



ACTUATE

Formare avansată pentru
conducerea economică
și sigură a vehiculelor
electrice de transport
public

TROLEIBUZ



Co-finanțat prin Programul Intelligent
Energy Europe al Uniunii Europene

actuate



Notă

Concept și echipa editorială:

Ing. Dipl. Christian Osterer, Ing. Markus Perberschlager, Richard Moltinger

Fotografii:

Ing. Dipl. Christian Osterer, Arhiva Salzburg AG

Design:

Advertising agency INTOUCH, cu sprijinul DECASA creative studio

Ultima revizuire:

Iulie 2014

Nu ne asumăm răspunderea pentru eventualele greșeli de tipar.

Contact:

Rupprecht Consult - Forschung & Beratung GmbH

Dr. Wolfgang Backhaus

Clever Straße 13-15

50668 Köln, Germania

Tel.: +49 / 221 / 606055-19

E-mail: w.backhaus@rupprecht-consult.eu

Web: www.rupprecht-consult.eu

Salzburg AG

Pentru energie, transport și telecomunicații

SALZBURGER Lokalbahnen [*transportul local pe șină Salzburg*]

Plainstraße 70

A-5020 Salzburg

Tel.: +43 / 662 / 4480-1500

E-Mail: salzbuerger_lokalbahnen@salzburg-ag.at

Web: www.slb.at

Responsabilitatea pentru conținutul acestei publicații revine autorilor. Acesta nu reflectă neapărat opinia Uniunii Europene. EASME și Comisia Europeană nu pot fi făcute responsabile pentru eventuala utilizare a informațiilor conținute în această publicație.

ACTUATE

- un proiect pentru optimizarea performanței conducerii cu un consum redus de energie

În cadrul proiectului european ACTUATE au fost dezvoltate, testate și implementate cu succes programe de formare și măsuri generale de instruire pentru conducerea economică a vehiculelor acționate electronic din sectorul transportului public (TP).



Introducerea formării avansate pentru conducerea economică, precum și potențialul economiei de energie al vehiculelor acționate electric cum sunt tramvaiele, autobuzele hibrid sau troleibuzele, se poate optimiza, de aceea eficacitatea economică (în termeni de cost-beneficiu) și distribuția pe scară largă a acestor tipuri de vehicule poate fi promovată.

Proiectul ACTUATE pune un accent deosebit pe șofer ca fiind elementul principal în conducerea economică. Campaniile motivaționale adiționale vor asigura că șoferii aplică cunoștințele acumulate în timpul sesiunilor de formare pe termen lung.

ACTUATE – un proiect pentru ...

- ... optimizarea comportamentului în timpul conducerii economice și în siguranță a vehiculelor acționate electric din sectorul transportului public (TP)
- ... a mări eficacitatea vehiculelor electrice din sectorul transportului public prin
- dezvoltarea și testarea unor programe de formare pentru conducerea economică și în condiții de siguranță
- campanii motivaționale pentru șoferii de tramvaie, troleibuze, autobuze hibrid

Această broșură de instruire a fost dezvoltată în cadrul proiectului ACTUATE pentru tipul de vehicul troleibuz.

Cuprins

1. Introducere	6
1.1 Conducerea economică a vehiculelor de transport public	6
1.2 Vectorul energetic	7
1.3 Definiții	7
1.4 Rezistența la conducere	8
1.5 Stările vehiculului în mișcare	12
2. Sistemul „troleibuz”	14
2.1 Alimentarea cu energie	14
2.2 Ingineria autovehiculelor	16
2.3 Vehicule cu supercondensatoare	20
3. Conducerea economică a troleibuzelor	22
3.1 Aspecte fundamentale	22
3.2 Efectele stilului de conducere	23
3.3 Frânarea cu un consum redus de energie cu ajutorul frânei electrice	25
3.4 Utilizarea adecvată a sistemului de încălzire, de aer condiționat și de ventilație	26
3.5 Diferențe față de conducerea economică a vehiculelor cu motoare diesel	26
4. Siguranța	28
4.1 Comportamentul corect în caz de accidente	28
4.2 Comportamentul în cazul unor defecțiuni tehnice ale troleibuzului	29
4.3 Tractarea	30
4.4 Comportamentul în caz de incendiu	30
4.5 Comportamentul în cazul deraierii troleelor	30
4.6 Avarierea sistemelor de linii de contact	31
5. Organizarea sesiunilor de formare	34



1. Introducere

1.1 Conducerea economică a vehiculelor de transport public

Conducerea economică înseamnă o conducere cu un consum redus de energie, cu uzură redusă și în conformitate cu normele de protecție a mediului. Se pot stabili trei cerințe pentru conducerea economică a vehiculelor de transport public:

- **Cerința de siguranță**
Toate celelalte cerințe sunt subordonate cerinței de siguranță.
- **Cerința de punctualitate**
Punctualitatea în sectorul transportului public este o cerință, însemnând o plecare nici prematură, nici întârziată dintr-o stație.
- **Cerința de rentabilitate**
Conducerea economică înseamnă reducerea la minimum a consumului de energie și protejarea vehiculului, ținând seama de cerințele de siguranță și de punctualitate.

Se aplică următoarele principii la conducerea unui vehicul de transport public: siguranța înainte de punctualitate și punctualitatea înainte de rentabilitate. În următoarele pagini, se pleacă de la premisa că legile, reglementările și normele în materie de servicii care trebuie respectate pentru a conduce în siguranță vehiculele de transport public sunt cunoscute.

Conducerea economică contribuie în aceeași măsură la protejarea mediului și la parcurgerea itinerariului de călătorie într-un mod nestresant pentru pasageri și pentru șofer, ajutând, în același timp, compania să reducă costurile aferente vehiculului, precum și costurile energetice prin reducerea uzurii fizice normale.

Avantaje pentru șofer	Avantaje pentru pasageri	Protecția mediului	Companii
conducere nestresantă	transport nestresant	contribuție activă la protecția mediului	reducerea costurilor cu vehiculele
protejarea locurilor de muncă prin economii de			reducerea costurilor energetice

Tabelul 1: Avantajele conducerii economice

Factorii care determină conducerea economică și care pot fi influențați de șofer sunt prezentați cu verde în următoarele secțiuni; factorii care nu pot fi, în general, influențați de șofer sunt prezentați cu galben.

1.2 Vectorul energetic

Propulsia electrică a vehiculelor rutiere începe să capete o importanță deosebită datorită nivelului înalt de eficiență a motoarelor electrice. Aceasta nu doar că accelerează transportul public electric, ci evoluțiile din sectorul autoturismelor indică, de asemenea, utilizarea din ce în ce mai răspândită a sistemelor de propulsie alternative. Pe lângă propulsia electrică pură, care asigură și operarea troleibuzelor, propulsiile hibride capătă și ele o importanță tot mai mare. Punctul forte al sistemelor de propulsie alternative bazate pe energia electrică constă în posibilitatea de recuperare a energiei din acțiunile de frânare înapoi în linia de contact și/sau în unitățile mobile de stocare energetică, cum ar fi acumulatorii sau supercondensatoarele. În plus, avantajul propulsiei electrice constă în utilizarea energiei primare. Motoarele cu combustie funcționează, în mare parte, pe bază de combustibili fosili, cum ar fi benzina, motorina sau gazul natural, care trebuie transformate și transportate în vederea consumului, ceea ce reprezintă un proces costisitor.

Energia electrică nepoluantă poate fi însă obținută într-o centrală hidroelectrică fără emisii și/sau din energie solară ori eoliană și – exceptând pierderile mici de conducție – poate fi transformată direct în lucru mecanic în vehicul. La nivel local, energia electrică este întotdeauna fără emisii. Motoarele electrice avansate au un nivel de eficiență între 90% și 99%, în timp ce motoarele diesel ajung doar la 35% într-un interval de viteză ideal.

1.3 Definiții

Mai întâi, vom explica cei mai importanți termeni pentru a înțelege mai bine procesele tehnice de transformare a energiei secundare în energie eficientă, cu alte cuvinte, în lucru mecanic necesar pentru deplasarea vehiculului:

Viteză

Viteza este dată de raportul dintre numărul de rotații al unei componente și intervalul de timp necesar pentru efectuarea acestora. De exemplu, viteza indică de câte ori se rotește vilbrochenul unui motor cu combustie într-un interval de un minut. Unitatea pentru viteză este 1/min (U/min).





Cuplu

Cuplul (energia de rotație) este o cantitate fizică și determină o mișcare de rotație în cazul unei modificări. Cuplul depinde de forța aplicată și de distanța dintre centrul de rotație și punctul de aplicare a forței (cuplu = forța * distanța normală). Unitatea pentru cuplu este newton-metrul (simbol: Nm).

Debitul de putere

Nivelul cuplului și viteza asociată sunt factori determinanți pentru debitul de putere al unui motor cu combustie. Aceasta pentru că debitul de putere este produsul rezultat din viteză și cuplu. Pentru motoarele electrice, debitul de putere se calculează și din produsul curentului și al tensiunii (debit de putere = curent * tensiune). Debitul de putere este indicat în wați (pentru motoarele mai mari, chiar în kilowați) (simbol: W și/sau kW).

Debitul de compensare

Debitul de compensare P_{offset} reprezintă partea din debitul total care nu este folosită pentru propulsie. Componentele auxiliare, cum ar fi comenzile, compresorul, luminile etc., sunt alimentate de acesta. Debitul de compensare determină consumul de energie în fazele de stagnare și este aproape de zero în timpul rulării deoarece echipamentele auxiliare sunt alimentate cu energie prin autoexcitarea motorului. Debitul de căldură este considerat independent de debitul de compensare.

