ŽILINSKÁ UNIVERZITA V ŽILINE
FAKULTA BEZPEČNOSTNÉHO INŽINIERSTVA

KRÍZOVÝ MANAŽMENT – 2/2019
ISSN:1336
str. 28 - 34

PODPORA ROZHODOVÁNÍ V MANAGEMENTU RIZIK

DECISION SUPPORT IN RISK MANAGEMENT

Libor HADÁČEK [1], Tomáš LOVEČEK [2] , Radovan SOUŠEK [3]

ABSTRACT:

The text aims to inform about new software applications that support management organization when deciding on ways of managing risk. Descriptions of two applications are presented in this article. The first application creates forecasts of event occurrence in the near future based on past experience of these events. The input parameters include an estimate of the degree of security protection. The app includes a register of events to keep your own overview of events.

The second application deals with determining the value of the risk of losing assets under a certain scenario, representing a deliberate event caused by humans. A specific feature of the application is that the asset loss risk values are determined from a predefined risk matrix based on the likelihood of an asset loss and the consequences of an asset loss. The risk assessment procedure was developed on the basis of an international standard. The principles of fuzzy logical deduction were used in the application.

The architecture of both applications can flexibly adjust their parameters according to the internal rules of the organization. Expressions used in applications are written in support databases created by the user. The applications are installed on the organization's server and users log in in their web browser. They are optimized for PCs, tablets and mobile phones.

KEYWORDS: *Risk Assessment. Protection. Fuzzy Logic Deduction. Security. Safety. Rail. Crisis Management*

ÚVOD

V rámci projektu "Analýza ohrožení vysokorychlostní železniční dopravní cesty teroristickými útoky a extremismem, návrh na doplňková bezpečnostní opatření fyzické ochrany" byl vytvořen standard fyzické ochrany vysokorychlostní železniční dopravní cesty a návrh harmonogramu implementace standardu. Plánovanými výsledky projektu bylo také vytvoření dvou softwarových aplikací. V aplikaci „APN: Analýza pravděpodobnosti fyzického napadení vysokorychlostních tratí" jsou analyzovány možné scénáře ohrožení aktiv z pohledu pravdepodobnosti jejich výskytu.

V aplikaci „ARFO: Analýzy specifických rizik fyzického ohrožení železničního koridoru“ je stanovena hodnota rizika ztráty aktiva. Návrh opatření, reaguje na výsledky posouzení rizika ztráty aktiva. Verifikace varianty opatření je provedena následným posouzením rizik fyzického ohrožení. Verifikovaná varianta opatření je prezentována managementu organizace pro včasnou připravu opatření odpovídající možným ohrožením.

Využití apliací umožňuje predikovat vývojové trendy ohrožení a definovat bezpečnostní priority. ARFO-VŽDC navazuje na aplikaci ARFO-APN. Z výsledků Hodnocení variant prognózy v ARFO-APN vyplývá doporučení uživateli, aby provedl posouzení rizik v aplikaci ARFO-VŽDC nebo sledoval vývoj souvisících událostí.

1 ANALÝZA PRAVDĚPODOBNOSTI FYZICKÉHO NAPADENÍ VYSOKORACHLOSTNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRAVNÍ CESTY (APN-VŽDC)

Pro nastavení úrovně a rozsahu opatření ochrany aktiva je nezbytné znát typy, způsoby a intenzitu ohrožení aktiva. Způsoby ohrožení

[1] Libor Hadáček, Ing., Ph.D., Dopravní fakulta Jana Pernera, Studentská 95, 532 10 Pardubice, e-mail: libor.hadacek@gmail.com.
[2] Tomáš Loveček, prof., Ing. Ph.D., Fakulta bezpečnostného inžinierstva, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, e-mail: tomas.lovecek@fbi.uniza.sk.
[3] Radovan Soušek, doc., Ing., Ph.D., Dopravní fakulta Jana Pernera, Studentská 95,532 10 Pardubice, e-mail: radovan.sousek@upce.cz.

jsou identifikovány a detailně popsány ve scénářích. V každém scénáři je uvedena hrozba společně s atributy scénářů.

