

MOŽNÉ RIZIKÁ VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI SPOJENÉ S TECHNICKOU INFRAŠTRUKTÚROU LOGISTICKÉHO REŤAZCA PREPRAVY ROPY A ROPNÝCH PRODUKTOV V RÁMCI SR

POSSIBLE RISKS OF BEGINNING THE EXTRAORDINARY EVENT RELATED TO THE TECHNICAL INFRASTRUCTURE OF THE LOGISTIC CHAIN OF THE TRANSPORT OF OIL AND PETROLEUM PRODUCTS IN THE SR

Júlia MIHOKOVÁ JAKUBČEKOVÁ, Eleonóra BENČÍKOVÁ
Julia.Mihokova@fbi.uniza.sk, bencikovae@uvn.sk

Abstract

The solution of extraordinary event in the field of oil and petroleum products is more complicated in Slovakia that Slovakia has to import most of the oil. Even if it has built emergency oil reserves, it needs to pay maximum attention to oil pipelines system in the event of an emergency, with an emphasis on their transport and distribution network. The oil processing process requires significant attention and security measures. In the event of a emergencies situation, there may be, inter alia, disruption of the transport and distribution routes, whether disruption of the oil processing process or destruction of oil and petroleum products stores. Slovakia republic is required to address the state of oil emergency in the case of need, which results from its membership in the European Union, and the Agreement on the International Energy Program of the International Energy Agency (IEA). The aim of this paper is to assess the potential risks of an extraordinary event related to the technical infrastructure and to point out the risks using a point method based on an expert evaluation.

Key words

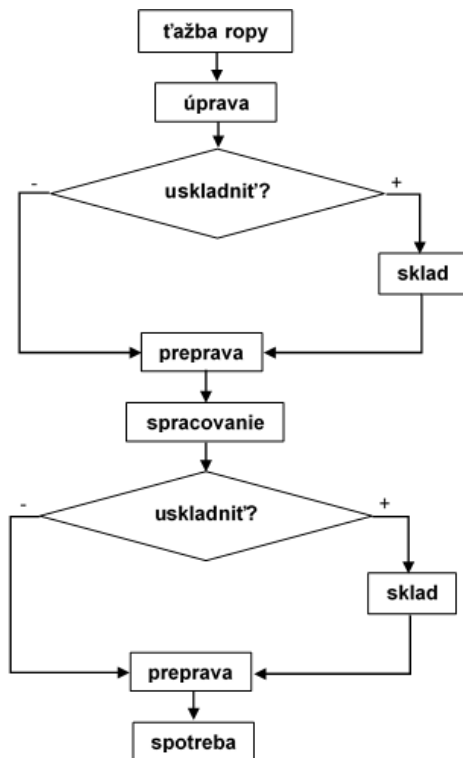
Distribution, oil, processing, protection, risk, security, storage, transportation.

ÚVOD

V oblasti ropy môže nastať mimoriadna udalosť, stav ropnej núdze, t.j. vážne ohrozenie, narušenie alebo prerušenie dodávok ropy a ropných výrobkov v Slovenskej republike. Preprava ropy a ropných produktov cez Slovenskou republiku prechádza ropovodom Družba, prípadne reverzným tokom z ropovodu Adria. Technická infraštruktúra, ktorá prechádza Slovenskou republikou, je monitorovaná slovenskými bezpečnostnými systémami. Každá mimoriadna udalosť, ktorá vznikne na území Slovenska, musí byť vyriešená dostupnými silami a prostriedkami. Jednou z možností riešenia mimoriadnej udalosti pri narušení určitej časti ropovodu je vytvorenie vhodnej prepravnej vetvy, ktorá by zabezpečila prepravu látky na určené miesto (Obr.1).

Prvým krokom pri zabezpečení ropného logistického reťazca je ťažba ropy z ropných ložísk (ložiská sa nachádzajú v SR hlavne v Záhorskej nížine, ktorá je naviazaná na Viedenskú panvu a v Panónskej panve na východe SR). V rámci ťažby môže dôjsť k rôznym mimoriadnym udalostiam, ktoré narušia ťažbu. Z hľadiska technickej infraštruktúry to môže byť zastaraná technika, ktorá dlhodobým užívaním stráca svoje vlastnosti a môže dôjsť napr. k prasknutiu potrubnej linky. Na mieste ťažby je možné ropu skladovať aj upravovať (odstraňovanie vody, plyn, piesku). Ďalším krokom je zabezpečenie prepravy

pomocou potrubnej dopravy na miesto spracovania (rafinéria Slovnaft Bratislava). V mieste spracovania ako mimoriadna udalosť môže nastať povodeň, ktorá zapríčini poškodenie časti linky pri spracovaní ropy v rafinérii. Posledným krokom je prepravenie ropy k spotrebiteľovi prostredníctvom cestnej, železničnej alebo potrubnej dopravy. Kde mimoriadna udalosť je spojená napr. s prerušením dopravnej infraštruktúry.



[autori]

Obr. 1
Ropný logistický reťazec

V ďalšej časti článku sa autori zamerali podrobnejšie na ropný logistický reťazec z hľadiska technickej infraštruktúry.

1 TECHNICKÁ INFRAŠTRUKTÚRA ROPNÉHO LOGISTICKÉHO REŤAZCA

Technická infraštruktúra musí byť spoľahlivá a dostatočne výkonná, aby umožnila procesy súvisiace so získavaním, prepravou, spracovaním ropy a distribúciou ropných výrobkov. Ide o kombináciu infraštruktúry verejnej a privátnej a delí sa podľa jednotlivých fáz priebehu procesných reťazcov [1]:

- na ťažbu a úpravu ropy v mieste ťažby (na pevnine):
 - vymedzené ropné polia,
 - pozemné zariadenia ropných vrtov (vrtne veže, pohonné motory, čerpadlá, nádrže na vyťaženú ropu) ,

