

DELENIE RIZÍK V ŽELEZNIČNEJ DOPRAVE

DIVIDING RISKS IN RAILWAY TRANSPORT

Zdeněk Dvořák, Martin Čížlák¹

Anotácia: V článku sú opísané aktuálne poznatky z oblasti identifikácie rizík v železničnej doprave; rozdelenie a zoskupenie rizík, ktoré ohrozujú časti železničného dopravného systému.

Kľúčové slová: neistota, riziká, železničná doprava

Summary: The article describes actual knowledge within the area of identification of risks in railway transport; dividing and grouping of the risks which threaten certain of a railway transport system.

Key words: unsoundness, risk, railway transport

1. Úvod

Problematika rizík v železničnej doprave vychádza z noriem na analyzovanie rizík. Ak analyzujeme jednotlivé súčasti železničného dopravno-prepravného systému, môžeme identifikovať rôzne ohrozenia tohto systému. Pri tejto činnosti skúmame stacionárne a pohyblivé súčasti systému. Ďalej pozornosť venujeme skúmaniu procesu riadenia dopravnej prevádzky a procesu prepravy. Významnou súčasťou je aj posúdenie správania človeka v systéme a mimo systém. Okrajovo je potrebné riešiť aj väzby v právnych normách (medzinárodných dohovoroch, národných – zákonoch a vyhláškach a vo firemných dokumentoch).

Úvodom je potrebné konštatovať, že najpočetnejšou skupinou ohrození železničného dopravného systému sú ohrozenia spôsobené človekom – vlastným zamestnancom, príp. cestujúcimi, vandalom, kriminálnym živlom, teroristom a pod. Cieľom článku je predložiť odborný názor na systém delenia rizík v železničnej doprave doplnený o príklady z reálneho života.

2. Definovanie rizika

V technických odboroch existuje názor, že akákoľvek možnosť spôsobiť škodu sa vyjadruje ako riziko. Vždy existuje neistota, či sa možné následky uskutočnia alebo nie. Iná definícia vysvetľuje riziko ako pravdepodobnosť špecifického nežiaduceho javu vzniknutého počas určenej periódy alebo za určitých okolností. Môže sa jednať o frekvenciu výskytu alebo o pravdepodobnosť nastátia, ktoré sú závislé na okolnostiach.

¹ Doc. Ing. Zdeněk Dvořák, PhD. a Ing. Martin Čížlák, PhD. (externý spolupracovník), Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Katedra technických vied a informatiky, I. mája 32, 010 26 Žilina, tel.: +421 41 513 6854, fax: +421 41 513 6620, e-mail: zdenek.dvorak@fsi.uniza.sk

Rozlíšenie pojmov riziko a neistota

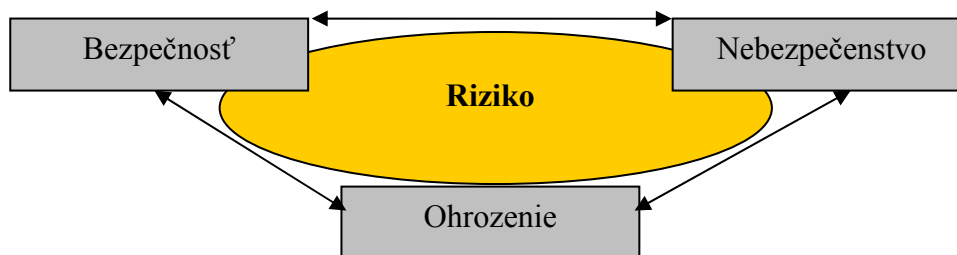
Nežiaduce dôsledky a neistota s nimi spojená sú hlavné zložky rizika. Na určenie rizika technologického systému alebo nebezpečnej činnosti, je nutné vyhodnotiť oba parametre. Pokiaľ jedna zo zložiek neexistuje, neexistuje také riziko. Bez nežiaducich následkov neexistuje žiadne riziko. Na druhej strane neexistuje riziko bez neistoty. Riziko je kombinácia neistoty a nežiaducich dôsledkov. Ak sme schopní číselne vyjadriť neistotu a nežiaduci dôsledok môžeme vypočítať riziko zo vzťahu:

