

PREVÁDZKOVÁ ANALÝZA TERMINÁLU INTERMODÁLNEJ PREPRAVY

OPERATIONAL ANALYSIS OF INTERMODAL TRANSPORT TERMINAL

Eva Sventeková¹

Anotácia: V príspevku sú popísané vybrané ukazovatele vyjadrujúce prevádzkové charakteristiky terminálu intermodálnej prepravy. Metodika ich výpočtu je odvodená z podkladov projektovej dokumentácie plánovaných a rekonštruovaných terminálov intermodálnej prepravy. V príspevku je riešený výpočet efektívneho výkonu terminálu, počet manipulácií s kontajnermi, stanovenie dĺžky manipulačných koľají a koľají hlavnej prekládkovej skupiny, analýza využitia úložných plôch terminálu a jeho kapacita.

Kľúčové slová: výkon terminálu, manipulácia, kapacita terminálu

Summary: The contribution deals with selected indicators which reflect the operating characteristics of intermodal transport terminal. Calculation methodology is derived from design specifications of planned and upgraded terminals. The paper solves calculating the effective performance of the terminal, number of container handling, handling determine the length of track and the tracks of the main transshipment, analysis of using terminal storage areas and terminal capacity.

Key words: performance of terminal, handling, capacity of terminal

1. ÚVOD

Terminál je miesto, kde dochádza k prekládke ucelenej intermodálnej nákladovej jednotky (kontajnera, návesu, výmennej nadstavby) z jedného druhu dopravy na druhý, teda z cesty na železniciu alebo loď alebo zo železnice na loď a naopak. Je to špecificky vybavené miesto určené predovšetkým na vertikálnu prekládku intermodálnych nákladových jednotiek (INJ). V termináloch sa realizuje príjem a výdaj zásielok intermodálnej prepravy (IP). Disponujú rôznym prevádzkovo-technickým vybavením a administratívnymi objektmi, ktoré umožňujú realizáciu širokého spektra dopravnoprepravných zasielateľských a skladovacích služieb. V podmienkach Slovenskej republiky prechádza v súčasnosti niekoľko terminálov a prekladísk rozsiahlou rekonštrukciou. Pri tvorbe podkladov k rekonštrukcii je nutné vychádzať z prevádzkovej analýzy jednotlivých terminálov a stanoviť na základe vstupných parametrov dĺžku manipulačných koľají, čas potrebný na spracovanie vlaku IP, efektívny výkon terminálu, rozmiestnenie a využitie úložných plôch terminálu apod. Metodikou výpočtu niektorých prevádzkových a infraštruktúrnych ukazovateľov sa zaoberá aj tento príspevok.

¹ Ing. Eva Sventeková, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Katedra technických vied a informatiky, 1. mája 32, 010 26 Žilina, Tel.: +421 41 513 6862, Fax: +421 41 513 6620, E-mail: eva.sventekova@fsi.uniza.sk

