



Valutazione di capacità del corridoio slovacco in termini di trasporto merci

Assessment of Slovak rail capacity in terms of freight transport

Jozef GAŠPARÍK^(*)
Vladislav ZITRICKÝ^(**)
Vladimír LUPTÁK^(***)
Lukáš ČECHOVIČ^(****)

Sommario - Lo scopo della presente memoria è valutare la capacità effettiva dei corridoi ferroviari in Slovacchia, in termini di esigenze di trasporto merci e obiettivi della politica dei trasporti dell'UE, sulla base dell'analisi della capacità delle linee. Le direttrici ferroviarie del corridoio nord-sud della rete ŽSR sono problematiche dal punto di vista della capacità limitata, in particolare alla stazione di confine di Štúrovo. Parte della ricerca proposta comprende indicazioni che portano a un aumento della capacità di linee e stazioni, per le esigenze del trasporto merci in transito. Queste indicazioni devono essere valutate da un punto di vista operativo ed economico.

Parole chiave: corridoio merci, capacità, stazione di frontiera, treni merci, valutazione

1. Premessa

L'obiettivo della politica dei trasporti dell'UE è suggerire l'uso della ferrovia come mezzo di trasporto merci rispettoso dell'ambiente. Un supporto specifico deriva dall'adozione del Regolamento del Parlamento e del Consiglio Europeo n. 913/2010, che istituisce i corridoi merci e l'adozione della direttiva del Parlamento e del Consiglio Europeo n. 2012/34 / UE del 21 novembre 2012, che stabilisce uno spazio ferroviario europeo unico [1], [2].

Summary - The aim of the paper is to assess the actual capacity of the corridor lines in Slovakia in terms of the freight transport needs and EU transport policy objectives, based on the analysis of track capacity. The railway track sections of the north-south corridor on the ŽSR network are problematic from the point of view of limited capacity, especially at Štúrovo border station. Part of the research includes measures leading to an increase in the capacity of lines and stations for the needs of transit freight. These measures have to be assessed from an operational and economic point of view.

Key words: freight corridor, capacity, border station, freight trains, assessment

1. Introduction

The goal of EU transport policy is to force the use of rail freight as an environmentally friendly way of transporting goods. Specific support comes from the adoption of Regulation of the European Parliament and of the Council no. 913/2010, establishing the freight corridors as well as the adoption of Directive of the European Parliament and of the Council No. 2012/34 / EU of 21 November 2012, establishing a single European railway area [1], [2].

^(*) Prof. Ing. Jozef Gašparík, PhD., Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: jozef.gasparik@fpedas.uniza.sk.

^(**) Assoc. prof. Vladislav Zitrický, PhD., Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: vladislav.zitricky@fpedas.uniza.sk.

^(***) Ing. Vladimír Lupták, PhD., Department of Transport and Logistics, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic e-mail: luptak@mail.vstecb.cz.

^(****) Ing. Lukáš Čechovič, Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: lukas.cechovic@fpedas.uniza.sk.

^(*) Prof. Ing. Jozef Gašparík, PhD., Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: jozef.gasparik@fpedas.uniza.sk.

^(**) Assoc. prof. Vladislav Zitrický, PhD., Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: vladislav.zitricky@fpedas.uniza.sk.

^(***) Ing. Vladimír Lupták, PhD., Department of Transport and Logistics, Institute of Technology and Business in České Budějovice, Okružní 10, 370 01 České Budějovice, Czech Republic e-mail: luptak@mail.vstecb.cz.

^(****) Ing. Lukáš Čechovič, Department of Railway Transport, University of Žilina, Univerzitná 1, 010 26 Žilina, Slovakia, e-mail: lukas.cechovic@fpedas.uniza.sk.

L'obiettivo della ricerca si concentra sulla valutazione della capacità dei corridoi ferroviari identificati sulla rete slovacca in termini di trasporto merci. Le tratte ferroviarie che formano il corridoio nord-sud della rete ŽSR (ŽSR è il gestore dell'infrastruttura ferroviaria, "Železnice Slovenskej Republiky") presentano problemi sulle linee che transitano dalla Repubblica Ceca all'Ungheria, quindi dalla stazione di confine di Kúty via Bratislava, Galanta fino alla stazione di confine di Štúrovo, e poi dalla stazione di confine Čadca via Žilina, Leopoldov, Galanta a Štúrovo. Anche la capacità limitata della stazione di confine di Štúrovo è importante. Se tale caratteristica risulta saturata, si determinano restrizioni nel ricevimento dei treni che arrivano dalle linee estere sulla rete ferroviaria ŽSR (compresa la rete ceca e polacca). Tali restrizioni sono state adottate per tutta la rete ŽSR, nonostante la distanza relativamente lunga tra le stazioni di confine (Kúty - Štúrovo distano 199 km, Čadca - Štúrovo sono separati da 282 km), quindi i treni non possono approssimarsi in modo rapido alla stazione ferroviaria di Štúrovo sulla rete ŽSR [3], [4], [5].

Questa situazione si verifica per una serie di ragioni, come l'inosservanza dei tempi tecnici da parte delle imprese ferroviarie partner in Ungheria, durante la consegna e il trasferimento di treni nelle stazioni di frontiera, i successivi ritardi e l'occupazione di infrastrutture non necessaria. In seguito, questi ritardi si trasferiscono su altri treni, che interferiscono con l'orario e gli itinerari in fase di preparazione, incidendo anche sull'organizzazione del trasporto ferroviario per le linee ŽSR e per le linee verso l'estero. Questa situazione ha un enorme impatto sugli aspetti operativi ed economici dell'esercizio delle imprese ferroviarie che gestiscono il trasporto merci ferroviario [6], [7], [8].

Tale condizione è in diretta contraddizione con gli obiettivi della politica dei trasporti dell'UE, che prevedono una crescita del volume del comparto ferroviario. Il Libro Bianco sui trasporti parla dei piani per creare uno spazio unico europeo dei trasporti che sia competitivo ed efficiente utilizzando le fonti di energia. In tale contesto, esiste l'obiettivo definito a livello UE di trasferire su ferrovia o fluviale, entro il 2030, il 30% delle attuali operazioni di trasporto merci su strada, con una lunghezza di oltre 300 km. Tuttavia, tale obiettivo non può essere applicato ai singoli Stati membri, ma all'intera Unione Europea [9], [10].

Il fine è di aumentare l'importanza dell'infrastruttura ferroviaria nel trasporto transfrontaliero. Il punto di partenza per raggiungere l'obiettivo dichiarato è analizzare gli ostacoli nel traffico transfrontaliero ed identificando quelli coinvolti nel raggiungimento dell'interoperabilità di un sistema ferroviario dell'UE. Esistono spesso requisiti operativi diversi nei sistemi ferroviari dei singoli Stati membri [11]. Sui corridoi ferroviari, in cui il trasporto passeggeri viene effettuato contestualmente al trasporto merci, è difficile garantire linee ferroviarie sufficienti per i treni merci al livello qualitativo richiesto. La capacità di

The aim of the research focuses on the assessment of the capacity of selected corridor lines on the Slovak network in terms of freight transport. The railway sections forming the north-south corridor on the ŽSR network (ŽSR is railway infrastructure manager = „Železnice Slovenskej Republiky“) are problematic in the direction from Czech Republic to Hungary, this means in the direction from the Kúty border station via Bratislava, Galanta to the Štúrovo border station, thus from the Čadca border station via Žilina, Leopoldov, Galanta to Štúrovo. The limited capacity of Štúrovo border station is also important. If the capacity is exhausted, it leads to restrictions in receiving trains to this station arriving from lines abroad onto the ŽSR railway network (including Czech, Polish network). These restrictions were adopted for all the ŽSR network even despite the relatively long distance between the border stations (Kúty – Štúrovo takes 199 km, Čadca – Štúrovo takes 282 km), so trains could not fluently approach Štúrovo railway station on the ŽSR network [3], [4], [5].

This situation arises for a variety of reasons, such as the non-compliance with technology times on the side of partner railway undertakings in Hungary, during the delivery and transfer of trains in border stations, subsequent delayed trains and unnecessary infrastructure occupancy. Subsequently, these delays transfer to other trains, which interfere with the timetable and the technology being prepared, as well affecting the organization of railway transport on ŽSR and lines abroad. This state has a huge impact on the operational and economic aspects of the operation of railway undertakings operating rail freight transportation [6], [7], [8].

This situation is in direct contradiction with EU transport policy goals, which foresee growth in the volume of transport by rail. The White Paper on Transport talks about plans to create a single European transport area that is competitive and efficient using energy sources. In that context, there is a defined EU-wide goal to switch 30% of the current performance of road freight transport with a length of over 300 km to rail or water transport by 2030. However, this objective cannot be applied to individual Member States, but to the European Union as a whole [9], [10].

The aim is to increase the importance of rail infrastructure in cross-border transportation. The starting point for achieving the stated objective is to analyse the obstacles in cross-border traffic and to identify selected obstacles in achieving the interoperability of an EU rail system. There are often different operational requirements in individual Member States' railway systems. [11]. On transit corridors, where passenger transport is operated parallel with freight, it is difficult to ensure sufficient train paths for freight trains at the required qualitative level. The capacity of these lines is closely related to the capacity of the individual stations, where the lack of capacity of the running tracks may cause the train to be denied and have to wait at a station, which will further reduce track capacity [12], [13].

queste linee è strettamente correlata alla ricettività delle singole stazioni, laddove la mancanza di capacità dei binari di corsa può causare il fermo del treno e l'attesa in una stazione, con conseguente ulteriore riduzione della capacità delle direttrici [12], [13].

