

METROUL DIN DUBAI

THE SUBWAY IN DUBAI

**Gabriel POPA¹, Ioan Adrian MUNTEAN², Monica VĂLU³,
Constantin BIBIRE⁴, Claudiu-Nicolae BADEA⁵, George DUMITRU⁶**

¹Universitatea Politehnica București, Splaiul Independenței nr. 313, București, România
e-mail: gabi21popa@yahoo.com

^{2,3,5,6}Autoritatea Feroviară Română - Calea Griviței nr. 393, sectorul 1, București, România
e-mail: adrianmuntean67@yahoo.com
mmonicavalu@yahoo.com
badeaclaudiun@gmail.com
george.dumitru.cfr@gmail.com,

⁴Centrul Național de Calificare și Instruire Feroviară – CENAFER - Calea Griviței nr. 343, sectorul 1, București, România
e-mail: constantin.bibire@yahoo.com,

Rezumat: În lucrare este descris metroul din Dubai. Metroul din Dubai funcționează fără mecanic și este complet automat. Acesta are atât zonei subterane cât și zone în care circulă la suprafață. În general, primul vagon, cel din față este destinat călătorilor care au card NOL Gold, altfel spus clasa I. Vagonul are inscripția Gold Car. Călătorii care plătesc în plus pentru a călători în Gold Car au avantajul de a ocupa scaune de piele, care sunt mai confortabile cu mai mult loc între ele cât și de panoramă mai bună. De asemenea, există vagon special destinat doar pentru femei și copii care este situat imediat după cel Gold. Si acest vagon este bine inscripționat. În cazul în care călătoriți în ultimul vagon, se poate admira panorama excelentă în special pe porțiunile cu zgârie nori de pe linia roșie, între stațiile World Trade Centre și Financial Centre.

Cuvinte cheie: metrou, stație, tronson, ecartament, tren, vagon.

Abstract: The paper describes the Dubai Metro. The Dubai Metro operates without a mechanic and is fully automatic. It has both underground and surface areas. In general, the first car, the front one, is intended for passengers who have a NOL Gold card, in other words class I. The car has the inscription Gold Car. Passengers who pay extra to travel in Gold Car have the advantage of occupying leather seats, which are more comfortable with more space between them and better view. There is also a special wagon designed only for women and children which is located immediately after the Gold. And this wagon is well inscribed. If you are traveling in the last car, you can admire the excellent panorama especially on the parts with skyscrapers on the red line, between the World Trade Center and Financial Center stations

Keywords: subway, station, section, track, train, wagon.

1. INTRODUCERE

Metroul din Dubai (figura 1) este o nouă capodoperă culturală adăugată la rezultatele uimitoarelor caracteristici ale Emiratelor Arabe Unite, fiind unul dintre cele mai mari sisteme feroviare automate din lume.

Metroul din Dubai a reușit să deservească peste 103 milioane de pasageri în prima

jumătate a acestui an, iar numărul este în continuă creștere, deoarece metroul este cel mai bun și mai ieftin mod dintre toate transporturile publice și private din Dubai.

Metroul din Dubai este, de asemenea, prima și cea mai preferată opțiune pentru majoritatea turiștilor, deoarece le permite să ajungă la inima vibrantă a orașului și la cele mai importante atracții turistice ale acestuia direct de la aeroport.

Metroul din Dubai este o rețea de metrou automată, fără mecanic, care a fost deschisă pe 9 septembrie 2009 la 09:09:09 pm în Dubai [1], al doilea oraș ca mărime din Emirate, proiectul vizând reducerea congestiei de trafic și reducerea timpului petrecut în transport. Construcția sa este un model nou și distins în arhitectură. Acesta își propune să reducă poluarea [2] cauzată de mijloacele de transport obișnuite. Este o legătură majoră care leagă Aeroportul Internațional Dubai. Numărul zborurilor de pasageri din Metro Dubai, Green Line, a ajuns la 2.992.195 la sfârșitul lunii iulie 2012.



Fig. 1. Tronson de metrou din Dubai

În prezența conducătorului Dubaiului, șeful Mohammed bin Rashid Al Maktoum, s-a lansat pe 09/09/2009, la exact nouă, nouă minute și nouă secunde, metroul din Dubai. Și pentru că este primul metrou din Emirate, este o sursă de interes și se bucură de un sprijin mare și din partea statului. Prima idee a proiectului datează din 1997, când a ajuns la concluzia că Dubaiul nu se va putea baza în totalitate pe sistemul regulat de transport rutier doar pentru a răspunde nevoilor tot mai mari de trafic. Rezultatele studiului au recomandat, de asemenea, necesitatea unui sistem de transport de tranzit care să contribuie la reducerea congestiei de trafic.

2. CARACTERISTICILE METROULUI DIN DUBAI

Metroul din Dubai oferă cel mai mare confort, siguranță, confidențialitate și ușurință de utilizare pentru pasageri, pe lângă un număr mare de servicii recreative, cum ar fi internet wireless. Printre cele mai importante caracteristici:

- are 47 de stații dintre care două sunt în construcție;
- are două tronsoane de linii: linia roșie care are 51 km; linia verde care are 22,5 km;
- ecartamentul este normal (1435 mm);
- alimentarea electrică de la o rețea electrică aflată între firele căii – 750 [V] c.a.;

Metroul din Dubai

- metroul are o viteză de 90 km pe oră, iar trenurile sale sunt curate și spațioase;
- circulă fără mecanic;
- este unul dintre cele mai economice și mai ieftine transporturi din Dubai.
- copiii sub cinci ani au accesul gratuit.
- toate vagoanele au scaune confortabile, iar pentru cei care caută mai mult lux, există vagoane luxoase din clasa aur, care 171 dispun de scaune private, care sunt mai confortabile și mai spațioase decât scaunele obișnuite.
- portbagaje sunt disponibile în toate vagoanele.
- toate trenurile au vagoane doar pentru femei și copii, oferind femeilor spațiu pentru confidențialitate și siguranță.
- toate vagoanele au scaune cu dizabilități și utilizatori de scaune cu roțile și există semne proeminente pe podea la stații pentru a ghida persoanele cu deficiențe de vedere.
- metroul din Dubai oferă pasagerilor mai multă securitate prin mai mult de 3000 de camere distribuite pe trenuri și stații, pe lângă o unitate de poliție dedicată numai pentru metrou.
- linia roșie a metroului trece prin terminalele 1 - 3 ale Aeroportul Internațional Dubai, care face legătura între aeroport și oraș și face ușor pentru turiști să ajungă la cele mai importante obiective turistice precum Burj Khalifa.