V úvahu je nezbytné brát i vnější okolnosti. Organizace může využívat údaje zveřejněné bezpečnostní radou státu nebo ministerstvem vnitra.

1.1 Popis použité metody

Aplikace APN-VŽDC je určena pro střednědobé prognózování. Pro účely aplikace má pojem „Prognóza“ význam předvídání pravděpodobnosti výskytu budoucích událostí podle událostí za předešlé období. V podnikové praxi je budoucím obdobím střednědobý horizont od 3 do 24 měsíců [1]. V aplikaci jsou vstupní proměnné použity ve výpočtu pravděpodobnosti výskytu události diskrétním posunovým rozdělením.

Diskrétní posunové rozdělení vychází ze základního vztahu Poissonova rozdělení pravděpodobnosti.

$$P(k) = \frac{\lambda^k}{k!} * e^{-k} \qquad (1)$$

kde: k – očekávaný počet událostí,
λ – průměrný počet událostí v období prognózy,
e – Eulerovo číslo,
$P(k))$ – pravděpodobnost výskytu k a více počtu událostí v daném období prognózy.

Diskrétní posunové rozdělení pravděpodobnosti kvantitativně vyjadřuje možnost výskytu určitého počtu na sobě nezávislých událostí v daném období prognózy. Pro rutinní výpočty v prostředí MS Excel™ byl vztah (1) upraven.

$$P(k) = 1 - POISSIN.DIST(k-1; \lambda; 1) \qquad (2)$$

Výsledek je interpretován: V daném období prognózy t_n je $P(k)$ pravděpodobnost [%], že nastane k a více událostí.
Počet událostí se zjišťuje z počtu minulých událostí, které se v minulosti vyskytly ve stejném časovém úseku, jako je horizont prognózy. Základní průměrný počet událostí na období prognózy vyplývá z podílu počtu událostí v minulosti a počtu období prognózy. Období prognózy jsou stejně dlouhé časové úseky, na které je horizont prognózy rozdělen.

Pro každý uvažovaný scénář jsou zpracovány tři typy prognóz:

Optimistická prognóza – pro období prognózy t_1 platí základní počet událostí. Pro stanovení průměrného počtu událostí v dalších obdobích prognózy je uvažováno, že v období prognózy $t_{(n-1)}$ událost nenastala. n=(2, 24)

Pesimistická prognóza – pro období prognózy t_1 platí základní počet událostí. Pro stanovení průměrného počtu událostí v dalších obdobích prognózy je uvažováno, že v období prognózy $t_{(n-1)}$ událost nastala. n=(2, 24)

Kumulativní prognóza – v období prognózy $t_{(n)}$ je počet událostí roven n-násobku základního počtu událostí. n=(1, 24)

Externí bezpečnostní situace je ohodnocena stupněm bezpečnostní ochrany [2]. Podle slovního popisu jednotlivých stupňů byla každému stupni bezpečnostní ochrany expertně přiřazena hodnota významnosti.

Tabulka 1 **Přiřazení hladin významnosti stupňům bezpečnostní ochrany**

Stupeň bezpečnostní ochrany	Hladina významnosti
stupeň 0	0,0
stupeň 1	0,1
stupeň 2	0,4
stupeň 3	0,7
stupeň 4	0,9

Podle vztahu (2) byla vypočtena základní hladina citlivosti ZHC=63,21%, při k=1; λ =1.

