

7.1.7 Postul de conducere

Organizare habitacul

Organizarea postului de conducere și amplasarea comenzilor vor fi realizate conform standardelor și reglementărilor internaționale în vigoare. Acesta trebuie să fie executat într-o concepție modernă, cu o vizibilitate bună pentru vatman.

Scaunul vatmanului va fi ergonomic, reglabil pe 3 trei direcții, cu suspensie pneumatică, cu amortizor de șocuri și suport lombar. Postul de conducere va fi dotat cu compartiment pentru lucrurile personale ale vatmanului respectiv compartiment pentru alte accesorii.

Postul de conducere va fi prevăzut pe partea stângă cu un geam culisant. Geamurile laterale din zona de vizibilitate a oglinzilor retrovizoare vor fi prevăzute cu sistem de degivrare, cu temporizator, pentru a asigura o vizibilitate corespunzătoare vatmanului. Cabina de conducere trebuie să fie prevăzută cu un parasolar fix (folie sau tratament ceramic) la partea de sus a parbrizului, pe toată lungimea lui și două parasolare de tip rulou unul frontal și unul lateral stânga pentru postul de conducere.

Tramvaiele trebuie să fie echipate cu o instalație de tipul "om mort", care să asigure oprirea tramvaiului în cazul pierderii capacității de comandă a acestuia de către vatman.

În partea din spate a fiecărui tramvai trebuie să fie instalat un pupitru asigurat (închis cu cheia) pentru efectuarea manevrelor de deplasare cu spate cu o viteză de maxim 15 km/h, cu semnal acustic, precum și cu posibilitatea unei opriri normale și de avarie.

Tabloul de bord

Tabloul de bord va fi dotat cu computer de bord cu afișaj digital multifuncțional ce include și funcția de diagnosticare la bord OBD.

Tabloul de bord va respecta condițiile ergonomice impuse de normele internaționale și va conține toate elementele de comandă ale subansamblurilor și instrumentele destinate controlului și acționării tramvaielei. Inscricționările din cabina de conducere trebuie să fie de tipul permanent, ușor lizibile și în limba română (nu se acceptă autocolante).

Carcasa și panoul comenzilor vor fi realizate în așa fel încât să evite reflexia luminii, vor fi construite din material rezistent la razele solare și vor fi echipate cu:

- Computer de bord cu afișaj digital multifuncțional care va încorpora tehnologie pentru stocare, prelucrare de date și afișare referitoare la funcționarea, exploatarea, monitorizarea și diagnosticarea tramvaiului (OBD);
- Computer de bord care va fi integrat cu sistemul informatic de gestiune și diagnosticare electronică a tramvaielei (SIGDE). Se va furniza software-ul de analiză și diagnoză pentru tramvai și licența software-ului;
- Conectivitate: datele vor fi transferate pe ieșiri standardizate, care în legătură cu computerul de gestionare management de trafic (CGMT) va efectua transmiterea de date online și wireless la Depoul de Tramvaie, sau la locurile de parcare (patru locații) în vederea analizării acestora.

Bordul tramvaielei va avea toate aparatele, echipamentele, butoanele, martorii luminoși și acustici, comutatoare etc. pentru efectuarea tuturor comenzilor necesare unei bune funcționări a tramvaielei, urmărirea bunei funcționări, indicarea apariției deficiențelor funcționale sau a defectării unor componente sau agregate, a cauzelor apariției defecțiunilor (OBD), diagnoză, memorarea evenimentelor, comunicările către călători, etc. din care nu vor lipsi, obligatoriu:

- Vitezometru;
- Kilometraj (odometru);
- Butoane individuale de comandă a ușilor cu lămpi de semnalizare integrate pentru semnalizarea închiderii – deschiderii acestora, respectiv buton de acționare separat pentru ușa postului de conducere;
- Buton de comandă de securitate care să asigure în caz de urgență frânarea tramvaiului, oprirea motorului electric și deschiderea ușilor.

Suplimentar față de instalațiile de siguranța circulației, la bord trebuie să existe cel puțin următoarele semnale vizuale și (sau) acustice:

- Indicator tensiune în linia de contact;
- Lampă frână electrică anulată;
- Lampă baterie descărcată;
- Lampă întrerupător automat deconectat;
- Lampă și sonerie pentru sesizarea lipsei tensiunii de alimentare;
- Lampă și sonerie lipsă încărcare, sursă statică defectă;
- Lampă schimbare macaz;
- Lampă ușa deschisă;
- Lampă avarie aeroterme compartiment pentru călători;
- Lampă siguranțe arse sau întrerupător principal decuplat.

Computerul de bord, care va putea fi accesat pe magistrala CAN pentru descărcarea datelor, va avea o interfață pentru utilizator ușor accesibilă cu meniu obligatoriu și în limba română.

Acesta, va furniza pe display următorii parametri:

- Supratemperatura motoarelor electrice de tracțiune;
- Supratemperatura convertizorului static și a inverterului de tracțiune;
- Lipsa tensiunii în rețea;
- Tensiunea în rețea;
- Starea de încărcare a bateriilor de acumulatori, etc. voltmetru.

Neîncadrarea în valorile optime ale acestor parametri de funcționare va fi avertizată optic și acustic la bord.

Parametrii critici (ex. supratemperatura motoarelor electrice de tracțiune, supratemperatura inverterului, sursa statică, supracurenții din aerotermele de încălzire etc.) vor fi memorati și vor fi descărcați în Depoul de Tramvaie, în vederea analizării de către personalul tehnic al utilizatorului.

Autodiagnosticarea la bord prin OBD va fi realizată prin intermediul sistemului de gestiune electronic al tramvaielor. Computerul de bord va semnaliza pe display defectele apărute în timpul funcționării tramvaielor la toate sistemele aflate sub monitorizare și în mod obligatoriu vor fi afișate defectele sistemelor ce concurează la siguranța circulației. Defectele vor fi afișate prin mesaj de tip text, în limba română sau pictograme și nu sub formă de cod de defect. Ofertantul va furniza nomenclatorul de defecte. Avertizarea la bord va fi distinctă și sugestivă pentru: defecte grave (tramvaielor nu li se permite deplasarea) și separat pentru defecte curente (tramvaielor li se permite deplasarea).

Facilitățile oferite de software-ul calculatorului de bord, trebuie să permită restricționarea accesului vatmanului la reglajul parametrilor setați, respectiv la resetarea defectelor memorate.

Vatmanul trebuie să se autentifice cu codul de angajat al utilizatorului la începerea și închiderea schimbului.

Toate datele stocate în computerul de bord, prin intermediul CGMT, se vor descărca online în computerele de la locurile de descărcare (Depoul de Tramvaie), în vederea analizării datelor, a prelucrării lor și a întocmirii situațiilor și rapoartelor specifice.

Parametrii monitorizați și memorați sunt următorii:

- Viteza maximă de deplasare și depășirea vitezei legale;
- Consumul de energie instantaneu și total (cu contoarele total neresetabile și parțial resetabile de către personalul autorizat), consumul de energie pentru tracțiune, consumul de energie recuperată și consumurile de energie aferente fiecărui vatman;
- Poziția deschis a rampei de acces pentru persoane cu mobilitate redusă;
- Funcționarea ușilor de acces. Valori înregistrate;
- Depășirea valorilor maxime ale temperaturilor de funcționare pentru: motoarele electrice de tracțiune, echipamentele electronice de tracțiune și servicii auxiliare, instalația de aer condiționat etc.;
- Frânarea (acelerații/decelerații în afara recomandărilor de exploatare economice) bruscă;
- Număr de acționari ale pedalei de accelerație și frânare;
- Fișa de accident care indică detalii referitoare la: frânări, viteză, lumini, stare uși, date identificare vatman, oră;
- Timpul de funcționare al motoarelor electrice de tracțiune (contor neresetabil), parametrul necesar activității de întreținere a tramvaielor;
- Kilometri efectiv rulați (contor total neresetabil și parțial resetabil). Conectivitate: computerul de bord va transmite datele computerului de gestiune și management trafic (CGMT). Se acceptă și varianta unui singur calculator care să îndeplinească toate funcțiile calculatorului de bord și ale computerului de gestiune și management trafic (CGMT). Datele stocate trebuie să fie disponibile și pentru alte sisteme printr-o interfață standardizată.

Se va livra aparatura necesară descărcării online și WLAN a datelor, montată pe tramvaie cât și cea situată la locurile de descărcare a datelor (Depoul de Tramvaie), precum și software, licențe software și interfețele de descărcare a datelor.

Se va asigura aparatura, software-ul, licențele, interfețele etc. necesare diagnosticării și reparării subansamblurilor asigurate de către sub furnizorii producătorului și care nu sunt integrate în sistemul general de gestiune și diagnosticare electronică a tramvaiului (inclusiv școlarizarea personalului).

Software-ul pentru computer trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

- Să permită procesarea de rapoarte multicriteriale în vederea analizării datelor după descărcarea acestora în Depoul de Tramvaie sau la platformele de parcare;
- Interfața cu utilizatorul să fie în limba română;
- Să fie ușor de utilizat și de înțeles;
- Să permită generarea automată de rapoarte și statistici (definirea rapoartelor de bază, a analizelor predefinite din modulele statistice, generarea de rapoarte cu interval de timp selectabil, configurarea afișării pentru diferite nivele de agregate și sortarea rezultatelor, predefinirea filtrelor cu aplicare periodică pentru rapoarte și statistici etc.);

- Să permită editarea altor rapoarte decât cele standard (pe baza datelor stocate).

Amplasarea componentelor echipamentului trebuie să fie realizată astfel încât să asigure un acces ușor pentru depanare cât și pentru vizualizarea facilă a informațiilor afișate.

7.1.8 Podeaua, covorul, rampa pentru persoanele cu mobilitate redusă

Podeaua tramvaielor va fi realizată în varianta coborâtă. Nu se admit trepte pe toată suprafața disponibilă pentru călătorii aflați în picioare. Se admit zone ale podelei cu o denivelare longitudinală constantă (în formă de pantă sau rampă) a culoarului central doar în zona boghiurilor. În această zonă, înclinația podelei pe direcție longitudinală nu va fi mai mare de 6 % dar cu o diferență de nivel de maxim 50 mm. Înălțimea podelei tramvaielor în zona ușilor de acces va fi de maxim 375 mm de la nivelul superior al șinei, în condițiile unui bandaj nou, și de 350 mm în condițiile unui bandaj aflat la limita maximă de uzură acceptată.

Tramvaiele vor fi prevăzute cu o rampă pentru facilitarea accesului persoanelor cu mobilitate redusă. Rampa pentru urcarea persoanelor cu mobilitate redusă trebuie să aibă un mecanism cu acționare comandată, simplu și fiabil, ușor și rapid de manevrat. Rampa trebuie să fie acoperită cu material cu rezistență la uzură și proprietăți antialunecare pe ambele fețe.

Rampa, de tip platformă autoridicătoare, trebuie să permită accesul persoanelor cu mobilitate redusă și în stațiile care nu sunt prevăzute cu refugii/peroane destinate îmbarcării/debarcării călătorilor. Astfel rampa să permită accesul persoanelor cu mobilitate redusă de la nivelul superior al șinei (NSS) la nivelul podelei din dreptul ușilor.

Poziția „rampă coborâtă” va fi semnalizată optic la bord iar în această situație, sistemul de siguranță al tramvaielor nu va permite punerea acestora în mișcare. Rampa va fi marcată cu material reflectorizant, pentru a fi vizibilă noaptea în poziția „rampă coborâtă”. Podeaua tramvaielor se va executa, din materiale hidrofuge, ignifuge, cu proprietăți fonoabsorbante și izolate termic.