1.4 Rezistența la conducere

Rezistența la conducere apare permanent în timpul deplasării unui vehicul. Forța rezultantă arată întotdeauna mișcarea în direcția opusă și frânează vehiculul. Forța de propulsie a motorului necesară pentru a depăși rezistența la conducere afectează în mod semnificativ consumul de energie. Operarea economică a vehiculelor utilitare este posibilă doar dacă rezistența la conducere și parametrii care o influențează sunt bine cunoscuți. De aceea, vom explica în cele ce urmează rezistența la conducere.

Rezistența și forțele din timpul conducerii			
Rezistența la rulare	Rezistența la urcare	Rezistența aerodinamică	Rezistența la accelerație

Tabelul 2: Rezistența la conducere

Rezistența la rulare

Rezistența la rulare este rezistența care apare datorită mișcării de rulare a roților pe suprafața rutieră. Aceasta depinde de masa vehiculului și de coeficientul de fricțiune la rulare, care ține seama de proprietățile combinației de materiale (pneuri și starea drumului) și de geometria roților. Aceasta suferă o deformare atunci când roțile rulează. Cea mai mare parte a deformării este elastică și fără pierderi, având loc o revenire la forma inițială. Procedurile generatoare de pierderi, care devin evidente prin generarea de căldură, includ îndoirea cauciucului pneurilor, precum și coeficienții de fricțiune la alunecare la rularea părților roții excentrice și la conducerea pe porțiuni cu curbe.

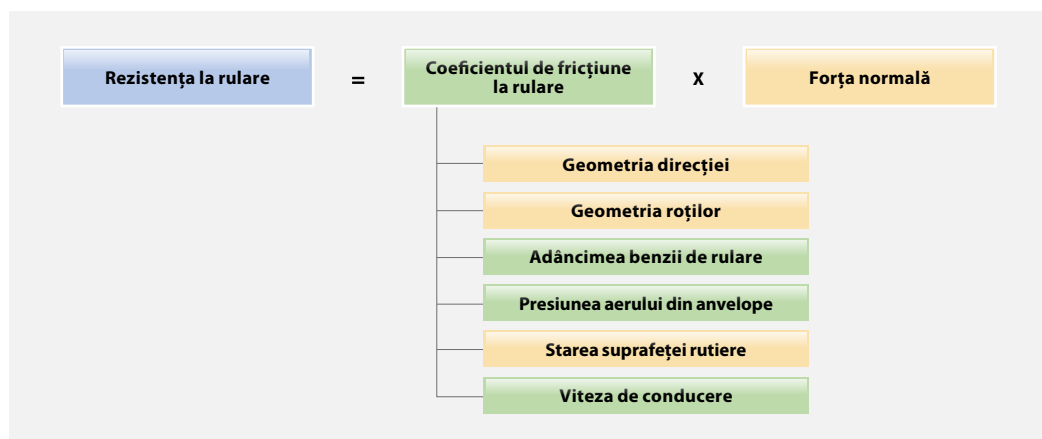


Fig. 1: Influențele asupra rezistenței la rulare

Forța normală menționată în Figura 1 corespunde masei vehiculului operând proporțional pe o roată.

Deși o presiune mai mare a aerului în anvelope reduce rezistența la rulare prin reducerea îndoirii cauciucului pneurilor și a suprafeței de contact dintre pneuri și drum (fricțiunea la alunecare), aceasta are un impact negativ asupra aderenței pneurilor pe suprafața rutieră și asupra confortului în conducerea vehiculului.

Dacă presiunea din anvelope este prea mică, aceasta poate duce la un consum mai mare de energie ca urmare a rezistenței mai mari la rulare datorate efectului de îndoire. Mai mult, crește uzura pneurilor și riscul exploziei acestora. La aproximativ 85% din presiunea ideală, durabilitatea pneurilor scade cu 20 de procente.

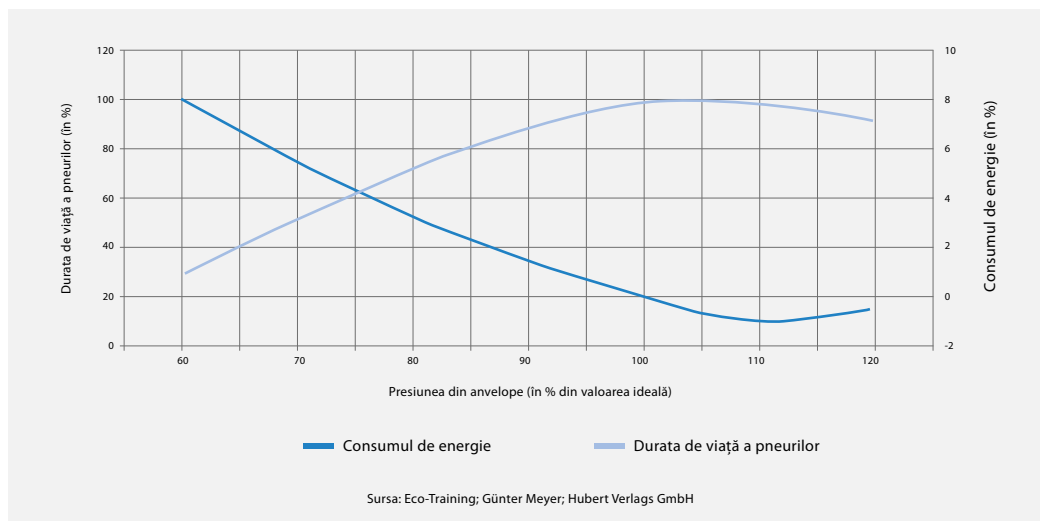


Fig. 2: Durabilitatea și consumul de energie în funcție de presiunea din anvelope

Consumul mai mare de energie este principala diferență dintre pneurile de vară și cele de iarnă în ceea ce privește conducerea economică. Pneurile de iarnă au o rezistență mai mare la rulare datorită profilului mai adânc și determină un consum mai mare de energie cu până la 10%.

Rezistența la urcare

Rezistența la urcare este forța necesară pentru a putea depăși o diferență de altitudine în amonte. Rezistența la urcare este alcătuită din influențele indicate în Figura 3.

$$\text{Rezistența la urcare} = \text{Masa vehiculului} \times \text{Gravitația (=9,81m/s}^2\text{)} \times \text{Cosinus gradientului drumului}$$

Fig. 3: Influențele asupra rezistenței la urcare

Rezistența aerodinamică

Forța care trebuie folosită pentru dezlucuirea aerului este numită rezistență aerodinamică. Rezistența aerodinamică este dependentă pătratic de viteza de conducere; aceasta înseamnă că dublarea vitezei de conducere va determina o rezistență aerodinamică de patru ori mai mare.

Alți factori determinanți includ suprafața transversală a vehiculului, coeficientul de rezistență la înaintare (forma aerodinamică) și densitatea aerului.

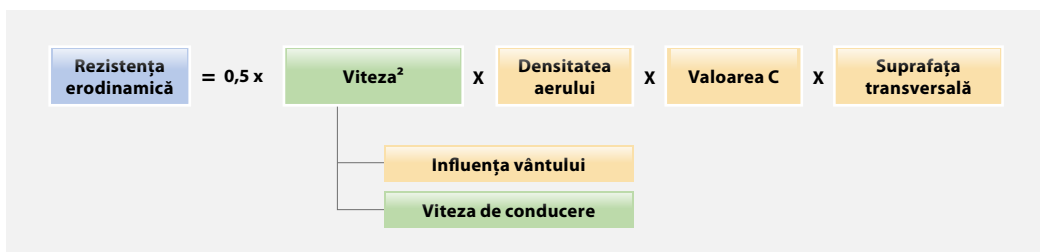


Fig. 4: Influențele asupra rezistenței aerodinamice

Rezistența la accelerație

Inerția vehiculului și a componentelor mobile instalate în acesta determină rezistența la accelerație. Principiul fizic al inerției înseamnă că un corp având o masă rămâne în starea de inerție până în momentul când se aplică o forță asupra acestui corp. În ingineria autovehiculelor, aceasta înseamnă folosirea energiei pentru modificarea vitezei. Apar următoarele influențe în rezistența la accelerație:

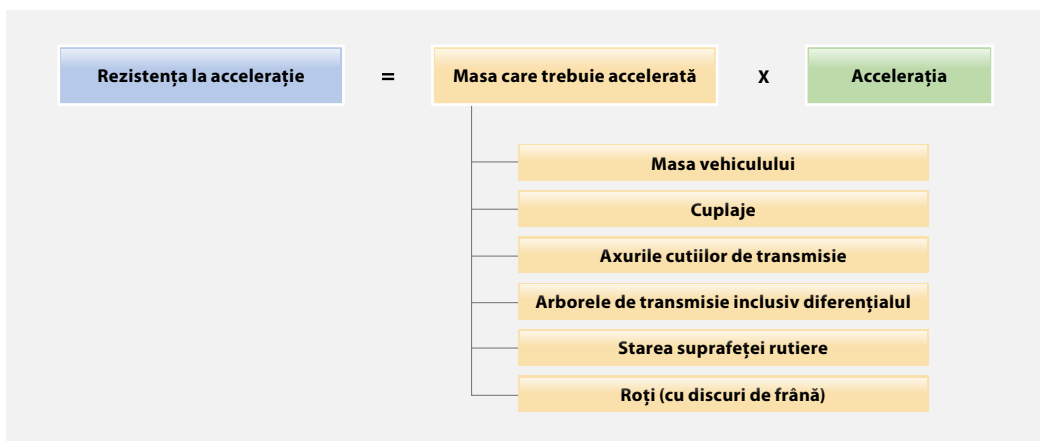


Fig. 5: Influențele asupra rezistenței la accelerație



Din conexiunile rezistenței la conducere individuale se poate arăta că doi factori semnificativi joacă un rol important în operarea cu economisire de energie a vehiculelor utilitare:

