

**René PŘIBYL<sup>1</sup>**

## **ANALÝZA RIZIK NA OBVODU SPÁDOVIŠTĚ SEŘAZOVACÍHO NÁDRAŽÍ**

### **RISK ANALYSIS OF HUMP YARD OF SHUNTING STATION**

#### **Abstrakt**

Příspěvek se zabývá problematikou přepravy nebezpečných látek na vlakovém nádraží a to jeho část spádoviště. Popisuje analýzu rizik s následnými opatřeními k minimalizaci výskytu havárie.

#### **Abstract**

The contribution deals with problems of transport of hazardous substances at the train station and is part of hump yard. Describes the risk analysis with subsequent measures to minimize the occurrence of an accident.

**Key words:** Hazardous substance, Hump yard, Transport, Tank Car, Analysis

#### **Úvod**

Doprava a přeprava zboží byla, je a bude každodenní nutností. Při výběru druhu dopravy většinou rozhoduje její dostupnost, cena, čas a další důležité atributy. Každý druh dopravy má větší či menší vliv na životní prostředí. Nejekologičtější způsob dopravy velkého objemu představuje přeprava po železnici.

Byť je tento druh dopravy nejekologičtější i zde mohou nastat mimořádné události nebo havárie, které mohou ohrozit zdraví a životy lidí, zvířat, poškodit životní prostředí a způsobit újmu na majetku. Asi nejrizikovější při přepravě zboží po železnici je přeprava nebezpečných věcí. Tím jsou myšleny chemické látky, výbušniny a další látky, které jsou definovány v Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID).

Pro analýzu bylo zvoleno kritické místo spádoviště. Na této části vlakového nádraží dochází k posunu vozů a následné vlakotvorbě. [2]

#### **Právní úprava**

Základním právním předpisem pro nákladní přepravu je Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID). [3]

V tomto předpisu je pojem nebezpečná látka nahrazena pojmem nebezpečné věci.

Řád RID stanovuje nebezpečné věci, které jsou z mezinárodní přepravy vyloučeny, nebezpečné věci, jejichž mezinárodní přeprava je připuštěna a také požadavky, včetně vynětí z platnosti, které musí být při této přepravě splněny.

Celý Řád RID je rozdělen do sedmi částí, které jsou tématicky zaměřeny, například na klasifikaci látek, použití obalů, požadavky na konstrukci, podmínky přepravy atd.

Na mezinárodní řád RID pak navazuje Nařízení vlády č. 1/2000 Sb. o přepravním řádu pro veřejnou drážní nákladní dopravu ve znění pozdějších změn a úprav. [2]

---

<sup>1</sup> Ing., VŠB –TUO, Fakulta bezpečnostního inženýrství, Katedra bezpečnostního managementu, Lumírova 13, 700 30 Ostrava – Výškovice, e-mail: [rene.pribyl.st@vsb.cz](mailto:rene.pribyl.st@vsb.cz)

## Popis spádoviště

Potřeba vzniku spádoviště a seřadovacího nádraží vznikla v době, kdy se prudce zvyšoval nárůst nákladní přepravy. Celé to spočívalo ve vybudování odděleného kolejiště, ve kterém se nákladní vozy třídily podle relací.

Spádoviště je oblast seřadovacího nádraží zahrnující svážný pahrbek a přilehlé zhlaví směrové skupiny, na kterém se seskupují vozy nebo skupiny vozů (tzv. odvěsy). První takové nádraží v Rakousku - Uhersku vzniklo v Ústí nad Labem v roce 1876. K návěstění se používala stávající návěstidla a až po roce 1880 byla zřizována speciální seřadovací a speciální spádovištní návěstidla. Vozy se rozřazovaly lokomotivami, což bylo značně pomalejší než rozřazení pomocí svážného pahrbku, ze kterého se odvěsy pohybovaly samotáž.