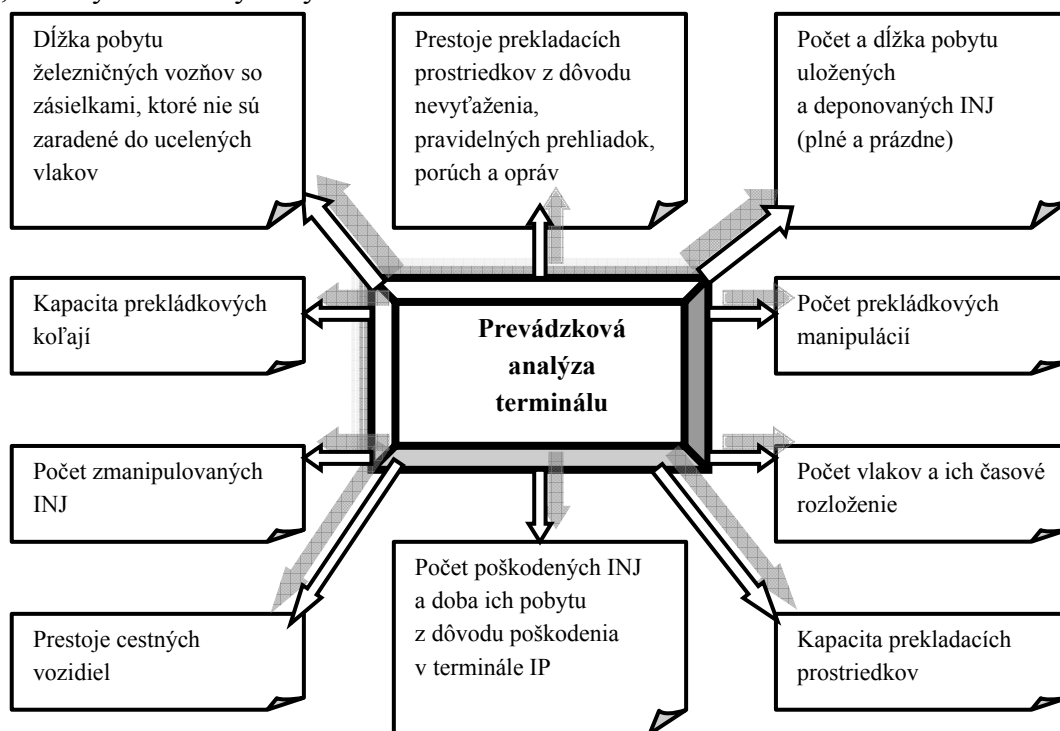
2. PREVÁDZKA TERMINÁLU

Prevádzkovú technológiu terminálu možno charakterizovať ako cieľavedomú organizovanú činnosť zameranú na účelnú manipuláciu a prekládku intermodálnych nákladových jednotiek.

Pre jej stanovenie je potrebné poznať:

- objemové požiadavky,
- požiadavky na služby,
- veľkosť plôch terminálu pre požadované výkony a služby,
- počet, dĺžku a usporiadanie koľají,
- napojenie na dopravnú sieť,
- počet, druh a technické parametre prekladacích prostriedkov.

S cieľom zvyšovania konkurencieschopnosti intermodálnej prepravy je dôležité minimalizovať stratové časy v terminále IP elimináciou problémových miest, včasným pristavením železničných vozňov (ložených aj prázdnych), bezproblémovým vydaním prepravných dokladov a pod. Parametre terminálu si vo väčšine prípadov určuje sám prevádzkovateľ, do istej miery však závisia na veľkosti a umiestnení terminálu. Základom efektívnej prevádzkovej technológie terminálu intermodálnej prepravy je detailná analýza všetkých činností ako celku i ako samostatných prevádzkových častí. Na obr. 1 sú popísané oblasti, v ktorých sa analýza vykonáva.



Zdroj: autor

Obr. 1 - Prevádzková analýza terminálu intermodálnej prepravy

Prevádzková analýza terminálu intermodálnej prepravy by mala byť vykonaná pri aplikácii priemerných prevádzkových výkonov a samostatne i v dobe prevádzkovej špičky z hľadiska objemov a výkonov.

3. VÝKON TERMINÁLU

V závislosti od výkonu terminálu IP sa v projektovej dokumentácii rekonštrukcie terminálu odvodzuje podľa Z. Gesiarza veľkosť a umiestnenie úložných plôch, ich napojenie na cestnú a železničnú sieť. Plánované a realizované výkony terminálu majú zásadný vplyv na jeho priestorové usporiadanie. **Stanovenie počtu intermodálnych nákladových jednotiek**, ktoré môže terminál obslúžiť, je možné určiť podľa vzťahu:

$$J_{INJ}^H = i_z \cdot \frac{3600}{t_c} \quad (1)$$

kde i_z je počet prepočítaných nákladových jednotiek obsluhovaných žeriavom,
 t_c je priemerná doba jedného nákladového cyklu zariadenia s jednou INJ [s].

$$i_z = i_j \cdot \mu_p,$$

kde i_j je počet skutočných nákladových jednotiek,
 μ_p je súčiniteľ prepočtu prihliadajúci k hmotnosti INJ.

Efektívny **prekládkový výkon** jedného prekladacieho zariadenia v priebehu roka, vyjadrený v nominálnych jednotkách je vyjadrený vzťahom:

$$J_{INJ}^R = J_{INJ}^H \cdot h_d \cdot d \cdot \varphi_e \quad (2)$$

kde J_{INJ}^H je počet INJ obslužených za 1 hodinu práce prekladacieho prostriedku,
 h_d je počet hodín práce prekladacieho prostriedku,
 d je počet dní efektívnej práce prekladacieho prostriedku v roku,
 φ_e je súčiniteľ upravujúci výkon prekladacieho prostriedku, ktorý zahŕňa:

- prestávky v dôsledku obsluhy a opravy,
- prestoje spôsobené čakaním na obsluhu alebo opravy,
- prestoje vzniknuté z nutnosti premiestnenia prekladacieho prostriedku na iné pracovisko.

