

VÝBER METÓDY PRE IDENTIFIKÁCIU KRITICKÝCH FAKTOROV

Tomáš Kurpaš¹, Jaroslav Sivák²

ABSTRAKT

V našej práci sa venujeme problematike ochrany objektov kritickej infraštruktúry pred preniknutím narušiteľa do chráneného priestoru vzdušnou cestou. Cieľom práce je prostredníctvom výskumných metód a modelov identifikovať a definovať kritické faktory, ovplyvňujúce riešenie ochrany kritickej infraštruktúry pred vzdušným nevojenským ohrozením. Nie každá metóda je vhodná na riešenie daného problému, preto sa v článku zameriame na výber najvhodnejšej metódy. Definujeme si hodnotiace kritériá a pomocou jednej z metód multikriteriálneho rozhodovania posúdime u navrhnutých metód ich vhodnosť ďalšieho použitia v našej práci.

Kľúčové slová: kritická infraštruktúra, analýza bezpečnosti systému, kritérium, rozhodovacia tabuľka.

ABSTRACT

In our work we are interested in protection of critical infrastructure objects from violation from the air. The aim of the work is to identify and define critical factors, which significantly affect the dealing with critical infrastructure protection from non-military air threats. To solve this problem we should use only appropriate method, for that reason we aim our attention to choosing the most suitable method in this article. We determine the criteria and evaluate proposed research methods by using one of multicriterion decision methods.

Key words: critical infrastructure, system security analysis, criterion, decision table.

¹ Ing. Tomáš Kurpaš, Veliteľstvo vzdušných síl, Jána Jiskru 10, 960 01 Zvolen, kurpast@gmail.com

² doc. Ing. Jaroslav Sivák, CSc., MBA, QUADRIQ, a.s., Priemyselná 1, 031 01 Liptovský Mikuláš, jaroslav.sivak@quadriq.sk

ÚVOD

Ochrana objektov kritickej infraštruktúry pred vzdušným narušiteľom je komplexný problém, ktorý si vyžaduje viac pozornosti, ako mu bolo doteraz venované. Veľmi špecifickou formou ohrozenia je použitie závesných a padákových klzákov, bezpilotných prostriedkov a leteckých modelov ako prostriedkov dopravy výbušných zariadení k predmetu ochrany. Taktiež použitie závesných a padákových klzákov ako prostriedku na prekonanie pasívnych obvodových ochranných prvkov by si vyžadovalo väčšiu pozornosť zo strany projektantov bezpečnostných systémov chránených objektov. V rámci prevencie je nutné vytvoriť systém monitorovania a vyhodnocovania rizikových faktorov. Jedná sa hlavne o vytvorenie matematických alebo iných modelov, ktoré na základe podrobného a precízneho posúdenia okolitého terénu, technických zabezpečovacích prostriedkov a úrovne ochrany vyhodnotia najnebezpečnejšie smery a spôsoby ohrozenia chráneného objektu použitím vzdušných prostriedkov na prekonanie pasívnych prvkov ochrany objektu. Keďže úroveň ochrany objektov kritickej infraštruktúry nebude pre všetky rovnaká a bude závislá od následkov spôsobených poškodením, prípadne vyradením prvku kritickej infraštruktúry, je nutné počas tvorby hodnotiacich modelov brať do úvahy rôzne špecifiká chráneného objektu a vytvoriť model konkrétne pre daný prvok kritickej infraštruktúry, aby dokázal podrobne a efektívne popísať všetky možnosti ohrozenia.

Z toho dôvodu je zámerom našej práce prostredníctvom výskumných metód a modelov identifikovať a definovať rizikové činitele, ovplyvňujúce riešenie ochrany kritickej infraštruktúry pred vzdušným nevojenským ohrozením.