- pozemné komunikácie (prístupové cesty k ropným poliám a prepojenie jednotlivých vrtov v rámci ropného poľa),
- zariadenia pre logistické zabezpečenie ťažby (sklady, objekty a zariadenia pre pracovníkov, vnútorné energetické rozvody),
- zariadenia na úpravu a prípadné dočasné skladovanie ropy pred diaľkovou prepravou ku konečnému spracovaniu v rafinériách,
- na ťažbu a úpravu ropy v mieste ťažby (na mori):
 - vymedzené ropné polia,
 - ropné plošiny s vrtnými vežami a zariadeniami na ich prevádzku, logistické zabezpečenie ťažby, úpravu a dočasné skladovanie ropy pred diaľkovou prepravou (princípiálne obdobné ako pri ťažbe na pevnine),
 - heliporty,
 - zariadenie na prečerpávanie upravenej ropy do plavidiel námornej prepravy,
- na diaľkovú prepravu ropy:
 - ropovodné systémy (lineárne prvky, objektové prvky, podľa potreby skladovacie kapacity pozdĺž ropovodu),
 - systémy vodnej dopravy (špeciálne plavidla, zariadenia na prečerpávanie ropy v prístavoch),
 - systémy pozemnej dopravy (takmer výhradne železničná preprava v železničných cisternových vozňoch, zariadenia na prečerpávanie),
 - systémy kombinovanej prepravy (infraštruktúra dopravných systémov použitých v kombinovanej technológii – námorná doprava s potrubnou, námorná so železničnou, železničná s potrubnou),
- na skladovanie ropy pred jej spracovaním:
 - upravené prírodné útvary (podzemné priestory),
 - umelé veľkokapacitné nádrže (najčastejšie z oceľových dielov),
 - príslušné technické vybavenie (čerpacie stanice ropy na naplnenie a opätovné vyčerpávanie podzemných skladov a povrchových nádrží, prvky meracích, riadiacich a bezpečnostných systémov),
 - vybudované prístupové komunikácie k skladovacím priestorom,
 - technické zariadenia potrebné pre napojenie skladových kapacít na použitý systém diaľkovej prepravy ropy (miestne potrubie),
- na spracovania ropy v rafinériách:
 - preberacie miesto od prevádzkovateľa diaľkovej prepravy ropy (na hranici areálu rafinérie),
 - veľkokapacitné zásobníky na prevádzkové zásoby ropy (nádrže),
 - vymedzené priestory jednotlivých prevádzkových jednotiek rafinérie s príslušným technologickým zariadením (väčšinou nadzemné tepelné kovové objekty s dominujúcim potrubným prepojením),
 - objekty a zariadenia pomocných prevádzok (ČOV, zariadenia na zachytávanie a obmedzovanie emisií znečisťujúcich látok, laboratóriá, objekty centrálného riadenia, priestory pre expedíciu),
- na prepravu ropných produktov spotrebiteľom:
 - spravidla viacstupňová preprava s využitím viacerých druhov dopravy,
 - produkty hromadného charakteru (pohonné hmoty) sa výhodne prepravujú potrubnou dopravou – vnútroštátnym produktovodom (výnimočne aj medzinárodná preprava) s infraštruktúrou obdobnou ako pri ropovodoch,
 - podľa podmienok je pre tieto hromadné substráty využívaná aj vnútrozemská plavba,
 - výrazný podiel má železničná doprava a v koncových fázach aj cestná.

Pri preprave ropy a ropných produktoch treba zväziť výber vhodnej dopravy. Východiská pre voľbu druhu dopravy ropy a ropných produktov:

- veľké vzdialenosti miest zdrojov a spotreby ropy,
- len výnimočne je možné postaviť rafinérie v blízkosti ťažby ropy,
- značné prepravné výkony vyžaduje aj preprava ropných výrobkov z rafinérií koncovým spotrebiteľom.

Medzi druhy dopravy, ktoré je možné využiť, patrí:

- vodná doprava:
 - námorná časť sa podieľa predovšetkým na preprave surovej ropy zo zdrojov do spracovateľských rafinérií,
 - spravidla je potrebná aj kombinácia so železničnou alebo potrubnou dopravou v počiatočnej alebo záverečnej fáze prepravy,
 - ropné tankery majú celkovou nosnosť rádovo až niekoľko stotisíc ton,
 - z dôvodov obmedzenej manévrovateľnosti väčšinou kotvia mimo prístavy a ropu prečerpávajú podmorským potrubím,
 - dochádza aj k nebezpečnému znečisťovaniu životného prostredia (napĺňanie a vyprázdňovanie tankerov vodou, lokálne znečistenia vody v dôsledku havárií tankerov),
 - vnútrozemské vodné cesty sú využívané najmä na prepravu ropných produktov (z ropných rafinérií k veľkoodberateľom),
 - tuto prepravu zabezpečujú motorové tankové lode a tankové člny (tlačné, vlečné) s nosnosťou do 2000 ton,
- železničná doprava:
 - na prepravu surovej ropy je využívaná v podstatne menšom rozsahu,
 - väčšie uplatnenie nachádza v preprave ropných produktov,
 - dopravnými prostriedkami sú železničné cisternové vozne s ložnou hmotnosťou až do 80 ton,
 - normovaná dĺžka a hmotnosť vlaku sú v jednotlivých krajinách veľmi rozdielne (orientačne je možné kalkulovať s prepravou cca 1000 ton ropy uceleným vlakom),
 - železničná preprava je dnes vhodná iba pre malé množstvá ropy,
 - nevýhody tohto spôsobu sú neekonomickosť vzhľadom na spotrebu, vysoké náklady, využitie iba v jednom smere dopravy a zložité logistické operácie,
 - napriek tomu niektoré významné krajiny vykazujú v posledných rokoch nárast prepravy ropy po železnici,
- potrubná doprava:
 - základnou časťou celého hydromechanického zariadenia je potrubie,
 - jeho výber je často rozhodujúci, pri preprave na veľkú vzdialenosť predstavuje jeho cena hlavnú časť z celkových nákladov na zariadenie,
 - ďalším dôležitým článkom sú čerpadlá (musia byť výkonné, pevne stavané, ľahko rozoberateľné, odolné voči opotrebovaniu, špeciálne uzatvorené),
 - rozmiestňujú sa v určitých presne vypočítaných vzdialenostiach a zaisťujú stály prúd ropy rýchlosťou 1 až 6 m.s⁻¹,
 - stále potrubia na prepravu ropných látok a produktov môžu byť vybudované ako nadzemné alebo podzemné,
 - ropovody sú zvarané z oceľových rúr, ktorých vnútorný priemer je od 500 do 1 200 mm,
 - množstvo čerpacích staníc sa stanovuje na základe režimu čerpania v závislosti od plného využitia potrubia, vo vzdialenosti 80 až 150 km od seba,
 - špecifikom je výstavba ropovodu kladeného na morskom dne,
- kombinovaná preprava.