3. CEL MAI ELEGANT ȘI MAI COMPUTERIZAT METROU DIN LUME

Metroul din Dubai este o curiozitate a lumii contemporane. Ultramodern nu este doar aspectul, ci și tehnologia folosită pentru ca localnicii, muncitorii și turiștii să fie transportați zilnic prin orașul-emirat. O mare parte a stațiilor de metrou sunt construite la suprafață, pe un pasaj special care taie Dubaiul în două, astfel încât călătorii se pot bucura de o priveliște superbă asupra orașului (figura 2). Podurile lor suspendate s-ar putea să semene cu viitoarele noastre autostrăzi suspendate.



Fig. 2. Metroul suspendat din Dubai

Garniturile de metrou se deplasează foarte liniștit și uniform. Sistemul se bazează pe tehnologia contactului feroviar, când energia electrică este livrată printr-un conductor solid continuu situat pe partea laterală a căii sau între șine. Telefonul mobil are semnal chiar și în

porțiunea subterană a metroului, există aer condiționat și internet wireless pe tot parcursul drumului. Construit cu o viteză ametoare și dat în folosință pe 9.09.2009 la ora 9.09 seara (șeful Mohamed bin Rashid Al Maktoum, a folosit o cartela personalizată, care i-a fost prezentată pe un platou de argint, pentru a urca în primul vagon al trenului) metroul din Dubai este parcă o construcție din filmele science-fiction. Metroul a fost construit bineînțeles de japonezi, (prima linie - linia roșie). În stația al-Ittihad din centrul orașului, cea mai mare stație subterană din lume, potrivit constructorilor, șeful Mohammad a plasat într-o capsulă „un mesaj secret” destinat generațiilor viitoare ale Emiratelor, care nu trebuie deschis decât peste 37 de ani.

Fiecare garnitură de metrou este compusă din cinci vagoane, dintre care unul este „Gold Class”, unde au acces doar cei dispuși să plătească dublu pentru bilete sau abonamente. În schimb, aceștia beneficiază de scaune îmbrăcate în piele, covor pe jos, precum și de vederea panoramică pe care o oferă primul vagon din față, care merită toți banii. Totodată, fiecare tren are obligatoriu un vagon destinat exclusiv femeilor și copiilor, o influență din cultura musulmană. Dacă, din grabă sau din întâmplare, în vagonul respectiv intră vreun bărbat, însoțitorul de tren îl invită politicos să se mute în vagonul vecin, unde nu există restricții. Metroul din Dubai este considerat a fi unul dintre cele mai sigure mijloace de transport de acest gen din întreaga lume. Pentru a apăra călătorii de diverse riscuri, a fost creată o Poliție specială a metroului. Aproximativ 3.000 de angajați monitorizează activitatea în trenuri și în stații. Totodată, este funcțional un sistem radio integrat între metrou și serviciile de urgență. De altfel, accesul în vagoanele de metrou este închis (securizat) cu uși glisante de sticlă iar în momentul în care trenul este complet oprit, aceste uși se deschid în același timp cu ușile de acces în vagoanele de metrou (figura 3).



Fig. 3. Dotarea stațiilor cu uși glisante de sticlă până în momentul în care ajunge trenul [1]

Astfel, sinucigașii nu au nici o șansă să se arunce în fața trenului. Metroul din Dubai are două linii: cea roșie și cea verde. Cea mai folosită de turiști este linia roșie (Red Line): duce până la aeroport, merge pe sus și are stații la cele mai mari mall-uri, inclusiv la Dubai Mall, unde pot vizita și Burj Khalifa, cea mai mare clădire din lume. Pentru o plimbare în voie cu metroul, este recomandat să vă procurați un abonament de o zi, care costă 14 dirhami (aproximativ 14 lei). În rest, prețul variază în funcție de distanța pe care doriți s-o parcurgeți, traseul fiind împărțit în cinci zone distincte, cărora li se aplică prețuri diferite. De exemplu, pentru o călătorie într-o singură zonă, veți scoate din buzunar aproximativ 2,5 dirhami, pentru două zone – 4,5 dirhami, iar pentru trei zone - 6,5 dirhami. Un abonament pe o lună valabil în

toate zonele costă 270 de dirhami, pentru adulți, și 170 de dirhami pentru studenți. Călătoria pentru copii sub 5 ani sau pentru cei cu o creștere mai mică de 90 cm este gratuită. Pe 20 mai 2005, municipalitatea din Dubai semna contractul pentru construcția metroului cu Mitsubishi Heavy Industries. În ziua următoare, contractul pentru prima fază a proiectului a fost atribuit consorțiului Dubai Rapid Link. Pe 24 octombrie 2005, au început lucrările de construcție, la Ittihad Park în Deira. La începutul lunii iulie 2006, a fost instalat primul pilon pentru șinele aferente metroului, de pe strada Shaikh Zayed. În luna ianuarie 2007, au demarat lucrările la tunelul pentru metrou. În martie 2008, au început să sosească primele trenuri, produse în Japonia, iar în luna mai acestea au putut fi deja testate pe o porțiune de șine. În septembrie, au fost efectuate teste pe 11 km ai rețelei care erau deja gata. În august 2009, au fost puse în vânzare primele cartele de metrou, iar pe 9 septembrie 2009, cel mai lung sistem de trenuri automate a fost inaugurat oficial. La încheierea acestora, locuitorii Dubaiului vor avea la dispoziție un sistem de linii de metrou în lungime de 70 km, cu 47 de stații, dintre care 9 subterane.

