

RIZIKOVOST PŘEPRAVY NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ SILNIČNÍ DOPRAVOU V ČR

RISK OF THE TRANSPORT OF DANGEROUS GOODS BY ROAD TRANSPORT IN THE CZECH REPUBLIC

Libor Krejčí¹, Martin Bambušek²

Anotace: Článek je zaměřen na kalkulaci rizika dopravní nehody při přepravě nebezpečných věcí po silnici. Jsou zde zmapovaná dostupná statistická data o této přepravě a následně je navržen způsob kalkulace rizika dopravní nehody ADR z údajů zjištěných při celostátním sčítání dopravy.

Klíčová slova: nebezpečné věci, nehoda, riziko.

Summary: This article is focused on the calculation of risk of traffic accidents in the transport of dangerous goods by road. There are described available statistical data on this transportation and subsequently a method for calculating the risk an ADR accident based on data obtained during a national traffic census.

Key words: dangerous goods, accident, risk,

ÚVOD

Nebezpečné látky a předměty jsou takové, které mohou pro svou povahu, vlastnosti nebo stav v souvislosti s jejich přepravou ohrozit bezpečnost osob, zvířat a věcí, nebo může být ohroženo životní prostředí (1). Přeprava nebezpečných věcí je regulována mezinárodními dohodami, které vycházejí ze vzorových předpisů OSN. Pro každý dopravní mód existuje zvláštní mezinárodní dohoda. Pro silniční přepravu, kterou je statisticky přepravován největší objem nebezpečného zboží (2, 3) je to Dohoda ADR (4). V dohodě jsou podrobně popsány podmínky balení a přepravy nebezpečných věcí, které jsou na základě své nebezpečnosti a společných vlastností v dohodě ADR klasifikovány do 13 tříd. K této dohodě k dnešnímu dni přistoupilo 48 států a pokrývá tak téměř celé území Evropy, včetně České republiky (5).

1. STATISTICKÁ DATA O PŘEPRAVĚ ADR PO SILNICI

1.1. Dopravní nehody ADR

I přes veškerou obezřetnost, zvýšené bezpečnostní opatření a speciální školení řidičů, nelze zcela vyloučit riziko dopravní nehody s účastí jednotek přepravujících nebezpečné věci. Tyto nehody se bohužel stávají a mohou vést k závažným dopadům na okolí, zejména pokud

¹ Ing. Libor Krejčí, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Tel.: +420 548 423 745, Fax: +420 548 423 712, E-mail: libor.krejci@cdv.cz

² Ing. Martin Bambušek, Centrum dopravního výzkumu, v.v.i., Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Tel.: +420 548 423 771, Fax: +420 548 423 712, E-mail: martin.bambusek@cdv.cz

dojde k úniku nebezpečné látky z dopravní jednotky. U takových nehod musí nezřídká zasahovat složky HZS a zdravotní služby. Příčiny dopravních nehod v tuzemsku následně vyšetřuje Policie ČR, která o nich taktéž dlouhodobě zpracovává statistiku. Z každé nahlášené nehody je během vyšetřování vyhotoven záznam o dopravní nehodě. Pomocí formuláře evidence nehod v silničním provozu jsou podrobně zmapovány příčiny a důsledky dopravních nehod. V rámci záznamu se mimo jiné vyhodnocuje i bod č. 48b – doplňující informace o vozidle. Zde vyšetřující policista vyznačí, zda se jednalo o dopravní nehodu s účastí vozidla přepravujícího ADR a pokud ano, tak v jaké formě se nebezpečné věci přepravovaly (pevné, kapalné, plynné). Díky tomuto pečlivému vyhodnocování máme relativně přesné a komplexní informace o nehodovosti v ČR.

V Tabulce 1 je uvedena statistika počtu dopravních nehod s účastí vozidel přepravujících nebezpečné věci v ČR v rozdělení dle skupenství přepravovaných látek.

Tab. 1 - Počet dopravních nehod při přepravě nebezpečných věcí v ČR

Rok	Pevných	Kapalných	Plynných	Celkem
2004	13	146	17	176
2005	31	163	15	209
2006	12	149	25	186
2007	17	131	24	172
2008	25	124	17	166
2009	5	77	15	97
2010	7	76	18	101

Zdroj: Statistiky Policie ČR

1.2. Český statistický úřad a Eurostat

Na stránkách Českého statistického úřadu (ČSÚ) jsou k dispozici statistické údaje o nákladní přepravě v ČR obecně. Konkrétně je sledováno celkové přepravené množství nákladu (t), přepravní výkon (tkm) a průměrná přepravní vzdálenost (km). Veškeré hodnoty jsou sledovány v rozdělení na vnitrostátní a mezinárodní dopravu a další sledované ukazatele (6).

