care trebuie achiziționate, folosind drept criteriu de atribuire, pe lângă prețul vehiculului, costurile legate de consumul de energie, de emisiile de CO_2 și de emisiile poluante care intervin pe toată durata de viață a vehiculului. În plus, achizițiile publice ar putea favoriza noile standarde de poluare Euro. Folosirea anticipată a vehiculelor ecologice ar putea, de asemenea, să amelioreze calitatea aerului în zonele urbane. Totodată, în cadrul Directivei sunt evaluate în bani și calculate conform unei metodologii prezentate în cadrul acesteia, costurile operaționale pentru consumul energetic și costurile pentru emisiile de CO_2 și pentru alte emisii poluante pentru durata de viață a unui vehicul.

Poluarea aerului are efecte semnificative asupra sănătății cetățenilor europeni, în special în zonele urbane, potrivit unui raport al Agenției Europene de Mediu pentru Spațiul Economic European (EEA). În timp ce calitatea aerului se îmbunătățește lent, poluarea rămâne cel mai mare pericol pentru sănătate in Europa, având ca rezultat o calitate scăzută a vieții datorată bolilor asociate acestui fenomen și exista o estimare de 467.000 de decese pe an cauzate direct de poluare [16]. Cei mai importanți și considerați poluanți din Europa, în ceea ce privește efectul nociv asupra sănătății, sunt particulele (PM), NO_2 și ozonul de la nivelul solului (O_3). Unele grupuri de populație sunt mai afectate de poluarea aerului decât altele, deoarece sunt mai expuse sau mai susceptibile la pericole pentru mediu. Grupurile socio-economice inferioare tind să fie mai expuse la poluarea aerului, în timp ce persoanele în vârstă, copiii și cei cu condiții de sănătate preexistente sunt mai susceptibili. Poluarea aerului are, de asemenea, un impact economic considerabil, reducând speranța de viață, creșterea costurilor medicale și reducerea productivității prin zilele lucrătoare pierdute în diferite sectoare economice. Estimările impactului asupra sănătății ale expunerii la poluarea aerului indică faptul că, în 2018, expunerea pe termen lung la particule cu un un diametru de 2,5 µm sau mai mic (PM2,5) în Europa (inclusiv 41 de țări) a fost responsabil pentru aproximativ 417 000 de decese premature, dintre care aproximativ 379 000 au fost în UE-28. Aceasta reprezintă o reducere de 13% a deceselor premature atât în Europa, cât și în UE-28 (437 000 decese), comparativ cu 477 000 de decese premature în Europa estimate, utilizând aceeași metodologie pentru anul 2009. Impactul estimat atribuit expunerii populației la NO_2 în aceste 41 de țări europene în 2018 a fost de aproximativ 55 000 de decese premature (aproximativ 54 000 în UE-28). Pentru NO_2, o comparație cu impactul din 2009 (120 000 de decese premature în Europa și 117 000 în UE-28) arată că decesele premature s-au redus la jumătate, cu o reducere de 54%. În cele din urmă, se estimează expunerea la O_3 la nivelul solului să fi provocat 20 600 de decese premature în 2018 în Europa și 19 400 în UE-28. Spre deosebire de rezultatele pentru PM2.5 și NO2, aceasta reprezintă o creștere de 20% pentru Europa și 24% pentru UE-28 pe baza cifrelor din 2009 (17 100 de decese premature în Europa și 15 700 în UE-28). Această creștere între acești doi ani specifici poate fi atribuită influenței puternice a temperaturilor ridicate asupra concentrațiilor de O_3 în vara anului 2018.

[16] https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report

Poluarea aerului dăunează, de asemenea, vegetației și ecosistemelor. Aceasta duce la mai multe impacturi importante asupra mediului, care afectează în mod direct vegetația și fauna, precum și calitatea apei și a solului și a serviciilor ecosistemice pe care le susțin. Poluanții atmosferici care cauzează în prezent cele mai multe daune ecosistemelor sunt O_3, amoniac și oxizi de azot (NO_X). Ozonul la nivelul solului poate afecta culturile, pădurile și alte vegetații, afectând creșterea lor și afectând biodiversitatea. Depunerea compușilor de azot poate provoca eutrofizare, prin surplus de nutrienți. Eutrofizarea poate afecta ecosistemele terestre și acvatice și poate duce la modificări ale diversității speciilor și invaziilor de către specii noi.

Orașele încearcă tot mai mult să descurajeze utilizarea autovehiculelor cu combustibili fosili care duc în mod direct la efectele prezentate anterior, descurajare observată prin dublarea politicilor și a inițiativelor de promovare a zonelor fără autovehicule sau a celor cu emisii scăzute și interzicerea vehiculelor diesel. Unele orașe au optat pentru sistemele de tarifare care fie percep taxe de circulație în zone urbane aglomerate sau vehiculelor cu grad de poluare ridicat în încercarea de a reduce vârfurile dăunătoare ale dioxidului de azot pentru combaterea pe termen lung a scăderii calității aerului[17].

Un instrument eficient de combatere a poluării aerului în zonele urbane este tranziția către electromobilitate pornind de la vehiculele care rulează în orașe, cum ar fi taxiurile, autobuzele, serviciile poștale și camioanele de transport și de cele de transport de gunoi menajer. De la 1 ianuarie 2018, în Londra de exemplu, toate taxiurile trebui să fie vehicule electrice pe baterii, deoarece orașul încearcă să elimine treptat motoarele diesel[18]. Pe de altă parte, orașul Amsterdam optează pentru o flotă de autobuze complet electrică până în anul 2025, iar aeroportul din Amsterdam s-a angajat ca toate vehiculele care operează pe aeroport precum și toate vehiculele care transportă călători spre și dinspre aeroport sa fie vehicule electrice[19].

În timp ce tranziția către electromobilitate în Europa se desfășoară într-un ritm relativ lent, este crucială pregătirea acesteia pentru accelerarea tranziției către un număr cât mai mare de vehicule electrice, iar anul 2020 a oferit oportunități importante pentru a accelera această tranziție printr-o serie de procese legislative ale Uniunii Europene care sunt în curs de desfășurare.

Uniunea Europeană a accelerat desfășurarea mobilității electrice prin angajamentul său de decarbonizare în cadrul acordului verde și în planul de recuperare și UE de următoarea generație. În decembrie 2020, Strategia și Planul de acțiune al UE privind mobilitatea durabilă și inteligentă au consolidat aceste planuri pentru sectorul transporturilor cu obiective ambițioase de implementare a conceptului ZEV. O serie de directive și reglementări UE sunt în curs de revizuire pentru a fi adaptate la realizarea ambițiilor declarate, care includ[20]:

[17] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Environmental_tax_statistics

[18] ZeEUSeBus Report, An overview of electric buses in Europe, 2016;

[19] https://www.schiphol.nl/en/schiphol-as-a-neighbour/page/electric-buses-and-taxis-and-promoting-public-transport/

[20] https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2021/policies-to-promote-electric-vehicle-deployment

- Implementarea de standarde de performanță privind emisiile de CO_2 pentru mașini și autoutilitare;
- Directiva privind infrastructura combustibililor alternativi;
- Directiva europeană privind performanța energetică a clădirilor (care sprijină desfășurarea infrastructurii de tarifare);
- Directiva privind bateriile din 2006, care este completată de un propus de regulament privind bateriile anunțat în decembrie 2020
- Noul standard EURO privind emisiile de poluanți.

Emisiile medii de gaze de eșapament din domeniul transporturilorsunt sunt vizate să nu depășească cantitatea de 95 de grame de dioxid de carbon pe kilometru (gCO_2/km) în 2021, conform standardelor de emisii de CO_2 ce urmează a fi aplicate. Vehiculele electrice sunt din ce în ce mai importante și considerate soluția pentru a îndeplini obiectivele asumate și reprezintă un factor determinant care explică de ce vânzările de vehicule electrice au crescut în 2020, în ciuda declinului general datorat pandemiei de Covid-19 al sectorului auto. Următoarele obiective duc la scăderea cu 15% în 2025 și cu 37,5% până în 2030 a emisiilor poluante (de la nivelurile de referință din anul 2021). Aceste obiective sunt în curs de revizuire în vederea susținerii mai bune a ambițiilor acordului verde al UE. Este posibil ca reviziile syandardelor propuse de poluare să includă în viitorul apropiat obiective de emisii mai mici, prin utilizarea vehiculelor cu emisii zero și reduse (ZLEV) (emisii sub 50 g CO_2).

La începutul anului 2021, nouă țări ale UE au cerut Comisiei Europene să accelereze o eliminare treptată la nivelul UE a autovehiculelor pe benzină și diesel. Acest lucru ar putea crea legislație suplimentară care să permită statelor membre să aplice interdicțiile/restricționarea utilizării motoarelor cu ardere internă la nivel național. În plus față de politicile și directivele UE, multe țări din Europa continuă măsurile de subvenționare și de stimulare a achiziției vehiculelor electrice.

Locuitorii zonelor cu aglomerație urbană ridicată din municipiul Cluj-Napoca, trebuie să facă față în prezent unei probleme legată de nivelul calității aerului datorită faptului că arterele principale de circulație sunt relativ înguste și așezarea localității este într-o zonă depresionară (fără o evaporare rapidă a emisiilor poluante produse de motoarele autovehiculelor și accentuată în cazul valorilor termice ridicate). În contextul actual, de atingere și aplicare a obiectivelor strategiei autorităților locale a municipiului Cluj-Napoca, pentru promovarea unui transport în comun sustenabil din punct de vedere al minimizării emisiilor poluante în atmosferă, prin adoptarea unor soluții optime de înlocuire parțială a parcului de autobuze existent, identificarea unor trasee optime în urma determinărilor efectuate la nivel local, necesită realizarea unei analize inițiale a emisiilor directe de poluanți în raport cu normele de poluare Euro 0 ... Euro 6. Normele de poluare sunt

reglementate prin Regulamentul EC nr. 595/2009[21] și Regulamentul EC nr. 582/2011[22]. Norma de poluare Euro 6, a intrat în vigoare din anul 2013, iar implementarea completă a standardului s-a realizat în anul 2014. Reglementările cu privire la norma de poluare Euro 6 aduc modificări semnificative cu privire la reducerea cu 50 % a nivelului de emisii măsurate la următorii indicatori: hidrocarburi (HC), metan (CH4), oxizi de azot (NOx) și particule (PM).

O altă problemă datorată utilizării autovehiculelor și cu care se confruntă municipiul Cluj-Napoca o reprezintă poluarea fonică. Poluarea fonică se manifestată prin vibrațiile transmise către pasageri (sub formă de sunet sau direct prin vibrație), vibrații care sunt percepute de organism și în mod deosebit, de acele părți ale corpului ce se află în contact cu acele elemente ale vehiculului care sunt în mișcare de vibrație. Vibrațiile mecanice care se transmit asupra organismului uman au o acțiune nocivă complexă, afectându-i sănătatea prin efectele fiziopatologice și stânjenind desfășurarea procesului muncii până la pierderea capacității de muncă[23].

Direcția de acțiune cu privire la zgomotul ambiental vizează identificarea nivelurilor de zgomot pe teritoriul UE și adoptarea măsurilor necesare pentru reducerea acestora la niveluri acceptabile. Acestea se realizează prin adoptarea unor acte legislative care reglementează emisiile sonore din surse specifice[24]. Conform prevederilor HG 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental în România valoarea țintă ce trebuie atinsă pentru zgomotul aferent traficului rutier este de maxim 50 dB(A). În urma unor studii studiul realizate pentru factorul de zgomot și vibrații, a rezultat că în cazul utilizării autobuzelor cu sisteme de propulsie clasice nivelul de zgomot generat în timpul funcționării acestora este de aproximativ 90 dB(A) față de autobuzele cu sisteme de propulsie electrică, a căror nivele de poluare sonică nu depășesc 55 dB(A). Zgomotele de peste 65 dB(A) implică modificări psihice manifestate mai ales prin oboseală și slăbirea atenției. La peste 90 dB(A) se pot produce leziuni ale organului auditiv extern (leziuni ale timpanului), creșteri ale tensiunii arteriale intra craniene, diminuarea reflexelor, tulburări ale sistemului cardiovascular cu instalarea hipertensiunii cronice, tulburări fiziologice ale aparatului digestiv de cele mai multe ori cu apariția ulcerului, tulburări ale glandelor endocrine, accelerarea pulsului și a ritmului respirației, etc.

Nivelul de zgomot generat de un autobuz electric este cu aproximativ 20...30 dB(A) mai mic decât zgomotul produs de un autobuz cu motor diesel, fapt care asigură un grad de confort mai ridicat al pasagerilor[25]. Frecvențele înalte ale zgomotelor sunt mai periculoase decât frecvențele joase. Problemele particulare de zgomot care sunt produse de transportul pe șine (tramvaie) sunt următoarele: patinatul în curbe, zgomotele frânelor, zgomotele din dreptul stațiilor, zgomotul din

---

[21] Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council of 18 June 2009 on type-approval of motor vehicles and engines with respect to emissions from heavy duty vehicles (EURO VI) and on access to vehicle repair and maintenance information and amending Regulation (EC) No 715/2007 and Directive 2007/46/EC and repealing Directives 80/1269/EEC, 2005/55/EC and 2005/78/EC

[22] Regulation (EU) No 582/2011 of 25 May 2011 implementing and amending Regulation (EC) No 595/2009 of the European Parliament and of the Council with respect to emissions from heavy duty vehicles (EURO VI) and amending Annexes I and III to Directive 2007/46/EC of the European Parliament and of the Council

[23] https://osha.europa.eu/en/publications/report-workplace-exposure-vibration-europe-expert-review

[24] https://www.eea.europa.eu/highlights/road-traffic-remains-biggest-source

[25] https://www.cerclebruit.ch/studies/vreduktion/Noise_from_electircal_vehicles.pdf

gările de triaj sau de pe podurile de metal fără balast care nu afectează multe persoane dar totuși pot conduce la un ambient neplăcut în zonele respective. Conform planului de acțiune pentru prevenirea și reducerea zgomotului ambiental în municipiul Cluj-Napoca, zgomotul datorat traficului rutier de pe arterele principale este semnificativ, iar în situația în care se menține pe o durată mai lungă, acesta poate fi tolerat cu greu. Nivelul de zgomot din apropierea arterelor principale se situează între valorile de 75 ... 80 dB(A), ceea ce înseamnă o depășire a limitei admise cu 5 ... 10 dB(A). Situația este cu atât mai agravantă cu cât diferența între valorile de noapte și de zi a zgomotului este de numai 4 ... 7 dB(A). Valorile de peste 70 dB(A) respectiv de peste 65 dB(A) pentru noapte, sunt caracteristice aproape pentru toate arterele principale din municipiul Cluj-Napoca. În contextul actual, de atingere și aplicare a obiectivelor strategiei locale a municipiului Cluj-Napoca, pentru promovarea unui transport în comun sustenabil din punct de vedere al minimizării emisiilor poluante în atmosferă și a poluării fonice, se impune identificarea unor soluții optime de înlocuire, cel puțin parțială, a parcului de autobuze existent, în vederea reducerii emisiilor de noxe și a poluării fonice.

O altă problemă specifică și majoră a transportului în comunde călători, este cuprinsă în articolul 1 din Carta drepturilor fundamentale a Uniunii Europene. Acest articol prevede că *"Demnitatea umană este inviolabilă. Aceasta trebuie respectată și protejată"*, iar articolul 26 prevede că *"Uniunea recunoaște și respectă dreptul persoanelor cu dizabilități de a beneficia de măsuri care să le asigure autonomia, integrarea socială și profesională, precum și participarea la viața comunității"*. În plus, articolul 21 interzice orice discriminare pe motiv de dizabilități. Tratatul privind funcționarea UE, solicită acesteia să combată orice discriminare pe motiv de dizabilități în definirea și punerea în aplicare a politicilor și acțiunilor sale (articolul 10) și îi conferă puterea de a adopta legislația în vederea combaterii unei astfel de discriminări (articolul 19). Strategia europeană 2010-2020 pentru persoanele cu dizabilități se axează pe eliminarea barierelor.

Comisia Europeană a identificat opt domenii de acțiune principale: accesibilitate, participare, egalitate, ocuparea forței de muncă, educație și formare, protecție socială, sănătate și acțiune externă. Accesibilitatea este definită ca fiind posibilitatea oferită persoanelor cu dizabilități de a avea acces, în condiții de egalitate cu ceilalți, la mediul fizic, la transporturi, la informații și la sisteme și tehnologii ale informației si comunicațiilor (TIC), precum și la alte infrastructuri și servicii. În aceste domenii există încă bariere importante și pentru eliminarea rapidă a acestora se recomandă ca vehiculele pentru transportul în comun a persoanelor să fie dotate cel puțin cu instalații de climatizare, de iluminat, precum și cu facilități pentru transportul persoanelor cu dizabilități locomotorii (rampe pentru accesul în vehicule, locuri speciale pentru cărucioare, sisteme de fixare, etc.).

Achiziția de mijloace ecologice de transport prin prezentul proiect este corelată direct cu direcțiile de intervenție ale Strategiei de Dezvoltare Durabilă a României 2030 pentru atingerea și realizarea obiectivului ODD 11- Dezvoltarea unor orașe și așezări umane favorabile incluziunii, sigure, reziliente și durabile, prin beneficiile imediate aduse de eliminarea emisiilor poluante locale cauzate de transport.

Justificarea corelării intervențiilor propuse în proiect (dotarea flotei de transport călători a municipiului Cluj-Napoca cu mijloace de transport ecologice) cu Strategia Regională de Mobilitate Urbană și Orașe Inteligente 2021-2027 a Regiunii de dezvoltare Nord-Vest rezidă în: eliminarea emisiilor de NOx locale și reducerea semnificativă a nivelului de zgomot cauzat de traficul rutier urban. Implementarea proiectului este legată de atingerea obiectivului strategic OS3. REGIUNE REZILIENTĂ LA SCHIMBĂRILE CLIMATICE CU UN CONSUM REDUS DE ENERGIE prin direcțiile de acțiune DA 3.1 Reducerea consumului de energie în mediul urban și DA 3.3 Reducerea poluării, ameliorarea și monitorizarea calității factorilor de mediu.

Din punct de vedere al problemelor/nevoilor specifice cărora achiziția de mijloace de transport public nepoluante se raportează la obiectivele și indicatorii urmăriți de apelul de proiecte PRNV/2023/481.A/1 acestea se referă direct la atingerea obiectivului principal OBIECTIV DE POLITICĂ 2: Europă mai verde, rezilientă, cu emisii reduse de dioxid de carbon, care se îndreaptă către o economie cu zero emisii de dioxid de carbon, prin promovarea tranziției către o energie curată și echitabilă, a investițiilor verzi și albastre, a economiei circulare, a atenuării schimbărilor climatice și a adaptării la acestea, a prevenirii și gestionării riscurilor, precum și a unei mobilități urbane durabile, PRIORITATEA 4: O regiune cu mobilitate urbană multimodală durabilă, OBIECTIV SPECIFIC 2.8: Promovarea mobilității urbane multimodale durabile, ca parte a tranziției către o economie cu zero emisii de dioxid de carbon. Achiziția de mijloace de transport ecologice (autobuze electrice cu hidrogen) este legată direct de una dintre acțiunile sprijinite în cadrul Apelului de proiecte PRNV/2023/481.A/1 , și anume: a) Utilizarea crescută a transportului public și a altor forme de mobilitate urbană ecologice, în urma intervențiilor: Dezvoltarea și optimizarea sistemelor de transport public, inclusiv prin achiziționarea de mijloace de transport cu zero emisii și dezvoltarea infrastructurii necesare acestora (inclusiv depouri, stații de autobuz, stații intermodale pentru transportul public), soluții de tip park & ride situate în afara centrelor orașelor și care sunt integrate cu sistemul de transport public.

3.2 Necesitatea și oportunitatea promovării investiției

Necesitatea și oportunitatea investiției în vehicule de transport călători nepoluante este subliniată de necesitatea creșterii nivelului de trai la nivelul minicipiului Cluj-Napoca prin cele trei mari axe de intervenție (prezentate detaliat în paragrafele anterioare):

- reducerea poluării locale datorate emisiilor de gaze de eșapament ale motoarelor cu ardere internă ce funcționează cu combustibili fosili
- reducerea poluării fonice și a vibrațiilor datorate funcționării vehiculelor dotate cu motoare cu ardere internă ce funcționează cu combustibili fosili
- creșterea calității procesului de transport public urban de călători și a ponderii acestuia în utilizare de către cetățeni

Toate aceste acțiuni și direcții prioritare sunt cuprinse în documentul PMUD al municipiului Cluj-Napoca și corelate cu propunerile de dezvoltare in cadrul secțiunii 9.2. TRANSPORT PUBLIC, direcțiile de acțiune (nume proiect) 9.2.13 Achiziție autobuze alimentate cu pile de combustibil (hidrogen) – Fuel Cell Electric Bus (20 de bucăți) și stație de producere hidrogen care au ca și orizont de implementare 2023-2030+. De asemenea, tot în documentul PMUD se specifică că implementarea prezentului proiect de achiziție a mijloacelor de transport ecologice duce în mod direct la atingerea unui obiectiv și anume acela de a realiza tranziția către o flotă de transport public nepoluantă (subcap. 9.2.7.), dezideratul fiind ca până în 2028 întreaga flotă de transport public care circulă în Cluj-Napoca (liniile urbane) să fie alcătuită din mijloace de transport nepoluante (în prezent 52% din flotă indeplinește acest criteriu fiind alcătuită din autobuze electrice, tramvaie sau troleibuze).[26]

La nivelul Uniunii Europene, o treime din cantitatea totală de energie finală se consumă în sectorul transporturilor, iar cea mai mare parte a acestei energii provine din petrol. Aceasta înseamnă că transporturile sunt răspunzătoare de o parte importantă din emisiile de gaze cu efect de seră ale UE, fiind un factor cu contribuție majoră la schimbările climatice. Majoritatea celorlalte sectoare economice, precum producerea de energie electrică și industria, și-au redus emisiile începând din 1990, în schimb emisiile provenite din transporturi au crescut. În prezent, acestea reprezintă peste un sfert din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră din UE și nu se întrevede o inversare a acestei tendințe. Din această cauză, sectorul transporturilor este un obstacol major în calea obiectivelor UE în materie de protejare a climei: autoturismele, camioanele și autobuzele produc peste 70 % din totalul emisiilor de gaze cu efect de seră asociate transporturilor (restul provine, în principal, din transportul maritim și din cel aerian[27]).

Emisiile poluante ale autovehiculelor care funcționează cu motoare cu ardere internă, sunt un factor care este luat din ce în ce mai mult în considerare și prezintă următoarele particularități:

- Eliminarea emisiilor poluante are loc foarte aproape de sol, fapt ce duce la acumularea unor concentrații ridicate la înălțimi foarte mici, chiar pentru gazele cu densitate mică și capacitate mare de difuziune în atmosferă;
- Emisiile poluante au loc pe întreaga suprafață a localității, diferențele de concentrații depinzând de intensitatea traficului și posibilitățile de ventilație a culoarelor de trafic.

Emisiile poluante care sunt considerate gaze cu efect de seră sunt dioxidul de carbon (CO_2) și metanul (CH_4), emisii specifice care contribuie în mod direct la reducerea permeabilității atmosferei pentru radiațiile calorice reflectate de către Pământ spre spațiul cosmic, generând astfel fenomenul de încălzire globală. La nivelul UE circa 28 % din emisiile de gaze cu efect de seră sunt datorate transporturilor și 84 % dintre acestea revin transportului rutier, cu mențiunea că 10 % din acestea provin din traficul rutier urban. La nivel mondial, tendințele de viitor sunt de a reducere

[26] https://files.primariaclujnapoca.ro/2022/02/03/PMUD_Cluj-Napoca.pdf
[27] https://www.eea.europa.eu/ro/themes/transport/intro

emisiile de CO_2 și CH_4 prin tehnologii și echipamente inovative de propulsie a mijloacelor de transport rutiere, respectiv prin utilizarea masivă a autovehiculele electrice.

De asemenea, transporturile continuă să fie o sursă semnificativă de poluare atmosferică, în special în marile orașe. Poluanții atmosferici, precum particulele în suspensie (PM) și dioxidul de azot (NO_2), dăunează sănătății umane și mediului. Deși poluarea atmosferică provocată de transporturi a scăzut în ultimul deceniu ca urmare a introducerii standardelor de calitate a carburanților, a standardelor Euro privind emisiile provenite de la vehicule și a utilizării unor tehnologii mai curate, concentrațiile de poluanți atmosferici sunt încă prea ridicate. Poluarea fonică reprezintă o altă problemă majoră de mediu cu efecte asupra sănătății care este asociată transporturilor, iar raficul rutier reprezintă cea mai răspândită sursă de zgomot.

Reducerea efectelor negative ale transporturilor este un obiectiv important al politicilor UE. Principalele direcții de acțiune sunt reorientarea transporturilor către mijloacele cele mai eficiente și mai puțin poluante, introducerea unor tehnologii de transport, a unor combustibili și a unor infrastructuri mai sustenabile și asigurarea unor prețuri în sectorul transporturilor care să reflecte pe deplin efectele adverse asupra mediului și asupra sănătății.

Documentele de strategie în acestă direcție ale UE se axează pe decarbonizarea transporturilor. Strategia din 2018 a Comisiei Europene, caută să traseze direcțiile unei tranziții către *„zero emisii nete"* de gaze cu efect de seră în UE până în 2050. În ceea ce privește transporturile, strategia subliniază necesitatea unei abordări sistemice, accentuează importanța trecerii la moduri de transport cu emisii reduse de carbon și la vehicule cu emisii zero, subliniază rolul central al electrificării și al surselor de energie regenerabile și insistă asupra îmbunătățirii eficienței operaționale. Alte obiective evidențiate în strategie sunt o mai bună planificare urbană și valorificarea deplină a beneficiilor transportului public. În mod similar, începând din 2016 strategiiile europeane pentru o mobilitate cu emisii scăzute de dioxid de carbon au identificat ca domenii prioritare de acțiune un sistem de transport mai eficient, introducerea rapidă a combustibililor cu emisii scăzute și tranziția către vehicule cu emisii scăzute și cu emisii zero.

În plus, legislația UE abordează în mod direct efectele transporturilor asupra mediului și asupra sănătății prin stabilirea unor norme obligatorii. Printre acestea se numără limite de emisii pentru autoturisme, furgonete, camioane și autobuze, cerințe specifice pentru combustibilii folosiți în transporturi, precum și hărți de zgomot și planuri de acțiune pentru gestionarea zgomotului produs de marile infrastructuri de transport, cum ar fi aeroporturile.

O mare majoritate a cetățenilor europeni trăiesc într-un mediu urban, peste 60% locuind în zone urbane cu peste 10 000 de locuitori, și mobilitatea urbană reprezintă 40% din toate emisiile de CO_2 ale transportului rutier și până la 70% din alți poluanți din transport. Orașele europene se confruntă din ce în ce mai mult cu probleme cauzate de transport și traffic, iar aflarea soluțiilor pentru îmbunătățirea mobilității, reducând în același timp congestia, accidentele și poluarea, este o provocare comună pentru toate orașele importante din Europa. Congestia în trafic în UE este adesea localizată în zonele urbane și în jurul acesteia și costă anual aproape 100 de miliarde EUR,

sau 1% din PIB-ul UE. Orașele au de aceea responsabilitatea pentru a găsi singure răspunsurile corecte la aceste provocări, ținând cont de circumstanțele/problematicele lor specifice.

Transportul urban eficient și eficient poate contribui în mod semnificativ la atingerea obiectivelor într-o gamă largă de domenii politice pentru care UE are o competență stabilită. Succesul politicilor și obiectivelor politice care au fost convenite la nivelul UE, de exemplu cu privire la eficiența sistemului de transport al UE, obiectivele socio-economice, dependența energetică sau schimbările climatice, depinde parțial de acțiunile întreprinse de autoritățile naționale, regionale și locale . Mobilitatea în zonele urbane este, de asemenea, un facilitator important pentru creșterea economică și ocuparea forței de muncă și pentru dezvoltarea durabilă în zonele UE[28].

Acordul verde european (COM (2019) 640) și Strategia de mobilitate durabilă și inteligentă (COM (2020) 789), adoptate în 2019 și, respectiv, 2020, oferă un nou cadru al UE pentru direcția generală a politicii UE în domeniul transporturilor pentru anii următori veniți și recunoașteți importanța mobilității urbane în contextul tranzițiilor ecologice și digitale. Revizuirea cadrului politic actual, pachetul de mobilitate urbană UE 2013, este inclusă în planul de acțiune anexat la Strategia de mobilitate durabilă și inteligentă. Rezultatele evaluării pachetului UE 2013 privind mobilitatea urbană (SWD (2021) 0047)[29] publicat în februarie 2021, demonstrează că este necesară o acțiune suplimentară a UE privind mobilitatea urbană pentru a actualiza setul de instrumente de mobilitate urbană durabilă din UE, pentru a răspunde provocărilor în creștere (emisiile de CO_2 și poluanți atmosferici, congestie, accidente rutiere, rezistența rețelei de transport) și contribuie la obiectivele climatice, digitale și societale din ce în ce mai ambițioase, în conformitate cu angajamentele UE.

Pentru a promova exploatarea la scară tot mai largă a vehiculelor electrice ca și soluție la problemele prezentate anterior, în primul rând infrastructura de încărcare și de întreținere trebuie să devină disponibilă pe întreg teritoriul UE. Obiectivul final este de a permite deplasări cu autoturismul electric pe întreg cuprinsul Europei, făcând încărcarea autovehiculelor electrice la fel de ușoară ca alimentarea autovehiculelor clasice cu combustibili. UE sprijină utilizarea autovehiculelor electrice pe scară largă prin intermediul fondurilor nerambursabile, proiectele accesate și care sunt în curs de desfășurare reunind investiții publice și private de peste 1 miliard de Euro și cu un sprijin financiar din partea UE de aproximativ 600 de milioane Euro pentru 100 de proiecte. Standardizarea și interoperabilitatea sunt elemente esențiale pentru a valorifica la maximum dimensiunea pieței interne, în special, pentru electromobilitate, iar obstacolele situate în calea încărcării autovehiculelor electrice autonome oriunde pe teritoriul UE trebuie să fie eliminate. Sunt în curs de elaborare standarde la nivelul UE, în cooperare cu statele membre ale UE, cu industria de profil și cu organizațiile europene de standardizare (standardele EN62196-2 și EN62196-3). Există deja un standard comun pentru prizele de conectare a autovehiculelor electrice la stațiile de încărcare, urmând să se stabilească standarde pentru încărcarea prin inducție, baterii și prize de încărcare pentru toate modelele de autovehicule electrice la nivel european.

[28] https://ec.europa.eu/transport/themes/urban/urban_mobility_en

[29] https://www.eltis.org/in-brief/news/urban-mobility-package-evaluation-confirms-need-adapt-eu-urban-mobility-policy-order

Pentru anumite categorii de vehicule, cum ar fi autobuzele electrice pentru transportul public de pasageri, adoptarea unor tehnologii care să permită realizarea de emisii poluante zero la nivel local și implicit reducerea emisiilor de CO_2 a fost realizată în multe din marile orașe la nivel mondial, iar acest lucru a devenit o realitate și în municipiul Cluj-Napoca prin achiziția și punerea în exploatare a unui număr de 41 de autobuze electrice[28]. Rezultatele obținute au arătat că soluția utilizării a 41 de autobuze electrice pentru înlocuirea autobuzelor diesel Euro-3 (cu niveluri ridicate de poluare) în sistemul de transport al municipiului elimină o cantitate locală de 668,45 tone de CO_2 și 6,41 tone de NO_x anual - emisii poluante asociate direct cu efectele nocive asupra sănătății umane[30].