Linia roșie, cu o lungime de 50 de kilometri, duce de la Universitatea Americană din Dubai Jebel Ali Port până în cartierul Al Rashidiya, trecând prin centrul orașului. Linia verde, în lungime de 20 de kilometri, cu un număr de 22 de stații, începe în Festival City, traversează zona centrală a orașului și continuă până la terminalul numărul 2 al Aeroportului Internațional Dubai și Airport Free Zone.

În plus, s-a planificat adăugarea a două noi linii, a căror construcție va începe după terminarea primei faze a proiectului inițial. Viitoarea linie albastră, lungă de 47 kilometri, va fi paralelă cu Emirates Road, dar amplasarea ei concretă nu a fost încă hotărâtă. Linia mov, de 49 de kilometri, va face legătura între Aeroportul Internațional Dubai și Aeroportul Internațional Al Maktoum, fiind conectată la Al Khalil Road.

Metroul va fi administrat de societățile Serco și Dubai Roads and Transport Authority și, conform statisticilor, va transporta zilnic un număr de 1,2 milioane de pasageri, iar anual 335 de milioane. Dar cel mai important lucru este absența mecanicului. Trenurile electrice sunt controlate la distanță prin intermediul calculatoarelor [3]. Întotdeauna călătorii stau în picioare și admiră vederile prin parbrizul metroului (figura 4).



Fig. 4. Partea din față a garniturii de metrou [19]

Din cauza metroului din Dubai, RTA a susținut că au fost evitate 343.000 de tone de emisii de carbon în 2017 [4]. Acest lucru s-a produs deoarece pasagerii au redus utilizarea

mașinilor și au împiedicat arderea combustibilului.

La 1 noiembrie 2018, ca parte a Zilei Transportului Public RTA, cel mai lung lanț uman de mână a fost format într-un tren de metrou din Dubai de persoane din diferite țări, în stația Etisalat. Recordul a fost recunoscut de Guinness World Records. Lanțul a fost format din oameni din 96 de țări din întreaga lume. Anterior acest record a fost cu Norvegia, unde 75 de națiuni au realizat un lanț uman divers [5].

Etisalat este o stație de tranzit rapid de pe linia verde a metroului din Dubai. Fiind terminalul estic al liniei, este una dintre cele trei stații de metrou cu parc și parcare, celelalte fiind Rashidiya și Nakheel Harbour și Tower. Procesul a început în octombrie 2010, stația fiind inaugurată pe 9 septembrie 2011 și deschisă publicului a doua zi, 10 septembrie 2011.

4. CONSTRUCȚIA TRONSOANELOR DE LINII DE METROU DIN DUBAI

Cum să construiești o minune a tehnologiei [6] în patru ani. Goana autorităților din Dubai după recorduri a dus la inaugurarea, pe 09.09.2009, a primului metrou din Golf, totodată cel mai elegant și mai computerizat metrou din lume.

În mai 2005, a fost atribuit un contract de proiectare și construcție către consorțiul Dubai Rail Link (DURL) format din companii japoneze, inclusiv Mitsubishi Heavy Industries, Mitsubishi Corporation, Obayashi Corporation, Kajima Corporation și firma turcă Yapı Merkezi, [7] și contractul de servicii de Management de proiect și de Management de construcții atribuit unei întreprinderi mixte franceze-americeane între Systra și Parsons Corporation. Prima fază acoperă 35 de kilometri din rețeaua propusă, inclusiv Linia Roșie dintre Al Rashidiya și Zona Liberă Jebel Ali [8] a fost finalizată până în septembrie 2009 [9] și Linia Verde de la Al Qusais 2 la Al Jaddaf 1. Aceasta urma să fie finalizată până în iunie 2010. Contractul de fazei a doua a fost ulterior semnat în iulie 2006 și include extinderi ale rutelor inițiale. Linia Roșie s-a deschis parțial data de 9 septembrie 2009, la ora 9 seara, 9 minute și 9 secunde (09/09/2009, 9: 9: 9), inaugurată de șeful Mohammed bin Rashid al Maktoum [10].

Lucrările au început oficial la construcția metroului la 21 martie 2006 [11]. În februarie 2009, un oficial de top al Agenției Feroviare RTA a spus că proiectul Metro Dubai de 4,2 miliarde de dolari va fi finalizat în termen, în ciuda crizei globale [12]. Cu toate acestea, doar 10 din cele 29 de stații de metrou ale liniei roșii s-au deschis la 9 septembrie 2009.

Construcția celor 18 stații de pe Linia Roșie și a altor 18 pe linia verde s-au repornit pe 7 februarie 2010, potrivit contractanților, după ce s-a ajuns la o înțelegere cu un consorțiu condus de japonezi pentru plăți disputate de aproximativ 2 miliarde USD-3 miliarde USD. Construcția celor 29 de stații de metrou de pe Linia Roșie a fost declarată finală la 28 aprilie 2010 de către șeful interimar al Agenției Feroviare RTA.