2. Analisi delle prestazioni del trasporto merci sulle linee dei corridoi ferroviari

I corridoi ferroviari merci (RFC) rappresentano l'attuazione del "Regolamento (UE) n. 913/2010 del Parlamento e del Consiglio Europeo, del 22 settembre 2010, relativo a una rete ferroviaria europea per un trasporto merci competitivo" [2]. Il ruolo dei corridoi è facilitare la pianificazione, la gestione e il funzionamento dei treni merci sulle principali direttrici europee e semplificare questi processi per i gestori dell'infrastruttura e per le imprese ferroviarie, stabilendo la loro cooperazione. I corridoi ferroviari merci dovrebbero migliorare i flussi di trasporto negli Stati membri, con particolare attenzione ai vantaggi del trasporto ferroviario di merci [1], [2], [5].

I corridoi RFC n.5, n.7 e n.9 attraversano il territorio slovacco (Fig. 1). Il corridoio RFC n.5 conduce dalla Polonia e dalla Repubblica Ceca all'Austria e, più a sud-ovest dell'Europa, entra nel territorio della Slovacchia nella stazione di confine di Čadca uscendo a Bratislava (Devínska Nová Ves / Petržalka). Il corridoio RFC n.7 conduce dalla Repubblica Ceca in Ungheria e più a sud-est dell'Europa, entra a Kúty ed esce a Rajka, Štúrovo o Komárno. Il corridoio RFC n. 9 porta da Praga a Čierna nad Tisou, entrando attraverso la stazione di Púchov [5], [6].

2. Analysis of freight transport performance on corridor lines

Rail freight corridors (RFCs) represent the implementation of "Regulation (EU) No 913/2010 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 concerning a European rail network for competitive freight" [2]. The role of the corridors is to facilitate the planning, management and operation of freight trains on major European routes, and to simplify these processes for runway operators (infrastructure managers) and carriers, as well as to facilitate their cooperation. Freight rail corridors should improve transport flows in Member States with a focus on the benefits of rail freight [1], [2], [5].

RFC corridors No 5, No 7 and No 9 lead through Slovak territory. RFC 5 Corridor leads from Poland and the Czech Republic to Austria and further to the southwest of Europe, enters the territory of Slovakia at Čadca border station and exits in Bratislava (Devínska Nová Ves / Petržalka). RFC 7 Corridor leads from the Czech Republic to Hungary and further to the southeast of Europe, it enters in Kúty and exits in Rajka, Štúrovo or Komárno. RFC 9 Corridor leads from Prague to Čierna nad Tisou, it enters via Púchov station [5], [6] (Figure 1).

At present, 57 train paths under the RFC Corridors are incorporated in the timetable according to ŽSR train plan formation, out of which 44 train paths are free and 13 train paths are allocated to specific railway undertakings such as MTD (Metrans Danubia, Inc) and ZSSKC (Railway Company Cargo Slovakia, Inc) [5], [6].

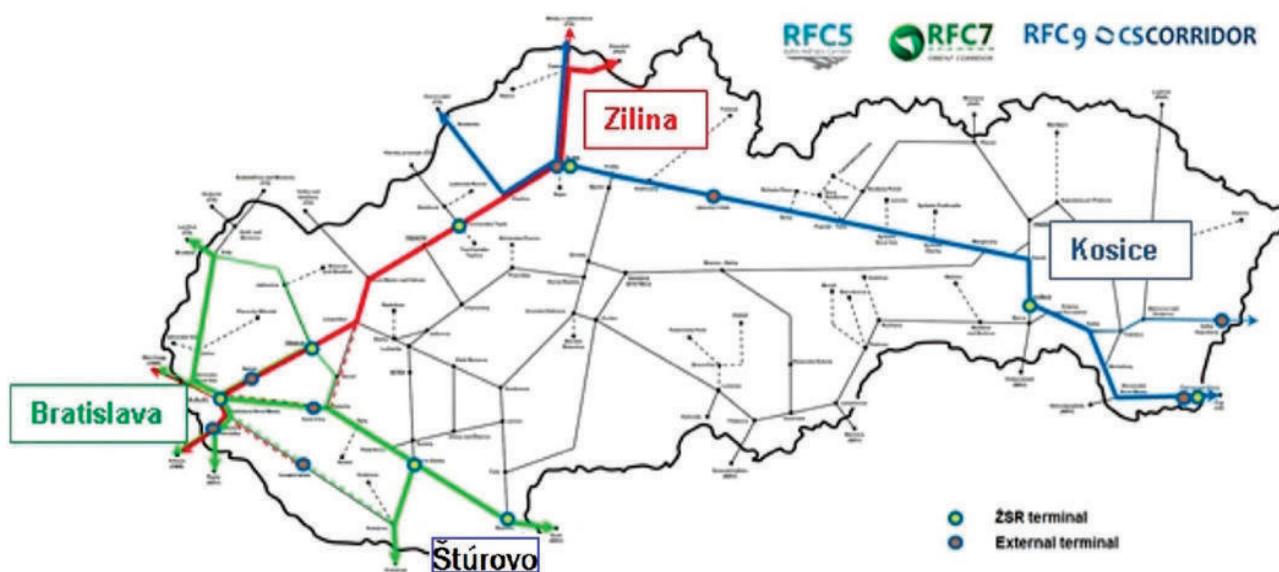


Figura 1 - Corridoi RFC sulla rete ŽSR [16].
Figure 1 - RFC corridors on the ŽSR network [16].

Attualmente 57 linee ferroviarie, nell'ambito dei corridoi RFC, sono integrate nell'orario secondo la formazione del piano ferroviario ŽSR: di queste 44 direttrici sono libere e 13 sono assegnate a specifiche imprese ferroviarie come MTD (Metrans Danubia, Inc) e ZSSKC (Railway Company Cargo Slovakia, Inc) [5], [16].

2.1. Analisi delle prestazioni e della capacità di trasporto

Determinare la capacità di un corridoio ferroviario significa adottare un approccio metodologico che include l'analisi della capacità di linea e di stazione, in cui il traffico passeggeri e quello merci devono essere considerati. La ricerca ha definito i termini necessari per il dato problema, che attraverso relazioni di base si traducono nel concetto di capacità e nelle relazioni tra parametri che influenzano la capacità [3], [12], [13].

Nella prima edizione del codice UIC 406 [14], relativo alla stima della capacità ferroviaria, l'Unione Internazionale delle Ferrovie (UIC) ha definito la capacità dell'infrastruttura ferroviaria come "il numero totale di possibili trasferimenti ferroviari entro un determinato intervallo di tempo, tenendo conto dell'attuale combinazione di itinerari ferroviari o dello sviluppo noto e la propria ipotesi di gestori dell'infrastruttura in nodi, singole linee o parti della rete all'interno di un mercato orientato alla qualità". Nella Direttiva EP ed ER n. 2012/34/UE, che istituisce uno spazio ferroviario europeo unico, la capacità dell'infrastruttura è definita come la capacità di pianificare trasferimenti ferroviarie necessarie per un certo periodo di tempo per le tratte dell'infrastruttura dove la direttrice ferroviaria rappresenta la capacità dell'infrastruttura richiesta per il trasferimento del treno tra due punti in un certo periodo [1], [4], [14].

La capacità calcolata per i singoli dispositivi tecnici è la base per la valutazione dei degli stessi collegati in serie (cascata di sistemi di servizio). La capacità risultante di una sequenza continua di più dispositivi tecnici (ad esempio, i raccordi di ricevimento come binari di servizio negli impianti di smistamento, in diverse stazioni e nelle loro tratte di linea o di interconnessione per confini tra stazioni), possono essere definiti come una prestazione di esercizio [4], [13], [15]. L'analisi delle sezioni di linea è stata effettuata sulla base delle regole di esercizio delle singole stazioni, degli schemi dei nodi di controllo operativi e delle connessioni tra binari per le singole sezioni.

Un'analisi dettagliata delle prestazioni di trasporto si è concentrata sui corridoi n.5 e n.7 che dalla Repubblica Ceca entrano in Ungheria ed in particolare sulle linee ferroviarie Kúty-Bratislava-Galanta-Štúrovo e Čadca-Žilina-Galanta (-Štúrovo), che collegano le stazioni di confine Kúty-Čadca e Štúrovo. Per un'analisi più dettagliata delle linee, le singole tratte del corridoio sono state divise in sezioni più piccole. L'analisi coinvolge anche i treni passeggeri perché incidono comunque sulla capacità della linea e sulla circolazione dei treni merci. Pertanto, l'analisi

2.1. Analysis of transport performance and capacity

The determination of the corridor line capacity means adopting a methodological approach that includes the analysis of track and station capacity, where both passenger and freight traffic must be taken into account. The research defined the terms necessary for the given issue, which through basic relations results in the concept of capacity, as well as the analysed relations between the factors influencing the capacity [3], [12], [13].

In the first edition of the UIC Code 406 [14] regarding rail capacity estimation, the International Railway Union (UIC) defined railway infrastructure capacity as "the total number of possible train paths within a specified time window, taking into account the current combination of train paths or the known development and own hypothesis of infrastructure managers in nodes, single lines or parts of the network within a quality oriented market." In EP and ER Directive no. 2012/34/EU, which establishes a single European railway area, the infrastructure capacity is defined as the ability to plan for a certain period the train paths required for the sections of the infrastructure where the train path is the infrastructure capacity required to run the train between two points over a certain period [1], [4], [14].

The calculated capacity of individual technical devices is the basis for the assessment of series-connected devices (cascade of service systems). The resultant capacity of a continuous sequence of several technical devices; for example, reception sidings as service tracks in the marshalling yard, several stations, and their interconnecting boundary interstationary or track sections - can be termed as operational performance [4], [13], [15]. The analysis of track sections was made on the basis of the operating rules of the individual stations and operating control points schemes and the track ratios of individual sections.