Pomocou technickej infraštruktúry ropného logistického reťazca sa ďalej v článku budú identifikovať riziká, ktoré môžu vzniknúť pri preprave, spracovaní a skladovaní ropy a ropných produktov.

2 IDENTIFIKÁCIA A POSÚDENIE RIZÍK PRI VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI

Existuje množstvo legislatívnych predpisov podporujúcich a žiadajúcich v zdokumentovanej forme posudzovať riziká počas vzniku mimoriadnej udalosti v rôznych priemyselných činnostiach a na rôznej úrovni riadenia podnikových aktivít. Z hľadiska zabezpečenia dlhodobej prosperity spoločnosti pri vzniku mimoriadnej udalosti spojenej s technickou infraštruktúrou logistického reťazca prepravy ropy a ropných produktov v rámci SR je potrebné posudzovať vonkajšie ako aj vnútorné aspekty ohrozenia svojej stability, hľadať alternatívne možnosti využitia nových zdrojov ale aj spoľahlivo, bezpečne a efektívne riadiť každodenné činnosti svojej prevádzky s cieľom udržania kvality. Posudzovanie rizík, ako dennodenná súčasť riadiacich a rozhodovacích procesov umožňuje vytvárať nové riešenia a zlepšovať „zabehané“ postupy tak, aby sa dosiahli dlhodobé stanovené ciele na nadnárodnej úrovni a zabezpečila sa spokojnosť zamestnancov, zákazníkov a verejnosti. Základom pre identifikáciu a posúdenie rizík pri mimoriadnej udalosti sú znalosti a expertné skúsenosti pracovníkov, pretože veľa faktorov je prognosticky značne neistých a je potrebné hľadať analógie v príbuzných, už uskutočnených procesoch. Pri identifikácii je nevyhnutné brať do úvahy široký záber týchto analýz a potrebu veľkého množstva informácií, pretože práve nedostupnosť informácií z určitej oblasti môže predstavovať ďalšie riziko.

Identifikovanie a posúdenie rizík spojené s infraštruktúrou logistického reťazca prepravy ropy a ropných produktov v rámci SR a EÚ si vyžaduje poznať:

A) Príčiny vzniku krízových javov spojených s ropou a ropnými produktmi [2,3]:

- snaha krajín vyvážajúcich ropu a tranzitných krajín využiť svojho dominantného postavenia k presadeniu vlastných politických, ekonomických a bezpečnostných cieľov,
- politická, ekonomická alebo bezpečnostná nestabilita v krajinách vyvážajúcich ropu a tranzitných krajín,
- priemyslové a dopravné havárie na niektorom alebo niekoľkých prvkoch infraštruktúry v podsektore ropa a ropné produkty,
- úmyselné narušenie prepravnej a distribučnej sústavy a skladovacích priestorov alebo výroby,
- organizačné nedostatky v podsektore, ktoré negatívne narušujú vážnym spôsobom činnosť daného sektora,
- živelné pohromy narušujúce vážnym spôsobom činnosť sektora.

B) Mimoriadne udalosti v podsektore ropa a ropné produkty [2,3]:

- dlhodobé prerušenie prevádzky ropovodu Družba a Adria,
- zrýchľujúci sa, príp. skokový rast cien ropy na svetových trhoch a ropných produktoch na domácom trhu, spôsobený znížením dodávok ropy jedným alebo viacerými rozhodujúcimi dodávateľmi,
- vážne problémy s uzavieraním zákaziek na dodávky ropy so zahraničnými dodávateľmi,
- dlhodobo trvajúci rýchly pokles zásob ropy a ropných produktov u rozhodujúcich dodávateľov a distribútorov,

- výrazné obmedzenia alebo vážne výpadky dodávok pohonných hmôt do distribučných sietí,
 - rastúce ekonomické problémy podnikateľských subjektov závislých na dostatočných dodávkach ropných produktov s dopadmi na produkčnú schopnosť celej ekonomiky,
 - konkrétne informácie o výraznom zhoršení situácie na svetovom ropnom trhu získané od IEA a EU alebo prostredníctvom národného a medzinárodného monitoringu,
 - dlhodobé zníženie priemernej mesačnej dodávky ropy a ropných produktov zo zahraničia do Slovenskej republiky,
 - výrazné obmedzenia a vážne výpadky dodávok veľkoodberateľom ropných produktov v SR,
 - vyčerpanie komerčných zásob ropy a ropných produktov,
 - panika na odberateľskom trhu,
 - kumulácia pôsobenia ďalších rizík, napr. problémy s dodávkami zemného plynu.
- C) Následky narušenia dodávok ropy a ropných produktov [2,3]:
- medzinárodné dopady:
 - nutnosť zvýšenia spolupráce medzi členskými krajinami IEA a EU v prerodzeľovaní ropy a ropných produktov na základe prijatých pravidiel,
 - zefektívnenie prevádzky ropovodného systému, ako aj ďalšie zdokonalenie riadiaceho a informačného systému ropovodu (RIS),
 - zníženie schopnosti štátu splniť svoje spojenecké a ďalšie medzinárodné záväzky,
 - zvýšenie cezhraničných odberov pohonných hmôt,
 - zníženie dôvery obyvateľstva k politickej reprezentácii a mocenským orgánom ako dôsledku ich prípadných chybných rozhodnutí,
 - problém so zaistením zásobovania pohonnými hmotami u medzinárodnej kamiónovej prepravy,
 - ekonomické dopady:
 - narušenie stability vnútorných a vonkajších ekonomických väzieb,
 - pokles výrobných a vývozných schopností ekonomiky,
 - pokles príjmu štátneho rozpočtu,
 - zhoršenie salda zahraničného obchodu a platobnej bilancie,
 - výstavba veľkokapacitných nádrží ropy, zároveň posúdenie vplyvu na životné prostredie,
 - dopady na kritickú infraštruktúru:
 - narušenie činností nevyhnutných pre odpovedajúce fungovanie spoločnosti,
 - narušenie dodávok energií vyvolanej výpadkom energetických zdrojov využívajúcich spaľovanie ropných produktov,
 - narušenie funkčnosti verejnej dopravnej siete vyvolané nedostatkom pohonných hmôt,
 - narušenie dodávok základných životných potrieb obyvateľstva,
 - narušenie činností výrobných potravinárskych a poľnohospodárskych podnikov,
 - spoločenské dopady:
 - narušenie mobility obyvateľstva s dopadmi na rast nezamestnanosti a zaťaženie systému sociálnou pomocou,
 - vynútená redukcia činností systému zdravotného a sociálneho zabezpečenia,
 - obmedzenie činností vzdelávacieho systému,
 - panika nadväzujúca na mimoriadnu vyťaženosť čerpacích staníc a ďalších služieb,

- dopady na životy a zdravie osôb:
 - k poškodeniu zdravia môže dôjsť napr. pri haváriách technologických zariadení alebo pri narušení verejného poriadku ako dôsledku narušenia dodávok ropy a ropných produktov,
- dopady na životné prostredie:
 - možnosť úniku ropy a ropných produktov do pôdy, vodných tokov a spodných vôd (napr. v súvislosti s krádežami),
 - možnosť ohrozenia životného prostredia z dôvodu požiaru ropy a ropných produktov (napr. priemyselné havárie),
 - kontaminácia najmä vody, pôdy a ovzdušia (napr. z horenia).