Alte șapte stații de pe linia roșie a metroului din Dubai s-au deschis la 30 aprilie 2010. Zece trenuri noi au fost puse în funcțiune, oferind un număr de 22 de trenuri în funcțiune la deschiderea stațiilor. Cele șapte stații sunt, Emirates Station, Airport Terminal 1 Station, Dubai Internet City (TECOM) Station, Al Karama Station (acum ADCB), Emirates Towers Station, Dubai Marina Station (acum Damac Properties) și Ibn Battuta Station. În plus, alte trei stații au fost deschise la 15 mai 2010; Gara GGICO și stația World Trade Center. În plus, Business Bay Station, First Gulf Bank Station (acum First Abu Dhabi Bank), Sharaf DG (Al Barsha), Stația Nakheel (Emirates Golf Club) și Jumeirah Lakes Towers Station (acum DMCC) au fost deschise la 15 octombrie 2010. După multă întârziere, stația Jebel Ali,

terminalul liniei roșii dinspre Abu Dhabi a fost deschisă la 11 martie 2011, iar stația Jebel Ali, redenumită stația Dunării, a fost deschisă la 12 decembrie 2012. Ultimele două stații, Al Jadaf și Creek, de pe linia verde au fost deschise la 1 martie 2014.

Primele două linii ale metroului Dubai au 74,6 de kilometri de linii și 49 de stații (nouă dintre ele fiind subterane) [13]. Linia roșie se întinde de-a lungul orașului, din zona Jebel Ali până la granița cu Sharjah. Acesta trece prin mai multe atracții turistice, cum ar fi Mall of Emirates, Dubai Mall și Burj Khalifa. Linia verde, pe de altă parte, rămâne în vechea zonă din Dubai. Trece prin multe site-uri istorice, cum ar fi Muzeul Dubai, Sucul de Aur, Spice Soukprintre, etc. Din această cauză, multe stații din apropierea acestor locuri sunt tematice pe istoria Dubaiului, fotografii care înfățișau Emiratele Arabe Unite în anii '60 sau mai înainte fiind afișate în cadrul stației. Unele stații sunt chiar proiectate special cu arhitectura caselor tradiționale din Emiratele, reflectând arhitectura din zona înconjurătoare.

Dubai Route 2020: Acest proiect reprezentativ a fost inaugurat recent în cadrul unei ceremonii de către șeful Mohammed bin Rashid Al Maktoum, vicepreședinte și prim-ministru al Emiratelor Arabe Unite și conducător al Emiratului Dubai.

Noul proiect, început în iulie 2016 și derulat de consorțiul ExpoLink, condus de Alstom, format și din ACCIONA și Gulermak, constă într-o linie lungă de 15 km - din care 11,8 km se află deasupra solului și 3,2 km în subteran - și o conectare cu Linia Roșie. Extensia metroului are șapte stații, printre care stația Jabel Ali și stația reprezentativă de la Expo. Proiectul este în valoare totală de 2,6 miliarde de euro.

Ca parte a consorțiului, compania Alstom a fost responsabilă de integrarea întregului sistem de metrou, incluzând 50 de garnituri Metropolis produse pe site-ul Alstom din Katowice, Polonia, precum și de lucrări de alimentare, comunicații, semnalizare, control automat al biletelor, lucrări de cale, panourile de protecție de pe platforme și asigurarea a trei ani garanție pentru întregul sistem, precum și îmbunătățirea liniei de metrou existente prin modernizarea alimentării cu energie electrică, a sistemelor de semnalizare, a diverselor lucrări de comunicații și de cale.

Traseul 2020 are o extindere de 15 kilometri cu 7 stații noi (inclusiv 2 subterane), care începe de la stația Nakheel Harbour și se încheie cu stația Tower. Planurile de viitor vor extinde și această linie la Aeroportul Internațional Al Maktoum. Extensia va fi deservită de trenuri noi, reproiectate.

În 2011, RTA a declarat că nu există „planuri imediate” de a construi liniile Blue și Purple „în următorii cinci sau șase ani”.

În 2013, RTA a elaborat un plan trifazat pentru extinderea liniilor existente și construirea de noi: extinderea liniei verzi cu 12 stații și 24 kilometri până la orașul Academic până în 2020; extinderea sistemului general până la 58 de stații și 91 de kilometri până în 2025 și completarea extinderii cu un număr total de 69 de stații și 221 km peste actualele 47 stații și 74,6 km care sunt prezente din ianuarie 2013.

➤ Linia Violet: de-a lungul drumului Al Khail. Vor fi aproximativ opt stații, trei cu facilități de check-in. Cu toate acestea, Dubai Airports a susținut că acest lucru nu este posibil deoarece nu trecea prin multe localități. Cu toate acestea, ei au sugerat să opteze pentru un „terminal central” similar cu cele din Europa, unde trenurile pleacă din interiorul aeroportului către celălalt aeroport, cu trenuri care pleacă și în oraș. RTA au luat în considerare acest lucru.

➤ Linia albastră: de-a lungul drumului Mohammed Bin Zayed.

➤ Linia Roză este planificată să circule spre est-vest cu un terminal la Al Sufouh și este programată pentru finalizare până în 2030.

➤ Linia de aur: anunțată ca „Linia Galbenă” în aprilie 2008 și confirmată în ianuarie 2013 ca „Linia de Aur”. Una dintre stațiile planificate pentru Linia de Aur este stația terestră din Dubai, la vest de Meydaan. Linia de Aur va conecta Ranches Arabian, Deira și Dubai Marina și este programată să se deschidă până în 2025.

➤ Extensia liniei roșii: 15,5 kilometri și șase stații noi, care se termină la granița cu Abu Dhabi. Nu au fost anunțate date de finalizare.

➤ Extinderea liniei verzi: Linia ar putea fi extinsă cu 11 km de la Al Jaddaf până la International City în cadrul proiectului de extindere a liniei verzi.

În 2014, RTA a aprobat propunerea recentă de extindere a liniei roșii de la stația Al Rashidiya la Mirdif City Center, care va crește 3,5 km cu noua stație. Cu toate acestea, există și o propunere de extindere a acesteia la Al Warqa'a, care este în prezent studiată [14].

Pe linia verde, RTA a finalizat planul de extindere de 20,6 kilometri de la Al Jaddaf la Academic City. Extensia va trece prin Festival City, Lagune, Zona industrială Ras Al Khor, International City, Silicon Oasis și Dubai Academic City [14].