Súčiniteľ φ_e má orientačne hodnotu 0,8 pre samohybné portálové žeriavy a 0,6 pre stacionárne portálové žeriavy.

Technológia a organizácia manipulačných operácií sú podstatnou zložkou pri určovaní výkonov terminálu intermodálnej prepravy. **Počet prekládkových operácií (manipulácií) s INJ** v celom technologickom procese je možné stanoviť pomocou vzťahu:

$$J_{op} = (i_p + i_n + i_o) \cdot (\alpha_b + 2\alpha_p) + i_t (\alpha_b^t + 2\alpha_p^t) \quad (3)$$

kde i_p je počet privezených ložených INJ,
 i_o je počet prázdnych INJ od príjemcov alebo odosielateľov,
 i_n je počet odoslaných ložených INJ,
 i_t je počet INJ preložených v tranzite,
 α_p je súčiniteľ podielu prekládok cez skladový priestor,
 α_p^t je tranzitná INJ,
 α_b je súčiniteľ podielu priamych prekládok,
 α_b^t je tranzitná INJ.

Súčinitele α_p , α_p^t a α_b^t môžu vystupovať ako veličiny bezrozmerné, alebo ako percentuálne podiely. V druhom prípade bude mať uvedený vzorec tvar:

$$J_{op} = (i_p + i_n + i_o) \cdot (\alpha_b + 2\alpha_p) \cdot 100^{-1} + i_t (\alpha_b^t + 2\alpha_p^t) \cdot 100^{-1} \quad (4)$$

Musí byť však dodržaná podmienka, že:

$$\begin{array}{ll} \alpha_b + \alpha_p = 1 & \text{alebo} & \alpha_b + \alpha_p = 100 \% , \\ \alpha_b^t + \alpha_p^t = 1 & \text{alebo} & \alpha_b^t + \alpha_p^t = 100 \% . \end{array}$$

V praxi majú súčinitele α zvyčajne tieto hodnoty:

- pri bežných prepravách $\alpha_b = 30 \% \quad \alpha_p = 70 \%$
- pri tranzitných prepravách $\alpha_b = 70 \% \quad \alpha_p = 30 \%$
 $\alpha_b^t = 10 \% \quad \alpha_p^t = 90 \%$
 $\alpha_b^t = 90 \% \quad \alpha_p^t = 10 \% .$

Výkon terminálu podstatným spôsobom ovplyvňuje aj **doba spracovania vlaku intermodálnej prepravy**.

K základným činnostiam pri spracovaní vlaku IP v terminále patria:

- prekládkové operácie,
- činnosti súvisiace s presunom, rozradňovaním a triedením ložených železničných vozňov.

Doba potrebná na spracovanie vlaku IP v cieľovom terminále závisí od niekoľkých činiteľov:

- od veľkosti vlaku IP a počtu ložných alebo prázdnych INJ,
- od vybavenia terminálu koľajovým zariadením a prekladacími mechanizmami,
- od vzdialenosti medzi jednotlivými obvody terminálu,
- od úrovne organizácie práce vo všetkých článkoch zasielateľskej, dispečerskej a dopravnej činnosti,
- do dispozičných a dopravných podmienok terminálu.

Určenie skutočnej doby vykládky a nakládky vlaku intermodálnej prepravy umožňuje analyzovať technicko-ekonomickú výkonnosť celého terminálu a prispôbiť rytmus manipulačných operácií vlaku IP harmonogramu prístavby ostatných dopravných prostriedkov – automobilov, lodí, člnov. Doba na spracovanie vlaku IP zahŕňa:

začiatocné činnosti

- odber prepravných dokladov a ich doplnenie ďalšími údajmi,
- technická prehliadka vlaku,
- pripojenie posunovacej lokomotívy k vlakovej súprave.

presun súpravy do obvodu prekládkovej skupiny

- prísun súpravy do obvodu prekládkovej skupiny,

$$t_p = \frac{S_d}{v_p} \quad (5)$$

kde S_d je vzdialenosť medzi koľajami vjazdovej a prekládkovej skupiny,

v_p je rýchlosť vlaku IP premiestňovaného rušňom,

- odjazd rušňa,
- príjem súpravy v prekládkovom obvode.