Podeaua va fi acoperită de un covor, lipit etanș, rezistent la uzură, antiderapant, impermeabil și ignifug. Pentru covor, soluția tehnică a montajului și îmbinările la margini va evita dezlipirea, pătrunderea apei și a impurităților sub acesta. Tipul covorului va fi pentru trafic intens, cu durata de viață de minim 8 ani. Culoarea covorului va fi în concordanță cu designul general al compartimentului pentru călători. Podeaua trebuie să fie compusă dintr-un număr cât mai mic de segmente îmbinate, precum și trebuie să fie ușor de curățat. Îmbinările plăcilor separate din podea trebuie să protejeze împotriva pătrunderii apei în tramvai. Grosimea minimă a învelișului podelei trebuie să aibă 2,5 mm și suprafața învelișului trebuie să fie antialunecare. În mod obligatoriu trebuie să fie asigurată o deplasare ușoară a persoanelor cu mobilitate redusă, precum și a călătorilor în picioare.

7.1.9 Dispozitivele de legătură (cuplare) dintre vagoanele tramvaielor

Toate componentele sistemului de legătură dintre modulele tramvaiului trebuie să asigure o etanșare perfectă și o ținută de drum corespunzătoare pentru curbe cu raze minime pe traseu urban de **20 metri** și raze minime în depou, la viteză maximă 5 km/h, de **16 metri**.

Burdiful sistemului de legătură va fi realizat din materiale rezistente la condițiile de mediu înconjurător și care nu vor permite pătrunderea prafului, apei, noroiului, etc. în interiorul tramvaiului.

Toate reperele, conductele, furtunurile, cablurile electrice etc. din zona sistemului de legătură între module vor fi poziționate și fixate corespunzător astfel încât să nu existe pericolul desprinderii lor în timpul funcționării, al frecării cu alte repere, al distrugerii izolației cablurilor

electrice, sau a producerii de zgomote sau vibrații necorespunzătoare.

Tramvaiele oferite trebuie să fie echipate cu scuturi pentru prevenirea căderii călătorilor sau obiectelor mai mari sub roțile tramvaiului.

7.1.10 Instalația de ștergere și spălare a parbrizului

Tramvaiele trebuie să fie prevăzute cu ștergătoare și instalație de spălare a parbrizului. Această instalație va dispune de un sistem de reglare a vitezei atât pentru funcționarea continuă, cât și pentru funcționarea intermitentă cu interval de timp reglabil.

Instalația va permite vizibilitatea prin funcția de ștergere și spălare atât în partea stângă cât și în partea dreaptă a parbrizului cu un mecanism conjugat. Lamelele ștergătoarelor trebuie să asigure o curățire a minim 60 % din suprafața geamului din față cu scopul asigurării unei vizibilități cât mai bune.

7.2 Boghiurile

Cadrelor boghiurilor vor avea o construcție robustă, care să nu permită deformarea sau fisurarea acestora pe durata exploatării. Boghiurile pot fi fixe sau rotitoare. Boghiurile vor asigura o suspensie elastică a tramvaiului, având în construcție elemente din cauciuc care să asigure suspensia de gradul I (primară) și arcuri elicoidale care să asigure suspensia de gradul II (secundară), sau alte variante constructive echivalente.

Sistemul de suspensie care va echipa tramvaiele va fi un sistem modern, testat pentru condițiile de exploatare din România.

Suspensia elastică trebuie să fie reglabilă și să asigure o înălțime de la partea superioară a șinei până la cel mai de jos punct al tramvaiului de 80 cm, atunci când tramvaiul nu este încărcat și bandajele sunt noi.

Suspensiile au un rol foarte important în reducerea vibrațiilor și a zgomotelor de rulare, ajutând la păstrarea unui ambient liniștit atât pentru călători cât și pentru zonele adiacente liniilor de tramvai.

Roțile tramvaielor vor fi montate pe osii, iar în construcția lor vor fi folosite elemente elastice de cauciuc între bandajul și butucul roții pentru a asigura o prindere elastică cu o bună amortizare a vibrațiilor.

Sistemul de arcuri al boghiurilor trebuie să fie realizat în minim două trepte și să transmită cât mai puține vibrații.

Îmbinarea seturilor de roți, a caroseriei și a tuturor elementelor suspendate trebuie să asigure confortul în timpul deplasării, precum și stabilitatea tramvaiului. Vibrațiile din timpul deplasării vor fi cât mai reduse și nu vor provoca o senzație de disconfort călătorilor. Ofertantul va prezenta felul și tipul amortizoarelor folosite pentru tramvaie. Boghiurile de acționare (cu motor de tracțiune) trebuie să fie încărcate cât mai simetric posibil, și toate osiile să fie de acționare (motoare). Tramvaiul poate să fie echipat și cu boghiuri de rulare sau alergătoare (fără motor de tracțiune).

Ramele boghiurilor vor avea o durată de exploatare de minim 30 de ani.

Ramele boghiurilor trebuie să fie interschimbabile atât pentru boghiurile de acționare cât și pentru cele de rulare.

Fiecare boghiu de acționare trebuie să fie echipat cu trei sisteme de frânare independente.

Ofertantul va preciza greutatea fiecărui tip de boghiu, felul suspensiei de gradul I (primară), felul suspensiei de gradul al II-lea (secundară).

Bandajele roților vor avea un profil corespunzător modelului de șină cu canal folosit în zona de exploatare, care va fi comunicat de către **utilizator** ofertantului declarat câștigător.

7.3 Sistemul de frânare

Tramvaiele trebuie să fie echipate cu următoarele sisteme de frânare independente, care trebuie să respecte regulile de siguranță pentru circulația în condiții de trafic urban:

- frână de încetinire electrică (electrodinamică);
- frână de staționare (electrohidraulică);
- frână electromagnetică pe șina de rulare.

7.3.1 Frâna electrică

Frâna electrică va avea următoarele caracteristici:

- Sistemul de frânare va fi echipat cu sisteme de control a tracțiunii antiblocare și antialunecare;
- Frâna electrică va fi comandată de la aceeași pedală ca și frâna electrohidraulică;
- Trecerea pe sistemul de frânare electrohidraulic trebuie să se realizeze automat, fără șocuri (întreruperi) atunci când frânarea electrică nu mai este eficientă;
- Frâna electrică trebuie să funcționeze normal la întreruperea rețelei de contact pe separatori sau încrucișări și să fie dimensionată pentru situațiile în care tensiunea în rețeaua de contact nu permite recuperarea de energie;
- La frânarea electrică este obligatoriu ca energia generată în timpul frânării să fie returnată în rețeaua de alimentare sau disipată pe rezistențele de frânare;
- La frânarea electrică curentul și tensiunea în motoarele electrice nu trebuie să depășească limitele admise de acestea;
- La frânarea electrică se va asigura un grad maxim de recuperare, iar trecerea frânei electrice de la un regim de funcționare la altul (reostatic sau recuperativ) trebuie să se realizeze automat, în cadrul aceluiași ciclu fără efecte asupra dinamicii tramvaiului;
- În cazul defectării frânei electrice trebuie să se realizeze comutarea automată pe frâna electrohidraulică corespunzător poziției de acționare a pedalei de frână.

7.3.2 Frâna de staționare (electrohidraulică)

Frâna de staționare (electrohidraulică) trebuie să fie prevăzută cu două circuite independente și cu posibilitatea de vizualizare la bord a presiunilor de lucru.

Frâna de staționare (electrohidraulică) va avea următoarele caracteristici:

- Efectul maxim de frânare va corespunde cursei maxime de acționare a pedalei de frână (manetă de frână / manetă controler);
- Frâna de staționare trebuie să fie activă la toate seturile de roți;
- Frâna de staționare trebuie să fie separată pentru fiecare dintre boghiuri;
- Frâna de staționare va avea prioritate de funcționare la acționarea simultană accidentală a pedalelor de frână și de accelerație (manetă de frână / manetă controler);
- Controlul frânei de staționare va realiza aplicarea continuă a forței de frânare (fără șocuri);
- Frâna de staționare pentru roțile de rulare trebuie să fie activă pe durata întregului proces de frânare electrică;

- Pe toată durata funcționării sistemului de frânare nu se admite producerea de zgomote și vibrații, pentru toată gama de viteze și de forțe de frânare, indiferent de gradul de uzură al acestuia;
- Dacă sistemul de frânare de staționare, respectiv sistemul de frânare electric devin nefuncționale, forța mecanică a sistemului de frânare trebuie să mențină tramvaiul încărcat la maxim pentru un interval de timp nedefinit, pe o pantă cu o înclinare de 9 %;
- Toate elementele sistemului de frânare trebuie să fie protejate împotriva agenților exteriori: praf, ploaie, ceață, noroi, zăpadă, chiciură, gheață, apă cu sare, produse petroliere, materiale și soluții antiderapante;
- Accesul la sistemele de frânare trebuie să facă ușor pentru lucrările de mentenanță și reparații.

Dacă tramvaiul rămâne fără tensiune de alimentare de la linia de contact și fără tensiune în bateriile de acumulatori, iar sistemele de frânare reostatic și electromagnetic nu mai sunt funcționale, va acționa imediat sistemul de frânare electrohidraulic și va bloca cel puțin osiile boghiului motor (boghiurilor motoare). Acestea vor putea fi deblocate mecanic doar după legarea tramvaiului de remorcher și asigurarea acestuia.

7.3.3 Frâna electromagnetică pe șine

Frâna electromagnetică cu forță de apăsare stabilă, trebuie să aibă posibilitatea unei acționări concomitente, împreună cu celelalte sisteme de frânare, precum și o variantă a „frânei de siguranță”. Alimentarea sistemelor de frânare suplimentare trebuie să fie realizată cu ajutorul bateriei de acumulatori de 24 Vcc. În situația frânării în modul de avarie, această frână va participa în mod obligatoriu la procesul de frânare. Ofertantul va indica tipul, producătorul, forța de frânare (kN), intensitatea curentului (A), greutatea (kg), tensiunea nominală (V), curentul nominal (A).

În ofertele depuse, se vor furniza toate informațiile legate de modul de testare a sistemului de frânare în conformitate cu standardele în vigoare.

Fiecare dintre ofertanți trebuie să anexeze schemele sistemelor de frânare (în conformitate cu prevederile SR EN 13452-1:2004 [4], sau cu normele echivalente).

7.3.4 Frânarea de siguranță în caz de pericol

Tramvaiele trebuie să fie echipate cu un mecanism de declanșare în regim de avarie a sistemului de frânare de către călători, care să poată fi acționate în situații excepționale. Această declanșare în regim de avarie a sistemului de frânare trebuie să fie posibilă din minim două locuri situate în compartimentul călătorilor (frânare de urgență 2, care limitează decelerația la valoarea de minim $1,2 \text{ m/s}^2$). Un mecanism similar trebuie să se regăsească și în apropierea vatmanului (frânare de urgență 4, care limitează decelerația la valoarea de minim $2,8 \text{ m/s}^2$), iar declanșarea acestuia trebuie să poată fi realizată prin intermediul unui buton de culoare roșie cu marcajul de pericol conform standardelor și normativelor în vigoare (SR EN 13452-1:2004 [4] și SR EN 13452-2:2004 [5]).

Acționarea sistemului de frânare în regim de avarie din compartimentul călătorilor trebuie să fie semnalizată la bord, în zona vatmanului cu ajutorul unui simbol separat și cu indicarea mecanismului acționat.