Statistická data vztahující se přímo k přepravě nebezpečných věcí jsou k dispozici na stránkách evropského statistického úřadu Eurostat (2). Navíc je zde možno porovnat údaje o přepravě mezi jednotlivými zeměmi Evropy.

Mezi nejdůležitější sledované statistické údaje patří data o celkových výkonech v přepravě nebezpečných věcí. Vývoj v rozdělení na jednotlivé země je uveden v Tabulce 2.

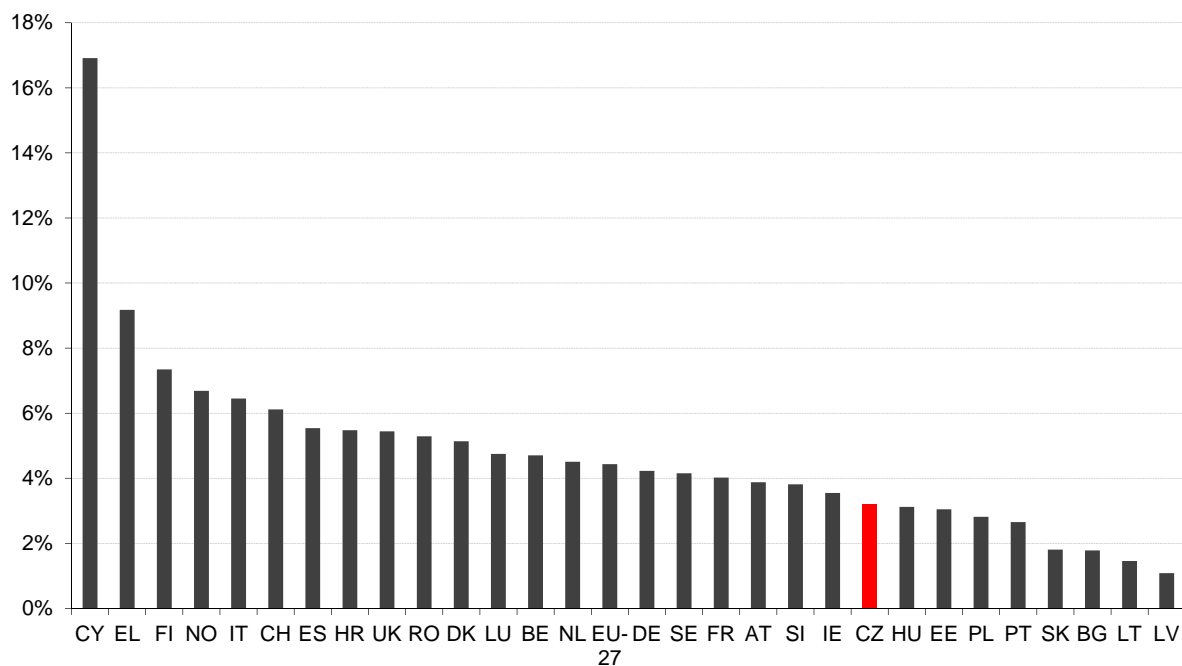
Tab. 2 - Přeprava nebezpečných věcí v jednotlivých zemích (mil. tkm)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Belgie	2 203	2 191	1 904	1 832	1 853	1 973
Bulharsko	438	491	694	735	347	665
Česká republika	1 875	1 376	1 140	1 050	1 669	1 787
Dánsko	933	620	1 256	1 015	772	730
Německo	13 717	12 834	13 616	12 961	12 853	13 028
Estonsko	193	276	189	82	171	189
Irsko	1 340	1 291	1 351	530	379	419
Řecko	3 085	2 228	3 144	3 283	2 708	:
Španělsko	12 700	12 671	12 605	11 253	11 643	11 908
Francie	9 456	9 755	9 441	7 755	7 325	7 776
Itálie	10 777	11 392	11 151	11 270	11 342	9 561
Kypr	166	224	181	169	184	194
Lotyšsko	154	162	185	215	114	234
Litva	461	461	384	308	283	324
Lucembursko	445	468	337	359	413	482
Maďarsko	:	1 217	1 348	1 241	1 049	1 032
Nizozemsko	2 390	2 098	2 554	2 408	3 432	2 540
Rakousko	1 122	1 054	1 175	1 082	1 083	1 144
Polsko	3 267	4 708	5 380	5 697	5 880	6 848
Portugalsko	2 046	1 979	1 846	1 480	938	1 143
Rumunsko	2 559	2 057	1 782	2 250	1 369	1 182
Slovinsko	571	631	662	668	607	842
Slovensko	517	562	281	278	498	361
Finsko	2 317	1 847	1 585	1 640	2 169	1 535
Švédsko	1 743	1 409	1 265	1 162	1 387	1 304
Velká Británie	7 380	7 812	9 229	6 965	8 157	:
Norsko	931	1 454	1 018	976	1 321	778
Švýcarsko	:	:	811	848	794	507
Chorvatsko	:	:	668	493	481	533

