INTEGROVANÝ MODEL URČENIA PRAVDEPODOBNOSTI ÚSPEŠNÉHO ZÁSAHU PROTI NARUŠITEĽOVI

Juraj Václav [1], Jaroslav Sivák[2], Lenka Siváková[3]

ABSTRAKT
Práca popisuje integrovaný matematický model výpočtu pravdepodobnosti správnej detekcie a eliminácie narušiteľa integrity objektu s vyššími rizikami. Model je doplnený vizualizáciou priebehu detekcie a eliminácie.

Kľúčové slová: Narušiteľ, pravdepodobnosť, detekcia, eliminácia, bezpečnosť.

ABSTRACT
The article describes an integrated mathematical model of detection and elimination of intruder of the integrity of the high risk objects. The probability of detection and elimination are based on calculation of protection success of material support and physical protection. The model is supplied by visualization of changes during detection and elimination.

Key words: Intruder, probability, detection, elimination, security.

1 ÚVOD

Bezpečnosti dôležitých objektov by sa v súčasnosti mala venovať zvýšená pozornosť. Testovanie a overovanie ochranných opatrení v reálnych podmienkach je realizovateľné len v obmedzenej miere. Výpočtová technika umožňuje simulovať rôzne typy pokusov o narušenie chráneného priestoru a odhaliť tak skryté slabiny zabezpečenia. Podmienkou je dôkladne vytvorený model skúmaného reálneho prostredia, do ktorého musia vstupovať správne dáta.

Cieľom popisovaného projektu je navrhnúť algoritmy, pomocou ktorých bude možné analyzovať pravdepodobnosť prieniku narušiteľa k chránenému objektu, ktorý

[1]) Ing. Juraj Václav, Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky, Bajkalská 27, Bratislava, juraj.vaclav@ujd.gov.sk,
[2]) doc. Ing. Jaroslav Sivák, CSc., MBA, ALFA Security Technologies, a.s., Dúbravská cesta 3, Bratislava, jsivak@alfasys.sk,
[3]) Mgr. Lenka Siváková, Slezská univerzita v Opavě - Matematický ústav, U Rybníčku 626/1, Opava, lenka.sivak@gmail.com

sa nachádza v areáli ohraničenom viacerými úrovňami bariér s prechodovými bránami a analyzovať pravdepodobnosť úspešnej eliminácie (prerušenia) narušiteľa silami a prostriedkami fyzickej ochrany jadrového zariadenia.

Projekt je rozplánovaný na tri roky. V tomto roku prebieha jeho druhá etapa. Sú k dispozícii matematické a počítačové modely určenia pravdepodobnosti správnej detekcie a určenia pravdepodobnosti úspešnej eliminácie. V tejto etape prebieha integrácia oboch modelov a vývoj vizualizácie v priestore na podklade digitálneho modelu územia.

2 FYZICKÁ OCHRANA JADROVÝCH MATERIÁLOV A JADROVÝCH ZARIADENÍ

Výstavba prvej jadrovej elektrárne A-1 v bývalej ČSR sa začala v roku 1957 v lokalite Jaslovské Bohunice. Do prevádzky bola A-1 uvedená v roku 1972. Od tej doby dodnes sú na našom území nepretržite v prevádzke jadrové zariadenia. V súčasnosti sú v Slovenskej republike v prevádzke 4 bloky VVER-440, dva bloky VVER-440 sú v záverečnej fáze výstavby a tri bloky, spomínaná jadrová elektráreň A-1 a dva staršie bloky VVER-440, sú vo fáze vyraďovania.

S využívaním jadrovej energie je pevne spojená aj potreba fyzickej ochrany jadrových materiálov a jadrových zariadení. V období pred prvou polovicou deväťdesiatych rokov bola fyzická ochrana zabezpečovaná ozbrojenými silami, jadrové elektrárne boli strážené armádou ako objekty mimoriadnej dôležitosti. Po vzniku samostatnej Slovenskej republiky v roku 1993 bol zákonom č. 2/1993 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon Slovenskej národnej rady č. 347/1990 Zb. o organizácii ministerstiev a ostatných ústredných orgánov štátnej správy Slovenskej republiky v znení neskorších predpisov, bol zriadený Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky (ÚJD). Hlavnou úlohou ÚJD je zabezpečiť dodržiavanie jadrovej bezpečnosti počas prevádzky jadrových zariadení. Súčasťou úloh ÚJD je aj výkon štátneho dozoru nad fyzickou ochranou jadrových materiálov a jadrových zariadení.

