OPTIMALIZAČNÉ PROCESY AKO SÚČASŤ INTELIGENTNÝCH DOPRAVNÝCH SYSTÉMOV PRE POTREBY KRÍZOVÉHO RIADENIA

Jozef Ristvej [1]), Tomáš Riska [2]),
Marek Kvet [3]), Tomáš Loveček [4])

ABSTRAKT

Predkladaný článok sa zameriava na výskumné laboratórium „Modelovania a simulácie krízových javov v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania“ na Žilinskej univerzite v Univerzitnom vedeckom parku. Cieľom autorov v článku je prepojenie vedeckovýskumných úloh riešiteľských tímov smerom k optimalizačným a vizualizačným technikám na podporu rozhodovania so zameraním práve na oblasť krízového a bezpečnostného manažmentu. V jednotlivých častiach sú identifikované hlavné ciele a možnosti výskumu, zameranie, ako aj jedinečnosť ponúkaných riešení.

Kľúčové slová:

simulačné technológie, krízový manažment, doprava, optimalizácia, veda a výskum.

ABSTRACT

The submitted article is focused on research laboratory "Modeling and simulation of crisis phenomena in transport to increase the efficiency of decision-making" at the University of Žilina in University Science Park. The aim of the authors of the article is to link scientific and research tasks of research teams towards to optimization and visualization techniques in support of decision-making with focus on the field of crisis management. In particular section, we identify the main objectives, research opportunities, focus and uniqueness of offered solutions.

Key words:

simulation technology, crisis management, transport optimization, science and research.

[1] doc. Ing. Jozef Ristvej PhD., Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Katedra krízového manažmentu, Ul. 1.mája 32, 01026 Žilina, Tel: +421 41 513 6717, e-mail: jozef.ristvej@fbi.uniza.sk ,

[2] Ing. Tomáš Riska, Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Tel.: +421 41 513 6617, e-mail: tomas.riska@uniza.sk ,

[3] Ing. Marek Kvet, PhD., Univerzitný vedecký park Žilinskej univerzity v Žiline, Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina, Tel.: + 421 41 513 6858, email: marek.kvet@fbi.uniza.sk ,

[4] doc. Ing. Tomáš Loveček, PhD., Fakulta bezpečnostného inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ul. 1.mája 32, 01026 Žilina, Tel.: +421415136664, email: tomas.lovecek@fbi.uniza.sk .

ÚVOD

Už dlhodobo sa Žilinská univerzita v Žiline venuje okrem svojich ostatných aktivít aj výskumu so zameraním na oblasť dopravy a technickej praxe. A preto jednou zo štyroch divízií Univerzitného vedeckého parku (UVP) je divízia inteligentných dopravných systémov (IDS). Univerzitný vedecký park sa orientuje na vedecký prístup k riešeniu problémov aplikovaných v praxi, pričom bude využívať a integrovať znalosti a skúsenosti vedcov a odborníkov z praxe. Jednotlivé výskumné tímy divízie IDS budú prinášať riešenia problémov a inovatívne prvky v monitorovaní a inteligentnom riadení dopravy.

1 CIELE VÝSKUMU V OBLASTI INTELIGENTNÝCH DOPRAVNÝCH SYSTÉMOV SMEROM K UNIVERZITNÉMU VEDECKÉMU PARKU

Európska únia a teda aj Slovenská republika ako jej súčasť musí reagovať na enormný nárast prepravy tovaru a osôb, čo ma výrazný vplyv na kvalitu života v spoločnosti. Ak teda máme záujem vyvíjať riešenia výrazne zlepšujúce spomínanú kvalitu života, je tu potreba riešiť najmä nasledovné prioritné požiadavky:

- zdokonaliť bezpečnosť cestnej premávky a ochranu všetkých jej používateľov,
- predchádzať tvorbe dopravných zápch, ktoré zvyšujú cestovné náklady, zhoršujú životné prostredie a predlžujú cestovný čas prepravy,
- zvýšiť nárast verejnej dopravy na úkor individuálnej všade tam, kde je to pre rozvoj kvality života potrebné a účelné,
- znížiť negatívny vplyv na životné prostredie,
- zlepšiť konkurencieschopnosť a výkon systémov nákladnej dopravy a logistiky,
- zaistiť, aby obyvatelia Slovenskej republiky mali prístup k bezpečnej a dostupnej doprave. (UVP, 2015)

Je potrebné si uvedomiť jednu dôležitú skutočnosť, a to, ak máme záujem výrazne zvýšiť kvalitu života spoločnosti, nemôžeme konať ako jednotlivec. Práve preto sme sa rozhodli prepojiť viacero aktivít UVP. Medzi tieto výskumné aktivity patria oblasti ako:

- Modelovanie a simulácia krízových javov a bezpečnostných incidentov (napr. krízové javy v spoločenskom, technickom, technologickom a prírodnom prostredí, teroristický útok, organizovaný zločin, trestná činnosť – vandalizmus, krádež) v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania ako aj predchádzanie týmto negatívnym udalostiam,
- Modelovanie a simulácia ochrany líniových a uzlových dopravných stavieb,
- Hľadanie efektívnych riešení rozsiahlych rozhodovacích problémov pomocou špecializovaných nástrojov aplikovanej informatiky.