Vzhledem k předpokládanému stupni bezpečnostní ochrany je základní hladina citlivosti modifikována na aktuální hladinu citlivosti.

$$AHC = ZHC - ZHC * HV \qquad (3)$$

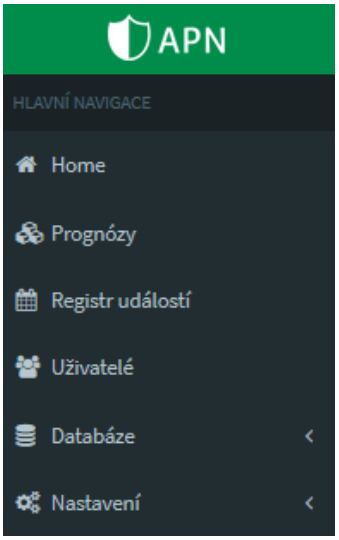
kde: ZHC – základní hladina citlivosti,
HV – hladina významnosti,
AHC – aktuální hladina citlivosti.

Hodnoty $P(k)$ a AHC jsou vyneseny v grafech prognózy. Dynamika vývoje změn proměnných uvažovaných scénářů, ovlivňuje možnost

vzniku fyzického útoku na vysokorychlostní železniční dopravní cestu.

1.2 Popis aplikace

Hlavní panel aplikace obsahuje jednotlivé oddíly pro přípravu a zpracování prognózy pravděpodobnosti napadení daného typu aktiva specifikovaným scénářem. Hlavní navigace aplikace je uvedena na obrázku 1.



Obrázek 1 **Hlavní navigace aplikace APN-VŽDC**

V oddílu Nastavení je možné měnit Hladiny významnosti a Hladiny citlivosti. Hladiny citlivosti v grafu vymezují prostor s různou nutností následné realizace posouzení rizik. Hladiny významnosti jsou koeficienty přiřazené stupňům bezpečnostní ochrany. Barvy hladin citlivosti jsou zvoleny v souladu s mezinárodní technickou normou [4]. Změna barev je možná úpravou RGB čísla barvy.

Databáze zajišťují jednotnost použití výrazů pro zpracování prognóz. Údaje jsou rozděleny do databází:

- Hrozby
- Typy aktiv
- Typ útoků

V oddíle Uživatelé jsou zapsáni uživatelé aplikace. V aplikaci jsou rozeznáváni uživatelé administrátor, manažer rizik, zpracovatel prognózy a host. Každému uživateli je přiděleno oprávnění specifikující rozsah přístupu k údajům v aplikaci.

V oddíle Registr událostí jsou zaznamenány události. Zaznamenaná zkušenost může být "vlastní", tj. událost se stala v dané organizaci. Další zkušeností je zkušenost "cizí", tj. zkušenost se stala u jiné organizace a je vhodné ji zaznamenat. Posledním typem zkušenosti je zkušenost "test". Takto jsou označeny zkušenosti, které se nestaly, ale organizace o nich hypoteticky uvažuje.

V oddíle Prognózy jsou vytvářeny jednotlivé prognózy. V záložce Nastavení časového období prognózy jsou vloženy časové údaje, počet období prognózy a minimum událostí za krok prognózy. Pro minimální počet událostí je přednastavena hodnota jedna. Tzn. zpracovatele zajímá, jaká je pravděpodobnost výskytu jedné události v určitém období prognózy. V záložce Scénáře jsou k hrozbě přiřazeny atributy scénáře, typ aktiva, typ útoku a počet událostí za předešlé období. Předpoklad vývoje bezpečnostní situace v okolí organizace je zadáván výběrem stupňů bezpečnostní ochrany v časových obdobích prognózy.

Přechodem na záložku Hodnocení variant prognózy se zobrazí výsledky prognózy. Ke zvýšení přehlednosti výsledků byla vložena funkce filtrování údajů. Součástí zobrazovaných údajů je i doporučení následné činnosti a jak je daná činnost pro zpracovatele prognózy naléhavá.

Výsledky prognózy je možné zobrazit v textové, grafické a tabulkové podobě. V textu je předpřipraveno znění zprávy, do kterého je vkládán text závěrů prognózy. V grafickém výstupu jsou zpracovány syntetické a analytické pohledy.
Syntetické grafy jsou členěny podle typu prognózy a počtu výskytu událostí. V syntetickém grafu pro daný počet událostí jsou zobrazeny velikosti pravděpodobnosti výskytu uvažovaných scénářů a hladiny citlivosti.