Po vzniku ÚJD bola ako jedna z prvých vytýčená úloha prechodu spôsobu vykonávania fyzickej ochrany „socialistickým“ spôsobom na „západný“. Tento proces prebehol v prvej polovici deväťdesiatych rokov, pričom jedným z hlavných kritérií bolo splnenie požiadaviek a odporúčaní Dohovoru o fyzickej ochrane jadrových materiálov, INFCIRC/225 a ďalších dokumentov.

ÚJD začal po svojom vzniku pripravovať národnú legislatívu pre oblasť mierového využívania jadrovej energie, ktorá zahrňuje tiež oblasť fyzickej ochrany. Hlavným legislatívnym dokumentom pre oblasť fyzickej ochrany je zákon č. 541/2004 Z. z., zákon o mierovom využívaní jadrovej energie (atómový zákon) a o zmene a doplnení niektorých zákonov, vyhláška č. 51/2006 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách na zabezpečenie fyzickej ochrany a vyhláška č. 57/2006, Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti o požiadavkách pri preprave rádioaktívnych materiálov. Tieto dokumenty opisujú požiadavky na fyzickú ochranu jadrových materiálov a jadrových zariadení. V atómovom zákone sa nachádza aj definícia fyzickej ochrany jadrových materiálov a jadrových zariadení: „fyzická ochrana je súbor technických, režimových alebo organizačných opatrení potrebných na zabránenie a zistenie neoprávnených činností s jadrovými zariadeniami, jadrovými materiálmi, špeciál-

nymi materiálmi a zariadeniami, pri nakladaní s rádioaktívnymi odpadmi, vyhoretým jadrovým palivom, pri preprave rádioaktívnych materiálov, ako aj neoprávneného vniknutia do jadrového zariadenia a vykonania sabotáže“.

Dôležitou súčasťou posudzovania dokumentácie fyzickej ochrany, ktorú predkladajú dozorované subjekty na ÚJD je posúdenie efektívnosti systémov fyzickej ochrany. Systémy fyzickej ochrany musia byť navrhnuté tak, aby úspešne odolali hrozbám, ktoré sú opísané v dokumente Projektové ohrozenie (Design Basis Threat - DBT), ktorý vydáva ÚJD SR na základe spravodajských informácií. Tento dokument detailne opisuje jednotlivé hrozby a je tiež súčasťou plánov fyzickej ochrany jadrových materiálov a jadrových zariadení.

Pri posudzovaní dokumentácie fyzickej ochrany ÚJD kontroluje splnenie legislatívnych požiadaviek a zapracovanie hrozieb z projektového ohrozenia. Pri posudzovaní efektívnosti systémov fyzickej ochrany, teda pri posúdení ich schopnosti odvrátiť hrozby má ÚJD limitované možnosti a spolieha sa hlavne na skúsenosti svojich zamestnancov a zamestnancov dozorovaných subjektov a spolupracujúcich organizácií (strážna služba, polícia). V súčasnosti využívame na zisťovanie pravdepodobnosti prerušenia postupu útočníka staršie verzie programov SAVI (Systematic Analysis of Vulnerability to Intrusion) a EASI (Estimate of Adversary Sequence Interruption), ktoré boli vyvinuté v Sandia National Laboratory v SŠA. Tieto nástroje však neumožňujú posúdenie efektívnosti systémov fyzickej ochrany. Preto sa ÚJD rozhodol, že vyvinie vlastné nástroje, ktoré by to umožňovali. V roku 2011 sa začala realizácia projektu, v rámci ktorého bol vyvinutý model MARIKA – model určenia pravdepodobnosti včasnej detekcie útočníka. V ďalšom texte je opísaný postup riešenia projektu.