- **Înainte de a începe călătoria:**
inspecția stării vehiculului, îndeosebi a pneurilor
- **În timpul călătoriei:**
alegerea adecvată a vitezei de conducere

1.5 Stările vehiculului în mișcare

În timpul deplasării, vehiculele se pot afla în diferite stări. Tocmai în transportul public pe distanțe scurte între stații cunoștințele legate de stările vehiculului în mișcare devin mai importante, deoarece există o influență imediată asupra consumului de energie, iar acesta poate fi influențat în mod semnificativ de alegerea unui stil de conducere adecvat. În cele ce urmează, sunt descrise patru stări posibile în ale vehiculelor în mișcare:

- **Accelerarea**
Accelerarea înseamnă creșterea vitezei de conducere prin aportul de energie. Forța de propulsare a vehiculului trebuie să fie mai mare decât rezistența la conducere care acționează în direcția contrară deplasării.
- **Starea stabilă**
Starea stabilă înseamnă menținerea unei viteze de conducere constante. În acest caz, trebuie folosită o cantitate precisă de energie, corespunzătoare rezistenței la conducere care acționează în direcția contrară deplasării.
- **Rularea**
Viteza de conducere scade prin rulare. Uneori, aceasta se datorează rezistenței la conducere care acționează în sens contrar deplasării vehiculului. În timpul rulării, nu se cheltuiește energie pentru deplasarea înaintea a vehiculului.
- **Frânarea**
Frânarea înseamnă reducerea vitezei de conducere. În cazul troleibuzelor, aceasta are loc, în general, prin intermediul frânelor electrice care pot recupera o parte a energiei. Frânarea cu frânele mecanice determină transformarea întregii energii de frânare în căldură, prin fricțiunea dintre discul de frână și plăcuța de frână, aceasta pierzându-se apoi în mediu.

Stările vehiculului în mișcare pot fi perfect prezentate printr-o diagramă viteză-timp. Astfel, se arată o curbă de viteză trapezoidală în ciclul de conducere cu conducere stabilă (a se vedea Figura 6).

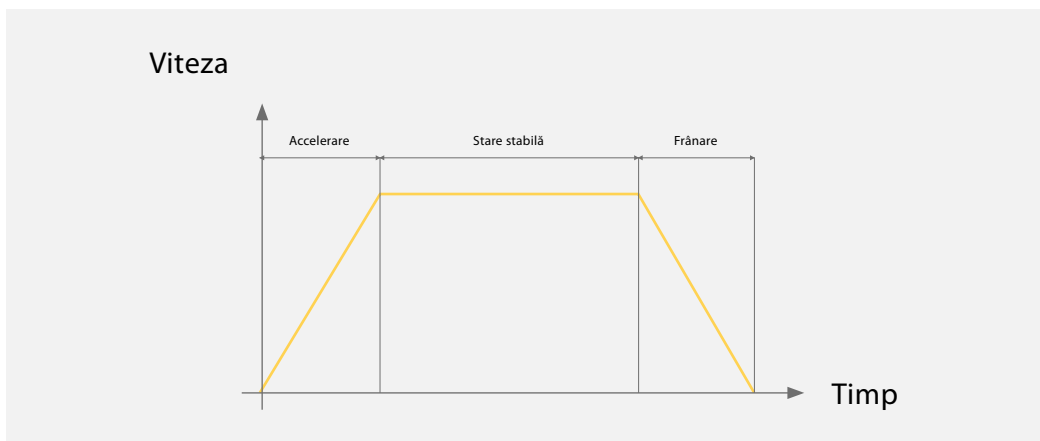


Fig. 6: perfect driving cycle
with steady state Speed

Figura 7 arată ciclul perfect de conducere cu o pondere maximă a rulării. Datorită faptului că nu trebuie cheltuită energie pentru rularea vehiculului, acest ciclu de conducere este considerat a fi ciclul cu un nivel minim de consum energetic. Acest ciclu de conducere poate fi reprezentat ca un triunghi în diagrama viteză-timp.

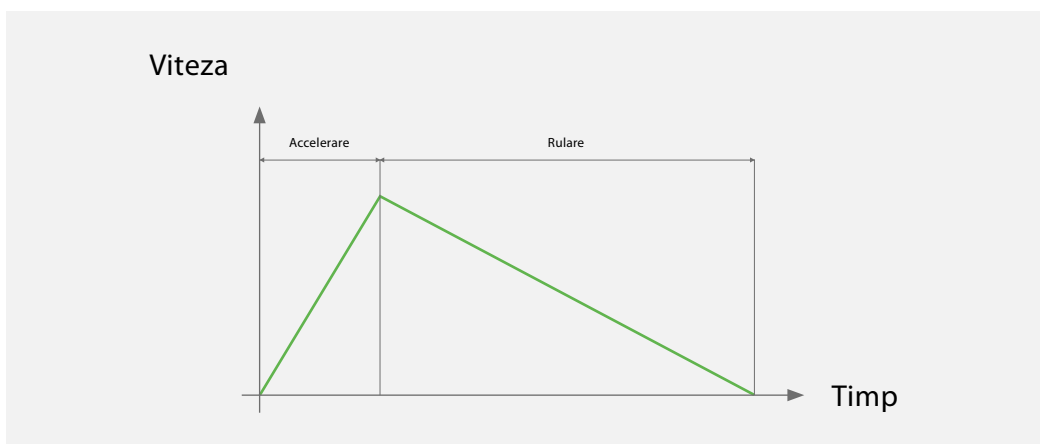


Fig. 7: perfect driving cycle
with maximum
rolling ratio

Aceasta arată că ciclurile de conducere cu o pondere mai ridicată a rulării sunt cele mai eficiente din punct de vedere energetic. În realitate, forma ciclului de conducere este cel mai adesea un pătrat, dat fiind că, de obicei, este necesar să se frâneze la următoarea stație. Stările autovehiculului în mișcare cunoscute ca starea stabilă și frânarea ar trebui reduse la minimum, pe cât posibil.

2. Sistemul „troleibuz”

Sistemul „troleibuz” se caracterizează prin lipsa emisiilor la nivel local și o funcționare aproape fără zgomot. Acest sistem și caracteristicile sale vor fi prezentate în secțiunile ce urmează.

2.1 Alimentarea cu energie

Alimentarea cu energie pentru propulsarea vehiculului și acționarea echipamentelor auxiliare este asigurată de liniile de contact. Curentul asigurat de compania furnizoare de energie este transformat în curent continuu în substațiile de redresare (SR) și integrat în rețeaua de linii de contact.

Diferitele secțiuni alimentate de substațiile de redresare sunt separate folosind zone izolate de linii de contact („izolatoare”). Izolatoarele mai vechi funcționează utilizând simple distanțe de izolare, de aceea nu poate fi obținut niciun curent de la rețeaua de linii de contact din astfel de zone, iar comutatorul de alimentare a troleibuzului trebuie oprit. Izolatoarele moderne sunt concepute ca separatoare cu diode, astfel că, în principiu, alimentarea cu energie a vehiculului este garantată. Pentru a elimina restricțiile de confort și pentru a proteja utilizarea tehnologiei disponibile (atât pentru vehicule, cât și pentru liniile de contact), chiar și aceste izolatoare trebuie abordate cu comutatorul de alimentare oprit, pe cât posibil.

Totuși, linia de contact nu este folosită numai pentru a furniza troleibuzelor energie. Aceasta poate și recupera energie în timpul acțiunilor de frânare și o poate folosi pentru a asigura energie altor vehicule din aceeași secțiune de alimentare. Acest proces, denumit recuperare, permite o recuperare de până la 25% a energiei cinetice a troleibuzului în cazul în care se folosește frâna electrică în momentul aplicării frânei. Energia recuperată este folosită mai întâi pentru cerințele proprii ale echipamentelor auxiliare ale troleibuzului, iar surplusul de energie este transmis înapoi în rețeaua de linii de contact (a se vedea Figura 9). Dacă nu se poate recupera energia, energia în surplus generată de frânare din rezistoarele montate deasupra plafonului este transformată în căldură și se pierde în mediu.