Cu aproximativ 450 de miliarde de pasageri transportați cu autobuzul, pe an în întreaga lume, autobuzele reprezintă o parte semnificativă a oricărui sistem de transport public în comun și reprezintă singurul mod de transport public în multe orașe. Cu toate acestea, autobuzul încă suferă de o problemă de imagine, datorită faptului că aproape 50 % din autobuze din întreaga UE sunt ca și standard de poluare mediu la nivelul Euro 3. Ca atare, reînnoirea flotei de autobuze ar trebui să rămână pe agenda politică pentru o mai bună mobilitate urbană pentru orice administrație locală iar electrificarea transportului urban, împreună cu numeroasele soluții de combustibil alternativ sunt o cale promițătoare de a reduce amprenta de carbon datorată transportului public. Creșterea interesului membrilor UITP pentru autobuzele electrice a evoluat de la testarea pilot a autobuzelor electrice la dezvoltarea în marile orașe ale lumii a unor linii de autobuz complet electrificate[31].

Autobuzele electrice cu baterie (BEV) sunt vehicule pur electrice, având un sistem de propulsie electric care utilizează energia chimică stocată în pachete de baterii reîncărcabile. BEV utilizează pentru propulsie motoare electrice în loc de motoare cu ardere internă. Acestea obțin toată energia din baterii și nu au motor cu ardere internă, celulă de combustibil sau rezervor pentru combustibili. Bateriile autobuzelor electrice sunt încărcate în mod static, utilizând stații de încărcare rapide sau lente. Un autobuz electric cu pile de combustie este un autobuz care folosește o pilă/celulă de combustibil cu hidrogen ca sursă de energie pentru grupul propulsor acționat electric, iar uneori pot exista în construcția acestora baterii sau supercondensatori suplimentari (în scopul creșterii autonomiei și eficienței energetice de funcționare)[32].

Dacă la nivel mondial flota de autobuze electrice introduce în exploatare a atins un număr de aproximativ 500.000 de unități în 2019, se estimează că trendul de introducere a acestora in sistemele de transport rutier de călători este unul dinamic pozitiv iar în anul 2040 numărul preconizat a acestora va fi de aprox. 1.300.000 unități[33]. Privind stadiul actual al dezvoltării si implementarii autobuzelor electrice în Asia, China este de departe liderul în ceea ce privește desfășurarea autobuzelor electrice datorita in principal problemelr de pluare cu care se cnfrunta in

---

[30] Varga, B.O., Mariasiu, F., Miclea C.D., Szabo I., A.A.Sirca, N. Vlad (2020) Direct and Indirect Environmental Aspects of an Electric Bus Fleet Under Service, Energies, *13*(2), 336

[31] EBSF_2 – the European Bus System of Future 2", European Union's Horizon 2020 Research and Innovations Program under grant agreement No.63300, UITP papers, 2015, Brussels/Belgium;

[32] https://tomorrow.city/a/roads-with-less-fumes-hydrogen-fuel-cell-buses-for-long-distance-routes

[33] https://www.adlittle.com/en/insights/viewpoints/electric-buses

marile aglomeratii urbane. Până în prezent, China are peste 421.000 de autobuze electrice care circulă în orașe, cu o rată de creștere a parcului de 9.500 de autobuze electrice la fiecare 5 săptămâni. Astfel în 2018, 99% din autobuzele electrice aflate în circulație în lume erau situate în China, cu efecte directe asupra economiei mondiale, reducând cererea decombustibili fosili (motorină) cu peste 270.000 de barili la sfârșitul anului 2019[34]. Numărul mare de autobuze electrice aflate în exploatare în China se datoreaza și subvențiilor masive din partea statului chinez. Pentru promovarea transportului 100% electric în orașului Shenzhen în fiecare an, timp de 9 ani consecutivi, operatorul de transport public din Shenzhen a primit un ajutor de stat de 500.000 de yuani (64.000 de euro) pentru fiecare autobuz electric cumpărat. În 2017, orașul avea deja o flotă de autobuze 100% electrice, reprezentând 16.359 de vehicule alocate pentru o populație de 12 milioane de locuitori.

În contrast evident, Statele Unite nu au mai mult de 500 de autobuze electrice funcționale în țară (an de referinta 2018), achizțtionate de puține orașe și universități americane. California este statul cel mai dinamic pe această temă, și a adoptat în acest sens o nouă regulă care favorizeaza adoptarea autobuzelor electrice ca și mijloc de transport de călători al viitorului, regulă care ar putea fi urmată de multe alte state americane în viitor. Aceasta este Regula Inovatoare de Tranzit Curat (ICTR), care prevede ca din 2023, 25% din autobuzele noi achiziționate trebuie să aibă „emisii zero", urmând ca ponderea acestora să fie de 100% în anul 2029. De asemenea, obiectivul major al statului California este acela de a-și converti cele 12.000 de autobuze urbane cu motoare cu ardere internă în 100% electrice până în 2040. Dacă în 2018 orașul Los Angeles avea 2.200 de autobuze din care doar 5 autobuze electrice, în 2020, aceste 5 autobuze au fost completate cu încă 100 de autobuze electrice noi[35].

În 2019, cererea UE pentru autobuze diesel a scăzut cu 3,1%, până la 34.123 de unități. Patru dintre cele cinci piețe majore din UE au înregistrat pierderi de două cifre pe segmentul de autobuze diesel: Spania (-13,8%), Regatul Unit (-12,0%), Italia (-11,8%) și Germania (-10,1%). Franța a fost singura piață care a înregistrat o creștere modestă (+ 2,4%) a înmatriculărilor de autobuze diesel noi, iar în întreaga Uniune Europeană, doar opt autobuze pe benzină au fost vândute în 2019.

Comparativ, în anul 2019, înmatriculările de autobuze electrice noi în UE au crescut cu 170,5% (de la 594 de unități în 2018 la 1.607 de autobuze vândute în 2019). Vehiculele cu încărcare electrică au reprezentat 4,0% din vânzările totale de autobuze din UE. Trebuie menționat că Olanda a fost cea mai mare piață pentru aceste vehicule, cu 381 de autobuze electrice înregistrate anul trecut, urmate de Franța (285) și Germania (187). Împreună, aceste trei țări au reprezentat mai mult de jumătate din toate autobuzele cu încărcare electrică vândute in anul 2019. Cu toate acestea, aproape toate înmatricularile au fost concentrate în doar șase țări: Germania (454 de unități), Spania (427), Belgia (371), Italia (255), Franța (210) și Țările de Jos (125)[36].

---

[34] https://www.ies-synergy.com/en/electric-buses-where-are-we/

[35] https://www.ies-synergy.com/en/electric-buses-where-are-we/

[36] https://www.greencarcongress.com/2020/04/20200427-acea.html

În 2020 (ianuarie-septembrie), în ceea ce privește piața autobuzelor electrice, au existat un total de 8.571 autobuze urbane înmatriculate în urmatoarele țări: Olanda, Germania, Marea Britanie, Franța, Polonia, Suedia, Norvegia, Spania, Italia, Luxemburg, Finlanda , Belgia, Danemarca, Portugalia, Elveția, Islanda, Austria, Grecia; valoare ce reprezintă aproximativ 12,2 la sută din toate autobuzele urbane noi înmatriculate[37]. Peste 13 operatori de transport public în comun și autorități din aproximativ 18 orașe au dezvoltat o strategie comună care prevede ca până în 2025 să existe în exploatare peste 6.100 autobuze electrice, reprezentând 43 % din flota totală.

Partenerii proiectului ZeEUS (UITP - Asociația Internațională de Transport Public inclusiv) au identificat cinci provocări care trebuie abordate și pentru care se impune găsirea unor soluții pentru a se asigura o creștere a utilizării autobuzelor electrice în anii următori[38]:

- Costul inițial mai ridicat al autobuzelor electrice și al infrastructurii lor de încărcare în comparație cu autobuzele convenționale;
- Importanța identificării unor soluții tehnologice adecvate pentru contexte operaționale locale specific fiecărei regiuni;
- Necesitatea revizuirii achizițiilor curente și a cadrelor contractuale și canalizarea acestora spre achiziția de vehicule electrice nepoluante;
- Obligativitatea de a standardiza interfețele de încărcare a autobuzelor electrice pentru a asigura interoperabilitatea acestora, permițând reîncărcarea flotelor multi-brand cu infrastructuri multi-brand;
- Necesitatea de a dezvolta încrederea și cooperarea cu sectorul de producție și distribuție a energiei electrice, precum și cu proprietarii de rețele de distribuție și cu autoritățile de reglementare în domeniul energiei.

Asociația Internațională de Transport Public (UITP), cu sediul la Bruxelles, în colaborare cu Comisia Europeană recomandă ca problemele schimbărilor climatice din UE și politicile de eficientizare ale energiei să abordeze în mod explicit problema mobilității urbane. Una dintre cele mai importante măsuri propuse este elaborarea unei strategii de promovare a unui transport public de calitate. Un element în acest sens îl reprezintă nevoia de a dezvolta planuri de mobilitate urbană/transport durabil în Europa pentru orașele cu peste 100.000 de locuitori (reglementată în România de HG 191/2013). Susținerea investițiilor în transporturi care vizează eficiența energetică ridicată și reducerea emisiilor cu efect de gaze de seră ca și criterii prioritare accentuează rolul vital al transportului public în comun.

Mijloacele de transport în comun bazate pe sisteme de propulsie electrice sunt capabile să rezolve provocările transportului public prin[39]:

---

[37] https://cleanbusplatform.eu/news-and-events/news/2020-1-000-battery-electric-buses-registered-in-western-europe-excluding-q4

[38] https://zeeus.eu/

[39] Varga, B.O., Mariasiu, F., Moldovanu, D., Iclodean, C., "Electric and Plug-In Hybrid Vehicles Advanced Simulation Methodologies", Springer International Publishing Ed., 2015, ISBN: 978-3-319-18638-2;

- Reducerea poluării locale;
- Reducerea semnificativă a emisiilor de CO_2;
- Reducerea semnificativă a poluării fonice;
- Reducerea producției de combustibili pe bază de petrol;
- Posibila scădere a numărului de vehicule dotate cu motoarele cu ardere internă utilizate în transportul public nu vor afecta dezvoltarea și creșterea mobilității urbane.

În momentul de față, autobuzele electrice reprezintă aproximativ 4 % din parcurile de transport public din UE, datorita interesului crescut in implementarea acestei tehnologii[40]. Conform cercetărilor efectuate în rândurile călătorilor și a operatorilor de transport public în comun și al autorităților locale, peste majoritatea dintre respondenți doresc trecerea la soluții complet electrice pentru transportul public urban de persoane[41].

În domeniul transporturilor, obiectivele strategiei naționale sunt următoarele[42]:

- Diminuarea emisiilor generate de rețeaua de transport urbană și interurbană în scopul reducerii impactului asupra mediului înconjurător;
- Atingerea unor niveluri durabile de consum de energie pentru transporturi prin diminuarea emisiilor de gaze cu efect de seră;
- Reducerea zgomotului generat de mijloacele de transport pentru minimizarea
- impactului asupra sănătății populației;
- Atingerea și încadrarea emisiilor de CO_2 a autovehiculelor sub 95 g/km;
- Atingerea dezideratului de 10 % pentru 2020 de utilizare a biocombustibililor din cantitatea de combustibili convenționali.

În municipiul Cluj-Napoca, obiectivele strategiei locale urmărește ca prin deciziile strategice, planurile anterioare și rapoartele asupra unui transport urban durabil (cuprinse în Planul de Mobilitate Urbană Durabilă) să fie îndeplinite condițiile necesare pentru cresterea calitatii vietii urbane in cadrul unor parametrii calitativi ridicati. Dezvoltarea unei structuri urbane durabile, prin reducerea utilizării autovehiculelor particulare și încurajarea utilizării transportului public urban de persoane, respectiv prin dezvoltarea și modernizarea infrastructurii rutiere a transportului public în scopul reducerii emisiilor de gaze cu efect de seră reprezintă principalele obiective strategice. Elaborarea studiilor pentru realizarea Planului de calitate a aerului pentru municipiul Cluj-Napoca, prevăd că principale măsuri propuse reducerea emisiilor de CO_2 și NO_x, încurajarea utilizării intr-un

[40] https://www.greencarcongress.com/2020/04/20200427-acea.html

[41] Kwon Y et al. What Attributes Do Passengers Value in Electrified Buses?, Energies 2020, 13, 2646; doi:10.3390/en13102646

[42] http://www.mt.gov.ro/web14/documente/strategie/strategii_sectoriale/strategie_dezvoltare_durabila_noua_ultima_forma.pdf

număr cât mai mare de către cetățeni a mijloacelor nepoluante de transport urban de călători și încurajarea operatorilor de transport public local de a utiliza vehicule cu motorizări de generație nouă cu emisii reduse de noxe, cu propulsie electrică.

Conform ordinului Ministerului Apelor și Protecției Mediului (MAPM) nr. 745/30.08.2002 privind stabilirea aglomerărilor și zonelor pentru evaluarea calității aerului în România (publicat în Monitorul Oficial cu nr 739/9.10.2002.) la articolul 2, litera i., se stabilește că municipiul Cluj-Napoca inclusiv comunele Apahida, Feleacu, Florești, Baciu și Gilău fac parte din categoria aglomerărilor ce sunt incluse în programul de evaluare a calității aerului. Acest fapt este concretizat prin amplasarea a patru stații automate de monitorizare a calității aerului pentru a avea o imagine reală asupra poluării aerului din municipiul Cluj-Napoca. Una din stațiile de monitorizare a poluanților din trafic este amplasată în municipiul Cluj-Napoca pe strada Aurel Vlaicu, lângă stația de distribuție a produselor petroliere OMW, pentru urmarirea următorilor indicatori de poluare: dioxid de sulf (SO_2), oxizi de azot (NO, NO_x, NO_2), monoxid de carbon (CO), benzen, toluen, etil benzen, o-xilen, m-xilen, p-xilen, pulberi în suspensie (PM10) în mod automat (figura 3.3).



Fig. 3.3 Stație de monitorizare a poluanților din trafic – piața Mărăști

Monitorizarea poluării urbane poate fi monitorizată și prin accesarea a diferite platforme on-line dedicate acestui lucru (aqicn.org, accuweather.com, air.plumelabs.com, etc.), exemplu în acest fel fiind prezentat in cadrul figurii 3.5.[43]

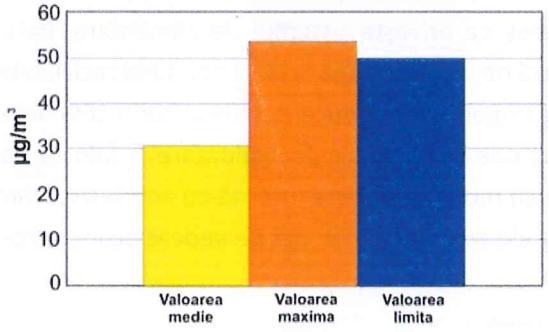


Fig. 3.4 Exemplu de determinare a particulelor în suspensie PM10 stația Mărăști

[43] https://air.plumelabs.com/air-quality-in-Cluj-Napoca-2Rey

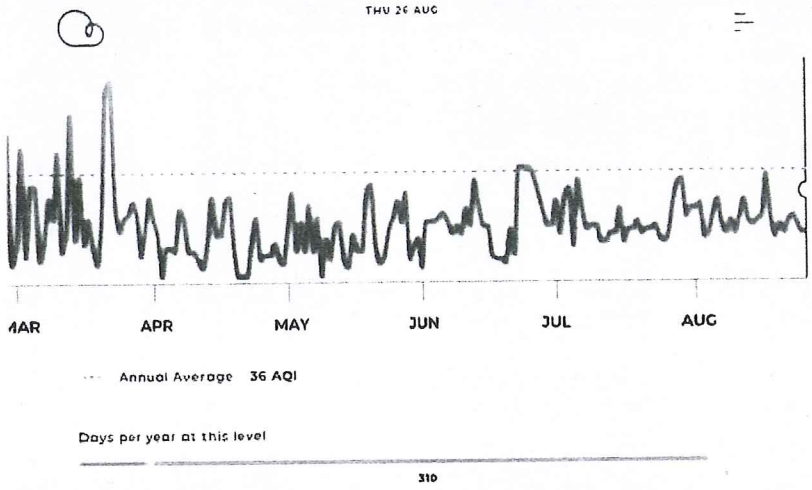


Fig. 3.5 Raport poluare municipiu Cluj-Napoca – platforma on-line (zona Aurel Vlaicu)

Reglementările legislației europene cu privire la normele de poluare Euro 6 aduc modificări semnificative cu privire la reducerea cu 50 % a nivelului de emisii poluante măsurat la următorii indicatori: dioxid de carbon (CO_2), hidrocarburi (HC), metan (CH_4), oxizi de azot (NOx) și pulberile în suspensie (PM). Pentru sistemele de propulsie electrice acești indicatori se încadrează în limitele impuse de normele de poluare Euro 6, toți indicatorii de poluare datorate acestor tipuri de vehicule având valoarea zero local. Amprenta de carbon dată de transportul rutier reprezintă cantitatea de CO_2, emisă într-un an de zile rezultată din activitatea de transport, care se calculează raportat la cantitatea de combustibil consumată într-un an. Așa cum rezultă din diferite studii comparative între sistemele de propulsie clasice și cele electrice, emisiile de CO_2 se reduc considerabil ajungând chiar la zero doar în cazul propulsiei electrice, doar în situația în care pentru încărcarea bateriilor se utilizează energie electrică ce provine exclusiv din energie regenerabilă[44].

În concluzie, autobuzele cu propulsie electrică se înscriu în parametrii de reducere totală a emisiilor locale de CO_2, precum și a celorlalți indicatori de emisie în raport cu autobuzele cu sisteme de propulsie clasice. În ceea ce privește sistemul de alimentare, bateriile utilizate în cazul unui autobuz electric au o durată de viață de până la cinci ani (fiind reciclabile în proporție de 100 %), iar pilele de combustie (cu hidrogen) au o reducere de mai puțin 10% din eficiență la fiecare 120.000 km parcurși (5-10 ani, în funcție de condițiile de exploatare)[45]. Înlocuirea autobuzelor cu sisteme de propulsie clasice echipate cu motor cu ardere internă cu autobuze echipate cu sistem de propulsie electric, prezintă următoarele avantaje din punct de vedere economico-social[46]:

[44] Varga, B., Mariasiu, F. (2018) Indirect environment-related effects of electric car vehicles use, Environmental Engineering and Management Journal, 17(7), 1591-1597

[45] https://energypost.eu/hydrogen-fuel-cell-cars-competitive-hydrogen-fuel-cell-expert/

[46] Varga B, Iclodean C, Mariasiu F, - "Electric and Hybrid Buses for Urban Transport-Energy Efficiency Strategies", Springer Verlag, ISBN 978-3-319-41248-1, 2016

- Posibilitatea de creare a unor zone centrale cu poluare redusă;
- Asigurarea unui confort ridicat al pasagerilor și a participanților la trafic prin lipsa vibrațiilor generate de motoarele cu ardere internă de capacitate mare;
- Lipsa vibrațiilor dăunătoare infrastructurii și clădirilor istorice din zona centrală;
- Inexistența emisiilor poluante cu un impact negativ prin depunerea pe clădiri;
- Emisii poluante (CO, NOx, HC, PM, CO_2 etc.) reduse și eliminarea expunerii călătorilor și a pietonilor la aceste emisii;
- Costuri de întreținere mai mici datorită lipsei unor sisteme specifice motoarelor clasice;
- Costuri de exploatare reduse datorită prețului energiei electrice mai mic comparativ cu cel pentru combustibilul clasic, raportat la distanțele parcurse.

Un alt motiv care justifică eficiența utilizării autovehiculelor cu propulsie electrică este reducerea nivelului de zgomot în mediul urban. Studiile efectuate în prezent situează nivelul zgomotului aferent autovehiculelor de transport de persoane existente la un nivel cuprins intre 60 ... 95 dB(A). De asemenea, conform informațiilor cuprinse în "Planul de acțiune pentru prevenirea și reducerea zgomotului ambiental în municipiul Cluj-Napoca" o reducere de 1 dB a zgomotului rutier va determina o creștere a valorii imobilelor afectate cu până la 0,6 %[47].

Măsurătorile efectuate în municipiul Cluj-Napoca, reflectă intensitatea zgomotului perceput de locuitori atât într-un interval de 24 de ore cât și pe timp de noapte luând în considerare limitele maxime admise pentru nivelul de zgomot potrivit legislației în vigoare, și anume 70 dB(A) pentru traficul rutier, feroviar, aerian pentru o perioadă medie de 24 de ore (indicatorul Lzsn) și 60 dB(A) pentru perioada medie de noapte (Ln), respectiv 65 dB(A) (Lzsn) și 55 dB(A) (Ln) pentru activitățile industriale.

Astfel, harta strategica de zgomot pentru traficul rutier din municipiul Cluj-Napoca (figura 3.6) evidențiază existența într-un interval de timp de 24 de ore a unui număr de peste 129.000 de persoane expuse la un nivel de zgomot de peste 60 de dB(A), dintre care peste 10.000 la un nivel superior valorii de 70 de dB(A). În perioada nopții la un nivel al zgomotului cuprins intre 45-70 de dB(A) sunt expuse peste 183.000 de persoane, dintre care 10.000 la un nivel de peste 60 de dB(A). Astfel, datele obținute în urma realizării hărților strategice de zgomot demonstrează faptul că locuitorii municipiului Cluj-Napoca sunt expuși unor valori ale intensității zgomotului ambiental peste limita permisă de reglementările europene în special în ceea ce privește traficul rutier ca sursă emitentă.

Conceptul de E-mobilitate rezolvă o serie de arii de politici prioritare ale Comisiei Europene și anume schimbările climatice, dezvoltarea economică, cercetare și dezvoltare, transport durabil etc.

[47] https://files.primariaclujnapoca.ro/2019/07/26/Plan_actiune_2019.pdf

Programele de finanțare UE pot oferi finanțare pentru activități referitoare la electromobilitate, având în vedere emisiile reduse de carbon și dezvoltarea orașelor durabile.

Programul european "Energie Inteligentă" are trei zone prioritare pentru promovarea e-mobilității[48]:

- Promovarea eficienței energetice și încurajarea utilizării raționale a surselor de energie;
- Creșterea utilizării de energie din surse noi și regenerabile precum și încurajarea diversificării energetice (utilizarea hidrogenului ca si sursă alternativa de energie la combustibilii fosili);
- Stimularea eficienței energetice și a surselor regenerabile în domeniul transportului pentru perioada 2014-2020.

Implementarea unui nou sistem de transport în comun în municipiul Cluj-Napoca bazat pe vehicule cu propulsie electrică (autobuze electrice, troleibuze și tramvaie) va asigura o tendință de creștere a calității și dimensiunii transportului în comun, în raport cu transportul individual utilizând autovehicule personale, ceea ce într-o aglomerare urbană contribuie la menținerea și îmbunătățirea parametrilor calitativi ai stării mediului, prin reducerea poluării a mediului ambiant. Trecerea la vehicule electrice promite beneficii importante pentru mediu și economie, precum și o trecere către conceptul/dezideratul de mobilitate durabilă și sustenabilă în marile aglomerații urbane.

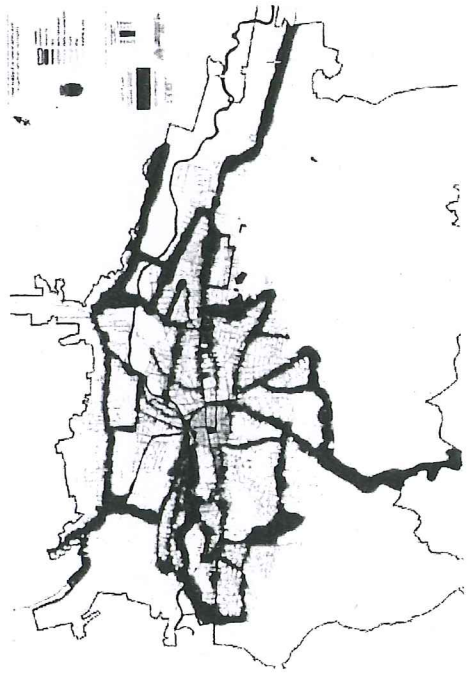


Fig. 3.6 Harta strategică a nivelului de zgomot pentru municipiul Cluj-Napoca

[48] https://ec.europa.eu/energy/intelligent/

4 Scenariile tehnico-economice de atingere a obiectivelor proiectului de investiție

4.1 Comparație soluții tehnologice

Studiul de oportunitate prezintă o comparație a soluțiilor tehnologice utilizate pentru liniile de transport specificate, respectiv pentru tipurile de mijloace de transport care utilizează aceste linii: autobuze clasice echipate cu motoare diesel și autobuze electrice (cu baterii și pilă de combustie cu hidrogen). Pentru aceasta se vor analiza și compara opțiunile privind posibilele tipuri de tehnologii, sisteme de propulsie, costurile de operare pe durata ciclului de viață în cazul fiecărui tip de tehnologie a sistemului de propulsie și a infrastructurii necesare.

4.1.1 Soluția tehnologică: autobuze clasice

Autobuzele clasice existente în traficul urban nu mai îndeplinesc criteriile ce vizează reducerea emisiilor provenind de la autovehicule și care impune limite stringente pentru emisiile de CO_2. În prezent, majoritatea regiilor care operează în transportul în comun de pasageri folosesc autobuze cu sisteme de propulsie clasică, autobuze care se încadrează în normele de poluare Euro 0 ... Euro 6 (tabel 4.1), caracterizate de un consum ridicat de combustibil (aproximativ o medie de 42...45 l/100 km), echipate cu motoare diesel cu o capacitate cilindrică cuprinsă între 4 ... 6 litri.

Avantajele acestor tipuri de autobuze sunt definite de prețurile de achiziție mult mai mici decât a autobuzelor electrice, capacitatea mare de transport a pasagerilor și o autonomie ridicată datorată dotării cu rezervoare de combustibil de capacitate mare. Dezavantajele imediate rezidă în poluarea ridicată mai ales în condițiile de viteză redusă a traficului și a numeroaselor opriri-porniri de pe loc, confort redus al călătorilor datorat vibrațiilor transmise în habitaclu și costuri de mentenanță și întreținere relative ridicate (figura 4.1).

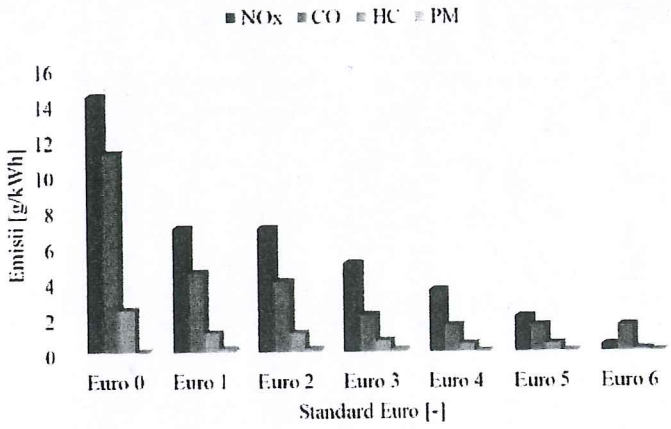


Figura 4.1 Normele de poluare pentru autobuzele clasice (Euro 0 ... Euro 6)

Tabel 4.1 Normele de poluare pentru autobuzele clasice (Euro 0 ... Euro 6)

Norma Euro	Anul implementării	Procedura testare	CO (g/kWh)	HC (g/kWh)	NMHC (g/kWh)	CH4 (g/kWh)	NO_x (g/kWh)	PM (g/kWh)
Euro 0	1998	Echilibrat	11,20	2,40	-	-	14,40	-
		Tranzitoriu	-	-	-	-	-	-
Euro 1	1991	Echilibrat	4,50	1,10	-	-	7,00	0,15
		Tranzitoriu	-	-	-	-	-	-
Euro 2	1996	Echilibrat	4,00	1,10	-	-	7,00	0,15
		Tranzitoriu	-	-	-	-	-	-
Euro 3	2000	Echilibrat	2,10	0,66	-	-	5,00	0,10
		Tranzitoriu	5,45	-	0,78	1,60	5,00	0,16
Euro 4	2005	Echilibrat	1,50	0,46	-	-	3,50	0,02
		Tranzitoriu	4,00	-	0,55	1,10	3,50	0,03
Euro 5	2008	Echilibrat	1,50	0,46	-	-	2,00	0,02
		Tranzitoriu	4,00	-	0,55	1,10	2,00	0,03
Euro 6	2014	Echilibrat	1,50	0,13	-	-	0,40	0,01
		Tranzitoriu	4	-	0,16	0,50	0,46	0,01

Directiva 2009/33/CE privind promovarea vehiculelor de transport rutier nepoluante și energetic eficiente vizează introducerea pe piață a vehiculelor ecologice. Directiva vizează vehiculele de transport rutier, acoperind autoturisme de pasageri (M1), vehicule comerciale ușoare (N1), vehiculele de marfă de mare tonaj (N2, N3) și autobuzele (M2, M3). Această directivă evidențiază impactul energetic și impactul de mediu, raportate la activitatea vehiculelor pe parcursul duratei lor de viață. Analiza efectuată pe întreg ciclul de viață al vehiculelor, trebuie să includă consumul de energie pentru a se analiza emisiile de CO_2. Directiva europeană definește norme comune pentru calcularea costurilor pe ciclul de viață al vehiculelor, norme care trebuie urmate atunci când se ține cont de cuantificarea în bani a efectelor. Conform Directivei, costul operațional pe ciclul de viață al consumului de energie al unui vehicul (LCC) se calculează folosind următoarea metodologie:

- Consumul de combustibil pe kilometru al unui vehicul se calculează în unități ale consumului de energie pe kilometru. În cazul în care consumul de combustibil este exprimat în cantitate pe distanța parcursă (l/100 km), acesta va trebui convertit în consum energetic pe kilometru, folosind factorii de conversie prevăzuți în tabelul 4.2;

- Se va utiliza o singură valoare monetară pe unitate de energie, iar această valoare unică va reprezenta cel mai scăzut nivel al costului pe unitate de energie derivată din benzină sau motorină înainte de impozitare, atunci când este utilizat drept combustibil de transport;
- Costul operațional pe ciclul de viață al consumului de energie al unui vehicul se calculează înmulțind kilometrajul pe ciclul de viață cu consumul de energie pe kilometru și cu costul pe unitate energetică.

Costul operațional pe ciclul de viață (Life Cycle Costing-LCC) pentru emisiile de CO_2 ale unui vehicul se calculează prin înmulțirea distanței parcurse pe ciclul de viață cu considerarea emisiilor exprimate în g CO_2/km și a costului aferent.

$$LCC_{CO2}(Euro) = Distanță\ (km) \cdot Emisii\ CO2\ \left(\frac{kg}{km}\right) \cdot Cost\ CO2\left(\frac{Euro}{kg}\right) \quad (4.1)$$

Intensitatea emisiilor de CO_2 pentru un autobuz clasic/standard articulat aflat in exploatare la nivel european au fost derivate ca valoare medie din diferite studii specializate privind emisiile de autobuze urbane[49,50,51,52], cu o valoare considerată în prezentul studiu de 1259 gCO_2/ km. Intensitatea emisiilor pentru autobuzele articulate electrice cu baterie este considerată a fi de 448 gCO_2/km (valoare cu 64% mai mică decât un autobuz diesel standard) și pentru autobuzele articulate electrice cu pilă de combustie de 689 gCO_2/ km (valoare cu 45% mai mică decât un autobuz diesel standard), ținând cont atât de mixul energetic utilizat în producția de energie electrică cât și de tehnologia utilizată (electroliză) pentru obținerea hidrogenului.