5. CIRCULAȚIA TRENURILOR DE METROU ÎN DUBAI

Metroul din Dubai este operat de firma Serco în baza unui contract la Autoritatea de Drumuri și Transporturi din Dubai [15].

Trenurile de pe Linia Roșie circulă la fiecare 7 minute în afara orelor de vârf (în medie 8,5 trenuri pe oră), și la 3 minute și 45 de secunde (16 trenuri pe oră) în orele de vârf, cu 44 de trenuri în funcțiune. Din 2010, când 51 de trenuri erau în funcțiune, linia avea o capacitate de vârf de 11,675 pasageri pe oră în fiecare direcție. În septembrie 2014, Linia Roșie operează 60 de trenuri (înregistrări ale numerelor trenurilor: 5001-5045, 5065-5079). Capacitatea teoretică maximă de proiectare este de 25.720 de pasageri pe oră, ceea ce ar necesita 106 trenuri.

Linia Verde a avut o capacitate inițială de 6,395 de pasageri pe oră, pe direcție, cu 19 trenuri (înregistrări ale numerelor trenurilor: 5046-5064) în serviciu începând cu luna septembrie 2014. Capacitatea de proiectare a acestui traseu este de 13,380 de pasageri pe oră, cu 60 de trenuri în serviciu.

Peste 280.000 de pasageri au folosit metroul din Dubai în prima săptămână a funcționării sale. Înainte de lansare, Departamentul de Transport Public al Municipiului Dubai se aștepta ca metroul să asigure transportul pentru 12% din toate călătoriile din Dubai. După prima lună de operare (pe o rețea limitată), totalul lunar a fost de 1.740.578 de pasageri, ceea ce echivalează cu sub 60.000 de pasageri pe zi.

După deschiderea mai multor stații în mai 2010, călătoria a crescut la 103 002 pasageri pe zi și a ajuns la 130.000 pe zi până la începutul lunii octombrie 2010. Când Linia Verde s-a deschis la 9 septembrie 2011, pasagerii de pe Linia Roșie au fost notați ca 180.000 pe zi. În 2013, pasagerii au crescut la 377.000 pe zi, împărțiți astfel: 64% pentru linia roșie și 36% pentru linia verde [16]. În prima jumătate a anului 2015, RTA a anunțat că 88.252.034 de pasageri au folosit metroul. În august 2017, RTA a anunțat că numărul călătorilor a depășit 1 miliard de călători în total (tabelul 1).

O problemă a noului sistem a fost cum să-i transporti pe călători în mod fiabil și confortabil până la destinația finală, dacă nu se află în apropierea unei stații de metrou. RTA a adăugat „rutele de autobuze” care acționează ca servicii de transfer către și dinspre locații majore din și în jurul gării. Există sisteme de autobuz și taxi construite, precum și zone de renunțare la fiecare stație pentru a facilita accesul pasagerilor [11].

În plus, sunt planificate 268 km de linii feroviare ușoare, acestea vor servi ca transfer

pentru metroul din Dubai. Dubai tramvai este unul dintre planurile de metrou ușor [11].

Tabelul 5.1. Situația călătoriilor și a călătorilor în perioada 2009-2018

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Linii	1	1	2	2	2	2	2	2	2	2
Km. linii					74,6					
Călătorii (L.Roșie)				104.961	115.670					
Călătorii (L.Verde)				93.795	94.189					
Călătorii (total)				198.756	209.759					
Pasageri (L.Roșie)	6892544	38887718	60024794	71.914.000	88.886.539	104.000.000	121.000.000	121.600.000	128.054.000	132.400.000
Pasageri (L.Verde)	-	-	8982256	37.576.000	8.872.719	65.942.000	69.708.000	69.700.000	72.021.000	72.000.000
Pasageri (total)	6892544	38887718	69007050	109490000	137759258	186.942.000	190.708.000	191.300.000	200.075.000	204.000.000

6. MATERIALUL RULANT

Producătorul japonez Kinki Sharyo a construit un număr de 79 de trenuri cu cinci unități (60 pe Linia Roșie și 19 pe Linia Verde) [17]. Sunt concepute pentru a transporta 643 de locuri pe scaune și în picioare și, în mod neobișnuit, pentru un sistem de tranzit în masă, trenurile au trei clase de cazare: clasa de aur (Gold Class), clasa Femei și Copii (o clasificare care este extinsă la toate vagoanele în timpul orelor de vârf) și Clasa de argint obișnuită (economie). Primul tren (5001 – figura 5) a fost livrat la Dubai în martie 2008 [17]. Gardienii instruiți însoțesc pasagerii pentru a ajuta în situații de urgență. Cele patru trenuri mai noi (5074, 5075, 5076 și 5077) sunt fiecare pictate cu o livrare specială diferită, în care unul dintre ele (trenul 5077) reprezintă orizontul orașului-emirat Dubai.



Fig. 5. Trenul 5001, primul tren livrat la Dubai pe Linia Roșie

50 de trenuri noi, fabricate de Alstom, au fost introduse în sistem în. Trenurile au o capacitate mai mare a scaunelor, 696 locuri, față de 643 locuri pe trenurile actuale. Aceasta a crescut capacitatea pasagerilor cu aproximativ 10%. Noile trenuri au un interior revigorat, cu aer condiționat, hărți digitale, viteză îmbunătățită. Din aceste 50 de trenuri, 35 circulă pe liniile roșii și verzi, în timp ce restul de 15 circulă pe ruta 2020, deschisă în anul 2020.

7. CONTROLUL TRENURILOR BAZAT PE COMUNICAȚII (CTBC)

Pentru a permite funcționarea complet automatizată, Thales Rail Signaling Solutions furnizează controlul trenului bazat pe comunicații SelTrac IS și tehnologia de control central [18] NetTrac. Aceasta este configurată pentru o direcție minimă de 90 de secunde (40 de trenuri pe oră). Viteza maximă a trenurilor este estimată la aproximativ 95 km/h, ceea ce oferă un timp dus-întors de 2 ore și 23 minute pentru Linia Roșie și 1 oră și 23 minute pentru Linia Verde.

