

POUŽITIE NÁHRADNÉHO DIAĽKOVÉHO POTRUBIA PRI RIEŠENÍ MIMORIADNYCH SITUÁCIÍ VO VNÚTROZEMSKÉJ VODNEJ PLAVBE

APPLICATION OF ALTERNATIVE TRANSMISSION PIPELINE DURING EMERGENCIES IN INLAND WATER NAVIGATION

Luboš Halama, Miroslav Tomek¹

Anotace: Príspevok sa zaoberá vplyvom priepustnosti rieky Dunaj na bezpečnosť vodnej dopravy. V ďalšej časti rieši možnosť použitia náhradného diaľkového potrubia na riešenie mimoriadnej udalosti a to prečerpávanie nebezpečnej látky z tankového plavidla uviaznutého v plavebnej dráhe.

Klíčová slova: Bezpečnosť, mimoriadna udalosť, potrubie, tankové plavidlo, uviaznutie

Summary: The paper deals with the influence of the Danube permeability on waterway safety. The next section addresses the possibility of using the alternative pipeline to address the emergency and the transfer of hazardous substances from a tank vessel dedlocked in the fairway.

Key words: Safety, emergency, pipeline, tank vessel, deadlocked

1. ÚVOD

Na prepravu nebezpečných vecí sa používajú aj vnútrozemské vodné cesty. Jednou z nich, ktorá je v širokej miere používaná je aj rieka Dunaj. Prepravu nebezpečných vecí po vodnej ceste negatívne ovplyvňuje celý rad faktorov, jedným z nich môže byť aj stav tejto vodnej cesty a to konkrétne jej zúžené miesta, brody atď. V prípade vzniku mimoriadnej udalosti akou je uviaznutie tankového plavidla, je potrebné z neho rýchlo a bezpečne dostať nebezpečný tovar. Jedným zo spôsobov môže byť aj netradičné použitie súpravy náhradného diaľkového potrubia, tak ako je riešené v článku.

2. VPLYV PRIEPUSTNOSTI VODNEJ CESTY NA BEZPEČNOSŤ VODNEJ DOPRAVY

Vodná doprava SR je plnohodnotnou súčasťou dopravnej sústavy štátu. Jej hlavné uplatnenie spočíva najmä v preprave hromadných voľne ložených a tekutých substrátov, ktoré nie sú náročné na rýchlosť prepravy. Oproti iným druhom dopravy vyniká predovšetkým

¹ Ing. Luboš Halama, externý doktorand, Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Tel.: 00421/5136618, E-mail: dgsa@dgsa.sk
doc. Ing. Miroslav Tomek, PhD., Žilinská univerzita v Žiline, Fakulta špeciálneho inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Tel.: 00421/5136857, E-mail: Miroslav.Tomek@fsi.uniza.sk

nízkou energetickou náročnosťou, vyššou produktivitou práce a nízkym nepriaznivým vplyvom na životné prostredie. Podľa druhu vodnej dopravnej cesty na ktorej prebieha plavba sa vodná doprava rozdeľuje na vnútrozemskú vodnú dopravu a na námornú dopravu.

Dominantná v podmienkach SR je vnútrozemská vodná doprava a to predovšetkým vďaka 172 km dlhému úseku rieky Dunaj, ktorý začína pri Devíne na ústí rieky Morava (1 880,20 rkm) a končí na ústí rieky Ipeľ pri obci Szób (1 708,20 rkm). Dunaj tvorí súčasne aj jeden z hlavných európskych dopravných koridorov s označením Koridor č. VII – Dunaj, označený ako E 80 v Európskej dohode o hlavných vnútrozemských vodných cestách medzinárodného významu (Dohoda AGN) [1].

Okrem Dunaja k splavným riekam na Slovensku patrí aj 78 kilometrov dlhý dolný úsek Váhu, ktorý je v súčasnej dobe splavný od ústia rieky v Komárne po prístav Sereď. Plavbu po tomto úseku však obmedzuje nízky stav hladiny, bezpečná plavba je na tomto úseku závislá od množstva vody, ktoré vypustí Vodné diela Kráľová a Selice.