A detailed analysis of transport performance was focused on corridors no. 5 and no. 7 from the Czech Republic to Hungary, namely the Kúty - Bratislava - Galanta - Štúrovo and Čadca - Žilina - Galanta (- Štúrovo) railway lines connecting Kúty / Čadca and Štúrovo border stations. For more detailed line analysis, the individual corridor sections were divided into smaller sections. The analysis also involves passenger trains because they also affect the capacity of the track and running of freight trains. Therefore, the analysis consists of summarizing all trains that were operated as regular and also as ad-hoc trains in 2016 on the given routes, broken down into smaller sections for a more detailed analysis.

The capacity of the individual track sections was calculated, as well as analysing the declared capacity by ŽSR (book of capacity for the 2015/2016 timetable) [16] and compared to the actual performance in passenger and freight transport. Actual outputs were obtained as a daily average in the strongest month of 2016. Output is the graphical overview shown in Fig. 2 (even direction) and Fig. 3 (odd direction). The darker colours show the actual number of trains in the breakdown for passenger transport

consiste nel considerare tutti i treni che nel 2016 sono stati gestiti come regolari e anche come treni *ad hoc* su determinate direttrici, suddivisi in sezioni più piccole per un'analisi più dettagliata.

È stata calcolata la capacità delle singole sezioni della linea, analizzata la capacità dichiarata da ŽSR (libro di capacità per l'orario 2015/2016) [16] e confrontata con le prestazioni effettive nel trasporto passeggeri e merci. I risultati effettivi sono stati ottenuti come media giornaliera nel mese più impegnativo del 2016. Ne è risultato un panorama grafico mostrato nella Fig. 2 (binario pari) e Fig. 3 (binario dispari). I colori più scuri mostrano il numero effettivo di treni nella ripartizione per trasporto passeggeri (colore blu) e merci (colore rosso). Dai grafici si osserva che la capacità delle tratte di binario dei corridoi RFC analizzati sulla rete ŽSR appare sufficiente.

La diramazione da Čadca a Galanta mostra una capacità di 115 treni al giorno sulla linea di binario in questa direzione (la tratta che rappresenta "il collo di bottiglia" è Trenčín-Nové Mesto nad Váhom) con una capacità libera di 44 treni al giorno (tratta della linea di confine Žilina - Púchov). La diramazione Kúty-Galanta mostra una capacità della linea di 171 treni al giorno (tratta di confine Bratislava-Vajnory-Galanta) con una capacità libera di 45 treni al giorno (tratta Devínska Nová Ves-Stazione centra-

(blue colour) and freight (red colour). From the resulting graphs it can be observed that the capacity of the track sections of the investigated RFC corridors on the ŽSR network is sufficient.

The branch line from Čadca to Galanta shows a capacity of 115 trains per day on the track line in this direction of (bottleneck section is Trenčín - Nové Mesto nad Váhom) with a free capacity of 44 trains per day (boundary line section Žilina - Púchov). The branch from Kúty to Galanta shows the capacity of the line track as 171 trains per day (boundary section Bratislava-Vajnory-Galanta) with a free capacity of 45 trains per day (line section Devínska Nová Ves - Bratislava main station). The common railway section of both the Galanta - Štúrovo branch lines indicates a capacity of the line track of 107 trains per day (bottleneck section is Nové Zámky - Štúrovo) with a free capacity of 43 trains per day (track section Nové Zámky - Štúrovo). This fact demonstrates that from the Czech Republic to Štúrovo, it is possible to operate 43 extra freight trains theoretically, which is the free capacity in the bottleneck section of Nové Zámky - Štúrovo. In the opposite direction, the results are very similar.

The largest utilization of the capacity is the Púchov - Žilina section (44%) and the Devínska Nová Ves - Bratislava hl. st. section (41%). On the contrary, the smallest uti-

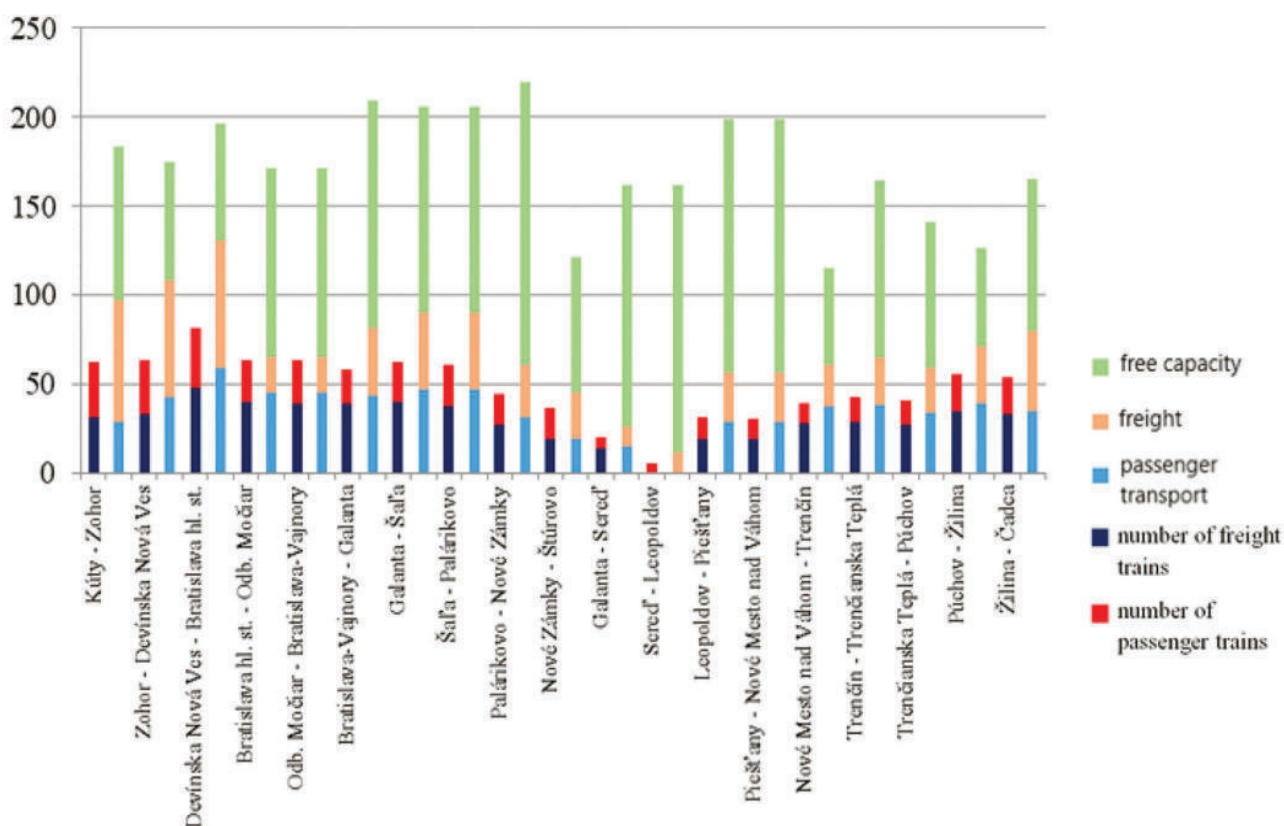


Figura 2 - Capacità delle sezioni esaminate dei corridoi RFC nella direzione dispari [16].
Figure 2 - Capacity of the examined sections of the RFC corridors in the odd direction [16].

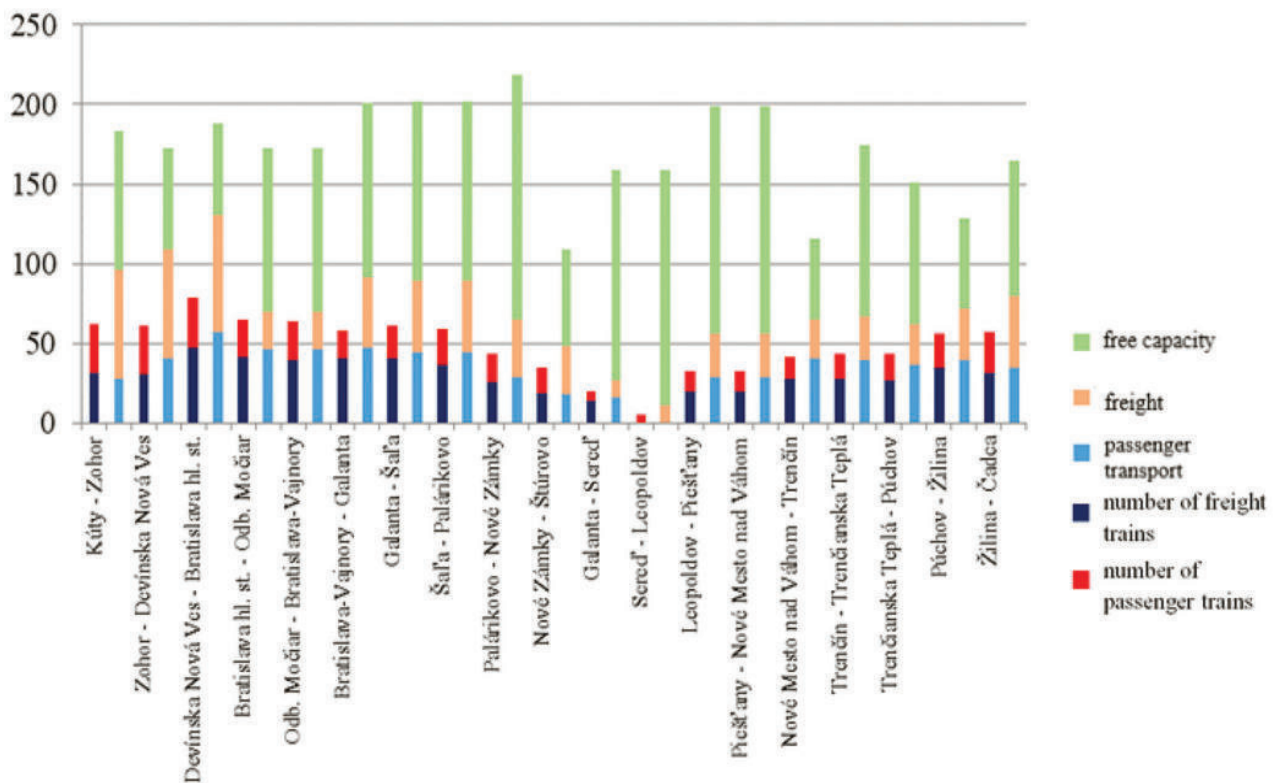


Figura 3 - Capacità della sezione esaminata dei corridoi RFC nella direzione pari [16].
Figure 3 - Capacity of the examined section of the RFC corridors in the even direction [16].