Laboratórium modelovania a simulácie krízových javov v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania je jedinečné pracovisko svojho druhu v Slovenskej republike a v Európskej Únii. Je určené na efektívnu a komplexnú prípravu odborníkov krízového a bezpečnostného riadenia pre budúcnosť a prípravu na riešenie krízových javov prostredníctvom využívania simulačných technológií.

Hlavným cieľom výskumu modelovania a simulácie krízových javov v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania je vytvoriť laboratórium simulácie krízových javov, ktoré nám umožní:

- zvýšiť kvalitu prípravy a efektívnosti rozhodovacích procesov v krízovom manažmente,
- zvýšiť psychickú odolnosť krízových manažérov pracujúcich pod neustálym stresom,
- modelovať a simulovať krízové javy v spoločenskom, technickom, technologickom a prírodnom prostredí,
- zber, spracovanie a vyhodnotenie (analýza, syntéza) získaných dát, a to za účelom zvýšenia efektívnosti rozhodovania a spoľahlivosti ľudského faktora s dôrazom na riešenie krízových javov v doprave,
- modelovanie a simulovanie správania sa narušiteľa v stráženom priestore,
- modelovanie a simulovanie taktiky zásahovej jednotky pri eliminácii útoku narušiteľa.

Optimálne riešenie mimoriadnych udalostí si vyžaduje pripraviť krízové scenáre, ktoré simulujú negatívne účinky krízových javov na dopravné procesy a umožňujú plánovať preventívne opatrenia a pripravovať sily, prostriedky a zdroje na ich riešenie. Navrhované opatrenia je možné vďaka simulačným technológiám verifikovať, optimalizovať a následne priebežne zdokonaľovať preventívne opatrenia. Laboratórium modelovania a simuláciu krízových javov v doprave vytvorí expertné centrum pre analýzu, diagnostiku a kvantifikáciu externých vplyvov na interakciu človek – stroj a na zvyšovanie kvality prípravy a efektívnosti rozhodovacích procesov. Umožňuje tiež vykonávanie expertíz dopravných situácií z reálneho prostredia ako aj modelových situácií so zameraním na krízové javy v doprave. Na podporu rozhodovacieho procesu orgánov krízového manažmentu je nevyhnutný aj dostatok informácií o silách, zdrojoch a prostriedkoch nevyhnutných na riešenie krízových javov, ako aj vzorových metodických postupov riešenia krízových javov v dopravných procesoch.

2 PREHĽAD NÁSTROJOV A MOŽNOSTI VYUŽITIA

Na podporu rozhodovania pri riešení krízových javov je častokrát potrebné použiť systematický postup modelovania a simulácie, pomocou ktorých je možné zjednodušiť proces vývoja konkrétneho krízového javu a priblížiť v rámci skúmania sledovať vývoj krízového javu v čase. Pri skúmaní krízových javov je možné využiť aj experiment na reálnom technologickom zariadení, ako základnú vedeckú metódu skúmania. Avšak experimentovanie s technologickými zariadeniami, ktoré využívajú

nebezpečné látky je veľmi riskantné a môže byť zdrojom priemyselnej havárie, tak ako tomu bolo napríklad v jadrovej elektrárni Černobyľ v roku 1986.

Vzhľadom na veľké množstvo typov či kategórií modelov, existuje aj množstvo spôsobov modelovania. V podmienkach posudzovania rizík v priemyselných procesoch je potrebné klásť dôraz na možnosti modelovania a simulácie tak, aby boli výsledky aplikovateľné v analýzach, ktoré sú podkladom pre hodnotiace správy a majú často krát dopad na vynaložené finančné prostriedky, prípadne na začatie (ukončenie) konkrétnych činností spojenými s týmito procesmi.