Pentru ca tramvaiul să poată să fie repornit, se va identifica locul și cauza declanșării butonului de alarmă, iar aceasta va trebui să fie rearmat.

7.4 Sistemul de comandă al nisiparelor

Instalația de nisipare va fi echipată cu rezervoare cu nisip, alimentate cu aer comprimat provenit de la un compresor. Valvele pentru umplerea recipientelor de nisip se vor situa în primul și ultimul modul de ambele părți ale tramvaiului. Aruncarea nisipului se va face cel puțin sub roțile de la prima osie a primului boghiu motor.

Acest sistem de sablare servește la creșterea aderenței între roată și șină în special în situația staționării tramvaiului în rampă, sau în caz de frânare.

Instalația de nisipare trebuie să fie echipată cu elemente de uscare, care pornesc automat la o temperatură scăzută a mediului. Rezervoarele de nisip trebuie să aibă acces pentru încărcătură din partea compartimentului de călători atât din interiorul cât și din exteriorul tramvaiului. Din construcție, trebuie să fie asigurat un control vizual al nivelului de nisip din rezervor.

7.5 Sistemul de climatizare (încălzire, ventilație și aer condiționat)

Ventilarea compartimentului călătorilor trebuie să asigure admisia regulată de aer proaspăt. Introducerea de aer proaspăt trebuie să se realizeze prin locurile cele mai potrivite, precum și prin partea superioară a ferestrelor laterale.

Climatizarea cabinei vatmanului trebuie să fie proiectată ca fiind independentă de climatizarea din compartimentul călătorilor. Sistemul de climatizare trebuie să fie integrat cu sistemul informatic de gestiune și diagnosticare electronică a tramvaielor (SIGDE). În cabina vatmanului, în funcție de anotimp, aerul proaspăt trebuie să fie furnizat prin sistemul de încălzire sau prin sistemul de climatizare.

Tramvaiele vor fi echipate cu următoarele sisteme de încălzire, ventilație și condiționare a aerului (sisteme alimentate cu energie electrică):

- Instalație de condiționare a aerului pentru compartimentul pentru călători cu funcție de răcire;
- Instalație de condiționare a aerului pentru zona vatmanului cu funcție de răcire;
- Geamuri rabatabile sau culisante pentru ventilație naturală;
- Instalație de ventilație forțată pentru evacuarea aerului viciat din compartimentul pentru călători și ventilația parbrizului, respectiv a geamurilor cabinei vatmanului;
- Instalație de încălzire pentru compartimentul călătorilor;
- Instalație de încălzire pentru zona vatmanului și degivrare a parbrizului.

Nu se vor accepta soluții de încălzire bazate pe dispozitive cu ardere de combustibili, respectiv recirculare de ulei.

Prin organizarea compartimentului pentru călători, performanțele sistemului de încălzire, climatizare și ventilație, tramvaiele vor asigura confortul necesar călătorilor și al vatmanilor pe tot parcursul anului, indiferent de anotimp. Temperatura în compartimentul pentru călători va putea fi reglată atât prin software cât și prin reglaj manual de la postul de conducere.

Aplicația va furniza rapoarte despre timpul de funcționare a sistemului de aer condiționat pe vehicul, pe zi, pe lună. Pentru sezonul rece aplicația va monitoriza și va furniza rapoarte despre temperatura din interiorul compartimentului pentru călători pe vehicul, pe zi, pe lună.

7.5.1 Asigurarea microclimatului pe timp de iarnă (sezon rece)

Sistemul de încălzire trebuie să fie integrat cu sistemul general de gestiune și diagnosticare electronică al tramvaielor.

Instalația de încălzire trebuie să asigure în compartimentul călătorilor o temperatură de minim $+15^{\circ}\text{C}$ la o temperatură a mediului exterior de -15°C . În compartiment, instalația de încălzire va fi montată în partea de jos, la nivelul podelei, în extremitățile laterale și va fi protejată în grile difuzoare.

Numărul și amplasarea acestora vor asigura o distribuție uniformă în tot compartimentul.

Încălzirea parbrizului va asigura vizibilitatea normală și va preveni aburirea sau givrarea acestuia la temperatura de până la -25°C , fără ca jetul de aer cald să producă fisurarea termică a parbrizului datorită diferențelor de temperatură. Soluția dirijării curenților de aer cald compartimentul călătorilor va preveni și aburirea geamurilor, inclusiv a celor din dreptul afișajelor de informare călători. Geamurile laterale (din zona vizibilității vatmanului) vor fi prevăzute la bază cu difuzoare de aer cald sau cu rezistențe electrice pentru dezaburire. Oglinzile retrovizoare exterioare vor fi prevăzute de asemenea, cu rezistențe electrice cu rol de dezaburire.

7.5.2 Asigurarea microclimatului pe timp de vară (sezon cald)

Microclimatul pentru compartimentul călătorilor va fi asigurat de minim trei instalații de aer condiționat independente.

Instalațiile de aer condiționat vor asigura o temperatură optimă de confort termic, în conformitate cu reglementările în vigoare și cu posibilitatea de realizare a pragului termic de $+25^{\circ}\text{C}$ la o temperatură a mediului exterior de $+35^{\circ}\text{C}$. Sistemul va oferi posibilitatea reglării atât a temperaturii cât și a debitului de aer pentru compartimentul de călători și pentru cabina vatmanului.

Ofertantul va furniza date cu privire la consumul mediu suplimentar de energie al tramvaielor, cu instalațiile de aer condiționat pornite. Se vor prezenta buletine de măsurători privind consumul mediu suplimentar în condiții de exploatare pe timp de vară cu instalațiile de aer condiționat pornite (ciclu urban), respectiv pentru consumul mediu suplimentar în condiții de exploatare pe timp de iarnă cu instalațiile aferente pornite (ciclu urban).

7.5.3 Ventilația naturală

Ventilația naturală a compartimentului pentru călători va fi realizată prin geamurile rabatate sau culisante ale ferestrelor laterale.

7.5.4 Evacuarea aerului viciat

Odată cu primul tramvai pentru fiecare oraș, se va livra toată aparatura de verificare și umplere cu agent refrigerant a instalației de aer condiționat, precum și o butelie de transport a acestui agent dimensionată corespunzător.

În cazul folosirii HVAC, aerul viciat va fi înlocuit automat de către unitatea de climatizare cu aer proaspăt.

7.6 Sistemul de iluminare și semnalizare

7.6.1 Instalația de iluminat exterior

Instalația de iluminare și semnalizare exterioară va fi realizată în conformitate cu normele și reglementările interne și internaționale.

Luminile de staționare trebuie să fie distribuite în față, în spatele și în părțile laterale ale

tramvaiului. Este necesar ca semnalul luminos și acustic să poată fi folosit pentru deplasarea cu spatele. Tramvaiele trebuie să fie echipate cu lumini standard pentru zi. Lămpile de gabarit vor fi cu LED-uri pentru asigurarea unei fiabilități sporite. Reflectoarele și lămpile exterioare vor avea incinte etanșe, iar acolo unde este cazul vor fi prevăzute cu puncte de eliminare a condensului.

7.6.2 Instalația de iluminat interior

Instalația de iluminare interioară va fi de tip LED și va îndeplini cel puțin următoarele condiții (conform SR EN 13272:2012 [2]):

- Iluminatul în planul de lectură al călătorilor de pe scaune va fi de minim 150 Lx, iar în celelalte zone din compartimentul pentru pasageri va fi de minim 100 Lx;
- Iluminatul din zona scărilor va fi de minim 80 Lx. Amplasarea lămpilor va asigura o iluminare optimă a compartimentului pentru călători (fără zone de obscuritate). Se va evita incidența luminoasă directă sau prin reflexie asupra postului de conducere;
- Iluminatul în interiorul habitaculului vătmanului va avea comandă separată pentru funcționare la cerința acestuia (nu se acceptă sincronizarea iluminării postului de conducere odată cu deschiderea ușilor);
- Siguranța transferului de călători la urcare, respectiv coborâre, asigurată cu un sistem de iluminat ce funcționează în perioadele în care ușile sunt deschise. Acest sistem va fi poziționat deasupra pragului de sus al ușii și va asigura iluminarea pe o distanță de până la 500 mm în exteriorul tramvaiului, pentru a crea vizibilitate în apropierea ușii pe timpul nopții;
- Iluminat de siguranță alimentat din bateriile de acumulatori (minim trei lămpi);
- Iluminat specific local (dacă este cazul) în zona rampei pentru accesul persoanelor mobilitate redusă.

Automatizarea iluminatului în compartimentul călători va avea două faze:

- Faza de drum (cu ușile închise) în care lămpile din imediata apropiere a postului de conducere vor fi stinse;
- Faza de staționare (cu ușile deschise) în care acestea vor putea fi automat aprinse.

Sistemul de iluminat principal trebuie să fie realizat pe o coloană dispusă în lungul tramvaiului și trebuie să fie protejat cu dispersoare cu grad corespunzător de transparență, realizate din materiale rezistente mecanic și la condiții extreme de mediu. Se vor utiliza lămpi de iluminat cu LED, având o fiabilitate de minim 20.000 ore de funcționare, rezistente la vibrații și destinate utilizării pe vehiculele pentru transportul urban de călători. Instalația de iluminat trebuie să funcționeze în continuu, fără întreruperi la trecerea peste separatorii firului de contact.

7.7 Instalația electrică de alimentare și distribuție

Tablourile electrice de distribuție (siguranțe, rele și conexiuni) trebuie să fie amplasate în interiorul tramvaielei, în zone cu acces ușor pentru întreținere. Compartimentul bateriilor de acumulatori și tabloul de distribuție aferent va avea acces din exterior dar va fi protejat complet de agenții de mediu. Tablourile de distribuție vor fi prevăzute cu protecții la supracurenți (siguranțe automate) și cu rezerve de legătură pentru alimentarea unor noi circuite și echipamente electrice auxiliare. Toate tablourile electrice vor fi însoțite local de schemele simplificate a conexiunilor, a siguranțelor de protecție și a destinațiilor lor, de tip autocolant în limba română.

Funcționarea instalației electrice va fi comandată la cuplare/decuplare prin intermediul unui întrerupător general. Alimentarea instalațiilor auxiliare va fi întreruptă odată cu acționarea

întrerupătorului general.

Componentele instalației electrice vor asigura o bună funcționare a tramvaielor în condițiile tehnice de la capitolul 3 și în plus:

- Amplasarea lor pe tramvaie trebuie să asigure un acces ușor pentru întreținere;
- Conexiunile circuitelor electrice din tabloul de distribuție vor fi realizate prin cuple multiple;
- Traseul cablajelor trebuie să fie într-un spațiu protejat, amplasat la partea superioară a compartimentului pentru călători, cu acces din compartiment, prin capace ușor demontabile, care să permită intervenția ușoară pentru eliminarea eventualelor defecte;
- Toate componentele trebuie să fie din producția de serie, de înaltă fiabilitate și ușor de achiziționat de pe piață;
- Compartimentul tablourilor electrice vor fi prevăzute cu o sursă de iluminare și un întrerupător local;
- Toate componentele: cablajele (fiecare cablu electric în parte), conectorii, comenzile electrice și electronice etc., vor fi inscripționate cu codurile corespundente din diagramele electrice. Soluția de inscripționare va fi rezistentă la deteriorare în timp;
- Toate cablajele vor fi prevăzute încă de la asamblare cu un număr de conexiuni de rezervă pentru o ușoară înlocuire a circuitelor întrerupte, numărul maxim al acestor fire de rezervă, pe fiecare mănunchi de cabluri, va fi decis de producător în funcție de complexitatea cablajului;
- Toate conexiunile electrice vor fi din materiale rezistente la coroziune iar conectorii aferenți, expuși la umezeală, vor fi etanși. Conectorii exteriori ai instalației electrice vor fi protejați suplimentar cu vaselină neutră. Reflectoarele și lămpile exterioare vor avea de asemenea incinte etanșe iar acolo unde este cazul puncte de eliminare a condensului.

