



جایگاه راهبر در قطارهای خودکار و غیر خودکار

سیستم‌های مترو دارای راهبر هنوز هم در دنیا کارایی دارند. با این وجود، بهره‌برداران در حال حاضر به خصوص در خطوطی که به تازگی راه‌اندازی شده‌اند بیشتر با قطارهای تمام اتوماتیک یا نیمه اتوماتیک کار می‌کنند.

در بیشتر سیستم‌های مترو، جایگزینی خطوط قبلی با سیستم سیگنالینگ، زیرساخت و قطارهای جدید روندی رو به رشد می‌باشد. مارک‌اندرکلنز و فلورین نون برک از شرکت بین‌المللی آلمانی DB، در حمل‌ونقل اروپا جنبه‌های عملیاتی متفاوت متروهای اتوماتیک را پوشش می‌دهند.

یک سیستم پیشرفته‌ی مترو سیستمی است که با قطارهای بدون راهبر کار می‌کند. بسیاری از متروها در حال حاضر با چنین سیستمی کار می‌کنند چرا که سبب کاهش هزینه‌های بهره‌برداری و نیز بهبود خدمات‌رسانی می‌شود و ایمنی کلی نیز بهبود می‌یابد. ممکن است نسبت به اینکه برخی از مسافری به سفر با قطارهای بدون راهبر تمایلی نداشته باشند، نگرانی‌هایی وجود داشته باشد. هرچند، احساس می‌شود که این نگرانی‌ها بیشتر یک دغدغه باشد واقعیت این است که با توجه به سوابق ایمنی بالای این سیستم در سطح جهان مسافران در سطح وسیعی این روند را پذیرفته‌اند.

دسته‌بندی سیستم خودکار (GOA)

در کل دو نوع سیستم مترو خودکار وجود دارد: سیستم‌های با راهبر و بدون راهبر. این سیستم‌ها طبق چارت دسته‌بندی خودکار EN6229 بر پنج نوع سیستم خودکار تقسیم‌بندی می‌شود.

عملکرد قطار دارای راهبر دریک نگاه (GOA0)

هنگامی که بهره‌برداری تحت این سیستم می‌باشد، راهبر باید از حرکت صحیح قطار، ایمنی مسیر، فاصله درست قطارها و از سرعت ایمن اطمینان کافی کسب کند. درواقع، راهبر باید قطار را درحالی که در مسیر هدایت می‌نماید کنترل و براند. کارکنان ایستگاه‌ها باید بر جابه‌جایی مسافران نظارت داشته باشند. درنهایت، راهبر مسئولیت برقراری ایمنی درقطار را برعهده دارد که این شامل شناسایی و مدیریت موارد اضطراری نیز می‌باشد.

عملکرد قطارهای غیر خودکار (GOA1)

هنگامی که تحت این سیستم خودکار عمل می‌کنید سیستم کنترل قطار مسئول ایمنی مسیر و فاصله درست قطارها است. کلیه ابزارهای که لازمی هدایت و راندن یک قطار درمسیری امن است باید توسط کارکنان عملیاتی کنترل شود.

عملکرد قطارهای نیمه خودکار (GOA2)

درمقایسه با عملکرد سیستم قطارهای غیرخودکار، سیستم اتوماتیک علاوه براین مسئولیت شتاب و کنترل ترمز قطار را نیز برعهده دارد. این بدان معناست که راهبر دیگر مسئولیت راندن قطار را برعهده ندارد.

از وظایف کارکنان بهره‌برداری: کنترل مسیر حرکت، نظارت بر جابه‌جایی مسافران ایستگاه، بهره‌برداری قطار (اجرا و عدم اجرای عملیات و نظارت بر وضعیت قطار) و اطمینان حاصل کردن از شناسایی و مدیریت موارد اضطراری می‌باشد.

عملکرد قطار بدون راهبر (GOA3)

قطار بدون راهبر به راننده نیاز ندارد. تمام کارها توسط سیستم کنترل می‌گردد و به منظور نظارت بر جابه‌جایی مسافر، عملکرد قطار و اطمینان از شناسایی و مدیریت موارد اضطراری، تنها وجود یک نفر ناظر در قطار لازم می‌باشد.

عملکرد قطار بدون راهبر و ناظر (GOA4)

قطارهای بدون راهبر و ناظر در زمان سوار شدن مسافران به مامور نیازی ندارند. تمام عملکردهای لازم برای بهره‌برداری ایمن از سیستم، از جمله نظارت بر جابه‌جایی مسافران و بهره‌برداری قطار، توسط سیستم انجام خواهد شد. شناسایی و مدیریت موارد اضطراری، توسط کارمندان درمرکز فرمان یا توسط خود سیستم کنترل می‌گردد. به غیر از صرفه جویی در هزینه‌های کارکنان، بیشترین منفعت این قطارها، خدمات‌رسانی این قطارها است که به طور مستقیم نسبت به تقاضای مورد نیاز هماهنگی لازم را دارد یعنی با توجه به افزایش تقاضا قطارهای لازم جهت خدمت‌رسانی وارد شبکه می‌شوند.