Z hľadiska pozdĺžneho profilu vodnej cesty Dunaj na slovenskom území mení horský charakter v dôsledku lomu spádu z 0,43 ‰ na 0,05 ‰ na 1 811 rkm pri obci Sap. Týmto dochádza k zníženiu unášacej schopnosti toku, rýchlosť prúdenia sa znižuje a polomer zakrivení a zákrut sa zväčšuje. Dochádza k vytvoreniu riečného systému, ktorý je označovaný ako „vnútrozemská delta“. Zníženie unášacej schopnosti má však za následok vytváranie miest s rozdielnymi hĺbkami, ktoré sú označované ako brody a úžiny. Na slovenskom úseku Dunaja je identifikovaných 16 brodov a úžin, z ktorých limitujúcim pre výkon plavby je najčastejšie brod a úžina na 1 711,30 rkm.

Jednou z podmienok bezpečnej plavby je stav a priepustnosť vodnej dopravnej cesty. Pri vzniku mimoriadnej udalosti (MU) je plavba na niektorom z úseku rieky obmedzená prípadne zastavená z dôvodu prekážky v plavebnej dráhe.

Infraštruktúra vnútrozemskej vodnej dopravy neumožňuje odklon trás či obchádzku tak ako je to pri iných druhoch dopravy, jediným riešením je čo najrýchlejšie odstránenie prekážky a obnovenie lodnej premávky. Stav a usporiadanie vodnej cesty, vrátane objektov a zariadení na vodnej ceste, technický stav plavidla, nesprávne uloženie, rozloženie alebo upevnenie nákladu či zlyhanie ľudského činiteľa sú najčastejšími príčinami vzniku MU vo vodnej doprave, čo je schematicky znázornené na obrázku č. 1.

Plavebná nehoda je udalosť, ktorá sa stala počas prevádzky plavidla alebo v príčinnej súvislosti s ňou a má za následok poškodenie alebo zničenie plavidla, jeho súčasti alebo výstroja, poškodenie alebo zničenie prepravovaného tovaru, ak tieto následky nevyplývajú z povahy samotného nákladu, poškodenie vodnej cesty alebo stavieb na nej alebo spôsobenie ujmy na zdraví či smrť [6]. Rozdelenie plavebných nehôd je uvedené na obrázku č. 2.

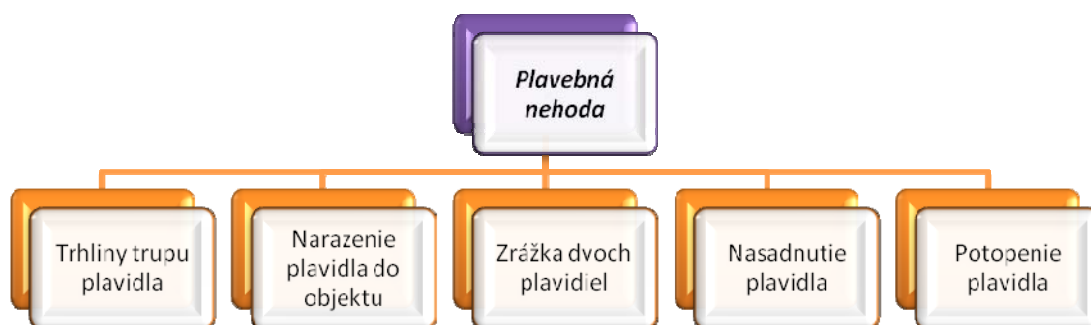
Jednou z plavebných nehôd s akou je možné sa reálne stretnúť na slovenskom úseku Dunaja je nasadenie tankového plavidla na plytčinu pri plavbe cez brody a úžiny. Riešenie mimoriadnej situácie tohto druhu spočíva v prečerpaní časti alebo celého množstva nákladu tankeru, ktorému sa nadľahčením vráti jeho manévrovacie schopnosti.



Zdroj: Autori

Obr. 1 - Príčiny vzniku mimoriadnych udalostí vo vodnej doprave

Na slovenskom úseku Dunaja sa však vyskytujú miesta, na ktorých pristavenie druhého plavidla je problematické alebo dokonca nemožné. Spôsob ako plavidlo v takomto prípade odľahčiť je prečerpanie časti alebo celého množstva nákladu na pevninu, kde by bol uložený v dočasných skladovacích priestoroch alebo do cestných alebo dráhových vozidiel. Jedna z možností prečerpania je využitie dočasne postavenej potrubnej linky.