7.8 Instalația pentru comanda macazului

Comanda schimbării macazului va fi efectuată de către vatman din cabina de conducere sau mecanic. Tramvaiul va permite comanda macazurilor prin curentul absorbit din rețeaua de contact.

În municipiul Iași macazurile sunt acționate fie prin patină amplasată pe rețeaua catenară, fie manuale (în special în depouri).

7.9 Alte caracteristici tehnice (protecția elementelor expuse agenților de mediu)

Subansamblele amplasate la exterior (partea inferioară a sașului și la exteriorul caroseriei) expuse la agenții de mediu (apă, noroi, lovituri cu corpuri dure aflate accidental pe calea de rulare etc.), prin soluțiile tehnice adoptate vor fi rezistente la aceste tipuri de agresiuni exterioare.

În zonele sensibile cum ar fi zonele boghiurilor, compartimentul bateriilor de acumulatori, traseele conductelor și instalațiilor, etc. vor fi prevăzute elemente cu rol de protecție: scuturi etc.

7.10 Accesorii, instalații și echipamente

Accesoriile, instalațiile și echipamentele solicitate în prezentul **Caiet de Sarcini** pentru echiparea tramvaielor sunt obligatorii (exemplu: instalație informare călători, computer de bord – OBD, computer management trafic – CGMT, sau un singur computer care să îndeplinească funcțiile mai multor calculatoare cum ar fi: calculatorul de bord și computerul de management de trafic (CGMT), integrarea sistemelor în SIGDE supraveghere video, numărare călători, instalația audio – video cu microfon etc.) și trebuie să respecte cerințele funcționale, ele nefiind optionale.

Ofertantul va fi include în prețul ofertei, toată SDV-istica specifică, necesară verificării, diagnosticării, reglării, întreținerii și reparării tramvaielor, inclusiv SDV-istica necesară pentru instalația de aer condiționat și a echipamentelor IT, etc. Ofertantul va prezenta arhitectura întregului sistem informatic instalat pe tramvaie, arhitectura la nivelul locațiilor fixe (Depoul de Tramvaie etc.), respectiv arhitectura sistemului de comunicații date/informații în timp real.

7.11 Alte accesorii

Tramvaiele trebuie să fie echipate cu următoarele accesorii:

- Cuple suplimentare (mascate) pentru remorcare în față și în spate, astfel încât să permită tractarea în trafic a tramvaielor în condiții de siguranță;
- Trei stingătoare de incendiu omologate, pentru instalații electrice, cu agent nepoluant, amplasate și asigurate în apropierea vatmanului (1 bucată), respectiv în compartimentul pentru călători (2 bucăți);
- Două truse medicale omologate;
- Un set de triunghiuri reflectorizante omologate;
- O pereche de mănuși electroizolante Clasa 1, categoria R (conform SR EN 60903:2005 [42]);
- O pereche de mănuși de protecție pentru lucrări mecanice;
- O vestă reflectorizantă;
- Un set de saboți pentru imobilizarea tramvaielor pe șine;
- Oglinzi retrovizoare exterioare cu ajustare electrică a orientării și sistem de degivrare cu rezistență electrică (pentru ambele oglinzi). Suportii de susținere vor fi de tip demontabili pe sistem șină „rândunică” și vor avea mecanism rabatabil pe lateralele tramvaiului. Oglinda din dreapta va avea oglindă suplimentară pentru zona ușii 1 și acostament;
- Ciocănele pentru ieșirile de urgență;
- Set chei: (minim două seturi) cheie bord pornire, cheie acces uși, chei speciale capace trape vizitare, alte chei;
- Suportii la exterior (câte unul pe fiecare parte) pentru stegulețe;
- Suport extractor electroizolant pentru înlocuirea siguranțelor fuzibile.

Tramvaiele trebuie să fie livrate împreună cu următoarele accesorii:

- Cărucior pentru tractarea tramvaiului cu o osie blocată (1 bucată/**utilizator**);
- Dispozitiv pentru ridicarea tramvaiului cu macara în caz de deraiere cu bolțuri de cuplare în lăcașe speciale pentru ridicare, chingi de ridicare, respectiv grinzi de ridicare (un set/**utilizator**);
- Dispozitiv pentru ridicarea tramvaiului în depoul **utilizatorului**, sau altă soluție de ridicare (un set/**utilizator**);
- Cărucioare pe care să poată fi așezat tramvaiul fără boghiuri, pentru a se interveni la modulele de caroserie (un set/**utilizator**);
- Instalație hidraulică de repunere a tramvaiului pe șine în locurile unde nu se poate interveni cu macaraua (1 bucată/**utilizator**);
- Instalație de completare cu ulei sub presiune a instalației hidraulice de frânare (1 bucată/**utilizator**);
- Instalație de umplere cu nisip a nisiparelor din exteriorul tramvaielor (1 bucată/**utilizator**);

- Instalație de verificare și umplere cu agent refrigerant a instalației de aer condiționat (1 bucată/**utilizator**);
- Laptop pentru diagnosticare (1 bucată/**utilizator**).
- Orice dispozitive și scule specifice tipului de tramvai.

8. Instalația de tracțiune și alimentare la tensiunea rețelei

8.1 Condiții electrice generale

Soluția constructivă a unității electrice de tracțiune a tramvaielor trebuie să țină cont de următoarele condiții:

- Tensiunea rețelei electrice de alimentare este cuprinsă între 450 – 650 Vcc, astfel că tramvaiele trebuie să funcționeze normal la tensiuni de alimentare cuprinse între aceste limite impuse (în linia de contact), conform SR EN 50163:2007 [25]:

Limitele tensiunii rețelei electrice de alimentare	Tensiunea cea mai coborâtă nepermanentă U_{min2}	Tensiunea cea mai coborâtă permanentă U_{min1}	Tensiunea nominală U_n	Tensiunea cea mai ridicată permanentă U_{max1}	Tensiunea cea mai ridicată nepermanentă U_{max2}
V	V	V	V	V	V
450– 650	400 ¹	430	600	675	700 ²

¹Durata tensiunilor cu valori în domeniul $U_{min2} \div U_{min1}$ nu este mai mare de 2 minute;

²Durata tensiunilor cu valori în domeniul $U_{max1} \div U_{max2}$ nu este mai mare de 5 minute.

- Pe rețeaua de contact pot să apară accidental, pentru intervale scurte (~ 1 minut) supratensiuni tranzitorii de până la 1150 Vcc. Aceste tensiuni ce pot apărea accidental din cauza altor mijloace de transport de pe linie, tensiuni tranzitorii care provin din fenomenul de frânare electrică recuperativă sau din cauza altor fenomene care pot să apară în cablurile de alimentare de medie tensiune. Echipamentul electric al tramvaiului trebuie să fie protejat corespunzător în acest sens;
- Izolație electrică: toate componentele electrice și electronice care funcționează la tensiunea de menționată, precum și la alte tensiuni, în afară de cele care funcționează la 24 Vcc, trebuie să fie dotate cu dublă izolație sau să fie legate la elementele metalice ale caroseriei tramvaiului care prin intermediul roților metalice asigură pământarea echipamentelor, iar funcționarea corespunzătoare a treptelor de izolație trebuie să fie monitorizată de computerul de bord;
- Tramvaiele trebuie să se poată deplasa cu o viteză redusă prin stația de spălare cu rețeaua de contact alimentată la o tensiune de maxim 80 Vcc;
- Tramvaiele trebuie să fie prevăzute cu un sistem care să furnizeze energia necesară motoarelor de tracțiune pentru a permite deplasarea acestora în regim de avarie, cu viteză redusă pe o distanță de minim 200 m în situația lipsei tensiunii de alimentare pe linia electrică. Această soluție trebuie să ofere posibilitatea deplasării tramvaiului pentru a putea degaja intersecțiile în situația întreruperii alimentării;
- Tramvaiele vor corespunde conform prevederilor HG nr. 457/2003 [76] republicată privind asigurarea securității utilizatorilor de echipamente electrice de joasă tensiune (cerință esențială de securitate pentru echipamentul electric de joasă tensiune);
- Pentru circuitele de înaltă și joasă tensiune trebuie utilizați doar conductori multifilari din cupru;
- Izolația cablajului de înaltă tensiune de curent continuu trebuie să corespundă unei tensiuni nominale de 3.000 Vcc;
- Pentru cablurile utilizate se vor prezenta în ofertă certificatele de conformitate CE sau eliberate de laboratoare autorizate de către organismele acreditate de certificare, din care să rezulte că acestea sunt apte pentru tracțiune electrică, în conformitate cu

E/ECE/TRANS/505 Reg. 36, publicat în E/ECE/324/Rev.1, Add.35/Rev.2 Amendamentul 1 [97] pentru instalația de înaltă tensiune a vehiculelor de transport public respectiv circuitele alimentate cu tensiunea nominală specifică fiecărui utilizator;

- Cablajul montat nu trebuie să fie supus solicitărilor mecanice;
- Izolația cablurilor nu trebuie să propage arderea, să nu degaje gaze toxice sau compuși halogenați și să nu conțină plumb sau alte substanțe interzise de reglementările europene în vigoare;
- Cablurile electrice pentru tensiuni diferite trebuie amplasate astfel încât să nu se influențeze reciproc;
- Conductele de protecție pentru conductori trebuie realizate din materiale neinflamabile și să nu degaje gaze toxice sau compuși halogenați, respectiv să nu conțină plumb sau alte substanțe interzise de reglementările europene în vigoare (Regulamentul nr. 118 din 2015 al Comisiei Economice pentru Europa din cadrul Organizației Națiunilor Unite (CEE-ONU) [86], SR EN 45545-2+A1:2016 [15], NF F 16-101 [99]);
- Cablajul situat sub tramvaie trebuie să fie protejat suplimentar prin conducte împotriva apei și prafului;
- Fixarea și dispunerea cablurilor electrice trebuie să fie realizate astfel încât să evite deteriorarea izolației prin frecare și abraziune;
- În punctele în care cablajul traversează elementele structurii metalice, se vor utiliza manșoane din elastomeri pentru a evita orice deteriorare a izolației;
- Raza de curbura a tuburilor care protejează cablurile trebuie să fie de cel puțin cinci ori diametrul exterior al tubului;
- Trebuie luate măsuri pentru a evita deteriorarea cablurilor datorită apropierii de rezistențe sau alte componente încălzite. În zonele critice trebuie să fie utilizate cabluri termorezistente;
- Pentru tramvaiele în stare uscată, rezistența izolației circuitelor electrice nu trebuie să fie mai mică decât următoarele valori:
 - circuitele de înaltă tensiune față de caroserie minim $5 \text{ M}\Omega$;
 - circuitele de înaltă tensiune față de circuitele de joasă tensiune min $5 \text{ M}\Omega$;
 - borna pozitivă a circuitelor de joasă tensiune față de caroserie min $1 \text{ M}\Omega$;
- Tensiunea de încercare U_{test} aplicată aparaturii și cablajului electric pentru circuitele de înaltă tensiune trebuie să fie $U_{\text{test}} = 2.5 U + 2.000 \text{ V}$ ca unde: U = tensiunea nominală a liniei de contact. Durata de aplicare a tensiunii de încercare este fixată la 1 minut;
- Tensiunea de încercare pentru echipamentul de joasă tensiune trebuie să fie de 750 V ca. Tensiunea de încercare va fi o tensiune sinusoidală la o frecvență de 50 Hz . Durata de aplicare a tensiunii de încercare va fi de 1 minut;
- Mașinile electrice, aparatele, dispozitivele și cablajul trebuie să reziste la forțele mecanice aplicate fixării lor, după cum urmează:
 - Vibrațiilor sinusoidale cu o frecvență de $0,5 - 55 \text{ Hz}$ și o amplitudine maximă de 10 m/s^2 , inclusiv, dacă este cazul, efectului de rezonanță;
 - Șocurilor individuale de 30 m/s^2 , cu accelerație de vârf cu o durată de 2 până la 20 ms , în direcție verticală.