le di Bratislava). La tratta ferroviaria, comune ad entrambe le linee sulla diramazione Galanta-Štúrovo, indica una capacità di 107 treni al giorno (la tratta che rappresenta “il collo di bottiglia” è Nové Zámky-Štúrovo) con una capacità libera di 43 treni al giorno (tratta Nové Zámky-Štúrovo). Questo aspetto dimostra che è possibile gestire teoricamente 43 treni merci extra dalla Repubblica Ceca a Štúrovo, che rappresenta la capacità libera nella tratta “collo di bottiglia” di Nové Zámky-Štúrovo. Nella direzione opposta, i risultati sono molto simili.

Il maggior impegno di capacità è verificato per la tratta Púchov-Žilina (44%) e la tratta Devínska Nová Ves-Bratislava hl. st. (41%). Viceversa, l'utilizzo più contenuto della linea è apparso per le tratte Sered'-Leopoldov (3%), Galanta-Sered' (12%) e Leopoldov-Nové Mesto nad Váhom (15%).

Il flusso di treni più rilevante si è palesato nella tratta Bratislava hl. st.-Devínska Nová Ves, dove sono transitati in media 75 treni ogni giorno, sul binario dispari, e 76 treni sul binario pari. Diversamente, il flusso di minor importanza è stato rilevato, per le sezioni di linea analizzate, nella tratta a doppio binario di Sered'-Leopoldov, dove solo 4 coppie di treni passano in media ogni giorno. Dalla analisi delle tratte di linea selezionate, è possibile affermare che la tratta del corridoio che si estende da Kúty, attraverso Bratislava, a Štúrovo viene utilizzata da

lizzazione della linea è Sered'- Leopoldov (3%), Galanta - Sered' (12%) and Leopoldov - Nové Mesto nad Váhom (15%).

The strongest train flow is in the Bratislava hl. st. - Devínska Nová Ves section, where 75 trains in the odd direction and 76 trains in the even direction ran on average daily. On the contrary, the weakest flow of the researched sections is the double-track section of Sered'-Leopoldov, where only 4 pairs of trains run on average daily. From the selected line sections, it is possible to state that the corridor line from Kúty through Bratislava to Štúrovo is used by over 55 pairs of trains a day, one third of which are freight trains. However, the section from Čadca via Žilina to Púchov is occupied by 53 pairs of trains a day, a third of which are freight trains.

In the next step the effective lengths of the station tracks in the intermediate stations were examined in order to determine the length limit of freight trains. The capacity parameters of the modernized lines were assessed. It was necessary to critically evaluate some elements of the building configurations of the track system which make it impossible to fully utilize the capacity of lines, particularly in view of the possibility of an express passenger train passing a freight train.

It is also important to point to the capacity of the Štúrovo - Szob border section, which at the same time ap-

oltre 55 coppie di treni al giorno, un terzo dei quali sono treni merci. Tuttavia, la sezione da Čadca, via Žilina, a Púchov è occupata da 53 coppie di treni al giorno, un terzo dei quali sono treni merci.

Nella fase successiva dello studio sono state esaminate le lunghezze effettive delle linee delle stazioni, nelle stazioni intermedie, al fine di determinare il limite di lunghezza dei treni merci. Sono stati valutati i parametri di capacità delle linee rinnovate. È stato necessario valutare criticamente alcuni elementi delle configurazioni di costruzione del sistema di binari che rendono impossibile sfruttare appieno la capacità delle linee, in particolare alla luce della possibilità che un treno passeggeri espresso superi un treno merci.

È anche importante menzionare la capacità della sezione di confine Štúrovo-Szob, che allo stesso tempo sembra essere una sezione limitante per i treni transitanti nella direzione nord-sud, con una capacità del binario di corsa di soli 73 treni al giorno ed una capacità libera di 47 treni al giorno. Di conseguenza, è importante esaminare la capacità della stazione di Štúrovo, che sembra essere un fattore limitante per i treni merci che possono essere effettuati nel periodo di un giorno.

Tuttavia, (Tab. 1) questa condizione è determinata dall'attuale situazione operativa nella stazione, dove il limite è costituito dal fattore umano, alla cui eliminazione può condurre la corretta impostazione delle operazioni e delle regole tecniche. Pertanto, è necessario considerare "il collo di bottiglia" da un punto di vista tecnologico, cioè lo sviluppo delle tratte nella stazione di Štúrovo (in direzione di Szob), la cui capacità è di soli 88 treni al giorno.

L'analisi mostra che la stazione di Štúrovo è in grado di sviluppare 25 treni merci al giorno, ma durante i giorni più affollati può arrivare a 34 treni, mentre è possibile identificare come un "collo di bottiglia" i binari deviati nella stazione di Štúrovo, che ha una capacità di 88 treni al giorno. Dopo aver dedotto l'esercizio medio effettivo giornaliero, viene generata una capacità libera di 29 treni al giorno. Tuttavia questa è la somma per entrambe le direzioni di marcia. Pertanto, quando si confronta il dato con la capacità libera dei corridoi nord-sud, si dovrebbe

appear to be a limiting section for transitive trains in the north-south direction with a capacity of the running track of just 73 trains per day with a free capacity of 47 trains per day. Consequently, it is important to examine the capacity of Štúrovo station, which appears to be a limiting factor for freight trains that can be processed in one day.

However, (Tab. 1) this limiting element is determined from the current operational situation in the station, where the limit is the human factor. It can be eliminated by the correct setting of technological operations and rules. Therefore, it is necessary to take into account the bottleneck from a technological point of view, which is the development of tracks in Štúrovo station (in the direction to Szob), whose capacity is 88 trains per day only.

The analysis shows that Štúrovo station is able to process 25 freight trains per day, but during busier days it can be up to 34 trains, while we can see in a bottleneck the deviated tracks in Štúrovo station, which has a capacity of 88 trains per day. After deducting the actual average operation per day, a free capacity of 29 trains per day is generated, but this is the sum for both directions. Therefore, when comparing with the free capacity of the north-south corridors, it should be noted that this capacity is set for one track line (i. e. one direction). Theoretically, after the necessary measures have been taken, it is technologically possible to operate 54 freight trains per day from the Czech Republic to Hungary in both directions, where the limited element is the Štúrovo station, in terms of the capacity of the deviated tracks in this station.

For this reason, it is important to propose an optimal technology for the processing of freight trains in Štúrovo station so that the occupation of the tracks in Štúrovo station and Štúrovo transiting siding designed for the processing of freight trains, allows the increase in the number of freight trains in this bottleneck [16].

The conclusion of the analysis shows how the individual track sections in 2016 were used in stronger and weaker months by freight trains to and from Štúrovo border station. For the purposes of the research, the most important data are the maximum figures, when the problem of excessive occupation of the transport lines of the border stations, especially of the railway station at Štúrovo, occurs during

Tabella 1 – Table 1

Capacità della stazione Štúrovo (Fonte: [6])
Capacity of Štúrovo station (Source: [6])

	Capacità degli itinerari di corsa - raccordi di transito (treni al giorno) Capacity of running tracks - receiving sidings (trains per day)	Capacità degli itinerari di corsa - raccordi d'uscita (treni al giorno) Capacity of running tracks - exit sidings (trains per day)	Capacità degli itinerari deviati della stazione - Szob (treni al giorno) Capacity of deviated tracks of station - Szob (trains per day)	Capacità degli itinerari deviati della stazione - Mužla (treni al giorno) Capacity of deviated tracks of station - Mužla (trains per day)	Possibilità di eseguire treni merci (treni al giorno) Possibility to process freight trains (trains per day)
Štúrovo	270	298	88	212	30

notare che questa capacità è impostata per una linea a un binario (cioè per un senso di marcia). Teoricamente, dopo aver appreso i dati necessari, è tecnologicamente possibile operare 54 treni merci al giorno dalla Repubblica Ceca all'Ungheria in entrambe le direzioni, dove l'elemento limitante è la stazione di Štúrovo, in termini di capacità dei binari devianti presenti in questa stazione.

Per questo motivo, è importante proporre una tecnologia ottimale per l'esercizio di treni merci nella stazione di Štúrovo, in modo che ivi l'occupazione dei binari e il raccordo di transito di Štúrovo, progettato per l'esercizio dei treni merci, consentano l'aumento proprio del numero dei treni merci in questo "collo di bottiglia" [16].