$$\text{Riziko} = \text{Neistota} \times \text{Nežiaduci dôsledok}$$

Základné pojmy vo vzťahu k pojmu dopravné riziko

- Bezpečnosť - je charakterizovaná ako vlastnosť objektu neohrozovať ani osoby a ani okolie.
- Nebezpečenstvo - je definované ako vlastnosť objektu spôsobiť neočakávaný negatívny jav. Je to skrytá vlastnosť alebo schopnosť materiálu, stroja, pracovnej činnosti, zapríčiniť vznik poškodenia, škody. Je to zdroj možného zranenia alebo poškodenia zdravia.
- Ohrozenie - je definované ako schopnosť aktivovať nebezpečenstvo, ktoré vyplýva z vlastnosti objektu (napr. únik nebezpečných látok apod.).
- Riziko - je definované ako súčin pravdepodobnosti (neistoty) vzniku nežiaduceho negatívneho javu a jeho následkov (dôsledkov).
- Rizikové faktory - sú definované ako technické alebo humánne parametre objektov, prípadne činností, ktoré ovplyvňujú riziko.
- Analýza rizika - je definovaná ako určenie posudzovaného systému, zisťovanie nebezpečenstva, ohrozenia a rizika.
- Kontrola rizika - je definovaná ako posúdenie bezpečnosti systému a prijatie zodpovedajúcich opatrení.
- Hodnotenie rizika - je definované ako súhrn postupov na ohodnotenie rizika ako miery ohrozenia, počas vykonávania analyzovanej činnosti, a to určenie pravdepodobnosti vzniku nežiaduceho negatívneho javu a jeho následkov (dôsledkov) a ich vzájomnú kombináciu.
- Akceptovateľné riziko - je definované ako také riziko, ktoré zainteresované subjekty pri zohľadnení všetkých prevádzkových a humánnych podmienok sú ochotné znášať, t. j. početnosť negatívneho javu je v hodnotách, ktoré možno akceptovať a dôsledky sú v rozsahu, ktorý je únosný pre príslušnú osobu alebo skupinu osôb.

Pri hodnotení rizika vo vzťahu k dopravnému systému presnejšie k železničnej doprave musíme vychádzať zo vzťahov ako je znázornené na Obr. 1.



Obr. 1 - Vzťah pojmov bezpečnosť, riziko, ohrozenie a nebezpečenstvo

Predbežný odhad dopravného rizika je možné zrealizovať zvolením najpravdepodobnejších nehodových scenárov a následne sa zamerať na charakteristiku prvkov, ktoré môžu mať vplyv na zvýšenie pravdepodobnosti vzniku nehôd. Uvažujeme, že riziko je spojené s dejmi a to v našom prípade:

- súvisiacimi s prevádzkovaním železničnej infraštruktúry,
- súvisiacimi so železničnou prevádzkou,
- nesúvisiacimi s železničnou dopravou. [2]

V ponímaní pojmu dopravné riziko tieto deje majú v železničnej doprave vzťah k technologickým procesom a činnosti človeka. Výsledkom železničnej prevádzky nemusí byť vždy činnosť, prípadne stav aký je plánovaný. Nemusí dôjsť k úspešnému premiestneniu z miesta na miesto (čo je hlavným cieľom dopravy). Teda výsledok môže byť výrazne odlišný, ako bolo plánované a stanovené. Táto činnosť je priamo spojená s neurčitou. Tá je zase spojená so stavom prostredia, ktoré je determinované svojimi charakteristickými vlastnosťami. Samozrejme ruka v ruke s ňou ide skutočnosť, že nedokážeme predvídať výsledok dejov ku ktorým sa viaže.

Delenie rizík

Väčšina dejov v súčasnom svete má výrazné prvky neistoty. Zdrojom rizík je niekedy príroda, inokedy človek, niekedy technika alebo technologické procesy. V uvedenom kontexte boli postupne riziká rozčlenené do troch základných skupín:

- riziká závislé na činnosti človeka:
 - technogénne riziká (ďalej TechRi),
 - sociogénne riziká (ďalej SocRi),
 - kombinované antropogénne riziká ďalej (KoAnRi),
- riziká nezávislé na činnosti človeka:
 - prírodné – meteorologické, tektonické, telúrické a topologické (ďalej PriRi),
 - kozmogénne riziká (ďalej KozRi),
- kombinované riziká (ďalej KomRi).

Doprava je definovaná ako pohyb dopravných prostriedkov po dopravných cestách alebo činnosť dopravných zariadení, ktorými sa uskutočňuje preprava. V rámci týchto činností vzniká celý rad ohrození a rizík. Počnúc rizikom havárie, nehody, nesplnením uzatvorenej prepravnej zmluvy, poškodení, prípadne zničením dopravného prostriedku alebo dopravnej infraštruktúry, prípadne technických zariadení určených na riadenie dopravy.

3. Riziká závislé na činnosti človeka

Pri posudzovaní rizík spôsobených človekom v železničnej doprave je veľmi podstatné či sa jedná o prepravu osôb alebo prepravu nákladov. Jednotlivé špecifiká pri preprave osôb často zvyšujú riziká nad hranicu akceptovateľnosti. Správanie človeka ako cestujúceho má niekedy značnú mieru neurčitosti. Vo väčšine odborov sú riziká závislé na činnosti človeka členené nasledovne:

- riziká vychádzajúce z krízových stavov – patria do skupiny SocRi, podrobne v 3.1
- riziká terorizmu – patria do skupiny SocRi, podrobne v 3.2
- riziká nevojenského charakteru – patria do skupín TechRi + SocRi, podrobne v 3.3
- kombinované antropogénne riziká – patria do skupín TechRi + SocRi, podrobne v 3.4 [1]