Zdroj: Eurostat

V České republice bylo v posledních letech přepraveno silniční dopravou přibližně 1 700 milionů tunokilometrů nebezpečného zboží (tkm). Při porovnání s ostatními zeměmi jsou patrné velké rozdíly. To je pochopitelně způsobeno velikostí jednotlivých států a celkovými objemy nákladní přepravy v těchto zemích. Není proto překvapivé, že náš nejvýznamnější obchodní partner – Německo, vykazuje celkové přepravní výkony nebezpečných věcí více než sedminásobně vyšší než ČR, a naopak Slovensko přibližně pětinaové.

V Evropě panují velké rozdíly při porovnání jednotlivých zemí dle relativního podílu přepravy nebezpečných věcí na celkových přepravních výkonech.



Zdroj: Eurostat

Obr. 1 - Podíl přepravy nebezpečných věcí na celkové přepravě, 2010 (% v tkm)

V České republice byl v roce 2010 dle Eurostatu tento podíl 3,2 %, což je pod průměrem EU27, který činil 4,4 %. Nejvyšší podíl přepravy nebezpečných věcí na celkové přepravě byl na Kypru – téměř 17 %. Naopak země jako Slovensko, Bulharsko, Lotyšsko a Litva zaznamenaly nižší než 2% podíl přepravy nebezpečných věcí.

Přínosné jsou také statistické údaje o přepravních výkonech nebezpečných věcí v porovnání tuzemské a mezinárodní přepravy. Česká republika potvrzuje svoji pozici exportně zaměřené země, přes kterou, vzhledem k její poloze, prochází vysoký podíl tranzitní dopravy. V ČR je podíl tuzemské přepravy nebezpečných věcí necelých 40 %. Nižší už je pouze ve Slovinsku a Lucembursku. V některých zemích je tento podíl naopak i více než 80 % (ostrovní státy, Švédsko, Bulharsko, Itálie) (2). Mezi sledované údaje patří i skladba přepravovaných nebezpečných věcí v rozdělení na jednotlivé třídy nebezpečnosti. Statistická data z roku 2010 potvrzují, že v Evropě patří mezi nejčastěji přepravované nebezpečné látky hořlavé kapaliny (69 %), plyny (13 %) a žíravé látky (11 %) (2).

Znalost veškerých zmiňovaných statistických údajů o přepravě nebezpečných věcí je důležitá pro zjištění rozsahu a skladby přepravy. Pro kalkulaci rizikovosti přepravy je však vhodnější údaj celková vzdálenost při přepravě nebezpečných věcí (km), než celkový přepravovaný výkon (tkm).

Tab. - 3 Přeprava nebezpečných věcí v jednotlivých zemích (mil. voz kilometrů)

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Belgie	115	122	93	100	88	93
Bulharsko	29	35	43	46	29	35
Česká republika	163	147	88	86	115	126
Dánsko	71	54	97	83	58	59
Německo	826	768	846	800	789	795
Estonsko	11	13	11	4	8	10
Irsko	79	80	76	30	21	25
Řecko	178	161	197	219	190	:
Španělsko	752	742	736	678	703	687
Francie	699	688	678	591	571	616
Itálie	751	797	720	786	735	623
Kypr	7	11	10	8	8	14
Lotyšsko	14	15	12	13	9	18
Litva	28	27	22	19	18	18
Lucembursko	19	21	16	17	18	21
Maďarsko	:	82	77	78	62	67
Nizozemsko	164	152	173	161	223	181
Rakousko	66	65	83	75	78	73
Polsko	321	403	491	530	506	561
Portugalsko	139	139	119	96	64	72
Rumunsko	155	135	122	147	87	81
Slovinsko	36	40	40	39	38	45
Slovensko	45	39	24	28	41	29
Finsko	99	75	62	74	92	74
Švédsko	105	83	79	60	73	72
Velká Británie	544	546	598	532	531	:
Norsko	54	85	62	55	64	44
Švýcarsko	:	:	109	90	83	79
Chorvatsko	:	:	39	29	27	29