La conclusione dell'analisi mostra come le singole sezioni di linea nel 2016 sono state utilizzate nei mesi più impegnativi e non dai treni merci, da e verso la stazione di confine di Štúrovo. Ai fini della ricerca, i dati più importanti sono le cifre massime, quando si verifica il problema dell'occupazione eccessiva in questo periodo delle linee di trasporto delle stazioni di confine, in particolare nella stazione ferroviaria di Štúrovo. Questo periodo si presenta nella seconda metà dell'anno.

La direzione del flusso di traffico più intensa va da Kúty a Štúrovo, dove circolavano in media 5,79 treni al giorno; nella sezione da Bratislava-Vajnory-Galanta la media è già 8,39 treni al giorno. Da Čadca partono solo 1,71 treni al giorno. In totale sulla tratta sono gestiti 13,44 treni al giorno, che arrivano alla stazione di confine di Štúrovo. Nel mese più trafficato, 7,2 treni viaggiano da Kúty a Štúrovo, sulla Bratislava-Vajnory 10,94 treni e da Čadca 2,48 treni al giorno, mentre 16,52 treni al giorno sono stati eseguiti fino al termine della tratta di linea per Štúrovo.

Nella direzione opposta, a Kúty troviamo in media 5,77 treni al giorno e a Čadca è solo di 0,26 treni al giorno. Nel mese più trafficato si trovano per Kúty è 6,81 treni al giorno e per Čadca 0,37 treni al giorno, mentre nella sezione ferroviaria Štúrovo-Nové Zámky ci sono più di 15 treni al giorno [6], [16], [17].

3. Analisi delle barriere operative e tecnologiche per il trasporto scorrevole di merci

Le soluzioni operative e tecnologiche per garantire la fluidità dei flussi di traffico sono aspetti importanti che incidono sulla ricerca della capacità del corridoio nel trasporto merci [18], [19], [20], [21], [22], [23]. Si tratta in particolare di situazioni che portano allo smaltimento dell'ingresso di altri treni diretti al "collo di bottiglia" (nel nostro caso, la stazione di frontiera di Štúrovo) da reti di gestori delle infrastrutture ferroviarie limitrofe. Sono stati analizzati tutti i soggetti che dispongono dei diritti di accesso, il quadro normativo generale e le relazioni locali della stazione di confine di Štúrovo.

Il quadro giuridico e normativo ha lo scopo di aiutare a gestire il traffico e prevenire situazioni che potrebbero portare al degrado operativo, fornendo misure chiare per

this period. This period occurs in the second half of the year.

The strongest traffic flow direction is from Kúty to Štúrovo, where on average 5.79 trains per day were running; in the section from Bratislava-Vajnory-Galanta it is already 8.39 trains per day. From Čadca only 1.71 trains per day run. In total, it handles 13.44 trains per day, which arrive at Štúrovo border station. In the busiest month, 7.2 trains run from Kúty to Štúrovo, Bratislava-Vajnory 10.94 trains and from Čadca 2.48 trains per day, while 16.52 trains per day were run to the end of the track section to Štúrovo.

In the opposite direction, the number of trains to Kúty is on average 5.77 trains per day, and to Čadca it's only 0.26 trains per day. In the busiest month the average number of trains to Kúty is 6.81 trains per day and to Čadca it's 0.37 trains per day, while at the Štúrovo - Nové Zámky railway section there are more than 15 trains per day [6], [16], [17].

3. Analysis of operational and technological barriers for the fluency of freight transport

Operational and technological questions about ensuring the fluency of traffic flows are significant aspects that affect the research of corridor capacity in freight transport [18], [19], [20], [21], [22], [23]. These are in particular situations that lead to the disposal on the entry of other trains running to the bottleneck (in our case, Štúrovo border station) from networks of neighbouring railway infrastructure managers. Subjects which have disposal rights, the overall regulatory framework, as well as the local relations of Štúrovo border station were all analysed.

The legal and regulatory framework is intended to help manage traffic and prevent situations that could lead to operational degradation, providing clear measures for normal operating situations, but also for extraordinary situations. It regulates and defines the scope of action for specific situations, determines the competencies and ensures safe and seamless operation.

Important aspects:

- Act no. 513/2009 on railways
- Network statement - Terms of use of the ŽSR railway network
- ŽSR internal regulation SR 1003 (D) Operational traffic management at ŽSR

Simplified technological procedures for freight trains are developed for each station. There are no detailed common technological procedures for Štúrovo station between ŽSR and the railway undertaking for terminating trains, reception and transitive trains. However, these procedures also determine the order of the individual acts and their executors, or the obligations of employees of the railway undertakings and of the ŽSR Infrastructure Manager. The drawback is that the technology is developed in general.

le normali condizioni di esercizio, ma anche per aspetti straordinari. Esso inoltre regola e definisce la portata dell'azione per condizioni specifiche, determina le competenze e garantisce un esercizio sicuro e senza interruzioni.

Aspetti importanti:

- Atto n. 513/2009 Delle Ferrovie
- Dichiarazione di rete - Condizioni d'uso della rete ferroviaria ŽSR
- Regolamento interno ŽSR SR 1003 (D) Gestione del traffico operativo presso ŽSR.

Per ogni stazione sono sviluppate procedure tecniche semplificate per i treni merci. Non esistono procedure tecniche dettagliate comuni per la stazione di Štúrovo tra ŽSR e l'impresa ferroviaria indirizzate ai treni terminali, in ricevimento e in transito. Tuttavia, queste procedure determinano anche l'ordine delle singole attività ed i relativi operatori o gli obblighi dei dipendenti delle imprese ferroviarie e del gestore dell'infrastruttura ŽSR. Lo svantaggio è che la tecnologia sviluppata è generalizzata. Le procedure tecniche prevedono che, prima dell'arrivo di un treno nella stazione di Štúrovo, l'impresa ferroviaria sia tenuta a informare il l'operatore di circolazione del treno in arrivo e di altre operazioni tecniche da svolgere per quel treno. In pratica, un dipendente di una determinata impresa ferroviaria non è affatto consapevole di ciò che rende difficile la fluidità dell'esercizio dei treni. Inoltre, i macchinisti non riferiscono all'operatore di circolazione le tempistiche di movimento (ad esempio, 47 macchinisti non sono stati identificati nel periodo dal 21.06.2017 al 20.07.2017).

Il traffico transfrontaliero a Štúrovo è gestito, nella tratta di frontiera Štúrovo-Szob, mediante un contratto locale per la gestione della circolazione e l'organizzazione dei trasporti nella stazione di Štúrovo (SK)-Szob (HU). Tale contratto locale è redatto in conformità alle Direttive di Accesso alle Ferrovie dell'Unione Europea, ai regolamenti SK ed HU e alle normative del Gestore dell'infrastruttura in materia di controllo del traffico e organizzazione del trasporto sulle linee di proprio esercizio. Il contratto locale viene elaborato sulla base della Convenzione sui Trasporti Ferroviari tra le Ferrovie Statali Cecoslovacche e le Ferrovie Statali Ungheresi del 18 ottobre 1989, in modo che dopo l'entrata in vigore dell'accordo sull'Interconnessione delle Infrastrutture Ferroviarie tra la Repubblica dell'Ungheria e la Repubblica Slovacca, siano anche rispettate tutte le condizioni. L'accordo stabilisce un linguaggio operativo da utilizzare in varie situazioni.

Il contratto locale prevede che:

- la comunicazione verbale tra gli operatori di circolazione della stazione di Štúrovo e la stazione di Szob sia effettuata in ungherese, ma nella comunicazione tra i controllori attraverso l'ASW (sistema di comunicazione) ogni controllore utilizzi "frasi tipo" nella propria lingua;
- i macchinisti, in comunicazione con i dipendenti della

Technological procedures stipulate that before the arrival of a train into Štúrovo station the railway undertaking is obliged to inform the train dispatcher about the arrival of the train and about other technological operations with this train. In practice, an employee of a given railway undertaking is not at all aware of what makes the fluency of the other train processing technology difficult. Also, the locomotive drivers do not report to the train dispatcher when the train arrives (for example, 47 train drivers were not reported during the period 21.06.2017 to 20.07.2017).

The cross-border traffic operation in Štúrovo is managed in the Štúrovo - Szob border section through a local contract for traffic management and the organization of transport at Štúrovo (SK) - Szob (HU) station. This local contract is drawn up in accordance with the European Union Railways Access Directives, SK and HU regulations, and the Infrastructure Manager's regulations on traffic management and the organization of transport on the tracks they operate. The local contract is processed on the basis of the Convention on Rail Transport between the Czechoslovak State Railways and the Hungarian State Railways of 18 October, 1989, so that after the entry into force of the Agreement on the Interconnection of Railway Infrastructure between the Republic of Hungary and the Slovak Republic, it also complied with its conditions. This agreement establishes a working language to be used in various situations.