1 STRUČNÝ POPIS MOŽNÝCH METÓD

„Identifikácia rizikových činiteľov je procesom určovania tých činnosti, procesov a veličín, ktorých možný budúci vývoj by mohol ovplyvniť (negatívne aj pozitívne) bezpečnosť subjektu. Predstavuje dobre štruktúrovaný systematický proces, ktorého cieľom je odhaliť všetky riziká, bez ohľadu na to či sú alebo nie sú pod kontrolou posudzovanej organizácie [2].“ Pre tvorbu vyššie spomenutých modelov na identifikáciu a popis kritických faktorov uvažujeme v našej práci s použitím jednej z nasledovných metód:

- Analýza porúch a ich následkov (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA),
- Analýza stromu porúch (Fault Tree Analysis – FTA),
- Návrh experimentu (Design of Experiment – DoE).

Uvedené metódy si najprv stručne popíšeme a v ďalších krokoch sa pokúsime posúdiť ich vhodnosť pre riešenie problému týkajúceho sa ochrany objektov kritickej infraštruktúry pred údermi zo vzduchu.

Analýza porúch a ich dôsledkov (Failure Mode and Effect Analysis – FMEA) je štruktúrovaná, kvalitatívna analýza slúžiacia k identifikácii spôsobov porúch systémov, ich príčin a dôsledkov. Na základe tejto metódy je možné systematicky identifikovať možné poruchy alebo zlyhania systému alebo procesu. Pri navrhovaní systému je úlohou FMEA zabrániť budúcim škodám, v našom prípade správnym navrhnutím ochranných opatrení predísť možnosti prieniku narušiteľa do chráneného priestoru

vzdušnou cestou. Neskôr sa využíva v procese kontroly. Účelom analýzy je identifikovať poruchy alebo nedostatky zariadení alebo systému a ich možné dôsledky vplývajúce na systém alebo podnik.

Analýza stromu porúch (Fault Tree Analysis – FTA) sa používa pre kvantitatívnu, prípadne aj kvalitatívnu analýzu spoľahlivosti a bezpečnosti systémov. Cieľom metódy FTA je analýza pravdepodobnosti zlyhania celého systému a s tým súvisiacich preventívnych opatrení, ktoré by mali spoľahlivosť systému zvýšiť. Metóda je zameraná na presné zistenie príčin alebo kombinácií príčin, ktoré môžu mať za následok definovanú nežiadúcu udalosť. Umožňuje pomerne jednoduché vyhľadanie „slabých miest“ systému a odhalí aspekty dôležité z hľadiska spoľahlivosti. FTA je grafický model, ktorý zobrazuje rôzne kombinácie chýb zariadení a ľudských chýb, ktoré môžu vyústiť do systémovej poruchy, ktorú označujeme ako vrcholová udalosť.

Metóda navrhovania experimentov (Design of Experiment) je účinným nástrojom optimalizácie procesov a významnou mierou ju možno využiť aj pri návrhu nových výrobkov. Účelom použitia DoE je neustále zvyšovanie spôsobilosti procesu, znižovanie nákladov, skracovanie vývojového a výrobného cyklu výrobku. Metódy DoE umožnia:

- efektívne identifikovať kritické vstupy procesu,
- pochopiť vzťahy medzi vstupmi a výstupmi procesu,
- vytvoriť matematický model týchto vzťahov,
- určiť optimálne hodnoty vstupov vzhľadom k požiadavkám na výstupy procesu,
- optimálne definovať tolerancie vstupov a výstupov procesu.

2 VÝBER VHODNEJ METÓDY

Základné metódy operačnej analýzy dodávajú pre kvalifikované rozhodovanie riadiacich subjektov vedecky zdôvodnené podklady. Preto je možné rozhodovanie považovať za nenáhodnú voľbu (nenáhodný výber) jedného z množiny možných riešení na základe nejakého, premysleného dôvodu z hľadiska splnenia stanoveného cieľa.