Pentru a evalua consumul mediu de energie pentru modelele de autobuze clasice considerate, raportat la numărul de călători transportați pe kilometru, se va calcula media ponderată a consumului energetic, raportat la numărul maxim de autobuze, prin relația:

$$C_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{n} NB_i \cdot CC_i}{n} \quad (4.2)$$

, unde:

[49] Mahmoud M., Garnett R., Ferguson M., Kanaroglou P. Electric buses: A review of alternative powertrains. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 2016, *62*, 673–684.

[50] Tucki K., Orynycz O., Świć A., Mitoraj-Wojtanek M. The Development of Electromobility in Poland and EU States as a Tool for Management of CO2 Emissions. *Energies* 2019, *12(15)*, 2942.

[51] Oprešnik S. R., Seljak T., Vihar R., Gerbec M., Katrašnik T. Real-World Fuel Consumption, Fuel Cost and Exhaust Emissions of Different Bus Powertrain Technologies. *Energies* 2018, *11*, 2160; doi:10.3390/en11082160

[52] Nylund N.O., Erkkilä K.K., Lappi M., Ikonen M. Transit Bus Emission Study: Comparison of Emissions from Diesel and Natural Gas Buses. Research report PRO3/P5150/04. 2004. Disponibil online:https://www.cti2000.it/Bionett/BioG-2004001%20Transit%20Bus%20Emission%20Study.pdf

- C_{med}-consumul mediu ponderat de combustibil (kWh/km),
- NB_i-numărul total din fiecare model de autobuz clasic care intră în componența parcului auto (buc., i=1...n)),
- CC_i- consumul de combustibil pentru fiecare model de autobuz care intră în componența parcului auto (kWh/km),
- n-numărul total de modele de autobuze.

Capacitatea medie de transport de pasageri (N_{med}) trebuie să fie exprimată ca fiind media ponderată a capacităților de transport de pasageri pentru fiecare dintre modelele de autobuze clasice considerate.

$$N_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{n} NB_i \cdot N_i}{n} \quad (4.3)$$

, unde:

- N_{med}-capacitatea medie de transport de pasageri (călători),
- NB_i-numărul total din fiecare model de autobuz clasic care intră în componența parcului auto (buc),
- N_i - capacitatea de transport de pasageri pentru fiecare model de autobuz clasic care intră în componența parcului auto (pasageri),
- n-numărul total de modele de autobuze.

Amprenta de carbon pe kilometru va fi dată de cantitatea de CO_2 echivalentă pentru România (gCO_{2eq}/kWh) așa cum rezultă din Electricity Map Live CO_2 Emissions of Electricity Consumption înmulțită cu consumul mediu de energie pe kilometru[53]. Amprenta de carbon pe kilometru/persoană va fi obținută prin raportarea la capacitatea medie de transport de pasageri a autobuzului (autobuzelor) prin luarea în calcul a cuantumului valorilor definite în Directiva 2009/33/CE (tabelul 4.3[54]).

$$\frac{gCO2eq}{km} = \frac{gCO2eq}{kWh} \cdot Consum_{mediu}\left(\frac{kWh}{km}\right) \quad (4.4)$$

[53] https://app.electricitymap.org/zone/RO

[54] Varga, B.O., Iclodean, C., Mariasiu, F.-" Electric and Hybrid Buses for Urban Transport Energy Efficiency Strategies", Springer International Publishing Ed., 2016, ISBN: 978-3-319-41249-8;

Metodologia utilizată pentru calcularea costurilor operaționale pe durata de viață a vehiculelor, cuprinde costurile operaționale pentru consumul energetic, precum și costurile pentru emisiile de CO_2 (tabelul 4.3, tabelele 4.4 a-d), aferente operării vehiculelor care fac obiectul evaluării. Astfel, consumul de combustibil al unui vehicul pe kilometru trebuie să fie contorizat în unități de consum energetic pe kilometru (inclusiv în cazul autovehiculelor electrice).

Tabel 4.2 Consum energetic pe kilometru în funcție de tipul de propulsie al autobuzelor considerate[55,56]

Tip propulsie autobuz	Consum de combustibil	Consum echivalent diesel (l/100 km)	Intensitate emisii CO_2 (gCO_2/ km)
Diesel	43,5 l/100 km	43,5	1259
Hidrogen	9 kg/100 km	30	689
Electric	184,5 kWh/100 km	15,6	448

Tabel 4.3 Costul emisiilor de CO_2 [57]

Tip autobuz	Diesel	Hidrogen	Electric
Cost CO_2 (Euro/kg)	0.07		

Numărul maxim de pasageri transportați pe zi pe fiecare linie considerată trebuie să fie calculat ca fiind media ponderată între numărul de modele de vehicule de pe fiecare linie și capacitatea maximă de transport a acestora raportat la numărul de curse zilnice pe care le operează aceste vehicule.

$$MAX_{p_l} = \frac{\sum_{i=1}^{n} V_i \cdot L_i \cdot C_i}{T_v \cdot T_c} \qquad (4.5)$$

[55] https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/selection.pdf

[56] https://www.zemo.org.uk/work-with-us/buses-coaches/low-emission-buses/well-to-tank.htm

[57] https://www.reuters.com/business/sustainable-business/benchmark-eu-carbon-price-breaches-70-eurtonne-first-time-2021-11-22/ (la data de 22.11.2021)

unde:

- MAX_{p_l}-numărul maxim de pasageri transportați pe linia considerată,
- V_n-unități din vehiculul model n care operează pe linia considerată,
- C_n-capacitate maximă de pasageri transportați de vehiculul model n care operează pe linia considerată,
- L_n-numărul maxim de curse efectuate de vehiculul model n pe linia considerată pe zi,
- T_v-numărul total de unități de vehicule din toate modelele care operează pe linia considerată,
- T_c-numărul total de curse pe zi pentru toate modelele de vehicule care operează pe linia considerată.

Tabel 4.4a Amprenta de carbon comparativă a exploatării flotei de autobuze standard diesel, electrice cu baterii și electrice cu pilă de combustie

Tip autobuz	Autobuz standard Diesel	Autobuz standard Electric cu baterii	Autobuz standard Electric cu pilă de combustie
Numar	56	31	25
Consum de combustibil diesel echivalent (l/100 km)	38.2	12.5	24
Kilometrii	800000	800000	800000
Total kilometrii parcursi flotă	44800000	24800000	20000000
Intensitate emisii CO2 (gCO2/km)	860	402	612
Emisii CO2 (kg)	38528000	9969600	12240000
Cost unitar emisie CO2 (Euro/kg)	0.07	0.07	0.07
Cost total emisii CO2 (Euro)	2696960	697872	856800
Total costuri (Euro)	**2696960**	**1554672**	
Diferența (Euro)	**1142288**		

Tabel 4.4b Amprenta de carbon comparativă a exploatării flotei de autobuze articulate diesel, electrice cu baterii și electrice cu pilă de combustie

Tip	Autobuz articulat Diesel	Autobuz articulat Electric cu baterii	Autobuz articulat Electric cu pilă de combustie
Numar	56	31	25
Kilometrii	800000	800000	800000
Total kilometrii parcursi flotă	44800000	24800000	20000000
Intensitate emisii CO2 (gCO2/km)	1259	448	689
Emisii CO2 (kg)	56403200	11110400	13780000
Cost unitar emisie CO2 (Euro/kg)	0.07	0.07	0.07
Cost total emisii CO2 (Euro)	3948224	777728	964600
Total costuri (Euro)	**3948224**	**1742328**	
Diferența (Euro)	**2205896**		

Tabel 4.4c Amprenta de carbon comparativă a exploatării flotei de autobuze standard diesel, electrice cu baterii articulate și electrice cu pilă de combustie standard

Tip	Autobuz standard Diesel	Autobuz articulat Electric cu baterii	Autobuz standard Electric cu pilă de combustie
Numar	56	31	25
Kilometrii	800000	800000	800000
Total kilometrii parcursi flotă	44800000	24800000	20000000
Intensitate emisii CO2 (gCO2/km)	860	448	612
Emisii CO2 (kg)	38528000	11110400	12240000
Cost unitar emisie CO2 (Euro/kg)	0.07	0.07	0.07
Cost total emisii CO2 (Euro)	2696960	777728	856800
Total costuri (Euro)	**2696960**	**1634528**	
Diferența (Euro)	**1062432**		

Tabel 4.4d Amprenta de carbon comparativă a exploatării flotei de autobuze standard diesel, electrice cu baterii standard și electrice cu pilă de combustie articulate

Tip	Autobuz standard Diesel	Autobuz standard Electric cu baterii	Autobuz articulat Electric cu pilă de combustie
Numar	56	31	25
Kilometrii	800000	800000	800000
Total kilometrii parcursi flotă	44800000	24800000	20000000
Intensitate emisii CO2 (gCO2/km)	860	402	689
Emisii CO2 (kg)	38528000	9969600	13780000
Cost unitar emisie CO2 (Euro/kg)	0.07	0.07	0.07
Cost total emisii CO2 (Euro)	2696960	697872	964600
Total costuri (Euro)	**2696960**	**1662472**	
Diferența (Euro)	**1034488**		

Tabel 4.4e Amprenta de carbon comparativă a exploatării flotei de autobuze standard diesel, electrice cu baterii și electrice cu pilă de combustie articulate

Tip	Autobuz standard Diesel	Autobuz articulat Electric cu baterii	Autobuz articulat Electric cu pilă de combustie
Numar	56	31	25
Kilometrii	800000	800000	800000
Total kilometrii parcursi flotă	44800000	24800000	20000000
Intensitate emisii CO2 (gCO2/km)	860	448	689
Emisii CO2 (kg)	38528000	11110400	13780000
Cost unitar emisie CO2 (Euro/kg)	0.07	0.07	0.07
Cost total emisii CO2 (Euro)	2696960	777728	964600
Total costuri (Euro)	**2696960**	**1742328**	
Diferența (Euro)	**954632**		

Costul pe durată de viață a unui vehicul LCC cuprinde elementele:

- Costurile de achiziție a vehiculului (format din prețul de achiziție și prețul de livrare);
- Punerea în funcțiune a vehiculului și implementarea infrastructurii;
- Costurile operaționale, consumurile de combustibil/energie și emisii poluante;
- Costurile de întreținere periodică și reparații ocazionale;
- Taxele și impozitele datorate către bugetul local și bugetul de stat;
- Costurile de casare la sfârșitul perioadei de amortizare, valoarea de revânzare.

Costurile operaționale pentru autobuzele echipate cu motoare diesel care circulă pe traseele specificate, corelate cu distanța considerată a fi efectuată în exploatare, respectiv cu elementele pentru costurile pe durata de viață LCC sunt prezentate în tabelele 4.5a și 4.5b. Deoarece toate modelele de autobuze clasice echipate cu motoare diesel care nu se încadrează în norma de poluare Euro 6 vor fi scoase din uz la sfârșitul perioadei de utilizare, iar achizițiile de noi mijloace de transport în comun vor viza doar autobuze care se încadrează în norma de poluare Euro 6, costurile pe durata de viață LCC au fost evaluate doar pentru aceste tipuri de autobuze (standard și articulate). Calculele au fost efectuate pentru liniile considerate în prezentul studiu de oportunitate, ținând cont de structura flotei de autobuze propusă, la o capacitate maximă de încărcare cu călători și ținând cont de orarul actual de exploatare al rutelor considerate: 31 autobuze electrice cu baterie si 25 autobuze electrice cu pilă de combustie (cu hidrogen).

Tabel 4.5a Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze diesel standard în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21**	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz		**Diesel**						
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate transport	pasageri/vehicul/cursa	95	95	95	95	95	95	95
Distanță operată	km/an	102492	86250	108332	119574	104244	90009	94079
Total distanță	km/15 ani	1537380	1293743	1624980	1793610	1563660	1350135	1411181
Emisii medii CO_2	kg/km	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259
Cost emisii CO_2	Euro/kg	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total emisii CO_2	kg/an	129037	108588	136390	150544	131243	113321	118445
Cost emisii CO_2	Euro/an	9033	7601	9547	10538	9187	7932	8291
Cost emisii CO_2	Euro/15 ani	135489	114018	143209	158071	137805	118987	124367
Consum combustibil	l/100km	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2	38.2
Total combustibil	l/an	39152	32947	41383	45677	39821	34383	35938

Total combustibil	l/15 ani	587279	494210	620742	685159	597318	515752	539071
Cost combustibil	Euro/l	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
Cost combustibil	Euro/an	48157	40525	50901	56183	48980	42292	44204
Cost combustibil	Euro/15 ani	722353	607878	763513	842746	734701	634374	663058
Consum AdBlue	l/100km	2	2	2	2	2	2	2
Total AdBlue	l/an	2050	1725	2167	2391	2085	1800	1882
Total AdBlue	l/15 ani	30748	25875	28166	35872	31273	27003	28224
Cost AdBlue	Euro/l	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cost AdBlue	Euro/an	2050	1725	2167	2391	2085	1800	1882
Cost AdBlue	Euro/15 ani	30748	25875	32500	35872	31273	27003	28224
Cost total operare	Euro/an	59239	49851	62615	69113	60252	52024	54377
Cost total operare	Euro/15 ani	888590	747770	939222	1036689	903780	780365	815649
Cost total operare	**Euro/km**	**0.5780**	**0.5780**	**0.5780**	**0.5780**	**0.5780**	**0.5780**	**0.5780**
Cost total operare	**Euro/rută**	**6.24**	**8.03**	**12.25**	**7.28**	**6.88**	**7.92**	**5.96**
Cost total operare	**Euro/pasager /km**	**0.00608 41**	**0.0060841**	**0.006084**	**0.006084**	**0.006084**	**0.00608**	**0.006084**
Cost total operare	**Euro/pasager /rută**	**0.06570**	**0.0845691**	**0.128983**	**0.076659**	**0.072401**	**0.08335**	**0.062727**

Tabel 4.5b Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze diesel articulate în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21**	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz		**Diesel**						
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate transport	pasageri/vehicul /cursa	150	150	150	150	150	150	150
Distanță operată	km/an	102492	86250	108332	119574	104244	90009	94079
Total distanță	km/15 ani	1537380	1293743	1624980	1793610	1563660	1350135	1411181
Emisii medii CO_2	kg/km	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259	1.259
Cost emisii CO_2	Euro/kg	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total emisii CO_2	kg/an	129037	108588	136390	150544	131243	113321	118445
Cost emisii CO_2	Euro/an	9033	7601	9547	10538	9187	7932	8291
Cost emisii CO_2	Euro/15 ani	135489	114018	143209	158071	137805	118987	124367
Consum combustibil	l/100km	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5	43.5
Total combustibil	l/an	44584	37519	47124	52015	45346	39154	40924

Total combustibil	l/15 ani	668760	562778	706866	780220	680192	587309	613864
Cost combustibil	Euro/l	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23	1.23
Cost combustibil	Euro/an	54838	46148	57963	63978	55776	48159	50337
Cost combustibil	Euro/15 ani	822575	692217	869446	959671	836636	722390	755053
Consum AdBlue	l/100km	2	2	2	2	2	2	2
Total AdBlue	l/an	2050	1725	2167	2391	2085	1800	1882
Total AdBlue	l/15 ani	30748	25875	28166	35872	31273	27003	28224
Cost AdBlue	Euro/l	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cost AdBlue	Euro/an	2050	1725	2167	2391	2085	1800	1882
Cost AdBlue	Euro/15 ani	30748	25875	32500	35872	31273	27003	28224
Cost total operare	Euro/an	65921	55474	69677	76908	67048	57892	60510
Cost total operare	Euro/15 ani	988812	832109	1045155	1153614	1005715	868380	907644
Cost total operare	**Euro/km**	**0.6432**	**0.6432**	**0.6432**	**0.6432**	**0.6432**	**0.6432**	**0.6432**
Cost total operare	**Euro/rută**	**6.95**	**8.94**	**13.64**	**8.10**	**7.65**	**8.81**	**6.63**
Cost total operare	**Euro/pasager/km**	**0.0042879**	**0.0042879**	**0.0042879**	**0.0042879**	**0.004288**	**0.004288**	**0.004288**
Cost total operare	**Euro/pasager/rută**	**0.046309**	**0.0596013**	**0.0909028**	**0.0540271**	**0.051026**	**0.058744**	**0.044208**

4.1.2 Soluția tehnologică: autobuze electrice

Autobuzele clasice existente în traficul urban nu îndeplinesc criteriile tot mai stricte a legislației UE în ceea ce privește limitele impuse emisiilor poluante, mai precis de Regulamentul 443/2009 (și actele normative ce o completează), ce vizează reducerea emisiilor provenind de la autovehicule și care impune anumite limite stricte pentru emisiile poluante în domeniul transportului. Una din soluțiile imediate de înlocuire a autobuzelor clasice într-un sistem urban de transport de călători, fără modificări ale infrastructurii rutiere, sunt autobuzele cu grup propulsor electric, având sursa energetică fomată din baterii electrice de mare putere sau pile de combustie ce funcționează cu hidrogen (H_2).

Principalele avantaje, respectiv dezavantaje care rezultă din înlocuirea autobuzelor clasice cu autobuze cu grup propulsor electric sunt următoarele:

- Poluare locală zero (emisii de noxe produse local zero);
- Randamentul superior al motoarelor electrice (> 90 %) comparativ cu cel al motoarelor termice (~ 30 %);

- Capacitatea motoarelor electrice de a funcționa în regim de generator la frânare, energia produsă fiind stocată și redată sistemului propulsor în funcție de condițiile de exploatare specifice, crescând randamentul total al sistemului;
- Posibilitatea de încărcare rapidă a bateriilor la o capacitate care să asigure o autonomie minimă de parcurgere a unui traseu;
- Posibilitatea de încărcare rapidă cu hidrogen la capacitatea maximă de asigurare a unei autonomii maxime de parcurgere a unui traseu;
- Investiție inițială redusă necesară pentru realizarea stațiilor de încărcare rapide a bateriilor, datorită posibilității de utilizare a infrastructurii existente și datorită faptului că autonomia poate fi extinsă nelimitat prin încărcări parțiale între cursele efectuate;
- Înlocuirea facilă a bateriilor și a pilelor de combustie la sfârșitul duratei de viață;
- Flexibilitatea sistemului în raport cu adaptarea la rețeaua de transport în comun existent, fără necesitatea unor modificări majore ale acesteia.

Dezavantajele autobuzelor cu grup propulsor electric sunt următoarele:

- Necesitatea existenței stațiilor de încărcare fixe la capete de rută (și/sau depouri de garare)
- Autonomia redusă în cazul apariției unor defecțiuni ale stațiilor de încărcare intermediare;
- Complexitatea sistemului electric al autobuzului datorită sistemului dual de încărcare format din sistemul de încărcare rapidă și din sistemul de încărcare lentă;
- Necesitatea unei structuri de încărcare cu energie electrică și hidrogen dedicate/specifică;
- Asigurarea hidrogenului necesar pentru alimentare prin producție proprie sau existența unui furnizor omologat;
- Necesitatea existenței personalului specializat în manevrarea hidrogenului
- Necesitatea asigurării unui management termic al bateriilor în limitele a -5 °C ... + 25 °C, pentru asigurarea unei funcționări optime
- Elaborarea și respectarea unor norme specifice de exploatare

Deși, ca preț inițial, autobuzele electrice sunt mai scumpe decât autobuzele clasice, achiziția acestora trebuie să fie justificată ca nivel al costurilor pentru toată perioada de exploatare comercială de 15 ani, în special datorită faptului că achiziția de autobuze electrice este posibil a fi finanțată prin fondurilor europene nerambursabile disponibile în cadrul a diferite programe europene.

Prețul de achiziție ridicat este pe deplin justificat prin avantajele majore aduse de autobuzele electrice ca soluție pentru transportul în comun, în special în marile aglomerări urbane, avantaje care sunt de ordin ecologic și economic. Avantajele ecologice constau în faptul că autobuzele electrice sunt complet nepoluante, având zero emisii locale de CO_2 și zgomot și vibrații reduse față de autobuzele propulsate de motoare termice. Avantajele economice constau în faptul că motorul electric asigură o economie importantă la costurile operaționale, atât la combustibil (energia electrică fiind mult mai ieftină decât combustibilii clasici) cât și la costurile cu întreținerea periodică (materiale, manoperă, costuri de ecologizare a produselor uzate etc.). În concluzie autobuzele cu propulsie electrică se înscriu în parametrii de reducere totală a emisiilor locale de CO_2, (precum și a celorlalți factori de emisie poluanți) comparativ cu autobuzele clasice propulsate de un motor diesel. Costurilor operaționale pentru autobuzele electrice considerate a înlocui autobuzele cu motor diesel care circulă pe traseele specificate sunt prezentate în tabelele 4.6a-4.6d.

Tabel 4.6a Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze electrice standard în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21**	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz electric		**Baterii**			**Pila de combustie (H2)**			
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate pasageri	vehicul/cursa	95	95	95	95	95	95	95
Distanță operată	km/an	95472	63875	66138	62050	53108	34128	64605
Total distanță	km/15 ani	1432080	958125	992070	930750	796620	511920	969075
Consum energie	kWh/100km	130	130	130	130	130	130	130
Total energie	kWh/an	124114	83038	85979	80665	69040	44366	83987
Total energie	kWh/15 ani	1861704	1245562.5	1289691	1209975	1035606	665496	1259797.5
Cost energie	Euro/kWh	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total cost energie	Euro/an	8688	5813	6019	5647	4833	3106	5879
Total cost energie	Euro/15 ani	130319	87189	90278	84698	72492	46585	88186
Cost total operare	Euro/an	8688	5813	6019	5647	4833	3106	5879
Cost total operare	Euro/15 ani	130319	87189	90278	84698	72492	46585	88186
Cost total operare	Euro/km	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
Cost total operare	Euro/rută	0.98	1.26	1.93	1.15	1.08	1.25	0.94
Cost total operare	**Euro/pasager/km**	**0.000957**	**0.000957**	**0.000957**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0009579**
Cost total operare	**Euro/pasager/rută**	**0.0103**	**0.0133**	**0.0203**	**0.0121**	**0.0114**	**0.0131**	**0.0099**

Tabel 4.6b Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze electrice articulate în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21** .	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz electric		**Baterii**			**Pila de combustie (H2)**			
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate pasageri	vehicul/cursa	150	150	150	150	150	150	150
Distanță operată	km/an	95472	63875	66138	62050	53108	34128	64605
Total distanță	km/15 ani	1432080	958125	992070	930750	796620	511920	969075
Consum energie	kWh/100km	190	190	190	190	190	190	190
Total energie	kWh/an	181397	121363	125662	117895	100905	64843	122750
Total energie	kWh/15 ani	2720952	1820437.5	1884933	1768425	1513578	972648	1841242.5
Cost energie	Euro/kWh	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total cost energie	Euro/an	12698	8495	8796	8253	7063	4539	8592
Total cost energie	Euro/15 ani	190467	127431	131945	123790	105950	68085	128887
Cost total operare	Euro/an	12698	8495	8796	8253	7063	4539	8592
Cost total operare	Euro/15 ani	190467	127431	131945	123790	105950	68085	128887
Cost total operare	Euro/km	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133	0.133
Cost total operare	Euro/rută	1.44	1.85	2.82	1.68	1.58	1.82	1.37
Cost total operare	**Euro/pasager/km**	**0.0008867**	**0.000887**	**0.000887**	**0.0008867**	**0.0008867**	**0.0008867**	**0.0008867**
Cost total operare	**Euro/pasager/rută**	**0.0096**	**0.0123**	**0.0188**	**0.0112**	**0.0106**	**0.0121**	**0.0091**

Tabel 4.6c Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze electrice baterii standard și pila combustie articulate în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21**	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz electric		**Baterii**			**Pila de combustie (H2)**			
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate pasageri	vehicul/cursa	95	95	95	150	150	150	150
Distanță operată	km/an	95472	63875	66138	62050	53108	34128	64605
Total distanță	km/15 ani	1432080	958125	992070	930750	796620	511920	969075
Consum energie	kWh/100km	130	130	130	190	190	190	190
Total energie	kWh/an	124114	83038	85979	117895	100905	64843	122750
Total energie	kWh/15 ani	1861704	1245562.5	1289691	1768425	1513578	972648	1841242.5
Cost energie	Euro/kWh	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total cost energie	Euro/an	8688	5813	6019	8253	7063	4539	8592
Total cost energie	Euro/15 ani	130319	87189	90278	123790	105950	68085	128887
Cost total operare	Euro/an	8688	5813	6019	8253	7063	4539	8592
Cost total operare	Euro/15 ani	130319	87189	90278	123790	105950	68085	128887
Cost total operare	Euro/km	0.091	0.091	0.091	0.133	0.133	0.133	0.133
Cost total operare	Euro/rută	0.98	1.26	1.93	1.68	1.58	1.82	1.37
Cost total operare	**Euro/pasager/km**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0008867**	**0.0008867**	**0.0008867**	**0.0008867**
Cost total operare	**Euro/pasager/rută**	**0.0103**	**0.0133**	**0.0203**	**0.0112**	**0.0106**	**0.0121**	**0.0091**

Tabel 4.6d Costuri operaționale pe durata de viață (LCC)-autobuze electrice articulate și pila de combustie standard în funcție de liniile considerate

Linia evaluată	**U.M.**	**35**	**46B**	**24B**	**21**	**31**	**36B**	**52**
Tip autobuz electric		**Baterii**			**Pila de combustie (H2)**			
Lungime linie	km	10.8	13.9	21.2	12.6	11.9	13.7	10.31
Durată dus-întors	ore	0.6	1.02	1.28	0.67	0.75	1	0.7
Operare vehicule	curse/zi	26	17	14	26	24	18	25
Capacitate pasageri	vehicul/cursa	150	150	150	95	95	95	95
Distanță operată	km/an	95472	63875	66138	62050	53108	34128	64605
Total distanță	km/15 ani	1432080	958125	992070	930750	796620	511920	969075
Consum energie	kWh/100km	190	190	190	130	130	130	130
Total energie	kWh/an	181397	121363	125662	80665	69040	44366	83987
Total energie	kWh/15 ani	2720952	1820437.5	1884933	1209975	1035606	665496	1259797.5
Cost energie	Euro/kWh	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Total cost energie	Euro/an	12698	8495	8796	5647	4833	3106	5879
Total cost energie	Euro/15 ani	190467	127431	131945	84698	72492	46585	88186
Cost total operare	Euro/an	12698	8495	8796	5647	4833	3106	5879
Cost total operare	Euro/15 ani	190467	127431	131945	84698	72492	46585	88186
Cost total operare	Euro/km	0.133	0.133	0.133	0.091	0.091	0.091	0.091
Cost total operare	Euro/rută	1.44	1.85	2.82	1.15	1.08	1.25	0.94
Cost total operare	**Euro/pasager/km**	**0.0008867**	**0.000887**	**0.000887**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0009579**	**0.0009579**
Cost total operare	**Euro/pasager/rută**	**0.0096**	**0.0123**	**0.0188**	**0.0121**	**0.0114**	**0.0131**	**0.0099**

4.2 Avantajele soluției recomandate

În concluzie, în urma analizelor comparative detaliate, autobuzele cu propulsie electrică se înscriu în parametrii de reducere totală a emisiilor locale de CO_2 în raport cu autobuzele clasice propulsate cu motoare diesel. Avantajele ecologice în cazul utilizării de autobuze electrice constau în faptul că autobuzele electrice sunt complet nepoluante, având zero emisii locale de noxe, precum și zgomot redus față de autobuzele clasice cu motoare diesel. Bateriile cu care sunt echipate autobuzele electrice sunt reciclabile, fără a avea în componența lor electroliți toxici.

Prin implementarea autobuzelor electrice în transportul public urban în municipiul Cluj-Napoca se urmărește:

- Scăderea emisiilor poluante de CO_2 produse de transportul public urban datorită unei eficiențe energetice ridicate;
- Reducerea nivelului de zgomot și îmbunătățirea purității aerului, pentru adoptarea actualelor norme și directive ale UE;
- Reducerea consumului de resursele primare din combustibili fosili;
- Exploatarea sustenabilă a flotei de transport urban de călători
- Creșterea gradului de confort al călătorilor
- Identificarea unei soluției optime pentru alegerea tipului de vehicul pentru soluția recomandată.

Prin dezvoltarea noilor sisteme de propulsie electrice și a infrastructurii necesare se aduce un plus de valoare transportului public urban și se asigură utilitatea unei soluții de mobilitate modernă și sustenabilă compatibilă cu cerințele impuse de UE privind protecția mediului. Noul sistem de propulsie propus în prezentul studiu de oportunitate, asigură o tendință de creștere a dinamicii transportului public urban, în raport cu transportul bazat pe autoturisme personale, ceea ce contribuie la menținerea și îmbunătățirea parametrilor calitativi ai mediului, prin reducerea poluării aerului și prin minimizarea emisiilor poluante. Reducerea emisiilor generate de autobuzele electrice depinde de modul în care va fi produsă energia electrică și poate fi de 30 % în cazul utilizării electricității din rețeaua națională, sau de 100 % în cazul generării electricității din surse regenerabile de electricitate.

La nivelul UE circa o cantitate de până la 30 % din emisiile de gaze cu efect de seră sunt provine de la motoarele cu ardere internă. Implementarea și utilizarea unui sistem de transport în comun bazat pe autobuze electrice va asigura o tendință de creștere a dinamicii transportului de persoane, în raport cu transportul individual cu autovehicule personale, fapt care ar contribui la menținerea și îmbunătățirea parametrilor calitativi ai mediului, prin reducerea poluării aerului, respectiv prin minimizarea emisiilor de CO_2.

Eficiența utilizării autobuzelor electrice pentru transportul public de persoane în mediul urban este justificată și de reducerea nivelului de zgomot. Prevederile HG 321/2005 stabilesc evaluarea și gestionarea nivelului de zgomot ambiental în România la o valoare aferentă pentru zgomotul traficului rutier la 50 dB(A). Studiile efectuate situează nivelul zgomotului aferent autovehiculelor de transport de persoane existente în prezent la un nivel cuprins intre 60 ... 95 dB(A), adică cu mult peste nivelul stabilit prin lege.

Introducerea sistemelor de propulsie electrice are particularitatea de a respecta reglementările cu privire la normele de poluare Euro 6 care prevăd reducerea cu până la 50 % a nivelului de emisii poluante măsurat la următorii poluanți: dioxid de carbon (CO_2), hidrocarburi (HC), metan (CH_4), oxizi de azot (NOx) și pulberi în suspensie (PM).

Transportul cu autobuzul este un factor semnificativ care contribuie la poluarea locală a mediului din orașele europene. Acolo unde poluarea aerului constituie o problemă importantă, municipalitatea poate selecta alegerea autobuzului în baza emisiilor de NOx și particule, față de eficiența energetică sau performanțele de CO_2. Unele autorități pot avea sarcini stricte de reducere a emisiilor de CO_2, ceea ce poate favoriza opțiunile pentru autovehicule alternative iar altele pot viza realizarea unei reduceri a poluării aerului, la nivel local și global.