8.2 Condiții speciale

Soluția constructivă a unității electrice de tracțiune a tramvaielor trebuie să îndeplinească

următoarele condiții speciale:

- Componentele mecanice și subansamblurile trebuie să fie interschimbabile pentru întregul lot de tramvaie;
- Tramvaiele în ansamblu și echipamentele de pe tramvaie trebuie să corespundă, din punct de vedere al nivelului de zgomot, cerințelor impuse de normele europene în vigoare;
- Echipamentele de pe tramvaie trebuie să reziste la șocuri și vibrații conform normelor europene în vigoare;
- Tramvaiele vor funcționa normal în condițiile rețelei de contact cu o înălțime cuprinsă între 4.000 și 6.330 mm;
- Componentele și echipamentele electrice și electronice instalate pe tramvaie trebuie să fie protejate împotriva supratensiunilor și a scurtcircuitelor și pe cât posibil alimentate de la surse stabilizate, astfel încât să nu fie deteriorate în cazul apariției supratensiunilor accidentale;
- Toate echipamentele electrice și electronice de pe tramvaie, precum și tramvaiele în ansamblu, se vor încadra în normele admise de radiație și compatibilitate electromagnetică conform normelor în vigoare;
- Tramvaiele trebuie să fie dotate cu protecție la suprasarcină accidentală, supracurenți și supratensiuni și protecția respectivă să nu deterioreze echipamentele învecinate, atunci când acestea intră în acțiune. Protecția trebuie să aibă o capacitate de rupere de peste 20 kA, trebuie să fie nepolarizată, cu timp de deschidere de maxim 3,5 ms, tensiune nominală minimă de 900 V, curent nominal minim de 500 A, tensiune nominală de izolare 3.000 V, cu carcasă izolată față de masă. Se va prezenta fișa echipamentului de protecție care, trebuie să fie de serie;
- Tramvaiele trebuie să fie dotate cu toate instalațiile de siguranța circulației conform normelor în vigoare;
- Componentele electrice trebuie să fie protejate împotriva supratensiunilor provocate de comutare sau fenomenelor atmosferice;
- Supratemperatura (definită ca diferența dintre temperatura măsurată pe carcasa echipamentului după 8 ore de funcționare și temperatura atmosferică) pentru agregatele și dispozitivele din tramvaie, nu trebuie să depășească 45 °C;
- Nu trebuie să treacă prin circuitul principal de protecție al bateriei de acumulatori următoarele instalații (aceste circuite trebuie să fie protejate individual ca circuite independente):
 - comanda externă pentru ușa vatmanului;
 - lămpile de poziție;
 - semnalizările de avarie pentru tramvaie.

8.3 Pantograful

Ansamblul de captare a curentului (pantograful) trebuie să fie dotat cu sistem electric de acționare (ridicare, respectiv coborâre). Pantograful, pe lângă sistemul de acționare electrică (obligatorie) va avea și un sistem de acționare manuală în caz de necesitate. Colectarea curentului electric va fi asigurată datorită forței de apăsare pe firul de contact, prereglată, dezvoltată de resoartele mecanice ale ansamblului de captare.

Trecerea pantografului peste piesele speciale de rețea (separatori, macazuri sau încrucișări) trebuie să se realizeze fără întreruperea iluminatului din compartimentul pentru călători și fără a afecta funcționarea frânei electrice.

Prin cinematica în ansamblu a sistemului de captare trebuie să fie asigurată așezarea simetrică a patinei capului de captare (fără înclinarea transversală) la cumulara următoarelor condiții:

- Înălțimea minimă a poziției pantografului: 4000 mm;
- Înălțimea minimă de lucru a pantografului: 4550 mm, conform SR 13353-5:1997 [69];
- Înălțimea maximă în poziție destinsă a pantografului este de 6330 mm, conform SR 13353-5:1997 [69]
- Forța de apăsare 9 ± 1 daN, în orice poziție a patinei față de firul de contact;
- Rezistența de izolație a pantografului trebuie să fie de cel puțin 10 M Ω . Lamele de contact cu linia vor avea suprafața de contact din grafit.

8.4 Circuitele de înaltă tensiune și echipamentele aferente

8.4.1 Motoarele electrice de tracțiune

Motoarele electrice de tracțiune trebuie să fie de tip asincron sau cu magneți permanenți, auto-ventilate sau ventilate forțat cu electroventilatoare fără perii, realizate cu lagăre fără întreținere și dotate cu senzori pentru sesizarea depășirii temperaturii normale de funcționare, montați în stator.

Gurile de ventilație se vor amplasa în exterior, în zona de deasupra motorului, la înălțimea de minim 1,5 m față de sol, prevăzute cu șicane astfel încât jetul direct de apă să nu poată pătrunde în tubulatură, respectiv în motor. Gurile de ventilație trebuie să fie dotate cu filtre mecanice fără materiale consumabile.

Motoarele electrice de tracțiune trebuie să aibă circuitul de aer pentru răcire dotat cu filtre care să protejeze împotriva pătrunderii prafului și să fie realizate astfel încât apa care poate pătrunde accidental să fie oprită pe traseu prin realizarea de șicane și să nu ajungă în interiorul motorului în contact cu bobinajele.

Gradul de protecție al motoarelor sau carcasa în care sunt amplasate motoarele trebuie să fie minim IP 55. Bobinajul trebuie să fie realizat în clasa C 200. Motoarele electrice de tracțiune trebuie să fie echipate cu:

- Rulmenți capsulați (fără întreținere);
- Traductor de turație încorporat;
- Senzori de temperatură încorporați;
- Dispozitiv de separare a apei rezultate din condens.

Ciclul de întreținere și revizie va avea obligatoriu intervale mai mari de 5 ani pentru revizia generală a unității electrice de tracțiune.

Se va asigura proiecția motoarelor (în special în zona lagărelor) împotriva pătrunderii agenților poluanți (apă, noroi, zăpadă etc.).

Locul de amplasare al motoarelor trebuie să asigure spații suficiente pentru accesul ușor și demontarea facilă a motoarelor și a agregatelor anexe ale acestora.

Principalele caracteristici ale motoarelor trebuie să se încadreze obligatoriu în limitele:

- Putere nominală totală: minim 400 kW (suma puterilor motoarelor să fie de minim 400 kW);
- Minim patru poli pentru fiecare motor.

Ofertantul va prezenta principalii indici de performanță ale motoarelor electrice de tracțiune:

- Tensiunea nominală (V), tensiunea maximă admisibilă (V);
- Curentul nominal (A), curentul maxim admisibil (A);
- Gradul de protecție împotriva prafului și umezelii (IP);
- Greutatea (kg);
- Puterea maximă (kW), turația pentru puterea maximă (rot/min);
- Cuplu motor maxim (Nm), turația minimă pentru cuplu maxim (rot/min).

Comanda și controlul funcționării motoarelor vor fi realizate de către unitatea electronică de comandă a acționării (inverter). Aceasta va fi integrată cu sistemul de gestiune electronică a tramvaielor. Unitatea electronică va furniza informații privind valorile parametrilor de funcționare ai motoarelor. Sistemul de comandă și control va oferi informații vatmanului, intervenind automat în timp real în cazurile de avarii cu consecințe grave (suprîncălzire etc.).

Incinta tramvaielor trebuie să fie izolată fonic față de zgomotul produs de motoare.

Pentru transmisia de acționare trebuie să se asigure un acces ușor pe durata reviziilor, ușurință la operațiunile de montare și demontare, precum și pentru verificarea nivelului de ulei. Ofertantul va preciza felul și tipul transmisiei, raportul de transmitere, momentul de rotație de intrare maxim admisibil (Nm), greutatea (kg), intervalul de funcționare între două revizii (km) și producătorul.

Durata de viață a motorului trebuie să fie de minim 15 ani. Durata de bună funcționare fără reparație generală este de minim 500.000 km. Garanția motoarelor trebuie să fie de minim 500.000 km.

8.4.2 Echipamentul de tracțiune

Echipamentul de tracțiune va asigura controlul tracțiunii prin reglarea continuă a alimentării unității electrice de tracțiune, realizând următoarele funcții:

- Demaraj și frânare lină fără șocuri în funcționare;
- Funcția de antiblocare la frânare;
- Frânare reostatică dacă energia recuperată nu poate fi înmagazinată;
- Frânare electrică recuperativă.

Echipamentul de tracțiune trebuie să fie realizat utilizând tehnologie IGBT sau echivalent și trebuie să fie comandat de unitatea de comandă și control.

Componentele de forță IGBT trebuie să fie montate izolat pe radiatoare, iar răcirea acestora se va face prin ventilație forțată cu ventilatoare fără perii și fără întreținere. Sistemul de comandă a echipamentului de tracțiune trebuie să asigure funcțiile de mișcare și de frânare de bază. Elementele de bază trebuie să se compună din ansambluri de acționare cu motoare asincrone, convertizoare statice, precum și din alte aparate și echipamente.

Sistemul de comandă trebuie să faciliteze comanda funcționării motoarelor în modul de acționare și în modul de frânare a tramvaielor. Viteza maximă pentru deplasarea în spate, trebuie să fie limitată la maxim 15 km/h.

Modul de acționare trebuie să asigure un consum minim de energie electrică.

Modul de frânare trebuie să asigure o recuperare maximă a energiei electrice către rețeaua de alimentare și un parcurs de frânare minim.

Sistemul de comandă trebuie să asigure protecția împotriva alunecării și pierderii tracțiunii, de asemenea trebuie să facă posibilă întoarcerea de avarie a tramvaiului la baza de reparații. În cazul defectării sistemului de tracțiune de pe unul din cele două boghiuri motoare vagonul trebuie să aibă posibilitatea de deplasare în regim de avarie cu tracțiune pe cel de al doilea boghiu rămas funcțional.

Fiecare modul al sistemului de comandă trebuie să asigure o funcționare corectă într-un interval larg de temperaturi ale mediului ambiant de la - 25 °C până la + 45 °C și temperaturi ale componentelor electrice/electronice de la - 25 °C până la + 70 °C în conformitate cu cerințele normei IEC EN 60571:2012 [96] sau echivalentă.

Toate elementele sistemului de comandă trebuie să fie amplasate într-un mod care să faciliteze accesul personalului de deservire pentru revizii și reparații.

Unitățile care participă în modul de mers și în cel de frânare trebuie să fie ajustate pentru condițiile unui trafic local intens. Sistemul de comandă trebuie să fie compus din elementele:

- Rezistorii de frânare;
- Comandă/controler a funcționării în modul de acționare și în modul de frânare;
- Filtru împotriva perturbațiilor radio;
- Întrerupător automat de protecție cu acțiune rapidă;
- Contactoare.