Posúdenie rizík spojené s infraštruktúrou logistického reťazca prepravy ropy a ropných produktov v rámci SR jasne dokazuje, že úroveň bezpečnosti procesov, činností, aktivít, prípadne úroveň bezpečnosti prostredia (prírodného, životného, technologického, ...), ako aj stavby alebo zariadenia je priamo spojená s hodnotovými kritériami, t.j. vyvoláva potrebu vykonania aj numerických analýz.

Bodová metóda je vhodná na hodnotenie bezpečnosti systémov, v ktorejkoľvek fáze logistického reťazca. Pri danej metóde je potrebné si objasniť termín nebezpečný faktor, v našom prípade ide o možné riziko, ktoré môže vzniknúť v čase prepravy ropy, prevádzky rafinérie a skladov ropy. Jednotlivé zadefinované riziká sú zoskupené v troch oblastiach živelné pohromy, technologické poruchy a ľudský faktor. Podstatou metódy je ku každému identifikovanému riziku stanoviť hodnotu kritéria (Tabuľka 1), na ktorých je závislý nebezpečný faktor. Metóda vychádza z týchto funkcií:

$$N = f(N, O, P, E, R, Z, K, I, D, V) \quad (1)$$

Kde:

- N – najpravdepodobnejší následok ohrozenia,
- O – počet súčasne ohrozených osôb,
- P – pravdepodobnosť existencie nebezpečného faktoru,
- E – doba, za ktorú je človek v poli rizika za rok,
- R – možnosť ochrannej reakcie,
- Z – nároky na psycho-fyzické vlastnosti človeka pri činnosti v poli rizik,
- K – nároky na odbornú kvalifikáciu,
- I – identifikovateľnosť – poznateľnosť rizikovosti nebezpečného faktoru,
- D – dynamickosť t.j. zmena nebezpečnosti nebezpečného faktoru v čase,
- V – vplyv pracovných podmienok.

Výsledkom vykonaného expertného hodnotenia bude vyhodnotenie jednotlivých nebezpečných faktorov spojených s prepravou, spracovaním a skladovaním ropy do kategórií.

Expertným odhadom a za pomoci šablóny (Tabuľky č. 1) sú následne identifikované riziká ohodnotené. Každému nebezpečnému faktoru sú stanovené hodnoty významnosti jednotlivých kritérií. Jednotlivé kritéria majú stanovené intervaly, ku ktorým sú priradené hodnoty daného kritéria.

Tabuľka 1
Určenie významnosti rizikových faktorov bodovej metódy

Označenie	Opis	Počet bodov b_i
N Najpravdepodobnejší následok ohrozenia	Smrt'	100
	Veľmi ťažké ohrozenie zdravia	80
	Kontaminácia	60
	Úraz s hospitalizáciou	40
	Trvalé zastavenie premávky	20
	Dočasné pozastavenie premávky	10
	Narušenie pracovnej činnosti	1
O Počet súčasne ohrozených osôb rizikom počas zmeny	Viac ako 100	60
	51 až 100	40
	21 až 50	30
	11 až 20	20
	5 až 10	10
	2 až 4	5
	1	1
P Pravdepodobnosť výskytu rizika	Trvalá $p = 1,0$	60
	Veľmi pravdepodobná $p = 0,8$ až $1,0$	50
	Pravdepodobná $p = 0,5$ až $0,8$	30
	Nepravdepodobná $p = 0,2$ až $0,5$	15
	Veľmi nepravdepodobná $p = 0,1$ až $0,2$	5
	Nemožná $p = 0,0$	0
E Expozícia rizika v dňoch za rok	Viac ako 350	50
	300 až 349	40
	250 až 299	30
	200 až 249	20
	150 až 199	10
	100 až 149	5
	50 až 99	3
	Menej ako 49 dní	11
R Pri vzniku nehody je obranná reakcia	Nemožná	40
	Veľmi obtiažna	30
	Obtiažna	20
	Možná	5
	Ľahká	1
Z Záťaž človeka (sila, pozornosť, rozhodovanie, zodpovednosť)	Veľmi vysoká	30
	Vysoká	20
	Priemerná	10
	Malá	5
	nepatrná	0

Pokračovanie tabuľky 1

K Nároky na bezpečnosť	Veľmi vysoké Vysoké Priemerné Malé Nepatrné	30 20 15 5 1
I Identifikovateľnosť rizika	Nemožná (náhodný a nepoznaný jav) Možná (pravdepodobný, poznaný jav) Jasná (zákonitý jav)	30 15 1
D Dynamickosť rizika	Riziko výrazne rastie Riziko rastie mierne	20 10
V Vplyv pracovných podmienok na zvýšenie rizika	Veľký Priemerný Žiadny	10 5 0

Zdroj: spracované podľa [4]

Súčet bodov jednotlivých kritérií pri nebezpečnom faktore rizika sa určí koeficientom nežiaducich udalostí. Koeficient nežiaducej udalosti je definovaný vzťahom:

$$k_{ni} = \sum_{i=1}^{10} b_i \quad (2)$$

Kde:

- b – hodnota jednotlivých kritérií,
- i – počet kritérií.

Jednotlivé nebezpečné faktory budú následne podľa výpočtu koeficientu nežiaducej udalosti, zaradené do kategórií akútneho, veľkého a významného nebezpečenstva, prípadne ide o malé nebezpečenstvo, ktoré je potrebné riešiť podľa významnosti (Tabuľka 2).

Tabuľka 2
Zaradenie MU podľa kategórie

Počet bodov k_{ni}	Označenie	Kategória
Viac ako 300	A	Akútne nebezpečenstvo, je potrebné okamžité riešenie
250 až 299	B	Veľké nebezpečenstvo, treba riešiť veľmi rýchlu nápravu
249 až 100	C	Významné nebezpečenstvo, je potrebné skoré riešenie
Menej ako 100	D	Riešiť podľa významnosti a ďalších okolností

Zdroj: spracované podľa [4]

Identifikované riziká sú zadefinované v troch oblastiach (živelné pohromy, technologické poruchy a ľudský faktor), pre vyhodnotenie významnosti celej danej oblasti bude použitý výpočet strednej hodnoty koeficientu nebezpečnosti celého systému, ktorý je definovaný vzťahom:

$$\bar{K}_N = \frac{1}{n} \sum K_N \quad (3)$$

Kde:

K_N – koeficienty nebezpečných faktorov (rizika v jednotlivých skupinách),

n – počet identifikovaných nebezpečných faktorov (rizik).

Podľa uvedeného vyššie boli jednotlivé nebezpečné faktory (riziká) zadefinované a posudzované v troch fázach:

1. preprava ropy (tabuľka č. 3 a 4),
2. spracovanie ropy (tabuľka č. 5 a 6),
3. skladovanie ropy (tabuľka č. 7 a 8).

Prvé riziká (nebezpečné faktory), ktoré budú identifikované, sa viažu na spôsoby prepravy ropy a možné riziká, ktoré môžu prerušiť prepravu ropy v rámci SR (Tabuľka 3).

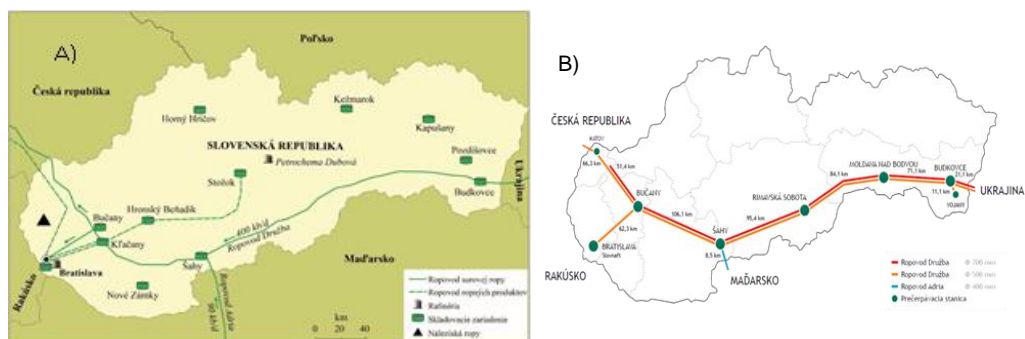
Tabuľka 3
Identifikované riziká pri preprave ropy v SR

PREPRAVA ROPY		
Číslo	Riziko	
A1	Živelné pohromy	zosuv pôdy – poškodenie nadzemných častí potrubia
A2		zemtrasenie, pohyby pôdy – rozsiahle poškodenie potrubia
A3		povodeň – znečistenie vody a pôdy
A4		mrazy – poškodenie potrubia, únik
A5	Technologické poruchy	požiar zapríčinený časťami technologického zariadenia
A6		zlyhanie informačného systému – bezpečnostné senzory
A7		prasknutie potrubia – zastarané materiály
A8	Ľudský faktor	teroristický útok – zničenie časti potrubia, únik, požiar
A9		sabotáž – zničenie časti potrubia, únik
A10		zlyhanie dispečera
A11		neúmyselné poškodenie potrubia alebo kábla
A12		náraz vozidla do povrchovej časti ropovodu

Zdroj: spracované podľa [5]

Identifikované riziká (nebezpečné faktory) sú zadefinované v troch skupinách a to z hľadiska živelných pohrôm, technologických porûch a ľudského faktora, ktoré môžu priamo aj nepriamo spôsobiť prerušenie prepravy ropy a ropných produktov v rámci SR.

Systém prepravy ropy na Slovensku je náročný a to z dôvodu jeho pomerne veľkej rozlohy a dĺžky (na území SR má ropovod Družba (Obrázok 2) dĺžku 506,6 km, jeho denná prepravná kapacita je 1,8–2 mil. barelov a rýchlosť prúdenia ropy je 1,0–1,4 m.s⁻¹ [6]).



Obr.2

Skladovanie a preprava ropy v SR:

A) Ropovody a skladovacie zariadenia na Slovensku [7] B) Ropovodná sieť na Slovensku [8]

Preprava ropy je v prvom rade ovplyvňovaná najmä tým, že miesta ťažby a miesta spotreby sú od seba veľmi vzdialené. Ropa sa na miesto spracovania dopravuje rôznymi spôsobmi (ropovodmi, lodnou dopravou – námorné tankery a riečne cisterny, železničnou sieťou (železničné cisterny), kombinovaným spôsobom tanker-ropovod). Najvyužívanejší spôsob je preprava ropovodmi. Ropovodmi sa dopravuje ropa na veľmi veľké vzdialenosti či už súši alebo po morskom dne. Prečerpáva sa čerpadlami v rúrach, ktoré majú priemer 500–1200 mm. Aby bol prepravný systém spoľahlivý, prihliada sa hlavne na protikoróziu ochranu potrubí ropovodov. Nevýhodou prepravy ropy je veľký objem ropy, ktorý je potrebný na naplnenie ropovodu, fixná trasa bez možnosti zmeny, citlivosť na zemetrasenia a v ostatných rokoch zraniteľnosť pri teroristických útokoch. [6]

Expertíznym odhadom boli jednotlivým rizikám pri preprave ropy priradené hodnoty a vyhodnotené koeficienty nežiaducich udalostí, ktoré boli následne rozdelené do jednotlivých kategórií.

Z expertízneho odhadu môžeme za najzávažnejšie riziko pri preprave ropy vyhodnotiť riziko spojené z pohybom pôdy, kedy môže dôjsť k narušeniu alebo prasknutiu ropovodov dôsledkom tlaku a množstva pôdy, ktorý tlačí na jednotlivé časti ropovodu. Minimálne riziko posudzované v tejto časti je spojené so zlyhaním ľudského faktora – dispečera.

Priemerné hodnoty celého posudzovaného celku v rámci prepravy ropy a ropných produktov spadajú do kategórie C (významné riziko). Na základe čoho môžeme tvrdiť, že ide pri preprave ropy o významné nebezpečenstvo a zároveň treba jednotlivé riziká riešiť v dohľadnej dobe, a to napr. výmenou zastaraných častí potrubia, montážou zabezpečovacích zariadení a nových kamerových systémov na sledovanie narušenia ropovodnej siete.

Ďalšie riziká, ktoré budú identifikované sú spojené so spracovaním ropy (Tabuľka 5) v SR.

Tabuľka 4
Posúdenie rizík pri preprave ropy v SR pomocou bodovej metódy

č. NU	Kritérium (počet bodov b_i)											Kategória				Poradie
	N	O	P	E	R	Z	K	I	D	V	k_n	A	B	C	D	
A1	40	5	30	20	5	5	5	1	10	10	131			131		6.
A2	40	5	5	3	40	30	15	1	10	10	159		159			1.
A3	20	5	30	30	5	5	5	15	10	10	135			135		5.
A4	20	1	30	20	20	20	5	1	10	10	137			137		4.
A5	20	5	30	3	5	5	5	1	20	10	104			104		9.
A6	10	5	30	3	5	5	5	15	10	10	98				98	11.
A7	60	5	30	3	5	5	5	15	10	10	148			148		2.
A8	40	5	30	3	5	5	5	15	20	10	138			138		3.
A9	40	5	15	3	5	5	5	15	10	10	113			113		8.
A10	1	1	30	3	5	0	1	30	10	10	91				91	12.
A11	20	5	15	3	5	5	5	15	20	10	103			103		10.
A12	40	5	30	3	5	5	5	15	10	10	128			128		7.

Zdroj: spracované podľa [5]

Tabuľka 5
Identifikované riziká pri spracovaní ropy v SR

SPRACOVANIE ROPY		
Číslo	Riziko	
B1	Živelné pohromy	povodeň – únik nebezpečnej látky, poškodenie zariadení
B2		úder blesku – požiar, výbuch, únik nebezpečnej látky
B3		zosun pôdy – požiar, únik nebezpečnej látky
B4	Technologické poruchy	havária lietadla – úplný kolaps systému
B5		požiar zapríčinený časťami technologického zariadenia
B6		zastaraná technológia
B7		prasknutie potrubia – zastarané materiály
B8		zlyhanie výrobných technológií
B9	Ľudský faktor	autonehoda v objekte – požiar, výbuch, únik nebezpečnej látky
B10		zlyhanie dispečera
B11		zlý postup pracovníka rafinérie
B12		sabotáž – požiar, výbuch, únik NL, škody podľa zasiahnutého technologického zariadenia

Zdroj: spracované podľa [5]

Identifikované riziká (nebezpečné faktory) pri spracovaní ropy sú zafinované v troch oblastiach ako živelné pohromy (kedy je nutné vyšpecifikovať mimoriadne udalosti, ktoré môžu mať vplyv na prevádzku rafinérie); technologické poruchy (a to hlavne používané technológie na spracovanie ropy a ropných produktov ako vnútorného rizika, a z hľadiska vonkajšieho rizika všetky vplyvy, ktoré môžu narušiť technológiu spracovania ropy) a posledná oblasť ľudský faktor (riziká spojené úmyselnou činnosťou – sabotáže alebo neúmyselnou činnosťou – nedostatočná údržba).

Pri spracovaní ropy dochádza k uvoľňovaniu veľkého množstva nebezpečných látok, preto je nutné pri tomto procese vytvoriť také opatrenia, ktoré minimalizujú riziká napr. úniku či výbuchu prípadného požiaru týchto látok a s tým spojené ohrozenie človeka a životného prostredia.

Tabuľka 6
Posúdenie rizík pri spracovaní ropy v SR pomocou bodovej metódy

č. NU	Kritérium (počet bodov b_i)											Kategória				Poradie
	N	O	P	E	R	Z	K	I	D	V	k_n	A	B	C	D	
B1	1	1	30	10	30	5	1	15	10	10	113			113		6.
B2	20	5	5	3	5	10	5	15	10	10	88				88	10.
B3	40	10	5	0	40	20	20	1	10	10	156		156			2.
B4	60	20	5	0	40	30	30	30	10	10	235	235				1.
B5	40	5	30	0	5	10	15	1	20	10	136			136		4.
B6	1	1	5	0	5	0	15	1	10	10	48				48	12.
B7	20	5	30	3	5	5	5	15	10	10	108			108		7.
B8	40	20	15	3	5	5	15	15	10	10	138			138		3.
B9	20	5	15	3	5	5	5	15	10	10	93				93	9.
B10	1	1	30	3	5	5	5	15	10	10	85				85	11.
B11	20	1	30	3	5	5	5	15	10	10	104			104		8.
B12	40	10	5	0	5	20	15	15	10	10	130			130		5.

Zdroj: spracované podľa [5]

Na základe expertného odhadu pri rizikách spojených so spracovaním ropy sa za najzávažnejšie riziko môže považovať riziko spojené s pádom lietadla, keďže miesto spracovania ropy (rafinéria) sa nachádza v blízkosti letovej prevádzky. Minimálne riziko je spojené so zastaranou technológiou, ktorá je používaná pri spracovaní ropy a ropných produktov. Ak posúdime danú oblasť ako celok, priemerná hodnota rizík pri spracovaní ropy je vyhodnotená v kategórii C (významné riziko). Ide hlavne o riziká, ktoré sú významné a v budúcnosti je potrebné tieto riziká riešiť podľa poradia významnosti. Opatrenia môžu byť zamerané na sprísnenie kontrolnej činnosti pri spracovaní ropy, montáž signalizačných systémov identifikujúcich riziká v prípade vzniku mimoriadnej udalosti z hľadiska živelných pohrôm.

Poslednými identifikovanými rizikami sú riziká, ktoré sú spojené so skladovaním ropy v SR.

Tabuľka 7
Identifikované riziká pri skladovaní ropy v SR

SKLADOVANIE ROPY		
Číslo	Riziko	
C1	Živelné pohromy	úder blesku – požiar, výbuch, únik ropy
C2		zosuv pôdy – únik ropy, zničenie skladu
C3		povodeň – poškodenie skladu, únik nebezpečnej látky
C4	Technologické poruchy	požiar zapríčinený časťami technologického zariadenia
C5		zlyhanie informačného systému (hasenie) – bezpečnostné senzory
C6		zastarala technológia
C7	Ľudský faktor	teroristický útok – výbuch, únik ropy
C8		sabotáž – požiar, výbuch, únik ropy
C9		zlyhanie dispečera
C10		krádež signalizačných, informačných a hasiacich zariadení – nedostatok informácií pre dispečera
C11		autonehoda v blízkosti objektu – únik, požiar

Zdroj: spracované podľa [5]

Identifikované riziká pri skladovaní ropy sú zadefinované do troch oblastí (živelné pohromy, technologické poruchy a ľudský faktor), ktoré by mohli spôsobiť narušenie prevádzky skladov. Členské štáty EÚ sú povinné na základe legislatívy vytvoriť a udržiavať 90-dňové zásoby ropy a vybraných ropných výrobkov (označované aj ako povinné alebo núdzové zásoby) a tieto sa môžu skladovať vo forme ropy a polotovarov, ako aj v podobe finálnych výrobkov. [9]

Expertným odhadom bolo vyhodnotené najzávažnejšie riziko a to zosuv pôdy. Pri zosuve pôdy môže dôjsť k poškodeniu ropných zásobníkov a následnému úniku ropy. Ako minimálne riziko boli vyhodnotené krádeže signalizačných, informačných a hasiacich zariadení, ktoré ovplyvňujú výkon a schopnosť reakcie dispečerov. Priemerná hodnota rizík pri spracovaní ropy spadá do kategórie C (významné riziko), kedy je potrebné navrhnuť opatrenia v časovo krátkej dobe. Medzi opatrenia na zníženie rizika by mala patriť inštalácia inovačných signalizačných systémov, ktoré by identifikovali možný vznik mimoriadnej udalosti a to hlavne z hľadiska živelných pohrôm. Vybudovanie záchytných sietí, konštrukcií, ktoré by zabránili zosuvu pôdy na zásobníky ropy.

Tabuľka 8
Posúdenie rizík pri skladovaní ropy v SR pomocou bodovej metódy

č. NU	Kritérium (počet bodov b _i)											Kategória				Poradie
	N	O	P	E	R	Z	K	I	D	V	k _n	A	B	C	D	
C1	20	5	15	3	5	20	5	15	10	5	103			103		5.
C2	80	40	5	0	30	30	15	15	10	5	230	230				1.
C3	20	5	30	0	5	5	5	1	10	5	86				86	6.
C4	40	5	15	3	5	10	20	15	10	5	128			128		4.
C5	10	1	30	3	5	5	1	1	10	5	71				71	9.
C6	20	5	15	3	5	5	5	1	10	5	74				74	7.-8.
C7	40	30	15	3	5	5	20	1	10	5	134			134		3.
C8	40	30	15	3	5	5	15	15	10	5	143			143		2.
C9	1	1	30	3	5	0	1	1	10	5	57				57	10.
C10	10	1	15	3	5	0	1	1	10	5	51				51	11.
C11	20	5	15	3	5	5	5	1	10	5	74				74	7.-8.

Zdroj: spracované podľa [5]

Znižovanie rizík spojené s infraštruktúrou logistického reťazca prepravy ropy a ropných produktov v rámci SR sa uskutočňuje:

- prostredníctvom presadzovania aktívnej protikrizovej politiky:
 - vhodnou štruktúrou prijímanej bezpečnostnej stratégie a jej cieľavedomou implementáciou,
 - zvýrazňovaním pozitívnych rozvojových tendencií,
 - vytvorením podmienok, ktoré umožňujú pružne reagovať na aktuálne ohrozenia,
 - vytvorením účelnej a hospodársky organizačnej štruktúry,
 - vytvorením účelnej personálnej stratégie a permanentnou edukáciou pracovníkov,
 - permanentným hodnotením vonkajších aj vnútorných bezpečnostných podmienok a ich zohľadňovaním v rozhodovacích procesoch,
 - rešpektovaním medzinárodných a domácich právnych noriem a konaní v legislatívnom procese,
- prostredníctvom využívania konkrétnych metód:
 - vytváranie rezerv – štátne hmotné rezervy ropy,
 - permanentné upresňovanie informácií (napr. monitorovacie a varovné systémy),
 - vyhýbanie sa rizikám,
 - optimalizácia procesov (využívanie metód operačnej analýzy) a metodika EÚ.

Metodika EÚ predstavuje kalkuláciu zásob v ropných tovaroch v tom zmysle, že tri výrobné kategórie zo spracovania ropy:

- motorové a letecké palivá benzínového typu,
- motorová nafta, petrolej, letecký petrolej a ostatné plynové oleje,
- vykurovacie oleje,

sa vyjadrujú počtom dní vo vzťahu k ich priemernej dennej spotrebe v predchádzajúcom kalendárnom roku v hmotných jednotkách; 90-dňová úroveň musí byť udržiavaná pre každú výrobnú kategóriu a časový interval pre členské krajiny EÚ predstavuje mesačnú kalkuláciu. Okrem tejto metodiky sa 90-dňové zásoby kalkulačné vyhodnocujú aj v metodike IEA.

Metodika IEA predstavuje kalkuláciu zásob vyjadrenú počtom dní „čistých dovozov“ a dosiahnutiu cieľového stavu zodpovedá 90-dňová úroveň. Denný „čistý dovoz“ a zodpovedajúca 90-dňová povinnosť sa vykazujú v tonách ropného ekvivalentu (jednotka toe, resp. ktoe) na základe prepočítavacích energetických koeficientov a časový interval pre členské krajiny IEA predstavuje štvrtročnú kalkuláciu.

Systém skladovania ropy je náročný proces. Medzi nevýhody skladovania je možné zaradiť rozmiestnenie skladov (každý sklad je ohrozený inými rizikami, ktoré je potrebné vyhodnotiť a navrhnuť také opatrenia, ktoré budú efektívne pri ochrane týchto objektov). [5] Ropu je možné skladovať buď v nadzemných, alebo podzemných nádržiach. Podzemné nádrže sa budujú zvyčajne na skladovanie strategických zásob ropných produktov. Jedným z kľúčových predpokladov, aby systém núdzových zásob efektívne fungoval, je to, aby sklady rezerv na domácom území boli geograficky rovnomerne rozptýlené, aby spotrebitelia mali v prípade krízy rýchly a bezproblémový prístup k zásobám. Z tohto pohľadu je potrebné dobudovanie efektívnej infraštruktúry s cieľom bezpečnej, spoľahlivej a ekonomicky výhodnej dopravy a dodávky ropných produktov. Núdzové zásoby musia byť na Slovensku v takom objeme, ktorý sa rovná objemu čistého dovozu ropy za 90 dní alebo 61 dňom priemernej domácej spotreby. Za dodržanie legislatívy o núdzových zásobách ropy zodpovedá Správa štátnych hmotných rezerv Slovenskej republiky. [9, 10, 11]

ZÁVER

Najvýznamnejším opatrením SR pri riešení mimoriadnej udalosti v oblasti ropy a ropných produktov pri vyhlásení stavu núdze musí byť efektívne hospodárenie s núdzovými zásobami ropy a ropnými produktmi. Vzhľadom na odhadovaný nárast výhľadovej spotreby ropných výrobkov bude sa dynamicky zvyšovať aj potreba uskladňovania väčšieho množstva núdzových zásob. Asi o 15 rokov by sa súčasná úroveň núdzových zásob, ktorá by podľa metodiky EÚ mala dosiahnuť minimálne 39 560 tis. ton, mohla až zdvojnásobiť. Súčasťou efektívneho riešenia musí byť aj preprava a spracovanie ropy. Prepravné a distribučné zabezpečenie zásobovania ropy a ropných produktov zahŕňa plánovanie, prípravu, prepravu, spracovanie a distribúciu ropy a ropných produktov odberateľom na miesto výdaja. Pri plánovaní treba špecifikovať riziká, ktoré sú spojené s ropou. Riziká boli rozdelené do troch oblastí a to na riziká spojené s prepravou, spracovaním a skladovaním ropy a ropných produktov. Tieto jednotlivé oblasti boli následne rozdelené podľa činiteľa, ktorý môže spôsobiť vznik rizika a to živelná pohroma, technologická porucha a ľudský faktor. Expertíznym odhadom boli priemerné hodnoty jednotlivých skupín rizík vo všetkých troch oblastiach vyhodnotené v kategórii C (významné riziko). Ide o významné riziká, kedy je potrebné navrhnuť opatrenia spojené so skorým riešením. Podľa významnosti a finančnej záťaže treba zväžiť, ktoré opatrenia pre zníženie jednotlivých rizík sú najaktuálnejšie. Opatrenia by sa mali týkať zabezpečenia signalizačných a kamerových systémov, výmeny zastaraných častí ropovodov, technológií v rafinérii, či sklade, sanačných prác pre zabránenie vzniku zosuvov pôdy alebo záplav. Zásobovanie Slovenska ropou bolo a aj v budúcnosti bude ovplyvnené medzinárodnou situáciou. Vzhľadom na trasu ropovodu Družba sa prípadná redukcia dodávok ropy dotkne viacerých krajín, z ktorých okrem Ukrajiny a Bieloruska sú všetky členskými krajinami EÚ. V tomto zmysle Slovensko a susediace krajiny by mali podporovať rozvoj vzájomného prepojenia ropovodných sietí medzi krajinami EÚ, a to v záujme zvýšenia stability ekonomiky celej EÚ, s rešpektovaním princípov spolupráce, solidarity a povinnosti pomôcť členskej krajine EÚ v stave ropnej núdze.

Táto publikácia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: IKT pre smart spoločnosť, kód ITMS2014+: 313011T462, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

- [1] PINKA, J. *Technológia vrtania na mori a na pevnine*. 2. doplnené vydanie. Košice: FPP F BERG TU Košice, 2015. 184 s. ISBN 0-88698-227-8.
- [2] TRANSPETROL. *Výročná správa 2017* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné na: https://mail.centrum.sk/download.php?msg_id=00000000483400020f2005841ba0&idx=1.2&filename=V%20C3%BDro%C4%8Dn%C3%A1%20spr%C3%A1va.pdf&r=77.9912976464806
- [3] *Správa štátnych hmotných rezerv. Typový plán pro řešení krizové situace „Narušení dodávek ropy a ropných produktů velkého rozsahu“* [online]. 2017 [cit. 2018-12-03]. Dostupné na: <https://www.sshr.cz/pro-verejnou-spravu/ropna-bezpecnost/Documents/Typovy%20pl%C3%A1n%20-%20Naru%C5%A1en%C3%AD%20dod%C3%A1vek%20ropy%20a%20ropn%C3%BDch%20produkt%C5%AF%20velk%C3%A9ho%20rozsahu%20-%20201.%20aktualizace.pdf>
- [4] SABO, M., X. VRÁBELOVÁ. *Bezpečnostné inžinierstvo. Návod na cvičenia*. Bratislava: STU v Bratislave, 2006. 152 s. ISBN 80-227-2462-9.
- [5] GAJ, F. *Kritická infraštruktúra v podsektore ropa a ropné produkty*. Žilina, 2018. Bakalárska práca. Katedra technických vied a informatiky Fakulty bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline.
- [6] Petroleum.sk. *Preprava a skladovanie ropy* [online]. [cit. 2019-07-16]. Dostupné na: <http://www.petroleum.sk/preprava-skladovanie-ropy>
- [7] International Energy Agency. *Energy supply security 2014 (part 2)* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné na: http://www.iea.org/media/freepublications/security/EnergySupplySecurity2014_TheSlovakRepublic.pdf
- [8] TRANSPETROL.sk. *Ropovodná sieť v SR* [online]. [cit. 2019-10-10]. Dostupné na: <https://www.transpetrol.sk/ropovodna-siet-v-sr/>
- [9] *Smernica 2006/67/ES, ktorou sa členským štátom ukladá povinnosť udržiavať minimálne zásoby ropy a/alebo ropných výrobkov (kodifikované znenie)* [online]. [cit. 2019-09-19]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006L0067&from=SL>
- [10] *Zákon č. 372/2012 Z. z. Zákon o štátnych hmotných rezervách a o doplnení zákona č. 25/2007 Z. z. o elektronickom výbere mýta za užívanie vymedzených úsekov pozemných komunikácií a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov* [online]. [cit. 2019-07-19]. Dostupné na: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2012-372>
- [11] *Zákon č. 373/2012 Z. z. Zákon o núdzových zásobách ropy a ropných výrobkov a o riešení stavu ropnej núdze a o doplnení zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov* [online]. [cit. 2019-07-19]. Dostupné na: <https://www.zakonypreludi.sk/zz/2012-373>