Anual, un autovehicul emite în atmosferă o cantitate de CO_2 cu o masă de patru ori mai mare decât propria masă. Dependența sectorului transporturilor de combustibilii fosili este cea mai acută în raport cu alte domenii, de unde rezultă gradul crescut de poluare pe care îl are acest sector. În cazul transporturilor urbane de călători, soluțiile adoptate pentru reducerea emisiilor gazelor cu efect de seră constă în înlocuirea autobuzelor clasice cu motoare diesel care utilizează combustibil convențional cu autobuze electrice.

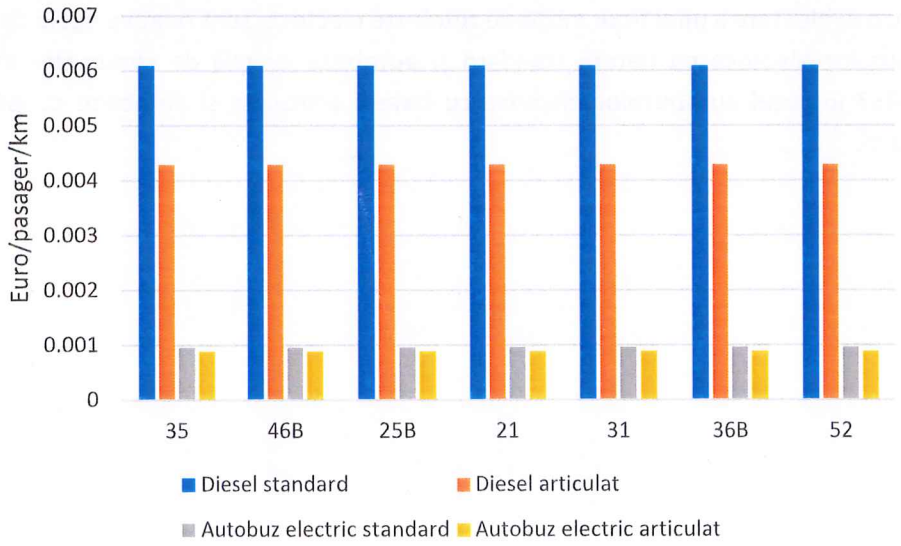


Figura 4.2. Costuri de exploatare medii comparative – Euro/pasager/km

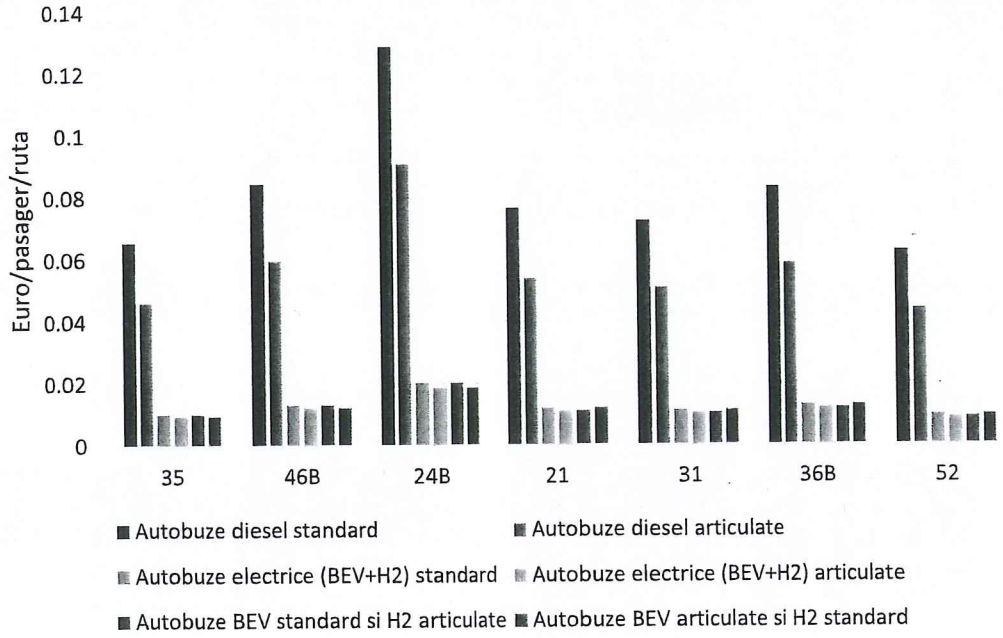


Figura 4.3. Costuri de exploatare medii comparative – Euro/pasager/rută

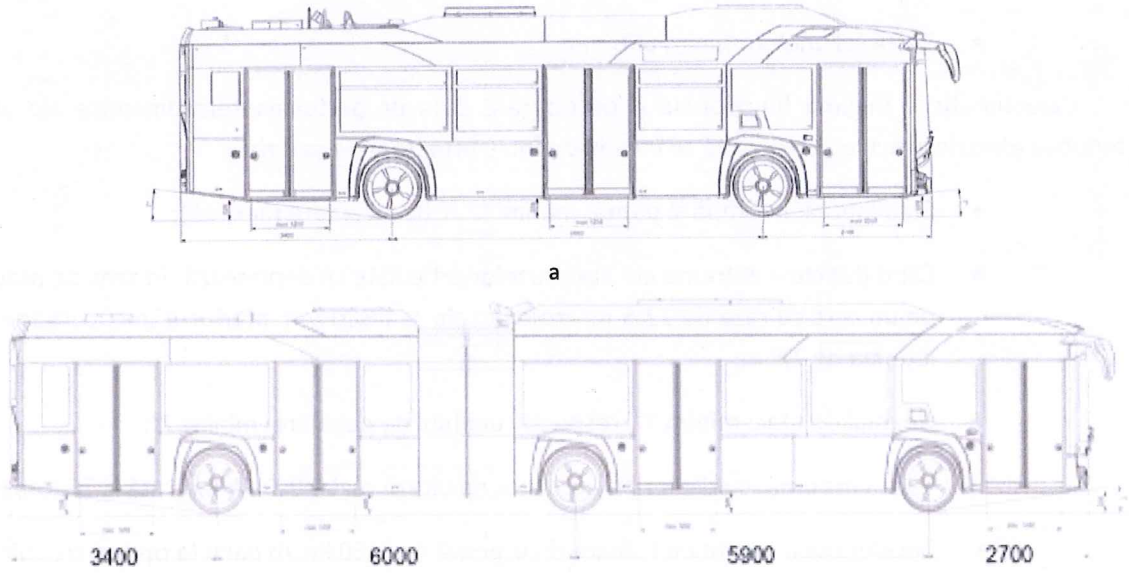
Conform analizei comparative cu privire la costurile de operare ale autobuzelor cu motor diesel și cele electrice (cu baterii și pilă de combustie cu hidrogen, standard și articulate) prezentate în tabelele 4.5 și 4.6, datele obținute sunt prezentate în figurile 4.2 și 4.3. Cea mai buna valoare a raportului Euro/pasager/ruta este obținută pentru o flotă de autobuze electrice (cu baterii și pilă de combustie cu hidrogen) articulate cu o valoare medie de 0,011957, iar cea mai defavorabilă în cazul exploatării autobuzelor diesel standard de 0,082057 (diferență relativă de 85,43%). Valorile pentru o exploatare a unei flote mixte de zutobuze electrice sunt relative egale de 0,12414 in cazul autobuzelor electrice cu baterii standard și autobuze cu pilă de combustie articulate față de 0,012457 în cazul autobuzelor electrice cu baterii articulate și autobuze cu pilă de combustie standard.

5. Caracteristicile și specificațiile tehnice ale tipului de autobuz de achiziționat: autobuzul electric

□ *Considerații generale*

Autobuzul electric este un vehicul de transport în comun, acționat de unul sau mai multe motoare electrice și alimentat de la o sursă proprie de energie formată din baterii, care pot fi reîncărcate cu ajutorul unor stații de încărcare sau sursă proprie de energie constituită de o pilă de combustie alimentată cu hidrogen (încărcarea cu hidrogen se realizează de la o stație de încărcare specifică).

Astfel, principalele componente ale unui autobuz electric sunt următoarele (figura 5.1): sistemul de tracțiune format din motorul sau motoarele electrice, multiplicatorul/demultiplicatorul de turație/cuplu, reductor mecanic diferențial, elementele electronice de comandă și control, bateriile, echipamentele de încărcare în curent continuu (convertor DC-DC) și/sau echipamentele de încărcare în curent alternativ (convertor AC-DC).



a

b

Figura 5.1. Elementele de gabarit ale unui autobuz electric: a) standard; b) articulat.

În timpul rulării autobuzului electric, fluxul de energie realizează următorul circuit: baterii, elemente de comandă și control, respectiv mașina electrică (care funcționează în regim de motor, respectiv în regim de generator) care realizează conversia energiei electrice în energie mecanică cu un randament de peste 90 %. Energia mecanică astfel obținută va fi transmisă roților motoare cu

ajutorul elementelor mecanice de transmisie. Autonomia autobuzului electric trebuie să fie asigurată de energia stocată în baterii, la care se adaugă energia recuperată pe durata frânării recuperative de energie. Cantitatea de energie recuperată depinde de mai mulți factori, respectiv profilul de altitudine al traseului, perioadele de frânare, comportamentul conducătorului auto etc.

Caracteristicile tehnico-constructive ale autobuzelor electrice standard sunt similare cu cele ale autobuzelor clasice standard aflate în circulație pe raza municipiului Cluj-Napoca pentru că respectă normativele internationale în vigoare și sunt particulare pentru fiecare producător de autobuze.

Dimensiuni exterioare:

- Lungime totală: minim 12.000 mm;
- Înălțime totală: maxim 3.200 ... 3.500 mm;
- Lățime totală: maxim 2.500 ... 2.600 mm.

Dimensiuni interioare:

- Înălțimea interioară a compartimentului pentru călători: minim 2.200 mm;
- Deschiderea liberă a ușilor pentru călători: minim 1.200 mm;
- Pasul scaunelor: minim 650 mm.

Caracteristicile minime funcționale și de operare date de performanțele dinamice ale unui autobuz electric articulat, trebuie să se încadreze între următoarele valori:

- Stabilitatea în rampă și pantă: minim 12 % (la încărcare maximă);
- Când punctele extreme ale autobuzelor articulate se deplasează, în sens de bracaj, pe un cerc cu raza de 12,5 m, troleibuzele se înscriu în interiorul unei coroane cu lățimea de 7,5 m;
- Unghiul de atac: minim 7°, respectiv unghiul de degajare: minim 7°;
- Viteza maximă (cu dispozitiv limitator de viteză reglabil-DLV) limitată la 75 km/h;
- Decelerația în regim de frânare de urgență de la 60 km/h până la oprire, trebuie să fie de minim 5 m/s^2;
- Frâna de staționare va permite menținerea vehiculului oprit, încărcat la sarcină maximă, pe o pantă sau rampă de minim 18 %;
- Viteza maximă de mers înapoi: 5 km/h.

Numărul total de pasageri ce pot fi transportați de un autobuz standard depinde de suprafața utilă a acestuia, în general fiind considerat de max. 95 persoane din care locuri pe scaune aprox. 39+4 pentru autobuzele cu baterii standard și de aprox. 37+4 locuri pe scaune pentru autobuzele standard cu pilă de combustie (depinde de configurația constructivă solicitată de

beneficiar). Din acest total, se consideră un loc pentru amplasarea de fotolii rulante pentru persoane cu dizabilități și numărul de locuri pe scaune fixe sau pliante, care depinde de configurația aleasă de beneficiar pentru amplasarea ușilor de acces în troleibuz, precum și numărul acestor uși.

Caracteristicile dimensionale generale de gabarit ale unui autobuz electric articulat se încadrează între următoarele valori:

Dimensiuni exterioare:

- Lungime totală: maxim 19.000 mm;
- Înălțime totală: maxim 3.600 mm;
- Lățime totală: maxim 2.600 mm.

Dimensiuni interioare:

- Înălțimea interioară a compartimentului pentru călători: minim 2.200 mm;
- Deschiderea liberă a ușilor pentru călători: minim 1.200 mm;
- Pasul scaunelor: minim 650 mm.

Caracteristicile minime funcționale și de operare date de performanțele dinamice ale unui autobuz electric articulat, trebuie să se încadreze între următoarele valori:

- Stabilitatea în rampă și pantă: minim 12 % (la încărcare maximă);
- Când punctele extreme ale autobuzelor articulate se deplasează, în sens de bracaj, pe un cerc cu raza de 12,5 m, troleibuzele se înscriu în interiorul unei coroane cu lățimea de 7,5 m;
- Unghiul de atac: minim 7°, respectiv unghiul de degajare: minim 7°;
- Viteza maximă (cu dispozitiv limitator de viteză reglabil-DLV) limitată la 75 km/h;
- Decelerația în regim de frânare de urgență de la 60 km/h până la oprire, trebuie să fie de minim 5 m/s^2;
- Frâna de staționare va permite menținerea vehiculului oprit, încărcat la sarcină maximă, pe o pantă sau rampă de minim 18 %;
- Viteza maximă de mers înapoi: 5 km/h.

Numărul total de pasageri ce pot fi transportați de un autobuz articulat depinde de suprafața utilă a acestuia, în general fiind considerat de max. 150 persoane, din care aprox. 49+8 locuri pe scaune atât pentru autobuzele electrice cu baterii cât și pentru cele cu pilă de combustie (depinde de configurația constructivă solicitată de beneficiar). Din acest total, se consideră un loc pentru amplasarea de fotolii rulante pentru persoane cu dizabilități și numărul de locuri pe scaune

fixe sau pliante, care depinde de configurația aleasă de beneficiar pentru amplasarea ușilor de acces în troleibuz, precum și numărul acestor uși.

□ *Unitatea de propulsie electrică*

Soluția constructivă a unității de tracțiune a autobuzului electric trebuie să fie formată din: motor electric de tracțiune dispus central care va transmite mișcarea către roțile motoare prin intermediul unui mecanism diferențial, sau, respectiv cu motoare electrice de tracțiune înglobate în roți (tip „hub"), care transmit mișcarea direct la roți, fără mecanism diferențial.

Motorul electric de tracțiune/hub-ul asigură următoarele condiții de funcționare]:

- Motor electric asincron/sincron trifazat cu randament ridicat alimentat de la un invertor;
- Reductor mecanic diferențial pentru transmisia mișcării la roți. Motorul/hub-ul funcționează și ca generator electric, în regimul de frânare recuperativă;
- Motor de tracțiune/hub de tip fără perii, cu lagăre izolate electric, fără întreținere și echipat cu senzori pentru sesizarea depășirii temperaturii normale de funcționare;
- Motor de tracțiune/hub-ul ventilat de un circuit de aer pentru răcire realizat astfel încât apa care poate pătrunde accidental să nu intre în contact cu bobinajele;
- Grad de protecție al sursei de tracțiune IP 55-65. Bobinaj motor realizat în clasa C 200;
- Putere nominală totală a unității electrice de tracțiune: între 100 și 250 kW (cu mențiunea că puterea unității de tracțiune trebuie să asigure îndeplinirea parametrilor dinamici de funcționare ai autobuzului specificați: accelerare, capacitate de transport, frânare etc., indiferent de amplasarea, construcția și tipul unității de tracțiune);
- Cuplu motor maxim la turații relativ reduse.

Datorită rolului funcțional dublu al motorului electric: motor electric de tracțiune, respectiv generator electric, acesta este denumit mașină electrică a sistemului de propulsie. Autobuze electrice sunt echipate cu două categorii de mașini electrice pentru sistemele de propulsie: mașini de inducție sau mașini sincrone cu magneți permanenți în construcție clasică (rotor în interior) sau inversată (rotor exterior montat direct în roțile autobuzului-hub).

Mașinile de inducție sunt motoarele electrice formate din stator cu bobinaj trifazat distribuit în crestături și cu rotor cu colivie care nu necesită alimentarea prin contacte alunecătoare. Convertorul electronic necesar alimentării, precum și strategiile de comandă și control sunt ușor de implementat, datorită simplității sistemului, fiabilitatea acestei categorii de mașini electrice va fi

foarte ridicată, mentenanța necesară întreținerii mașinilor de inducție trebuie să fie redusă la minimum. Mașinile sincrone cu magneți permanenți oferă avantajul unei densități mari de putere comparativ cu mașinile de inducție datorită utilizării de magneți permanenți montați în rotor (la suprafață sau în interior). Constructiv, acestea pot avea dimensiuni reduse putând fi montate direct în butucul roților autobuzului electric (hub) sau în construcția axei motoare.

Echipamentul de tracțiune asigură controlul tracțiunii prin reglarea continuă a alimentării unității electrice de tracțiune, realizând funcțiile de demaraj și frânare lină fără șocuri în funcționare, respectiv de frânare electrică recuperativă. Echipamentul de tracțiune trebuie să fie realizat cu tehnologie IGBT și trebuie să fie comandat prin intermediul unității de comandă și control cu microprocesor. Unitatea de comandă și control a sistemului de tracțiune are rolul de control asupra parametrilor privind performanțele autobuzului electric în vederea optimizării consumului de energie electrică. Comanda și controlul funcționării unității electrice de tracțiune trebuie să fie realizată de unitatea electronică de comandă și control a acționării. Aceasta trebuie să fie integrată cu sistemul de gestiune electronică al autobuzului electric. Sistemul de comandă și control oferă informații conducătorului auto, intervenind automat în timp real în cazurile de avarii cu consecințe grave (supraîncălzire).

□ *Sursa de energie*

▪ Sursa de energie cu baterii

Tehnologia Li-Ion este utilizată în construcția multor tipuri de baterii utilizate în construcția autobuzelor electrice, diferența fiind materialul utilizat în construcția catodului (în general, grafitul este folosit ca material anodic). Astfel, au fost folosite diferite acronime pentru a identifica acest lucru, cum ar fi: LFP (Lithium iron phosphate); LCO (oxid de litiu-cobalt); LMO (oxid de mangan); NMC (oxid de litiu-nichel-mangan-cobalt) și NCA (oxid de litiu-nichel-cobalt-aluminiu)[58]. Această particularitate în construcția catodului determină diferențe în proprietățile bateriei, în ceea ce privește energia specifică, puterea specifică, densitatea energiei, performanța, nivelul de tensiune, comportamentul de siguranță, durata de viață și costul. Diferențele majore dintre bateriile tip $LiFePO_4$ și NMC utilizate pentru sistemul de propulsie electric al autobuzelor electrice standard, pot fi identificate în funcție de următoarele caracteristici principale de funcționare:

- Durata de viață a ciclului:
    - $LiFePO_4$—10.000 (80% capacitate reținută)
    - NMC — 10.000 (60% capacitate reținută);
- Rată C recomandată:
    - $LiFePO_4$ — C / 2

[58] Brand M., Gläser S., Geder J., Menacher S., Obpacher S., Jossen A., Quinger D. Electrical safety of commercial Li-ion cells based on NMC and NCA technology compared to LFP technology, EVS27 International Battery, Hybrid and Fuel Cell Electric Vehicle Symposium, Barcelona, Spain, November 17-20, 2013

- NMC — C / 5;

- Capacitatea de a lucra în medii cu temperaturi ridicate:
  - $LiFePO_4$ — DA (până la 120–140 °C),
  - NMC — NU;
- Pericol de suprasarcină termică și de incendiu (fără sistem de management termic adecvat):
  - LiFePO4 — NU,
  - NMC — DA;
- Echipamente de management termic al bateriilor:
  - LiFePO4 — NU
  - NMC — DA.

Bateriile electrice din construcția unui autobuz electric au în general, o capacitate energetică cuprinsă între 50 și 200 kWh și asigură autonomia necesară condițiilor de exploatare urbană. Bateriile de ultimă generație se bazează pe tehnologia Li-Ion, cu o densitate mare a energiei înmagazinate, respectiv cu un volum și o masă minimă pentru realizarea autonomiei specificate. Timpul de utilizare pentru baterii trebuie să fie de minim 5 ani, în care trebuie să își păstreze o capacitate practică de înmagazinare a energiei electrice de minim 80 % din capacitatea inițială. Bateriile trebuie să admită o încărcare rapidă într-un interval de timp de 5 ... 10 minute pentru o autonomie de 10 ... 20 km și o încărcare lentă într-un interval de timp de maxim 6 ore pentru un maxim de autonomie, fără să își piardă din calitățile funcționale.

Tipul, numărul și caracteristicile tehnice (raportul energie/masă, etc.) ale bateriilor le asigură acestora o funcționare sigură, o autonomie de transport cuprinsă între 50 și 200 km la o viteză medie de deplasare de 50 km/h și la un consum cuprins între 1,2 și 2,5 kWh/km. Consumul de energie electrică este dependent de o serie de factori operaționali: greutatea și încărcarea cu pasageri a autobuzului electric, consumul de energie pe sistemele auxiliare (încălzire/ventilație/AC, iluminat, compresor, pompe, etc.), temperatura mediului ambient, condițiile de trafic și de exploatare etc.. Unii dintre acești factori nu sunt dependenți doar de distanța parcursă, ci de traficul existent, condițiile climatice, geografia traseului etc. Topografia traseului poate influența de asemenea major consumul de energie electrică, acesta crescând pe perioadele de accelerație sau urcare a rampelor și scăzând la coborârea pantelor sau decelerări, putând ajunge la valori negative, atunci când energia se transferă dinspre mașina electrică de tracțiune spre baterie.

Sistemul de baterii al autobuzelor electrice nu trebuie să fie descărcat sub 20 % din capacitate (în principiu), pentru prelungirea duratei de viață a bateriilor. Timpul de încărcare al bateriilor trebuie să fie determinat în principal de trei factori: capacitatea bateriei, nivelul de încărcare al bateriei, respectiv puterea de încărcare al bateriei. Bateriile cu litiu funcționează la parametrii optimi la temperaturi cuprinse între 0 și 40 °C. Sub acest interval, capacitatea lor se

reduce semnificativ (cu aproximativ 40 % la o temperature a mediului ambient de -20 °C). Peste acest interval, capacitatea lor crește dar în același timp se accelerează și deprecierea calităților acestora. Astfel, va fi recomandată încălzirea bateriilor când temperaturile scad sub 0 °C și răcirea acestora atunci când depășesc 40 °C[59].

Bateriile electrochimice au o durată de viață care durează până ce capacitatea lor scade sub 80 % din capacitatea inițială (în cazul utilizării lor ca și sursă energetică în acționarea unui grup propulsor al unui vehicul electric). Cele mai multe tipologii de baterii au o durată de viață de aproximativ 2.500...3.000 cicluri complete de încărcare-descărcare. Astfel, dacă bateriile sunt încărcate/descărcate o dată pe zi, durata de lor de viață poate să ajungă la 6 ... 8 ani, iar costurile de înlocuire de 21.000 Euro[60].

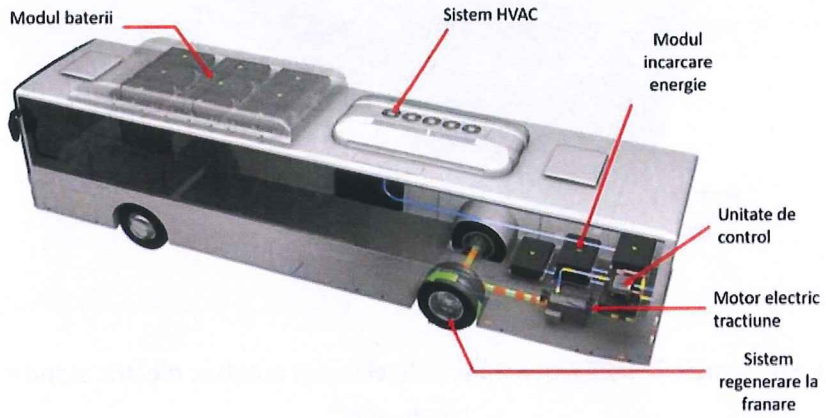


Figura 5.2. Elementele constructive principale ale unui autobuz electric standard cu baterii[61]

▪ Sursa de energie cu pile de combustie

Pentru un autobuz electric cu pile de combustie, principalele componente constructiv-funcționale sunt asemănatoare cu cele ale unui autobuz electric pe baterii, diferența majoră fiind pila de combustie ce funcționează cu hidrogen (figura 5.3). Autobuzele cu pile de combustibil își produc propria electricitate iar pentru aceasta, hidrogenul transportat din rezervorul său reacționează cu oxigenul din aer în interiorul pilei de combustie. Reacția rezultată între oxigenul atmosferic și hidrogenul stocat (în pile/celule de combustie de construcție specială) generează electricitate, eliberând doar apă (și căldură) în atmosferă sub formă de vapori, ca produși secundari de reacție (figura 5.4). Prin urmare, este un sistem de producere de energie cu emisii zero locale de

[59] Un-Noor F.S., Padmanaban L., Mihet-Popa M. N., Mollah E., Hossain A. Comprehensive Study of Key Electric Vehicle (EV) Components, Technologies, Challenges, Impacts, and Future Direction of Development. *Energies* 2017, *10(8)*, 1217.

[60] Krnic, A. A comparative analyse of alternative powertrains and fuels of public buses for economic, environmental and economic point of view, master thesis, TU Wien, 2021.

[61] https://tomorrow.city/a/roads-with-less-fumes-hydrogen-fuel-cell-buses-for-long-distance-routes

poluanți. Electricitatea rezultată din reacția hidrogenului cu aerul atmosferic, este stocată într-o baterie și este utilizată pentru a face să funcționeze motoarele electrice ale autobuzului. La viteze mai mici, autobuzul se deplasează folosind energia din baterie, dar odată cu creșterea vitezei de deplasare, pila de combustie va oferi motorului o energie electrică (putere) mai mare și va reîncărca bateria în același timp (încărcare care ia în considerare și energia generată în timpul frânării – frânare regenerativă).

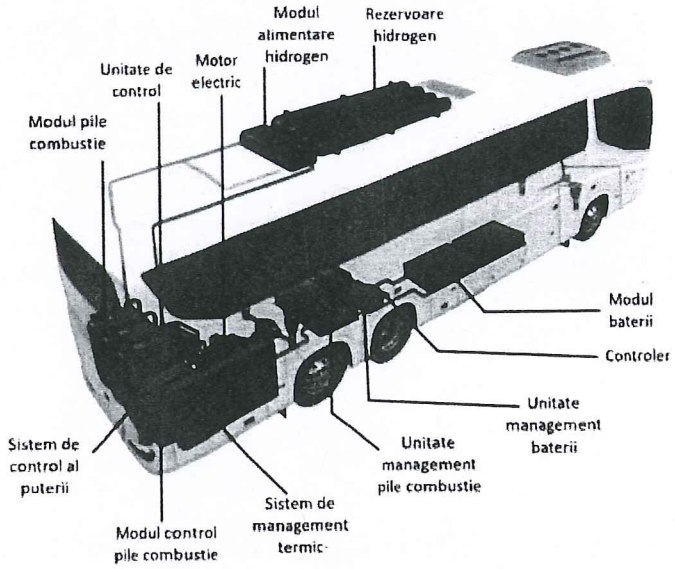


Figura 5.3. Elementele constructive principale ale unui autobuz electric standard cu pile de combustie[62]

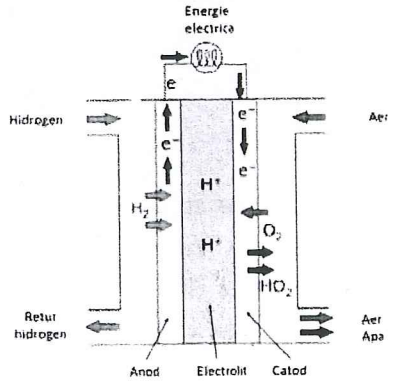


Figura 5.4. Principiul de funcționare a unei pile de combustie cu hidrogen[63]

În funcție de model și de cantitatea de hidrogen ce poate fi transportată, autobuzele electrice cu pile de combustie pot să aibă o autonomie de 300...500 de kilometrii, pentru dotarea cu o pilă de combustie de putere egală cu 50-70kW, înainte de a fi reîncărcate cu hidrogen. Durata

[62] https://tomorrow.city/a/roads-with-less-fumes-hydrogen-fuel-cell-buses-for-long-distance-routes

[63] http://large.stanford.edu/courses/2016/ph240/mok1/

de încărcare este de aprox. 20 de minute (sau mai puțin), ceea ce este similar cu timpul necesar pentru umplerea unui rezervor de motorină de aceiași dimensiune, în timp ce caracteristicile de performanță al acestor autobuze, cum ar fi puterea, accelerația și emisii zero locale de poluanți sunt superioare autobuzelor similare dotate cu motor diesel. Durata de viață a unei pile de combustie este considerată a fi de 5...7 ani, iar costurile de schimbare sunt estimate a fi de 43.500 euro.

□ *Procesul de încărcare a sursei energetice*

▪ Încărcarea bateriilor

Încărcarea bateriilor autobuzelor se realizează în următoarele două moduri: încărcare rapidă (5 ... 10 minute) sau încărcare lentă (4 ... 6 ore) și se poate realiza la capete de linie. Încărcarea rapidă a bateriilor se durează între 5 și 10 minute, în funcție de starea de încărcare a bateriilor la intrarea în stația de încărcare și nivelul dorit de încărcare rapidă, fiind urmărită prelungirea autonomiei autobuzului electric cu o distanță egală cu lungimea unei linii de transport. Prin realizarea acestor încărcări parțiale la finele fiecărei curse se poate menține un nivel ridicat al încărcării pe toată durata de funcționare a autobuzului, evitând situațiile de descărcare completă a bateriilor.

Încărcarea lentă se realizează pe timpul nopții (overnight), prin cuplarea autobuzului electric la rețeaua trifazată de joasă tensiune (400 Vca). În acest regim, în funcție de capacitatea totală de stocare a bateriilor cu care trebuie să fie echipat autobuzul, energia necesară trebuie să fie transferată în 4 ... 6 ore. Acest mod de încărcare oferă avantajul unui tarif la energia electrică mai mic (în funcție de contractul încheiat cu firma furnizoare și datorită faptului că această energie trebuie să fie absorbită peste noapte când consumul de energie din rețeaua națională este scăzut) precum și posibilitatea de a încărca mai multe autobuze în paralel datorită nivelului scăzut consum energetic. Conectarea autobuzului la sursa de energie se face prin intermediul unui conector standardizat dedicat, fiind necesară implementarea unui protocol care să permită transferul de energie electrică doar în anumite condiții (autobuz staționat, conector în poziția corectă, etc.) pentru evitarea accidentelor.