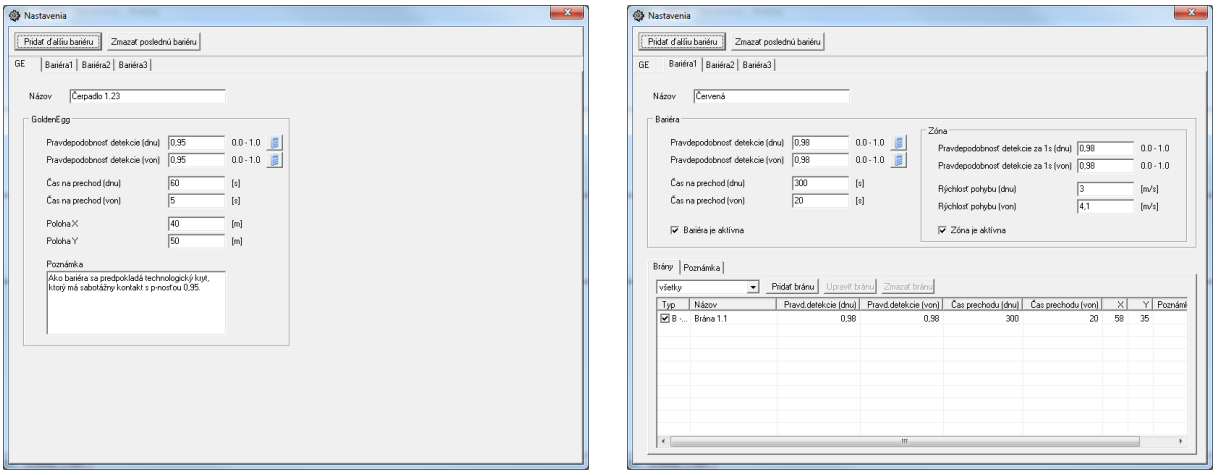
3. MODEL URČENIA PRAVDEPODOBNOSTI SPRÁVNEJ DETEKCIE „MARIKA“

Model určenia pravdepodobnosti správnej detekcie je v podstate sieťový graf, ktorý je zostavený na základe predpokladaných trás narušenia a určenia prielomovej odolnosti jednotlivých bariér a miest ich prekonania. Teoreticky dovoľuje generovať ľubovoľný začiatok prieniku narušiteľa a ľubovoľný smer postupu. Vygenerované trasy sú charakterizované smerom a dobou, ktorú narušiteľ potrebuje na prekonanie vzdialenosti medzi počiatkom prieniku a miestom, kde sa nachádza jeho záujmový objekt (materiál, aktívum). Model umožňuje použiť tri typy brán (miesto prekonania bariéry). Prvý typ predstavuje stavebne vybudovanú a v prevádzke používanú bránu – miesto, kde je bariéra (oplotenie) prerušené a na tomto mieste je vybudovaná brána, osobná bránička, alebo iný typ regulárneho priechodu. Druhý typ predstavuje miesto prekonania súvislej bariéry (prelezenie, násilné prekonanie silou a pod.). Tretí typ umožňuje vygenerovať ľubovoľné miesto prekonania bariéry s možnosťou zadať prielomovú odolnosť. Vygenerované trasy sú zoradené podľa celkovej doby potrebnej na ich zdolanie (absolvovanie).

Matematický a počítačový model umožňuje zadať konkrétne miesto pravdepodobného prekonania (resp. sektor, kde je možné očakávať prekonanie – útok). Tento spôsob sa využíva v prípade, že je testovaný konkrétny úsek ochranných bariér, alebo keď sú známe výsledky analýzy možného prekonania ochrany (analýza možných miest prekonania, pravdepodobných smerov útoku a pod.).