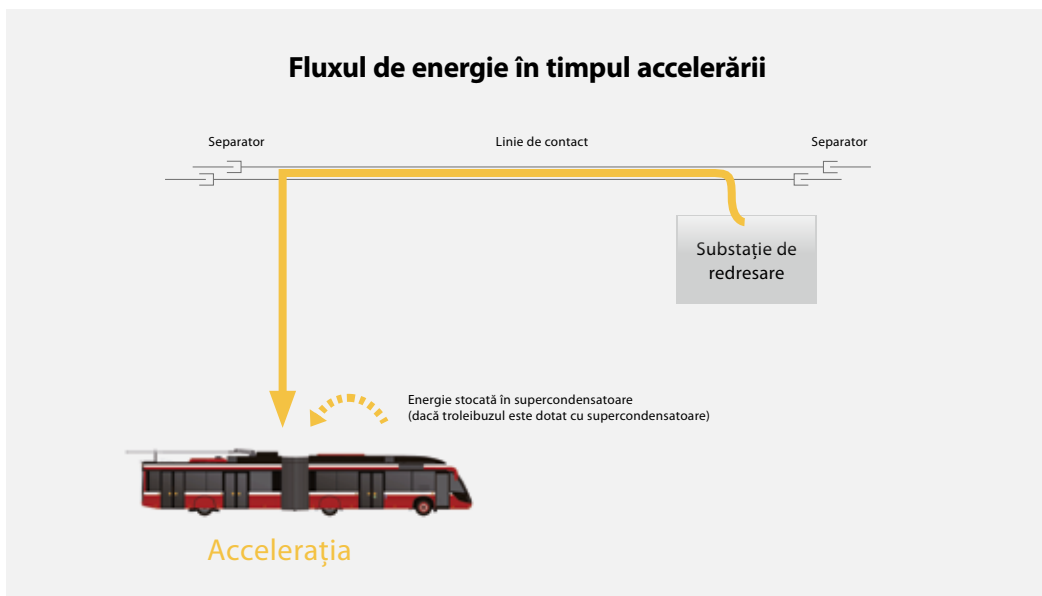


Fig. 8: Fluxul de energie în timpul accelerării

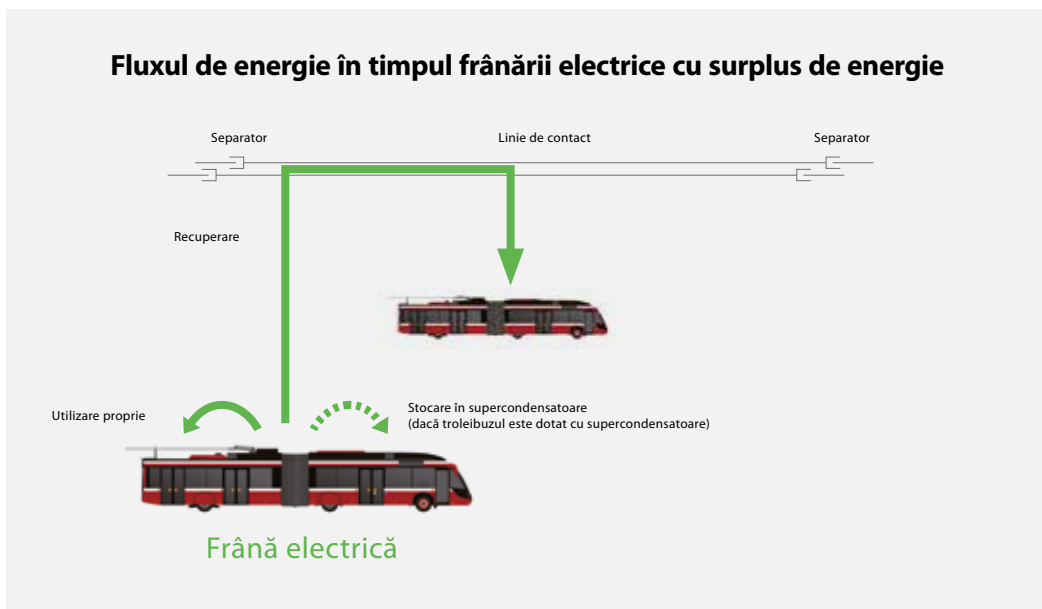


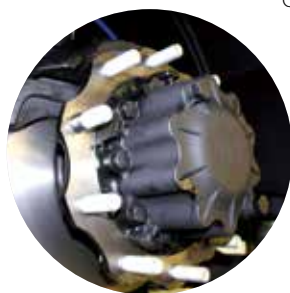
Fig. 9: Fluxul de energie în timpul frânării electrice cu surplus de energie

Ca urmare a cererii de curent, fiecare accelerare a troleibuzului duce la o reducere a tensiunii liniei de contact și fiecare proces de frânare cu frâna electrică duce la o creștere a tensiunii liniei de contact pentru troleibuz.

Troleibuzele cu supercondensatoare stochează o parte a energiei recuperate în timpul frânării în aceste supercondensatoare, folosind-o apoi pentru procesele de accelerare din poziția de staționare sau la o viteză mică. Acest tip de gestionare a energiei la bordul troleibuzului ajută la micșorarea sarcinii asupra infrastructurii de linii de contact, deoarece se reduce efectul reducerii și al creșterii tensiunii liniei de contact în timpul accelerării și al decelerării.

2.2 Ingineria autovehiculelor

Curentul din linia de contact este captat folosind un colector de corect și este direcționat apoi prin filtrul de intrare, descărcătorul de supratensiune și comutatorul principal către sistemele electronice de control (a se vedea Figura 10). Filtrul de intrare este folosit pentru liniarizarea curentului, care poate prezenta unele iregularități în curba de tensiune datorită diferitelor influențe externe.



Descărcătorul de supratensiune (descărcător de cădere catodică) este folosit ca un scut integrat la bord împotriva supratensiunii din linia de contact, care poate avea, într-o anumită măsură, niveluri semnificative de energie, putând distruge o serie de componente de inginerie ale autovehiculului. Supratensiunea este cauzată de trăsnete directe sau în apropiere, impulsuri electromagnetice și de procedurile de comutare din rețelele magistrale de alimentare. Comutatorul principal poate separa galvanic troleibuzul de linia de contact.



Componentele sistemelor electronice de alimentare și de control sunt instalate în compartimentele de echipamente montate pe plafon la troleibuzele moderne cu platformă joasă. Acestea includ invertorul de impuls direct (IID) pentru controlul motoarelor de tracțiune și convertizoarele statice (CS) pentru alimentarea sistemelor electrice auxiliare ale troleibuzului. În general, filtrul de intrare și contactoarele electrice sunt instalate în compartimentul de echipamente montat pe plafon. Compartimentul de echipamente montat pe plafon conectat la tensiunea liniei de contact pe partea de intrare prezintă o unitate compactă pe plafonul troleibuzului. Protecția pasivă împotriva accidentelor este asigurată prin poziționarea în afara zonei de amortizare. Izolarea dublă a componentelor conductoare de înaltă tensiune, importantă pentru troleibuze, este integrată și ea în compartimentul de echipamente montat pe plafon.

Invertorul de impuls direct (IID) folosit pentru controlul electric al motorului de tracțiune este alimentat cu energie direct din linia de contact prin filtrul de intrare și generează blocuri de tensiune de lățime variabilă pentru alimentarea motorului de acțiune.

Prin acest proces, caracterizat ca modulație a lățimii impulsului, se poate genera un sistem trifazic de curent și frecvență variabile care pot transporta energia în ambele sensuri. Tranzistoarele bipolare cu grilă izolată (IGBT – Insulated Gate Bipolar Transistor) – caracterizate printr-o frecvență mare de comutare și prin pierderi mici – sunt utilizate ca elemente de comutare. Prin această tehnologie avansată, se poate frâna electric până aproape de oprirea totală folosind comenzile adecvate și, astfel, se poate realiza o recuperare maximă de energie.

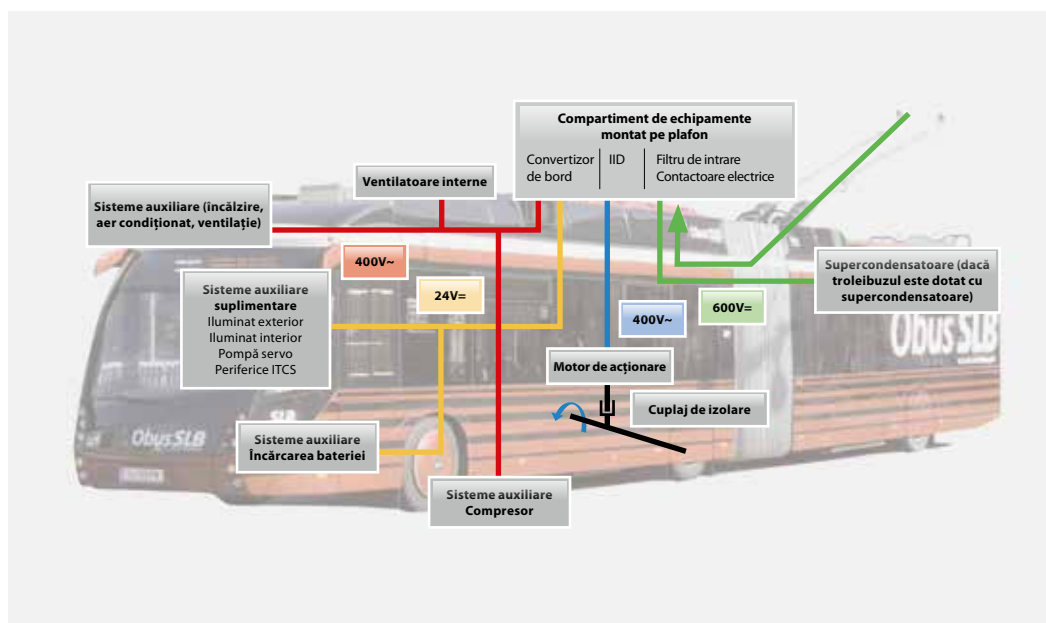


Fig. 10: Componente pentru operarea și controlul unui troleibuz

Din cabina șoferului se poate schimba direcția cu ajutorul butoanelor D, N și R; totuși, aceasta poate depinde de tipul de vehicul.



Invertorul static asigură alimentarea cu energie a echipamentelor auxiliare. La majoritatea troleibuzelor, este o alimentare cu tensiune continuă de 24 V și o alimentare trifazică la 400 V. Acționarea compresorului se realizează prin alimentarea trifazică de 400 V, iar încărcarea bateriei și alimentarea echipamentelor auxiliare, cum ar fi iluminatul interior și exterior, servopompele și perifericele ITCS (Information Technology and Communication Services – servicii de tehnologia informației și comunicațiilor) sunt asigurate prin alimentarea cu tensiune continuă de 24 V (a se vedea și Figura 10). Din motive de siguranță, toate ieșirile sunt separate galvanic în paralel față de tensiunea liniei de contact direct conectată la intrare.