Încărcarea rapidă staționară se realizează și prin utilizarea unei conexiuni trifazate de putere mare (400 V/125 A sau 400 V/250 A). Această soluție are câteva avantaje: reduce costurile de amenajare a stațiilor de încărcare (trebuie să fie suficientă racordarea la un cablu cu priză standardizată), conducătorul auto nu trebuie să parcheze autobuzul electric într-un perimetru dat, alimentarea se poate realiza la tensiunea nominală a rețelei electrice (nu sunt necesare convertoare și transformatoare electrice). Stația de încărcare rapidă a autobuzelor electrice, trebuie să fie un ansamblu de echipamente staționare legate între ele din punct de vedere funcțional, fără un element de fixare atașat la sol și fără instalația care transferă energia electrică de la furnizorul de energie, destinat procesului de încărcare ultrarapidă și complet automatizată a autovehiculelor, cu ajutorul unui echipament inversat (care coboară pe autovehicul) de la linia de autobuz. La modul general, stația de încărcare rapidă asigură o putere de minim 230 kW la un curent maxim de până la 300 A și asigură posibilitatea încărcării timp 24 h/zi, 7 zile pe săptămână, cu excepția intervalelor

de timp necesare pentru lucrările de service. Stația de încărcare rapidă asigură posibilitatea alimentării de la rețeaua de tensiune medie de 3 x 400Vcc, operabilă în intervalul de temperaturi exterioare de la-30 °C până la + 50 °C. Stația de încărcare rapidă trebuie să fie dotată cu fișe Schunka pentru pantograf cu 5 poli: respectiv un pol pozitiv de încărcare (+ cc), un pol negativ de încărcare (- cc), un contact de protecție (pe) și un contact de comunicare (cp). Peste noapte, când, autobuzele nu sunt utilizate, acestea sunt încărcate complet prin intermediul unor stații de încărcare lentă (400 V/32 A sau 400 V/63 A) de putere mai mică și care realizează încărcarea autobuzului electric într-un interval de timp de 4 ... 6 h. Stațiile de încărcare lente asigură încărcarea autobuzelor electrice timp de 24 h/zi, 7 zile pe săptămână, cu excepția intervalelor necesare pentru lucrările de service și mentenanță. Tensiunea de alimentare a stației de încărcare trebuie să fie de 3 x 400 Vca (+/-) 0 %, cu 50 Hz. Puterea unei stații de încărcare lentă trebuie să fie de minim 40 kW la un curent de minim 75 A, care trebuie să aibă o bună eficiență energetică de minim 95 %, cu un coeficient de putere mai mare sau egal cu 0,98 și care să asigure o tensiune de ieșire de 400 ... 800 Vcc, cu o izolare galvanică de minim 3 kV.

- Producerea și încărcarea cu hidrogen

Procesul de dimensionare a sistemului de producție de hidrogen, pornește de la aproximarea necesarului de hidrogen. Pentru a realiza această aproximare, este nevoie să se ia în vedere tipurile de autobuze utilizate. La momentul actual, există două opțiuni principale în ceea ce privește partea constructivă a autobuzelor și astfel, pot fi luate în considerare autobuzele de 12m lungime și 18m lungime. Într-un raport realizat de Comisia Europeană, sunt indicate valori ale consumului de hidrogen cuprinse în intervalul 8.5 – 12 kg H_2 / 100 km, pentru autobuze de 12m, cu o valoare medie de 9 kg H_2 / 100 km. Consumul pentru autobuzele articulate de 18m este cuprins în intervalul 11.5 -15.6 kg H_2 / 100 km, cu o valoare medie de 13.55 kg H_2 / 100 km . Totuși din cauza diferențelor de traffic ce pot să apară, față de consumul determinat prin teste standardizate, pentru o distanța parcursă într-o zi, este estimată a fi în intervalul 155-450 km, vom avea un consum mediu de 20 kg H_2 / 100 km[64]. Având în vedere cele menționate anterior și luând în considerare și regimul de utilizare a vehiculelor, împreună cu numărul acestora, se poate aproxima necesarul de hidrogen. Regimul funcțional al acestor autobuze este de 250 – 350 zile / an. Comisia Europeană recomandă implementarea secvențială a unui astfel de program cu dimensiunea inițială a unei flote de 10 – 20 de autobuze. Luând în calcul consumul mediu de hidrogen și numărul autobuzelor, necesarul de hidrogen per zi exploatare în sistemul urban de transport călători al municipiului Cluj-Napoca se estimează a fi de 200-400 kg H_2.

Este imperativă utilizarea unor soluții modulare de producție a hidrogenului, pentru a putea ține pasul cu expansiunea unui astfel de sistem ecologic de transport. Comisia Europeană recomandă ca implementarea transportului în comun cu hidrogen, să fie realizat în pași, astfel încât, prima fază a proiectului să cuprindă un număr de 10 – 20 de unități, împreună cu stațiile de

[64] http://newbusfuel.eu/wp-content/uploads/2017/03/NewBusFuel_D4.3_Guidance-document-for-large-scale-hydrogen-refuelling_final.pdf

electroliză capabile de furnizarea cantităților necesare de hidrogen (în cazul în care nu există furnizori de hidrogen omologați). Astfel, va fi posibilă realizarea unei estimări în ceea ce privește cantitatea de energie necesară în procesul de electroliză, împreună cu obținerea unei dimensiuni cu privire la costurile asociate. De asemenea, o soluție fezabilă din punct de vedere al economiilor financiare primare ridicate este identificarea/contractarea unui furnizor de hidrogen omologat care să îndeplinească standardele de calitate cerute, investițiile fiind realizate doar pentru stațiile de încărcare cu hidrogen.

În urma studiilor realizate până în acest moment, există câțiva furnizori care pun la dispoziție instalații capabile de a îndeplini cerințele impuse de particularitățile utilizării hidrogenului ca și combustibil pentru pile de combustie. Aceștia sunt: NEL, Hydrogenics, Linde, Proton, Norsk, Hydrospider. O variantă versatilă de producere a hidrogenului prin electroliză (figura 5.5) este tehnologia NEL, cu echipamentul MC200 (caracteristicile tehnice sunt prezentate în tabelul 5.1.[65]) Stația de electroliză MC200 face parte din clasa de 1MW și este capabilă să funcționeze în trei moduri de operare și poate de asemenea să urmeze comenzi introduse de către operatori în funcție de puterea disponibilă.

Sistemul MC200 poate să monitorizeze un necesar de producție și să îl urmeze, modulând sarcina între 0 și 100%, produce 207 Nm^3/h sau 446,52 kg/zi, lucru se se traduce într-o producție de 4968 Nm^3/zi. Cu un consum de 4,53 kWh/Nm^3 , vom obține un necesar de energie disponibila de 22504,04 kW/zi (22,5 MW/zi). Pe lângă energia electrică, va fi nevoie de o cantitate de apă de 4.488 m^3/zi (cu un consum de 187 l/h). La un cost de 450 RON/ MW, costurile energetice vor fi de 10127.268 RON/zi. Acest lucru se traduce într-un cost de producție de 22,68 RON/ kg H2.

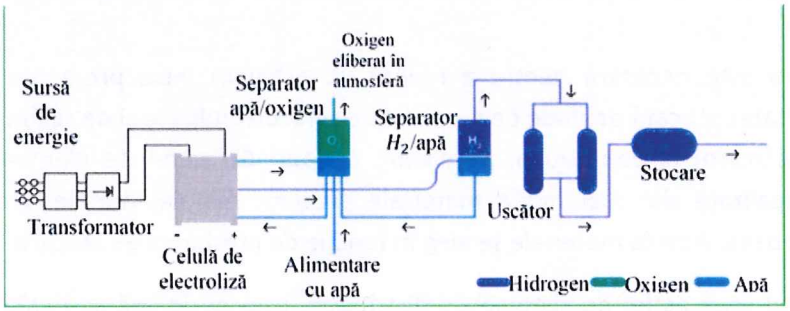


Figura 5.5. Principiul de funcționare a instalației de producere a hidrogenului prin electroliză

Sistemele de distribuție a hidrogenului produs cuprind 4 elemente principale:

- Sursa de hidrogen (locală sau la distanță-furnizor),
- Elementul de comprimare – pentru a atinge nivelele de presiune necesare pentru alimentarea vehiculului,

[65] https://www.energy.gov/eere/fuelcells/hydrogen-production-electrolysis

- Elementul de stocare – are rolul de a acumula hidrogenul necesar alimentării vehiculului
- Unitatea de distribuție – transferă hidrogenul de la elementul de stocare, către vehicul.

În general, se disting două tipuri de elemente de comprimare fiind clasificate la modul general în funcție de modul de funcționare: compresoare cu funcționare continuă și compresoare cu funcționare controlată (funcționează doar atunci când sunt solicitate). Tehnologiile actuale care se remarcă prin fiabilitate sunt cele de tip Ionic Compressor și Cryo Pump, ce oferă costuri reduse de întreținere și eficiență ridicată, iar hidrogenul este comprimat la o presiune de până la 100 MPa.

Tabel 5.1. Caracteristici generale stație producere hidrogen NEL tip MC200 (1 MW)

Parametru	U.M.	Valoare
Rată producție	kg H_2/zi	446
	m^3/h	207
Presiune ieșire nominală	bar	30
Consum energetic	kWh/kg	50.33
	kWh/m^3	4,53
Puritate	%	99
Timp de pornire	sec	5
Timp de atingere capacitate maximă de producție (de la 0% la 100%)	sec	10
Consum de apă maxim (apă deionizată, t=5...40 °C)	l/h	187

Stocarea este necesară pentru a realiza un echilibru între producția și consumul de hidrogen. Cantitatea stocată depinde de numărul de vehicule utilizate și de regimul de funcționare (interval de încărcare) al vehiculului. Se disting 4 tipuri de astfel de elemente de stocare a hidrogenului, realizate din mai multe materiale precum: metale, metale acoperite cu fibre, materiale compozite. Aceste materiale se aleg în funcție de presiunea de stocare.

În cadrul unor astfel de sisteme de distribuție, este posibil să se regăsească mai multe rezervoare care stochează hidrogen la presiuni diferite, iar schematic acest tip de sistem este ilustrat în figura 5.6. În construcția sistemului se disting mai multe bancuri de stocare. Alimentarea se realizează etapizat, cilindrul de joasă presiune fiind cel care este acționat primul. Acesta este urmat de cel de presiune medie și mai apoi de cel de înaltă presiune. Acest tip de alimentare se numește alimentare în cascadă.

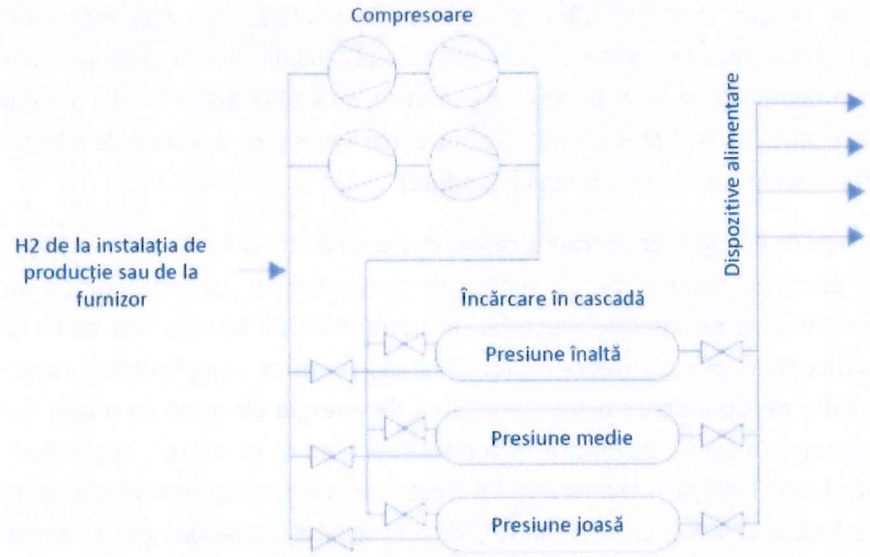


Figura 5.6. Sistem de alimentare cu hidrogen în cascadă

Transferul de hidrogen de la elementele de stocare, către vehicule, se realizează prin intermediul unor unităţi de distribuţie. Acestea au în general o formă asemănătoare cu pompele de combustibil convenţionale. Acestea sunt reglementate de standardul SAE J2601-2, în cazul vehiculelor de mare tonaj. Aceste unităţi de alimentare pot, sau nu să comunice cu vehiculul în vederea alegerii unui program de alimentare (alimentare normală sau rapidă) dar trebuie menţionat că procesul de alimentare rapidă este limitat la o valoare de 7,2 g/min. În cazul în care hidrogenul este stocat on-site sub formă lichidă, acesta va trece printr-un evaporator şi un schimbător de căldură, înainte de a ajunge la pompă.

□ *Dotare echipamente*

La modul general constructiv-funcţional, un autobuz electric (atât cu baterii cât şi cu pile de combustie, cât şi în construcţie standard şi articulată) utilizat în sistemul de transport urban de călători din municipiul Cluj-Napoca, trebuie să fie prevăzut cu un sistem de suspensie controlat electronic, cu funcţie de îngenunchiere şi cu sistem de reglare automată a asietei în funcţie de sarcină. Suspensia trebuie să fie pneumatică integral, gestionată electronic, cu posibilitatea ajustării gărzii la sol atât pe o parte, pentru accesul călătorilor (funcţia de îngenunchiere), cât şi integral în situaţiile de drum cu denivelări cu limitarea vitezei de deplasare. Suspensia trebuie să fie aibă în construcţie echipamente care să conţină perne de aer, bare de reacţiune şi amortizoare cu dublu efect şi limitatoare de cursă pentru fiecare din axele vehiculului (faţă, mediană şi spate).

Autobuzul electric trebuie să fie echipat cu un sistem de frânare control al frânării şi tracţiunii de tip EBS (ABS/ASR). De asemenea, autobuzul electric trebuie să fie prevăzut cu frână de serviciu cu două circuite pneumatice independente, frână de mână (de parcare) cu acţionare cu arc

acumulator pe puntea spate, și frână de oprire pneumatică care acționează automat asupra discurilor de frână la opririle în stații cu ușile deschise. Frâna de serviciu trebuie să fie prevăzută cu două circuite independente, cu acționare pneumatică, cu vizualizare la bord a presiunilor de lucru, cu sistem electronic EBS (antiblocare ABS și antipatinare ASR și cu presiune de frânare în funcție de sarcina autobuzului electric și alte funcții înglobate).

Frânarea de energie recuperativă reprezintă unul dintre principalele avantaje ale sistemelor de tracțiune electrică comparativ cu sistemele convenționale cu motoare cu ardere internă, permițând producerea de energie electrică pe perioadele de frânare sau coborâre a pantelor. Mașinile electrice funcționează atât ca motor cât și ca generator, complexitatea controlului necesar variind în funcție de tipul constructiv. Cantitatea de energie electrică ce poate fi recuperată se apropie de puterea maximă absorbită în timpul funcționarii ca motor, depinzând de numeroși factori: de nivelul de încărcare al autobuzului electric (masa totală), de nivelul decelerației impuse de către conducătorul auto, de declivitate, de capacitatea bateriilor de a înmagazina energia generată, etc. Energia astfel recuperată va fi utilizată local, pentru a acoperi energia utilizată de consumatorii auxiliari (încălzire, ventilație, AC, iluminat, etc.) sau pentru a încărca bateriile, în cazul în care energia produsă depășește nivelul consumului instantaneu.

Sistemul de direcție trebuie să fie de tip direcție servo-asistată și permite realizarea unui unghi de bracaj de maxim 60° care facilitează obținerea unei raze de viraj a roții exterioare conformă cu normativele în vigoare. Autobuzele electrice sunt echipate cu anvelope fără cameră și jante de tip tubeless. Pentru asistență la accelerare se impune un sistem de control antipatinare de tip ASR, iar la frânare se utilizează sistemul antiblocare ABS.

La încărcare redusă cu pasageri (autovehicul gol) autobuzul are o accelerație de 1,1 m/s^2; iar la capacitate nominală de încărcare de 0,9 m/s^2. Decelerația frânei electrice trebuie să fie de 1,1 m/s^2 pentru vehiculul gol, respectiv 0,9 m/s^2 încărcat, iar decelerația de urgență minim garantată trebuie să fie de 5 m/s^2.

Pentru realizarea confortului termic în habitaclul autobuzului, autobuzele electrice sunt echipate cu următoarele sisteme de condiționare a aerului:

- Instalație de încălzire a salonului de pasageri, a cabinei conducătorului auto și degivrare a parbrizului;
- Instalație de condiționare a aerului pentru salonul de pasageri și cabina conducătorului auto cu funcție de răcire;
- Geamuri rabatabile sau culisante și/sau trape de acoperiș pentru ventilație naturală;
- Instalație de ventilație forțată pentru evacuarea aerului viciat din salon și ventilația parbrizului și geamurilor cabinei.

Autobuzele electrice sunt echipate cu un sistem de acces pentru îmbarcarea persoanelor cu dizabilități fizice care respectă următoarele caracteristici: denivelare de maxim 0,025 m, panta longitudinală de maxim 10 % pentru denivelări < 20 cm, lățime de 1,60 m.

Autobuzul electric trebuie să fie echipat cu un sistem integrat de gestiune și diagnosticare electronică prin rețeaua CAN (numit prescurtat SIGDE). Sistemul integrat de gestiune și diagnosticare electronică, compus în principal din hardware și software și rețea CAN multiplex, poate avea funcții de comandă, control, parametrizare, transport de date și diagnosticare. SIGDE va fi un sistem flexibil, disponibil up-grade-arii software-ului și integrării în cadrul lui a noi funcții aferente unor sisteme adăugate ulterior și care asigură transferul de date către computerul de gestionare și management vehicul și către alte echipamente. Principalele subsisteme electrice, electronice, de automatizări ale sistemelor mecanice ale autobuzului electric comunică cu SIGDE (tabloul de bord, computerul de bord, computerul Intelligent Transportation Systems (ITS), motor, frână, suspensie, uși, instalații climatizare, iluminare, semnalizare, etc.). Totodată, sistemul de comunicație date/informații în timp real trebuie să fie compatibil cu sistemul Automatic Vehicle Location (AVL) din Cluj-Napoca.

Autobuzele electrice trebuie de asemenea echipate cu sistem de informare audio-video a călătorilor, integrat cu computerul gestiune și management trafic (CGMT) sub a cărei comandă funcționează. De asemenea, autobuzele electrice sunt echipate cu sistem de numărare a călătorilor (sistem cu senzori inteligenți 3D și cu un analizor de date), care sunt integrate cu sistemul CGMT și care permit urmărirea și înregistrarea numărului de călători transportați pe anumite intervale de timp, stație, linie, număr vehicul etc.

In plus, autobuzele electrice sunt prevăzute cu un sistem de supraveghere video la interior și la exterior. Sistemul cuprinde camere digitale color, de înaltă rezoluție, tip dom, cu carcasă anti vandalism amplasate în interiorul și la exteriorul autobuzului electric. Unitatea de înregistrare video digitală, instalată pe autobuzul electric, conține o memorie nevolatilă pentru înregistrarea evenimentelor pentru o perioadă de cel puțin 14 zile. Componenta CGMT include aplicații software-uri pentru modificarea prin intermediul antenei WLAN a traseelor, a anunțurilor vocale, a programului de circulație. Acesta trebuie să fie utilizat atât pentru schimbul de informații cu intersecțiile conectate la sistemul Urban Traffic Control (UTC), în regim online cât și pentru rularea aplicațiilor specifice sistemului Public Transport Management (PTM). CGMT va furniza baza de date preluată de la SIGDE, poziționare GPS, informare călători, contorizare călători, comunicare on line, etc.

6. Analiza eficienței studiului de oportunitate

6.1 Analiza cost-beneficiu

6.1.1 Metodologia de analiză cost-beneficiu

Analiza cost-beneficiu este un instrument analitic, utilizat pentru a estima impactul socio-economic determinat de implementarea proiectului de reînnoire a parcului auto.

Impactul socio-economic a fost evaluat în comparație cu obiectivele predeterminate, analiza realizându-se în mod uzual prin luarea în considerare a tuturor factorilor influențați de acțiune, în mod direct dar și indirect.

Obiectivul analizei cost-beneficiu este acela de a identifica și a cuantifica, respectiv de a da o valoare monetară tuturor elementelor posibile ale proiectului luat în discuțieși care au impact asupra acestuia, în vederea determinării costurilor și beneficiilor corespunzătoare (impactul financiar, economic, social, de mediu, etc.). În mod tradițional, costurile și beneficiile vor fi evaluate prin analiza diferenței dintre scenariul cu proiect și alternativa acestui scenariu: scenariul fără proiect (numit abordare incrementală).

În cele ce urmează, rezultatele vor fi cumulate pentru a identifica beneficiile nete și a stabili dacă proiectul este oportun și merită să fie implementat.

Astfel, analiza cost-beneficiu poate fi utilizată ca instrument de decizie pentru evaluarea utilității investițiilor ce urmează a fi finanțate din resurse publice.

În prezent, în municipiul Cluj-Napoca, transportul public de persoane este organizat ca transport public local de persoane prin curse regulate operate de către CTP Cluj-Napoca S.A.

Tarifele de călătorie actuale pentru transportul public local de persoane prin curse regulate în municipiul Cluj-Napoca sunt în conformitate cu HCL nr. 135/15.03.2013 respectiv Hotărârea privind completarea Hotărârii 135/2013, cu nr 1 din 09.07.2015. Prețurile și tarifele aferente serviciilor de utilități publice se fundamentează, cu respectarea metodologiei de calcul stabilite prin Ordinul 272/2007 al ANRSC, pe baza cheltuielilor de producție și exploatare, a cheltuielilor de întreținere și reparații, a amortismentelor aferente capitalului imobilizat în active corporale și necorporale, a costurilor financiare asociate creditelor contractate, a costurilor derivând din contractul de delegare a gestiunii, și includ o cotă pentru crearea surselor de dezvoltare și modernizare a sistemelor de utilități publice, precum și o cotă de profit, în conformitate cu art. 43 alin. (3) din Legea nr. 51/2006 a serviciilor comunitare de utilități publice.

Beneficiază de abonamente gratuite pe mijloacele de transport în comun următoarele categorii (sursa CTP):

-Pensionarii, persoanele vârstnice și cetățenii de onoare ai municipiului Cluj-Napoca, conform HCL Cluj-Napoca nr. 261/ 12.05.2020;

- Persoanele cu dizabilități - handicap grav și accentuat, precum și însoțitorii și asistenții personali ai acestora, conform Legii nr. 448/2006, HCL Cluj-Napoca nr. 121/2010 și HCL Cluj-Napoca nr.183/2013;

- Urmaşii eroilor martiri ai revoluţiei, răniţii precum şi pensionarii de invaliditate care şi-au pierdut parţial capacitatea de muncă în lupta pentru victoria Revoluţiei, conform Legii 341/2004;

- Persoanele persecutate din motive politice de dictatura instalată la 6 martie 1945 precum şi cele deportate în străinătate ori constituite în prizonieri, conform Legii 118/1990, Legii 189/2000 si OUG 214/1999;

- Personalul primăriei Cluj-Napoca;

- Veteranii de război, văduvele de război şi însoţitorii marilor mutilaţi, ai invalizilor gradul I, conform HG nr.233/1991 si Legea nr.44/1994;

- Șomerii, conform HCL Cluj-Napoca nr.468/2009;

- Studenţii bugetari, având vârsta de maxim 26 ani, posesori de carduri nebancare*, beneficiază lunar de 120 de călătorii gratuite pe toate liniile din Cluj-Napoca, conform Legii nr.1/2011, HCL Cluj-Napoca nr.95/2020 si Convenţiilor încheiate pentru anul universitar în curs, între CTP Cluj-Napoca și fiecare Universitate;

- Studenţii zi-taxă ai Universitatii Babeș-Bolyai, având vârsta de maxim 26 ani, orfani sau proveniţi de la casele de copii, beneficiază lunar de 120 de călătorii gratuite pe toate liniile din Cluj-Napoca, conform convenției de transport încheiata;

- Elevii din învățământul preuniversitar acreditat/autorizat (de stat și particular), cursuri de zi, inclusiv elevii scolilor speciale, elevii orfani sau proveniți de la casele de copii, conform Legii nr.1/2011 si HCL Cluj-Napoca nr.641/2020;

Pentru modernizarea, îmbunătățirea calitativă și cantitativă precum și a condițiilor sociale și de mediu, respectiv pentru extinderea serviciilor oferite de sistemul de transport public local din municipiul Cluj-Napoca sunt necesare următoarele investiții:

- Amenajarea stațiilor de autobuz cu mobilier urban, panouri pentru informarea dinamică a timpilor de sosire a mijloacelor de transport în comun, precum și a hărții schematice a traseelor și a programului de transport;
- Adaptarea stațiilor mijloacelor de transport conform prevederilor legale, inclusiv marcarea prin pavaj tactil a spațiilor de acces spre ușa de intrare în mijlocul de transport;
- Adaptarea treptată a tuturor mijloacelor de transport în comun pentru a facilita accesul neîngrădit al persoanelor cu handicap la transport și călătorie, în conformitate cu articolului 64 din Legea nr. 448/2006 republicată;
- Modernizarea parcului auto și achiziționarea unor vehicule de transport în comun cât mai puțin poluante (zero local), respectiv vehicule cu propulsie electrică;
- Modernizarea parcului auto și achiziționarea unor vehicule de transport în comun cu dotări superioare pentru a asigura condiții optime de călătorie indiferent de perioadă;
- Realizarea de proiecte de cercetare și demonstrative pentru vehicule cu emisii reduse sau emisii zero locale și a combustibililor alternativi.

În perioadele orelor de vârf, când apar cele mai mari probleme de trafic pe raza municipiului Cluj-Napoca, transportul în comun este mult mai eficient din punct de vedere energetic șicu emisii

mai reduse de gaze cu efect de seră decât transportul cu autoturismele proprietate personală (un autobuz este echivalentul a 70 autoturisme ca număr de călători transportați). Printre principalele probleme cu care se confruntă atât autoritățile locale cât și operatorii de transport sunt:

- neglijarea consecințelor tehnice ale dezvoltării urbane asupra traficului,
- lipsa coordonării între transportul urban și cel din zonele limitrofe precum și statutul social diferit al mijloacelor de transport: automobilul fiind considerat modern iar transportul în comun demodat, destinat persoanelor cu resurse financiare limitate, care nu își pot permite un autoturism.

În acest scop, nu este nevoie numai de sporirea atractivității transportului public de călători și a infrastructurii pentru pietoni și bicicliști, ci și limitarea în mod conștient a utilizării automobilului deoarece nu există fonduri și spațiu suficiente pentru dezvoltarea simultană a infrastructurii rutiere pentru automobile și pentru transportul public de călători pe distanțe scurte.

Analiza cost-beneficiu reprezintă un instrument necesar în luarea deciziilor de alocare a resurselor în cazul proiectelor mari de investiții. În esență, analiza cost-beneficiu constă în compararea costurilor totale cu beneficiile exprimate în termeni financiari. Analiza cost beneficiu este un cadru conceptual aplicat oricărei evaluări cantitative, sistematice a unui proiect investițional public/privat din perspectiva publică sau socială.

Analiza cost beneficiu este o componentă esențială de fundamentare a fezabilității unui proiect investițional din punct de vedere al impactului asupra mediului economic, social sau al mediului ambiental și reflectă valorile pe care societatea este dispusă să le plătească pentru un bun sau serviciu, respectiv costurile de oportunitate pentru societate.

Analiza cost-beneficiu va avea în vedere calcularea și analizarea următorilor indicatori economici: rata internă de rentabilitate financiară a proiectului și valoarea actualizată netă generată de proiect.

Valoarea actualizată netă reprezintă surplusul de valoare rezultat din exploatarea unei investiții. Acest surplus, exprimat în valori absolute este consecința unei comparații între efectele estimate a fi generate de investiția analizată și efectele care se apreciază a putea fi obținute pe seama unei variante alternative de investire. Scopul indicatorului este acela de a permite fundamentarea deciziei de implementare a unei investiții. Valoarea actualizată netă indică valoarea actuală, la momentul implementării unui proiect care va genera în viitor diverse fluxuri de venituri și cheltuieli.

Rata internă de rentabilitate a investiției reprezintă rata de randament la care sursele de finanțare imobilizate sub forma investiției sunt fructificate. Indiferent de modul de exploatare al investiției, logica ratei interne de rentabilitate privește fluxurile de numerar generate de aceasta în spiritul tehnicii de compunere. Fiecare flux de numerar net operațional ajustat anual conține două componente: o parte din capitalul investit inițial, care se recuperează, respectiv un surplus destinat remunerării capitalului recuperat (pentru întreaga durată de imobilizare). Rata internă de rentabilitate reprezintă rata de actualizare la care valoarea actualizată netă este egală cu zero. Altfel spus, aceasta este rata internă de rentabilitate minimă acceptată pentru proiect, o rată mai mică indicând faptul că veniturile nu vor acoperi cheltuielile.

Scopul analizei cost-beneficiu este de a determina dacă este oportună finanțarea unui anumit proiect și dacă este necesară implicarea fondurilor structurale în realizarea proiectului. Obiectivele analizei cost-beneficiu sunt de a stabili măsura în care proiectul contribuie la politica de dezvoltare regională și în mod special la atingerea obiectivelor axei prioritare în cadrul căreia se solicită fondurile. Principalul obiectiv al analizei financiare este de a calcula indicatorii performanței financiare a proiectului.

Raportul cost-beneficiu este un indicator complementar al valorii actualizate nete, comparând valoarea actuală a beneficiilor viitoare cu cea a costurilor viitoare, inclusiv valoarea investiției.

Prin implementarea proiectului se dorește modernizarea și ecologizarea sistemului de transport public de călători, în contextul creșterii mobilității populației municipiului Cluj Napoca și alinierii serviciilor publice la cele mai noi standarde internaționale.

Identificarea opțiunilor urmărește identificarea unor alternative de atingere a obiectivelor specifice (și a standardelor, după finalizare) ale proiectului. Conform HG 28/2008 există trei opțiuni care pot fi luate în considerare pentru implementarea proiectului:

- Varianta zero sau varianta fără proiect, reprezintă alternativa de continuare a activității fără nici o intervenție;
- Varianta medie sau varianta cu investiție minimă, care include toate costurile necesare pentru întreținere/mentenanță plus o valoare minimă a costurilor de investiție sau de îmbunătățiri necesare evitării sau întârzierii deteriorării sau atingerii unui nivel minim în respectarea conformității cu standardele de securitate;
- Varianta maximă sau varianta cu investiție maximă, implică implementarea integrală a investiției propuse în vederea atingerii obiectivelor așteptate.

Conform scenariului varianta zero sau varianta fără proiect investiția nu va fi realizată, iar parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA va rămâne în actuala structură, având însă consecințe negative prin creșterea nivelului de poluare în municipiul Cluj-Napoca, respectiv prin diminuarea rentabilității sistemului public de transport din municipiul Cluj-Napoca, ca urmare a deprecierii fizice și morale a parcului de mijloace de transport în comun.

Alternativa de a nu întreprinde nimic înseamnă menținerea unui status quo, ceea ce are implicații negative asupra calității transportului în comun și în final asupra calității vieții, cu influențe importante pe termen scurt, respectiv pe termen lung.

Varianta maximă sau varianta cu investiție maximă constă în înlocuirea unui număr de 56 autobuze clasice echipate cu motoare diesel cu 31 de autobuze electrice cu baterie și 25 de autobuze cu pile de combustie alimentate cu hidrogen.

6.1.2 Obiectivul analizei cost-beneficiu

Obiectivul analizei financiare este de a calcula performanța financiară a proiectului propus pe parcursul perioadei de referință, cu scopul de a stabili cel mai potrivit sistem de finanțare pentru acesta. Această analiză se referă la susținerea financiară și sustenabilitatea pe termen lung, indicatorii de performanță financiară, precum și justificarea pentru volumul asistenței financiare nerambursabile necesare.

Scopul analizei financiare este de a utiliza previziunile fluxului de numerar al proiectului pentru a calcula ratele rentabilității adecvate, în special rata financiară internă a rentabilității care poate fi rata investiției sau a capitalului investit, și valoarea netă financiară actuală corespunzătoare.

Analiza financiară a fost realizată conform ghidului privind metodologia pentru analiza cost-beneficiu pentru proiectele de investiții. Metodologia de calcul utilizată este analiza fluxului de numerar actualizat, ce utilizează o metodă incrementală care compară scenariul cu proiect cu alternativa scenariului fără proiect.