V Metodickej príručke Ministerstva životného prostredia SR o havarijných plánoch (Kandráč, 2001) sa píše: „Výpočet dosahu scenárov rozptylov v závislosti na ich povahe je pomerne zložitý termodynamický a hydrodynamický problém, preto naň neexistujú „kalkulačkové“ vzorce, ani výpočty. Rôznymi inštitúciami boli vyvinuté empirické matematické modely alebo modely postavené na základe pokusov, ktoré dokážu predpovedať vývoj koncentrácie pri rozptyloch. Boli vyvinuté viaceré softvéry, ktoré umožňujú na základe vstupných údajov spracovateľa havarijných scenárov rozptylu (teplota, tlak, množstvo uniknutej látky, rýchlosť vetra, atď.) modelovať dosahy, dávky a koncentračné profily a výsledky zobraziť v textovej a grafickej forme. Spomeňme najprístupnejšie: komerčný český program Rozex, prípadne TerEx a americký program Aloha." Z pohľadu hodnotenia rizík technologických procesov v priemyselnom prostredí sa ako optimálny softvér javí najmä Aloha, prípadne vďaka slovenskej mutácií TerEx a Rozex. Okrem toho existuje rad ďalších softvérových produktov, ktoré sú finančne náročnejšie avšak po grafickej a používateľskej stránke oveľa komfortnejšie.“

Na analýzu technologických procesov v priemyselnom prostredí konkrétne chemických technologických procesov, je vhodným softvérovým produktom Cameo a Aloha. Obsahujú databázy chemických látok a prípravkov, ktoré môžu záchranné zložky a podniky používať nielen na analýzu a hodnotenie rizík, ale aj vo fáze reakcie v prípade vzniku krízového javu. Vo svete sa veľmi často používajú softvérové produkty švédskej spoločnosti Relcon - Risk Spectrum a americké produkty napr. Saphire (Systems Analysis Programs for Hands-on Integrated Reliability Evaluations), verzia 6.0 firmy Lockheed Martin Idaho Technologies, Inc.

Medzi produkty na podporu rozhodovania pri posudzovaní rizík v priemyselných procesoch sú zaradené produkty, ktoré priamo nehodnotia a nesimulujú riziká technologických procesov, ale činnosti s nimi priamo, alebo nepriamo spojené. Medzi tieto softvérové produkty patrí aj @Risk, ktorý je najlepším príkladom komerčného softvéru. V prípade hodnotenia rizík technologických procesov v priemyselnom prostredí je jeho využitie obmedzenejšie a dalo by sa skôr uplatniť na riziká spojené s implementáciou niektorých projektov v tejto oblasti. Ďalej môžeme uviesť aj Goldsim. Goldsim je softvérový nástroj, ktorý umožňuje tvorbu počítačových modelov, ktoré simulujú komplexné systémy v oblasti podnikania, inžinierskych prác a vedy. Vo všeobecnosti je účelom takýchto modelov simulácia budúceho správania sa

systémov a určenie krokov, ktoré by mohli byť podniknuté pre zvýšenie ich výkonnosti. Jedným z významných nástrojov je aj voľne dostupný softvér Sahana. Slúži na podporu rozhodovania v krízovom manažmente. Ide o softvérový nástroj založený na webovej aplikácií, ktorý má slúžiť ako podpora komunikácie a informovanosti počas mimoriadnych udalostí väčšieho rozsahu, počas prírodných katastrof, pri hľadaní nezvestných ľudí, adresovanie prvej pomoci, riadenie dobrovoľníkov, informovanie obetí a znižovanie následkov prírodných katastrof.

Testovania a skúmania vzniku ako aj priebehu požiarov v špecifickom prostredí nás dokážu za pomoci simulácie požiarov v softvérovom prostredí uchrániť pred finančnou záťažou takýchto procesov. Medzi simulátory požiarov patrí aj nástroj MxInferno 2. MxInferno 2 je softvérový program na simuláciu požiarov. Využíva sa pri školení a výcviku hasičov v USA. Pomocou 28 rôznych parametrov vie program precízne simulovať rozvoj požiaru a dymu.

Okrem hore uvedených nástrojov existujú a v praxi sa využívajú, aj nástroje, ktorých úlohou je riešenie povodňových simulácií. Do tejto kategórie by sme mohli začleniť simulačné nástroje ako:

- MIKE FLOOD, ktorý je komplexný nástroj pre modelovanie a simuláciu povodní. Zahŕňa širokú paletu simulačných modulov, ktoré umožňujú modelovať akýkoľvek typ povodní.
- Flo-2D Pro, ktorý je určený pre mestské typy povodní ako aj záplavy pobrežných oblastí.
- POSIM, ktorý slúži pre demonštráciu a modelovanie stavov a dôsledkov dlhotrvajúcich povodní.

Jednou z veľkých výziev súčasnosti je príprava budúcich odborníkov a riešenia za pomoci simulačných technológií. Prostredníctvom modelov a simulácii v oblasti krízového riadenia je možné zdokonaliť prípravu na zvládanie záťažových situácií a možnosti prípravy rozhodovania budúcich manažérov. Predpokladané oblasti výskumu a vývoja v Laboratóriu modelovania a simulácie krízových javov v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania za pomoci počítačov je:

- vytváranie všeobecnej teórie na úseku bezpečnosti dopravy a nástrojov na posudzovanie bezpečnostného prostredia, krízového riadenia a krízového plánovania,
- vytváranie nových metód a postupov analýzy rizík, ich optimalizácia pre jednotlivé oblasti ľudskej činnosti v spoločenskom, technickom, technologickom a prírodnom prostredí,
- komplexné hodnotenie rizík v spoločenskom, technickom, technologickom a prírodnom prostredí a navrhovanie preventívnych opatrení manažérskeho i technologického charakteru,
- overenie a posudzovanie pôsobnosti úloh a optimalizácia štruktúry bezpečnostného systému štátu a jeho prvkov,
- riešenie krízových javov v doprave v prírodnom, hospodárskom a spoločenskom prostredí,

- riešenie aktuálnych úloh v rámci integrovaného záchranného systému s dôrazom na efektívnosť nasadzovania síl a prostriedkov na riešenie mimoriadnych udalostí,
- overenie a optimalizácia procesov havarijného plánovania, zabezpečovanie prevencie a riešenie závažných priemyselných havárií a ich ekologických dôsledkov,
- posudzovanie funkčnosti kritickej infraštruktúry a zabezpečenie jej ochrany v krízových situáciách,
- projektovanie a technické zabezpečenie procesu ochrany osôb, majetku a objektov,
- overenie a plánovanie síl, zdrojov a prostriedkov na riešenie krízových javov v jednotlivých rezortoch SR,
- vytváranie integrovaných systémov krízového manažmentu,
- komplexná príprava budúcich odborníkov na riešenie krízových javov a bezpečnostných incidentov v rámci študijných programov,
- simulovanie hromadnej dopravnej nehody a nehody s únikom nebezpečných látok, vrátane rádioaktívnych látok,
- overovanie správnosti použitej taktiky a časov nasadenia zásahovej jednotky,
- simulovanie pohybu narušiteľa v chránenom priestore od času prvotnej detekcie až po zadržanie.

3 APLIKÁCIE METÓD OPERAČNEJ ANALÝZY V IDS

Udržanie si konkurencieschopnosti v oblasti výroby, prepravy alebo poskytovania služieb si vyžaduje riadenie založené na moderných informatických nástrojoch. Tieto nástroje umožňujú poskytnúť účinnú podporu pri rozhodovaní o tom, ako efektívne využívať dostupné prostriedky pri dosahovaní rôznych cieľov. Takéto nástroje sú obzvlášť potrebné, ak existuje veľké množstvo možných riešení a nie je jednoduché z nich vybrať tie najlepšie, prípadne je ťažké nájsť riešenie, ktoré by vyhovovalo danej situácii. Z pohľadu návrhu riešenia pre definovaný rozhodovací problém je prvým krokom vytvorenie modelu vyjadrujúceho požadovaný cieľ a matematické vyjadrenie možností, akými sa dá tento cieľ dosiahnuť. Použitím vhodného optimalizačného algoritmu integrovaného do nástroja na podporu rozhodovania je možné vyhľadať jedno alebo niekoľko vhodných riešení, ktoré sú potom poskytnuté pracovníkom zodpovedným za rozhodovanie v danej oblasti. Preto sa v rámci projektu UVP a jeho divízie IDS zameriavame aj na oblasť výskumu optimalizačných metód, ktoré sa ukazujú ako nevyhnutná súčasť tvorby inteligentných riešení pre prax. V uvedených metódach využívame nielen nástroje operačnej analýzy, ale aj poznatky z matematického programovania, teórie pravdepodobnosti a diskrétnej optimalizácie. V oblasti optimalizačných metód hľadáme nové možnosti uplatnenia všeobecných optimalizačných nástrojov, tak aj nových algoritmov, ktoré umožnia riešiť praktické úlohy veľkého rozsahu. Okrem toho sa zameriavame na využívanie heuristických a evolučných prístupov.

Výskum a vývoj v oblasti IDS predpokladá množstvo praktických aplikácií vyžadujúcich prijímanie strategických rozhodnutí. Tie majú zväčša charakter rozsiahlych investičných projektov s dopadom na niekoľko rokov. Ovplyvňujú riadenie, prevádzku a bezpečnosť dopravných systémov. Medzi základné dopravné a logistické aplikácie operačnej analýzy v inteligentných dopravných systémoch nepochybne patria úlohy ako:

- umiestňovanie obslužných centier a technologických zariadení na dopravnej sieti (senzorické siete v koncepcií smart city),
- optimalizácia trás vozidiel s rešpektovaním rôznych obmedzení (mýto, dostupnosť čerpacích staníc, rozmer vozidla a nákladu...),
- časopriestorové rozvrhovanie,
- navrhovanie liniek verejnej dopravy a ich koordinácia v meste,
- tvorba signálnych plánov križovatiek,
- riešenie krízových javov, operatívne rozhodovanie pri vzniku mimoriadnej situácie,
- riadenie procesov prebiehajúcich na dopravnej sieti.

Keďže laboratórium modelovania a simulácie krízových javov je určené na efektívnu a komplexnú prípravu odborníkov krízového riadenia, bude sa aj spolupráca výskumných tímov divízie IDS v oblasti aplikácií metód operačnej analýzy uberať práve týmto smerom. Výskum nových simulačných, optimalizačných a vizualizačných techník na podporu rozhodovania môžeme zamerať na oblasť krízového manažmentu. Špeciálnu pozornosť chceme venovať návrhu záchranných systémov, ktorých efektívne fungovanie má priamy dopad na riešenie krízových situácií v doprave. Tu sa zameriame na výskumu férovosti v obslužných systémoch s cieľom získať metódy a postupy pre návrh rozsiahlych systémov s celoštátnou pôsobnosťou. Okrem toho budeme skúmať možností prenesenia charakteristík, ktoré sú spoločné pre záchranný systém a systém hromadnej obsluhy, do matematickej formulácie umiestňovacej úlohy. Veľmi zaujímavou témou spolupráce bude výskum spôsobov kvantifikácie miery rizika spôsobeného kritickými úsekmi infraštruktúry, ale aj vplyvu rizika na neistotu času dosiahnutia služby. Našim cieľom bude vytvoriť taký návrh komplexného modelu úlohy návrhu záchranného systému, ktorý bude zohľadňovať riziká vyplývajúce z kritických častí infraštruktúry ako aj z neistej dostupnosti služby danej premenlivým prostredím.

Ako sme ukázali na konkrétnych príkladoch, inteligentné dopravné systémy musia byť úzko prepojené s prijímaním správnych rozhodnutí, kde nachádzajú svoje uplatnenie pokročilé optimalizačné procesy a metódy. Našou snahou bude poskytovať nástroje, služby a aplikácie pre proces operatívneho a strategického rozhodovania a riadenia pomocou nových algoritmov a inovatívnych riešení.

ZÁVER

Univerzitný vedecký park na Žilinskej univerzite bude okrem iných zastrešovať aj laboratórium na výskum modelovania a simulácie krízových javov v doprave pre zvýšenie efektívnosti rozhodovania. Laboratórium na výskum modelovania a simulácie krízových javov v doprave bude slúžiť na simuláciu pohybu a správania sa pozemných a vzdušných entít na digitalizovanom prostredí v 2D a 3D zobrazení, umožní modifikáciu algoritmov a implementáciu nových modulov.

Tento článok vznikol s podporou projektu „Univerzitný vedecký park“ (ITMS:26220220184) v rámci OP Výskum a vývoj spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

GARCIA M.L. 2008. The Design nad Evaluation of Physical Protection Systems :Sandia National Laboratories. 351 s. ISBN 978-0-7506-8352-4

HILTZ, S. R., VAN DE WALLE, B., TUROFF,M. 2010. The domain of emergency managment information. [on-line]. In: Information systems for emergency managment.. New York: M. E. Sharpe. ISBN 978-0-7656-2123-4. [cit. 2014-3-17]. Dostupné na: http://books.google.sk/books

Kandráč, J. a kol., 2001, Metodická príručka pre zaraďovanie rizikových podnikov s podprahovými množstvami vybraných nebezpečných látok a pre predbežný odhad rizika v podnikoch podliehajúcich režimu zákona o závažných haváriách. Bratislava: MŽP SR, 2001.

Lynx, 2014, Špeciálne aplikácie, Aplikácia na mieru. [on-line] 2014. [cit. 2014-3-18]. Dostupné na: http://www.lynx.sk

UVP, 2015, Inteligentné dopravné systémy. (online), prístup 2015-03-19, dostupné na: http://www.uvp.uniza.sk/inteligentne-dopravne-systemy/

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.