Transformarea energiei electrice furnizate de linia de contact în energie cinetică mecanică se realizează prin magnetismul motoarelor electrice. Motorul electric funcționează mai simplu și mai eficient decât un motor cu combustie. Acesta constă dintr-un stator (extern) și un rotor (intern). Rotorul este mobil și este dotat cu magneți permanenți având un pol nord și un pol sud. Prin controlul electric al acționării cu ajutorul invertorului de impuls direct, troleibuzul nu are nevoie de un mecanism de transmisie pentru transmiterea acestei rotații. Din cabina șoferului se poate schimba direcția cu ajutorul butoanelor D, N și R; totuși, aceasta poate depinde de tipul de vehicul.

La vehiculele moderne, se folosesc motoare asincrone. Alegerea numărului corect de poli este extrem de importantă în faza de achiziție, dat fiind că motoarele cu 6 poli sunt, de obicei, mai costisitoare; totuși, motoarele cu 4 poli consumă mai multă putere datorită curentului de control continuu necesar pentru determinarea direcției de rotație a indusului motorului, însă în general au o dimensiune mai mică pentru același debit.

Motorul de acționare este conectat la arborele de transmisie printr-un cuplaj de izolare pozitiv în care, pe de o parte, izolarea electrică se realizează între componentele de înaltă tensiune și partea mecanică de acționare, iar pe de altă parte, forța de acționare a motorului poate fi transferată aproape fără nicio pierdere.

Surplusul de energie generat de acțiunile de frânare cu frâna electrică, care nu este necesar pentru utilizarea proprie a vehiculului și care nu poate fi retransmis în linia de contact din lipsă de consumatori, trebuie transformat în căldură în rezistența frânei electrice. În plus, rezistența frânei electrice alături de motorul de acționare operat ca generator se conformează cerințelor legale privind frâna permanentă. Rezistența frânei este controlată de limitatorul de frânare integrat în IID. Frâna electrică nu necesită întreținere.

Frânele electrice pot fi aplicate până la realizarea opririi. Motorul de deplasare este folosit ca generator. Astfel, frâna mecanică este rareori necesară, iar uzura fizică normală a plăcuțelor de frână este semnificativ redusă. Aceasta înseamnă și o reducere a timpilor de întreținere, sporind astfel disponibilitatea vehiculului.



2.3 Vehicule cu supercondensatoare

Supercondensatoarele, cunoscute tehnic ca și condensatoare electrice cu dublu strat, sunt condensatoare electrochimice cu o densitate energetică de sute de ori mai mare decât condensatoarele electrolitice. Supercondensatoarele sunt folosite pentru stocarea energiei în diverse aplicații, cum ar fi vehiculele, dispozitivele medicale și de mică putere, echipamentele electrocasnice pe bază de energie alternativă sau în completarea bateriilor. În sectorul transportului public, acest tip de stocare a energiei a fost instalat pe troleibuze, pe autobuze hibride și electrice și pe vehicule feroviare ușoare și grele. La troleibuze, modulele sunt amplasate, de obicei, pe plafonul vehiculului, însă depinde de tipul de vehicul.

Supercondensatoarele sunt alcătuite din două straturi de material identic (de obicei, carbon activ) conectate printr-un electrod și despărțite printr-un separator subțire. Porozitatea materialului permite stocarea unor cantități mari de energie de încărcare într-un volum mic.



Avantajele utilizării troleibuzelor cu supercondensatoare constau într-o rată foarte înaltă de recuperare a energiei (de până la 90%) în timpul decelerării folosind frâna electrică și într-o economisire globală de energie operațională de până la 25%, în funcție de topografie și de rețeaua de linii de contact. În plus, se pot reduce supra-sarcinile din substații și riscurile arcurilor voltaice între liniile de contact și colectoarele de curent. Dispozitivele integrate la bord au o fiabilitate sporită.

Pentru a obține avantaje maxime, sistemul de supercondensatoare trebuie dimensionat în funcție de caracteristicile rețelei de troleibuze în care va funcționa troleibuzul respectiv. Există întotdeauna un număr de module care reprezintă soluția cea mai eficientă. Numărul de module necesar pentru obținerea unor avantaje maxime depinde de curbele, de pantele și de viteza fiecărei rute de troleibuz, dat fiind că mai multe module aduc o economie mai mare de energie, dar și un consum mai mare de energie determinat de greutatea suplimentară.

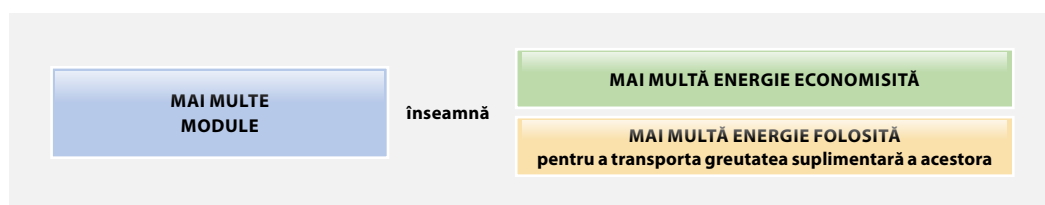


Fig. 11: Influența numărului de module de supercondensatoare



3. Conducerea economică a troleibuzelor

3.1 Aspecte fundamentale

Conducerea economică înseamnă o conducere cu un consum redus de energie, cu uzură redusă și în conformitate cu normele de protecție a mediului. Aceasta depinde, în esență, de următoarele aspecte:

- tadiul tehnic de dezvoltare a troleibuzelor
- starea vehiculului și întreținerea regulată a troleibuzului
- gestionarea liniilor, densitatea traficului și utilizarea troleibuzului
- stilul de conducere al șoferului, îndeosebi conducerea anticipativă
- utilizarea adecvată a sistemului de încălzire, de aer condiționat și de ventilațiem

Volumul traficului, traseul (starea drumului și topografia), gradul de utilizare a troleibuzului și tipul de vehicule din sistemul de transport public nu pot fi în niciun fel influențate de șofer (prezentate cu galben în Figura 12). Se acordă o mai mare importanță factorilor care pot fi influențați de șofer, cum ar fi stilul de conducere, conducerea anticipativă și controlul sistemului de încălzire, de aer condiționat și de ventilație.

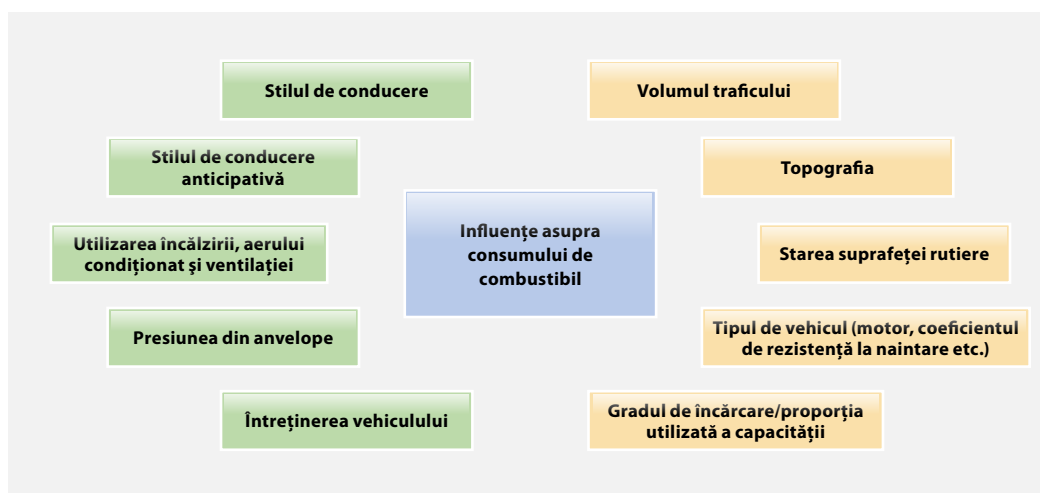


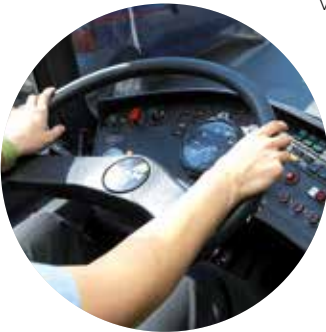
Fig. 12: Influențele asupra consumului de energie

În plus, șoferul (și/sau garajul) poate (pot) verifica presiunea din anvelope și starea vehiculului. O bună cooperare cu centrul de comandă și cu atelierul mecanic prin explicarea precisă a posibilelor defecțiuni ale vehiculului este la fel de importantă precum respectarea instrucțiunilor de operare.

3.2 Efectele stilului de conducere

Rentabilitatea operării troleibuzelor depinde în mare măsură de stilul de conducere al șoferului. Șoferului îi revine responsabilitatea de a se asigura că pasagerii sunt transportați nu doar în siguranță și la timp, ci și cu folosirea eficientă a energiei.

Alegerea deliberată a stilului de conducere și conducerea anticipativă sunt de prim plan pentru economisirea energiei în timpul operării.