Pri našom rozhodovaní použijeme heuristické (zmiešané) metódy rozhodovania a to metódy rozhodovacej analýzy. Vychádzajú z podmienok určitosti, pokiaľ ide o výsledný účinok rozhodovania a z podmienky neurčitosti (neistoty), pokiaľ ide o odhad rizika rozhodovania. Pracujú s informáciami získanými v etape rozboru problému a merajú účinok i riziko rozhodnutia podľa pokiaľ možno väčšieho počtu kritérií. Všeobecne to znamená, že metódy rozhodovacej analýzy sa dotýkajú problému tzv. multikritériálneho rozhodovania resp. multikritériálnej optimalizácie a preto je najdôležitejším krokom v rozhodovacej analýze výber kritérií.

Základnou metódou je tzv. metóda rozhodovacej matice (DMM - Decision Matrix Method), ktorá môže mať viacej variantov. Pri použití základnej metódy sú sporné dva aspekty. Prvým je vysoký podiel subjektivity v hodnotení ako jednotlivé varianty riešenia vyhovujú zvoleným kritériám a druhým aspektom je subjektívne určenie váhy jednotlivých kritérií.

Uvedené nevýhody metódy DMM čiastočne odstraňuje tzv. Modifikovaná metóda rozhodovacej matice (FDMM - Forced Decision Matrix Method), pri ktorej sa váhy jednotlivých kritérií, ako aj hodnotenie variantov ako spĺňajú jednotlivé kritériá, určujú tzv. párovým porovnaním. Znamená to, že pri porovnaní dvoch kritérií, je významnejšie kritérium hodnotené „1“, menej významné kritérium „0“. Uvedená metóda má oproti predchádzajúcej výhodu v tom, že váhu kritérií stanovuje už exaktnejšie.

3 DEFINOVANIE KRITÉRIÍ

Pre riešenie nášho problému, t.j. výber najvhodnejšej metódy pre identifikáciu a popis kritických faktorov ovplyvňujúcich ochranu objektov kritickej infraštruktúry pred prienikom zo vzduchu, sme si stanovili kritéria, ktoré nám pomôžu rozhodnúť sa o použití jednej z analytických metód. Kritéria sú volené tak, aby sa dalo jednoducho a jasne určiť, či skúmaná metóda vyhovuje, alebo nevyhovuje našim potrebám. Netreba však zabúdať na podiel subjektivity, ktorej sa zvyčajne dopúšťame v procese definovania rozhodovacích kritérií. Tento fakt môže spôsobiť, že rozhodovací proces výberu najvhodnejšej metódy môže inému skúmajúcemu ponúknuť iné výsledky a odporučiť inú metódu na hľadanie kritických faktorov, ovplyvňujúcich ochranu objektov KI, ako sme si vybrali mi. V nasledovnom texte si stručne popíšeme jednotlivé kritéria pre náš rozhodovací proces.

Ľudský faktor v problematike zabezpečenia ochrany má podstatné miesto, pretože rozhodnutie o prijatí a vykonaní opatrení na odvrátenie ohrozenia je stále ponechané na človeka. U veľmi zložitých a nebezpečných systémov je človek najslabším prvkom v systéme. Z toho dôvodu je potrebné počas analýzy bezpečnosti (spoľahlivosti) systému posúdiť aj vplyv ľudského faktora na systém, avšak nie všetky metódy analýzy bezpečnosti systému skúmajú činnosť človeka.

Fáza skúmaného systému. Pri tomto kritériu skúmame, v ktorej fáze svojho „života“ sa analyzovaný systém nachádza. Najvhodnejšie je použitie metódy na analýzu bezpečnosti (spoľahlivosti) vo fáze návrhu a vývoja skúmaného systému, čím môžeme predísť neskorším problémom vyplývajúcim z nespoľahlivosti systému, čiže hovoríme o preventívnej fáze.