ابعاد بهره‌برداری

تفاوت‌هایی بین نحوه عملکرد سیستم‌های بدون راهبر با سیستم‌های دارای راهبر وجود دارد.

سرفاصله حرکت قطار (هدوی) و فراوانی قطار

سرفاصله‌ی حرکت قطارها در سیستم ریلی به طرح فنی سیستم‌ها بستگی دارد. در مقایسه با سیستم‌های ATO که پیشرفت آن به وسیله سیستم ترمز و ایمنی از راه دور محدود شده است، در سیستم‌های رایج دارای راهبر، هدوی قطار توسط بلوک بندی مشخص انجام می‌شود. مزایای اصلی سیستم بدون راهبر، هدوی کوتاه و سرعت بیشتر قطارها می‌باشد که علاوه بر این ظرفیت حمل‌ونقل نیز افزایش می‌یابد.

زمان برگشت و تغییر مسیر

در سیستم‌های بدون راهبر زمان برگشت و تغییر مسیر کوتاه می‌شود. در این سیستم‌ها زمان تغییر مسیر و برگشت همان زمان توقف است و به راهبر قطار بستگی ندارد. به خصوص در حالت اختلال، تاخیر قطار به حداقل رسیده و یا حتی از بین می‌رود.

ذخیره سازی انرژی

راهبر روان سازی و ذخیره سازی انرژی در سیستم‌های بدون راهبر نسبت به سیستم دارای راهبر بهتر و آسانتر انجام می‌شود. عامل انسانی و رفتارهای فردی می‌تواند از راهبر ذخیره‌سازی انرژی جلوگیری نماید. بهره‌برداری بدون راهبر اجرای برنامه عملیاتی بهینه انرژی را تضمین می‌کند. بنابراین ممکن است به سیستم منبع برق فشار کمتری وارد شود و همین باعث کاهش مصرف انرژی می‌گردد.

زمان توقف

استراتژی اعزام به موقع قطار با سیستم‌های بدون راهبر (GOA4) راحت‌تر از سیستم‌های دارای راهبر می‌باشد. رفتارهای فردی راهبر می‌تواند منجر به تغییر (طولانی یا کوتاه شدن) زمان توقف گردد.

وضعیت قطار دارای راهبر در زمان افت شبکه

در سیستم‌های دارای راهبر دسترسی به قطار افزایش نمی‌یابد و در شرایط افت شبکه وضعیت قطار وخیم‌تر است و مشکلات فنی توسط کارکنان ایستگاه‌ها یا تیم‌های فنی رفع می‌شود. ولی سیستم‌های بدون راهبر قادر هستند بیشترین خدمات را در طی شرایط سخت و استفاده‌ی مطلوب از قطارها ارائه دهند.

مزایای سیستم‌های بدون راهبر شامل:

روند سریع اعزام قطار بدون نیاز به وجود کارکنان دسترسی به مدل‌های بهره‌برداری و جدول زمانی جایگزینی از پیش تعریف شده در سیستم‌های بدون راهبر وجود دارد به عبارت دیگر در شرایط افت بهره‌برداری تغییر بهره‌برداری معمولی با جدل زمانی طبیعی به حالت افت شبکه امکان پذیر است. عدم ارتباطات زمان بر با راهبر در زمان افت شبکه زمان کوتاه تغییر از حالت معمولی به حالات از پیش تعریف شده افت شبکه در صورت نقص فنی قطار، کارکنان فنی لازم است سوار قطار شوند و نقص را برطرف نمایند.

شرایط اضطراری

شایان ذکر است حتی اگر دسترسی به سیستم بیش از 99% باشد شرایط اضطراری می‌تواند باز هم اتفاق بیفتد. به طورکل دو مورد مهم وجود دارد که بر عملکرد قطار تاثیرگذار است:

در شرایطی که راهبر و کارکنان در قطار حضور دارند: راهبر و کارکنان در شرایط اضطراری به طور مداوم در دسترس می‌باشند. در این مورد، کارکنان (راهبر و ناظر قطار) می‌توانند به مسافران اطلاع‌رسانی کنند و هماهنگی‌های لازم برای تخلیه مسافران را انجام دهند و از ایمنی آنها اطمینان کافی حاصل نمایند. در شرایطی که راهبر و کارکنان در قطار حضور ندارند: راهبر و کارکنان قطار در دسترس نمی‌باشند. این شرایط اضطراری عمدتاً تصادفات سنگین هستند که در این حالت مسافران باید واگن قطار را ترک نمایند و به اطلاعات مرکز فرمان اعتماد کنند. تخلیه کلی قطار یا اقدامات بیشتر توسط عوامل بیرونی مدیریت خواهند شد. این روند در شرایط اضطراری برای سیستم‌های بدون راهبر طبیعی می‌باشد. در نتیجه، در سیستم‌های دارای راهبر یا ناظر، دسترسی به قطار و ایمنی سیستم به خودی خود افزایش نخواهد یافت اما به طور چشم‌گیری ایمنی مسافران افزایش می‌یابد.