Cu ocazia curselor de probă, s-au încercat și testat influențele stărilor vehiculului în mișcare (a se vedea și secțiunea 1.5) asupra consumului de energie și a tensiunii liniilor de contact. Măsurătorile rezultate în urma acestor curse de probă sunt prezentate în Figura 14. Ambele grafice de sus arată curba vitezei și accelerația în timp. Sunt prezentate apoi curentul și puterea proporțională cu acesta (puterea = tensiune * curent, a se vedea secțiunea 1.3).

Pa baza diferitelor cicluri de conducere din cursa de probă, s-a constatat că:

- accelerarea ar trebui să se facă rapid;
- starea stabilă ar trebui evitată complet;
- ponderea rulării cu respectarea orarului ar trebui să fie cât se poate de mare;
- ar trebui să se evite frânarea redundantă și ideal ar fi ca recuperarea de energie să se producă doar prin frânele electrice inuzabile.

Ar trebui să se evite accelerarea frecventă și doar redusă deoarece, la rulare, echipamentele auxiliare sunt alimentate prin autoexcitarea cu energie. Fiecare operare a comutatorului de conducere determină creșterea puterii de compensare, ceea ce duce la un consum sporit de energie. În fiecare proces de accelerare, ținta ar trebui urmărită ținând seama de viteza maximă admisă pentru a permite o fază de rulare de lungă durată.



O pondere mare a rulării este posibilă doar cu un stil anticipativ de conducere și cu o distanță bine măsurată în raport cu vehiculul din față, ceea ce înseamnă nu doar o economie de energie, ci și un confort sporit în conducere. Un stil anticipativ de conducere înseamnă a conduce fără procese inutile de accelerare și frânare. Procedurile neneesare de demaraj (de exemplu, deplasarea frecvență prin ambuteiaje sau prin sisteme de semaforizare indicând oprirea) ar putea fi, de asemenea, evitate printr-un stil anticipativ de conducere.

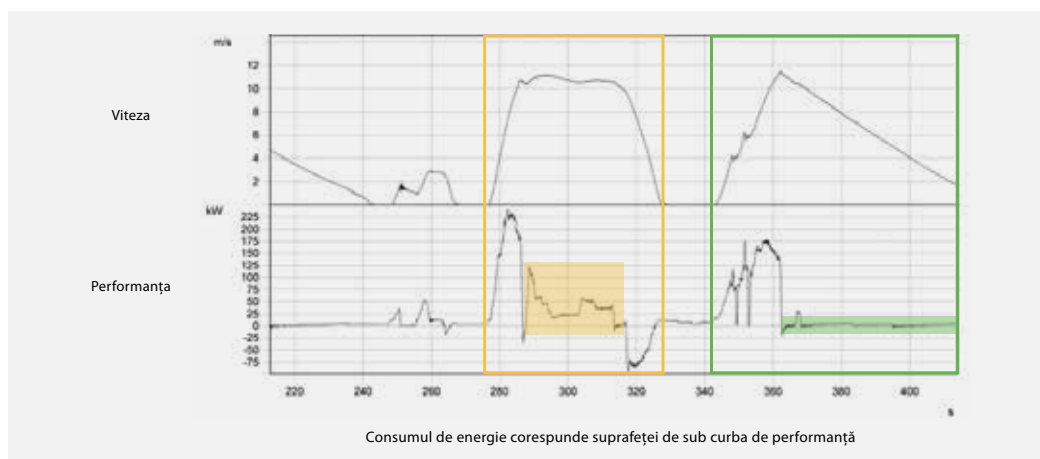


Fig. 13: stările reale ale vehiculului în mișcare cu starea stabilă (galben) și de rulare (verde) Viteza

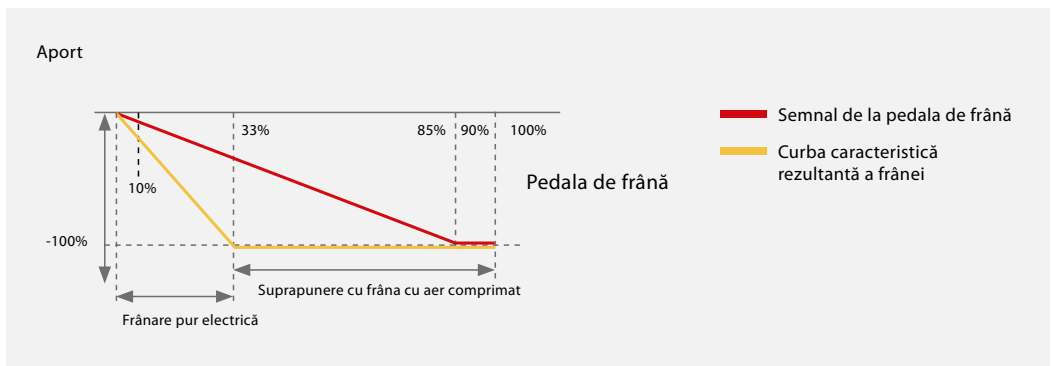
Pentru a putea profita de o pondere cât mai mare a rulării în intervalul de timp planificat disponibil, timpul de oprire ar trebui să fie păstrat cât mai scurt.

Deși energia este recuperată în timpul frânării cu frâna electrică, viteza de conducere ar trebui aleasă pe baza unui stil de conducere anticipativ, astfel ca frânarea să fie redusă la minimum.

3.3 Frânarea cu un consum redus de energie cu ajutorul frânei electrice

Pentru acțiunile de frânare la troleibuze, după aspectul siguranței, accentul se pune pe modul cel mai eficient de recuperare a energiei de frânare. Prin operarea pedalei de frână, motorul de tracțiune acționează ca un generator, ceea ce înseamnă că este posibilă recuperarea energiei de frânare. Sistemul de frână electrică este reglat de la pedala de frână în care este integrată frâna mecanică, operată cu aer comprimat.

La majoritatea troleibuzelor aflate în exploatare, atunci când se folosește pedala de frână, prezentată în Figura 14 ca o curbă caracteristică roșie, numai frâna electrică este activă. La apăsarea continuă a pedalei de frână, cuplul frânei (curba caracteristică galbenă) crește la 100%. La aproximativ două treimi din cursa pedalei de frână (în funcție de tipul de vehicul), frâna electrică rămâne constantă cu un efect de 100%; aceasta sporește și efectul frânei mecanice prin continuarea operării pedalei de frână. Efectul rezultat al pedalei de frână este, prin urmare, liniar și rapid, fără smucituri sau modificări ale cuplului frânei.



Pentru răspunsul de frânare, înseamnă că pedala de frână nu este niciodată operată complet, ci până la maximum două treimi din cursă, pentru a recupera cât mai multă energie de frânare și pentru a proteja frânele mecanice. Cu toate acestea, siguranța trebuie să aibă întâietate.

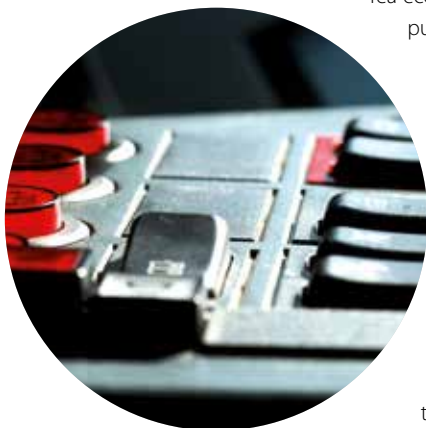
Fig. 14: Interacțiunea frânelor electrice și a frânei pneumatice

3.4 Utilizarea adecvată a sistemului de încălzire, de aer condiționat și de ventilație

Controlând manual sistemul de încălzire, de aer condiționat și de ventilație, șoferul poate aduce o contribuție suplimentară semnificativă la reducerea consumului de energie printr-o utilizare responsabilă. Ar trebuie să se evite încălzirea/răcirea vehiculului cu geamurile deschise.

3.5 Diferențe față de conducerea economică a vehiculelor cu motoare diesel

Vehiculele care funcționează pe bază de energie electrică și vehiculele propulsate de motoare cu combustie diferă în mod semnificativ în ceea ce privește conducerea economică. Chiar și mecanismul de transmisie necesar pentru transmiterea puterii de la motor la roți este crucial pentru nivelul general de eficiență a vehiculului.



Un mecanism de transmisie în lanțul de acționare dintre motor și arborele motor este necesar, deoarece motoarele cu combustie oferă un cuplu suficient numai într-un interval limitat de viteză. Aceasta face posibilă varierea vitezei și/sau a raportului de cuplu între motor și arborele motor. Se face o distincție între cutiile de viteză manuale și cutiile de viteză automate.

Datorită conexiunii pozitive din cutiile de viteză, acestea au un nivel mai înalt de eficiență decât cutiile de viteză automate nepozitive. Totuși, autobuzele utilizate pentru transportul urban local au, de obicei, o cutie de viteză automată cu patru până la șase viteze pentru a spori confortul în conducere. Cutiile de viteză pozitive necesită o întrerupere a lanțului de acționare (decuplare) pentru procedura de schimbare, în timp ce cutiile de viteză automate nu trebuie întrerupte în lanțul de acționare datorită convertorului hidraulic.

Pentru a conduce cu viteze diferite în gamele de viteză relativ favorabile, este necesară schimbarea diferitelor trepte de viteză. Acest lucru este posibil prin intermediul cutiilor de viteză perfecționate, cu schimbare față și spate a gamei. La autocare, există sisteme ajutătoare auxiliare pentru schimbarea treptelor de viteză, cum ar fi schimbarea automată preselectată (SVS, AS Tronic) și schimbarea electro-pneumatică (EPS).



Schimbarea treptelor de viteză ale cutiei de viteză automate poate fi influențată de pedala de accelerație. Dacă șoferul lasă la timp pedala de accelerație, cutia de viteză schimbă automat în treapta de viteză imediat inferioară.