Zdroj: Autori

Obr. 2 - Rozdelenie plavebných nehôd

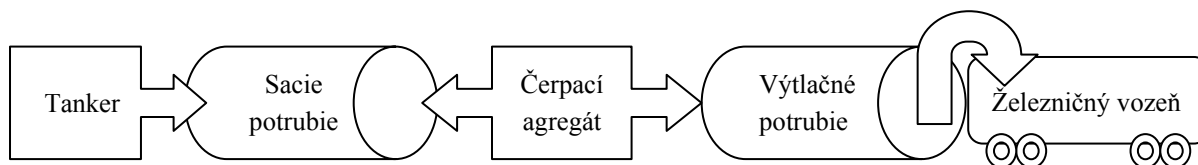
3. NÁVRH POUŽITIA NÁHRADNÉHO DIAĽKOVÉHO POTRUBIA NA RIEŠENIE MIMORIADNEJ UDALOSTI NA DUNAJU

Pre účely armády bola v bývalej Československej socialistickej republike v osemdesiatych rokoch vyvinutá súprava náhradného diaľkového potrubia s typovým označením PDP 150 (poľné diaľkové potrubie s priemerom 150 mm). Toto potrubie bolo určené na zásobovanie vojsk predovšetkým pohonnými hmotami na veľké vzdialenosti. Súčasne bola vyvinutá súprava s označením PDP 100 s priemerom potrubia 100 milimetrov, ktorá bola určená aj na zásobovanie pitnou vodou vojsk alebo oblastí postihnutých vojnou. Obidve súpravy sú doteraz zaradené ako prostriedky Ozbrojených síl Slovenskej republiky (OS SR).

Použitie súpravy poľného diaľkového potrubia je možné demonštrovať na modelovej situácii, kedy je potrebné prečerpať časť nákladu prepravovanej motorovej nafty z nasadnutého tankového plavidla. Zvolené miesto MU je brod na slovenskom úseku Dunaja, staničenie 1 711,30 rkm. Miesto sa nachádza pri ostrove Helemba, medzi obcami Kováčov a Chľaba na slovenskom brehu. Tento brod je v lodných mapách označovaný ako úžina a brod so skalnatým dnom. Stred plavebnej dráhy na ktorom došlo k nasadnutiu plavidla sa nachádza vo vzdialenosti 250 metrov kolmo na breh. Priestor na brehu je kamenitý bez väčších nerovností, široký približne 30 metrov. Vo vzdialenosti 250 metrov od brehu Dunaja prechádza rovnobežne s tokom rieky dvojkoľajná, elektrifikovaná železničná trať č. 130 Štúrovo – Kamenice nad Hronom - pohraničná prechodová stanica (PPS) Štúrovo (Szób). Medzi železničnou traťou a brehom sa rozprestiera pole, príjazd cestných vozidiel až k brehu je možný s využitím poľnej cesty alebo priamo cez pole.

Nasadnutie plavidla na tomto mieste je špecifické tým, že reliéf dna je skalnatý, teda nie je možné nasadnuté plavidlo stiahnuť pomocou lán, navijakov alebo druhým plavidlom nakoľko by mohlo nastať poškodenie trupu plavidla s následným únikom substrátu do vody a zatopením časti plavidla prípadne až jeho potopenie. Prečerpať časť nákladu do druhého tankového plavidla na tomto mieste nie je jednoduché, plavidlo približujúce sa po prúde by muselo k nasadnutému plavidlu zplúvať – manéver je označovaný ako „zlavírovanie“ (samovoľné unášanie plavidla otočeného proti prúdu). Tento manéver je však náročný aj pre skúseného kapitána. K nasadnutému plavidlu je možné priblíženie iba proti prúdu, nakoľko však toto miesto je klasifikované zároveň ako úžina, priblíženie je možné iba plavidlom z maďarského úseku Dunaja.

Prečerpanie a odľahčenie nasadnutého tankového plavidla je možné za pomoci náhradného diaľkového potrubia z Centra potrubnej dopravy OS SR. Jeho použitie na 1 711,30 rkm je oproti jeho pôvodnej funkcii špecifické. Dĺžka vystavenej potrubnej linky bude dosahovať rádovo iba stovky metrov, pri čerpaní nie je potrebné prekonávať veľké výškové rozdiely atd. Potrubná linka na tomto mieste pozostáva zo sacieho potrubia, čerpaceho agregátu a výtláčného potrubia bez medziľahlých čerpacích staníc, ako je schematicky znázornené na obrázku č. 3.