V analytických grafech je možné vybrat zobrazení výsledků podle počtu výskytu událostí a období prognózy. Grafy zobrazují výsledky pravděpodobnosti výskytu scénáře v daném období prognózy pro všechny typy prognóz (pesimistická, optimistická, kumulativní).

Pro vlastní zpracování výsledků je možné údaje z aplikace exportovat do xls souboru.

1.3 Dílčí závěr

Pro stanovení pravděpodobnosti možnosti výskytu události v některém období horizontu

prognózy bylo použito diskrétní posunové rozdělení pravděpodobnosti. Výskyt událostí je stanoven na základě historických zkušeností.

Zpracování prognóz vyžaduje zadání čtyř vstupních údajů. V prognózách jsou používány předdefinované údaje ke zvýšení efektivity práce. Ovládání aplikace je intuitivní a nevyžaduje dlouhé zaškolení. Webová forma aplikace umožňuje vzdálenou spolupráci uživatelů.

Registr událostí je využitelný k vytváření vlastního přehledu událostí.

Pro instalaci aplikace je vytvořen instalátor. Rozsahy nastavení aplikace se volí před instalací aplikace.

2 ANALÝZA SPECIFICKÝCH RIZIK FYZICKÉHO OHROŽENÍ VYSOKORYCHLOSTNÍ ŽELEZNIČNÍ DOPRVANÍ CESTY

Součástí práce bezpečnostního managementu organizace je rozhodování o strategii a taktice řízení rizik. Bezpečnostní manažeři jsou nuceni se rozhodovat za nejistoty. Vstupní údaje jsou nepřesné nebo neúplné. K rozhodování používají kvantitativní nástroje, které u vstupních údajů vyžadují jistou úroveň přesnosti. Dále jsou používány semikvantitativní analytické metody založené na bodové stupnici. V případě více nezávislých proměnných jsou jejich bodové hodnoty zpravidla získávány pomocí binárních operací. To má za následek, že hodnota výstupní závisle proměnné může být stejná pro různé kombinace hodnot vstupních proměnných.

Aplikace "Analýza specifických rizik fyzického ohrožení vysokorychlostní železniční dopravní cesty" (ARFO-VŽDC) obsahuje bezpečnostní a logistické informace. Bezpečnostní informaci představuje hodnota rizika ztráty aktiva. Logistickými informacemi jsou doba instalace, cena instalace a cena ročních provozních nákladů.

ARFO-VŽDC navazuje na aplikaci ARFO-APN. Z výsledků Hodnocení variant prognózy v ARFO-APN vyplývá doporučení uživateli, aby provedl posouzení rizik v aplikaci ARFO-VŽDC nebo sledoval vývoj souvisících událostí.

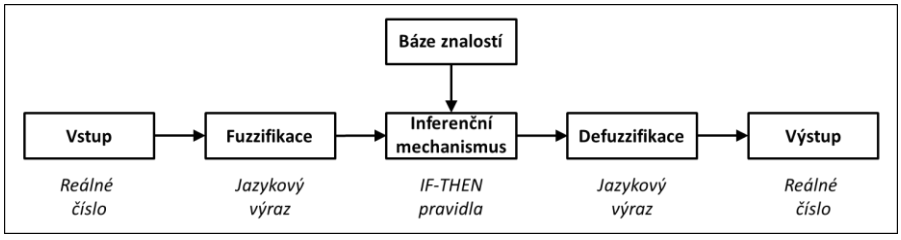
2.1 Popis použité metody

Možnou cestou rozhodování v neúplně definovaném prostředí, je použití přibližné logické dedukce. Přibližná logická dedukce (FLD) je součástí fuzzy logiky v širším smyslu Fuzzy logika je používána v řídících procesech průmyslových výrobků. K určení funkční závislosti postačuje přibližný popis množinou fuzzy IF-THEN pravidel v podobě, jak je používá člověk. FLD v regulačních procesech nevyžaduje matematický popis systému. [5]

Aplikace ARFO-VŽDC je tvořena hierarchickou strukturou fuzzy regulátorů. Fuzzy regulátor fuzzifikuje vstupní reálné číslo na jazykový výraz. Inferenční mechanismus porovnává bázi znalostí s jazykovými výrazy. Bázi znalostí tvoří formule IF-THEN pravidel.