Tunelul de răcire trebuie să fie complet separat de componentele alimentate cu tensiune, fără ca vaporii de apă din aerul folosit la răcire să producă deteriorarea echipamentului.

Carcasele echipamentelor amplasate pe acoperiș vor avea grad de protecție minim IP 55, cu excepția celor care sunt prevăzute cu sisteme de ventilație.

În funcționarea echipamentului de tracțiune trebuie să se respecte următoarele condiții:

- Rețeaua de contact este formată din tronsoane izolate între ele, cu distanța de secționare de 400 mm și întreruperea alimentării la trecerea peste izolatorul de secțiune;
- Tensiunea în rețeaua de contact are valori cuprinse în limitele: 450–650 Vcc, iar pentru durate scurte de timp se pot înregistra vârfuri de tensiune de 1150 Vcc, conform SR EN 50163:2007 [25]:

Limitele tensiunii rețelei electrice de alimentare	Tensiunea cea mai coborâtă nepermanentă U_{min2}	Tensiunea cea mai coborâtă permanentă U_{min1}	Tensiunea nominală U_n	Tensiunea cea mai ridicată permanentă U_{max1}	Tensiunea cea mai ridicată nepermanentă U_{max2}
V	V	V	V	V	V
450 – 650	400 ¹	430	600	675	700 ²

¹Durata tensiunilor cu valori în domeniul $U_{min2} \div U_{min1}$ nu este mai mare de 2 minute;

²Durata tensiunilor cu valori în domeniul $U_{max1} \div U_{max2}$ nu este mai mare de 5 minute.

- Existența intersecțiilor cu alte rețele cu întreruperea alimentării rețelei de energie electrică pentru tramvai prin izolatori de secționare;
- Frânarea electrică nu trebuie să fie afectată de trecerea peste piesele speciale ale rețelei (macazuri aeriene, încrucișări, separatoare de secțiune);
- Sistemul de tracțiune trebuie să fie prevăzut cu filtre inductive și/sau capacitive în scopul reducerii armonicelor în rețeaua de alimentare.

Sistemul de tracțiune trebuie să permită reglaje ale parametrilor privind performanțele tramvaiului în vederea optimizării consumului de energie electrică (pragurile de tensiune de acționare a frânei electrice, pragurile de trecere pe frâna recuperativă, pragul de acționare a proiecției). Pentru aceste componente se impun următoarele condiții:

- ✓ Toate echipamentele electrice din dotarea tramvaielor trebuie să respecte condițiile tehnice menționate în prezentul **Caiet de Sarcini** și să aibă un grad de fiabilitate cât mai ridicat;
- ✓ Amplasarea lor pe tramvai trebuie să asigure un acces ușor pentru lucrările de întreținere;
- ✓ Toate componentele trebuie să fie de serie, ușor de achiziționat de pe piața liberă și să respecte prevederile HG nr. 457/2003 [76] și OG nr. 20/2010 [79];
- ✓ Să respecte condițiile de compatibilitate electromagnetică și să nu producă perturbații.

Elementele echipamentului electric trebuie să fie inscripționate cu simbolul respectiv din schemele electrice, iar cutiile trebuie să fie inscripționate conform reglementarilor privind electrosecuritatea.

Cablajul trebuie să fie inscripționat obligatoriu la fiecare loc de conexiune cu etichetă sau alt tip de marcaj, conținând numărul circuitului, locul de plecare și de destinație al cablului. Inscripționările trebuie să fie ușor lizibile realizate într-o variantă industrială, rezistente în timp și să permită identificarea circuitelor electrice și a componentelor conform schemelor electrice și de cablare.

Cablurile de forță trebuie să fie de tipul foarte flexibil, cu izolație și manta de protecție și dimensionate să reziste cel puțin la o tensiune de 3.000 Vcc. Contactele auxiliare, releele de comandă și micro-întrerupătoarele trebuie să fie de tipul capsulat, protejate corespunzător împotriva prafului.

Pentru circuitele de comandă, contactele auxiliare trebuie să fie cu înalt grad de fiabilitate (minim 10^6 acționări).

Bobinele de acționare a contactorilor și a celorlalte echipamente electrice trebuie să fie prevăzute cu dispozitive de descărcare a vârfurilor de tensiune tranzitorii. Componentele de forță trebuie să fie de clasă specială, de serie mare.

Se vor livra kit-urile de instalare software proprii cât și software-ul de diagnoză.

Durata de viață pentru echipamentul de tracțiune va fi de minim 15 ani. Pentru componentele IGBT se va acorda garanție de minim 5 ani.

8.4.3 Instalația de alimentare a serviciilor auxiliare. Convertizorul static

Convertizorul static este destinat transformării tensiunii de alimentare provenită de la rețeaua de contact în tensiunile auxiliare necesare pentru buna funcționare a tramvaielor: 24 Vcc, respectiv 380 Vca (pentru alimentarea motoarelor asincrone). Răcirea se va face prin convecție naturală și forțată cu ventilatoare fără perii și fără întreținere.

Gurile de ventilație trebuie să fie dotate cu filtre metalice.

Carcasa va avea grad de protecție minim IP 55, iar vaporii de apă nu vor afecta componentele sub tensiune prin sistemul de ventilație. Toate echipamentele electrice și electronice trebuie protejate prin carcase de protecție cu grad de protecție de minim IP 55. Convertizorul static

asigură alimentarea serviciilor auxiliare ale tramvaiului cu tensiuni separate galvanic față de rețeaua primară și anume:

- 28 Vcc (26 ... 29 Vcc) pentru consumatorii auxiliari;
- 28 Vcc (26 ... 29 Vcc) pentru încărcarea bateriei de acumulatori (curent limitat);
- 3 x 380 Vca, 50 Hz pentru alimentarea motoarelor asincrone, a compresorului de aer, a compresorului pentru sistemul de aer condiționat etc.

Pentru alimentarea compresorului pentru sistemul de aer condiționat se admite și varianta de convertizor static separat.

Pornirea și oprirea motoarelor asincrone trebuie să se realizeze fără efecte secundare (șocuri sau smucituri).

Caracteristicile impuse convertizorului static sunt:

- Tensiuni și curenți la intrare impuse pentru fiecare utilizator:
 - $U_n = 450 - 650 \text{ Vcc}$
- Tensiuni și curenți la ieșire:
 - $U_n = 26 \dots 29 \text{ Vcc}$ (reglabil);
 - $I_n = \min 100 \text{ A}$;
 - $I_{\text{încărcare baterie}} = 10 \dots 30 \text{ A}$ (reglabil);
- În curent alternativ:
 - $U_n = 3 \times 380 \text{ Vca} \pm 10 \%$, cu factor de deformare mai mic sau egal cu 8 % și variație sinusoidală;
 - $U_n = 220 \text{ Vca} \pm 10 \%$ cu factor de deformare mai mic de 8 % și variație sinusoidală;
 - $f_n = 50 \text{ Hz} \pm 1 \text{ Hz}$

Convertizorul static utilizat pentru servicii auxiliare trebuie să fie dotat cu un controler cu microprocesor configurabil care va asigura comanda și controlul tuturor tensiunilor de intrare și de ieșire, protecție la supratensiune, supracurent, scurtcircuit la bornele de intrare respectiv de ieșire, controlul frecvenței pentru curentul alternativ, repornirea automată la întreruperea tensiunii de alimentare, controlul curentului și a tensiunii de încărcare a bateriei de acumulatori, protecție la supratemperatură precum și autodiagnoză, comunicare prin magistrala de date cu computerul de bord și posibilitatea de vizualizare a parametrilor monitorizați la bordul tramvaiului. Componentele care se încălzesc în urma funcționării trebuie să fie separate de cele cu temperatura normală de funcționare, iar circuitele de înaltă tensiune trebuie să fie separate de circuitele de joasă tensiune.

Convertizorul trebuie să funcționeze fără defecțiuni în condițiile de mediu specificate.

Convertizorul trebuie să fie adaptat la funcționarea în mijloacele de transport urbane și trebuie să fie amplasat într-o carcasă care să îl protejeze împotriva pătrunderii prafului, a apei și a umezelii. Convertizorul trebuie să fie protejat împotriva influenței vibrațiilor și loviturilor și nu trebuie să necesite revizii și întreținere. Convertizorul trebuie să fie executat în conformitate cu cerințele normelor generale, SR EN 50155:2007 [24] sau echivalentă.

Se vor livra kit-urile de instalare software proprii, respectiv software-ul de diagnoză. Durata de viață a convertizorului static va fi de minim 15 ani. Componentele IGBT vor avea o garanție de minim 5 ani.

Ofertantul va prezenta un buletin de măsurători din care să reiasă consumul specific (kWh/km) pentru ciclul de deplasare E-SORT, ciclul 2 ("Standardised On-Road Test cycles

addendum for electric vehicles" - ciclul 2, mixed/easy urban) emis de un laborator acreditat din UE. Metodologia E-SORT va fi utilizată întocmai (privind valorile de timp, distanță, accelerație etc.), testul urmând a fi efectuat pe o porțiune de cale de rulare pentru tramvai dreaptă și în palier.

8.5 Bateriile de acumulatori

Bateriile de acumulatori, care sunt folosite pentru alimentarea auxiliare de 24 Vcc, vor avea fiecare capacitatea de minim 250 Ah, vor fi de tipul "fără întreținere" și vor avea o capacitate suficientă pentru a asigura bilanțul energetic pozitiv. Ofertantul trebuie să prezinte în cadrul ofertei eventualele operațiuni de întreținere. Compartimentul bateriilor de acumulatori va fi prevăzut cu aerisire.

Suportul și carcasele bateriilor de acumulatori trebuie să fie realizate din materiale ignifuge, neinflamabile și/sau cu autostingere.

Imediat după borna pozitivă a bateriei de acumulatori trebuie instalat un întrerupător general de curent.

În compartimentul bateriilor de acumulatori se va monta o priză de încărcare. Se va livra și partea conjugată a prizei de încărcare pentru baterii, respectiv fișa (ștecherul).

8.6 Motoarele de acționare compresor aer, compresor aer condiționat

Pentru acționarea compresorului de aer, respectiv a compresorului de aer condiționat se vor utiliza motoare fără perii. Fiecare motor va avea protecție individuală la scurtcircuit și suprasarcină.

Motoarele trebuie să fie, dotate cu rulmenți capsulați și fără colector, respectiv cu senzori de supratemperatură a bobinajului motorului.

Durata de viață a motoarelor de acționare trebuie să fie de minim 15 ani.

8.7 Instalația de comandă tracțiune și frânare

8.7.1 Modulul electronic de comandă

Unitatea de comandă și control trebuie să fie interconectată cu computerul de bord și să asigure următoarele funcții:

- Logica și comanda generală de funcționare a echipamentului de tracțiune și frânare electrică cu înregistrarea numărului de acționări/deconectări ale instalației de tracțiune, respectiv de frânare;
- Logica generală și interblocările pentru funcționarea în siguranță a tramvaielor;
- Supravegherea bunei funcționări a altor echipamente și semnalarea disfuncționalităților (spre exemplu compresor, aeroterme etc.);
- Controlul patinării la demararea tramvaielor;
- Diagnoza echipamentului de tracțiune și frânare electrică;
- Protecția la supratensiune, supracurent și scurtcircuit precum și posibilitatea funcționării normale la trecerea peste încrucișări sau macazuri aeriene, respectiv la frânare electrică recuperativă;
- Acționarea în caz de avarie a întrerupătorului general;
- Memorie nevolatilă (EPROM) la evenimente și erori în funcționare care va asigura înregistrarea evenimentelor pe ultimii 1.000 km de funcționare a tramvaielor, a datelor privind spațiu, timp, viteză, parcurs (km) și posibilitate de descărcare facilă a datelor la platformele de parcare sau în Depoul de Tramvaie;
- Asigurarea priorității frânei față de mers.