Controlul trenului [19] bazat pe comunicații (CBTC) este un sistem de semnalizare feroviar care folosește telecomunicațiile dintre echipamentele de tren și cele de cale ferată pentru gestionarea traficului și controlul infrastructurii. Cu ajutorul sistemelor CBTC, poziția exactă a unui tren este cunoscută mai exact decât în cazul sistemelor de semnalizare tradiționale. Aceasta are ca rezultat un mod mai eficient și mai sigur de gestionare a traficului feroviar. Metros (și alte sisteme feroviare) sunt capabile să îmbunătățească viteza de circulație, menținând sau chiar îmbunătățind siguranța.

Un sistem CBTC este un „continuu, automat de control al trenurilor de sistem care utilizează determinarea trenurilor de locație de înaltă rezoluție, independent de circuitele de cale, continuă, de mare capacitate, bidirecțională comunicații de date tren-sol și la bord și de cale procesoare capabile de implementarea automată a funcțiilor de protecție a trenurilor (ATP), precum și a funcțiilor opționale de funcționare automată a trenului (ATO) și funcțiilor de supraveghere automată a trenului (ATS), așa cum este definit în standardul IEEE 1474 [20].

Obiectivul principal al CBTC este creșterea capacității traseului prin reducerea intervalului de timp (pas cu cap) între trenuri.

Sistemele de semnalizare tradiționale detectează trenurile în secțiuni discrete ale căii numite „blocuri”, fiecare protejat de semnale care împiedică un tren să intre într-un bloc ocupat. Deoarece fiecare bloc este o secțiune fixă a traseului, aceste sisteme sunt denumite sisteme bloc fixe.

Într-un sistem CBTC cu bloc în mișcare, secțiunea protejată pentru fiecare tren este un „bloc” care se deplasează cu și trasee în spatele său și asigură o comunicare continuă a poziției exacte a trenului prin radio, buclă inductivă etc.

Sistemele CBTC sunt sisteme de semnalizare feroviară moderne care pot fi utilizate în principal în liniile feroviare urbane (ușoare sau grele) și APM-uri, deși ar putea fi de asemenea implementate pe liniile de circulație. Pentru liniile principale, un sistem similar ar putea fi Sistemul european de gestionare a traficului feroviar ERTMS Nivelul 3 [21] (încă nu este complet definit). În sistemele moderne CBTC, trenurile calculează și comunică continuu starea lor prin radio echipamentelor distribuite de-a lungul liniei. Această stare include, printre alți parametri, poziția exactă, viteza, direcția de deplasare și distanța de frânare. Aceste informații permit calcularea zonei potențial ocupate de tren pe șină. De asemenea, permite echipamentului de drum să definească punctele de pe linie care nu trebuie trecute niciodată de celelalte trenuri de pe aceeași linie. Aceste puncte sunt comunicate pentru a conduce automat

trenurile și ajusta în mod continuu viteza lor menținând în același timp siguranță. Așadar, trenurile primesc continuu informații cu privire la distanța față de trenul precedent și pot apoi să își regleze distanța de siguranță în consecință (figura 6).

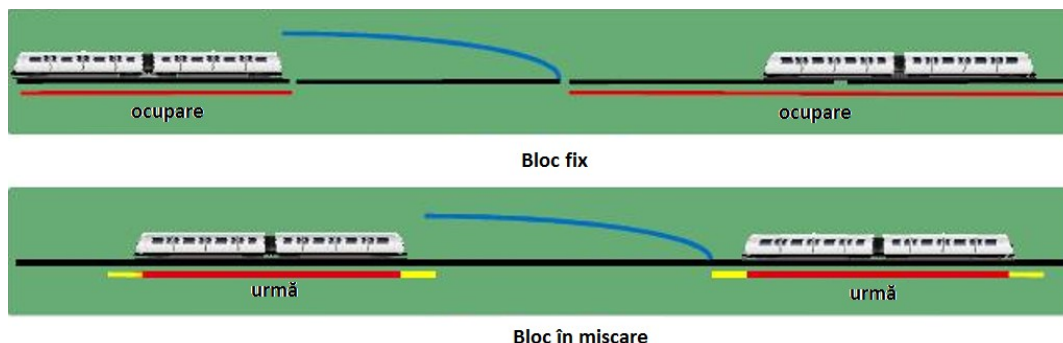


Fig. 6. Distanța de siguranță (distanța de frânare sigură) între trenurile din blocurile fixe și sistemele de semnalizare a blocului în mișcare

Din perspectiva sistemului de semnalizare, prima figură arată ocuparea totală a trenului conducător, incluzând ansamblul blocurilor pe care este amplasat trenul. Acest lucru se datorează faptului că este imposibil ca sistemul să știe exact unde se află de fapt trenul în aceste blocuri. Prin urmare, sistemul de blocuri fixe permite ca doar următorul tren să se deplaseze până la ultimul bloc neocupat.

Într-un sistem de blocuri în mișcare, așa cum se arată în a doua figură, poziția trenului și curba de frânare a acestuia sunt calculate în mod continuu de către trenuri, și apoi comunicate prin radio echipamentului de pe marginea căii. Astfel, echipamentul de pe marginea căii este capabil să stabilească arii protejate, fiecare denumită Autoritatea Limită a Mișcărilor (LMA), până la cel mai apropiat obstacol (în figura coada trenului din față). Movement Authority (MA) reprezintă autoritatea unui tren să se deplaseze într-o anumită locație în limitele infrastructurii și cu supravegherea vitezei. Capătul autorității este locația în care este permis să circule trenul și unde viteza țintei este egală cu zero. Sfârșitul mișcării este locația în care trenul este autorizat să meargă conform unui MA. Când se transmite un MA, acesta este sfârșitul ultimei secțiuni date în MA.