Zdroj: Eurostat

1.3. Celostátní sčítání dopravy

Celostátní průzkum intenzit dopravy se koná každých 5 let, přičemž poslední byl v ČR uskutečněn v roce 2010. Do sčítání byly zahrnuty:

- dálnice a rychlostní komunikace,
- silnice I. třídy,
- silnice II. třídy,
- vybrané úseky silnic III. třídy (7).

Do sčítání nebyly zahrnuty především komunikace III. tříd a také místní komunikace. Musely být vynechány taktéž některé vybrané úseky vyšších tříd např. z důvodu silniční uzavírky. Obecně se tedy možno konstatovat, že se jednalo především o komunikace s nižší intenzitou provozu.

Na dálnicích byly intenzity dopravy stanoveny zejména pomocí údajů z automatických detektorů dopravy. Podrobná skladba vozidel je odvozena z doplňkových ručních průzkumů podle termínů CSD 2010 (7).

Na silnicích jsou intenzity dopravy stanoveny z výsledků ručních průzkumů podle termínů sčítání 2010 pomocí přepočtových koeficientů variací intenzit dopravy. Oproti předchozím sčítáním byly koeficienty zpřesněny a více diferencovány podle charakteru provozu na komunikaci.

Na měřených komunikacích byly kalkulovány hodnoty roční průměrné denní intenzity dopravy (RPDI) v rozčlenění na jednotlivé typy vozidel a dny v týdnu ve vozidlech za 24 hod. Nákladní vozidla s přívěsy a tahače s návěsy se na rozdíl od předchozích sčítání počítaly za jedno vozidlo. Byly taktéž změřeny vzdálenosti mezi jednotlivými měřícími body (7).

1.4. Validace statistických dat

Ze statistických údajů Policie ČR, ČSÚ a Eurostatu máme k dispozici poměrně široké spektrum informací o přepravě nebezpečných věcí.

Statistická data o počtu dopravních nehod ADR evidovaných Policií ČR mají vysokou vypovídací hodnotu. Dopravní nehody jsou evidovány na celém území ČR a data vychází ze skutečného objemu přepravy a nikoliv pouze z výběrových vzorků, jako v případě statistických šetření. Nelze samozřejmě vyloučit dílčí chyby při vyhodnocení jednotlivých nehod, ale vzhledem k odbornosti příslušníků Policie ČR můžeme data považovat za relevantní.

Statistické údaje o nákladní přepravě na stránkách ČSÚ nepopisují skutečnost komplexně, jelikož jsou započítána pouze vozidla registrovaná v ČR. Vzhledem k velkému podílu tranzitní přepravy tedy dochází k podstatnému zkreslení údajů, pokud vycházíme z celkových objemů přepravy.

Údaje o přepravě nebezpečných věcí, dostupné z databází Eurostatu jsou pro účely kalkulace rizika při této přepravě vhodnější. Webové rozhraní umožňuje uživatelům získat specifická data pro konkrétní potřeby.

Údaje evidované statistickými úřady (ČSÚ a Eurostat) ovšem bohužel nejsou příliš vypovídající. Nejvýznamnějším faktorem, který snižuje vhodnost použití statistických údajů o přepravě nebezpečných věcí v ČR je jejich nepřesnost. Statistické údaje o silniční přepravě ADR jsou zjišťovány na základě výběrového šetření, kdy je zkoumáno relativně malé množství jízd, a tudíž jsou tyto údaje zatíženy větší statistickou chybou.

Naopak data z celostátního sčítání dopravy mají relativně vysokou vypovídací hodnotu. Sčítání bylo provedeno na všech významných komunikacích v ČR a díky upravené metodice máme k dispozici poměrně kvalitní informace o provozu na pozemních komunikacích. Nevýhodou je nesledování dopravních intenzit se zaměřením přímo na vozidla přepravující nebezpečné věci (ADR).

2. METODIKA ŘEŠENÍ

Primárním údajem pro výpočet rizikovosti přepravy ADR bude počet dopravních nehod ze statistiky Policie ČR. Jako absolutní číslo však neposkytuje vysokou vypovídací hodnotu. Je nutné posoudit tento údaj v kontextu s celkovým počtem vozokilometrů ujetých dopravními jednotkami ADR za příslušnou časovou jednotku.