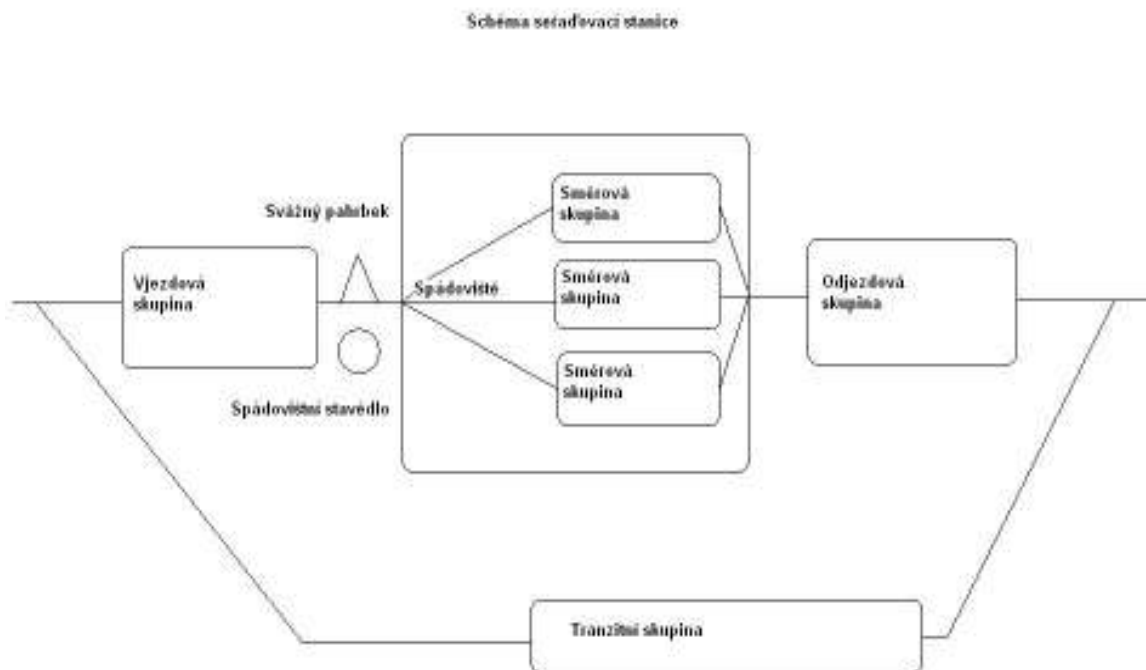
I v této problematice vzniklo několik druhů seřadovacích nádraží. Nejvíce se však uplatnilo toto konstrukční uspořádání: [5]

- **vjezdová skupina** - sem vlak přijede, odstupuje vlaková lokomotiva, sepíše se třídenka odvěsů a začne posun,
- **svážný pahrbek** - odvěs na urychlujícím sklonu získává kinetickou energii pro svůj pohyb v kolejišti,
- **směrová skupina** - odvěsy postupně naplňují jednotlivé relační koleje,
- **odjezdová skupina** - komplexní příprava vlaků a náležitostí pro odjezd a samotná výprava vlaku. [5]

Pro zpomalení vozů na svážném pahrbku existují 2 druhy kolejových brzd (plnoautomatická nebo vzduchová). Další možností je, že pahrbek není brzdami vybaven.

Na zvoleném spádovišti se nacházejí vzduchové kolejové brzdy ovládané signalisty – operátory kolejových brzd.

Na obrázku č. 1 je spádoviště schématicky znázorněno.



**Obrázek 1:** Schéma spádoviště [6]

## Metody analýzy rizik

Pro analýzu rizik spojenou s vlakotvorbou na spádovišti bylo nutno vybrat vhodné metody. Tyto vybrané metody musely být aplikovatelné na dané prostředí. Z celé škály metod analýzy rizik byly zvoleny metody FMEA (Metoda Analýzy poruch a jejich následků) a metoda podle Guideline for Quantitative Risk Assessment (CPR 18E). [2]

První metoda identifikace poruch je založena na rozboru způsobu selhání a jejich důsledků, která umožňuje hledání dopadů a příčin na základě systematicky a strukturovaně vedených selhání. Metoda možnosti poruch a jejich následků – Failure Mode and Effects Analysis slouží ke kontrole prvků systému selhání a identifikuje jednoduché poruchy. [4]

Druhá z metod byla převzatá z holandské metodiky podle CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment. Metodika je rozdělena do dvou částí: hodnocení rizik pro stacionární zařízení a hodnocení rizik přepravy nebezpečných látek.

Při analýze úniku nebezpečné látky byla vybrána druhá část této metody - hodnocení rizik přepravy nebezpečných látek a to ta část, která je nazvána „Seřaďovací nádraží“. V této části jsou uvedeny možné scénáře, které mohou v daném prostředí vzniknout. [2]

### Analýza metodou FMEA

Výhodou při uplatnění této metody bylo to, že v mezinárodním předpisu RID jsou uvedeny příklady specifických rizik v seřaďovacím nádraží.