- Sistemul de tracțiune/frânare trebuie să fie prevăzut cu instalație de măsurare și înregistrare a consumului de energie electrică, cu indicarea energiei recuperate și înregistrarea datelor pe memorii nevolatile pentru determinarea activității fiecărui vatman.
- Informațiile privind consumul de energie vor putea fi vizualizate, în timp real, pe computerul de bord. Datele referitoare la consum vor fi descărcate în Depoul de Tramvaie și vor putea fi extrase rapoarte funcție de vatman, tramvai, perioadă etc.

Se vor livra kit-urile de instalare, software-le proprii echipamentului de tracțiune cât și software-ul de diagnoză.

Durata de viață a unității de comandă și control va fi de minim 15 ani.

8.7.2 Pedalierele cu traductoare de poziție (controlerele)

Comanda de frână și cea de accelerație trebuie realizate cu pedale cuplate cu traductoarele de poziție de înaltă fiabilitate și siguranță în funcționare.

Resorturile mecanice vor permite acționarea cu forță controlată reglabilă și nu vor produce în funcționare obosirea picioarelor vatmanului. Ruperea accidentală a arcului de rapel a pedalei nu va conduce la pornirea necontrolată a tramvaielei.

Sistemul mecanic de articulare a pedalei de frână se va realiza redundant, astfel încât, în caz de defectare a unei părți a mecanismului respectiv, pedala să nu acționeze necontrolat (tramvaiele nu trebuie să rămână fără frână mecanică).

Funcționarea pedalierei trebuie să fie monitorizată de computerul de bord.

Conducerea tramvaiului se poate realiza și cu ajutorul unor manete speciale acționate manual și dispuse ergonomic astfel încât să fie foarte comode pentru vatman, având totodată funcția de regulator de mers. Tramvaiele vor fi dotate și cu senzori de prezență a vatmanului care să poate fi acționată prin apăsarea unui buton cu mâna, sau prin apăsarea unei pedale cu piciorul (instalație de tipul "om mort"). Atunci când senzorul este apăsat (cu mâna sau cu piciorul), prin deplasarea manetei de reglare înspre înainte se va genera pornirea motoarelor de tracțiune. Intensitatea curenților de antrenare va fi dependentă de gradul de înclinare al manetei și de parametrii regulatorului de aderență. Ulterior atingerii vitezei dorite, poziționarea manetei în stare neutră va determina conducerea în stil liber, adaptând înclinarea manetei pentru a menține viteza dorită. Prin înclinarea manetei în poziția spre spate se va comanda frânarea tramvaiului.

Se acceptă ambele variante prezentate de pedalieră cu traductoare de poziție.

8.8 Instalația de măsurare a vitezei

Tramvaiele vor fi echipate cu instalație omologată pentru măsurarea vitezei de deplasare.

9. Instalații și echipamente electrice și electronice

9.1 Condiții tehnice generale

Toate echipamentele electrice și electronice trebuie să corespundă următoarelor condiții de mediu:

- Zona climatică temperat continentală de tranziție;
- Domeniul temperaturilor de utilizare: - 25 °C ... + 70 °C;
- Umiditatea relativă maximă 98 % RH la + 25 °C;
- Clasa de protecție pentru motoarele electrice IP 55, totodată, echipamente electrice și electronice trebuie încapsulate și protejate în carcase cu clasa de protecție IP 55;
- Protecție la vibrații, șocuri, praf, apă, raze ultraviolete;
- Vibrații (în funcționare): 5 ... 100 Hz, trei axe;
- Șocuri în funcționare: 10 g, 6 ms, undă sinusoidală;
- Tensiune de alimentare în domeniul 15 ... 30 Vcc;
- Protecția la supratensiuni de până la 50 Vcc (maxim 1 ms);
- Protecția la conectare cu polaritate inversată.

Durata de viață a instalațiilor și echipamentelor electrice și electronice de minim 15 ani.

Toate echipamentele electronice gestionate prin software vor fi livrate cu softul de bază și licențele acestora, pe suport magnetic (CD, DVD, card de memorie etc.) și vor fi up-gradate pe cheltuiala ofertantului pe toata durata de viață a tramvaielelor.

Pentru echipamentele electronice care funcționează pe baza de EPROM-uri se va furniza și dispozitivul de inscripționare al acestora, software-urile și licențele aferente.

Tramvaiele vor fi livrate obligatoriu cu următoarele dotări:

- computer de gestiune și management trafic (CGMT);
- sistem de validare a titlurilor de călătorie în sistem dual: bilete hârtie și carduri contactless;
- sistem de supraveghere video – destinat supravegherii spațiului din cupeul mijloacelor de transport cât și a exteriorului (lateral/față/spate);
- sistem numărare călători – asigură contorizarea călătorilor ce utilizează transportul public;
- sisteme de informare călători – facilitează transmiterea informațiilor către pasageri prin intermediul a trei tipuri de echipamente (corelate cu tipurile de informații transmise):
 - panouri indicatoare de tip matricial pentru traseul parcurs;
 - monitoare LCD/LED, instalate în interiorul mijloacelor de transport pentru transmiterea informațiilor publi-media;

Toate aceste sisteme vor fi gestionate prin intermediul CGMT și vor fi compatibile cu cele existente la utilizator.

Prin montarea acestor echipamente (care se va face cu aprobarea și la nevoie cu asistența tehnică a furnizorului de tramvaie) tramvaiele nu își vor pierde / diminua perioada de garanție oferită.

9.2 Computer de gestiune și management trafic

Tramvaiele vor fi dotate cu un computer de gestionare management trafic „C ++ 90” sau echivalent (CGMT), caracteristică GPS, echipament Wi-Fi și comunicare online.

Tramvaiele vor fi dotate cu computer de gestiune management trafic (CGMT), cu funcții GPS, echipament Wi-Fi și comunicare online.

Monitorul și tastatura integrată (sau cu ecran tactil) a CGMT se va instala în cabina de conducere, într-un loc ușor accesibil și cu vizibilitate maximă pentru conducătorul auto.

CGMT trebuie să îndeplinească următoarele cerințe tehnice minimale:

- Procesor: minim 600 MHz,
- Memorie: minim 256 MB
- Monitor: LCD / Ecran tactil analog rezistent / Rezoluție minimă 800 x 480
- Diagonală: minim 7 inch
- Luminozitate ajustabilă: minim 400 cd / m²
- Tastatură: minimum 5 taste programabile cu iluminare pe fundal cu lumină LED
- Carcasă: Aluminiu
- Răcire în regim pasiv (fără ventilator)
- Panou frontal IP65
- Sistem de operare: Ubuntu Linux sau orice alt sistem de operare echivalent (ex. Windows CE, Windows 7, etc.), cu condiția ca acestea să nu genereze costuri ulterioare legate de instalarea altor aplicații pentru integrarea în sistemele existente: Managementul transportului public (PTM); Localizarea Vehiculului în mod automat prin satelit (AVL).
- Capacități de extindere:
 - IEEE 802.11b / g WLAN
 - GPS
 - GPRS / CDMA / HSDPA
- Aporturi / randamente:
 - Memorie: CompactFlash de tipul II minim funcția 1
 - Port COM: minim 2 x RS-232/422/485 (configurabil)
 - USB: cel puțin 3x USB2.0
 - LAN: 10/100 Mbps minimum 1 x RJ-45 Ethernet prin intermediul extensiei conectate la un număr de validatoare.
 - Difuzor: incorporat 1W
 - GPS: (inclus) 50 canale GPS cu conector SMA
 - CAN Bus
 - WWAN: HSDPA modem Quad-band
 - WLAN: IEEE802.11b / g cu conector SMA
- Antenă:
 - operare obișnuită:
 - 802.11 WiFi: 2400-2485 MHz
 - GPS: 1575.42 MHz +/- 2
 - GPS: minimum 26 dB

- Intervalul de temperatură: -30 ° C la + 80 ° C
- Instalare: capota vehiculului
- Rezistentă la peria de spălare a vehiculului
- Alimentarea:
 - Alimentare la rețea: 9 ÷ 36 VDC
 - Cheie de contact Pornit / Oprit
 - Întârziere la puterea de pornire (implicit 2 secunde)
 - Întârziere la oprire (implicit 5 secunde)

Computerul gestione management trafic trebuie să fie alcătuit din minim 7 module funcționale:

- Modul de înregistrare de evenimente (cutie neagră) fără posibilitatea resetării de către conducătorul auto; Înregistrare și înregistrare viteză;
- Modul de autodiagnoză și semnalizare pentru facilitarea conducerii tramvaiului electric și diagnosticării pentru întreținerea tramvaiului; de diagnoză pentru mentenanță;
- Modul management trafic;
- Modul de măsurare consum energie electrică consumată și recuperată - afișarea se va face pe display fără posibilitatea resetării de către conducătorul auto;
- Modul de comandă pentru sistemul de informare audio-video al călătorilor;
- Modul de interfațare și comunicație wireless precum și modul de comunicație online și comunicare Multiplex;
- Modul de contorizare călători.

Programul managementului computerizat al traficului trebuie să includă licențe pentru modificare a rutelor de trafic prin intermediul antenei WLAN, a anunțurilor vocale și a orarului. Managementul traficului computerizat trebuie să fie capabil să transmită, prin intermediul interfeței WLAN compatibile, rapoarte în cadrul sistemului „modulului statistic” alcătuit din echipamente hardware și un program cu licență ce vor fi incluse în prețul ofertei.

Furnizorul va realiza, pe propria cheltuială, orice adaptare a echipamentelor/programelor/comunicațiilor pentru a asigura integrarea sistemelor ITS tramvaielor livrate în sistemele existente ale utilizatorului.

CGMT va furniza baza de date preluate de la SIGDAL, poziționarea GPS, informațiile pentru pasageri, numărul pasagerilor, comunicația online etc.

Logarea la CGMT se va realiza pe două nivele pe bază de acces cu parolă, iar user-ul individualizat va avea cel puțin următoarele drepturi:

Administrator (personal autorizat):

- Selecționarea depoului / tramvaiului
- Setarea numărului de inventar al vehiculului
- Vizualizarea tuturor parametrilor de monitorizare
- Selecționarea rutei (linia de transmisie, cursa specială, retragerea etc.)
- Selectarea locației curente

Utilizator (vatman):

- Selecționarea rutei (linia de transmisie, cursa specială, retragerea etc.)
- Selectarea locației prezente

CGMT va trebui să îndeplinească următoarele funcții:

- colectarea datelor și statisticilor din cadrul sistemului SIGDAL pentru asigurarea întreținerii preventive a tramvaiului;
- alertarea vatmanului și a personalului de întreținere cu privire la problemele operaționale ale tramvaiului;
- operarea și controlul audio și video a sistemului de informare a pasagerilor;
- urmărirea locației tramvaiului prin GPS și măsurarea distanțelor parcurse;
- comunicarea și interacțiunea cu alte sisteme (contorizare curbă etc.);
- aplicații pe hartă, navigare și îndrumarea șoferului;
- informațiile privind orarul șoferului și conformitatea;
- comunicarea radio dintre șofer și dispecer prin intermediul mesajelor ad-hoc sau al celor predefinite;

Calculatorul trebuie să fie compatibil cu cel puțin următoarele metode de transferare a datelor (conectivitate):

- Comunicarea datelor prin interfață wireless (WLAN) și alte tehnologii wireless (excluzând infraroșii);
- Transferul de date prin interfață în regim online pe frecvența utilizării gratuite (sau la un cost redus);
- Comunicarea datelor prin interfață USB și Ethernet 10/100 Mbps RJ45;
- Cablu serial - RS232 (și, opțional, 485, etc.);

Pentru descărcarea datelor computerizate ale managementului traficului, precum și pentru procesarea și stocarea datelor furnizorul va asigura un server și cinci calculatoare.