Pro kalkulaci tohoto údaje budeme vycházet z relativně přesných dat o nákladní dopravě z celostátního sčítání dopravy 2010. Následné vyčlenění přepravy ADR z celkového objemu nákladní přepravy provedeme na základě dat z Eurostatu. Pro následnou kalkulaci rizikovosti dopravní nehody při průměrné přepravě nebezpečných věcí použijeme data z ČSÚ. Využití relativně přesných dat z celostátního sčítání dopravy by mělo eliminovat vliv dat o přepravě ADR ze statistických úřadů, která jsou zatížena relativně větší statistickou chybou. V rámci možností tedy půjde o nejpřesnější základní kalkulaci rizikovosti při přepravě ADR.

Jako první krok při kalkulaci celkové ujeté vzdálenosti nákladními vozidly ADR vypočteme RPDI všech nákladních vozidel na vybraném úseku na základě prostého součtu RPDI všech sledovaných kategorií nákladních vozidel. Jelikož se intenzita dopravního proudu liší signifikantně v pracovní a nepracovní dny, provedeme kalkulaci celkové RPDI nákladní dopravy na všech úsecích zvlášť pro pracovní dny (pondělí až pátek) (1) a víkendy (sobota a neděle), kam započteme i státní svátky, pro které se RPDI samostatně nesledovaly.

$$RPDI_{TVp} = RPDI_{LNp} + RPDI_{SNp} + RPDI_{SNPp} + RPDI_{TNp} + RPDI_{TNPp} + RPDI_{NSNp} \quad (2-1)$$

Kde:

$RPDI_{TVp}$ *Roční průměrná denní intenzita v pracovní dny, těžká vozidla celkem,*
 $RPDI_{LNp}$ *RPDI v prac. dny, lehká nákl. voz. (užitečná hmot. do 3,5t) bez i s přívěsy,*
 $RPDI_{SNp}$ *RPDI v prac. dny, střední nákl. vozidla (užit. hmot. 3,5 – 10t) bez přívěsů,*
 $RPDI_{SNPp}$ *RPDI v prac. dny, střední nákl. vozidla (užit. hmot. 3,5 – 10t) s přívěsy,*
 $RPDI_{TNp}$ *RPDI v prac. dny, těžká nákl. vozidla (užit. hmot. nad 10t) bez přívěsů,*
 $RPDI_{TNPp}$ *RPDI v prac. dny, těžká nákl. vozidla (užit. hmot. nad 10t) s přívěsy,*
 $RPDI_{NSNp}$ *RPDI v prac. dny, návěšové soupravy nákladních vozidel.*

Celkový počet těžkých vozidel na sledovaném úseku za rok se pak vypočítá podle vztahu (2-2):

$$N_{TVk} = RPDI_{TVpk} \cdot n_p + RPDI_{TVvk} \cdot n_v \quad (2-2)$$

Kde:

N_{TVk} *celkový počet těžkých vozidel na úseku k za rok,*
 $RPDI_{TVpk}$ *RPDI těžkých vozidel v pracovní dny na úseku k,*
 n_p *počet pracovních dnů ve sledovaném roce,*
 $RPDI_{TVvk}$ *RPDI těžkých vozidel v mimopracovní dny na úseku k,*
 n_v *počet dnů pracovního volna ve sledovaném roce.*

Počet kilometrů ujetý těžkými nákladními vozidly na jednotlivých úsecích spočítáme na základě součinu počtu vozidel na jednotlivých úsecích za rok a délky jednotlivých úseků.

Pro kalkulaci celkového počtu vozokilometrů těžkých nákladních vozidel na pozemních komunikacích sečteme hodnoty pro všechny úseky.

$$L_{TV} = \sum_{k=1}^n (N_{TV_k} \cdot l_k) \quad (2-3)$$

Kde:

L_{TV} celkový počet kilometrů ujetých nákladními vozidly na sčítaných úsecích,

N_{TV_k} celkový počet těžkých vozidel na úseku k za rok,

l_k délka sledovaného úseku k v kilometrech,

n počet sčítaných úseků.