Pro analýzu byly z řádu RID vybrány tyto případy:

- vykolejení cisterny (kotlového vozu),
- srážka cisterny (kotlového vozu),
- netěsnost nádoby nebo vozu z důvodu možného vykolejení nebo srážky,
- poruchy kolejí, zařízení a vybavení spádoviště. [3]

Posouzení rizik metodou FMEA spočívalo ve vyplnění tabulek, které obsahovaly tyto části: posuzovaný objekt, projev poruchy, důsledek poruchy, příčina poruchy, stávající opatření a doporučená opatření. U důsledku poruchy, příčin a stávajících opatření byly tyto části doplněny kromě slovního i číselným hodnocením v rozsahu od 1 do 10 dle výše ohrožení či možnosti výskytu havárie. Příklad je uveden na obrázku č. 2.

Po sestavení tabulky a přiřazení číselných hodnot k jednotlivým částem se tyto hodnoty dosadily do vzorce (1) pro výpočet míry rizika.

(1)

$$R = N \times P \times H$$

R – Míra rizika

N – Dopady havárie (Závažnost důsledků)

P – Výskyt havárie (Pravděpodobnost vzniku a existence rizika)

H – Detekce (odhalitelnost) rizika

Objekt	Projev poruchy	Důsledek poruchy	N	Příčina	P	Stávající opatření	H	R	Doporučená opatření
<i>Kolejová brzda</i>	4 Náráz do vozu na směrové koleji s malým únikem NL (narušená těsnost)	Přerušení prací na směrové koleji Zastavení vlakotvorby Přerušení prací na spádovišti	9	Špatný technický stav Zanesení brzy	6	Pravidelná kontrola brzd Kontrola technického stavu vozu	5	270	Zásah HZS ČD, popř. HZS ČR Bezpečnostní opatření pro zaměstnance spádoviště Zkrácení intervalu mezi kontrolami brzd Snížení životnosti jednotlivých brzd
	5 Náráz cisterny na směrové koleji s velkým únikem NL	Přerušení prací na směrové koleji Zastavení vlakotvorby Přerušení prací na spádovišti	10	Špatný technický stav Zanesení brzy	6	Pravidelná kontrola brzd Kontrola technického stavu vozu	5	300	Zásah HZS ČD, popř. HZS ČR Bezpečnostní opatření pro zaměstnance spádoviště Zkrácení intervalu mezi kontrolami brzd Snížení životnosti jednotlivých brzd
	6 Náráz cisterny na směrové koleji bez úniku NL	Přerušení vlakotvorby na spádové koleji	7	Špatný technický stav Zanesení brzy	6	Pravidelná kontrola brzd Kontrola technického stavu vozu	5	210	Technická kontrola vozu (kontrola těsnosti kotle, kontrola podvozku apod.) Zkrácení intervalu mezi kontrolami brzd Snížení životnosti jednotlivých brzd

**Dopady havárií - N**

Velmi málo závažné	1
Nízké	2-3
Středně závažné	4-6
Vysoké	7-8
Velmi závažné	9-10

**Výskyt havárie - P**

Nepravděpodobný	1
Velmi malý	2-3
Malý	4-6
Pravděpodobný	7-8
Vysoce pravděpodobný	9-10

**Detekce (odhalitelnost) - H**

Vysoká	1
Střední	2-4
Nízká	5-7
Velmi nízká	8-9
Nepravděpodobná	10

**Míra rizika - R**

Velmi malá	1-5
Malá	6-50
Střední	51-250
Závažná	251-900
Nepřijatelná	901-1000

## ***Obrázek 2: Ukázka tabulky s analýzou možnosti poruch a jejich následků pro spádoviště [2]***

Při práci, která je spojená s posunem a vlakotvorbou v obvodu spádoviště může dojít k několika nebezpečným stavům. Ty mohou vzniknout při technické závadě vybavení spádoviště nebo obecným pochybením (nedbalostí) obsluhy.

Technické potíže mohou nastat z důvodu špatného technického stavu, který může být definován jako únava materiálu. Proto se zde naskytuje vhodná volba opatření v podobě technických prohlídek výhybek a kolejových brzd.