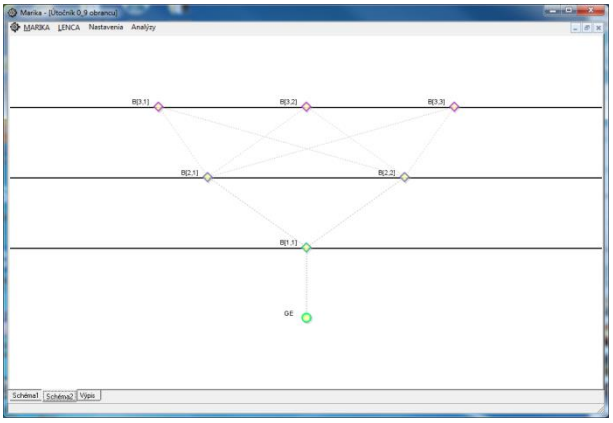
Vzhľadom na mohutnosť výpočtovej kapacity súčasných výpočtových prostriedkov, bola použitá metodika predbežného výpočtu. Je založená na tom, že po umiestnení lokality do konkrétneho priestoru (tomuto nerozumiem) v digitálnom modeli územia, popise topológie objektu (polohy bariér, brán, budova pod. vrátane prielomových odolností) sa areál chráneného objektu prekryje sieťou, ktorej diskrét je totožný s rozlíšením digitálneho modelu územia. Následne sa vypočíta matica hodnôt modelu MARIKA a to tak, že sa predpokladá, že nástupné miesto narušenia je v ktoromkoľvek pixeli na perimetri objektu a cieľový chránený záujem je v ktoromkoľvek pixeli vo vnútri objektu.

Na nasledujúcich obrázkoch je ukážka zadávania parametrov pre chránené aktívum a parametrov bariéry.



Obrázok 1 Ukážka zadávania parametrov pre umiestnenia chráneného záujmu a bariér

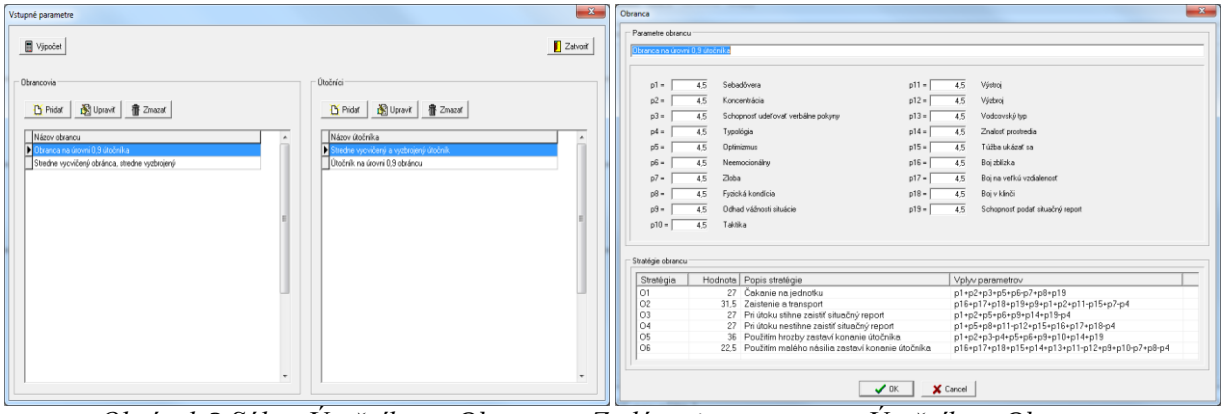
Po zadaní potrebných údajov na identifikáciu objektu a bariér je vypočítaná tabuľka s parametrami pre jednotlivé trasy. Zároveň je graficky zobrazená štruktúra jednotlivých trás (Obrázok 2). Model MARIKA potom vypočíta všetky relevantné trasy, určí pravdepodobnosť detekcie na nich a čas, ktorý narušiteľ potrebuje na prekonanie všetkých bariér po danej trase.



Obrázok 2 Ukážka zobrazenia trás

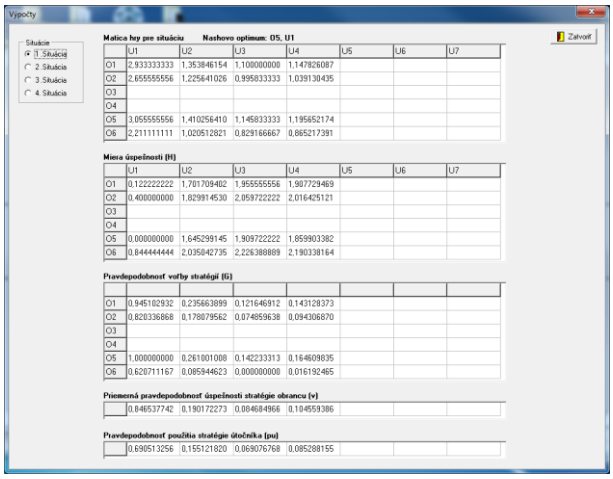
4. MODEL URČENIA PRAVDEPODOBNOSTI SPRÁVNEJ ELIMINÁCIE NARUŠITEĽA „LENCA“

Práca s modelom LENCA („**L**egal **E**limination of I**N**truder by **C**omputer **A**nalysis“) začína vložením parametrov Útočníka a Obrancu. Softvér dovoľuje vyhotoviť súbor Útočníkov a Obrancov, ktorí sa potom používajú pri simuláciách.