Tabel 6.1. Ipotezele analizei cost-beneficiu

Element	Ipoteze
Perioada proiectului	Orizontul de analiza este de 15 de ani. Implementarea proiectului se va realiza pe o perioadă de 15 ani.
Costurile de întreținere și operare	Costurile de întreținere și operare au fost estimate la nivelul unei funcționări optime a tuturor obiectelor prevăzute în proiect.
Perioada de amortizare	Amortizarea pentru toate obiectele investiției a fost calculată folosind metoda amortizării liniare în maximum 15 de ani.
TVA	În modelul de analiză economico-financiară s-a considerat valoarea TVA de 19%.
Valoarea reziduală	Valoarea reziduală s-a determinat prin metoda perpetuității, folosind o rată de actualizare de 5 %.
Rata de actualizare în cadrul analizei financiare	Rata de actualizare este de 5 %, este rata recomandată de Comisia Europeană.
Rata socială de actualizare	Rata de actualizare este de 5,5 %, este rata recomandată de Comisia Europeană.
Moneda de referință	Întreaga analiză financiară va fi realizată în RON

Analiza financiară a fost realizată respectând prevederile HG 907/2016 privind aprobarea conținutului-cadru al documentației tehnico-economice aferente investițiilor publice, precum și a structurii și metodologiei de elaborare a devizului general pentru obiective de investiții și lucrări de intervenții, în costul total al investiției reflectându-se atât achiziția celor 31 autobuze electrice și 25 autobuze cu hidrogen, cât și realizarea stațiilor fixe de încărcare.

Previziunile în varianta cu proiect s-au realizat pornind de la previziunile cheltuielilor în varianta fără proiect la care s-au adăugat cheltuielile generate de proiect.

Prin înlocuirea autobuzelor clasice echipate cu motoare diesel cu autobuze electrice sunt afectate următoarele categorii de cheltuieli:

- Costurile cu salariile personalului, inclusiv asigurările și protecția socială;
- Costurile cu consumabile, respectiv economia cu cheltuielile cu combustibilii;
- Costurile utilităților, respectiv cheltuielile cu energia electrică consumată de autobuzele electrice ce vor fi achiziționate;
- Costurile nete cu întreținerile și reparațiile, apreciate ca diferențele între cheltuielile cu întreținerea și reparațiile autobuzelor clasice echipate cu motoare diesel care vor fi scoase din folosință și cheltuielile cu întreținerea și reparațiile autobuzelor electrice;
- Costurile nete de asigurare, calculate ca fiind diferența dintre costul asigurărilor care nu se mai plătesc ca urmare a scoaterii din folosință a celor 56 de autobuze clasice echipate cu motoare diesel și asigurările RCA aferente noilor autobuze electrice/cu hidrogen;
- Costuri administrative.

Cheltuielile cu personalul angajat reprezintă una din cele mai importante categorii de costuri ale CTP Cluj-Napoca SA. Acestea includ salariile nete, respectiv toate contribuțiile angajatului precum și contribuțiile angajatorului (tabelul 6.2).

Tabel 6.2 Estimarea cheltuielilor cu personalul angajat

Personal angajat	Număr persoane angajate	Salariu brut lunar (Ron)	Total salarii brute lunare (Ron)	Total salarii brute anuale (Ron)
Conducători autobuze	81	6,243	505,683	6,068,196
Personal întreținere	13	4,124	53,612	643,344
Total	**94**	**-**	**559,295**	**6,711,540**

Înlocuirea celor 56 autobuze clasice echipate cu motoare diesel atrage după sine disponibilizarea unui număr de 81 de conducători auto, care însă vor putea fi instruiți și pregătiți pentru preluarea autobuzelor electrice respectiv a celor cu hidrogen. Astfel, chiar dacă din punct de vedere a alocării de resursă umană investiția presupune plata salariilor pentru cei 81 de conducători auto, la nivel de companie această operațiune nu implică nici un cost suplimentar.

Suplimentar față de cei 81 de conducători auto necesari pentru exploatare celor 56 autobuze noi, operarea investiției mai presupune alocarea a 13 angajați din structura existentă și angajarea unui număr de 13 angajați cu atribuții de întreținere a autobuzelor electrice respectiv a celor cu hidrogen.

În concordanță cu specificul investiției, cheltuielile afectate de proiect încadrate în această categorie se referă la cheltuielile cu combustibilul. Economiile la cheltuielile cu combustibilul au fost calculate pornind de la consumul mediu unitar al unui autobuz clasic echipat

cu motor diesel comparativ cu un autobuz electric respectiv cu hidrogen, și sunt prezentate în tabelul 3.Se poate observa din tabelul prezentat, faptul că pe parcursul unui an calendaristic pentru o distanță medie de deplasare egală cu media ponderată a distanțelor parcurse pentru liniile de autobuz considerate, operând cu 56 de autobuze electrice sau cu hidrogen, în locul a 56 de autobuze clasice echipate cu motoare diesel, se pot reduce cheltuielile cu costurile combustibilului cu aproximativ 1.000.000 Euro, adică aproape prețul unui autobuz cu hidrogen.

Tabel 6.3 Estimarea cheltuielilor cu combustibilii

	UM	Autobuz diesel	Autobuz Electric	Autobuz Hidrogen
Cheltuieli cu combustibilul				
Consum mediu combustibil	l/100 km	52	165	15
Parcurs mediu anual	km	64,014	64,014	64,014
Preț combustibil	Lei	6	2	23
Consum mediu anual	l	33,287	105,623	9,602
Cost mediu anual combust	Lei	186,407	168,997	217,773
Cost anual energie		**10,438,803**	**5,238,906**	**5,444,334**

În cazul autobuzelor electrice cheltuielile cu utilitățile vor înregistra o creștere semnificativă, având în vedere că energia electrică este principala resursă consumată de autobuzele electrice pentru funcționarea lor (tabelul 6.4).

Calculul cheltuielilor cu primele de asigurare obligatorii (RCA) s-a realizat atât pentru cele 56 de autobuze care se scot din folosință (ca economie), cât și pentru cele 31 de autobuze electrice și 25 de autobuze cu pile de combustie pe hidrogen, valoarea contabilizată în varianta cu proiect fiind practic diferența netă dintre cele două calcule.

În ceea ce privește asigurarea obligatorie RCA, s-a pornit de la premisa că aceasta este comparabilă pentru cele două tipuri de autobuze, astfel încât s-a considerat căimplementarea proiectului nu aduce modificări pe acest tip de cheltuială.

Pentru estimarea prețului asigurărilor facultative (CASCO) s-au avut în vedere valorile contabile ale activelor noi ce urmează a fi asigurate și cota pentru prima de asigurare. Economiile la cheltuielile cu asigurările au fost calculate și sunt prezentate în tabelul 6.5.

Tabel 6.4. Estimarea cheltuielilor cu energia electrică

Cheltuieli energie	U.M.	Autobuz Electric/Hidrogen	31*Electric / 25*Hidrogen
Consum mediu energie autobuze electrice	kWh/100 km	165	5.115
Consum mediu energie autobuze cu pile de combustie pe hidrogen	kg/100 km	15	375
Parcurs mediu anual autobuze electrice	km	64.014	1.984.434
Parcurs mediu anual cu pile de combustie pe hidrogen	km	64.014	1.600.350
Preț energie	Lei	1,6	-
Preț hidrogen	Lei	22,68	-
Consum mediu anual autobuz electric	kWh	105.623	3.274.316
Consum mediu anual autobuz cu pile de combustie pe hidrogen	kg	9.602	240.053
Cost mediu anual Autobuz Electric	Lei	168,997	5,238,906
Cost mediu anual Autobuz cu pile de combustie pe hidrogen	Lei	217,773	5,444,334

În abordarea acestui studiu au fost avute în vedere 4 scenarii pentru înlocuirea celor 56 de autobuze clasice, astfel:

Scenariul 12-12 : 31 autobuze electrice 12m și 25 autobuze hidrogen 12m.

Scenariul 18-18: 31 autobuze electrice 18m și 25 autobuze hidrogen 18m.

Scenariul 12-18: 31 autobuze electrice 12m și 25 autobuze hidrogen 18m.

Scenariul 18-12: 31 autobuze electrice 18m și 25 autobuze hidrogen 12m.

Prețurile avute în vedere pentru derularea celor 4 scenarii, se prezintă astfel:

- Autobuz 18 m Electric baterie - 750.000 euro.
- Autobuz 18 m Fuel Cell hydrogen - 900.000 euro.
- Autobuz 12 m Electric baterie - 550.000 euro.
- Autobuz 12 m Fuel Cell hydrogen - 650.000 euro.

Cursul valutar mediu luat în considerare a fost de 5,0 lei pentru 1 euro.

Pentru fiecare scenariu în parte au fost calculați indicatorii financiari respectiv elementele care au stat la baza calculului acestora.

Tabel 6.5 Estimarea cheltuielilor cu asigurările

Scenariu 12-12

Cheltuieli cu asigurările	Procent de asigurare	Baza de calcul	Prima de asigurare	(31,25) * Prima de asigurare
Autobuz clasic	1,5 %	225	3,375	189,000
Autobuz electric	1,5 %	2,750,000	41,250	1,278,750
Autobuz electric cu pile de combustie H	1,5 %	3,250,000	48,750	1,218,750
Total cheltuieli cu asigurările anuale	-	-	-	**2,497,500**

Scenariu 18-18

Cheltuieli cu asigurările	Procent de asigurare	Baza de calcul	Prima de asigurare	(31,25) * Prima de asigurare
Autobuz clasic	1,5 %	225	3,375	189,000
Autobuz electric	1,5 %	3,750,000	56,250	1,743,750
Autobuz electric cu pile de combustie H	1,5 %	4,500,000	67,500	1,687,500
Total cheltuieli cu asigurările anuale	-	-	-	**3,431,250**

Scenariu 12-18

Cheltuieli cu asigurările	Procent de asigurare	Baza de calcul	Prima de asigurare	(31,25) * Prima de asigurare
Autobuz clasic	1,5 %	225	3,375	189,000
Autobuz electric	1,5 %	2,750,000	41,250	1,278,750
Autobuz electric cu pile de combustie H	1,5 %	4,500,000	67,500	1,687,500
Total chelt Asigurare anuale	-	-	-	**2,966,250**

Scenariu 18-12

Cheltuieli cu asigurările	Procent de asigurare	Baza de calcul	Prima de asigurare	(31,25) * Prima de asigurare
Autobuz clasic	1,5 %	225	3,375	189,000
Autobuz electric	1,5 %	3,750,000	56,250	1,743,750
Autobuz electric cu pile de combustie H	1,5 %	3,250,000	48,750	1,218,750
Total chelt Asigurare anuale	-	-	-	**2,962,500**

Pentru estimarea cheltuielilor de întreținere și reparații generate de înlocuirea celor 56 deautobuze clasice cu 31 de autobuze electrice și 25 de autobuze cu pile de combustibil pe hidrogen s-au avut în vedere economiile rezultate în urma casării autobuzelor clasice și activitățile de întreținere și reparații aferente autobuzelor electrice și a acelor cu pile de combustibil cu hidrogen. Astfel în contul de profit și pierdere (și ulterior în fluxul de încasări și plăți) vorfi înregistrate exclusiv diferențele nete rezultate din cele două calcule (tabelul 6.6).

Tabel 6.6 Estimarea cheltuielilor cu întreținerile și reparațiile

Scenariu 12-12

Cheltuieli cu întreținerile	**Valoare lunară**	**Valoare anuală**	**(31,25) * Valoare**
Întreținеri și reparații autobuze clasice	1,769	21,228	1,188,768
Întreținеri și reparații autobuze electrice/ cu pile de combustie pe hidrogen	1,334	16,008	896,448
Cheltuieli cu înlocuirea bateriilor, după ieșirea din garanție	-	105,000	3,255,000
Cheltuieli cu înlocuirea pilei de combustie, după ieșirea din garanție	-	217,500	5,437,500

Scenariu 18-18

Cheltuieli cu întreținerile	**Valoare lunară**	**Valoare anuală**	**(31,25) * Valoare**
Întreținеri și reparații autobuze clasice	1,769	21,228	1,188,768
Întreținеri și reparații autobuze electrice/ cu pile de combustie pe hidrogen	1,334	16,008	896,448
Cheltuieli cu înlocuirea bateriilor, dupa ieșirea din garanție	-	105,000	3,255,000
Cheltuieli cu înlocuirea pilei de combustie, după ieșirea din garanție	-	217,500	5,437,500

Scenariu 12-18

Cheltuieli cu întreținerile	**Valoare lunară**	**Valoare anuală**	**(31,25) * Valoare**
Întreținеri și reparații autobuze clasice	1,769	21,228	1,188,768
Întreținеri și reparații autobuze electrice/ cu pile de combustie pe hidrogen	1,334	16,008	896,448
Cheltuieli cu înlocuirea bateriilor, după ieșirea din garanție	-	105,000	3,255,000
Cheltuieli cu înlocuirea pilei de combustie, după ieșirea din garanție	-	217,500	5,437,500

Scenariu 18-12

Cheltuieli cu întreținerile	Valoare lunară	Valoare anuală	(31,25) * Valoare
Întreținеri și reparații autobuze clasice	1,769	21,228	1,188,768
Întreținеri și reparații autobuze electrice/ cu pile de combustie pe hidrogen	1,334	16,008	896,448
Cheltuieli cu înlocuirea bateriilor, dupa ieșirea din garanție	-	105,000	3,255,000
Cheltuieli cu înlocuirea pilei de combustie, după ieșirea din garanție	-	217,500	5,437,500

Conform cerințelor din Caietul de Sarcini, care au fost impuse la licitația publică organizată la achiziția autobuzelor electrice, acestea au o garanție de 5 ani de zile sau 500.000 km (care condiție este atinsă prima).

Activitatea de întreținere și mentenanță zilnică se desfășoară în totalitate în autobaza CTP Cluj-Napoca SA. Manopera va fi executată de personalul CTP Cluj-Napoca SA, deci practic fără nici o cheltuială suplimentară pentru CTP Cluj-Napoca SA. Toate consumabilele necesare activității de întreținere și mentenanță zilnică sunt în sarcina ofertantului și vor fi livrate eșalonat pe cheltuiala acestuia (completări ulei, antigel, becuri, curele, care au o durată de viață sub termenul de garanțieal autobuzului electric, respectiv 500.000 km sau 5 ani). În consecință cheltuielile de întreținere și reparații pentru autobuzele electrice sunt nule cel puțin pentru primii cinci ani de utilizare.

O categorie distinctă de cheltuieli de întreținere în perioada de operare a autobuzelor electrice o constituie cheltuiala cu înlocuirea bateriilor. Totodată, conform specificațiilor din Caietul de Sarcini durata de utilizare a bateriilor este de minim 5 ani. Dacă timp de o lună de zile de încărcare la capacitatea maximă de încărcare a bateriilor de acumulatori în condiții de exploatare normală a autobuzului electric scade sub valoarea de 80 %, valoarerezultată din analiza datelor comunicate prin sistemul de monitorizare a energiei înmagazinate în bateriile de acumulatori, bateriile vor fi clasificate neconforme, ofertantul declarat câștigător va avea obligația de a înlocui aceste baterii în perioada de garanție. În consecință, în primi cinci ani de utilizare a autobuzelor electrice, întreținerea bateriilor nu implică nici o cheltuială din partea CTP Cluj-Napoca SA. După primii cinci ani de utilizare a autobuzelor electrice, furnizorul va asigura schimbarea bateriilor (contra cost) și la cererea utilizatorului le va prelua pe cele vechi (dacă utilizatorul nu le găsește o altă întrebuințare). Prețul de cost actual pentru un sistem de baterii care echipează un autobuz electric este de aproximativ 105.000 Lei, dar acest preț suportă mari deprecieri de la un an la altul dacă se ține cont de evoluția tehnologiei și a prețului bateriilor din ultimii ani. A fost luată în considerare înlocuirea bateriilor în anul 8 al proiectului.

Cheltuielile administrative conțin cheltuielile generate de exploatarea stațiilor de încărcare și sunt estimate ca procent (5 % anual) din cheltuielile de personal (tabelul 6.7).

Tabel 6.7. Estimarea cheltuielilor administrative

Cheltuieli administrative	Valoare anuală (Lei)
Cheltuieli de exploatare (5 %)	335.577

Cheltuielile cu amortizările au fost calculate ținând cont de valoarea totală care urmează afi amortizată, pe categorii de obiecte și pe durata normată de amortizare, utilizând metoda de amortizare liniară. Valorile rezultate sunt prezentate în tabelul 6.8.

Tabel 6.8 Estimarea cheltuielilor cu amortizările

Scenariu 12-12

Cheltuieli cu amortizările	Valoarea obiectului (Lei)	Durata de viață (ani)	Cheltuieli amortizare (Lei/an)	Cheltuieli amortizare (Lei/an) * (31,25)
Autobuze electrice	2,750,000	15	183,333	5,683,333
Autobuzee pe hidrogen	3,250,000	15	216,667	5,416,667

Scenariu 18-18

Cheltuieli cu amortizările	Valoarea obiectului (Lei)	Durata de viață (ani)	Cheltuieli amortizare (Lei/an)	Cheltuieli amortizare (Lei/an) * (31,25)
Autobuze electrice	3,750,000	15	250,000	7,750,000
Autobuzee pe hidrogen	4,500,000	15	300,000	7,500,000

Scenariu 12-18

Cheltuieli cu amortizările	Valoarea obiectului (Lei)	Durata de viață (ani)	Cheltuieli amortizare (Lei/an)	Cheltuieli amortizare (Lei/an) * (31,25)
Autobuze electrice	2,750,000	15	183,333	5,683,333
Autobuzee pe hidrogen	4,500,000	15	300,000	7,500,000

Scenariu 18-12

Cheltuieli cu amortizările	Valoarea obiectului (Lei)	Durata de viață (ani)	Cheltuieli amortizare (Lei/an)	Cheltuieli amortizare (Lei/an) * (31,25)
Autobuze electrice	3,750,000	15	250,000	7,750,000
Autobuzee pe hidrogen	3,250,000	15	216,667	5,416,667

Centralizând toate informațiile cu privire la cheltuielile prezentate în varianta fără proiect,respectiv în varianta cu proiect acestea sunt prezentate în tabelele 6.9, respectiv 6.10. Pentru variantele de calcul prezentate este prevăzută o creștere cu 5 % a veniturilor din transportul de călători și alte lucrări și servicii prestate.

Tabel 6.9 Estimarea cheltuielilor în varianta fără proiect

Cheltuieli anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cheltuieli cu personalul	3,258,300	3,323,466	3,389,935	3,457,734	3,526,889	3,597,426	3,669,375	3,742,763
Cheltuieli cu combustibilul	572,388	583,836	595,512	607,423	619,571	631,963	644,602	657,494
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu mărfurile	946,336	965,262	984,568	1,004,259	1,024,344	1,044,831	1,065,728	1,087,042
Cheltuieli cu întreținerile	2,517,863	2,568,220	2,619,584	2,671,976	2,725,416	2,779,924	2,835,522	2,892,233
Chirii	197,264	201,210	205,234	209,339	213,525	217,796	222,152	226,595
Cheltuieli cu servicii (terți)	616,621	628,954	641,533	654,363	667,451	680,800	694,416	708,304
Comisioane bancare	1,013,749	1,034,024	1,054,705	1,075,799	1,097,315	1,119,261	1,141,646	1,164,479
Poșta și telecomunicațiile	535,307	546,013	556,933	568,072	579,433	591,022	602,842	614,899
Impozite și taxe	1,735,444	1,770,152	1,805,556	1,841,667	1,878,500	1,916,070	1,954,391	1,993,479
Cheltuieli cu asigurările	856,254	873,379	890,847	908,664	926,837	945,374	964,281	983,567
Obiecte de inventar	173,154	176,617	180,149	183,752	187,427	191,176	195,000	198,900
Comisioane și onorarii	4,584	4,676	4,769	4,865	4,962	5,061	5,162	5,266
Alte cheltuieli	1,099,556	1,121,548	1,143,978	1,166,858	1,190,195	1,213,999	1,238,279	1,263,045
Cheltuieli de transport	35,556	36,267	36,992	37,732	38,487	39,257	40,042	40,843
Publicitate	68,603	69,975	71,374	72,802	74,258	75,743	77,258	78,803
Cheltuieli pentru deplasări	2,826	2,883	2,940	2,999	3,059	3,120	3,183	3,246
Total cheltuieli	20,900,326	21,318,332	21,744,699	22,179,593	22,623,185	23,075,648	23,537,161	24,007,904
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**236,782,607**	**237,200,613**	**237,626,980**	**238,061,874**	**238,505,466**	**238,957,929**	**239,419,442**	**239,890,186**
Cheltuieli anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Cheltuieli cu personalul	3,817,618	3,893,970	3,971,850	4,051,287	4,132,312	4,214,958	4,299,258	4,385,243
Cheltuieli cu combustibilul	670,644	684,057	697,738	711,693	725,926	740,445	755,254	770,359
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu mărfurile	1,108,783	1,130,959	1,153,578	1,176,649	1,200,182	1,224,186	1,248,670	1,273,643
Cheltuieli cu întreținerile	2,950,078	3,009,079	3,069,261	3,130,646	3,193,259	3,257,124	3,322,266	3,388,712
Chirii	231,127	235,749	240,464	245,273	250,179	255,183	260,286	265,492
Cheltuieli cu servicii (terți)	722,470	736,919	751,658	766,691	782,025	797,665	813,619	829,891
Comisioane bancare	1,187,769	1,211,524	1,235,755	1,260,470	1,285,679	1,311,393	1,337,621	1,364,373
Poșta și telecomunicațiile	627,197	639,741	652,536	665,587	678,898	692,476	706,326	720,452

Impozite și taxe	2,033,349	2,074,016	2,115,496	2,157,806	2,200,962	2,244,981	2,289,881	2,335,679
Cheltuieli cu asigurările	1,003,238	1,023,303	1,043,769	1,064,644	1,085,937	1,107,656	1,129,809	1,152,405
Obiecte de inventar	202,878	206,935	211,074	215,295	219,601	223,993	228,473	233,042
Comisioane și onorarii	5,371	5,478	5,588	5,700	5,814	5,930	6,048	6,169
Alte cheltuieli	1,288,306	1,314,072	1,340,353	1,367,160	1,394,503	1,422,393	1,450,841	1,479,858
Cheltuieli de transport	41,660	42,493	43,343	44,209	45,094	45,995	46,915	47,854
Publicitate	80,379	81,987	83,626	85,299	87,005	88,745	90,520	92,330
Cheltuieli pentru deplasări	3,311	3,377	3,445	3,514	3,584	3,656	3,729	3,803
Total cheltuieli	24,488,063	24,977,824	25,477,380	25,986,928	26,506,666	27,036,800	27,577,536	28,129,086
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**240,370,344**	**240,860,105**	**241,359,661**	**241,869,209**	**242,388,948**	**242,919,081**	**243,459,817**	**244,011,368**

Tabel 6.10 Estimarea cheltuielilor în varianta cu proiect

Scenariu 12-12

Cheltuieli anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cheltuieli cu personalul	9,969,840	10,169,237	10,372,622	10,580,074	10,791,675	11,007,509	11,227,659	11,452,212
Cheltuieli cu combustibilul	11,255,628	11,480,740	11,710,355	11,944,562	12,183,453	12,427,123	12,675,665	12,929,178
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu mărfurile	946,336	965,262	984,568	1,004,259	1,024,344	1,044,831	1,065,728	1,087,042
Cheltuieli cu întreținerile	3,414,311	3,482,597	3,552,249	3,623,294	3,695,760	3,769,675	3,845,069	3,921,970
Chirii	197,264	201,210	205,234	209,339	213,525	217,796	222,152	226,595
Cheltuieli cu servicii (terți)	616,621	628,954	641,533	654,363	667,451	680,800	694,416	708,304
Comisioane bancare	1,013,749	1,034,024	1,054,705	1,075,799	1,097,315	1,119,261	1,141,646	1,164,479
Poșta și telecomunicațiile	535,307	546,013	556,933	568,072	579,433	591,022	602,842	614,899
Impozite și taxe	1,735,444	1,770,152	1,805,556	1,841,667	1,878,500	1,916,070	1,954,391	1,993,479
Cheltuieli cu asigurările	3,353,754	3,420,829	3,489,246	3,559,031	3,630,211	3,702,815	3,776,872	3,852,409
Obiecte de inventar	173,154	176,617	180,149	183,752	187,427	191,176	195,000	198,900
Comisioane și onorarii	4,584	4,676	4,769	4,865	4,962	5,061	5,162	5,266
Alte cheltuieli	1,099,556	1,121,548	1,143,978	1,166,858	1,190,195	1,213,999	1,238,279	1,263,045
Cheltuieli de transport	35,556	36,267	36,992	37,732	38,487	39,257	40,042	40,843
Publicitate	68,603	69,975	71,374	72,802	74,258	75,743	77,258	78,803
Cheltuieli pentru deplasări	2,826	2,883	2,940	2,999	3,059	3,120	3,183	3,246
Total cheltuieli	41,689,053	42,522,834	43,373,291	44,240,757	45,125,572	46,028,084	46,948,645	47,887,618
Cheltuieli cu amortizările	35,364,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	200,992,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**279,771,335**	**258,405,116**	**259,255,572**	**260,123,038**	**261,007,853**	**261,910,365**	**262,830,926**	**263,769,899**
Cheltuieli anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Cheltuieli cu personalul	11,681,257	11,914,882	12,153,179	12,396,243	12,644,168	12,897,051	13,154,992	13,418,092
Cheltuieli cu combustibilul	13,187,762	13,451,517	13,720,547	13,994,958	14,274,858	14,560,355	14,851,562	15,148,593
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu mărfurile	1,108,783	1,130,959	1,153,578	1,176,649	1,200,182	1,224,186	1,248,670	1,273,643
Cheltuieli cu întreținerile	12,866,759	4.000.409	4.080.417	4.162.026	4.245.266	4.330.172	4.416.775	4.505.111

Chirii	231,127	235,749	240,464	245,273	250,179	255,183	260,286	265,492
Cheltuieli cu servicii (terți)	722,470	736,919	751,658	766,691	782,025	797,665	813,619	829,891
Comisioane bancare	1,187,769	1,211,524	1,235,755	1,260,470	1,285,679	1,311,393	1,337,621	1,364,373
Poșta și telecomunicațiile	627,197	639,741	652,536	665,587	678,898	692,476	706,326	720,452
Impozite și taxe	2,033,349	2,074,016	2,115,496	2,157,806	2,200,962	2,244,981	2,289,881	2,335,679
Cheltuieli cu asigurările	3,929,457	4,008,046	4,088,207	4,169,972	4,253,371	4,338,438	4,425,207	4,513,711
Obiecte de inventar	202,878	206,935	211,074	215,295	219,601	223,993	228,473	233,042
Comisioane și onorarii	5,371	5,478	5,588	5,700	5,814	5,930	6,048	6,169
Alte cheltuieli	1,288,306	1,314,072	1,340,353	1,367,160	1,394,503	1,422,393	1,450,841	1,479,858
Cheltuieli de transport	41,660	42,493	43,343	44,209	45,094	45,995	46,915	47,854
Publicitate	80,379	81,987	83,626	85,299	87,005	88,745	90,520	92,330
Cheltuieli pentru deplasări	3,311	3,377	3,445	3,514	3,584	3,656	3,729	3,803
Total cheltuieli	57,711,720	49.742.270	50.737.115	51.751.857	52.786.895	53.842.632	54.919.485	56.017.875
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**273,594,002**	**265.624.551**	**266.619.396**	**267.634.139**	**268.669.176**	**269.724.914**	**270.801.766**	**271.900.156**

Scenariu 18-18

Cheltuieli anuale (Lei)	**2023 (baza de calcul)**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Cheltuieli cu personalul	9,969,840	10,169,237	10,372,622	10,580,074	10,791,675	11,007,509	11,227,659	11,452,212
Cheltuieli cu combustibilul	11,255,628	11,480,740	11,710,355	11,944,562	12,183,453	12,427,123	12,675,665	12,929,178
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu mărfurile	946,336	965,262	984,568	1,004,259	1,024,344	1,044,831	1,065,728	1,087,042
Cheltuieli cu întreținerile	3,414,311	3,482,597	3,552,249	3,623,294	3,695,760	3,769,675	3,845,069	3,921,970
Chirii	197,264	201,210	205,234	209,339	213,525	217,796	222,152	226,595
Cheltuieli cu servicii (terți)	616,621	628,954	641,533	654,363	667,451	680,800	694,416	708,304
Comisioane bancare	1,013,749	1,034,024	1,054,705	1,075,799	1,097,315	1,119,261	1,141,646	1,164,479
Poșta și telecomunicațiile	535,307	546,013	556,933	568,072	579,433	591,022	602,842	614,899
Impozite și taxe	1,735,444	1,770,152	1,805,556	1,841,667	1,878,500	1,916,070	1,954,391	1,993,479
Cheltuieli cu asigurările	4,287,504	4,373,254	4,460,719	4,549,934	4,640,932	4,733,751	4,828,426	4,924,994
Obiecte de inventar	173,154	176,617	180,149	183,752	187,427	191,176	195,000	198,900
Comisioane și onorarii	4,584	4,676	4,769	4,865	4,962	5,061	5,162	5,266
Alte cheltuieli	1,099,556	1,121,548	1,143,978	1,166,858	1,190,195	1,213,999	1,238,279	1,263,045
Cheltuieli de transport	35,556	36,267	36,992	37,732	38,487	39,257	40,042	40,843

Publicitate	68,603	69,975	71,374	72,802	74,258	75,743	77,258	78,803
Cheltuieli pentru deplasări	2,826	2,883	2,940	2,999	3,059	3,120	3,183	3,246
Total cheltuieli	42,622,803	43,475,259	44,344,765	45,231,660	46,136,293	47,059,019	48,000,199	48,960,203
Cheltuieli cu amortizările	39,514,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	205,142,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**289,005,085**	**259,357,541**	**260,227,046**	**261,113,941**	**262,018,574**	**262,941,300**	**263,882,481**	**264,842,485**
Cheltuieli anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Cheltuieli cu personalul	11,681,257	11,914,882	12,153,179	12,396,243	12,644,168	12,897,051	13,154,992	13,418,092
Cheltuieli cu combustibilul	13,187,762	13,451,517	13,720,547	13,994,958	14,274,858	14,560,355	14,851,562	15,148,593
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu mărfurile	1,108,783	1,130,959	1,153,578	1,176,649	1,200,182	1,224,186	1,248,670	1,273,643
Cheltuieli cu întreținerile	12,866,759	4.000.409	4.080.417	4.162.026	4.245.266	4.330.172	4.416.775	4.505.111
Chirii	231,127	235,749	240,464	245,273	250,179	255,183	260,286	265,492
Cheltuieli cu servicii (terți)	722,470	736,919	751,658	766,691	782,025	797,665	813,619	829,891
Comisioane bancare	1,187,769	1,211,524	1,235,755	1,260,470	1,285,679	1,311,393	1,337,621	1,364,373
Poșta și telecomunicațiile	627,197	639,741	652,536	665,587	678,898	692,476	706,326	720,452
Impozite și taxe	2,033,349	2,074,016	2,115,496	2,157,806	2,200,962	2,244,981	2,289,881	2,335,679
Cheltuieli cu asigurările	5,023,494	5,123,964	5,226,443	5,330,972	5,437,592	5,546,344	5,657,270	5,770,416
Obiecte de inventar	202,878	206,935	211,074	215,295	219,601	223,993	228,473	233,042
Comisioane și onorarii	5,371	5,478	5,588	5,700	5,814	5,930	6,048	6,169
Alte cheltuieli	1,288,306	1,314,072	1,340,353	1,367,160	1,394,503	1,422,393	1,450,841	1,479,858
Cheltuieli de transport	41,660	42,493	43,343	44,209	45,094	45,995	46,915	47,854
Publicitate	80,379	81,987	83,626	85,299	87,005	88,745	90,520	92,330
Cheltuieli pentru deplasări	3,311	3,377	3,445	3,514	3,584	3,656	3,729	3,803
Total cheltuieli	58,805,757	50.858.187	51.875.351	52.912.858	53.971.115	55.050.538	56.151.548	57.274.579
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**274,688,039**	**266.740.469**	**267.757.632**	**268.795.139**	**269.853.396**	**270.932.819**	**272.033.830**	**273.156.861**