Este important de menționat că gradul de ocupare calculat în aceste sisteme trebuie să includă o marjă de siguranță pentru incertitudinea locației (colorat cu galben în figură) adăugată la lungimea trenului. Ambele formează ceea ce se numește de obicei „Amprenta”. Această marjă de siguranță depinde de precizia sistemului de odometrie din tren.

Sistemele CBTC bazate pe blocul în mișcare permit reducerea distanței de siguranță între două trenuri consecutive. Această distanță variază în funcție de actualizările continue ale locației și vitezei trenului, menținând cerințele de siguranță. Aceasta conduce la o reducere a distanței între trenurile consecutive și o capacitate crescută de deplasare.

Arhitectura tipică a unui sistem CBTC modern cuprinde următoarele subsisteme (figura 7) principale:

1. Echipament de bord, care include interblocarea și subsistemele care controlează fiecare zonă din linie sau rețea (care conține de obicei funcționalitățile ATP și ATO ale căii). În funcție de furnizori, structurile pot fi centralizate sau distribuite. Controlul sistemului se efectuează dintr-o comandă centrală ATS, deși subsistemele de control locale pot fi, de asemenea, incluse ca un dus-întors.
2. Echipamente la bord CBTC, inclusiv subsistemele ATP și ATO din vehicule.
3. Antrenarea pe subsistemul de comunicare pe marginea căii, se bazează în prezent pe

legături radio.

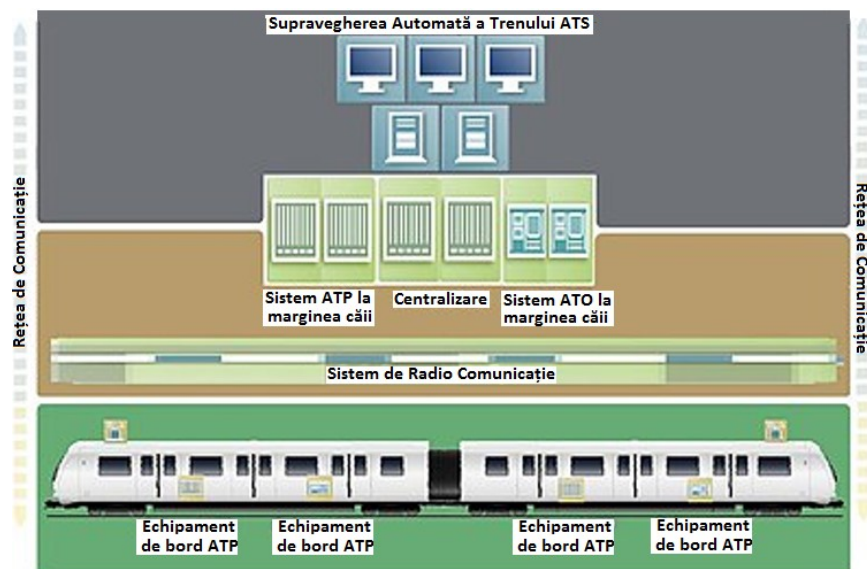


Fig. 7. Structura unui sistem CBTC

Astfel, deși o arhitectură CBTC depinde întotdeauna de furnizor și de dotarea sa tehnică, următoarele componente logice pot fi găsite în general într-o arhitectură tipică CBTC:

- Sistem ETCS de bord. Acest subsistem este responsabil de controlul continuu al vitezei trenului în funcție de profilul de siguranță și de aplicare a frânei dacă este necesară. De asemenea, este responsabil de comunicarea cu subsistemul ATP de pe traseu, pentru a schimba informațiile necesare pentru o funcționare sigură (viteza de trimitere și distanța de frânare [22] și primirea limitei autorității de mișcare pentru o operare sigură);

- Sistem ATO de bord. Este responsabil pentru controlul automat al efortului de tracțiune și frânare pentru a menține trenul sub pragul stabilit de subsistemul ATP. Sarcina sa principală este fie de a facilita funcțiile mecanicului sau ale însoțitorului, fie chiar de a opera trenul într-un mod complet automat, menținând în același timp obiectivele de reglementare a traficului și confortul pasagerilor [23]. De asemenea, permite selectarea diferitelor strategii de conducere automată pentru a adapta timpul de rulare sau chiar a reduce consumul de energie;

- Sistem ETCS la marginea căii. Acest subsistem se ocupă de gestionarea tuturor comunicațiilor cu trenurile din zona sa. În plus, calculează limitele autorității de circulație pe care trebuie să le respecte fiecare tren în timp ce operează în zona menționată. Prin urmare, această sarcină este critică pentru siguranța în funcționare;

- Sistem ATO la marginea căii. Acesta este responsabil de controlul țințelor (stațiilor) de destinație și de reglementare a fiecărui tren. Funcționalitatea ATO de drum asigură destinația tuturor trenurilor din sistem, precum și alte date, cum ar fi timpul de staționare în stații. În plus, poate efectua, de asemenea, activități auxiliare și non-siguranță, inclusiv de exemplu comunicarea și gestionarea alarmelor/evenimentelor sau gestionarea comenzilor de oprire/pornire din stație;

- Sistem de comunicare. Sistemele CBTC integrează un sistem radio digital în rețea cu ajutorul antenelor sau a cablului de alimentare cu scurgere pentru comunicarea bidirecțională între echipamentele de cale și trenuri. 2,4 GHz este banda frecvent utilizată în aceste sisteme (aceleași ca și WiFi), deși sunt și alte alternative ale frecvenței, cum ar fi de 900 MHz (SUA), 5,8 GHz sau alte benzi licențiate pot fi folosite la fel de bine;

- Sistemul ATS. Sistemul ATS este în mod obișnuit integrat în majoritatea soluțiilor CBTC. Sarcina sa principală este de a acționa ca interfață între operator și sistem, gestionând traficul în conformitate cu criteriile specifice de reglementare. Alte sarcini pot include gestionarea evenimentelor și a alarmelor, precum și acționarea ca interfață cu sisteme externe;
- Sistem de interblocare. Când este necesar ca subsistem independent (de exemplu, ca un sistem de defecțiune), acesta va fi responsabil de controlul vital al obiectelor de pe traseu, precum comutatoarele sau semnalele, precum și alte funcționalități conexe. În cazul rețelelor sau liniilor mai simple, funcționalitatea interblocării poate fi integrată în sistemul ATP-ului.