Celkovou vzdálenost ujetou nákladními dopravními jednotkami přepravujícími nebezpečné věci spočítáme na základě odhadu podílu přepravy nebezpečných věcí na silniční nákladní přepravě v ČR. Ve výpočtu ještě zohledníme přepravu nebezpečných věcí na komunikacích III. třídy, které většinou nebyly sledovány během celostátního sčítání dopravy 2010. Přesto jsou po těchto komunikacích nebezpečné věci přepravovány a tato přeprava je spojena s minimálně stejným rizikem, jako přeprava po komunikacích vyšší třídy.

$$L_{ADR} = \left(\sum_{k=1}^n (N_{TV_k} \cdot l_k) + N_{TV_{III}} \cdot l_{III} \right) \cdot k_{ADR} \quad (2-4)$$

Kde:

L_{ADR} celkový počet kilometrů ujetý vozidly přepravujícími ADR za rok,

$N_{TV_{III}}$ celkový počet těžkých vozidel na průměrném úseku silnice III. třídy za rok,

l_{III} celková délka komunikací III. třídy v kilometrech,

k_{ADR} koeficient podílu přepravy nebezpečných věcí na silniční nákladní přepravě.

Se znalostí celkového počtu ujetých kilometrů při přepravě nebezpečných věcí v ČR za rok, a znalostí počtu dopravních nehod při přepravě ADR ze statistik Policie ČR, můžeme zkalkulovat průměrnou vzdálenost ujetou dopravní jednotkou ADR na jednu nehodu.

$$L_{nehADR} = \frac{L_{ADR}}{n_{ADR}} \quad (2-5)$$

Kde:

L_{nehADR} průměrná vzdálenost při přepravě nebezpečných věcí na jednu nehodu,

L_{ADR} celkový počet kilometrů ujetý vozidly přepravujícími ADR za časovou jednotku,

n_{ADR} celkový počet dopravních nehod při přepravě ADR za časovou jednotku.

Tuto hodnotu přepočteme na počet dopravních nehod na vozokilometr (střední hodnota jevu), případně můžeme převést na milion vozokilometrů.

$$N_{nehADR} = \frac{1}{L_{nehADR}} \quad (2-6)$$

Pro vlastní kalkulaci rizika dopravní nehody využijeme Poissonovo rozdělení pravděpodobnosti. Toto rozdělení se obvykle používá pro vyjádření pravděpodobnosti počtu nastoupení sledovaného jevu v určitém časovém (délkovém) intervalu s malou

pravděpodobností výskytu (počet poruch, nehod, zmetků) (8). Základní vztah pro výpočet pravděpodobnosti výskytu jevu je uveden ve vzorci.

$$p(x) = \frac{\lambda^x}{x!} \cdot e^{-\lambda} \quad (2-7)$$

Kde:

λ střední hodnota jevu, kde λ je reálné číslo, $\lambda > 0$,

x počet výskytů, $x = 0, 1, 2, \dots$

Pravděpodobnost, že nenastane dopravní nehoda během přepravy nebezpečných věcí na vzdálenost jednoho kilometru, se vypočítá po dosazení do vztahu pro Poissonovo rozdělení pravděpodobnosti.

$$p(0) = \frac{N_{nehADR}^0}{0!} \cdot e^{-N_{nehADR}} \quad (2-8)$$

$$P_{bezpADR} = e^{-N_{nehADR}} \quad (2-9)$$

Pravděpodobnost opačné události tj. pravděpodobnost, že nastane dopravní nehoda při přepravě nebezpečných věcí na vzdálenost jednoho kilometru, se vypočítá následovně.

$$P_{nehADR} = 1 - e^{-N_{nehADR}} \quad (2-10)$$

3. VÝSLEDKY

Při numerickém vyčíslení rizikovosti při přepravě nebezpečných věcí v ČR byla nejdříve dle vzorce (1) zkalkulována na jednotlivých úsecích roční průměrná dopravní intenzita nákladních vozidel v pracovní dny, $RPDI_{TVp}$ a mimopracovní dny $RPDI_{TVv}$.

Výsledné hodnoty byly dosazeny do vzorce (2-2), pomocí kterého byl zjištěn celkový počet těžkých vozidel na daném úseku za rok. Údaje o počtu pracovních a nepracovních dnů byly vztaženy k roku 2010, $n_p = 253$ a $n_v = 112$.

Údaje o počtu nákladních vozidel na jednotlivých úsecích byly dosazeny do vzorce (2-3) a byl zjištěn celkový počet vozokilometrů v nákladní přepravě v roce 2010, $L_{TV} = 7\,548,52 \cdot 10^6$ vozokilometrů.