Miera subjektivity je ďalším kritériom, ktoré je potrebné brať v úvahu. Ako už bolo spomenuté vyššie, pri skúmaní bezpečnosti systému (ochranných opatrení) môžeme dôjsť k rôznym záverom, pretože rôzni výskumníci majú inú úroveň vedomostí, skúseností a iné priority v oblasti bezpečnosti. Z tohto pohľadu by najvhodnejšia metóda bola tá, ktorá oplýva čo najmenšou mierou subjektivity v procese analýzy systému.

Hĺbka analýzy popisuje, do akej úrovne systému umožňujú jednotlivé metódy výskumníko vi preniknúť.

Zložitosť použitej metódy je tiež jedným z rozhodovacích kritérií, pretože ovplyvňuje úroveň, na akej bude analýza systému vykonaná ako aj vhodnosť použitia danej metódy na riešenie stanovených problémov.

Vhodnosť pre skúmanie zložitých systémov. Nie každá metóda je vhodná na zložité, komplexné systémy, z toho dôvodu je potrebné vybrať metódu, ktorá dokáže čo najvernejšie popísať a analyzovať skúmaný systém.

Posledným kritériom je možnosť zostrojenia modelu pre simuláciu spoľahlivosti, bezpečnosti systému. Takáto metóda nám umožní vytvoriť model, ktorý bude možné s miernymi úpravami využiť aj na iné skúmané systémy, čo prispeje k zjednodušeniu a urýchli analýzu týchto systémov (ochranných opatrení objektov). Taktiež algoritmizáciou procesu analýzy dospejeme k skráteniu času potrebného na vykonanie posúdenia bezpečnosti systému, pretože vytvorený model len upravíme pre podmienky nového skúmaného systému.

4 VÝBER VHODNEJ METÓDY

Vlastné posúdenie a porovnanie jednotlivých metód je uvedené v nasledujúcej tabuľke, v ktorej sú hodnotené už spomenuté metódy analýzy bezpečnosti (spoľahlivosti) systému, ako vyhovujú zvoleným kritériám hodnotenia, popísaným v predchádzajúcom odseku.

Tabuľka 1 Modifikovaná metóda rozhodovacej matice

Kritérium	Váha	Metódy analýzy bezpečnosti systému		
		FMEA	FTA	DoE
1. Ľudský faktor	0,25	0	0,5	0,5
2. Fáza skúmaného systému	0,2	0,667	0,333	0
3. Miera subjektivity (čo najnižšia)	0,05	0,667	0	0,333
4. Hĺbka analýzy	0,2	0,333	0,667	0
5. Zložitosť	0,05	0	0,667	0,333
6. Vhodnosť pre skúmanie zložitých systémov	0,2	0,667	0	0,333
7. Zostrojenie modelu pre simuláciu	0,05	0	0,667	0,333
Vážený súčet		0,3668	0,3918	0,24155
Poradie		2	1	3

V prvom rade stanovíme na základe párového porovnania kritérií váhu tak, že váhu „normujeme“, tj. požadujeme, aby súčet všetkých váh bol rovný 1. Uvedené normovanie spôsobí, že váhu kritérií stanovuje exaktnejšie, ako je tomu pri použití základnej metódy rozhodovacej matice.

Tabuľka 2 Normovanie párovým porovnaním kritérií

Kritérium	1	2	3	4	5	6	7	Súčet	Váha
1	-	1	1	1	1	0	1	5	0,25
2	0	-	0	1	1	1	1	4	0,2
3	0	1	-	0	0	0	0	1	0,05
4	0	0	1	-	1	1	1	4	0,2
5	0	0	1	0	-	0		1	0,05
6	1	0	1	0	1	-	1	4	0,2
7	0	0	1	0	0	0	-	1	0,05

To isté normovanie je potrebné vykonať pri hodnotení metód vzhľadom k prvému kritériu, ako je zobrazené v tabuľke č.3. Podobne vykonáme aj posúdenie pre ostatné kritéria a získané hodnotenie preniesieme do tabuľky č.1.