Scenariu 12-18

Cheltuieli anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Cheltuieli cu personalul	9,969,840	10,169,237	10,372,622	10,580,074	10,791,675	11,007,509	11,227,659	11,452,212
Cheltuieli cu combustibilul	11,255,628	11,480,740	11,710,355	11,944,562	12,183,453	12,427,123	12,675,665	12,929,178
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu mărfurile	946,336	965,262	984,568	1,004,259	1,024,344	1,044,831	1,065,728	1,087,042
Cheltuieli cu întreținerile	3,414,311	3,482,597	3,552,249	3,623,294	3,695,760	3,769,675	3,845,069	3,921,970
Chirii	197,264	201,210	205,234	209,339	213,525	217,796	222,152	226,595
Cheltuieli cu servicii (terți)	616,621	628,954	641,533	654,363	667,451	680,800	694,416	708,304
Comisioane bancare	1,013,749	1,034,024	1,054,705	1,075,799	1,097,315	1,119,261	1,141,646	1,164,479
Poșta și telecomunicațiile	535,307	546,013	556,933	568,072	579,433	591,022	602,842	614,899
Impozite și taxe	1,735,444	1,770,152	1,805,556	1,841,667	1,878,500	1,916,070	1,954,391	1,993,479
Cheltuieli cu asigurările	3,822,504	3,898,954	3,976,933	4,056,472	4,137,601	4,220,353	4,304,760	4,390,856
Obiecte de inventar	173,154	176,617	180,149	183,752	187,427	191,176	195,000	198,900
Comisioane și onorarii	4,584	4,676	4,769	4,865	4,962	5,061	5,162	5,266
Alte cheltuieli	1,099,556	1,121,548	1,143,978	1,166,858	1,190,195	1,213,999	1,238,279	1,263,045
Cheltuieli de transport	35,556	36,267	36,992	37,732	38,487	39,257	40,042	40,843
Publicitate	68,603	69,975	71,374	72,802	74,258	75,743	77,258	78,803
Cheltuieli pentru deplasări	2,826	2,883	2,940	2,999	3,059	3,120	3,183	3,246
Total cheltuieli	42,157,803	43,000,959	43,860,979	44,738,198	45,632,962	46,545,621	47,476,534	48,426,064
Cheltuieli cu amortizările	37,447,407	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	203,075,830	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**284,406,751**	**258,883,241**	**259,743,260**	**260,620,479**	**261,515,243**	**262,427,903**	**263,358,815**	**264,308,346**
Cheltuieli anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Cheltuieli cu personalul	11,681,257	11,914,882	12,153,179	12,396,243	12,644,168	12,897,051	13,154,992	13,418,092
Cheltuieli cu combustibilul	13,187,762	13,451,517	13,720,547	13,994,958	14,274,858	14,560,355	14,851,562	15,148,593
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu mărfurile	1,108,783	1,130,959	1,153,578	1,176,649	1,200,182	1,224,186	1,248,670	1,273,643
Cheltuieli cu întreținerile	12,866,759	4,000,409	4,080,417	4,162,026	4,245,266	4,330,172	4,416,775	4,505,111
Chirii	231,127	235,749	240,464	245,273	250,179	255,183	260,286	265,492
Cheltuieli cu servicii (terți)	722,470	736,919	751,658	766,691	782,025	797,665	813,619	829,891

Comisioane bancare	1,187,769	1,211,524	1,235,755	1,260,470	1,285,679	1,311,393	1,337,621	1,364,373
Poşta şi telecomunicaţiile	627,197	639,741	652,536	665,587	678,898	692,476	706,326	720,452
Impozite şi taxe	2,033,349	2,074,016	2,115,496	2,157,806	2,200,962	2,244,981	2,289,881	2,335,679
Cheltuieli cu asigurările	4,478,673	4,568,246	4,659,611	4,752,803	4,847,859	4,944,817	5,043,713	5,144,587
Obiecte de inventar	202,878	206,935	211,074	215,295	219,601	223,993	228,473	233,042
Comisioane şi onorarii	5,371	5,478	5,588	5,700	5,814	5,930	6,048	6,169
Alte cheltuieli	1,288,306	1,314,072	1,340,353	1,367,160	1,394,503	1,422,393	1,450,841	1,479,858
Cheltuieli de transport	41,660	42,493	43,343	44,209	45,094	45,995	46,915	47,854
Publicitate	80,379	81,987	83,626	85,299	87,005	88,745	90,520	92,330
Cheltuieli pentru deplasări	3,311	3,377	3,445	3,514	3,584	3,656	3,729	3,803
Total cheltuieli	58,260,936	50,302,469	51,308,519	52,334,689	53,381,383	54,449,011	55,537,991	56,648,751
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferenţe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**274,143,217**	**266,184,751**	**267,190,800**	**268,216,970**	**269,263,664**	**270,331,292**	**271,420,272**	**272,531,032**

Scenariu 18-12

Cheltuieli anuale (Lei)	**2023 (baza de calcul)**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Cheltuieli cu personalul	9,969,840	10,169,237	10,372,622	10,580,074	10,791,675	11,007,509	11,227,659	11,452,212
Cheltuieli cu combustibilul	11,255,628	11,480,740	11,710,355	11,944,562	12,183,453	12,427,123	12,675,665	12,929,178
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu mărfurile	946,336	965,262	984,568	1,004,259	1,024,344	1,044,831	1,065,728	1,087,042
Cheltuieli cu întreţinerile	3,414,311	3,482,597	3,552,249	3,623,294	3,695,760	3,769,675	3,845,069	3,921,970
Chirii	197,264	201,210	205,234	209,339	213,525	217,796	222,152	226,595
Cheltuieli cu servicii (terţi)	616,621	628,954	641,533	654,363	667,451	680,800	694,416	708,304
Comisioane bancare	1,013,749	1,034,024	1,054,705	1,075,799	1,097,315	1,119,261	1,141,646	1,164,479
Poşta şi telecomunicaţiile	535,307	546,013	556,933	568,072	579,433	591,022	602,842	614,899
Impozite şi taxe	1,735,444	1,770,152	1,805,556	1,841,667	1,878,500	1,916,070	1,954,391	1,993,479
Cheltuieli cu asigurările	3,818,754	3,895,129	3,973,032	4,052,492	4,133,542	4,216,213	4,300,537	4,386,548
Obiecte de inventar	173,154	176,617	180,149	183,752	187,427	191,176	195,000	198,900
Comisioane şi onorarii	4,584	4,676	4,769	4,865	4,962	5,061	5,162	5,266
Alte cheltuieli	1,099,556	1,121,548	1,143,978	1,166,858	1,190,195	1,213,999	1,238,279	1,263,045
Cheltuieli de transport	35,556	36,267	36,992	37,732	38,487	39,257	40,042	40,843
Publicitate	68,603	69,975	71,374	72,802	74,258	75,743	77,258	78,803

Cheltuieli pentru deplasări	2,826	2,883	2,940	2,999	3,059	3,120	3,183	3,246
Total cheltuieli	42,154,053	42,997,134	43,857,077	44,734,219	45,628,903	46,541,481	47,472,311	48,421,757
Cheltuieli cu amortizările	37,430,740	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	203,059,163	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**284,369,668**	**258,879,416**	**259,739,358**	**260,616,500**	**261,511,184**	**262,423,762**	**263,354,592**	**264,304,038**
Cheltuieli anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Cheltuieli cu personalul	11,681,257	11,914,882	12,153,179	12,396,243	12,644,168	12,897,051	13,154,992	13,418,092
Cheltuieli cu combustibilul	13,187,762	13,451,517	13,720,547	13,994,958	14,274,858	14,560,355	14,851,562	15,148,593
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu mărfurile	1,108,783	1,130,959	1,153,578	1,176,649	1,200,182	1,224,186	1,248,670	1,273,643
Cheltuieli cu întreținerile	12,866,759	4,000,409	4,080,417	4,162,026	4,245,266	4,330,172	4,416,775	4,505,111
Chirii	231,127	235,749	240,464	245,273	250,179	255,183	260,286	265,492
Cheltuieli cu servicii (terți)	722,470	736,919	751,658	766,691	782,025	797,665	813,619	829,891
Comisioane bancare	1,187,769	1,211,524	1,235,755	1,260,470	1,285,679	1,311,393	1,337,621	1,364,373
Poșta și telecomunicațiile	627,197	639,741	652,536	665,587	678,898	692,476	706,326	720,452
Impozite și taxe	2,033,349	2,074,016	2,115,496	2,157,806	2,200,962	2,244,981	2,289,881	2,335,679
Cheltuieli cu asigurările	4,474,279	4,563,765	4,655,040	4,748,141	4,843,103	4,939,965	5,038,765	5,139,540
Obiecte de inventar	202,878	206,935	211,074	215,295	219,601	223,993	228,473	233,042
Comisioane și onorarii	5,371	5,478	5,588	5,700	5,814	5,930	6,048	6,169
Alte cheltuieli	1,288,306	1,314,072	1,340,353	1,367,160	1,394,503	1,422,393	1,450,841	1,479,858
Cheltuieli de transport	41,660	42,493	43,343	44,209	45,094	45,995	46,915	47,854
Publicitate	80,379	81,987	83,626	85,299	87,005	88,745	90,520	92,330
Cheltuieli pentru deplasări	3,311	3,377	3,445	3,514	3,584	3,656	3,729	3,803
Total cheltuieli	58,256,542	50,297,988	51,303,947	52,330,026	53,376,627	54,444,159	55,533,043	56,643,704
Cheltuieli cu amortizările	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073	24,264,073
Total amortizări	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496	189,892,496
Diferențe de curs valutar	0	0	0	0	0	0	0	0
Cheltuieli cu dobânzile	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712	1,725,712
Cheltuieli financiare	0	0	0	0	0	0	0	0
Total cheltuieli	**274,138,823**	**266,180,269**	**267,186,229**	**268,212,308**	**269,258,908**	**270,326,441**	**271,415,324**	**272,525,985**

Pentru estimarea evoluției veniturilor în varianta cu proiect pe toată perioada de prognoză s-a analizat structura veniturilor curente ale companiei și ponderea veniturilor generate de transportul cu autobuzele, pornind de la următoarele premise (figura 6.1):

- Numărul total de pasageri transportați de CTP Cluj-Napoca SA a fost de178.237.326;
- Numărul total de pasageri transportați cu autobuzele a fost de 115.930.837, reprezentând 65 %;
- Numărul total de pasageri transportați cu troleibuzele a fost de 48.460.021, reprezentând 27 %;
- Numărul total de pasageri transportați cu tramvaiele a fost de 13.846.468, reprezentând 8 %.

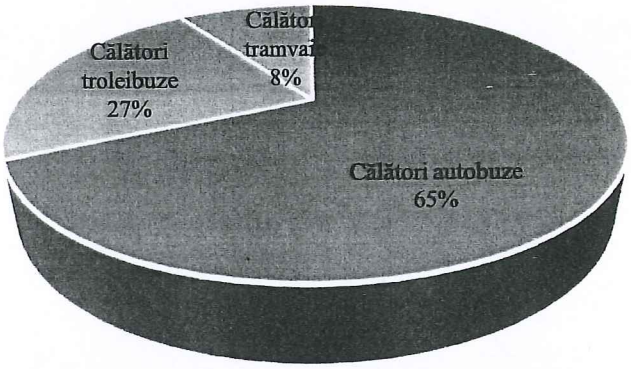


Figura 6.1 Ponderea călătorilor cu mijloacele de transport în comun în municipiul Cluj-Napoca

Categoriile de venit generate de realizarea variantei cu proiect sunt veniturile din transportul de pasageri, respectiv veniturile din subvenții pentru investiții. Implementarea proiectului, respectiv înlocuirea celor 56 de autobuze clasice cu 31 de autobuze electrice și 25 de autobuze cu pile de combustie pe hidrogen nu va avea ca efect creșterea veniturilor din transport, având în vedere faptul că prețul pentru bilete și abonamente este același indiferent de mijlocul de transport, iar capacitatea de transport pasageri a autobuzelor electrice este similară autobuzelor clasice. Estimareaveniturilor realizate din operarea celor 56 de autobuze sunt prezentate în tabelul 6.12.

Suplimentar au fost prevăzute veniturile din subvenții, înregistrate pe măsura amortizării activelor realizate prin proiect. Veniturile pentru varianta fără proiect, respectiv veniturilepentru varianta cu proiect pentru perioada analizată sunt prezentate în tabelul 6.13, 6.14.

Tabel 6.11 Veniturile din vânzările de bilete și abonamente

Categorie pasageri	Unități emise (număr)	Călătorii (număr)	Valoare (Lei)	Venit (Lei)	Pondere în venit (%)	Venit mediu (Lei)
Bilete	4,059,218	7,383,297	19,578,208	16,052,999	13.50	2.17
Abonamente integrale	203,720	13,059,101	13,287,904	10,850,713	9.12	0.83
Abonamente integrale zona metropolitană	48,850	5,556,470	5,688,945	4,664,287	3.92	0.84
Abonamente reducere elevi	197	18,360	8,110	6,390	0.01	0.35
Abonamente gratuite elevi	326,024	37,427,962	17,285,940	14,260,118	11.99	0.38
Abonamente reducere studenți	3	367	214	172	0.00	0.47
Abonamente reducere studenți card	12,989	1,558,642	909,208	729,236	0.61	0.47
Abonamente reducere doctoranzi card	377	36,047	26,418	21,404	0.02	0.59
Abonamente gratuite studenți orfani	648	116,586	89,383	72,826	0.06	0.62
Abonamente gratuite studenți card	263,154	31,578,466	18,420,772	15,046,740	12.65	0.48
Abonamente săptămânale	15,857	283,280	354,136	289,460	0.24	1.02
Abonamente săptămânale metropolitane	15,346	445,582	510,668	420,729	0.35	0.94
Abonamente decontate de firme	61,018	6,391,912	5,705,879	4,686,911	3.94	0.73
Abonamente gratuite persoane cu handicap	37,439	8,140,090	6,505,976	5,357,043	4.50	0.66
Abonamente gratuite casa de pensii	43,628	7,853,123	6,020,727	4,955,395	4.17	0.63
Abonamente donatori subvenție Primărie	364	38,005	33,911	27,814	0.02	0.73
Abonamente gratuite subvenție Primărie	602,823	47,973,046	37,137,980	30,597,189	25.73	0.64
Abonamente gratuite zona metropolitană	82,845	6,326,578	4,945,313	4,056,779	3.41	0.64
Abonamente reducere zona metropolitană	28	1,652	3,244	2,657	0.00	1.61
Amenzi	23,671	23,671	600,372	494,547	0.42	20.89
Curse speciale	1,432,159	1,432,159	3,580,398	3,008,738	2.53	2.10
Titluri de călătorie SMS	1,405,125	1,589,506	4,063,691	3,326,263	2.80	2.09
Reglări decese, transferuri						
Reglări retroactive pensionari						
TOTAL	**8,635,482**	**177,233,898**	**144,757,396**	**118,928,409**	**100**	**1.81**

Tabel 6.12 Estimarea veniturilor din exploatarea celor 56 de autobuze electrice

Venituri din transportul de călători	Pondere (%)	Număr călătorii/an (-)	Venit mediu/călătorie (Lei)	Venituri anuale (Lei)
Bilete	19.10	639,807	2.21	1,391,088
Abonamente integrale	12.91	1,131,649	0.85	940,280
Abonamente reducere elevi	0.01	159	0.36	554
Abonamente gratuite elevi orfani	0.06	74,618	0.63	4,658
Abonamente reducere studenti	0.00	33	0.48	15
Abonamente reducere studenti card	0.87	135,065	0.48	63,193
Abonamente reducere doctoranzi card	0.03	3,123	0.60	1,854
Abonamente gratuite studenti orfani	0.09	10,103	0.63	6,311
Abonamente gratuite studenti card	17.90	2,736,463	0.49	1,303,890
Abonamente saptamanale	0.34	24,548	1.04	25,084
Abonamente gratuite handicapati	6.37	705,387	0.67	464,220
Abonamente gratuite casa de pensii	5.89	680,521	0.64	429,415
Abonamente donatori subventie Primarie	0.03	3,294	0.74	2,410
Abonamente gratuite subventie Primarie	36.40	4,157,152	0.65	2,651,430
TOTAL	**100**	**10,301,922**	**0.75**	**7,284,403**

Tabel 6.13 Estimarea veniturilor în varianta fără proiect

Scenariu 12-12

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Venituri din transport cu autobuze	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Pierdere din transport cu autobuze	-118,928,409	-124,874,829	-131,118,570	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214
Venituri din subvenţiile pentru investiţii	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000
Total venituri	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Venituri din transport cu autobuze	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Pierdere din transport cu autobuze	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620
Venituri din subvenţiile pentru investiţii	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000	11,100,000
Total venituri	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**	**11,100,000**

Scenariu 18-18

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Venituri din transport cu autobuze	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Pierdere din transport cu autobuze	-118,928,409	-124,874,829	-131,118,570	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214
Venituri din subvențiile pentru investiții	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000
Total venituri	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Venituri din transport cu autobuze	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Pierdere din transport cu autobuze	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620
Venituri din subvențiile pentru investiții	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000	15,250,000
Total venituri	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**	**15,250,000**

Scenariu 12-18

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Venituri din transport cu autobuze	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Pierdere din transport cu autobuze	-118,928,409	-124,874,829	-131,118,570	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214
Venituri din subvențiile pentru investiții	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333
Total venituri	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Venituri din transport cu autobuze	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Pierdere din transport cu autobuze	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620
Venituri din subvențiile pentru investiții	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333	13,183,333
Total venituri	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**	**13,183,333**

Scenariu 18-12

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Venituri din transport cu autobuze	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Pierdere din transport cu autobuze	-118,928,409	-124,874,829	-131,118,570	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214
Venituri din subvențiile pentru investiții	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667
Total venituri	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Venituri din transport cu autobuze	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Pierdere din transport cu autobuze	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620
Venituri din subvențiile pentru investiții	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667	13,166,667
Total venituri	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**	**13,166,667**

Tabel 6. 14 Estimarea veniturilor în varianta cu proiect

Scenariu 12-12

Venituri anuale (Lei)	**2023 (baza de calcul)**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Transport călători	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Alte lucrări și servicii	432,626	454,258	476,971	500,819	525,860	552,153	579,761	608,749
Redevențe și chirii	298,748	313,686	329,370	345,839	363,131	381,287	400,351	420,369
Vânzare mărfuri	1,003,476	1,053,650	1,106,332	1,161,649	1,219,731	1,280,718	1,344,754	1,411,992
Activități diverse	903,319	948,485	995,909	1,045,705	1,097,990	1,152,890	1,210,534	1,271,061
Subvenții de exploatare	21,469,522	22,542,998	23,670,148	24,853,655	26,096,338	27,401,155	28,771,212	30,209,773
Alte venituri de exploatare	2,464,496	2,587,721	2,717,107	2,852,963	2,995,611	3,145,391	3,302,661	3,467,794
Subvenții pentru investiții	7,603,595	7,983,775	8,382,963	8,802,111	9,242,217	9,704,328	10,189,544	10,699,021
Diferențe de curs valutar	311,227	326,789	343,128	360,284	378,299	397,214	417,074	437,928
Dobânzi	3,826	4,017	4,218	4,429	4,650	4,883	5,127	5,383
Venituri financiare	119,588	125,568	131,846	138,439	145,360	152,628	160,260	168,273
Total venituri	**153,538,833**	**161,215,774**	**169,276,563**	**177,740,391**	**186,627,411**	**195,958,781**	**205,756,720**	**216,044,556**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport călători	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Alte lucrări și servicii	639,186	671,146	704,703	739,938	776,935	815,782	856,571	899,399
Redevențe și chirii	441,387	463,457	486,630	510,961	536,509	563,335	591,501	621,076
Vânzare mărfuri	1,482,591	1,556,721	1,634,557	1,716,284	1,802,099	1,892,204	1,986,814	2,086,155
Activități diverse	1,334,614	1,401,345	1,471,412	1,544,982	1,622,231	1,703,343	1,788,510	1,877,936
Subvenții de exploatare	31,720,262	33,306,275	34,971,588	36,720,168	38,556,176	40,483,985	42,508,184	44,633,593
Alte venituri de exploatare	3,641,184	3,823,243	4,014,405	4,215,125	4,425,881	4,647,176	4,879,534	5,123,511
Subvenții pentru investiții	11,233,973	11,795,671	12,385,455	13,004,727	13,654,964	14,337,712	15,054,598	15,807,327
Diferențe de curs valutar	459,824	482,816	506,956	532,304	558,919	586,865	616,209	647,019
Dobânzi	5,652	5,935	6,231	6,543	6,870	7,214	7,574	7,953
Venituri financiare	176,687	185,521	194,797	204,537	214,764	225,502	236,777	248,616
Total venituri	**226,846,784**	**238,189,123**	**250,098,579**	**262,603,508**	**275,733,684**	**289,520,368**	**303,996,386**	**319,196,206**

Scenariu 18-18

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Transport călători	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Alte lucrări și servicii	432,626	454,258	476,971	500,819	525,860	552,153	579,761	608,749
Redevențe și chirii	298,748	313,686	329,370	345,839	363,131	381,287	400,351	420,369
Vânzare mărfuri	1,003,476	1,053,650	1,106,332	1,161,649	1,219,731	1,280,718	1,344,754	1,411,992
Activități diverse	903,319	948,485	995,909	1,045,705	1,097,990	1,152,890	1,210,534	1,271,061
Subvenții de exploatare	21,469,522	22,542,998	23,670,148	24,853,655	26,096,338	27,401,155	28,771,212	30,209,773
Alte venituri de exploatare	2,464,496	2,587,721	2,717,107	2,852,963	2,995,611	3,145,391	3,302,661	3,467,794
Subvenții pentru investiții	7,603,595	7,983,775	8,382,963	8,802,111	9,242,217	9,704,328	10,189,544	10,699,021
Diferențe de curs valutar	311,227	326,789	343,128	360,284	378,299	397,214	417,074	437,928
Dobânzi	3,826	4,017	4,218	4,429	4,650	4,883	5,127	5,383
Venituri financiare	119,588	125,568	131,846	138,439	145,360	152,628	160,260	168,273
Total venituri	**153,538,833**	**161,215,774**	**169,276,563**	**177,740,391**	**186,627,411**	**195,958,781**	**205,756,720**	**216,044,556**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport călători	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Alte lucrări și servicii	639,186	671,146	704,703	739,938	776,935	815,782	856,571	899,399
Redevențe și chirii	441,387	463,457	486,630	510,961	536,509	563,335	591,501	621,076
Vânzare mărfuri	1,482,591	1,556,721	1,634,557	1,716,284	1,802,099	1,892,204	1,986,814	2,086,155
Activități diverse	1,334,614	1,401,345	1,471,412	1,544,982	1,622,231	1,703,343	1,788,510	1,877,936
Subvenții de exploatare	31,720,262	33,306,275	34,971,588	36,720,168	38,556,176	40,483,985	42,508,184	44,633,593
Alte venituri de exploatare	3,641,184	3,823,243	4,014,405	4,215,125	4,425,881	4,647,176	4,879,534	5,123,511
Subvenții pentru investiții	11,233,973	11,795,671	12,385,455	13,004,727	13,654,964	14,337,712	15,054,598	15,807,327
Diferențe de curs valutar	459,824	482,816	506,956	532,304	558,919	586,865	616,209	647,019
Dobânzi	5,652	5,935	6,231	6,543	6,870	7,214	7,574	7,953
Venituri financiare	176,687	185,521	194,797	204,537	214,764	225,502	236,777	248,616
Total venituri	**226,846,784**	**238,189,123**	**250,098,579**	**262,603,508**	**275,733,684**	**289,520,368**	**303,996,386**	**319,196,206**

Scenariu 12-18

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Transport călători	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Alte lucrări și servicii	432,626	454,258	476,971	500,819	525,860	552,153	579,761	608,749
Redevențe și chirii	298,748	313,686	329,370	345,839	363,131	381,287	400,351	420,369
Vânzare mărfuri	1,003,476	1,053,650	1,106,332	1,161,649	1,219,731	1,280,718	1,344,754	1,411,992
Activități diverse	903,319	948,485	995,909	1,045,705	1,097,990	1,152,890	1,210,534	1,271,061
Subvenții de exploatare	21,469,522	22,542,998	23,670,148	24,853,655	26,096,338	27,401,155	28,771,212	30,209,773
Alte venituri de exploatare	2,464,496	2,587,721	2,717,107	2,852,963	2,995,611	3,145,391	3,302,661	3,467,794
Subvenții pentru investiții	7,603,595	7,983,775	8,382,963	8,802,111	9,242,217	9,704,328	10,189,544	10,699,021
Diferențe de curs valutar	311,227	326,789	343,128	360,284	378,299	397,214	417,074	437,928
Dobânzi	3,826	4,017	4,218	4,429	4,650	4,883	5,127	5,383
Venituri financiare	119,588	125,568	131,846	138,439	145,360	152,628	160,260	168,273
Total venituri	**153,538,833**	**161,215,774**	**169,276,563**	**177,740,391**	**186,627,411**	**195,958,781**	**205,756,720**	**216,044,556**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport călători	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Alte lucrări și servicii	639,186	671,146	704,703	739,938	776,935	815,782	856,571	899,399
Redevențe și chirii	441,387	463,457	486,630	510,961	536,509	563,335	591,501	621,076
Vânzare mărfuri	1,482,591	1,556,721	1,634,557	1,716,284	1,802,099	1,892,204	1,986,814	2,086,155
Activități diverse	1,334,614	1,401,345	1,471,412	1,544,982	1,622,231	1,703,343	1,788,510	1,877,936
Subvenții de exploatare	31,720,262	33,306,275	34,971,588	36,720,168	38,556,176	40,483,985	42,508,184	44,633,593
Alte venituri de exploatare	3,641,184	3,823,243	4,014,405	4,215,125	4,425,881	4,647,176	4,879,534	5,123,511
Subvenții pentru investiții	11,233,973	11,795,671	12,385,455	13,004,727	13,654,964	14,337,712	15,054,598	15,807,327
Diferențe de curs valutar	459,824	482,816	506,956	532,304	558,919	586,865	616,209	647,019
Dobânzi	5,652	5,935	6,231	6,543	6,870	7,214	7,574	7,953
Venituri financiare	176,687	185,521	194,797	204,537	214,764	225,502	236,777	248,616
Total venituri	**226,846,784**	**238,189,123**	**250,098,579**	**262,603,508**	**275,733,684**	**289,520,368**	**303,996,386**	**319,196,206**

Scenariu 18-12

Venituri anuale (Lei)	2023 (baza de calcul)	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Transport călători	118,928,409	124,874,829	131,118,570	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214
Alte lucrări și servicii	432,626	454,258	476,971	500,819	525,860	552,153	579,761	608,749
Redevențe și chirii	298,748	313,686	329,370	345,839	363,131	381,287	400,351	420,369
Vânzare mărfuri	1,003,476	1,053,650	1,106,332	1,161,649	1,219,731	1,280,718	1,344,754	1,411,992
Activități diverse	903,319	948,485	995,909	1,045,705	1,097,990	1,152,890	1,210,534	1,271,061
Subvenții de exploatare	21,469,522	22,542,998	23,670,148	24,853,655	26,096,338	27,401,155	28,771,212	30,209,773
Alte venituri de exploatare	2,464,496	2,587,721	2,717,107	2,852,963	2,995,611	3,145,391	3,302,661	3,467,794
Subvenții pentru investiții	7,603,595	7,983,775	8,382,963	8,802,111	9,242,217	9,704,328	10,189,544	10,699,021
Diferențe de curs valutar	311,227	326,789	343,128	360,284	378,299	397,214	417,074	437,928
Dobânzi	3,826	4,017	4,218	4,429	4,650	4,883	5,127	5,383
Venituri financiare	119,588	125,568	131,846	138,439	145,360	152,628	160,260	168,273
Total venituri	**153,538,833**	**161,215,774**	**169,276,563**	**177,740,391**	**186,627,411**	**195,958,781**	**205,756,720**	**216,044,556**
Venituri anuale (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport călători	175,711,425	184,496,996	193,721,846	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620
Alte lucrări și servicii	639,186	671,146	704,703	739,938	776,935	815,782	856,571	899,399
Redevențe și chirii	441,387	463,457	486,630	510,961	536,509	563,335	591,501	621,076
Vânzare mărfuri	1,482,591	1,556,721	1,634,557	1,716,284	1,802,099	1,892,204	1,986,814	2,086,155
Activități diverse	1,334,614	1,401,345	1,471,412	1,544,982	1,622,231	1,703,343	1,788,510	1,877,936
Subvenții de exploatare	31,720,262	33,306,275	34,971,588	36,720,168	38,556,176	40,483,985	42,508,184	44,633,593
Alte venituri de exploatare	3,641,184	3,823,243	4,014,405	4,215,125	4,425,881	4,647,176	4,879,534	5,123,511
Subvenții pentru investiții	11,233,973	11,795,671	12,385,455	13,004,727	13,654,964	14,337,712	15,054,598	15,807,327
Diferențe de curs valutar	459,824	482,816	506,956	532,304	558,919	586,865	616,209	647,019
Dobânzi	5,652	5,935	6,231	6,543	6,870	7,214	7,574	7,953
Venituri financiare	176,687	185,521	194,797	204,537	214,764	225,502	236,777	248,616
Total venituri	**226,846,784**	**238,189,123**	**250,098,579**	**262,603,508**	**275,733,684**	**289,520,368**	**303,996,386**	**319,196,206**

6.1.3 Indicatorii financiari ai investiției

Sustenabilitatea financiară este validată dacă fluxul de numerar cumulat este mai mare sau egal cu zero pentru toți anii luați în considerare. La determinarea fluxului de numerar net cumulat s-au avut în vedere toate costurile și toate sursele din finanțare, atât pentru investiție cât și operare. Fluxul de numerar cumulat pentru totalul de 56 de autobuze este prezentat în tabelul 6.15, cu excepția anului 10, când este planificată înlocuirea bateriilor. Indicatorii de evaluare a performanțelor care sunt utilizați în analiza cost-beneficiu sunt următorii: rata internă de rentabilitate, valoarea netă actualizată financiară a investiției, respectiv raportul cost-beneficiu.

Rata internă de rentabilitate a investiției reprezintă rata de actualizare la care valoarea venitului net actualizat este zero, respectiv veniturile actualizate sunt egale cu costurile actualizate (de investiție, de operare și de întreținere).

Valoarea netă actualizată financiară a investiției indică valoarea însumată la momentul zero a fluxurilor viitoare de venituri și cheltuieli, actualizate la o anumită rată.

În conformitate cu recomandările Comisiei Europene privind metodologia de realizare aanalizei cost-beneficiu, ratele de actualizare care se vor utiliza sunt: în cazul analizei financiare 5 %, respectiv în cazul analizei economice 5,5 %. În consecință în tabelul 6.16 sunt prezentați indicatorii financiari evaluați din punct de vedere al analizei financiare.