The local contract provides:

- *oral communication between the train dispatchers of Štúrovo station and Szob station is carried out in Hungarian, but in the communication between dispatchers through the ASW (communication system) each dispatcher uses the type of sentences in his own language;*
- *locomotive drivers in communication with employees of Štúrovo station use the Slovak language, while in communication with employees of Szob station they use the Hungarian language, according to the provisions of "Commission Decision no. 2006/920/EC: Commission Decision of 11 August 2006 concerning the technical specification of interoperability relating to the subsystem Traffic Operation and Management of the trans-European conventional rail system;*
- *other employees of persons in law and natural persons who, on the basis of a contractual relationship with MÁV or ŽSR are operating the transport (carriers) on the Štúrovo - Szob border section, have to speak both the Hungarian and Slovak languages so that they understand the instructions, information and reports of the railroad operator.*

In practice, there is a situation when the locomotive driver does not speak the Slovak language in Štúrovo station (for example, in the period from 21.06.2017 to 20.07.2017, the total number of trains that did not use the Slovak language was 32 locomotive drivers).

stazione di Štúrovo, usino la lingua slovacca, mentre in contatto con i dipendenti della stazione Szob adoperino la lingua ungherese, secondo le disposizioni della "Decisione della Commissione n. 2006/920/CE: Decisione della Commissione dell'11 agosto 2006 concernente le specifiche tecniche di interoperabilità relative al sottosistema Esercizio e Gestione del Traffico del sistema ferroviario transeuropeo convenzionale;

- altri dipendenti di enti giuridiche e persone fisiche che, sulla base di un rapporto contrattuale con MÁV o ŽSR, gestiscono il trasporto (vettori) nella sezione di frontiera Štúrovo-Szob, parlino sia la lingua ungherese che slovacca in modo da comprendere le istruzioni, le informazioni e le relazioni dell'operatore ferroviario.

In pratica, si verifica una situazione in cui il conducente della locomotiva non parla la lingua slovacca nella stazione di Štúrovo (ad esempio, nel periodo dal 21.06.2017 al 20.07.2017, il numero totale di treni i cui macchinisti non comunicavano lingua slovacca era di 32).

3.1. Analisi del tempo di occupazione dei binari di transito nella stazione di confine di Štúrovo

Nell'ambito dell'analisi della capacità del corridoio merci nord-sud, è stata elaborata l'analisi dell'occupazione, da parte di treni transitanti, dei binari di corsa dei raccordi della stazione di Štúrovo. Sono stati considerati treni con un tempo di stazionamento superiore a 60 minuti nel periodo compreso tra il 9.10.2017 e il 30.11.2017 (58 giorni). È stato riscontrato un tempo medio di stazionamento di 35,93 ore per treno nella stazione di Štúrovo su un campione di 115 treni.

Nella ricerca è stata sviluppata anche un'analisi grafica dettagliata dell'occupazione dei binari di corsa della stazione di Štúrovo [6]. In questo modo, tali binari sono stati esaminati in base alla documentazione sul traffico della stazione, per i singoli binari di corsa (n.101, n.102, n.104, n.106, n.108, n.110 e n.112). Nel periodo di osservazione, l'analisi riguarda 11 imprese ferroviarie merci.

Dall'analisi grafica dell'occupazione dei binari di corsa, sono stati calcolati i tempi di occupazione (come rapporto di occupazione in ore e tempo di calcolo), per ogni binario in ogni giorno separatamente e successivamente sommati insieme su tutti i giorni. La Tab. 2 mostra il risultato di questa analisi.

La Tab. 2 dimostra che il binario di transito della stazione di Štúrovo è stato il più sovraccarico dal 13 ottobre 2017, fino al 97%, e poi fino al 22 ottobre 2017, quando l'entità dell'utilizzo dei binari di corsa era ancora all'86%. L'estensione media totale dell'utilizzo dei binari di corsa durante il periodo di riferimento è stata del 43%.

I treni con la maggiore sosta sono stati quelli di ZSSK Cargo Slovakia Inc., tuttavia nella somma del tempo totale l'impresa ferroviaria Express Group Inc. ha raggiunto i valori massimi. Tale impresa ferroviaria ha registrato il

3.1. Analysis of the occupation time of the transit tracks in Štúrovo border station

As a part of the capacity analysis of the north-south freight corridor, the analysis of the occupation of the running tracks in Štúrovo station of transiting sidings by transitive trains was processed. Trains with a dwell time of more than 60 minutes in time period between 9.10.2017 and 30.11.2017 were considered (58 days). A sample of 115 trains found an average dwell time of 35.93 hours per train in Štúrovo station.

A detailed graphical analysis of the occupation of the running tracks in Štúrovo station was elaborated in the research [6]. In this way, they were processed according to the station traffic documentation for individual running tracks (no. 101, 102, 104, 106, 108, 110 and 112). In the period under review, the analysis concerns 11 freight railway undertakings.

From the graphical analysis of the occupation of the running tracks, the times of occupation of the tracks (as a ratio of occupation in hours and computing time) were calculated, for each track on each day separately and subsequently summed up for each day together. The result of this analysis is shown in Tab. 2.

Table 2 shows that the transiting siding of Štúrovo station was the most overloaded since 13 October 2017, up to 97%, and then until 22 October 2017, when the extent of the utilization of the running tracks was still at 86%. The total average extent of the utilization of the running tracks during the reference period was 43%.

The most stopped trains were those of ZSSK Cargo Slovakia, Inc, but in the sum of the total time then the Express Group, Inc railway undertaking was at the top. This railway undertaking had the longest time of stopped trains with an average dwell time of 63.94 hours at the examined time, with the longest stay of a transitive train being up to 151.49 hours (6 days). In the monitored period, there occurred 6 cases of this type.

The most problematic issue for the infrastructure manager is a situation when a train in their information system is declared as a terminating train, but in reality the railway undertaking operates this train as transitive. Subsequently, a request for a train path for an originating train is submitted when all train documents and permissions for entry to Hungary are available.

3.2. Proposal of measures to increase the capacity of freight transport

Based on the conclusions of the capacity analysis, which states that the bottleneck is the Štúrovo border station, technological measures were proposed for the processing of the freight train at this station.

The main problem is the overload of the capacity of the running tracks at Štúrovo station by freight trains, which

Tabella 2 – Table 2

Analisi dell'utilizzo dei binari di scorrimento di raccordi di transito nella stazione di Štúrovo durante il periodo 9.10.2017-30.11.2017 (Fonte: [6])

Analysis of the utilization of running tracks in Štúrovo station of transiting siding during the time period 9.10.2017 - 30.11.2017 (Source: [6])

Data Date	% Utilizzo Utilization %	Data Date	% Utilizzo Utilization %	Data Date	% Utilizzo Utilization %	Data Date	% Utilizzo Utilization %
9.10.	8%	23.10.	64%	6.11.	30%	20.11.	36%
10.10.	14%	24.10.	49%	7.11.	39%	21.11.	42%
11.10.	31%	25.10.	35%	8.11.	51%	22.11.	15%
12.10.	66%	26.10.	69%	9.11.	17%	23.11.	19%
13.10.	97%	27.10.	58%	10.11.	35%	24.11.	14%
14.10.	86%	28.10.	73%	11.11.	44%	25.11.	63%
15.10.	73%	29.10.	71%	12.11.	39%	26.11.	27%
16.10.	86%	30.10.	63%	13.11.	13%	27.11.	14%
17.10.	83%	31.10.	63%	14.11.	15%	28.11.	22%
18.10.	89%	1.11.	73%	15.11.	10%	29.11.	5%
19.10.	81%	2.11.	57%	16.11.	38%	30.11.	13%
20.10.	72%	3.11.	64%	17.11.	52%	La % totale di utilizzo dei binari di corsa è del 43%. The total % of the use of the running tracks is 43%.	
21.10.	67%	4.11.	26%	18.11.	55%		
22.10.	86%	5.11.	28%	19.11.	43%		

tempo più lungo di stazionamento dei treni, con un tempo di sosta medio di 63,94 ore nel intervallo di tempo di osservazione, con la sosta più lunga di un treno in transito fino a 151,49 ore (6 giorni). Nel periodo monitorato, si sono verificati 6 casi di questo tipo.

L'aspetto più problematico per il gestore dell'infrastruttura è rappresentato da una situazione in cui un treno è dichiarato a termine in stazione nel sistema di informazione, ma in realtà l'impresa ferroviaria gestisce questo treno come transitante. Conseguentemente, viene presentata una richiesta per una linea di itinerario per un treno in origine quando sono già disponibili tutti i documenti del treno e le autorizzazioni per l'ingresso in Ungheria.

3.2. Proposta di misure per aumentare la capacità del trasporto merci

Sulla base delle considerazioni derivate dall'analisi della capacità, secondo cui "il collo di bottiglia" è la stazione di frontiera Štúrovo, sono state proposte misure tecniche per l'esercizio del trasporto merci in tale stazione.

Il problema principale è stato individuato nel sovraccarico della capacità dei binari di corsa nella stazione di Štúrovo da parte dei treni merci, i quali sono lasciati in sosta per un periodo più lungo del necessario. La tecnica ottimale d'esercizio basata sul treno transitante a Štúrovo

are stopped for a longer time as this is necessary. Optimal transitive train processing technology in Štúrovo must take into account all the actions and duties of participating traffic and transportation staff prior to the arrival of the train, after the arrival of the train and before the train departs.

The proposed technological procedures are called maximum technology, given the maximum number and duration of operations in a border station. A 30-wagon type freight train with a length of one wagon of 20 m was chosen.

Before arrival of the train, the following must be met:

- *communication of the railway undertaking with the employees of ŽSR in Štúrovo station - to report in time to the dispatching apparatus of ŽSR in the Slovak language the meaningful actions regarding the train in Štúrovo station;*
- *acquaintance of the following railway undertaking;*
- *submitting an OSS (OneStop shop) request if the train is not a regular;*
- *preparation of the employees of the transferor and acquiring railway undertaking in the border station and incoming locomotive.*

deve considerare tutte le attività e i doveri del personale impegnato nel controllo del traffico e dei trasporti prima dell'arrivo del treno, dopo l'arrivo del treno e prima della nuova partenza del treno.

Le procedure tecniche proposte sono definite a massima tecnologia, noti il numero e la durata massima delle attività sviluppate in una stazione di frontiera. È stato selezionato un treno merci di 30 carri, ognuno avente lunghezza pari a 20 m.