Obrázok 3 Súbor Útočníkov a Obrancov; Zadávanie parametrov Útočníka a Obrancu

V položke „LENCA“ v okne „Vstupné parametre“ je možné vybrať kombináciu existujúcich, alebo zadať parametre nových Útočníkov a Obrancov. Karty na zadávanie parametrov Útočníka a Obrancu sú identické. Interval parametrov je <1;10>. Určité parametre Obrancu sa dajú zistiť pomocou testov. Parametre Útočníka je nutné odhadovať.



Obrázok 5 Výsledky výpočtu

5. INTEGRÁCIA MODELOV

Po vypracovaní jednotlivých modelov, boli tieto integrované do jednotného prostredia pre všetky relevantné trasy pohybu narušiteľa (útočníka), všetky relevantné typy stretu útočníka a obrancu, za podmienok známych parametrov obrancu a modelových parametrov útočníka. Integrovaný model vizualizuje „kvalitu“ Útočníka a Obrancu pre všetky trasy a typy stretu. Zobrazí filtrované zoznamy trás zoradených podľa pravdepodobnosti použitia útočníkom, pravdepodobnosti správnej detekcie do

hranice kritickej detekcie, pravdepodobnosti eliminácie narušiteľa podľa typu stretu. Vyhodnotí kvalitu ochrany jadrového zariadenia výberom relevantných podmienok filtrácie predmetných zoznamov, čím sa umožní modelovanie optimistického a pesimistického scenára priebehu detekcie a eliminácie (z pohľadu obrancu i útočníka). Vytvorí predpoklady na postupnú tvorbu expertnej databázy, ktorá umožní empiricky vysloviť konštatovanie, aká kvalita fyzickej ochrany jadrového zariadenia je ešte dostačujúca.

Integrovaný model (nástroj) obsahuje a umožňuje:

a) Modul „MAPA“, t.j. vkladanie ortofotomapy konkrétnej lokality ostatných geografických podkladov;
b) Zadávanie vstupných údajov o útočníkovi, obrancovi, scenári stretu a pod.;
c) Modul „Vizualizácia“, t.j. zobrazenie vybraných údajov o situácii po vzniku narušenia objektu;
d) Modul „Podpora a údržba“, t.j. ostatné potrebné činnosti zabezpečujúce fungovanie systému;
e) Modul „Výstupy“ – vytváranie textových , tabuľkových a grafických výstupov z priebehu činnosti.

6. ZÁVER

Takto integrovaný model je použiteľný na simuláciu a modelovanie v procese projektovania fyzickej ochrany jadrového zariadenia. Predstavuje merací a porovnávací nástroj na skvalitňovanie systému fyzickej ochrany jadrového zariadenia. Môže tiež slúžiť ako inšpekčný nástroj na zistenie skutočného stavu kvality a efektívnosti fyzickej ochrany jadrového zariadenia.

LITERATÚRA (14 PT, VEĽKÉ, TUČNÉ)

[1] ITC.: Physical Protection of Nuclear Facilities and Materials. Albuquerque, USA. 2010

[2] Riečanová a kol. Numerické metódy a matematická štatistika. Alfa Bratislava. 1983.

[3] Integrovaný matematický a počítačový systém na určenie pravdepodobnosti správnej detekcie a úspešnej eliminácie narušiteľa integrity fyzickej a objektovej bezpečnosti jadrového zariadenia silami a prostriedkami fyzickej ochrany jadrového zariadenia. [Záverečná správa z výskumu, I. časť 2014]. Úrad jadrového dozoru Slovenskej republiky. 33s.

[4] Convention on the Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/274/Rev.1, IAEA Vienna, 1980

[5] The Physical Protection of Nuclear Material, INFCIRC/225/Rev.5, IAEA Vienna, 2011

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti.