

ABSTRACT

The railway industry facilitates global transportation, enabling the movement of passengers and goods across local and long-haul distances. Despite significant evolution, the industry continues to encounter significant challenges, particularly managing disruptions. This thesis develops an algorithm that takes daily schedules with assigned work, namely regular duties, as input and generates reserve duties.

A reserve duty is defined as a period of time around 8 hours during which the crew member is on a specific location waiting to be called at anytime to perform a specific job. The only information required is the time and location of the start and end of each reserve duty. The objective is to call the crew members that are allocated to these duties to perform crewing activities that become unmanned due to the occurrence of disruptions on train operation, and avoid inconveniences such as train cancellations.

The initial set of reserve duties is created through the utilisation of three methodologies: Peak approach, Window approach and Random Selection. Furthermore, two additional approaches can be used to improve an existing solution of reserve duties: Change Procedure and Simulated Annealing.

To test these approaches, a real-world dataset from a Northern European train operating company was used, comprising 881 duties and 28 operational bases. The number of reserve duties is determined by the user. The efficacy of the reserve duties is evaluated using one of the most frequent types of disruptions in railway operations - crew absence. The disruption scenarios represent different situations of crew members being absent, which translates into different sets of duties that become unmanned. They are generated with a stochastic simulator configured in three different ways. Two methods were employed to evaluate the reserve duties obtained from the algorithms. The first method, intermediate evaluation, is a fast approach that makes use of some empirical guessing due to the lack of information. The second method, final evaluation, provides a more robust evaluation, utilising the SISCOG optimiser.

The intermediate evaluation was conducted using all methods, with two distinct numbers of reserve duties and different disruption scenarios. The results provided insights into their efficacy and adaptability for different disruptions. For the final evaluation, due to

the high computation time, it was selected four methods for further testing. This evaluation method demonstrated the capacity of each method to address with disruption scenarios given the management methods used in practice by rail operators. The application of both evaluation methods demonstrated promising results were obtained.

Keywords: Reserve Crew, Reserve Duty Scheduling, Absenteeism, Crew Absence, Rail Transport, Stochastic Simulation, Simulated Annealing

RESUMO

O sector ferroviário facilita o transporte global, permitindo a circulação de passageiros e mercadorias em distâncias locais e de longo curso. Apesar da evolução significativa, o sector continua a enfrentar desafios importantes, nomeadamente a gestão das perturbações ferroviárias. Esta tese desenvolve um algoritmo que utiliza os turnos com trabalho atribuído, nomeadamente turnos regulares de maquinistas, e gera turnos de reserva.

Um turno de reserva é definido como um período de tempo de cerca de 8 horas durante o qual o trabalhador está num local específico à espera de ser chamado a qualquer momento para executar um trabalho. A única informação necessária é a hora e o local de início e fim de cada turno de reserva. O objetivo é chamar os trabalhadores afectados a estas funções para realizar as actividades que ficam sem pessoal para as fazer devido à ocorrência de perturbações ferroviárias, evitando assim inconvenientes como o cancelamento de viagens.

O conjunto inicial de turnos de reserva é criado através da utilização de três metodologias: *Peak approach*, *Window approach* and *Random Selection*. Para além disso, podem ser utilizadas duas abordagens adicionais para melhorar uma solução existente de turnos de reserva: *Change Procedure* e *Simulated Annealing*.

Para testar as abordagens, foi utilizado um conjunto de dados de um operador ferroviário do Norte da Europa, que inclui 881 turnos e 28 bases operacionais. O número de turnos de reserva é determinado pelo utilizador. A eficácia dos turnos de reserva é avaliada utilizando um dos tipos de perturbações mais frequentes nas operações ferroviárias - a ausência de maquinistas. Os cenários de perturbações representam diferentes situações de tripulantes ausentes, o que se traduz em diferentes conjuntos de turnos sem trabalhador atribuído. Estes são gerados por um simulador estocástico configurado de três maneiras diferentes. Foram utilizados dois métodos para avaliar os turnos de reserva obtidos com os algoritmos. O primeiro método, a avaliação intermédia, é uma abordagem rápida que recorre a algumas suposições empíricas devido à falta de informação. O segundo método, a avaliação final, fornece uma avaliação mais robusta, utilizando o optimizador da SISCOG.

A avaliação intermédia foi aplicada a todas as metodologias, com dois números distintos de turnos de reserva e diferentes cenários de perturbação. Os resultados permitiram conhecer a sua eficácia e adaptabilidade a diferentes cenários de perturbações. Para a avaliação final, devido ao elevado tempo de computação, foram testados quatro metodologias. Este método de avaliação demonstrou a capacidade que cada metodologia tem para lidar com cenários de perturbação, tendo em conta os métodos de gestão utilizados na prática pelos operadores ferroviários. A aplicação de ambos os métodos de avaliação demonstrou a obtenção de resultados promissores.

Palavras-chave: Turnos de Reserva, Planeamento de Turnos de Reserva, Absentismo, Ausência de Maquinistas, Transporte Ferroviário, Simulação Estocástica, Simulated Annealing