Pentru a spori gradul de eficiență, convertorul de cuplu este plafonat peste o anumită viteză de conducere. Aceasta se face în funcție de viteză și de încărcătură și poate fi între 5 și 35 km/oră. Trebuie accelerat numai folosind o admisie parțială de combustibil până la procedura de schimbare pentru a reduce pierderile determinate de diferențele de turație.

Emisiile joacă și ele un rol important în cazul motoarelor cu combustie. Pe de o parte, emisiile pot fi reduse printr-o manieră de condus care să conserve carburantul și prin reducerea asociată a consumului de carburant; pe de altă parte, acest lucru este posibil grație diferitelor proceduri de posttratare a gazelor de evacuare, care au căpătat o importanță tot mai mare prin introducerea treptată a standardelor de emisii Euro din 1990 încoace. De la introducerea standardului de emisii Euro 4 în 2006, limitele emisiilor de gaze de evacuare nu mai pot fi atinse fără posttratarea gazelor de eșapament.

Valorile-limită Euro 5 permit emisii maxime de oxizi de azot (NO_x) de doar 2 g/kWh și o emisie de particule de maximum 0,02 g/kWh.

În cadrul unui sistem de recirculare a gazelor de evacuare (EGR), o parte a gazelor de evacuare este redirectionată în admisia de aer printr-o valvă pentru a fi amestecate cu aer proaspăt. Amestecul de aer proaspăt și gaze de evacuare are un conținut mai redus de oxigen (O_2), contribuind astfel la reducerea temperaturilor de ardere din camera de combustie. Temperaturile de ardere mai mici duc la o reducere la oxizilor de azot nocivi (NO_x). Creșterea generării de funingine și monoxid de carbon (CO) este contracarată de un convertor catalitic.

Numai un catalizator RCS (reducție catalitică selectivă) poate determina o reducere suplimentară a emisiilor de evacuare. Amoniacul (NH_3) sub forma unei soluții apoase de uree în concentrație de 32,5% este injectat în gazele de evacuare în fața catalizatorului SCR. Soluția este cunoscută sub denumirea de AdBlue. Amoniacul și apa (H_2O) sunt create prin reacția chimică (reacție de hidroliză). Amoniacul reacționează cu oxizii de azot în gazele de evacuare din catalizatorul SCR, ceea ce reduce emisiile de NO_x . Avantajul posttratării gazelor de evacuare folosind catalizatorul SCR este că nu duce la pierderi de performanță sau la un consum suplimentar de carburant.

4. Siguranța

Cerința de siguranță este primordială iar toți ceilalți factori se subordonează acestei cerințe. O manieră de conducere anticipativă contribuie la siguranță și reduce la minim riscurile atât pentru pasageri cât și pentru șofer. Un comportament corect în eventualitatea unor avarii și accidente este esențială, de aceea referiri la aceste aspecte au fost incluse în capitolele următoare. Obiectivul principal este de a avea cât mai puține pagube, de a evita pagube adiționale și de a minimaliza riscurile către terți.

4.1 Comportamentul corect în cazul accidentelor

În cazul în care avaria este cauzată de un accident, atunci șoferul trebuie să facă uz de toate resursele necesare, într-o manieră calmă și rezonabilă, pentru a rezolva avaria, pentru a minimaliza pagubele și pentru a evita pagube ulterioare adiționale. Dacă un factor de risc nu poate fi eliminat imediat, atunci zona de potențial pericol trebuie să fie securizată.

Pentru a realiza acest lucru, vehiculul trebuie oprit, luminile de avarie porinite iar troleibuzul protejat de o eventuală pornire și rulare neautorizate. Contactul principal trebuie să fie oprit atunci dacă acest echipament există în dotarea troleibuzului, și, dacă este necesar, colectoarele de curent trebuie deconectate.

Pentru siguranța personală, vehiculul trebuie evacuat numai purtând o vestă reflectorizantă. Pe drumurile secundare sau autostrăzi, șoferii sunt obligați legal să poarte o vestă reflectorizantă în momentul evacuării vehiculului (conform legislației naționale în vigoare).

După ce vehiculul este evacuat, scena accidentului trebuie securizată și triunghiul de avarie din dotarea vehiculului plasat conform legislației naționale.

Numai în acest moment echipajul pentru prim-ajutor poate intra în zona de pericol și poate scoate părțile implicate în accident din zonă.



În momentul în care părțile implicate în accident și echipajul pentru prim-ajutor nu mai sunt supuși riscului datorat unei terțe părți, echipajul de intervenție pentru situații de urgență contactat poate interveni. Numărul comun european pentru situații de urgență este 112 (conform Directivei 2002/22/CE privind serviciul universal de intervenție) și este integrat standard în agenda telefoanelor GSM. 112 este utilizat în Austria, Belgia, Bulgaria, Croația, Cipru, Republica Cehă, Danemarca, Estonia, Finlanda, Franța, Georgia, Germania, Grecia, Ungaria, Islanda, Irlanda, Italia, Letonia, Liechtenstein, Lituania, Luxemburg, Macedonia, Malta, Muntenegru, Olanda, Norvegia, Polonia, Portugalia, România, Serbia, Slovacia, Slovenia, Spania, Suedia, Elveția, Turcia, Ucraina și Marea Britanie, alături de celelalte numere de urgență naționale. Pentru acest serviciu, este important să poată fi oferit un rezumat cât mai detaliat al situației respective.

Martorii oculari și părțile implicate în accident trebuie reținute pentru a contribui la completarea raportului accidentului și pentru a oferi datele lor personale (nume, adresă, datele de contact) trebuie notate. Trebuie completat un raport al accidentului și sau o declarație a accidentului, care să cuprindă și expunerea modului în care a avut loc accidentul; pot fi folosite și fotografii ale scenei accidentului pentru păstrarea dovezilor. În plus, trebuie comunicate datele de asigurare ale părților implicate (compania, numărul de asigurare, cardul de asigurare).

Centrul de control este responsabil de informarea organizațiilor aferente pentru a oferi asistență după accident și pentru evitarea risurilor.

Șoferul troleibuzului implicat în accident și/sau avarie, sau care a fost primul oprit din continuarea călătoriei, este responsabil de informarea centrului de control.

4.2 Comportamentul în cazul unor defecțiuni tehnice ale troleibuzului

Defecțiunile tehnice ale troleibuzului pot avea diverse cauze și pot cere abordări diferite. Dacă un troleibuz a fost oprit în traseu, șoferul trebuie să asigure și să monitorizeze vehiculul. Troleibuzul oprit poate fi protejat împotriva rulării prin folosirea frânei de mână și, în cazul în care frâna cu arc lipește sau este nefuncțională, vehiculul trebuie asigurat cu ajutorul unor corpuri de oprire a rulării roților. În continuare, contactul principal trebuie oprit și, dacă este necesar, colectoarele de curent îndepărtate. Cheia de contact trebuie scoasă și șoferul trebuie să o păstreze asupra lui.

În eventualitatea izolării avariilor troleibuzului, contactul principal trebuie oprit în timp ce ușile sunt încă închise. Apoi șoferul trebuie să îndepărteze colectoarele. În cazul în care se suspectează o defecțiune la echipamentul electric după accident, nu trebuie pornit și condus vehiculul. Trebuie informat centrul de control.

4.3 Tractarea

Trebuie acordată o atenție deosebită tractării unui troleibuz. Nici un pasager nu trebuie transportat într-un troleibuz tractat. Viteza de tractare nu trebuie să depășească 30km/oră. Semnul general de pericol trebuie atașat în partea din spate a troleibuzului tractat ("remorcat").

4.4 Comportamentul în caz de incendiu

În cazul în care este detectat un incendiu la bordul troleibuzului, vehiculul trebuie oprit și securizat într-un loc oportun (dacă este posibil nu în interiorul unui tunel sau a unei subtraversări). Contactul principal trebuie oprit, totuși troleibuzul nu trebuie oprit sau bateria de alimentare principal deconectată deoarece acest lucru ar putea opri ușile să se deschidă automat. Este posibil să le fie permis pasagerilor să evacueze vehiculul prin manevrarea deschiderii ușilor. Persoanele rănite trebuie identificate și scoase în afara zonei de pericol. Serviciile de urgență trebuie apelate prin informarea centrului de control.

Șoferul trebuie să îndepărteze colectoarele de curent și poate încerca să stingă focul folosind extintoarele de foc, în funcție de posibilități și de utilitatea acestui lucru.

4.5 Comportamentul în cazul deraierii troleelor

În cazul în care a fost observată o deraiere a troleelor, vehiculul trebuie oprit imediat, luând în considerare pasagerii și traficul din acel moment.

Firele de troleu, troleele și linia de contact din punctual de deraiere vor fi subiectul unei inspecții vizuale. Atingerea troleelor în timp de alte fire sunt încă conectate la sistemul troleibuzului este interzisă. Îndepărtarea părții superioare sau atingerea vehiculului conectat și a liniei de contact sunt de asemenea interzise.

Contactul principal trebuie oprit înainte de a re-conecta și/sau de a îndepărta firele. În troleibuzele în care bara de tractare se află în compartimentul pasagerilor, deschiderea ușii nu trebuie acționată, ci ușa respectivă trebuie deschisă folosind clapeta de urgență. Astfel este posibil să fie evitate o deschidere prea bruscă a ușilor respective.

Pe drumurile publice trebuie purtată vesta reflectorizantă.

Firele troleibuzului trebuie conectate la linia de contact numai folosind bara pentru trolee din dotare.