ایمنی و امنیت

لیست طولی از متروهای بدون راهبر در سراسر دنیا نشان می‌دهد تا حدی خطرات مربوط به بهره‌برداری قطارهای بدون راهبر همچنان دیده می‌شود.

سه نوع بهره‌برداری متفاوت مربوط به این موضوع به شرح زیر است:

بهره‌برداری عادی با راهبر:

هر قطار مجهز به یک راهبر می‌باشد که جایگاه آن در جلوی قطار است و به صورت دستی رانندگی می‌کند و یا برنامه حرکت خودکار را نظارت می‌نماید. هر دو مورد از ایمنی و

امنیت یکسانی برخوردار هستند و تنها تفاوت‌ها به نحوه کیفیت عملکرد آنها مربوط می‌شود.

عملکرد قطار بدون راهبر، درحالی که نگهبان قطار، آن را همراهی می‌کند :

برخلاف بهره‌برداری عادی که دارای راهبر هستند نگهبان قطار در جلوی قطار قرار نمی‌گیرد. این افراد بر مسافران نظارت دارند و آموزش دیده‌اند تا زمانی که برای قطار اختلال ایجاد شود قطار را به طور دستی هدایت کنند.

عملکرد قطار بدون راهبر و نگهبان

در این حالت هیچ‌کس در بهره‌برداری ایمن داخل قطار نمی‌باشد. کلیه کارها از جمله ایمنی آنها، کاملاً خودکار است .

کارکنان

یکی از تفاوت‌های عمده دیدگاه بهره‌برداری سیستم‌ها، کارکنان هستند. به طور کلی درمی‌یابیم که سیستم‌های بدون راهبر به پرسنل ایستگاه‌ها و افراد خارج از مرکز فرمان نیاز ندارند.

ارتباطات

با توجه به نوع سیستم بهره‌برداری با قطارهای بدون راهبر (GOA)، تجهیزات مختلف جهت سیستم مخابراتی موجود ارائه می‌شود.

تجهیزات مخابراتی با توجه به چگونگی مدل بهره‌برداری مشخص می‌شود. در سیستم‌های بدون راهبر (GOA4)، بالاترین درجه از سیستم خودکار لازم است. این سیستم علاوه بر این که باید کاملاً خودکار باشد باید سیستم ارتباطاتی کاملی نیز داشته باشد. سیستم‌های نظارت ویدیویی CCTV موجود، باید امنیت عمومی و به خصوص موقعیت‌های داخلی بخش‌های قطار را نظارت کنند. پایش مرکز فرمان و ECC برای ابعاد بهره‌برداری لازم می‌باشد. انتقال زمان واقعی تصاویر ویدیویی از قطار و مترو به مرکز فرمان و ECC جهت پایش مرکزی داخل قطار و سیستم الزامی است.

تصاویر ویدیویی باید از داخل قطارهای مترو به سیستم ضبط شده در مرکز فرمان و ECC انتقال داده شود. قطارهای مترو مجهز به سیستم پیچ جهت اعلان به مسافران هستند که از طریق سیستم رادیویی به طور مستقیم به مرکز فرمان و ECC مرتبط می‌شوند. اعلان‌های مسافری از جمله کنترل موقعیت اضطراری، از سوی کارکنان مرکز فرمان و ECC (که ممکن است به صورت خودکار باشد) صورت می‌گیرد. پایش و نظارت کاملاً مرکزی می‌باشد. تمرکزسازی پیشرفته‌ی فعالیت‌های ارتباطاتی داخل قطار با در نظر گرفتن لینک‌های ارتباطی سیستم‌های پیچ و ابزارهای مکالمه اضطراری توسط مرکز فرمان ارائه می‌شود.

هزینه بهره‌برداری و هزینه سرمایه‌گذاری

ارزیابی‌های ذیل بر اساس مقایسه بین بهره‌برداری با قطار بدون راهبر و قطارهای معمولی می‌باشد. بنابراین، تنها هزینه‌ی متفاوت مربوط به قطار، کنترل، سیگنالینگ، مخابرات و کارمندان می‌باشد. اجزاء هزینه شامل برآوردهایی راجع به هزینه سرمایه‌گذاری، تعمیر، نگهداری و هزینه بهره‌برداری است.