Defuzzifikace převádí jazykový výraz na reálné číslo. Obecné schéma fuzzy regulátoru je uvedeno na obrázku 2.

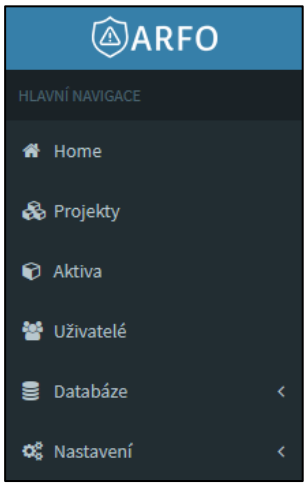
Pro stanovení hodnot rizika ztráty aktiva byla použita předdefinovaná matice hodnot stanovených metodou FLD [6].



Obrázek 2 **Obecné schéma fuzzy regulátoru** [5]

2.2 Popis aplikace

Na hlavním panelu ARFO-VŽDC jsou uvedeny všechny oddíly pro přípravu a zpracování projektu posouzení rizik ztráty aktiva. Oddíly Databáze a Nastavení jsou nastaveny při instalaci aplikace. Oddíly Projekty, Aktiva a Uživatelé jsou využity při zpracování projektů posouzení rizik ztráty aktiva. Oddíl Aktiva je možné využít k vedení přehledu o použitých opatřeních k ochraně aktiv. Hlavní navigace aplikace je uvedena na obrázku 3.



Obrázek 3 **Hlavní navigace aplikace ARFO-VŽDC**

V oddílu Nastavení je možné měnit Nastavení hodnot rizik a Rozsahy kontextů aktiv. Maximální hodnotu rizika je možné měnit podle potřeb uživatele. Použité algoritmy změní předdefinovanou matici rizik a současně jsou změněny hodnoty v kritériích hodnocení rizik. Barvy skupin rizik jsou zvoleny v souladu s mezinárodní normou [4]. Změna barev je možná úpravou RGB čísla barvy.

Rozsahy kontextů aktiv jsou nastaveny při instalaci aplikace v souladu s požadavky uživatele. Nastaveny jsou rozsahy vnějších a vnitřních kontextů pro život, zdraví, majetek, životní prostředí a obnovitelnost. Každému kontextu jsou přiřazeny jednotky hodnot.

Databáze zajišťují přesnost a jednotnost použití výrazů pro práci s aktivy a projekty. Údaje jsou rozděleny do databází:

- Pachatelé
- Hrozby
- Pomocné db aktiv
  - Typy aktiv
  - Lokality aktiv
  - Areály aktiv
  - Prostory aktiv
- Pomocné db opatření
  - Oblasti bezpečnosti
  - Typy opatření
  - Úrovně opatření
  - Místa použití opatření
  - Účely opatření
- Pomocné db scénářů
  - Atributy scénářů
  - Prvky atributů scénářů

V oddílu Uživatelé je každému uživateli přiděleno oprávnění specifikující rozsah přístupu k údajům v aplikaci. V aplikaci jsou rozeznáváni uživatelé:

- administrátor,
- manažer rizik,
- manažer projektu,
- vlastník aktiva,
- host.

Oddíl Aktiva obsahuje kromě názvu aktiva také popisné údaje o jeho poloze v terénu včetně GPS souřadnic a zobrazení na mapovém podkladu. U každého Aktiva jsou zadávány údaje o opatřeních ochrany doplněné obrazovou dokumentací.