Zdroj: Autori

Obr. 3 - Schéma potrubnej linky

4. VÝSTAVBA POTRUBNEJ LINKY A PREČERPÁVANIE NASADNUTÉHO TANKOVÉHO PLAVIDLA UVIAZNUTÉHO V PLAVEBNEJ DRÁHE

Prečerpanie nasadnutého tankového plavidla v plavebnej dráhe na brode 1 711,30 rkm Dunaja pozostáva zo štyroch etáp uvedených na obrázku č. 4.

Plánovanie výstavby a prevádzky potrubnej linky nesmie byť založené na odhadoch, na nepreverených informáciách a záveroch [3]. Plánovaniu predchádza prípravné obdobie počas ktorého dochádza k analýze vzniknutej situácie. Na základe podkladov z analýzy, ktorá spočíva v rekognoskácii miesta MU (povaha terénu, prístup do miesta rozvinutie, prepravovaný substrát, technická špecifikácia, predpokladaná trasa výstavby apod.) sa vypracováva dokumentácia na výstavbu.



Zdroj: Autori

Obr. 4 - Etapy riešenia plavebnej nehody

Pri výstavbe potrubnej linky pomocou ktorej bude prečerpaný náklad z nasadnutého tankového plavidla uprostred plavebnej dráhy Dunaja na pevninu je potrebné vyriešiť niekoľko otázok, s ktorými sa pri bežnom pozemnom spôsobe výstavby nestretáme (napr. spôsob polozenia potrubia na vodnej hladine, stabilitu a bezpečnosť potrubia atď.).

Rozhodujúcou etapou je výstavba potrubnej linky, ktorej cieľom bude prekonanie vzdialenosti z brehu na nasadnuté plavidlo. Výstavbu potrubia k plavidlu je možné riešiť tromi spôsobmi:

- položením potrubia na dno vodného toku,
- vedením potrubia na vystavanom lešení,
- vedením plávajúceho potrubia po hladine (samonosné potrubie).

Pri všetkých spôsoboch výstavby je potrebné brať do úvahy vzdialenosť brehu vodného toku od nasadnutého plavidla, dynamiku vodného prúdu (rýchlosť a sila prúdu meniace sa od prúdnice k brehu), hĺbku, zloženie a profil dna vodného toku.

Výstavba potrubnej linky po dne vyžaduje vysoké nároky na výpočet vzdialenosti, presné určenie hĺbky a na technické prostriedky. Jedným možným riešením by však bola fáza výstavby potrubnej linky pozdĺž brehu, kde by sa jednotlivé rúry spojili a potom by sa určený koniec presunul k plavidlu. Dĺžka potrubia by však bola založená na odhadoch, veľmi

problematické by boli úpravy na konci potrubnej linky potrebné na pripojenie potrubia k výpustnému potrubiu tankov plavidla. Presun potrubnej linky v takomto prípade vyžaduje hladké, tvrdé dno vodného toku a prostriedok, ktorým by bolo možné koniec linky pritiahnuť k plavidlu, čo je náročné už len vzhľadom na hmotnosť vystavaného potrubia. Ak by bola týmto spôsobom predsa len potrubná linka bola vystavaná, pri jej spustení by nebolo možno vizuálne kontrolovať tesnosť spojov potrubia.

Výstavba potrubnej linky po lešení je ďalším spôsobom ako vystavať potrubie k nasadenému plavidlu. V prípade mimoriadnej udalosti je to však spôsob výnimočný, ktorý kladie nároky na vysokú spotrebu materiálu, na prácnosť vystavania a je náročný najmä z hľadiska času. Na výstavbu lešenia by bolo možné použiť oceľové konštrukcie alebo konštrukcie z dreva.

Samonosné potrubie plávajúce po vodnej hladine je tretím variantom výstavby potrubnej linky. Tento spôsob nevyžaduje vysoké nároky na materiál, na prácnosť ani na čas. Princíp samonosného potrubia bol vyskúšaný v praxi jednotkami OS SR na voľnej vodnej hladine v rámci praktického cvičenia OS SR a to na návrh jedného zo spoluautorov článku. Samonosnosť potrubia je zabezpečená plavákmi, ktoré sú vyhotovené z dvoch oceľových sudov o objeme 200 litrov. Sudy sú navzájom spojené obručami v mieste ich dotyku vznikne spojením sudov lôžko pre uloženie potrubia. Toto riešenie ukazuje fotografia na obrázku č. 5.



Zdroj: Halama

Obr. 5 - Použitie plavákov zo sudov na voľnej hladine

Pri jeho výstavbe po hladine rieky je však potrebné brať do úvahy nasledujúce faktory:

- dynamika vodného prúdu,
- spôsob montáže,
- zabezpečenie priameho smeru (priehyb potrubia).

Montáž potrubnej linky na vodnej hladine je možné vykonávať dvomi spôsobmi:

- letmá montáž,
- montáž postupným vysúvaním.

Princíp letmej montáže spočíva v tom, že potrubie sa stavia podobným spôsobom ako na pevnine, spájanie rúr sa však vykonáva na vodnej hladine. Nie je podstatné či výstavba potrubnej linky začne smerom od nasadnutého plavidla k brehu alebo opačne. Nevýhodou pri tomto spôsobe montáže je doprava každej jednej rúry z brehu ku koncu stavanej potrubnej linky. Tento spôsob montáže vyžaduje minimálne dva až tri motorové člny, ktoré budú zabezpečovať prepravu rúr a bójí z brehu. Jeden motorový čln zároveň slúži ako montážna plošina pre spájanie potrubnej linky.

Princíp montáže postupným vysúvaním spočíva v tom, že na plytčine cca 2 – 4 metre od brehu kde je hĺbka vody do 1 metra je na plaváku uložená rúra dĺžky 6 metrov tak aby jej stred ležal na plaváku. Toto uloženie umožňuje dostatok montážneho priestoru na spojenie potrubnej linky a výstupného potrubia nasadnutého plavidla za pomoci tvaroviek a armatúr. Rúra uložená takto na plaváku je spojená na pevnine s druhou rúrou a plavák je vysunutý smerom k plavidlu. Ďalšie spájanie rúr prebieha podobným spôsobom, vždy je spájanie vykonávané na pevnine.

Zabezpečenie priameho smeru výstavby potrubnej linky k plavidlu je možné vykonať dvoma spôsobmi:

- istením plavákov z plavidla,
- istením plavákov z brehu,
- istením plavákov z plavidla aj pevniny.

Na istenie konca potrubnej linky z nasadnutého plavidla je možné použiť vybavenie tankového plavidla – kotevný vrátok s oceľovým lanom. Tento navijak je možné použiť na udržanie smeru a približovanie konca potrubnej linky k plavidlu. Spôsob tohto istenia vyžaduje nepretržité spojenie obsluhy navijaku s pracovnou skupinou.

Koniec potrubnej linky je možné istiť aj z pevniny. Za týmto účelom je možné využiť vozidlo Tatra T – 815 vybavené navijakom s lanom, nevýhodou tohto spôsobu istenia je však prílišná hrúbka a krátka dĺžka oceľového lana (80 metrov). Spôsob istenia z pevniny je možný aj za použitia konopných lán a drevených kolíkov zatlčených do zeme.

Na udržanie smeru má vplyv dynamika vodného toku. Predovšetkým rýchlosť prúdu ovplyvňuje smer unášania plavákov po prúde. Smerom k prúdnici je rýchlosť prúdu vyššia a pokiaľ potrubná linka nebude pod tlakom, mohlo by dochádzať k nežiaducemu priehybu potrubnej linky. Tomuto je možné zamedziť tak, že výstavba potrubnej linky nebude riešená kolmo z brehu najkratšou trasou k plavidlu, ale výstavba začne na mieste položenom vyššie proti prúdu a to tak aby trasa vystavanej potrubnej linky z brehu k plavidlu zvierala uhol cca 45°.

Výstavba potrubnej linky je ukončená jej napojením k tankovému plavidlu. Na koniec potrubia položeného na plavákoch je potrebné umiestniť spätnú klapku za účelom zabránenia výtoku substrátu z potrubia ku ktorému môže dôjsť pri zvinovaní potrubnej linky. Od spätnej klapky za použitia tvaroviek a redukcí pracovná skupina na montážnej plošine, ktorá je tvorená motorovým člnom ukončí napojenie potrubnej linky k plavidlu. Pri tankových člnoch

môže montážnu plošinu zabezpečovať tlačný remorkér odpojený od člnu. Podmienkou odpojenia remorkéru je dvojstranné ukotvenie tankového člnu.

Čerpanie substrátu z plavidla je podmienené vyvinutým tlakom, ktorý spôsobuje prúdenie substrátu v potrubí. Potrebný tlak v potrubnej linke je zabezpečený vysokotlakovým čerpacím agregátom KD 200. Pre jeho správnu funkčnosť je však potrebné dosiahnuť tlak na strane sania v potrubí minimálne 0,2 MPa. Tento požadovaný tlak zabezpečia čerpadlá tankového plavidlá. V prípade, že nasadnutým plavidlom je tankový čln, ktorý nie je vybavený vlastným čerpadlom, sací tlak zabezpečí podávacie čerpadlo zo súpravy PDP 150 s označením PD 48. Na prepravu podávacieho čerpadla z brehu na tankový čln je možné použiť tlačný remorkér, ktorý sa vzhľadom k svojmu nízkemu ponoru (tlačný remorkér „MUFLÓN“ ponor 1,2 m, maximálny ponor iných remorkérov do 2,0 m) môže priblížiť k brehu do takej vzdialenosti aby autožeriav čerpadlo PD 48 na neho naložil.

Vlastnému čerpaniu substrátu predchádza začisťovanie a tlaková skúška. Začisťovanie sa vykonáva stlačeným vzduchom pomocou gumovej gule. Účelom začisťovania je odstránenie nečistôt a cudzích predmetov z potrubia.

Dôležitým krokom pred vlastným čerpaním je vykonanie tlakovej skúšky, ktorú je možné vykonať pneumatically (stlačeným vzduchom) alebo hydraulicky (kvapalinou). Účelom tlakovej skúšky je overenie tesnosti spojov rúr, armatúr, tvaroviek a prírub. Indikátorom nedostačujúceho spojenia sa pri pneumatickej tlakovej skúške prejaví únikom vzduchu (výrazné syčanie v oblasti spoja) pri hydraulickej skúške únikom kvapaliny (striekanie).

Pri odčerpávaní substrátu z tankového plavidla je potrebné dodržať technologický postup vypúšťania tak aby bola zachovaná stabilita lodi, jej rovnovážny stav a tak aby bolo zabránené namáhaniu telesa plavidla v ohybe aj krútení. Komory sa vypúšťajú podľa typu plavidla postupne od provy po kormu.

5. ZÁVER

Použitie súpravy PDP 150 z OS SR pri riešení MU vo vnútrozemskej vodnej doprave ukazuje, že tento spôsob je v praxi reálny, v niektorých prípadoch dokonca ako jedinečný. Prínosom pre prax by bol nácvik Centra potrubnej dopravy OS SR v súčinnosti s útvarom krízového riadenia Štátnej plavebnej správy SR, ktorého cieľom by bolo identifikovanie kritických činností pri výstavbe potrubia a návrh opatrení vedúci k čo najrýchlejšiemu riešeniu MU.

POUŽITÁ LITERATURA

- [1] SEIDL M.: *Rola śródlądowego transportu wodnego w rozwoju regionów Unii Europejskiej (časť: Vodná doprava v podmienkach Slovenskej republiky)* monografia. Wrocław: CL Consulting i Logistyka, Oficyna Wydawnicza NDiO, 2008, str. 103 – 112, ISBN 978-83-89908-85-8.

- [2] SEIDL M., ŠIMÁK L.: *Doprava v krízových situáciách*. Nitra: SPU, 2006. str. 91-97, ISBN 80-8069-678-0.
- [3] SEIDL M., TOMEK M.: *Použitie potrubnej dopravy v krízových situáciách*. Žilina: EDIS – vydavateľstvo ŽU, 2004, str.11 - 149, ISBN 80-8070-1870-3.
- [4] ŠULGAN, M., POSEDOVÁ, J., RIEVAJ, V.: *Európske dopravné koridory a Slovensko*. Žilina: EDIS - vydavateľstvo ŽU, 2001. str.87-122, ISBN 80-7100-903-2.
- [5] ZAMIAR, Z., BUJAK, A., 2007: *Zarys infrastruktury i technologii przewozów podstawowych gałęzi transportu*. Wrocław: MWSLiT, 2007, 145 s., ISBN 978-83-89908-55-1.
- [6] *Zákon NR SR č. 338/2000 Z. z. o vnútrozemskej vodnej plavbe v znení neskorších predpisov.*

Príspevok je spracovaný s podporou projektu

Centrum excelentnosti pre systémy a služby inteligentnej dopravy

ITMS kód projektu 26220120028

Žilinská univerzita v Žiline



ERDF - Európsky fond regionálneho rozvoja

Projekt je spolufinancovaný zo zdrojov ES