CONCLUZII

Orașul- emirat Dubai are un sistem integrat de transport în comun, însă a fost necesar ca în cadrul acestuia să fie înglobat și metroul. În acest sens, oficial lucrările de construcție au fost inaugurate la data de 21 martie 2006. Când se vor încheia aceste lucrări, sistemul de linii de metrou al orașului Dubai va avea o lungime de 70 km, cu 47 de stații, dintre care 38 subteraterane și 9 subterane.

Astfel linia roșie, având lungimea de 50 de kilometri, va duce de la Universitatea Americană din Dubai Jebel Ali Port și până în cartierul Al Rashidiya, trece prin centrul orașului-emirat. Linia verde, având lungimea de 20 de kilometri și un număr de 22 de stații, începe de la Festival City, traversează zona centrală a orașului-emirat și până la terminalul nr. 2 al Aeroportului Internațional Dubai și Airport Free Zone.

Mai mult decât atât, a fost planificată construirea a două noi linii, a căror construcție se va demara după terminarea primei faze a proiectului inițial. Linia albastră, lungă de 47 de kilometri, va fi paralelă cu Emirates Road, însă amplasarea acesteia în mod concret nu a fost încă hotărâtă. Linia mov, care va avea 49 de kilometri, va face legătura între Aeroportul Internațional Dubai și Aeroportul Internațional Al Maktoum, și va fi conectată la Al Khalil Road.

Metroul din Dubai este și va fi administrat de societățile Serco și Dubai Roads and Transport Authority iar evidențele numerice ale situațiilor arată că acesta va transporta zilnic un număr de 1,2 milioane de călători, iar anual 335 de milioane de călători.

BIBLIOGRAFIE

- [1] <https://www.money.ro/in-dubai-s-a-inaugurat-prima-linie-de-metro>, Metroul din Dubai.
- [2] Directiva 2008/50/CE a Parlamentului European și a Consiliului, din 21 mai 2008 privind calitatea aerului înconjurător și un aer mai curat pentru Europa.
- [3] A. Neacsă, D.B. Stoica, N.N. Antonescu, „Studies on the use of implemented databases on web platforms in order to verify machines compatibility with working conditions”, Journal of the Balkan Tribological Association 18 (4), 2014.
- [4] Shafaat Shahbandari, Staff „Cum metroul Dubai alimentează 46.000 de case într-un an”, 31 octombrie 2018.
- [5] Sajila Saseendran, Senior „Urmăriți: utilizatorii Metro Metro din Dubai au înregistrat cele mai diverse lanțuri umane”, 1 noiembrie 2018.
- [6] A. Neacsă, N.N. Antonescu, D.B. Stoica, „Software Applications for Complex Technological Systems Reliability”, Journal of the Balkan Tribological Association 15 (1), 45-51, 2009.
- [7] Contract de metrou din Dubai atribuit, Railway Gazette International 01.07.2005.
- [8] S. Durantou, A. Audier, J. Hazan, M.P. Langhorn, V. Gauche, „The 2017 European Railway Performance Index (RPI)”, The Boston Consulting Group, april. 2017.

- [9] Dubai RTA, „Red Line Project” 09.09.2007.
- [10] Știri din Golf, „*Vicepreședintele Emiratelor Unite lansează Dubai Metro*”, 9 septembrie 2009.
- [11] Khaleej Times, „*Lucrările încep la proiectul Metro Metro din Dubai*”, 22.03.2006.
- [12] Afaceri arabe, „*Dubai Metro on track in pofida crizei globale*”, 2 ianuarie 2009.
- [13] Știri din Golf, „*Shaikh Mohammad vizitează proiectul Metro Metro Dubai*”, 8 noiembrie 2007.
- [14] Știri din Golf, Shahbandari, Shafaat „*Ultima expansiune a metroului din Dubai: linia roșie către Al Warqa'a*”, 13 septembrie 2014.
- [15] Railway Gazette International, „*Serco a preferat ofertantul pentru contractul de operațiuni de metrou din Dubai*”, 01.07.2007.
- [16] Raport statistic anual RTA 2013.
- [17] Railway Gazette International, „*Primul tren de metrou din Dubai*”, 14.03.2008.
- [18] **A. Neacsă, N.N. Antonescu, D.B. Stoica**, „*Modern Solutions for Selecting the Corresponding Machinery Dedicated to Technological Applications*”, Journal of the Balkan Tribological Association 15 (4), 474-479, 2009.
- [19] **W.L. Brogan**, „*Modem Control Theory*”, Prentice- Hall Inc. 1982, Second Edition.
- [20] IEEE Std 1474 Series, „*Communications Based Train Control (CBTC)*”, 2004.
- [21] ERTMS/ETCS – un singur standard pentru siguranța feroviară by AIFR, 29, Nov. 2017.
- [22] **S. Andaman, A. Badea, M. Bolănu, DM. Balint, CN. Badea, G. Dumitru**, „*Calculul forței de frânare rapidă necesară opririi trenului de mare viteză seria 401-Erste Ice*”, Sinteze de Mecanică Teoretică și Aplicată, vol 7, (4), pp. 349-360, 2016.
- [23] **T. Mazilu**, „*Confortul la materialul rulant*”, Editura Matrix Rom, București, 2012.