Centrul de control trebuie informat imediat privind orice deraiere a troleelor, iar acestea trebuie înregistrate în jurnalul de parcurs al vehiculului. Dacă au avut loc și pagube asupra troleibuzului, liniei de contact sau a unor terțe părți implicate, centrul de control trebuie notificat în scris în plus față de notificarea verbală inițială. Colectoarele de curent cu trolee avariate nu mai trebuie utilizate. Trebuie așteptate instrucțiuni de la centrul de control înaintea continuării călătoriei.

4.6 Avarierea sistemelor de linii de contact

Se cere o atenție deosebită în cazul în care părți ale liniei de contact atârnă deoarece poate exista tensiune de operare între ambele linii de contact (contact plus și minus). Dacă există riscul ca alți participanți la trafic să vină în contact cu liniile de contact, șoferul troleibuzului care ajunge primul la fața locului trebuie să securizeze într-un mod adecvat zona periculoasă. Este interzisă apropierea de sau atingerea liniilor de contact sau de alimentare, precum și a altor fire conectate de acestea, fără măsuri de protecție adecvate.

În cazul în care un vehicul se află în contact cu firele care atârnă, pasagerii trebuie să rămână calmi în interiorul vehiculului până în momentul în care serviciul de remediere a avariei sosește la fața locului. Cu toate acestea, dacă în același timp izbucnește un incendiu, o deconectare de urgență a liniei de contact trebuie operată de către centrul de control. Dacă acest lucru nu este posibil, pasagerii trebuie să sară din troleibuz pentru a evita arcurile electrice (step voltage!) și trebuie asigurat faptul că drumul a fost izolat deasupra ieșirii folosind mijloacele existente (spre exemplu, cu ajutorul unor haine uscate).



În cazul în care o persoană vine în contact cu un fir de curent electric, persoana poate fi protejată numai folosind obiecte non-conductoare de curent. Persoana trebuie trasă numai ținută de haine. Persoana care oferă asistență trebuie în primul rând să stea pe o suprafață suficient de bine izolată, de exemplu pe o pătură izolantă, un carton sau un material gros și uscat. Alte obiecte sau instrumente utile pentru îndepărtarea conductoarelor parcurse de curent sunt dispozitivele de blocare a conductoarelor de curent și, dacă există, cârlige de salvare din material izolator.



În cazul în care călătoria reluată este întreruptă datorită unei defecțiuni la rețeaua electrică, ar trebui exploatată viteza (momentul), dacă este posibil, iar troleibuzul să fie oprit astfel încât traficul să nu fie perturbat în mod semnificativ. Colectoarele de curent trebuie îndepărtate într-un loc potrivit. Troleibuzele dotate cu un sistem de rulare auxiliar își continuă parcursul folosind sistemul alternativ.

Se poate suspecta o supraîncărcare a rețelei electrice atunci când au loc întreruperi de curent repetate într-o perioadă scurtă de timp. În acest caz trebuie acordată o atenție deosebită atunci când se conduce cu viteză redusă și trebuie evitată pornirea simultană a mai multor vehicule. Unde este necesar, centrul de control poate da ordine de plecare individuale pentru a evita o pornire simultană. Acolo unde este posibil, trebuie oprite sistemele de încălzire, aer condiționat și ventilație, precum și alte echipamente auxiliare.

Dacă un vehicul din flota de troleibuze cu luminile de avarii pornite este oprit într-un sistem de troleibuze, troleibuzul trebuie oprit la o distanță suficientă de vehiculul de mentenanță. Șoferul troleibuzului trebuie să stabilească contactul vizual cu flota de troleibuze și să își continue călătoria numai după ce s-a primit semnalul de la flotă, supraveghetorii prezenți sau prin instrucțiuni primite de la centrul de control. Trebuie acordată o atenție deosebită la traversarea zonei periculoase. Se poate mări viteza numai după ce colectoarele de curent din zona periculoasă au fost depășite și poziția firelor de contact permite acest lucru.



5. Organizarea sesiunilor de formare

Sesiunile de formare se organizează în cinci etape. Scopul acestor sesiuni este de a dezvolta un stil de conducere economic și de a implementa abilitățile necesare în procesul zilnic de transport public.

- **Introducerea și acționarea sistemului troleibuz**
- **Conducere practică**
- **Stil economic de conducere a unui troleibuz**
- **Conducerea practică ținând cont de cunoștințele privind conducerea economică**
- **Aspecte legate de siguranță în timpul conducerii troleibuzelor**

În total, formarea se desfășoară într-un interval de timp de 7 ore.

În timpul etapelor practice se va măsura consumul de energie folosind un program special și în final înregistrat în jurnalul de parcurs. În plus față de datele legate de călătorie (lungime, durată, viteza medie) și valorile energiei pot fi citite în acest jurnal de parcurs.

Valorile energiei totale aplicată pe kilometru parcurs și consumul rezultat din operațiunea de conducere pe kilometru parcurs sunt cruciale pentru o conducere economică în ceea ce privește consumul de energie.

În cazul în care consumul scade cu 0.10 kWh datorită unui stil de condus mai eficient, la un parcurs total de 5 milioane de kilometri, ar rezulta o economie anuală de 500,000 kWh.

Nume Muster
Vehicul nr. 308
Data 01.06.2012

Parametri	Valori
Interval de măsurare	0,22 ore
Distanța	5,83 km
Viteza medie (pentru timp, viteza nu a fost 0)	30,74 km/oră
Energia captată de la liniile de contact	10,74 kWh
Energia recuperată către liniile de contact	2,07 kWh
Energia captată minus energia recuperată	8,67 kWh
Energia consumată pentru powertrain	10,07 kWh
Energia produsă de powertrain	3,58 kWh
Energia consumată de sistemele auxiliare adiționale	1,18 kWh
(pompa, compresor, încălzirea bateriei)	
Energia consumată de sistemul de încălzire	0,00 kWh
Energia captată pe kilometru	1,84 kWh/km
Energia recuperată pe kilometru	0,36 kWh/km
Energia captată pe kilometru minus energia recuperată pe kilometru	1,49 kWh/km
Consumul de energie pe kilometru	1,11 kWh/km

Drücken: 09.12.2014

Semnătura _____

Fig. 15: Model de înregistrare a măsurătorilor consumului de energie din timpul etapelor practice de formare



Partenerii ACTUATE

Consortiul proiectului ACTUATE este format din cinci companii de transport public din **Salzburg** (Salzburg AG, Austria), **Brno** (DPMB, Republica Cehă), **Parma** (TEP S.p.A., Italia), **Leipzig** (LVB, Germania) și **Eberswalde** (BBG, Germania), care deja operează vehicule acționate electric, precum și Leipziger Aus- und Weiterbildungsbetriebe - departamentul formare și dezvoltare (**LAB**), producătorul belgian de autobuze **Van Hool** și asociația internațională pentru promovarea sistemelor de e-autobuze inovative, cu zero-emisii **trolley:motion** (Austria). Proiectul este coordonat de **Rupprecht Consult** GmbH (Germania).



Co-finanțat prin Programul Intelligent
Energy Europe al Uniunii Europene

actuate



Conducerea economică în sectorul transportului public

Există 3 cerințe de conducere economică în sectorul transportului public:

Cerința de siguranță

Toate celelalte cerințe sunt subordonate cerinței de siguranță.

Cerința de punctualitate

Punctualitatea în sectorul transportului public este o cerință, însemnând o plecare nici prematură, nici întârziată dintr-o stație.

Cerința de rentabilitate

Conducerea economică înseamnă reducerea la minimum a consumului de energie și protejarea vehiculului ținând seama de cerințele de siguranță și de punctualitate.

Se aplică următoarele principii la conducerea unui vehicul de transport public: siguranța înainte de punctualitate și punctualitatea înainte de siguranță.



Cele cinci reguli de aur pentru o conducere economică:

- Accelerarea ar trebui să se facă rapid;
- Starea stabilă ar trebui să se facă rapid;
- Ponderea rulării cu respectarea orarului ar trebui să fie cât se poate de mare;
- Ar trebui să se evite frânarea redundantă și ideal ar fi ca recuperarea de energie să se producă doar prin frânele electrice;
- Utilizarea inteligentă a sistemelor de încălzire, aer condiționat și ventilație, în cazul în care acestea nu sunt controlate automat să funcționeze într-un mod optim.

Siguranța

Comportamentul corect în cazul accidentelor

În cazul în care avaria este cauzată de un accident, șoferul trebuie să facă uz de toate resursele într-un mod calm și rațional pentru a remedia avaria, a reduce pagubele și pentru a evita pagube ulterioare.

- Vehiculul va fi oprit și luminile de avarie pornite
- Vehiculul va fi securizat împotriva pornirii și rulării neautorizate
- Frâna de mână va fi trasă pentru a evita deplasarea vehiculului
- Dacă este necesar, colectoarele de curent trebuie îndepărtate
- Pentru siguranța personală, se va părăsi vehiculul numai purtând vesta reflectorizantă
- Zona accidentului/a avariei va fi protejată
- Părțile terțe implicate în accident vor fi scoase în afara zonei de pericol
- Se oferă primul ajutor și va fi cerut ajutor
- Pentru rapoartele accidentului, opriți martorii oculari și schimbați datele necesare

Centrul de control este responsabil de informarea serviciilor de ajutor necesare pentru asistență după accident și pentru evitarea pericolului.

Șoferul troleibuzului implicat în accident și/sau avarie, sau care a fost primul oprit din continuarea călătoriei, este responsabil de informarea centrului de control.



Co-finanțat prin Programul Intelligent
Energy Europe al Uniunii Europene