vykládka vozňov

- uvoľnenie fixačných prvkov INJ na vozňoch (2 pracovníci pozdĺž súpravy),
- prekládka (portálovými žeriavmi alebo prekladacími mechanizmami).

nakládka INJ

- čakanie na nakládku,
- naloženie INJ na vozne,
- upevnenie INJ fixačnými prvkami,
- triedenie a odovzdávanie dokumentácie.

presun súpravy do obvodu odchodovej skupiny

- príjazd posunovacej lokomotívy,
- odstránenie zarážiek zaist'ujúcich kolesá súpravy,
- vytiahnutie súpravy a odchod rušňa.

prípravné činnosti pre odjazd

- administratívna a technická prehliadka, súpis vlaku, kontrola úplnosti dokladov,
- technická prehliadka vozňov,
- zavesenie rušňa,
- brzdovalá skúška.

konečné činnosti pred odchodom vlaku

- dokončenie prepravných dokumentov,
- upevnenie koncoviek.

4. VÝPOČET DĹŽKY MANIPULAČNÝCH KOĽAJÍ

Koľaje vjazdovej vstupnej skupiny musia byť projektované tak, aby bolo možné manipulovať so skupinami vozňov s intermodálnymi nákladovými jednotkami medzi vjazdom a smerovou skupinou. Dĺžka manipulačných koľají pre obsluhu vozňov s intermodálnymi nákladnými jednotkami sa pre potreby projektovej dokumentácie rekonštrukcie terminálu určí z rovnice:

$$L = \frac{l_v (i_v^+ + i_v^-)}{i_m} \quad (6)$$

- kde i_v^+ je počet prijatých železničných vozňov s INJ,
 i_v^- je počet odoslaných železničných vozňov,
 i_m je počet vozňov určených do smerovej skupiny, alebo príjazdovej vstupnej skupiny, resp. do prekládkovej skupiny,
 l_v dĺžka vozňa v m.

V takejto prekládkovej skupine sa uvažuje s minimálne dvoma odstavňami koľajami (jedna pre vjazd a odjazd a jedna pre posun). Koľaje hlavnej prekládkovej skupiny musia byť dlhšie ako koľaje skupiny vjazdovej a vstupnej. V obvode manipulačných koľají je umiestnená väčšina hlavných a pomocných manipulačných prostriedkov určených na prekládanie INJ zo železničných vozňov na cestné návesy, lode, na úložisko atď. **Dĺžka koľají hlavnej prekládkovej skupiny** sa podľa prevádzkovej analýzy terminálu IP vypočíta z rovnice:

$$L = i_v \cdot l_v + 2 \cdot l_e + l_b \quad (7)$$

kde l_e je dĺžka hnacieho vozidla (lokomotívy) v m,
 l_b je bezpečná vzdialenosť nutná napr. pri zmene podmienok brzdenia v m.

Ak predpokladáme, že vlakovú súpravu tvorí 15 železničných vozňov s INJ s dĺžkou približne 20 m, nesmú byť manipulačné koľaje kratšie ako 360 m.

Počet manipulačných koľají a komunikačných pásov v prekládkovej skupine závisí od organizácie práce a technológie manipulácie s INJ, od spolupráce dopravy cestnej, námornej a riečnej, od typu používaných manipulačných zariadení.

5. ANALÝZA VYUŽITIA ÚLOŽNEJ PLOCHY TERMINÁLU

Dôležitým kritériom rozboru efektívnosti práce terminálu je **súčiniteľ využitia skladovacej plochy** α_s vyjadrený vzťahom:

$$\alpha_s = \frac{F_{INJ} \cdot \rho_s}{F_s} \quad (8)$$

kde F_s je plocha úložiska, na ktorej sú stanoveným spôsobom uložené INJ spolu s hlavnou komunikáciou a pomocnými komunikáciami [m^2],

F_{INJ} je plocha obsadená iba INJ s prihliadnutím na prípadné rozšírenie rady cca o 0,10m z každej strany, aby ich bolo možné ukladať pomocou prekladacieho prostriedku [m^2],

P_s je súčiniteľ zvyšujúci využitie plochy úložiska a prihliadajúci k počtu vrstiev INJ (kontajnerov)

$P_s = 1$ pre jednu vrstvu kontajnerov,

$P_s = 2$ pre dve vrstvy kontajnerov,

$P_s = 3$ pre tri vrstvy kontajnerov.