Tato vstupní hodnota byla použita ve vzorci (2-4) k zjištění celkového počtu vozokilometrů jednotek přepravujících ADR. Podíl přepravy nebezpečných věcí na celkové nákladní přepravě byl v ČR v roce 2010 dle Eurostatu 3,2 %, $k_{ADRn} = 0,032$. Celková délka sčítaných úseků při celostátním sčítání dopravy 2010 byla 26 991 km. Ve stejném roce bylo v ČR dle statistik ČSÚ 55 752 km dálnic, rychlostních komunikací a silnic I. až III. třídy, z toho 34 129 km silnic III. třídy (9) Při celostátním sčítání dopravy byla zjišťovaná RPDI na několika úsecích komunikací III. tříd. Z těchto hodnot byl zkalkulován průměrný celkový počet vozidel na úseku silnice III. třídy za rok $N_{TVIII} = 50\,000$. Pod dosazení hodnot do

vzorce (4) je celkový počet kilometrů ujetý vozidly ADR v roce 2010 $L_{ADR} = 296,159 \cdot 10^6$ vozokilometrů.

Celkový počet dopravních nehod s účastí vozidel ADR byl v ČR v roce 2010 dle statistiky Policie ČR $n_{ADR} = 101$. Po dosazení do vzorce (2-5) zjistíme průměrnou ujetou vzdálenost při přepravě nebezpečných věcí na jednu dopravní nehodu, $L_{nehADR} = 2,932 \cdot 10^6$ vozokilometrů.

Počet nehod při přepravě nebezpečných věcí po dosazení do vzorce (2-6) je $N_{nehADR} = 0,341$ na milion vozokilometrů.

Pravděpodobnost, že nenastane dopravní nehoda během přepravy nebezpečných věcí na vzdálenost jednoho kilometru je $P_{bezpADR} = 0,999999659 = 99,9999659\%$ (2-9).

Pravděpodobnost, že nastane dopravní nehoda při přepravě nebezpečných věcí na vzdálenost jednoho kilometru je $P_{nehADR} = 000000341 = 0,0000341\%$ (2-10).

ZÁVĚR

Základní otázka, kterou se snažil tento článek zodpovědět, zní: Je silniční přeprava nebezpečných věcí v ČR nepřijatelně vysokým rizikem pro společnost, nebo můžeme považovat tento druh přepravy za relativně bezpečný? Při hledání odpovědi je nutné porovnat tuzemské výsledky se skutečností v zahraničí. Ve knize (10) je uvedena studie nehodovosti při přepravě nebezpečných věcí ve Spojených státech Amerických, kterou provedl Leimkuhler et al., 1961. Ve studii je nehodovost rozdělena na komunikace v intravilánu a extravilánu, v rozčlenění na dvoupruhové komunikace až dálnice. Aby byly výsledky studie porovnatelné s našimi závěry $N_{nehADR} = 0,341 \cdot 10^{-6}$ vozokilometrů (2-6), je nutno převést hodnoty, které jsou ve studii ve vozomích na vozokilometry. Při porovnání je patrné, že na všech amerických komunikacích v extravilánu je počet nehod ADR na milion ujetých kilometrů vyšší, než je průměr v ČR (5) $N_{nehADR_USA_extra} = 0,4$ až $2,8 \cdot 10^{-6}$. V intravilánu je dle studie, dle očekávání počet nehod ADR ještě vyšší $N_{nehADR_USA_intra} = 1,36$ až $8,7 \cdot 10^{-6}$.

Navržený postup kalkulace rizikovosti při přepravě nebezpečných věcí je samozřejmě velice zjednodušený. Dopravní nehody ADR nebyly v ČR sledovány v rozdělení dle typu komunikací ani podle místa nehody (intravilán vs. extravilán). Taktéž porovnání nehodovosti při přepravě ADR v tuzemsku v současné době (2010) s rizikovostí přepravy v USA, která byla v citované studii vyhodnocena v roce 1961, je poměrně odvážné. Vývoj bezpečnostních opatření a technologií byl v posledním období natolik intenzivní, že uvedené porovnání je pouze ilustrační.

V tomto článku také nejsou zohledněny závažnosti jednotlivých dopravních nehod ADR, které jsou z hlediska důsledků pro ohrožení osob a životního prostředí daleko důležitější než absolutní počet dopravních nehod ADR. Pro uvedený postup má stejnou váhu dopravní nehoda s unikem nebezpečné látky do okolí, stejně jako nehoda, při které došlo jen např. k nepatrným hmotným škodám. Tento nedostatek by se mohl řešit stanovením vhodných korekčních koeficientů, pomocí kterých by se vypovídací hodnota rizikovosti přepravy nebezpečných věcí přiblížila skutečnosti.