I seguenti requisiti devono essere soddisfatti prima dell'arrivo del treno:

comunicazione dell'impresa ferroviaria con i dipendenti di ŽSR nella stazione di Štúrovo, per riferire in lingua slovacca ed in tempo utile le azioni significative attinenti il treno nella stazione di Štúrovo agli operatori di circolazione di ŽSR;

- conoscenza della conseguente impresa ferroviaria;
- inoltro di una richiesta OSS ("OneStop Shop") se il treno non è regolare;
- preparazione dei dipendenti dell'impresa ferroviaria che cede e di quella che prende in carico nella stazione di frontiera e della locomotiva in arrivo.

Durante l'ingresso del treno è necessario compiere le seguenti attività:

- il personale competente dell'impresa ferroviaria effettua un'ispezione tecnica visiva ed uditiva mentre arriva il treno;
- dopo l'arrivo del treno, il conducente della locomotiva è tenuto a riferire all'operatore di circolazione della stazione di Štúrovo;
- operare parallelamente all'elaborazione delle istruzioni relative ai documenti di accompagnamento, al trasporto e all'ispezione tecnica, insieme all'impresa ferroviaria di cessione e di presa in carico del trasporto;
- distacco della locomotiva di condotta;
- nel caso in cui un carro o un gruppo di carri siano risultati non conformi a una delle ispezioni, sono separati dal convoglio;
- arrivo della locomotiva dell'impresa ferroviaria di presa in carico del trasporto ed esecuzione della prova freni;
- preparazione della documentazione del treno e dei documenti di accompagnamento e consegna degli stessi;
- annuncio che il treno è pronto per partire.

Le procedure tecniche proposte per l'esercizio di un treno merci transiente stabiliscono le condizioni per l'ingresso del treno nella stazione di frontiera di Štúrovo e stimano il tempo di occupazione massimo del binario. La tecnica proposta per l'esercizio di un treno merci transiente presso la stazione di confine di Štúrovo considera i compiti e le responsabilità del personale addetto ai trasporti prima dell'arrivo del treno, dopo l'arrivo del treno e prima della partenza del treno. Un diagramma di Gantt è

During the entrance of the train it is necessary to accomplish:

- *the relevant staff of the railway undertaking accomplish a technical inspection by ear and sight while the train arrives;*
- *after arrival of the train, the locomotive driver is obliged to report to the dispatcher at Štúrovo station;*
- *running in parallel with the processing of tasks related with accompanying documents, transport and technical inspection, together with the transmitting and receiving railway undertaking;*
- *withdrawal of locomotive;*
- *in the case when a wagon or group of wagons does not comply with one of the inspections, they are rejected from the train set;*
- *the arrival of the locomotive of the receiving railway undertaking and accomplish brake test;*
- *preparation of the train documentation and accompanying documents and handing them over;*
- *announcement that the train is ready to leave.*

The proposed technological procedures for processing of a transitive freight train sets the conditions for the train's admission to Štúrovo border station and estimates the maximum occupancy time of the track. The proposed technology for processing a transitive freight train at Štúrovo border station takes into account the tasks and responsibilities of the involved transport staff before the train arrives, after the train's arrival as well before the train's departure. The Gantt diagram was applied for the optimization of the operational processes at Štúrovo station, which takes into account all the necessary technological activities. The individual operations were optimized on the basis of its time duration, and the duplicate activities were eliminated. To achieve an optimal occupancy time at the Štúrovo siding, conference calls and electronic communication between the infrastructure managers of ŽSR and MÁV were introduced. It is based on a similar principle used between the ŽSR and SŽDC (Czech railways) infrastructure managers [6].

Based on the newly created technology for Štúrovo station [6], the maximum unit processing time was calculated. This time contains the time of occupation of the running track, which was set as a technological time of 189 minutes for one transitive train. At this intention, an additional time of 171 minutes was set as the time allowed for track occupation without charging.

A graph of the dependence of time norms of decisive activities on the technological procedures for the transitive train with the processing in Štúrovo station (transport operations, technical operations and shunting operations depending on the number of wagons in the train) was drawn up. Transport operations are decisive for any number of wagons in the train (see Fig. 4).

stato applicato per l'ottimizzazione dei processi operativi alla stazione di Štúrovo e tiene conto di tutte le attività tecniche necessarie. Sono state ottimizzate le operazioni individuali sulla base della relativa durata e sono state eliminate le attività ridondanti. Per ottenere un tempo ottimale di occupazione ai raccordi di Štúrovo, sono state introdotte le chiamate contemporanee e multiple e la comunicazione elettronica tra i gestori delle infrastrutture ŽSR e MÁV. Il processo si basa su un principio simile usato tra i gestori delle infrastrutture ŽSR e SŽDC (Ferrovie Cechi) [6].

È stato calcolato il tempo unitario massimo di elaborazione sulla base della tecnica creata per la stazione di Štúrovo [6]. Tale tempo comprende il tempo di occupazione del binario di corsa, che è stato impostato a un tempo tecnico di 189 minuti per un treno transitante. Con questo fine, è stato fissato come consentito un ulteriore tempo di 171 minuti per l'occupazione del binario senza addebiti commerciali.

È stato elaborato un diagramma di dipendenza delle norme temporali di attività risolutive alle procedure tecniche, per il treno transitante con operatività nella stazione di Štúrovo (attività di trasporto, attività tecniche e attività di smistamento a seconda del numero di carri in composizione al treno). Le attività di trasporto sono decisive per qualsiasi numero di carri in composizione al treno (cfr. Fig. 4).

4. Valutazione delle proposte e conclusioni

La valutazione d'esercizio della proposta è risultata ottenuta dalla tecnica di ottimizzazione proposta per il treno merci transitante con attività presso la stazione di frontiera di Štúrovo. Questo tempo tecnico limita la capacità della stazione di Štúrovo in termini di numero di treni transitanti sviluppati giornalmente. La valutazione si è basata sul calcolo della capacità dei binari di corsa, con il risultato che considera tutte le circostanze operative della stazione ferroviaria e delle sezioni di linea.

Un elemento limitante nel corridoio nord-sud è lo sviluppo delle tratte nella stazione di Štúrovo (stazione capolinea in direzione di Szob: 88 treni al giorno). Questo fatto conferma che è possibile eseguire 6 treni al giorno sulla diramazione Štúrovo-Čata e 18 treni passeggeri più 54 treni merci giornalmente, solo nella sezione Štúrovo-Szob. Questo aspetto evidenzia 20 treni merci in meno, come calcolato per la capacità dei binari di corsa nel caso di treni merci.

Quando si introduce la tecnica di ottimizzazione proposta per i treni merci e il rispetto dei singoli tempi, è possibile aumentare i treni merci giornalieri del 116%, dall'attuale media di

4. Appreciation of the proposals and conclusion

The operational assessment of the proposal is outgoing from the proposed maximum processing technology of the transitive freight train with processing at Štúrovo border station. This technologic time limits the capacity of Štúrovo station in terms of the number of processed transitive trains per day. The assessment shall be based on the calculation of the capacity of the running tracks, with the result taking into account all the operational circumstances of the railway station and the track sections.

A limiting element on the north-south corridor is the development of tracks at Štúrovo station (head of station in direction to Szob: 88 trains per day). This fact confirms that it is possible to operate 16 trains per day on the Štúrovo - Čata branch line and 18 passenger trains plus 54 freight trains per day only in the Štúrovo - Szob section. This means 20 freight trains less, as was calculated for the capacity of the running tracks for freight trains.

When introducing the proposed maximum technology for freight trains and adherence to individual times, it is possible to increase the daily freight trains from the current average of 25 freight trains per day, up to 54 freight trains per day - an increase of 116%. It is also necessary to ensure a sufficient increase in staffing for this measure.

This technological problem leads to the adoption of a new payment for stopped trains in stations on the ŽSR network. Also shutting down vehicles is no longer free of charge. Surrounding infrastructure managers in Austria, Hungary and Poland charge as needed for this service as shown on the graph (unified payment for one 20-meter vehicle for 24-hours see Fig. 5).

This leads to increased demands for the stopping of the trains for a few days on the ŽSR network, which causes complications and problems for traffic control [24].

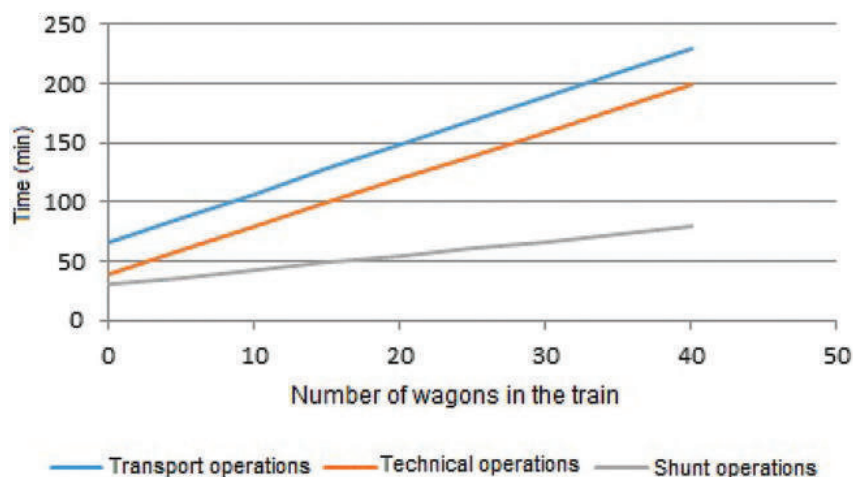


Figura 4 - Dipendenze temporali nell'operazione del treno transitivo (fonte: autori).
Figure 4 - Time dependencies in the transitive train processing (source: authors).

25 treni merci ai 54 treni merci al giorno. È inoltre necessario garantire un aumento sufficiente dell'organico (agenti d'esercizio) per questa misura.

Questo problema tecnico porta all'adozione di un nuovo rapporto commerciale e quindi economico per i treni fermi nelle stazioni della rete ŽSR. Inoltre la sosta prolungata dei veicoli non è più gratuita. I gestori dell'infrastruttura limitrofi, in Austria, in Ungheria e in Polonia addebitano le spese necessarie per questo servizio, come mostrato nel grafico (pagamento unificato per un veicolo di 20 metri per 24 ore, cfr. Fig. 5). Questo vincolo conduce ad un aumento della domanda di arresto dei treni per alcuni giorni sulla rete ŽSR, con conseguenti complicazioni e problemi per il controllo del traffico [24].

A causa dell'entità dei problemi, questo documento è stato incentrato sui corridoi di transito di Čadca-Štúrovo e Kúty-Štúrovo e solo sulla stazione di Štúrovo. L'idea per questa ricerca è stata creata su iniziativa delle imprese ferroviarie, l'emissione delle disposizioni da parte dell'apparato di comunicazione del gestore dell'infrastruttura ŽSR sui treni merci per questa direttrice. Tuttavia, per quanto esposto come analisi e soluzione, è possibile concludere che questo problema non è solo relegato alla stazione di confine di Štúrovo, ma ha un ambito molto più ampio. Gli autori sono convinti che gli aspetti analizzati mostrino la necessità di estendere la capacità della linea di corridoio in base agli obiettivi della politica dei trasporti dell'UE.

Ringraziamenti

Il documento è supportato dal Progetto 1/0509/19 dell'Agenzia VEGA "Ottimizzare l'uso dell'infrastruttura ferroviaria con il supporto della previsione della ripartizione modale", sviluppato presso la Facoltà di Esercizio ed Economia dei Trasporti e della Comunicazione, Università di Žilina.

Payment for shutting down the train

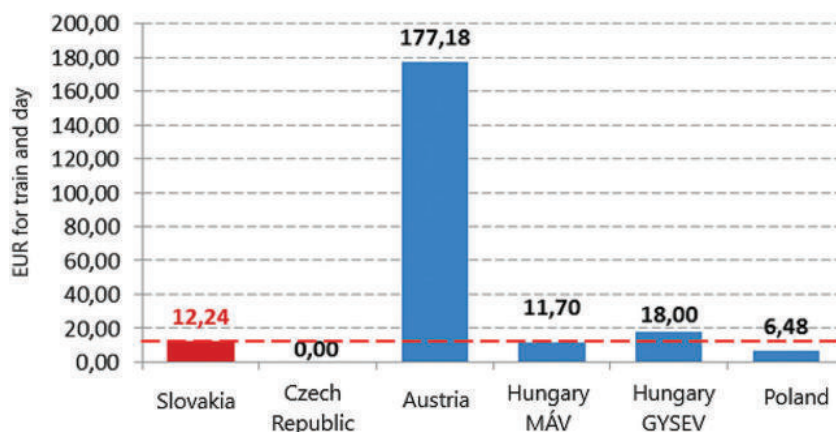


Figura 5 - Confronto del pagamento per l'arresto del treno sulla rete ŽSR e sulle reti dei gestori dell'infrastruttura limitrofi (Fonte: [23]).

Figure 5 - Comparison of the payment for shutting down the train on the ŽSR network and on networks of neighbouring infrastructure managers (Source: [23]).

Because of the extent of the problems, this paper was focused on the Čadca - Štúrovo and Kúty - Štúrovo transit corridors and on Štúrovo station only. The idea for this research was created at the instigation of the railway undertakings, the issuing of the disposals by the dispatching apparatus of the ŽSR infrastructure manager on freight trains in this direction. However in solving and analysing the problem, we conclude that this problem is not only related to Štúrovo border station, but has a much wider scope. The authors are convinced that the analysed aspects show the need for the extension of the corridor line capacity according to EU transport policy aims.

Acknowledgement

The paper is supported by the VEGA Agency by Project 1/0509/19 "Optimizing the use of railway infrastructure with support of modal split forecasting", that is solved at the Faculty of Operations and Economics of Transport and Communication, University of Žilina.

BIBLIOGRAFIA - REFERENCES

- [1] EU, 2010. Regulation (EU) No 1315/2013 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2013 on Union guidelines for the development of the trans-European transport network and repealing Decision No 661/2010/EU.
- [2] EU, 2010. Regulation (EU) No 913/2010 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2010 concerning a European rail network for competitive freight.
- [3] GAŠPARIK, J., ABRAMOVIĆ, B., HALÁS, M. (2015). "New graphical approach to railway infrastructure capacity analysis". Promet – Traffic and transportation, Vol. 27 Iss. 4 p. 283-290, DOI: 10.7307/ptt.v27i4.1701.

- [4] GAŠPARÍK, J., ŠULKO, P. (2016). "Technology of Railway Transport – Line Transport Process (in Slovak)". 1st ed., EDIS University of Žilina.
- [5] LIŽBETIN, J., PONICKÝ, J., ZITRICKÝ, V. (2016). "The throughput capacity of rail freight corridors on the particular railways network", Volume: 63 Issue: 3 Pages: 161-169 Special Issue: SI DOI: 10.17818/NM/2016/SI16.
- [6] VOJINÁK, M., (2018). "Assessment of ŽSR corridor capacity in terms of freight transport (in Slovak)". Diploma thesis, University of Žilina.
- [7] SZABÓ Z., SIPOS T, TÖRÖK A., (2017). Spatial Econometric Analysis of the Hungarian Border Crossings, MATEC Web of Conferences 134, ar. no. 00057.
- [8] TÖRÖK Á., FEDORKO G., MOLNAR V., HUSAKOVÁ N., CSISZÁR C. (2017). "How to choose and when to start best ITS projects that enhance logistic performance?" Periodica Polytechnica transportation Engineering, Vol. 45, No. 1.
- [9] ISLAM D.M.Z., RICCI S., NELLDAL B.L. (2016). "How to make modal shift from road to rail possible in the European transport market, as aspired to in the EU Transport White Paper 2011", European Transport Research Review, Vol. 8, Iss. 3 Ar. no. 18, DOI: 10.1007/s12544-016-0204-x.
- [10] ABRAMOVIĆ B. (2013). "Horizons of railway transport 2012: Globalization trends and their impact on the transport system in terms of the EU common market"; Promet – Traffic and transportation, Vol. 25, no. 2.
- [11] MALAVASI G., RONZINO C. D., (2013). "Generazione delle curve di riempimento delle stazioni ferroviarie" / "Generation of filling curves of railway stations". Ingegneria Ferroviaria, Vol. 68, No. 2, pp. 155-170.
- [12] ZITRICKÝ V., ČERNÁ L., ABRAMOVIĆ B. (2017). "The Proposal for the Allocation of Capacity for International Railway Transport", Procedia Engineering Vol. 192, p. 994-999, DOI: 10.1016/j.proeng.2017.06.171.
- [13] KONTAXI E., RICCI S., (2009). "Techniques and methodologies for carrying capacity evaluation: comparative analysis and integration perspectives". Ingegneria Ferroviaria, Vol. 64. No. 12, pp. 1051-1080.
- [14] Leaflet UIC Code 406 – Capacity. 2nd ed. Paris: International Union of Railways (UIC), 2013.
- [15] STOPKA O., CHOVANCOVÁ M., KAMPF R. (2017). "Proposal for streamlining the railway infrastructure capacity on the specific track section in the context of establishing an integrated transport system", MATEC Web of Conferences, Vol. 134, art. no. 00055, DOI: 10.1051/mateconf/201713400055.
- [16] ŽSR, 2018. Internal documents of Železnice Slovenskej republiky (ŽSR).
- [17] ŽSR, 2018. Network statement of ŽSR.
- [18] KANIS J., DOLINAYOVA A., KMETIK M. "Draft of strategy of the European rail freight corridor Amber". In: MATEC Web Conf., 235 (2018) 00023. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823500023>.
- [19] MILINKOVIC S., VESKOVIC S., MITROVIC B., DORDEVIC Z., MARTON P. (2015). "A site selection model for wayside train monitoring systems at Serbian railways", Communications - Scientific Letters of the University of Zilina, Vol. 17, no. 2 (2015), p. 49-54.
- [20] MASEK J., KENDRA M., CAMAJ J. "Model of the Transport Capacity of the Train and Railway Track Based on Used Types of Wagons". In: Transport Means 2016. Proceedings of the International Conference, 2016, Juodkrante, Kaunas Univ Technology, Lithuania, pp. 584-588. ISSN 1822-296X.
- [21] NACHTIGALL P., OUŘEDNÍČEK J., (2018). "Wider aspects of deceleration supervision in ERTMS/ETCS". In: MATEC Web Conf., 235 (2018) 00010, DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823500010>.
- [22] SIROKY J., SALAKOVA H. "Analysis of the system of pricing of railway capacity allocation in the Czech Republic". In MATEC Web Conf., 235 (2018) 00016. DOI: <https://doi.org/10.1051/mateconf/201823500016>.
- [23] MIGLIORINI C., RICCI S., TOMBESI E. (2017). "Analysis and assessment of eco-driving strategies for train drivers training". Ingegneria Ferroviaria Vol. 72, No. 10, p. 727-758.
- [24] ŠULKOVÁ I., ŠULKO P. (2016). "Proposal for determination of payments for shutdown of rolling stock on the ŽSR network (in Slovak)". In: Horizons of Railway Transport 2016: proceedings, University of Žilina, pp. 214-221.