Pre terminály a úložiská kontajnerov je P_s dôležitým ukazovateľom, určujúcim:

- optimálne umiestnenie kontajnerov,
- výber prostriedkov vnútropodnikovej dopravy a zariadení pre obsluhu INJ,
- vybavenie plochy a druh samohybného prekladacieho prostriedku,
- operatívne disponovanie INJ pri kompletovaní vlakov a lodí intermodálnej prepravy.

Pri využití vertikálnej prekládky (portálovým žeriavom) môže byť šírka pomocných komunikácií minimálna, zbytočná je aj centrálna komunikácia. Pri využití pohyblivých prekladacích prostriedkov (čelné a bočné prekladače, portálový žeriav na pneumatikách) je nutné tieto komunikácie patričným spôsobom rozšíriť.

Pre analýzu využitia úložnej plochy terminálu je potrebné stanoviť aj jeho **kapacitu**.

$$K_{INJ} = \frac{t'_p \cdot J_{INJ}^R \cdot \alpha_b \cdot \rho_s}{100 \cdot d_R} \quad (9)$$

kde t'_p je priemerná doba pobytu INJ na úložisku,

- J_{INJ}^R je počet INJ, ktoré boli v priebehu roka v terminále spracované,
 α_b je súčiniteľ prihliadajúci na počet INJ spracovaných v priamej prekládke,
 d_R je počet dní efektívnej práce na úložisku v roku.

Zásadným prvkom v plánovaní dopravnej a územnej infraštruktúry je stanovenie **plochy úložiska**. Pri rekonštrukcii a územnej úprave prekladiska pre INJ je možné použiť vzťah:

$$S = \frac{t'_p \cdot J_{INJ}^R \cdot \alpha_b \cdot S_{INJ}}{100 \cdot d_R} \quad [10]$$

kde S_{INJ} je plocha, ktorú zaujme jedna intermodálna nákladová jednotka (unifikovaná menovitá) na úložisku s nutnou rezervou na dĺžku aj šírku. V projektovej dokumentácii je pre blok INJ prijaté $S_{INJ} = 6,2 \text{ m} \cdot 2,6 \text{ m} = 16,2 \text{ m}^2$.

6. ZÁVER

Na Slovensku je v súčasnej dobe väčšina terminálov považovaná iba za kontajnerové prekladiská. Ak má byť intermodálna preprava konkurencieschopnou oproti iným druhom dopravy, je potrebná kompletná rekonštrukcia terminálov a skvalitnenie ich vybavenia. Základom je rekonštrukcia prízjazdových ciest a skvalitnenie odstavných plôch pre nákladné vozidlá, pretože tak sa môžu minimalizovať časové straty, ktoré vznikajú pri čakaní vozidiel na nakládku, respektíve vykládku. Nevyhnutnou je aj rekonštrukcia koľají, ktoré slúžia na odstavenie vlaku a ďalšiu manipuláciu s INJ. Z podkladov projektovej dokumentácie rekonštrukcie viacerých terminálov a prekladísk na Slovensku bol odvodený výpočet vybraných ukazovateľov terminálu IP.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- [1] BUKOVÁ, B., NEDELIÁKOVÁ, E., GAŠPARÍK, J. *Podnikanie v železničnej doprave*. Bratislava: Iura Edition. 2009. 276 s. ISBN 978-80-8078-248-1.
- [2] DVOŘÁK, Z. *Minimálna dopravná obslužnosť v krízových stavoch*. Železničná doprava a logistika. Roč. 4, č.1. 2008. 31-36 s. ISSN 1336-7943
- [3] NOVÁK, J. a kol. *Kombinovaná preprava*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2008. 320 s. ISBN 978-80-86530-47-5
- [4] ŠIROKÝ, J. *Základy technologickej dopravy*. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2007. 182 s. ISBN 80-86530-37-X.
- [5] *Štúdiá možností optimalizácie intermodálnej prepravy na území západného Slovenska a Bratislavy*. Záverečná správa. Výskumný ústav dopravný. Žilina. číslo projektu 18/270/2008. 03/2009.
- [6] *Verejný terminál intermodálnej prepravy Leopoldov*. Projektová správa DÚR. Súťažné podmienky. ŽSR. Bratislava. 06/2009.