Během kalkulace došlo k několika zajímavým zjištěním, která vyvolávají určité pochybnosti při porovnání statistických dat z různých zdrojů. Z výsledků celostátního sčítání

dopravy jsme zjistili celkový počet ujetých kilometrů v nákladní přepravě v ČR $L_{TV} = 7\,548,52 \cdot 10^6$ vozokilometrů. Tento počet by měl být ve skutečnosti ještě vyšší, protože většinou nebyly sčítány úseky silnic III. třídy. Ze statistik Eurostatu přitom vyplývá, že byla celková ujetá vzdálenost v nákladní přepravě v roce 2010 je mnohem nižší $L_{TV} = 4\,876 \cdot 10^6$ vozokilometrů (11).

Další zajímavá disproporce vychází přímo z dat Eurostatu. Objem podílu přepravy nebezpečných věcí na silniční nákladní přepravě v roce 2010, byl v ČR 3,2 % tunokilometrů (Obr. 1). Při porovnání vzdálenosti (vozokilometrů), ujeté dopravními jednotkami při přepravě nebezpečných věcí $115 \cdot 10^6$ vozokilometrů (Tabulka 3) s celkovým počtem v silniční nákladní přepravě $4876 \cdot 10^6$ vozokilometrů (11), je tento podíl pouze 2,36 %. Pokud jsou data správná, znamenalo by to, že průměrný náklad při přepravě nebezpečných věcí je přibližně o 35 % těžší než při běžné nákladní přepravě.

I přesto, že jsou vstupní data pro navrženou kalkulaci zatížena jistou statistickou chybou, mohou data z Celostátního sčítání dopravy sloužit pro základní kvantitativní určení rizikovitosti přepravy nebezpečných věcí v ČR.

POUŽITÁ LITERATURA

- (1) Zákon o silniční dopravě, č. 111/1994 Sb., v platném znění.
- (2) Annual road freight transport of dangerous goods, by type of dangerous goods and broken down by activity (Mio Tkm, Mio Veh-km, 1 000 BTO): (road_go_ta_dg). Eurostat (online). (cit. 2012-08-13). Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- (3) Annual railway transport of dangerous goods (1 000 t, million tkm): (rail_go_dnggood). Eurostat (online). (cit. 2012-08-13). Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database
- (4) UNECE: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road (online). 2011 (cit. 2012-08-13). Dostupné z: http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/adr_e.html
- (5) UNCE: European Agreement concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Road: Present Status of the ADR (online). 2012 (cit. 2012-08-14). Dostupné z: http://www.unece.org/trans/danger/publi/adr/legalinst_53_tdg_adr.html
- (6) Český statistický úřad: Nákladní doprava - časové řady. Tab. 2 Silniční nákladní doprava (online). 2012 (cit. 2012-08-13). Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/nakladni_doprava_casove_rady
- (7) Ředitelství silnic a dálnic ČR: Celostátní sčítání dopravy 2010 (online). 2010 (cit. 2012-08-14). Dostupné z: <http://scitani2010.rsd.cz/pages/informations/default.aspx>
- (8) KARPÍŠEK, Z.. *Statistická analýza: Přehledný učební text pro doktorské studium*. Vysoké učení technické v Brně. Brno, 2008.
- (9) Český statistický úřad: Dopravní infrastruktura - časové řady. Tab. 2 Infrastruktura silniční dopravy (online). 2012 (cit. 2012-08-13). Dostupné z: http://www.czso.cz/csu/redakce.nsf/i/dopravni_infrastruktura_casove_rady

- (10) NICOLET-MONNIER, M., GHEORGHE, A. V.: *Quantitative Risk Assessment of Hazardous Materials Transport Systems: Rail, Road, Pipelines and Ship*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1996. ISBN 0-7923-3923-1.
- (11) Summary of annual road freight transport by type of operation and type of transport (1 000 t, Mio Tkm, Mio Veh-km): (road_go_ta_tott). *Eurostat* (online). (cit. 2012-08-13).
Dostupné z:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/statistics/search_database

Tato práce vznikla v rámci projektu DOPSIT reg. č. CZ.1.07/2.3.00/20.0226 financovaného v rámci operačního programu Vzdělávání pro konkurenceschopnost.