Technické prohlídky jsou na pracovišti realizovány, ale ke zlepšení a prevenci bylo doporučeno, aby byly prováděny v častějším intervalu (např. častější kontrola než je u běžně používaných výhybek mimo spádoviště).

Dalším technickým opatřením, které může minimalizovat vznik nehody či havárie je zkrácení doby životnosti jednotlivých prvků (výhybky, kolejové brzdy apod.) oproti běžně zažitým zvykům (opět ve srovnání s běžně používanými prostředky mimo spádoviště).

V případě kolejové brzdy se také může jednat o její zanesení a tím pádem menší funkčnosti. Zanesení brzdy může dojít v důsledku přenesení nánosu z dvojkolí projížděných vozů. Tudíž je nutná kontrola, popř. odstranění nánosu z dvojkolí ještě před vjezdem vozu na svážný pahrbek. Tato kontrola by měla být prováděna posunovačem. [2]

### **Analýza metodou podle CPR 18E**

Rizika přepravy nebezpečných látek po železnici se vztahují převážně na přepravu v cisternách a to u hořlavých plynů, toxických plynů, toxických kapalin a hořlavých kapalin. [1]

Pomocí zvolené metody byly posuzovány jen látky přepravované v cisternových (kotlových) vozech.

Při úniku nebezpečné látky se používají tyto scénáře:

- únik z díry o průměru 75 mm (3 palce) v cisterně,
- roztržení cisterny. [1]

Pro seřadovací nádraží je v metodice určeno 8 rozdílných scénářů. Možnost vzniku daného scénáře závisí na typu a provozu na daném nádraží (seřadišti).

Druhy scénářů jsou:

- srážka vlaku na příjezdu nebo odjezdu z nádraží,
- srážka mezi příjíždějícím/odjíždějícím vlakem a řadou vagónů,
- srážka mezi řadou vagónů a vlakem, který je posouván nebo seřazován,
- srážka při výměně lokomotiv,
- havárie pouze jedné cisterny,
- havárie při posunování,
- vlastní selhání cisterny,
- BLEVE cisterny způsobené únikem hořlavé kapaliny z vedlejší cisterny. [1]

Při analýze metodikou CPR 18E bylo vycházeno ze scénářů, které tato metodika poskytuje v návaznosti na scénáře, které jsou uvedeny v mezinárodní normě pro přepravu RID a byly použity při posouzení rizik metodou FMEA. [2]

Proto byly z těchto osmi scénářů zvoleny tyto:

- havárie pouze jedné cisterny,
- havárie při posunování. [1]

V tabulce č. 1 jsou uvedeny scénáře s následnými frekvencemi a pravděpodobnosti výtoku nebezpečné látky při havárii železniční cisterny (kotlového vozu).

**Tabulka 1: Frekvence havárie a pravděpodobnosti výtoku [1]**

Scénář		Frekvence havárií	Pravděpodobnost výtoku	
			Atmosférické cisterny	Přetlakové cisterny
1.	Příjezd/odjezd	$5,5 \cdot 10^{-7}$ na vlak	0,1	0,01
2.	Srážka s řadou vagónů	$2,12 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1	0,01
3.	Posunování/seřadování	$2,12 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1	0,01
4.	Výměna lokomotiv	$1,0 \cdot 10^{-6}$ na vlak	0,05	0,005
5.	Havárie jedné cisterny	$2,75 \cdot 10^{-5}$ na vlak	0,1	0
6.	Havárie při posunování	$1,76 \cdot 10^{-5}$ na cisternu	0,1	0,01
7.	Vlastní selhání	$5 \cdot 10^{-7}$ na cisternu rok	1	1
8.	BLEVE	$5,5 \cdot 10^{-7}$ na vlak	0	1

V metodice je dále uvedeno, že jen 10% výtoků jsou významné pro vnější rizika, proto musí být frekvence výtoku násobena koeficientem 0,1.

Následnou frekvenci vynásobíme počtem vozů s danou nebezpečnou látkou, které se na daném spádovišti vyskytnou během roku. Výsledná hodnota se vynese do matice přijatelnosti rizika.