Tabuľka3 Normovanie hodnotenia metód vzhľadom na prvé kritérium

Metóda	1	2	3	Súčet	Hodnotenie
1	-	0	0	0	0
2	1	-	1	2	0,5
3	1	1	-	2	0,5

Vážené súčty pre jednotlivé metódy dostaneme súčtom súčinov hodnotenia metódy vzhľadom na kritérium a váhou kritéria. Ako vidíme z Tabuľky č.1, použitím modifikovanej metódy rozhodovacej matice sme dospeli k záveru, že najvhodnejšou metódou pre identifikovanie a definovanie kritických faktorov v systéme ochrany objektov kritickej infraštruktúry pred možným prienikom zo vzduchu by mohla byť analýza stromu porúch – FTA.

ZÁVER

Rozhodovacie procesy sú súčasťou riadenia ľudských aktivít akéhokoľvek druhu, vrátane každodenného života človeka, pretože ich základom je snaha o výber najvhodnejšieho variantu riešenia konkrétnej situácie. V našom prípade sa jedná o výber vhodnej metódy na identifikáciu kritických faktorov ovplyvňujúcich riešenie ochrany objektov KI pred zneužitím lietajúcich prostriedkov na prienik do chráneného priestoru. Každé rozhodnutie je ovplyvnené kritériami rozhodovania, teda pravidlami, pomocou ktorých je možné porovnávať jednotlivé varianty a stanoviť optimálny variant či už z objektívneho, ale niekedy aj zo subjektívneho pohľadu. Aby však výber metódy nebol len čisto subjektívnym rozhodnutím bez nejakého relevantného základu, na porovnanie troch metód vhodných na analýzu bezpečnosti systému sme použili metódu multikritériálneho rozhodovania, tzv. modifikovanú rozhodovaciu maticu.

Z rozhodovacej matice nám ako najvhodnejšia metóda pre riešenie nášho problému vyšla analýza stromu porúch – FTA. Jej veľkou výhodou je relatívna jednoduchosť, možnosť vytvorenia modelu pre simuláciu bezpečnosti, vytvorenie kauzálnej závislosti a hlavne možnosť analýzy vplyvu ľudského faktora na daný systém. Nevýhodou môže byť istá miera subjektivity v procese analýzy, ktorú je možné odstrániť zostavením skupiny odborníkov (tímu).

LITERATÚRA

- [1] KUBEK, J.: Štýl článku. FŠI ŽU. Žilina: Vydavateľstvo ŽU 2001. 23 s. In.:
- [2] ŠIMÁK, J.: Manažment rizík. FŠI ŽU. Žilina: Vydavateľstvo ŽU 2006. 74 s.
- [3] http://www.sjf.tuke.sk/kbakp/Documents/modul_2_6.pdf
- [4] http://www.tuzvo.sk/files/FEVT/katedry_fevt/kvtm/BSS_predn_2_Analyza_rizik.pdf
- [5] http://www.aqi.tnuni.sk/fileadmin/dokumenty/Nastroje_a_metody/FMEA.pdf,
- [6] http://www.msys.sk/nastroje_analyza_moznych_chyb.htm

- [7] <http://home1.vsb.cz/~krz011/6kapitola.pdf>
[8] <http://www.kme.elf.stuba.sk/kme/buxus/docs/predmety/MK/DOEweb.pdf>
[9] [http://www.pqm.cz/doe.htm#Oblasti použití DOE](http://www.pqm.cz/doe.htm#Oblasti_pouziti_DOE)
[10] <http://www.interquality.cz/INTERNÍKURZY/DOEInterquality/tabid/79/Default.aspx>
[11] http://fsi.uniza.sk/ktvi/leitner/2_predmety/OA/Skriptum/2_Riadenie%20a%20rozhodovanie.pdf

článok recenzoval:
doc. Ing. Jozef Klučka, PhD.