V oddílu Projekt jsou zpracovány projekty posouzení rizik ztráty aktiva. Projekt v aplikaci ARFO-VŽDC je tvořen fázemi:

- Příprava projektu,
- Analýzy,
- Hodnocení rizika,
- Návrhy opatření a interpretace výsledků.

Přechod mezi fázemi projektu provádí Manažer projektu po dokončení procesů dané projektové fáze.

Ve fázi Příprava projektu jsou do projektu vybírána aktiva a specifikovány jsou scénáře. Web rozhraní aplikace umožňuje využívat vzdálené experty. Po dokončení přípravy projektu je projekt převeden do druhé fáze. Při převodu do druhé fáze jsou analytici notifikování emailem k zahájení práce.

Ve fázi Analýzy provádí analytici Analýzu pravděpodobnosti ztrát a Analýza kontextů aktiv. V Analýze pravděpodobnosti ztrát analyzuje analytik zranitelnost aktiva, tj. usuzuje o schopnosti opatření zamezit ztrátě aktiva na základě působení scénáře. Analytik svůj názor vyjadřuje s využitím předdefinovaných vět. V Analýze kontextů aktiv zadává analytik vstupní hodnoty s ohledem na vnější a vnitřní kontext do polí život, zdraví, majetek, životní prostředí a obnovitelnost. Rozsahy vstupních hodnot jsou nastavovány při instalaci aplikace.

Ve fázi Hodnocení rizika jsou hodnoty rizika vyhodnoceny slovně a barevně podle údajů nastavených v Oddílu Nastavení – Rozsah hodnot rizik – Hodnocení rizik. Podle rozhodnutí Manažera rizik zadává Manažer projektu strategie řízení rizik. Pro strategii "omezení" jsou ve fázi Návrhy opatření navrhována vhodná opatření.

Ve fázi Návrhy opatření jsou podle směru působení scénáře, typu hrozby a atributů scénáře navržena opatření. Opatření jsou

vybírána z typů opatření uvedených v databázi zadané v oddíle Databáze – Pomocné databáze – Typy opatření. Bezpečnostní opatření je specifikováno přesným názvem, úrovní opatření, účelem opatření, místem použití, dobou realizace, cenou instalace a ročními provozními náklady. Další údaje je možné doplnit volným textem v poli Poznámka. V záložce Zpráva jsou výsledky projektu zobrazovány v textové, grafické a tabulkové podobě:

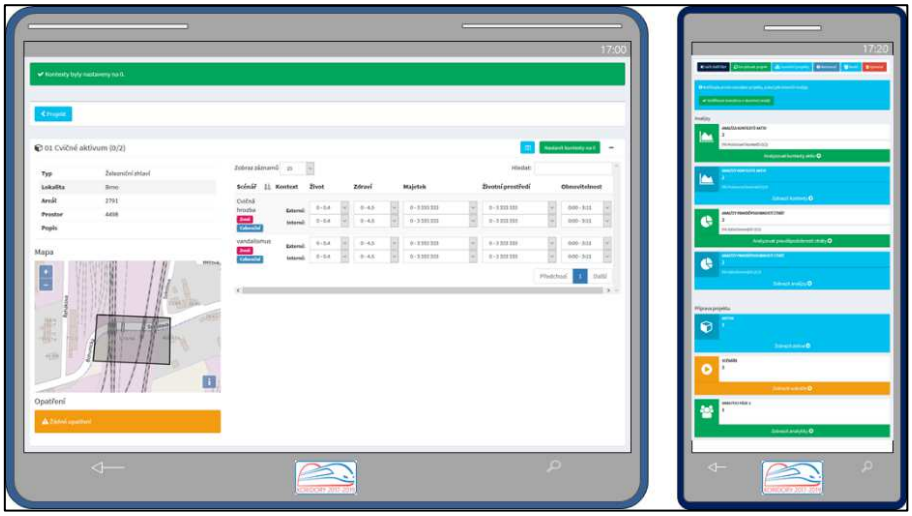
- Zobrazit text
- Stáhnout PDF
- Grafu
- Stáhnout XLS raw data