Vyhodnocením a znázorněním výsledku frekvence havárie za rok a počtu smrtelně ohrožených osob do matice rizik vyšly hodnoty v oblasti přijatelného rizika. Zóny dosahu potenciální havárie byla stanoveny pomocí modelovacího programu ALOHA s ohledem

na množství přepravované látky. Počet lidí, kteří se na spádovišti a v jeho blízkém okolí vyskytují byl stanoven z počtu pracovníků na samotném spádovišti, zaměstnanců údržby, zaměstnanců sousedícího pracoviště a pracovníků zásobování. I přes tento výsledek je nutno věnovat přepravě nebezpečných látek na spádovišti vysokou míru pozornosti. [2]

## **Závěr**

Při analýze rizik na obvodu spádoviště byly použity tyto metody analýzy rizik – metoda FMEA a CPR 18E.

První z metod odhalila možná slabá místa na spádovišti a to v oblasti kontroly a životnosti používaného vybavení (výhybky, kolejové brzdy). Proto byly nastíněny možné postupy pro zlepšení stávajícího stavu. [2]

Metoda CPR 18E je specifická metoda pro přepravu nebezpečných látek. Výstupem této metody je matice rizik, která popisuje stav na spádovišti. Výsledky byly v mezích přijatelného rizika.

I přes výsledek v oblasti přijatelného rizika je nutné při přepravě nebezpečných látek dbát na zvýšenou pozornost při manipulaci s těmito látkami. Proto je nezbytná důsledná kontrola každého cisternového (kotlového) vozu, který je takovou látkou naložen. Kontrola by měla spočívat jak v oblasti kotle, tj. těsnosti přírub, celistvosti pláště, tak i v části podvozku – kontrola dvojkolí opticky i mechanicky (poklepem).

Manipulace s takto nebezpečnými zásilkami by měla být co nejbezpečnější, z toho vyplývá omezit jejich manipulaci na minimum. Nejrizikovější manipulací loženého vozu jsou operace spojené s vlakotvorbou, která je prováděna na spádovištích. Operacemi je myšlena problematika spouštění vozů ze svážného pahrbku a s tím spojená možnost vykolejení vozu či skupiny vozů v důsledku mechanické závady či poruchy na jednotlivých částech spádoviště - nejpravděpodobněji výhybky a brzdy sloužící ke snížení rychlosti spouštěných vozů. Důležitým faktorem zde hraje i rychlost posunu, která nesmí být překročena.

Jako jeden z bezpečnostních prvků by mohla být přeprava celistvého vlaku s takto nebezpečným nákladem z jednoho místa do druhého po co nejpřímochařejší ose. Tím pádem by se omezil pohyb takto nebezpečných vagónů na spádovišti.

Zaměstnanci ČD Cargo a.s. jsou pravidelně proškolení v oblasti pracovních postupů a bezpečnosti práce na spádovišti, což by mělo minimalizovat vznik nebezpečné situace spojené s únikem nebezpečné látky. I přes všechna tato opatření je nutné, aby zaměstnanci tyto technologické a pracovní postupy striktně dodržovali a řídili se jimi. Důležitým faktorem zde hraje komunikace mezi jednotlivými pracovníky.

V případě, že by na spádovišti došlo k úniku nebezpečné látky ať už v důsledku vykolejení nebo srážky je nutná včasná reakce všech zúčastněných stran. Ať už se jedná o včasné upozornění na vzniklou nebezpečnou situaci a kontaktování HZS ČD nebo HZS ČR, tak i vytvoření postupů pro zaměstnance spádoviště a přilehlého okolí. Rychlost a preciznost hraje v dané chvíli důležitou roli. [2]

## **Literatura**

- [1] Guidelines for Quantitative Risk Assessment „Purple Book“, CPR 18E, TNO, The Hague 1999
- [2] PŘIBYL, R.: *Analýza dopadu úniku nebezpečných látek z železničních cisteren na vlakovém nádraží*. Ostrava: VŠB – TU Ostrava. Fakulta bezpečnostního inženýrství. 2009. 63 s.
- [3] Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID) 2007

- [4] ŠČUREK, R. *Studijní materiál do předmětu Ochrana podniku Postup Analýzy rizika podniku a objektu – studie letiště*. Ostrava, Duben 2008
- [5] Železniční doprava. *Popis spádoviště* [on line]. [cit. 2009 09 29]. Dostupné na WWW: <http://zeldop.wz.cz/zabzo/spadoviste.htm>
- [6] Železniční doprava. *Schéma spádoviště* [on line]. [cit. 2009 09 29]. Dostupné na WWW: <http://zeldop.wz.cz/zabzo/schemaser.JPG>