قطار

به نظر می‌آید تفاوت عمده، بین جایگزین‌هایی است که ناشی از ظرفیت کاهش یافته مسافران قطارهای دارای راهبر می‌باشد. بنابراین قطارهای مازاد دارای راهبر در برگیرنده‌ی هزینه‌های سرمایه‌گذاری و بهره‌برداری هم‌چنین مصرف زیاد انرژی می‌باشد.

کنترل قطار و سیگنالینگ

تخمین زده می‌شود هزینه‌های سیستم کنترل در قطارهای بدون راهبر به میزان هزینه‌های سیستم قطارهای دارای راهبر (+5%) باشد. به کارگیری نرم افزار اضافی منجر به افزایش 10% دیگر از هزینه‌های قطارهای بدون راهبر می‌شود. بیشتر کارکردهای نرم افزار منجر به افزایش 10% دیگر از هزینه‌های قطارهای بدون راهبر می‌شود. ارزیابی می‌شود که هزینه‌های تعمیرات و نگهداری 2.1% هزینه‌های سرمایه در زمین‌های مختلف باشد. درارتباط با هزینه بهره‌برداری، تفاوت‌های هزینه‌ای قابل توجهی در قطار با راهبر و دارای ناظر وجود دارد. پرسنل اضافی در مدل قطارهای بدون راهبر در بخش مرکز فرمان به کارگرفته می‌شوند. درارتباط با هزینه بهره‌برداری، تفاوت‌های هزینه‌ای قابل توجهی در قطار با راهبر، بدون راهبر و دارای ناظر وجود دارد. پرسنل اضافی در مدل قطارهای بدون راهبر در بخش مرکز فرمان به کارگرفته می‌شوند.

مخابرات

بیشتر هزینه‌های سیستم قطار بدون راهبر توسط اقدامات مازاد سیستم رادیویی و سیستم مدیریت امنیت به وجود می‌آیند.

کارکنان

کارکنان بخش عملیاتی و بهره‌برداری در سیستم ریلی بدون راهبر به حداقل می‌رسد و در هزینه‌ی بالای کارکنان داخل قطار صرفه‌جویی می‌شود هم‌چنین از کارکنان در ایستگاه‌ها استفاده می‌شود.

بهره‌برداری از قطارهای بدون راهبر مزایای بسیاری دارد. پیاده کردن سیستم UTO (عملکرد قطار بدون راهبر) به بهره‌برداران اجازه می‌دهد تا زمان حرکت قطارها را بهینه کنند، میانگین سرعت سیستم را افزایش دهند، بازه زمانی را کوتاه نموده و زمان توقف در ایستگاه‌ها را کاهش دهند. فارغ از معادله حرکت با در نظر گرفتن عامل انسانی، بهره‌برداران انعطاف پذیر می‌شوند و بهتر می‌توانند از تجهیزات ریلی استفاده کنند. سیستم‌های UTO خدمات مناسب بیشتری را ارائه می‌دهند و ظرفیت مازاد موجود را در ساعات غیر پیک کاهش می‌دهند همچنین بهره‌برداران قادر خواهند بود در صورت ازدحام جمعیت و تقاضای بیشتر، قطارهایی را به شبکه وارد نمایند علاوه بر این سیستم‌های UTO بهره‌برداری ایمن‌تری را با کاهش ریسک نیروی انسانی ارائه می‌دهد.

برای خطوط جدید، هزینه‌های مکانیزه کردن، میزان هزینه‌ی نسبتاً کمی از بودجه کل را در بر می‌گیرد. عوامل اصلی هزینه، به طور عمده قطارهای جدید، سیگنالینگ، سیستم‌های کنترلی و سیستم‌های حفاظتی مسیر و سکو می‌باشند.

تمام سیستم UTO هزینه‌ی بیشتری نسبت به سیستم‌های سنتی ATP دارند. هر چند در روند فعلی قرار است سیستم‌های CBTC با راهبر در خطوط جدید نصب شود. فن آوری سیگنالینگ به طور اساسی یکسان است و اختلاف هزینه در مورد خط جدید می‌باشد. هنگامیکه هزینه‌های بهره‌برداری را بررسی می‌کنیم خطوط خودکار به طور مشخصی از خطوط رایج و معمولی پیشی می‌گیرند.

برخی مطالعات نشان می‌دهد در هزینه‌های بهره‌برداری 50% صرفه‌جویی شده است. هزینه‌های کارکنان به لطف برداشتن راهبران به آرامی کاهش یافته است و از راهبران در جاهای دیگری در سیستم استفاده می‌شود.

به علاوه الگوهای شتاب و کاهش را می‌توان با کاهش مصرف انرژی و افزایش بهبود انرژی تنظیم کرد در نتیجه باعث کاهش چشمگیر هزینه‌های انرژی می‌شود.