2.3 Dílčí závěr

Aplikace ARFO-VŽDC byla vytvořena v souladu s požadavky technické normy [3]. K posouzení rizik ztráty aktiva byly použity regulátory přibližné logické dedukce. Při tvorbě pravidlech báze znalostí byl dodržován princip racionálního rozhodování. Aplikace má intuitivní ovládání pro osoby znalé postupů posouzení rizik. V projektech jsou používány předdefinované údaje. Aplikaci je možné přizpůsobit na podmínky řízení rizik organizace.

V oddílu Aktiva je možné provádět pasportizaci bezpečnostních prvků aktiv. Aplikaci není potřeba instalovat na uživatelská zařízení. Umožňuje vzdálenou spolupráci členů realizačního týmu projektu posouzení rizik prostřednictvím web prohlížeče na PC, tabletu a mobilním telefonu, viz. obrázek 4.

Pro vytvoření serveru a jednotlivých oddílů je vytvořen instalátor aplikace. Rozsahy nastavení aplikace se volí při instalaci aplikace.



Obrázek 4 **Přizpůsobení aplikace ARFO-VŽDC pro tablet a mobilní telefon**

ZÁVĚR

V textu byly shrnuty možnosti aplikace "Analýza pravděpodobnosti fyzického napadení vysokorychlostních tratí" a aplikace "Analýzy specifických rizik fyzického ohrožení železničního koridoru". Ve výstupech aplikací jsou kromě bezpečnostních údajů také údaje vhodné pro pasportizaci opatření aktiv, logistické informace o opatřeních a vedení vlastního přehledu událostí.

Popsané aplikace jsou využitelné bezpečnostním managementem ke stanovení hodnot pravděpodobnosti výskytu události a pro stanovení hodnot rizik ztráty aktiva na základě scénářů. Rozsahy hodnot rizik, kritérií rizik a obsahy pomocných databází jsou přizpůsobitelné na konkrétní podmínky uživatele. Relativně rychlé zaškolení a snadná obsluha vytváří předpoklad aplikovatelnosti v různých organizacích.
Webové řešení aplikací poskytuje uživatelům možnost použití různých zařízení s různými operačními stémy. Zvolený přístup zvyšuje bezpečnost dat, řízení přístupů a je zjednodušen proces aktualizace aplikací. Aplikace je možné provozovat na internetu nebo intranetu. Vizualizace aktiv na mapě, možnost zákresů do mapy, anebo vkládání fotografií aktiv včetně fotografií opatření zvyšují využitelnost aplikací.

Článek byl vytvořen s podporou programu VH – Program bezpečnostního výzkumu pro potřeby státu 2016–2021 (BV III/2 - VZ), projekt "Analýza ohrožení vysokorychlostní železniční dopravní cesty teroristickými útoky a extremismem, návrh na doplňková bezpečnostní opatření fyzické ochrany“, identifikační kód VH20172019016

LITERATURA

[1] DVOŘÁČEK, J.: *Prognostika a strategie podniku*: [on-line] http://ino.hgf.vsb.cz/export/sites/ino-hgf/cs/vystupy/Vyukove-materialy/VY_03_108.pdf.
[2] Instrukce pro vyhlašování jednotlivých stupňů bezpečnostní ochrany důležitých objektů, Bezpečnostní rada státu, Praha, 2002.
[3] ČSN ISO 31000 Management rizik – Směrnice.
[4] ISO 22324 Societal security – Emergency management – Guidelines for colourcoded alerts.
[5] NOVÁK, V., KNYBEL, J.: *Fuzzy modelování*, Ostravská univerzita, 2005.
[6] HADÁČEK, L.: *Využití fuzzy logiky pro studii bezpečnostních hrozeb a rizik fyzické ochrany*, VŠB – Technická univerzita Ostrava, 2015.