Caracteristici minime ale calculatoarelor: CPU Intel 3.2 GHz Core I 5 min; Minim 4 GB RAM; Minim 1TB HDD capacitate; DVD-RW; LAN, video și sunet incorporat; monitor LED cu diagonala minimă de 17", tastatură și mouse.

Sistemul va fi de tipul "open", și va fi integrat în cadrul sistemelor existente, implementate la nivelul operatorului de transport public.

Se vor respecta cerințele tehnice generale ale sistemelor, instalațiilor și echipamentelor electrice / electronice imbarcate solicitate.

Transmisiiile de date necesare sistemelor instalate pe tramvai vor fi asigurate printr-o singură cartelă SIM / maxim două, utilizând router/routere dedicate.

Tramvaiul va fi echipat de către ofertant cu un sistem pentru internet gratuit Wi-Fi, pentru călători, fiind dotat cu router WI-FI dedicat pentru furnizare de servicii internet gratuit călătorilor

9.3. Sistemul informatic de gestiune (SIGDE) prin CAN

Tramvaiele vor avea în echipare un sistem integrat de gestiune și diagnosticare electronică prin rețeaua CAN (numit prescurtat SIGDE) sau altă rețea standardizată.

Sistemul integrat de gestiune și diagnosticare electronică, compus în principal din hardware și software și rețea CAN, va integra, subsisteme gestionate electric și electronic. Sistemul poate

avea funcții de comandă, control, parametrizare, transport de date și diagnosticare. SIGDE va fi flexibil, disponibil up-grade-ării software-ului și integrării în cadrul lui a noi funcții aferente unor sisteme adăugate ulterior și va asigura transferul de date către computerul de gestionare și management și alte echipamente.

Principalele subsisteme electrice, electronice și de automatizări ale sistemelor mecanice ale tramvaielor vor fi integrate cu acesta (tabloul de bord, computerul de bord, computerul Intelligent Transportation Systems (ITS), motoare electrice, sistem de frânare, suspensie, uși, instalații climatizare, iluminare, semnalizare etc.) în sensul schimbului de informații, al comandării, sau al controlului unor anumiți parametri. Alături de alți parametri generali, prin intermediul SIGDE trebuie furnizate și valorile pentru consumul de energie ale tramvaielor, respectiv pentru energia recuperată. Contorul consumului de energie va fi neresetabil de personalul neautorizat. Datele vor fi puse la dispoziție și în format electronic în vederea interfațării cu alte aplicații. Valoarea consumului de energie ale tramvaielor și energia recuperată vor fi furnizate în: valori absolute (ex: kWh pe un interval de timp, din data, ora ... până în data, ora ...), în valori raportate medii (ex: kWh/100 km sau kWh/anumite intervale cerute) și opțional puterea absorbită în valori instantanee. Datele vor fi puse la dispoziție și în format electronic în vederea interfațării cu alte aplicații.

Conectivitate: SIGDE va asigura transferul de date către computerul ITS și către alte echipamente. Se vor asigura interfețe și legături standardizate pentru transferul de date (conectori specializați, RS232, USB, IBIS sau echivalent).

Ofertantul va prezenta arhitectura întregului sistem informatic instalat pe tramvaie, cât și arhitectura la nivelul locațiilor fixe și descrierea funcționalităților software pentru echipamentele instalate în tramvaie cât și a software-lui de prelucrare statistică.

Ofertantul va include în prețul ofertei toate echipamentele care vor fi instalate la nivelul locațiilor fixe pentru transferul de date.

9.4. Sistem de validare a titlurilor de călătorie

Tramvaiele vor putea fi echipate cu un echipament de ticketing compatibil cu sistemul integrat în sistemul propriu de ticketing al fiecărui utilizator, constituit în principiu din:

- Validatoare (câte un validator pentru fiecare ușă de acces a călătorilor);
- Computer de bord;
- Tablou siguranțe;
- Echipament de comutație a semnalelor de date (1 bucată) etc.

Furnizorul de tramvaie va pregăti din fabricație condițiile pentru montarea acestora, respectiv va prevedea locurile pentru montarea acestora și va monta conductoarele necesare (cablaje de alimentare și transmitere de date între validatoare și computer). Furnizorul tramvaielor va acorda asistență tehnică, dacă se va solicita, pentru montarea acestor echipamente, în scopul de a nu afecta instalațiile deja existente pe tramvaie.

Se vor monta din fabrică cablurile de alimentare și cablurile de date, panourile de siguranțe echipate cu siguranțe, regulatoarele pentru tensiunea de 24 Vcc prevăzute cu diode de protecție (dacă acestea nu există), respectiv cu comutatorul on/off din cabina vatmanului.

Se va poziționa cablajul până la locul de amplasare al echipamentelor. Cablurile de date se vor sertiza la capete cu mufe, care să respecte standardul de mufă de tip B.

Tramvaiele vor fi dotate cu validatoare, câte unul pentru fiecare ușă de acces, de tip dual:

card contactless și hârtie.

Biletele de călătorie sunt din hârtie offset 100gr/mp, cu următoarele dimensiuni: lățime de 25 mm și lungime de 85/110 mm, iar pe suprafața lor trebuie să fie tipărite următoarele informații:

SSSS	Codul vehiculului	4 caractere
Data	ZZ/LL/AN	6 caractere
Ora	MM HH	4 caractere

Cardurile folosite vor fi de tip RFID.

Validatoarele trebuie să opereze atât în mod autonom, fără conectare între dispozitive, cât și conectate la CGMT. Astfel, utilizând una din interfețele de comunicare, se poate seta simultan, pe fiecare echipament de validare: codul vehicul, ora, data,.

Caracteristici tehnice:

- Alimentare: 9 V ÷ 36 Vcc;
- Voltaj nominal: 24 Vcc;
- Sarcina maximă a curentului în regim *stand-by*: 0,5 A;
- Validare sarcină maximă a curentului: 2,5 A
- Protecții: la suprasarcină, supratensiune și la polarizare inversă;
- Temperaturi de lucru: -20 °C ÷ + 65 °C;
- Temperatură de depozitare: -30 °C ÷ + 70 °C;
- Minimum clasa de protecție IP20;
- Materialul carcasei: anti-vandalism (metal / hard plastic / plastic cu inserții metalice / Bayblend® sau echivalent);
- Memorie internă pentru stocarea informațiilor de validare;
- Baterie tampon pentru protejarea datelor stocate în memorie;
- Imprimantă matricială;
- Confirmarea / invalidare, a titlurilor de călătorie, acustică și vizuală;
- Monitor LCD, min 5,7 inch; de tip touchscreen capacitiv, antivandalism, cu minim 8 butoane virtuale programabile, necesare pentru dezvoltarea ulterioară a sistemului;
- Acceptarea card-ului: ISO 14443 A /B, MIFARE;
- Interfața de comunicare cu alt echipament: RS485/ Ethernet / RS232;
- Suport prindere bare (diametru 30÷ 40 mm);
- Interfață grafică în limba română și multilingvă (engleză și germană).

Validatoarele vor fi echipate cu un senzor detector optic (atunci când se introduce elementul de validare) pentru a preveni validarea repetată, fără îndepărtarea biletului.

Dispozitivele nu vor permite validarea repetată/nesolicitată a cardurilor contactless, fiecare validare, începând cu a doua, este condiționată de cererea explicită a posesorului de card.

Validatoarele vor avea funcții de: validare, control, informare privind validările/ controalele și mesaje multimedia.

9.5. Sistem de supraveghere video

Tramvaiele vor fi prevăzute cu o instalație de supraveghere video la interior și la exterior.

Sistemul va fi alimentat la instalația de electrică a tramvaiului și va cuprinde minim 8 camere IP color, de înaltă rezoluție, tip dom, cu carcasă antivandalism amplasate după cum urmează:

- o cameră în lateral stânga pentru supravegherea în caz de accident a părții din stânga a vehiculului;
- o cameră în lateral dreapta pentru supravegherea zonei ușilor de accedere la călători;
- câte două în fiecare parte rigidă a salonului de călători ce vor asigura supravegherea întregului habitacul;
- o cameră care să supravegheze pantograful;
- o cameră amplasată la postul de conducere cu focalizare pe direcția de mers;
- o cameră amplasată la partea din spate a tramvaiului, pentru supravegherea acesteia.

Unitatea de înregistrare video digitală, instalată pe tramvai, trebuie să conțină un hard disc amovibil de cel puțin 1 Tb, montată printr-un sistem de suspensie pentru absorbirea șocurilor specifice vehiculelor. Echipamentul de supraveghere video va dispune de memorie nevolatilă pentru înregistrarea evenimentelor pentru o perioadă de cel puțin 14 zile.

De asemenea, sistemul trebuie să aibă prevăzută o baterie tampon care să permită funcționarea în cazul lipsei de tensiune a minim încă unui minut.

Echipamentele sistemului de supraveghere video montat pe tramvai vor fi:

- cu răcire pasivă (fără ventilatoare);
- după caz, echipamente digitale alimentare tip PoE.

Toate camerele sistemului de supraveghere video vor fi astfel alese, încât să se asigure o imagine și o acuratețe clară a imaginilor.

Imaginile captate de către cele 8 camere trebuie să fie disponibile în timp real pe un display cu o diagonală între 7,5 - 10 inch, montat la postul de conducere într-o zonă de vizibilitate pentru conducătorul auto, prin selecție din tastatură.

Camerele trebuie să detecteze și să avertizeze în mod automat acoperirea intenționată cu obiecte sau vopsea și să aibă răspuns rapid la schimbările de contrast pentru a oferi în orice condiții cele mai bune imagini.

În cazul activării sistemului de alarmă sau în caz de accident (senzor G), înregistrarea video va fi salvată și blocată pe hard disc și nu va fi suprascrisă, pentru o perioadă de 5 minute înainte și 5 minute după alarmare.

Pentru aceasta instalație în prețul oferit al tramvaielor trebuie să fie inclusă toată documentația, suportii necesari pentru montarea echipamentelor și cablajul aferent precum și software-ul, licența și hardware-ul necesare pentru configurare, mentenanță și descărcarea datelor.

Sistemul trebuie să fie livrat cu software specializat pentru analizarea și manipularea ușoară a materialului video.

Sistemul trebuie să dispună de ieșiri digitale, care să poată să fie conectate la computerul de bord pentru a prelua date pentru semnalarea camerelor obstrucționate și a erorilor în sistem sau informații GPS care să fie afișate la analiza imaginilor (localizarea vehiculului și intervalul orar). Această conexiune trebuie să fie într-un format comun, bine cunoscut.

Conectivitate pentru transferul datelor înregistrate:

- sistemul va permite vizualizarea on-line a imaginilor furnizate de camere, cât și gestionarea/descărcarea de imagini din Unitatea de înregistrare video digitală, la distanță, printr-o rețea de date mobile (3G/4G)
- sistemul va asigura compatibilitate pentru transferul și salvarea datelor înregistrate la un PC staționar (RJ45, prin interfața USB, WIFI sau alte metode);

Se va livra software și licența aferente pentru PC, pentru prelucrare și arhivare imagini înregistrate.