Pe baza rezultatelor obținute se constată că cea mai bună soluție în ceea ce privește achiziționarea de mijloace de transport comun nepoluante este scenariul 18-12, care prevede achiziția a 31 de autobuze electrice cu baterie articulate (18m) și a 25 de autobuze electrice cu pilă de combustie (pe hidrogen) standard (12m).

Tabel 6.15 Estimarea fluxului cumulat de numerar

Fluxul de numerar (Lei)	**2023 (baza de calcul)**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Transport autobuze electrice	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214	175,711,425	184,496,996	193,721,846
Transport autobuze clasice	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846
Total venituri	0	0	0	0	0	0	0	0
Salarii personal	3,679,029	3,752,609	3,827,661	3,904,215	3,982,299	4,061,945	4,143,184	4,226,047
Cheltuieli combustibili	7,161,524	7,304,754	7,450,849	7,599,866	7,751,864	7,906,901	8,065,039	8,226,340
Cheltuieli energie electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Cheltuieli cu reparațiile	2,517,864	2,568,221	2,619,585	2,671,977	2,725,417	2,779,925	2,835,523	2,892,234
Cheltuieli cu asigurările	3,864,992	3,942,292	4,021,138	4,101,560	4,183,591	4,267,263	4,352,609	4,439,661
Cheltuieli administrative	5,482,664	5,592,318	5,704,164	5,818,247	5,934,612	6,053,305	6,174,371	6,297,858
Operaționale, administrative	29,972,593	30,572,045	31,183,486	31,807,156	32,443,299	33,092,165	33,754,008	34,429,088
Lichidități operaționale	107,701,906	113,986,179	120,602,649	127,568,286	134,900,915	142,619,260	150,742,988	159,292,758
Flux de lichidități net	**107,701,906**	**113,986,179**	**120,602,649**	**127,568,286**	**134,900,915**	**142,619,260**	**150,742,988**	**159,292,758**
Fluxul de numerar (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport autobuze electrice	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620	259,605,801	272,586,091	286,215,396
Transport autobuze clasice	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620	-259,605,801	-272,586,091	-286,215,396
Total venituri	0	0	0	0	0	0	0	0
Salarii personal	4,310,568	4,396,780	4,484,715	4,574,410	4,665,898	4,759,216	4,854,400	4,951,488
Cheltuieli combustibili	8,390,866	8,558,684	8,729,857	8,904,455	9,082,544	9,264,195	9,449,478	9,638,468
Cheltuieli energie electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Cheltuieli cu reparațiile	2,950,080	3,009,081	3,069,263	3,130,648	3,193,261	3,257,126	3,322,269	3,388,714
Cheltuieli cu asigurările	4,528,454	4,619,023	4,711,404	4,805,632	4,901,744	4,999,779	5,099,775	5,201,770
Cheltuieli administrative	6,423,815	6,552,291	6,683,337	6,817,004	6,953,344	7,092,411	7,234,259	7,378,944
Operaționale, administrative	35,117,671	35,820,024	36,536,425	37,267,153	38,012,496	38,772,746	39,548,201	40,339,165
Lichidități operaționale	168,290,267	177,758,311	187,720,827	198,202,961	209,231,124	220,833,055	233,037,890	245,876,230
Flux de lichidități net	**168,290,267**	**177,758,311**	**187,720,827**	**198,202,961**	**209,231,124**	**220,833,055**	**233,037,890**	**245,876,230**

Tabel 6.16 Indicatorii analizei financiare

Fluxul de numerar (Lei)	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Transport autobuze electrice	137,674,499	144,558,224	151,786,135	159,375,442	167,344,214	175,711,425	184,496,996	193,721,846
Transport autobuze clasice	-137,674,499	-144,558,224	-151,786,135	-159,375,442	-167,344,214	-175,711,425	-184,496,996	-193,721,846
Economie combustibil	7,161,524	7,304,754	7,450,849	7,599,866	7,751,864	7,906,901	8,065,039	8,226,340
Total venituri (Lei)	***7,161,524***	***7,304,754***	***7,450,849***	***7,599,866***	***7,751,864***	***7,906,901***	***8,065,039***	***8,226,340***
Cheltuieli (Lei)/An								
Operaționale, administrative	29,972,593	30,572,045	31,183,486	31,807,156	32,443,299	33,092,165	33,754,008	34,429,088
Salariile personalului	3,679,029	3,752,609	3,827,661	3,904,215	3,982,299	4,061,945	4,143,184	4,226,047
Energia electrică	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Întreținere și reparații	2,517,864	2,568,221	2,619,585	2,671,977	2,725,417	2,779,925	2,835,523	2,892,234
Asigurări	3,864,992	3,942,292	4,021,138	4,101,560	4,183,591	4,267,263	4,352,609	4,439,661
Administrative	5,482,664	5,592,318	5,704,164	5,818,247	5,934,612	6,053,305	6,174,371	6,297,858
Total cheltuieli (Lei)	***29,972,593***	***30,572,045***	***31,183,486***	***31,807,156***	***32,443,299***	***33,092,165***	***33,754,008***	***34,429,088***
Flux operațional (Lei)	**-22,811,069**	**-23,267,291**	**-23,732,636**	**-24,207,289**	**-24,691,435**	**-25,185,264**	**-25,688,969**	**-26,202,748**
Fluxul de numerar (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport autobuze electrice	203,407,938	213,578,335	224,257,252	235,470,114	247,243,620	259,605,801	272,586,091	286,215,396
Transport autobuze clasice	-203,407,938	-213,578,335	-224,257,252	-235,470,114	-247,243,620	-259,605,801	-272,586,091	-286,215,396
Economie combustibil	8,390,866	8,558,684	8,729,857	8,904,455	9,082,544	9,264,195	9,449,478	9,638,468
Total venituri (Lei)	***8,390,866***	***8,558,684***	***8,729,857***	***8,904,455***	***9,082,544***	***9,264,195***	***9,449,478***	***9,638,468***
Cheltuieli (Lei)/An								
Operaționale, administrative	35,117,671	35,820,024	36,536,425	37,267,153	38,012,496	38,772,746	39,548,201	40,339,165
Salariile personalului	4,310,568	4,396,780	4,484,715	4,574,410	4,665,898	4,759,216	4,854,400	4,951,488
Energia electrică	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Întreținere și reparații	2,950,080	3,009,081	3,069,263	3,130,648	3,193,261	3,257,126	3,322,269	3,388,714
Asigurări	4,528,454	4,619,023	4,711,404	4,805,632	4,901,744	4,999,779	5,099,775	5,201,770
Administrative	6,423,815	6,552,291	6,683,337	6,817,004	6,953,344	7,092,411	7,234,259	7,378,944
Total cheltuieli (Lei)	***35,117,671***	***35,820,024***	***36,536,425***	***37,267,153***	***38,012,496***	***38,772,746***	***39,548,201***	***40,339,165***
Flux operațional (Lei)	**-26,726,804**	**-27,261,340**	**-27,806,567**	**-28,362,699**	**-28,929,953**	**-29,508,552**	**-30,098,723**	**-30,700,697**

Pentru cele patru scenarii abordate, indicatorii financiari se prezintă astfel:

	VNA	**RIR**	**DRA**	**IP**
Scenariu 12-12	196.632.846,59	4,56%	6,98	2,15
Scenariu 18-18	134.372.425,67	2,78%	9,52	1,58
Scenariu 12-18	165.837.425,67	3,63%	8,23	1,82
Scenariu 18-12	166.091.175,67	3,63%	8,22	1,82

Rata internă de rentabilitate a capitalului investiției indică rentabilitatea proiectului luând în calcul efortul financiar, indiferent de costurile investiției. Perspectivele financiare ale proiectului sunt evaluate din punctul de vedere al capitalului propriu al beneficiarului. În cazul proiectului evaluat, valorile acestor indicatori de performanță sunt bune. Astfel rata internă de rentabilitate a investiției are valori peste 2,5%, pentru oricare din cele 4 scenarii luate în considerare, în timp ce valoarea netă actualizată înregistrează valori de peste 130 milioane de lei, în toate cele 4 scenariile. Toate aceste valori sunt corespunzătoare pentru ca proiectul să fie fezabil pentru finanțare.

În cazul acestui proiect, pentru oricare scenariu analizat, raportul cost-beneficiu este egal cu 1,26, peste valoarea unitară, prin urmare proiectul este corespunzător și poate să fie finanțat.

În tabelul 6.17 sunt prezentate valorile indicatorilor financiari ai capitalului propriu respectiv valorile indicatorilor financiari ai capitalului investit.

Tabel 6.17 Indicatorii financiari ai capitalului investit

Fluxul de numerar (Lei)	**2023**	**2024**	**2025**	**2026**	**2027**	**2028**	**2029**	**2030**
Transport autobuze electrice	4,429	4,650	4,883	5,127	5,383	5,652	5,935	6,231
Transport autobuze clasice	-4,429	-4,650	-4,883	-5,127	-5,383	-5,652	-5,935	-6,231
Economie combustibil	29,972,593	30,572,045	31,183,486	31,807,156	32,443,299	33,092,165	33,754,008	34,429,088
Total venituri (Lei)	29,972,593	30,572,045	31,183,486	31,807,156	32,443,299	33,092,165	33,754,008	34,429,088
Cheltuieli (Lei)/An								
Operaționale, administrative	5,482,664	5,592,318	5,704,164	5,818,247	5,934,612	6,053,305	6,174,371	6,297,858
Salariile personalului	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia electrică	3,679,029	3,752,609	3,827,661	3,904,215	3,982,299	4,061,945	4,143,184	4,226,047
Întreținere și reparații	7,266,521	7,411,851	7,560,088	7,711,290	7,865,516	8,022,826	8,183,283	8,346,948
Asigurări	2,517,864	2,568,221	2,619,585	2,671,977	2,725,417	2,779,925	2,835,523	2,892,234
Administrative	3,864,992	3,942,292	4,021,138	4,101,560	4,183,591	4,267,263	4,352,609	4,439,661
Total cheltuieli (Lei)	5,482,664	5,592,318	5,704,164	5,818,247	5,934,612	6,053,305	6,174,371	6,297,858
Flux operațional (Lei)	**24,489,929**	**24,979,727**	**25,479,322**	**25,988,908**	**26,508,686**	**27,038,860**	**27,579,637**	**28,131,230**
Fluxul de numerar (Lei)	**2031**	**2032**	**2033**	**2034**	**2035**	**2036**	**2037**	**2038**
Transport autobuze electrice	6,543	6,870	7,214	7,574	7,953	8,351	8,768	9,207
Transport autobuze clasice	-6,543	-6,870	-7,214	-7,574	-7,953	-8,351	-8,768	-9,207
Economie combustibil	35,117,671	35,820,024	36,536,425	37,267,153	38,012,496	38,772,746	39,548,201	40,339,165
Total venituri (Lei)	35,117,671	35,820,024	36,536,425	37,267,153	38,012,496	38,772,746	39,548,201	40,339,165
Cheltuieli (Lei)/An								
Operaționale, administrative	6,423,815	6,552,291	6,683,337	6,817,004	6,953,344	7,092,411	7,234,259	7,378,944
Salariile personalului	-	-	-	-	-	-	-	-
Energia electrică	4,310,568	4,396,780	4,484,715	4,574,410	4,665,898	4,759,216	4,854,400	4,951,488
Întreținere și reparații	8,513,887	8,684,165	8,857,848	9,035,005	9,215,705	9,400,019	9,588,020	9,779,780
Asigurări	2,950,080	3,009,081	3,069,263	3,130,648	3,193,261	3,257,126	3,322,269	3,388,714

Administrative	4,528,454	4,619,023	4,711,404	4,805,632	4,901,744	4,999,779	5,099,775	5,201,770
Total cheltuieli (Lei)	6,423,815	6,552,291	6,683,337	6,817,004	6,953,344	7,092,411	7,234,259	7,378,944
Flux operațional (Lei)	**28,693,856**	**29,267,733**	**29,853,087**	**30,450,149**	**31,059,152**	**31,680,335**	**32,313,942**	**32,960,221**

Obiectivul analizei economice este de a demonstra că proiectul are o contribuție pozitivă netă pentru societate și în consecință, merită să fie cofinanțat din fonduri ale UE. Pentru alternativa selectată beneficiile proiectului trebuie să depășească costurile proiectului și, mai specific, valoarea actualizată a beneficiilor economice ale proiectului trebuie să depășească valoarea actualizată a costurilor economice ale proiectului.

Punctul de start în analiza economică este fluxul de numerar calculat pentru analiza financiară la care, sunt introduse două tipuri de corecții. Aceste corecții se reflectă în fluxurile economice de numerar: corecția fiscală și conversia prețurilor, respectiv monetizarea externalităţilor.

Principalul obiectiv al analizei economice este de a ajuta la definirea și selectarea (ierarhizarea) proiectelor care pot avea implicații pozitive asupra economiei, la nivel macro. Analiza economică se dovedește a fi mai utilă atunci când este desfășurată într-o fază inițială a analizei de proiect, pentru a depista din timp aspectele sociale, de mediu și orizontale ale proiectului de investiție.

Atunci când se propune doar determinarea unor indicatori globali ai investiției, cum sunt venitul net actualizat economic sau rata internă de rentabilitate economică, analiza economică generează rezultate globale, fără a detalia influența fiecărui factor investițional și care ține de caracteristicile interne ale proiectului.

Metodologia folosită pentru evaluarea contribuției proiectului la bunăstarea economică șisocială ca urmare a implementării investiției constă în luarea în considerare a externalităţilor care conduc la costuri și beneficii sociale, care nu au fost luate în vedere în analiza financiară pentru că nu generează cheltuieli sau venituri bănești pentru proiect.

Beneficiile proiectului pot avea forma beneficiilor pentru societate care nu sunt luate în calcul în analiza financiară, chiar dacă sunt un rezultat așteptat al proiectului, deoarece nu sunt integral cuprinse în prețurile financiare datorită lipsei unei valori de piață. Un exemplu tipic este îmbunătățirea calității vieții a persoanelor care locuiesc în zona care beneficiazăde un proiect de mediu.

Calitatea vieții poate fi îmbunătățită ca rezultat, spre exemplu, a schimbărilor așteptate în starea de sănătate a populației din zonă (urmare a reducerii poluării), sau creșterea atractivității zonei care face subiectul intervenției (datorită îmbunătățirii condițiilor de mediu, spre exemplu cursuri de apă mai curate, râuri și lacuri). Dacă ne uităm la proiectele din domeniul transportului, beneficiile care nu sunt cuprinse în analiza financiară pot fi identificate ca timp economisit pentru transfer/transport (datorită unui drum nou sau îmbunătățirii condițiilor existente) sau reducerea riscului și a numărului de accidente. Printre beneficiile care pot fi atribuite proiectelor din sectorul energie se numără reducerea emisiilor nocive de gaze.

6.2 Analiza multicriterială

Analiza multicriterială descrie o abordare structurată utilizată pentru a determina preferințele generale dintre mai multe opțiuni alternative, opțiuni care conduc la îndeplinirea unui număr de obiective. În cadrul analizei multicriterială sunt specificate obiectivele urmărite și sunt identificate atributele sau indicatorii aferenți. Prin urmare, analiza multicriterială s-a dovedit a fi utilă pentru o mare varietate de aplicații. În situația de față, analiza multicriterială poate fi aplicată în alegerea unui tip de vehicul pentru transport public de călători care este recomandabil a fi achiziționat în condițiile rezultate din studiul de oportunitate.

Scopul analizei multicriteriale este realizarea unei evaluări comparative a variantelor alternative în alegerea soluției optime pentru achiziția de vehicule electrice și pe bază de hidrogen pentru transportul public de călători în municipiul Cluj-Napoca. Prin urmare, măsurarea efectivă a indicatorilor utilizați în analiza multicriterială nu trebuie să fie realizată din punct de vedere monetar, dar se bazează de obicei pe analiza cantitativă (prin punctare, ierarhizare și determinarea ponderii) a unei game largi de categorii și criterii calitative de impact. În cadrul analizei multicriteriale vor fi analizați diferiți indicatori sociali și de mediu alături de costurile și beneficiile economice. Este recunoscut explicit faptul că există o varietate de obiective, atât monetare, cât și nemonetare, care ar putea influența deciziile cu privire la soluția optimă aleasă. Analiza multicriterială oferă tehnici pentru realizarea unei comparații și ierarhizări a diferitelor rezultate. În consecință, analiza multicriterială se aplică în mod special cazurilor în care abordarea prin intermediul unui singur criteriu nu este suficientă(cum este cazul analizei cost-beneficiu), în special atunci când impacturile semnificative sociale și de mediu nu pot fi cuantificate în valori monetare. Scopul acestui instrument este acela de a structura și combina diferitele evaluări care trebuie să fie luate în considerare înprocesul de luare a deciziilor, atunci când luarea deciziilor presupune mai multe alternative, iar tratamentul aplicat fiecăreia dintre acestea condiționează în mare măsurădecizia finală.

Analiza multicriterială pentru proiect, presupune o serie corecții aplicate externalităţilor.Potențialul beneficiu al unui proiect este important, pentru un municipiu precum Cluj-Napoca, în care nivelul de poluare generat de factorii de transport este mare, poluare ce afectează starea de sănătate a populației. La o primă analiză pot fi identificate trei tipuri ale externalităţilor:

- Externalităţile datorate eliminării emisiilor de CO_2 în special, dar și a celorlalte emisii (CO, gaze cu efect de seră, etc.);
- Externalităţile datorate diminuării nivelului de zgomot, cu efecte benefice mai ales asupra sănătății populației dar și asupra valorii imobilelor;
- Externalităţilor datorate gestionării deșeurilor rezultate din operarea noilor autobuze (acumulatori, uleiuri și lubrifianți).

Primul tip de externalizare se poate cuantifica plecând de la calculul emisiilor de CO_2 raportat la cantitatea de combustibil (motorină) consumată de un autobuz clasic din parcul auto al CTP Cluj-Napoca SA la 100 de km parcurși. În conformitate cu prețul de tranzacționare al certificatelor de emisii pentru gaze cu efect de sera furnizat de www.opcom.ro (operatorul pieței de energie electrică și de gaze naturale) prețul unui certificat pentru emisii de gaze cu efect de seră este de 169,29 Lei (corespunzător anului 2021), iar un certificat reprezintă echivalentul unei tone de CO_2 emise în atmosferă. Astfel, prin înlocuirea celor 56 autobuze clasice cu autobuze electrice și cu pile de combustie cu hidrogen, se elimină o cantitate substanțială de emisii care altfel ar fi fost eliberate în atmosferă (tabelul 6.18).

Conform calculelor care au fost efectuate și care se referă la costurile operaționale pe durata de viață

a autobuzelor clasice în funcție de liniile considerate rezultă o cantitate totală de 1.035,081 kg CO_2/an, cantitate care reprezintă echivalentul a 175.228 lei în certificate verzi anual.

Plecând de la ipoteza că un copac la maturitate poate absorbi o tonă de CO_2/an, ceea ce înseamnă că aproximativ 1.035 de copaci pot absorbi CO_2 emis într-un an de toate autobuzele care circulă pe liniile considerate. Estimând faptul că prețul unui copac ajuns la maturitate (30-60 ani) este de 2.000 lei, rezultă modul de calcul al externalizării datorate eliminării emisiilor poluante.

Al doilea tip de externalizări se datorează diminuării nivelului de zgomot. Acest tip de externalizare se poate dimensiona plecând de la efectele benefice pe care le are reducereanivelului de zgomot asupra sănătății populației. Astfel, în conformitate cu analizele realizate la nivelul *"Planului de acțiune pentru prevenirea și reducerea zgomotului ambiental în municipiul Cluj-Napoca"* punctul sensibil al traficului, în special al traficului rutier, este efectul dăunător asupra sănătății, mai exact efectul poluării sonore a traficului. Efectele dăunătoare asupra sănătății datorate poluării sonore sunt următoarele: deteriorarea auzului, tulburarea somnului, hipertensiunea arterială, creșterea pulsului, tulburări ale ritmului cardiac, efecte fiziologice, boli mentale, etc. Principalele grupe de risc sunt: persoane care suferă de boli cronice, persoane aflate în convalescență, persoanele cu deficiențe de auz, copii mici, bebeluși, bătrâni, etc.

Efectele dăunătoare asupra sănătății pot fi cuantificate prin următoarele moduri: numărulzilelor de concediu medical, numărul zilelor de îngrijire din spitale, numărul cazurilor de invaliditate, numărul deceselor, etc. Aceste efecte dăunătoare scad proporțional cureducerea nivelului de zgomot. Conform prevederilor HG 321/2005 privind evaluarea și gestionarea zgomotului ambiental în România valoarea țintă ce trebuie atinsă pentru zgomotul aferent traficului rutier este de 50 dB(A). Conform informațiilor existente, nivelul de zgomot generat de vehiculele de transport existente în municipiul Cluj-Napoca, este cuprins între 60-95 dB(A).

În conformitate cu un studiu realizat de Guvernul Marii Britanii, nivelul poluării fonice este legat direct de bolile generate de hipertensiunea arterială. Astfel, pentru un nivel al zgomotului mai mare de 81 dB(A) se estimează un cost/gospodărie asociat AVC de aproximativ 180 Euro.

În prezent statisticile arată că bolile cardiovasculare sunt responsabile pentru decesul a peste 60 % dintre cetățenii români. Costul mediu cu cheltuielile de spitalizare pentru un pacient în România este de 48 Euro/an. Totodată studiile și cercetările de specialitate estimează ca reducerea cu 1 dB(A) a nivelului de zgomot duce la reducerea cu 0,1 % a incidentei bolilor cardiovasculare. Luând în calcul o populație totală de 400.000 de locuitori pentru municipiul Cluj-Napoca și raportându-ne la flota actuală de 236 de autobuze vom estima valoarea cu care se reduce incidența bolilor cardiovasculare în situația înlocuirii a56 de autobuze clasice din dotarea parcului auto cu 31 de autobuze electrice și 25 de autobuze cu pile de combustie cu hidrogen. Reducerea nivelului de zgomot pentru un autobuz electric este de 55 dB(A) (de la un nivel de 95 dB(A) pentru un autobuz clasic, la 40 dB(A) pentru un autobuz electric). Multiplicând această valoare cu numărul de 31 de autobuze electrice și 25 de autobuze cu pile de combustie cu hidrogen, rezultă o reducere cu 13 % a nivelului dezgomot pe raza municipiului Cluj-Napoca.

Al treilea tip de externalități se datorează gestionării deșeurilor rezultate din operarea noilor autobuze electrice (baterii, uleiuri și lubrifianți). Pentru calculul acestor externalități au fost prelucrate informațiile cu privire la cantitățile de deșeuri rezultate din operarea autobuzelor clasice, respectiv a autobuzelor electrice, așa cum se prezintă în tabelul 6.19.

Tabel 6.19 Externalizării datorate gestionării deșeurilor

Deșeuri	1*Autobuz clasic	56*Autobuz clasic	1*Autobuz Electric/cu pile de combustie cu H	(31,25)* Autobuz Electric/cu pile de combustie cu H
Baterii/acumulatori	40 kg/an	2240 kg/an	100 kg/an	5600 kg/an
Uleiuri/lubrifianți	10 l/an	560 l/an	2 l/an	112 l/an
Anvelope	6 buc/an	336 buc/an	6 buc/an	336 buc/an

Deșeurile formate din bateriile/acumulatorii rezultate din exploatarea autobuzelor electrice sunt formate din bateriile uzate care se înlocuiesc după cei 8 ani de utilizare normală (conform Caietului de Sarcini, furnizorul autobuzului electric are obligația de a înlocui bateriile după primii 5 ani de utilizare normală). Estimând faptul bateriile autobuzului electric au o greutate de 1.000 kg (doar celulele de baterii, fără carcasa și sistemul de management a acestora), iar acestea vor fi înlocuite după 8 ani de utilizare, rezultă o cantitate de 100 kg de baterii pe an. Se poate observa că varianta de calcul cu proiect generează o cantitate mai mare de deșeuri, ceea ce duce în fapt la un cost generat de proiect si nu de un beneficiu.

În ceea ce privește uleiurile și lubrifianții, se observă că varianta cu proiect generează maiputine deșeuri de acest tip, ceea ce se traduce în beneficii datorate proiectului. De asemenea, trebuie menționat faptul că începând cu 1 ianuarie 2017, taxa pentru uleiuri constă într-otaxă fixă de 0,3 lei/kg, aplicată o singură dată cantităților de uleiuri, pe bază minerală, semisintetice, sintetice, cu sau fără adaosuri (taxa se evidențiază distinct pe documentelede vânzare). Se poate observa că valoarea acestei externalități este foarte mică, motiv pentru care nu a fost inclusă în calculul indicatorilor economici. În ceea ce privește anvelopele, se poate concluziona că nu există nici o diferență între cele două variante și din acest motiv acest tip de deșeuri nu a fost analizat.

Studiul de oportunitate referitor la achiziționarea mijloacelor de transport public – autobuze cu pile de combustie (cu H2) și autobuze electrice a fost elaborat de o echipă de experți formată din cadre didactice titulare ale Universității Tehnice din Cluj-Napoca, Facultatea de Autovehicule Rutiere, Mecatronica și Mecanică, Departamentul de Autovehicule Rutiere și Transporturi compusă din:

- Prof.habil.dr.ing. Bogdan VARGA (coordonator) _____
- Prof.habil.dr.ing. Florin MARIAȘIU _____
- Ec.dr. Ioana SECHEL _____

DEVIZ GENERAL				
al obiectivului de investiţii				
Înnoirea flotei de transport în comun în Municipiul Cluj-Napoca prin achiziţionarea a 31 autobuze electrice 18m şi 25 autobuze hidrogen 12m - conform scenariului considerat oportun în urma studiului de oportunitate realizat				
Nr. crt.	Denumirea capitolelor şi subcapitolelor de cheltuieli	VALOARE* fără TVA	TVA	VALOARE CU TVA
		LEI	LEI	LEI
1	2	3	4	5
CAPITOLUL 1.				
Cheltuieli pentru obtinerea si amenajarea terenului				
1.1.	Obtinerea terenului			
1.2.	Amenajarea terenului			
1.3.	Amenajari pentru protecţia mediului şi aducerea terenului la starea initială			
1.4.	Cheltuieli pentru relocarea/protecţia utilităţilor			
TOTAL CAP. 1				
CAPITOLUL 2.				
Cheltuieli pentru asigurarea utilităţilor necesare obiectivului de investiţii				
TOTAL CAP. 2				
CAPITOLUL 3.				
Cheltuieli pentru proiectare şi asistenţă tehnică				
3.1.	Studii			
3.1.1.	Studii de teren			
3.1.2.	Raport privind impacul asupra mediului			
3.1.3.	Alte studii specifice			
3.2.	Documentaţii-suport şi cheltuieli pentru obţinerea de avize, acorduri şi autorizaţii			
3.3.	Expertizare tehnică			
3.4.	Certificarea performanţei energetice si auditul energetic al clădirilor			
3.5.	Proiectare			
3.5.1.	Tema de proiectare			
3.5.2.	Studiu de prefezabilitate			
3.5.3.	Studiu de fezabilitate/documentaţie de avizare a lucrărilor de intervenţii şi deviz general - Studiu oportunitate, inclusiv Studiu trafic si calcul emisii CO2			
3.5.4.	Documentaţiile tehnice necesare în vederea obţinerii avizelor/acordurilor/autorizaţiilor			
3.5.5.	Verificarea tehnică de calitate a proiectului tehnic şi a detaliilor de execuţie			
3.5.6.	Proiect tehnic şi detalii de execuţie			
3.6.	Organizarea procedurilor de achizitie			
3.7.	Consultanţă			
3.7.1.	Managementul de proiect pentru obiectivul de investiţii			
3.7.2.	Auditul financiar			
3.8.	Asistenţă tehnică			
3.8.1.	Asistenţă tehnică din partea proiectantului			
3.8.1.1.	-pe perioada de execuţie a lucrărilor			
3.8.1.2.	-pentru participarea proiectantului la fazele incluse în programul de control al lucrărilor de execuţie, avizat de către Inspectoratul de Stat în Construcţii			
3.8.2.	Dirigenţie de şantier			
TOTAL CAP. 3				
CAPITOLUL 4.				
Cheltuieli pentru investitia de baza				
4.1.	Construcţii şi instalaţii			
4.2.	Montaj utilaje, echipamente tehnologice şi funcţionale			
4.3.	Utilaje, echipamente tehnologice şi functionale care necesită montaj			
4.4.	Utilaje, echipamente tehnologice şi funcţionale care nu necesită montaj şi echipamente de transport			

4.5.	**Dotări**	197,500,000	37,525,000	235,025,000
4.6.	**Active necorporale**			
TOTAL CAP. 4		197,500,000.00	37,525,000.00	235,025,000.00
	CAPITOLUL 5.			
	Alte cheltuieli			
5.1.	**Organizare santier**			
5.1.1.	Lucrări de construcţii şi instalaţii aferente organizării de şantier			
5.1.2.	Cheltuieli conexe organizării şantierului			
5.2.	**Comisioane, cote, taxe, costul creditului**			
5.2.1.	Comisioanele şi dobânzile aferente creditului băncii finanţatoare			
5.2.2.	Cota aferentă Inspectoratului de Stat in Constructii pentru controlul calităţii lucrărilor de construcţii			
5.2.3.	Cota aferentă Inspectoratului de Stat in Constructii pentru controlul statului în amenajarea teritoriului, urbanism şi pentru autorizarea lucrărilor de construcţii			
5.2.4.	Cota aferentă Casei Sociale a Constructorilor - CSC			
5.2.5.	Taxe pentru acorduri, avize conform şi autorizaţia de construire/desfiinţare			
5.3.	**Cheltuieli diverse si neprevazute**			
5.4.	**Cheltuieli pentru informare şi publicitate**			
TOTAL CAP. 5				
	CAPITOLUL 6			
	Cheltuieli pentru probe tehnologice si teste			
6.1.	**Pregătirea personalului de exploatare**			
6.2.	**Probe tehnologice şi teste**			
TOTAL CAP. 6				
	CAPITOLUL 7			
	Cheltuieli aferente marjei de buget şi pentru constituirea rezervei de implementare pentru ajustarea de preţ			
7.1.	Cheltuieli aferente marjei de buget 25% (din 1.2, 1.3, 1.4, 2, 3.1, 3.2, 3.3, 3.5, 3.7, 3.8, 4, 5.1.1)	49,375,000.00	9,381,250.00	58,756,250.00
7.2.	Cheltuieli pentru constituirea rezervei de implementare pentru ajustarea de preţ - 1% din valoarea investiţiei de bază- pentru efectuarea recepţiei	1,975,000.00	375,250.00	2,350,250.00
TOTAL CAP. 7		51,350,000.00	9,756,500.00	61,106,500.00
TOTAL GENERAL		248,850,000.00	47,281,500.00	296,131,500.00
Din care C+M				

Cursul mediu de schimb valutar utilizat: 5,0 lei/euro. Sumele reflectate în deviz sunt exprimate în RON, conform calculelor prezentate în studiul de oportunitate.

prof.dr.habil.ing. Florin MARIASIU

ROMÂNIA
Jud. Cluj, Mun. Cluj-Napoca
CONSILIUL LOCAL

ANEXA LA HOTĂRÂREA NR. 46 / 2024
CUPRINDE UN NUMĂR DE 13½ PAGINI
13½