3.1 Riziká vychádzajúce z krízových stavov

Medzi **riziká vychádzajúce z krízových stavov** (stav nebezpečenstva, núdzový stav, stav ohrozenia, vojnový stav a vojna (skupina SocRi) patrí útok na vojenské a nevojenské ciele. Od počiatku novodobých vojnových konfliktov vždy dochádzalo k snahe vyradiť objekty obrannej a kritickej infraštruktúry. Medzi významnú časť uvedených objektov patria dopravné objekty, ktorými sú - letiská, mosty a tunely na železnici a v cestnej sieti, ďalej významné železničné stanice podľa [3] v rámci Slovenskej republiky sem patria železničné uzly Bratislava, Trnava, Žilina, Zvolen, Košice, Čierna nad Tisou, Maťovce a Haniska pri Košiciach. V súvislosti s rizikami vojnového charakteru je nutné uviesť, že z hľadiska obrany je už v bežných mierových podmienkach vytypovaná určená železničná sieť. Tieto komunikácie boli vyberané na zabezpečenie úloh obrany štátu. Pri ich výbere sa brala v úvahu aj miera možných rizík a ohrození týchto komunikácií. *Poznámka: pojem riziká vychádzajúce z krízových stavov je novo zavedený).*

3.2 Riziká terorizmu

Druhou veľmi často skloňovanou skupinou sú **riziká terorizmu** (skupina SocRi). Do tejto skupiny rizík patrí celý rad útokov na dopravu a dopravné objekty, ktoré vykonali rôzne teroristické skupiny, ktoré sa uskutočnili v poslednej dekáde po celom svete. Aktuálne sú to veľmi časté útoky na dopravnú infraštruktúru v Afganistane a v Iraku. Ako reálny príklad môžu slúžiť útoky, ktoré sa uskutočnili vo svete od roku 2004.

Útoky v Moskve 6. februára 2004

Dňa 6. februára 2004 došlo vo vlaku moskovského metra medzi stanicami Avtozavodskaya a Paveletskaya k výbuchu nálož (cca 500 metrov od stanice Avtozavodskaya), pozri Obr. 2. Pri tomto teroristickom útoku zahynulo 42 ľudí a 250 ľudí bolo zranených.



Obr. 2 - Medzistaničný úsek a miesto na ktorom došlo k teroristickému útoku
Zdroj:(BBC NEWS.2006)

Útoky v Madride 11. marca 2004

Útoky v Madride z 11. marca 2004 (skrátene niekedy označované ako 11/3, 3/11, M-11 a 11-M) boli sériou koordinovaných teroristických bombových útokov proti vlakovému systému v španielskom Madride, pozri Obr.3. Odohrali sa ráno 11. marca 2004 a zabili celkom 191 ľudí, 1 460 bolo zranených.

V čase od 06:55 hod a 07:15 hod do štyroch vlakov, ktoré stáli v žst. Alcalá de Henares bolo umiestnených celkovo 10 bômb.

Časový priebeh teroristických útokov:

06:45 – Vlak č. 17305 odchádza z žst. Guadalajara, do žst. Chamartín Station.

07:00 – Vlak č. 21431 odchádza z žst. Alcalá de Henares, do žst. Alcobendas.

07:10 – Vlak č. 21435 odchádza z žst. Alcalá de Henares, do žst. Alcobendas.

07:15 – Vlak č. 21713 odchádza z žst. Alcalá de Henares, do žst. Príncipe Pío.

07:39 – Tri bomby explodovali vo vlaku č. 17305 na Téllez street, 500 metrov od žst. Atocha. O pár sekúnd neskôr explodovali štyri bomby vo vlaku č.21431 na koľaji č.2 žst. Atocha.

07:41 – Dve bomby explodovali vo vlaku č. 21435 v žst. El Pozo del Tío Raimundo.

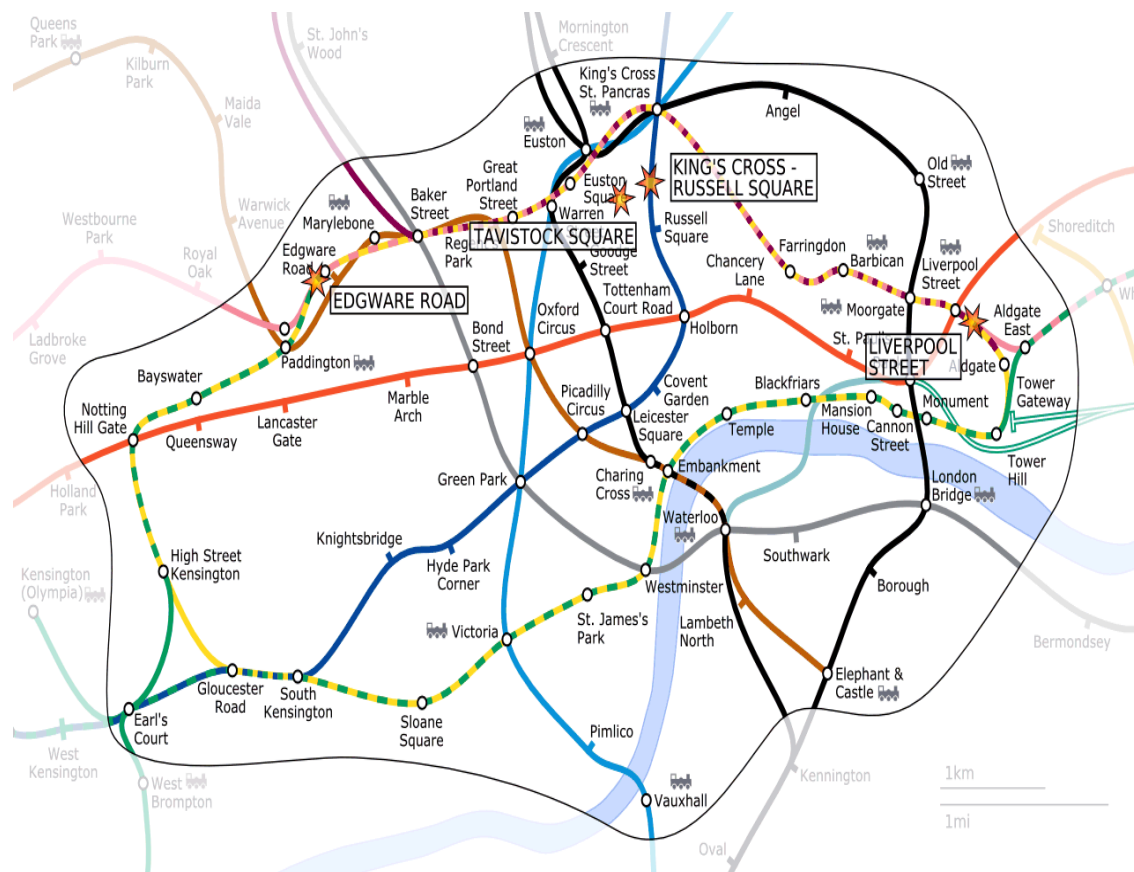
07:42 – Bomba explodovala vo vlaku č. 21713 v žst. Santa Eugenia.



Obr. 3 - Miesta útokov na španielsky vlakový systém dňa 11. marca 2004
Zdroj: (BBC NEWS.2006)

Útoky v Londýne 7. júla 2005 a 21. júla 2005

V Londýne 7. júla 2005 došlo od 8:50 hod. do 09:47 hod. miestneho času (BTS, UTC+1) k sérii teroristických útokov, pozri Obr. 4 a Tab.1. Tri nálože explodovali v rozmedzí 50 sekúnd v troch vlakoch londýnskeho metra a štvrtá nálož asi o hodinu neskôr v autobuse na Tavistock Square. Tieto teroristické útoky si vyžiadali 52 a približne 700 zranených z toho 22 vážne.



Obr. 4 - Miesta útokov v Londýne dňa 7. júla 2005

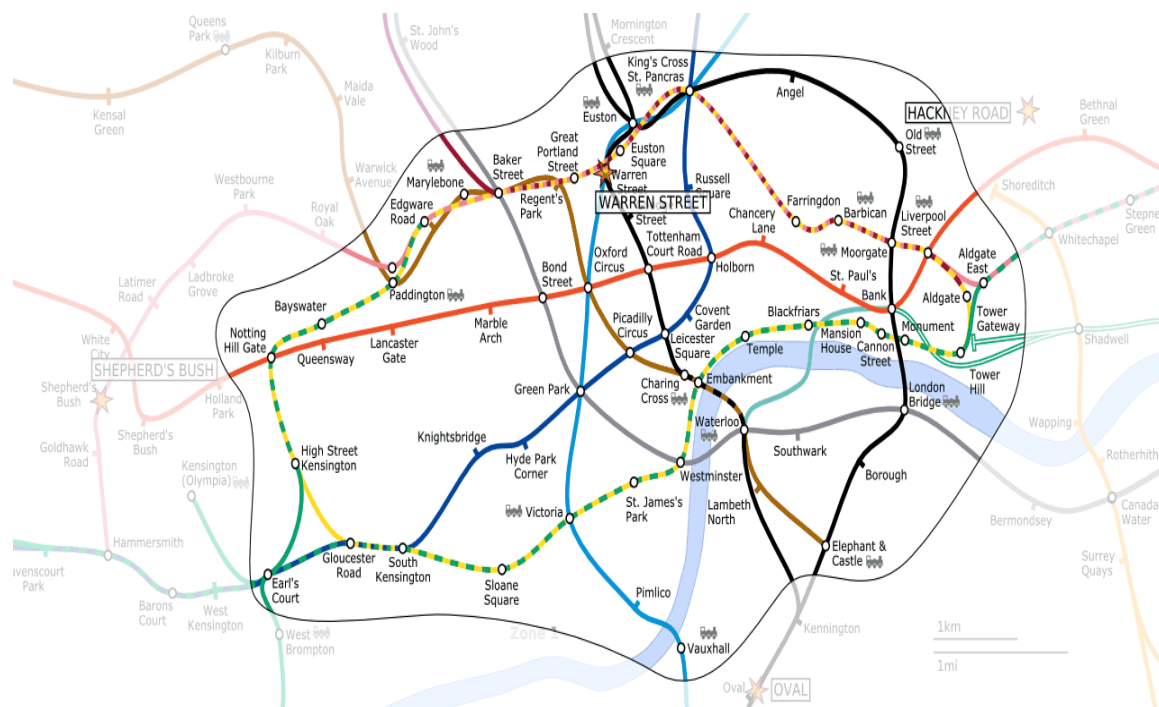
Zdroj: (WIKIPEDIA. 2006)

Tab. 1 - Potvrdené úmrtia po útokoch v Londýne dňa 7. júla 2005

Lokalita	Obete útokov
Aldgate / Liverpool Street	7 (+ 1 atentátnik)
King's Cross / Russell Square	26 (+ 1 atentátnik)
Edgware Road Station	6 (+ 1 atentátnik)
Autobus na Tavistock Square	13 (+ 1 atentátnik)
Celkovo	52 (+ 4 atentátnici)

Zdroj: (WIKIPEDIA. 2006)

Dva týždne po výbuchoch zo 7. júla v Londýne sa 21. júla 2005 objavili ďalšie štyri výbuchy, pozri Obr.5. Uďiali sa na staniach metra Shepherd's Bush, Warren Street a Oval a v autobuse v Bethnal Green. Výbuchy sa uskutočnili simultánne a ako reakcia na ne bola prerušená prevádzka metra. Zranil sa jeden človek. K teroristickým útokom v Londýne sa na internete prihlásila islamistická skupina, ktorá si hovorí Tajná skupina džihádu a Al-Káidy v Európe.



Obr. 5 - Miesta útokov dňa 21. júla 2005

Zdroj: (WIKIPEDIA. 2006)

Útoky v Bombaji 11. júla 2006

V hlavnom meste Bombaj indického štátu Maharashtra došlo dňa 11. júla 2006 v perióde 11 minút k sérii siedmich výbuchov, ktorých terčom boli prímestské vlaky, pozri Obr. 6. Podľa expertov bol tento útok pripravený a realizovaný tak, aby zasiahol maximálny možný počet ľudí (zdroj: ATLAS.SK.2006-2009). Pri týchto útokoch zahynulo 207 ľudí a 714 ich bolo zranených.



Obr. 6 - Miesta útokov na prímestské vlaky v Bombaji dňa 11. júla 2006

Zdroj: (WIKIPEDIA. 2006).

3.3 Riziká nevojenského charakteru

Veľkou skupinou ďalších rizík, ktoré môžu ovplyvniť železničnú dopravu sú **riziká nevojenského charakteru** (skupina SocRi i TechRi) - zoradené podľa závažnosti vplyvu na železničnú dopravu:

- riziká so zásadným vplyvom

- riziká energetickej nedostatočnosti,
- riziká finančného charakteru,
- riziká hospodárskeho charakteru,
- riziká informačného charakteru,
- riziká surovinovej nedostatočnosti,
- riziká technického pôvodu,
- riziká technologického pôvodu,

- riziká s nepriamym vplyvom

- riziká agrogénneho charakteru,
- riziká demografického charakteru,
- riziká kultúrnej neznášanlivosti,
- riziká náboženskej neznášanlivosti,
- riziká národnostnej neznášanlivosti,
- riziká nedostatku pitnej vody,
- riziká nedostatku potravín,
- riziká neuspokojenia základných ľudských potrieb,
- riziká plynúce z rastu kriminality,
- riziká plynúce zo zásadného narušenia životného prostredia,
- riziká rasovej neznášanlivosti,
- riziká sociálne,
- riziká vnútornej politiky štátu,
- riziká vývoja medzinárodne politickej situácie,
- riziká zahraničnej politiky štátu,
- riziká zdravotného charakteru.

Vzhľadom na šírku predmetných rizík je v článku uvedený ich zoznam a následne je uvedený ich možný vplyv na železničnú dopravu. Z pohľadu významnosti pre železničnú dopravu do prvej skupiny patria tieto riziká:

Riziká energetickej nedostatočnosti sú výrazným rizikom pre železničnú dopravu. Vzhľadom na to, že veľkú časť prepravovanej záťaže v podmienkach centrálnej Európy ťahajú elektrické rušne je problém energetickej nedostatočnosti pre železničnú dopravu významný. V prípade celkového výpadku elektrickej energie (tzv. blackout) by železniční dopravníci nemali možnosť zabezpečiť všetky grafikonom plánované prepravy.

Riziká finančného charakteru sú v súčasnosti veľmi aktuálne. Celosvetová finančná kríza, ktorá sa rozširuje od poloviny roku 2008 veľmi výrazne ovplyvňuje investičné akcie pri modernizácii železničných tratí a staníc. Má vplyv aj na modernizáciu koľajových vozidiel.

Riziká hospodárskeho charakteru súvisia s celosvetovou krízou, majú výrazný vplyv na hospodárske výsledky dopravcov. Dochádza k výraznému medziročnému poklesu objemu prepráv a počtu prepravených cestujúcich.

Riziká informačného charakteru patria v súčasnosti do skupiny najfrekvencovanejších rizík, s potencionálne zásadným vplyvom na fungovanie dopravy. Bezpečnosti informačných systémov v doprave je venovaná mimoriadna pozornosť, snahou je udržať tieto systémy autonómne bez pripojenia na internet, z dôvodu vylúčenia incidentu zo strany počítačových útočníkov.

Riziká surovínovej nedostatočnosti sú obdobné ako riziká energetickej nedostatočnosti. Ich vplyv na železničnú dopravu môže byť zásadný. Prevažná časť železničnej siete je neelektrifikovaná a v prípade surovínovej nedostatočnosti (nedostatku pohonných hmôt) by došlo k postupnému zastaveniu osobnej automobilovej dopravy a po nej by nasledovala aj verejná doprava (vrátanie železničnej dopravy).

Riziká technického a technologického pôvodu patria do skupiny rizík TechRi. Sú závislé na činnosti človeka, vo väčšine havárií a nehôd tieto riziká vzrastajú v kombinácii so sociogénnymi rizikami. Pre železničnú dopravu majú zásadný význam. Veľká časť železničných nehôd súvisí s nedostatkami technického alebo technologického charakteru.

Druhú skupinu rizík je možné označiť za riziká s nepriamym vplyvom na železničnú dopravu:

Riziká agrogénneho charakteru vznikajú pri poľnohospodárskej činnosti človeka. Ich možný dopad na železničnú dopravu je pravdepodobný iba v kombinácii s iným druhom rizika, napr. meteorologickým, kedy následkom silných lejakov v období pred nárastom kultúrnych plodín môže dôjsť k výraznému vymývaniu zeminy a následne k zaplaveniu železničnej infraštruktúry.

Riziká demografického charakteru súvisia so zmenami vekovej štruktúry obyvateľstva na jednej strane a s potencionálnym prílevom imigrantov na strane druhej. Ich vplyv na železničnú dopravu je diskutabilný.

Riziká kultúrnej, náboženskej, národnostnej a rasovej neznášanlivosti sú skupinou sociálnych rizík, ktoré sa prejavujú hlavne v mieste styku rôznych kultúr. V centrálnej Európe tieto riziká sú minimálne. Vzhľadom na spoločné kultúrne a historické korene susedných krajín. Otázky náboženskej neznášanlivosti sa objavujú najbližšie na Balkáne, kde dochádza ku stretu kresťanského a moslimského náboženstva. Problematika národnostnej neznášanlivosti je vďaka zjednocovaciemu procesu v Európskej únii v centrálnej Európe na ústupe. Riziko rasovej neznášanlivosti sa centrálnej Európe doposiaľ neprejavuje. Vplyv uvedených rizík na železničnú dopravu je nepriamy a prejavil by sa skôr v podobe iných druhov rizík.

Riziká nedostatku pitnej vody a riziká nedostatku potravín sú skupinou rizík s potencionálne nepriamym dopadom na železničnú dopravu.

Riziká neuspokojenia základných ľudských potrieb, riziká plynúce z rastu kriminality a riziká sociálne sú skupiny rizík s nepriamym vplyvom na železničnú dopravu. Už v súčasnosti sa s nimi stretávame najmä v blízkosti rómskych osád, kde dochádza k rozkrádaniu demontovateľných častí železničnej infraštruktúry. Toto riziko je veľmi zradné, pretože sa objavuje bez varovania a môže sa stať príčinou veľkej železničnej nehody.

Riziká plynúce zo zásadného narušenia životného prostredia sú riziká spojené s prírodnou katastrofou, alebo technologickou haváriou, pri ktorej dôjde k výraznému narušeniu životného prostredia. Jedným z príkladov tohto typu rizika bol výbuch sopky Askja na Islande v roku 1875, ktorý priniesol tisíce mŕtvych po celej severnej a západnej Európe a iným príkladom bol požiar a výbuch jadrovej elektrárne v Černobyle 26.4.1986. Celkovo bolo zasiahnutých na 200 tisíc obyvateľov z okolia jadrovej elektrárne, celkový počet zasiahnutých býva niekedy odhadovaný na 600 tisíc. Vplyv uvedených rizík na železničnú dopravu by bol zásadný. Na postihnutom území sa ľudské aktivity musia minimalizovať.

Riziká vnútornej politiky štátu, riziká vývoja medzinárodne politickej situácie, riziká zahraničnej politiky štátu patria do skupiny rizík SocRi. Z pohľadu železničnej dopravy, tieto riziká nie sú priamym ohrozením železničnej dopravy. V kombinácii s ďalšími však môžu mať zásadný vplyv na fungovanie železničnej dopravy.

Riziká zdravotného charakteru môžu mať zásadný vplyv na fungovanie železničnej dopravy v postihnutých regiónoch. Veľmi reálnym príkladom môže byť ohrozenie regiónu veľmi nákazlivou chorobou, napr. SARS. V uvedenom prípade je možné predpokladať úplnú izoláciu postihnutého regiónu.

3.4 Kombinované antropogénne riziká

Najpočetnejšou skupinou rizík závislých na činnosti človeka sú **kombinované antropogénne riziká**, tie spravidla zahŕňajú kombináciu niektorých technogénnych a sociogénnych rizík. V praxi pri reálnych nehodách a haváriách sú práve tieto kombinované antropogénne riziká najčastejšou príčinou nehôd.

4. Riziká nezávislé na činnosti človeka

Do tejto skupiny patria najmä riziká prírodného charakteru. Ich pôvod je meteorologický – počasie, tektonický - zemetrasenie, telúrický – sopečná činnosť a topologický – zosuvy pôdy, svahové zmeny (ďalej PriRi), alebo kozmogénny – zrážka Zeme s vesmírnym telesom (ďalej KozRi).

Riziká meteorologického charakteru sú v poslednej dobe stále početnejšie. Ich vplyv na železničnú dopravu je spravidla výrazný, ich početnosť narastá a pravdepodobnosť výskytu na konkrétnom mieste rastie. V súvislosti s globálnym otepľovaním postupne dochádza ku zmenám klímy na celej Zemi. V centrálnej Európe sa stále častejšie prejavujú extrémne výkyvy počasia. Sú to hlavne extrémne teploty v letnom období, s nimi súvisiaca rozsiahla búrková činnosť. Často sprevádzaná spadom extrémneho množstva zrážok. Počas celého roka sa početnejšie vyskytujú silné víchrice, ktoré majú veľmi veľký vplyv na dopravu.

Riziká tektonického charakteru majú v miestach svojho výskytu pre železničnú dopravu významný, často až fatálny vplyv. V miestach častých výskytov zemetrasení, napr. v Japonsku sú železničné objekty budované podľa výrazne prísnejších technických noriem. V podmienkach centrálnej Európy je pravdepodobnosť vzniku zemetrasenia pomerne malá. K oblastiam ohrozeným seizmickými aktivitami patrí na Slovensku okolie Žiliny a okolie Komárna. V iných oblastiach sa výraznejšia seizmická činnosť nevyskytuje.

Riziká telúrického charakteru majú v miestach svojho výskytu na železničnú dopravu veľmi zásadný vplyv. V oblastiach s veľkou početnosťou sopečných výbuchov sú samozrejme všetky železničné objekty budované vo veľkej vzdialenosti od miesta ohrozenia. Našťastie v centrálnej Európe sa tieto aktivity v posledných stáročiach nevyskytli.

Riziká kozmogénneho charakteru patria do skupiny KozRi. Ich možný vplyv pre železničnú dopravu je celkom závislý od veľkosti objektu s ktorým sa Zem zrazí. V posledných stáročiach nie je známy prípad, kde by vesmírne teleso po zrážke so Zemou narušilo fungovanie železničnej dopravy. Početnosť zrážok väčších vesmírnych telies so Zemou je pomerne nízka. V prípade nárazu veľkého telesa (o priemeru rádovo 100 – 10 000 m) by boli dopady pre postihnutú oblasť označené pojmom katastrofa až kataklyzma. Z pohľadu fungovania železničnej dopravy by následky v okolí dopadu boli porovnateľné s výbuchom jadrovej bomby. V prehistorickej dobe Zeme došlo aj k niekoľkým stretom s telesami s priemerom väčším ako 100 km, v prípade opakovania uvedenej zrážky by došlo k apokalypse s pravdepodobným vyhynutím života na Zemi.

5. Kombinované riziká

Pod pojmom **kombinované riziká** sa rozumejú riziká, ktoré spájajú viacero vyššie uvedených rizík. Veľmi časté sú kombinácie prírodných rizík s rizikami závislými na činnosti človeka. Výpočty reálnych rizík sú veľmi závislé na konkrétnych podmienkach, často v závislosti na dennej dobe, dni v týždni, počasí, únave človeka, spoločenskej klíme. Často krát zdanlivá nevýznamná udalosť môže veľmi výrazne ovplyvniť správanie napríklad rušňovodiča, môže to byť športový úspech – víťazstvo vo futbale, v hokeji, čo prináša osobám určitú eufóriu v rámci, ktorej väčšina ľudí mení zásadne svoje správanie. Ak k takému stavu človeka pribudne vplyv iného rizikového faktoru, prípadne viacerých dochádza k nárastu rizika nad akceptovateľnú hranicu. Veľmi často takáto situácia vyústi do mimoriadnej udalosti – nehody.

6. Modelový príklad výpočtu rizika v železničnej doprave

V železničnej prevádzke sa rôzne ohrozenia vyskytujú s rôznou početnosťou. V rámci jednej krajiny sa niektoré vyskytnú raz za deň, iné raz za mesiac a iné raz za niekoľko rokov. Pre reálny výpočet je potrebné zadefinovať príklad a výpočet rizika ukázať na ňom.

Zadanie modelového príkladu vychádza zo skúseností, že väčšina železničných staníc v stredných a väčších mestách na Slovensku má relatívne veľmi podobné možné ohrozenia. Vlastné zadanie modelového príkladu môže byť nasledovné: *Konkrétne hodnotenie rizika železničného prepravného procesu vychádza z postupov určených v publikáciách Guidelines for Quantitative Risk Assessment Purple Book - CPR 18E, IAEA-TECDOC-727. [6] Na základe stanoveného postupu dokážeme či nami hodnotené riziko prepravy nebezpečného tovaru po sledovanej trase vyhovuje bezpečnostným požiadavkám. Skúmame určenie železničnú stanicu na železničnej sieti (napríklad stredné až väčšie mesto na hlavnom severnom ťahu). Uvažujeme, že v tejto stanici nedochádza k zoradovaniu, prípadne rozradovaniu železničných vozňov prepravujúcich nebezpečný tovar. Touto stanicou však denne prechádza 20 železničných vozňov (cisterien) prepravujúcich amoniak.*

Riešenie modelového príkladu

Nami skúmanou železničnou stanicou prechádza denne 20 železničných vozňov (železničných cisterien). Priemerná železničná cisterna má prepravnú kapacitu 50 ton, typ cisterny atmosférická, je určená na prepravu amoniaku. Prepravovaná látka a prepravné množstvá - AMONIAK, 20 cisterien za deň \Rightarrow 1000 ton za deň, to je 7300 cisterien za rok.

Parametre železničnej stanice - preprava sa vykonáva iba po dopravnej koľaji s dĺžkou 2,2 km, bez výhybiek a križení s iným vlakom, prejazdová rýchlosť cez stanicu je približne 40 km/h, v danom čase nie je vykonávaný žiaden posun ani manipulácia. Pre prípad nehody uvažujeme, že dôjde k vykoľajeniu vlaku a následnému úniku prepravovanej látky z jednej cisterny.

Použitá podmienka - keďže v metodike CPR18E pre vlaky prechádzajúce cez stanice, prípadne pri ich posune neboli stanovené žiadne korekčné faktory pre stanicu, uvažujeme o nej ako o širšej trati. V danom úseku je prejazd po dopravnej koľaji podobný prejazdu po širšej trati. Je to stanovenie ideálnych podmienok pre jednoduchosť hodnotenia. Pre reálny výpočet by bol zvolený zložitejší postup s použitím ďalších rizikových faktorov.

Výpočet rizík - individuálne riziko

Individuálne riziko vypočítame z tzv. ročnej medznej hodnoty (7000 vozňov/rok) je pre amoniak prekročené (7300 cisterien/rok). To znamená, že pre obyvateľov v okolí stanice existuje riziko a preto je nutné pokračovať a vykonať kvantitatívne hodnotenie rizík (ďalej QRA). Analýza QRA zahŕňa:

- únik prepravovaného tovaru – pri vykoľajení vlaku dôjde k úniku tovaru (AMONIAK) minimálne 10ton, poškodením jednej cisterny (napr. potrubia, ventilu, prerazenie) diera do 80mm, rýchlosť vlaku viac ako 40 km/h pre atmosférickú cisternu $5,6 \times 10^{-1}$, pre tlakovú cisternu $2,8 \times 10^{-3}$,
- frekvencia havárií - $3,6 \times 10^{-8}$ pre cisternu na jeden kilometer a korekčný faktor pre rýchlosť viac ako 40 km/h je 1,26,
- frekvencia havárií cisterien za rok – 1×10^{-8} ,

- výsledná frekvencia závažnej havárie cisterny s únikom AMONIAKU za rok – $(3,6 \times 10^{-8})$, $(1,26)$, $(2,2)$, $\Rightarrow 2,8 \times 10^{-10}$,
- stanovenie počtu smrteľne ohrozených osôb $(N) = 76$ osôb,
- prijateľnosť rizika: $F=10^{-3}/N^2$ pre $N>10 \Rightarrow F=1,6 \times 10^{-6}$.

Záver k modelovému príkladu

Hodnota prijateľného rizika pre obyvateľov $F=1,6 \times 10^{-6}$ je väčšia ako výsledná frekvencia závažnej havárie $2,8 \times 10^{-10}$. Z uvedeného je teda preprava po dopravnej koľaji za stanovených podmienok vyhodnotená v oblasti prijateľných rizík.

7. Záver

Cieľom článku bolo podať aktuálny pohľad na problematiku rizík v železničnej doprave. Naša pozornosť bola zameraná hlavne na systém delenia rizík a na metodický prístup k ich členeniu. Popisu jednotlivých rizík, ktoré sa vyskytujú s veľkou pravdepodobnosťou a relatívne malými dopadmi na fungovanie železničného dopravného systému, prípadne rizík, ktoré naopak sa vyskytujú zriedkavo, ale ich dopad na železničný dopravný systém je fatálny bude venovaný iný príspevok. Súčasnú dobu bohužiaľ charakterizuje finančná a ekonomická kríza. Rizikám finančného a ekonomického charakteru, ktoré aktuálne sprevádzajú fungovanie železničných spoločností sme sa nevenovali – tu je priestor pre iných autorov.

Použitá literatúra

- [1] DVOŘÁK, Z., ČIŽLÁK, M.: *Ako znižovať riziká v železničnej doprave?* In: *Železničná doprava a logistika*, 1/2009, Žilina, 2009, s.18-23, ISSN1336-7943.
- [2] DVOŘÁK, Z., ČIŽLÁK, M.: *Metodika identifikácie a hodnotenia rizika v železničnej doprave*. In: *Perner's Contact*, ročník 3. Číslo 4/2008. Pardubice. 2008. s. 32-41. ISSN 1801-674X.
- [3] *Národný program pre ochranu a obranu kritickej infraštruktúry v Slovenskej republike* Rokovanie vlády SR č.89/2008, dňa 26.03.2008, 11. bod programu.
- [4] ZEMAN, M. a kol.: *Identifikácia vzniku mimoriadnych udalostí pri prepravách nebezpečných látok po železnici a spôsoby reakcie na ne za účelom zabezpečenia ochrany*. In: *Výstup z riešenia úlohy vedy a výskumu č. 27-7/2-2008*, Žilina, 2008.
- [5] Internetové zdroje – www.ATLAS.SK. 2006-2009, www.WIKIPEDIA. 2006, [www.BBC NEWS](http://www.BBCNEWS).2006.
- [6] *Guidelines for Quantitative Risk Assessment Purple Book - CPR 18E, IAEA-TECDOC-72*.

Recenzenti: doc. Ing. Radovan Soušek, Ph.D.
Univerzita Pardubice, DFJP, Katedra technologie a řízení dopravy
Ing. Markéta Bečičková
Institút ochrany obyvateľstva, Lázně Bohdaneč