

## METODIKA ZISŤOVANIA PRIELOMOVEJ ODOLNOSTI MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH PROSTRIEDKOV OBVODOVEJ OCHRANY

Vlastimil MACH – Andrej VELAS<sup>1</sup>

### ABSTRAKT:

Autori sa zamýšľajú nad súčasným stavom zisťovania a posudzovania prielomovej odolnosti vybraných prvkov obvodovej ochrany v rámci projektu VEGA 1/098/11 s názvom „Model sústavy optimalizácie integrovaného bezpečnostného systému ochrany typových objektov realizovaný za pomoci expertného systému“. Súčasne rozoberajú aj možnosti inovovania riešenia rovnakej problematiky v rámci riešenia projektu PACITA s názvom „Metodika hodnotení fyzickej ochrany prvků Kritické infrastruktúry proti napadení teroristickým útokem a ďalšími formami útoků“.

Autori popisujú možnosti skúšania mechanických zábranných prvkov obvodovej ochrany najmä z hľadiska metodiky ochrany prvkov kritickej infraštruktúry.

### Kľúčové slová:

Prielomová odolnosť, mechanické zábranné prostriedky, obvodová ochrana, parametre prvkov, kritická infraštruktúra

### ABSTRAKT:

The authors describe the current status of the survey and assessment of selected elements of breakthrough resistance perimeter protection within the project VEGA-Model optimization system integrated security protection system type objects implemented using an expert system. At the same article describes the possibilities of innovating solutions the same problems in the framework of the project called PACITA Methodology for physical protection assessment of critical infrastructure elements against terrorist and other types of attacks. The article includes the possibilities of testing mechanical barrier protection perimeter elements especially in terms of methodology elements of critical infrastructure protection.

---

<sup>1</sup> Ing. Vlastimil MACH, PhD., Ing. Andrej VELAS, PhD. – odborní asistenti, Katedra bezpečnostného manažmentu, Fakulta špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v Žiline, Ul. 1.mája 32, 010 26 Žilina, +421 41 513 6657, +421 41 513 6665, [Vlastimil.Mach@fsi.uniza.sk](mailto:Vlastimil.Mach@fsi.uniza.sk), [Andrej.Velas@fsi.uniza.sk](mailto:Andrej.Velas@fsi.uniza.sk)

**Kľúčová slova:**

Breakthrough resistance, mechanical barrier devices, perimeter protection, components parameters, critical infrastructure

## ÚVOD

Prielomová odolnosť je pojem súvisiaci predovšetkým s mechanickými zabezpečovacími prostriedkami. Vyjadruje sa časom, ktorý potrebuje páchateľ na prekonanie prekážky a dosiahnutie chráneného záujmu. Uvedený čas je potrebný ako vstupný údaj pri hodnotení systémov ochrany objektov. V prípade mechanických zábranných prostriedkov ide len o parciálnu časť celého bezpečnostného systému. Pre hodnotenie systémov ochrany objektov sa vo svete používa niekoľko rôznych prístupov. Z nich najznámejšími sú kvantitatívny a kvalitatívny prístup. Kvalitatívne prístupy sú založené na expertných odhadoch hodnotiteľov, kde nie je možné exaktne preukázať účinnosť, spoľahlivosť, resp. efektívnosť týchto systémov a je potrebné sa spoliehať na odbornú spôsobilosť expertov podieľajúcich sa tvorbe prístupu. Kvantitatívne prístupy sú založené na matematických a štatistických metódach, ktoré umožnia pomocou merateľných vstupných a výstupných parametrov exaktne preukázať účinnosť, spoľahlivosť, resp. efektívnosť bezpečnostného systému. Negatívom existujúcich kvantitatívnych hodnotiacich metódik a nástrojov je skutočnosť, že v súčasnej dobe chýbajú konkrétne hodnoty alebo postupy získavania niektorých vstupných údajov, čo v konečnom dôsledku znemožňuje tieto nástroje v praxi efektívne uplatniť, resp. znižuje vypovedajúcu hodnotu získaných výstupov.

Ide najmä o stanovenie prielomových odolností mechanických zábranných prostriedkov a pravdepodobností detekcie narušiteľa v stráženom priestore poplachovým systémom.[4]

Katedra bezpečnostného manažmentu Fakulty špeciálneho inžinierstva Žilinskej univerzity v spolupráci s katedrou Informatiky Fakulty riadenia a informatiky riešia projekt VEGA 1/098/1 s názvom „Model sústavy optimalizácie integrovaného bezpečnostného systému ochrany typových objektov realizovaný za pomoci expertného systému“ s cieľom modelovať postup narušiteľa pri pohybe v rámci chráneného objektu. Súčasne niektorí príslušníci katedry sú zapojení do riešenia medzinárodného projektu s názvom „PACITA - Parliaments and civil society in Technology Assessment“, kde skúmajú Metodiku hodnotenia fyzickej ochrany prvkov kritickej infraštruktúry proti napadnutiu teroristickým útokom a ďalšími formami útokov.

Vzhľadom na potrebu zistenia jednotlivých parametrov mechanických zábran ako prvkov databázy potrebnej pri zostavení modelu. Boli stanovené základné parametre jednotlivých prekážok, ktoré by mohli ovplyvniť pohyb narušiteľa. Ako prvé prekážky, s ktorými sa narušiteľ v rámci objektu stretne budú mechanické zábranné prostriedky obvodovej ochrany. Obidva riešiteľské kolektívy preto testovali mechanické zábranné prostriedky obvodovej ochrany s cieľom získať hodnoty prielomovej odolnosti a stanoviť určitú Metodiku pre testovanie (skúšanie) týchto mechanických zábranných prvkov.

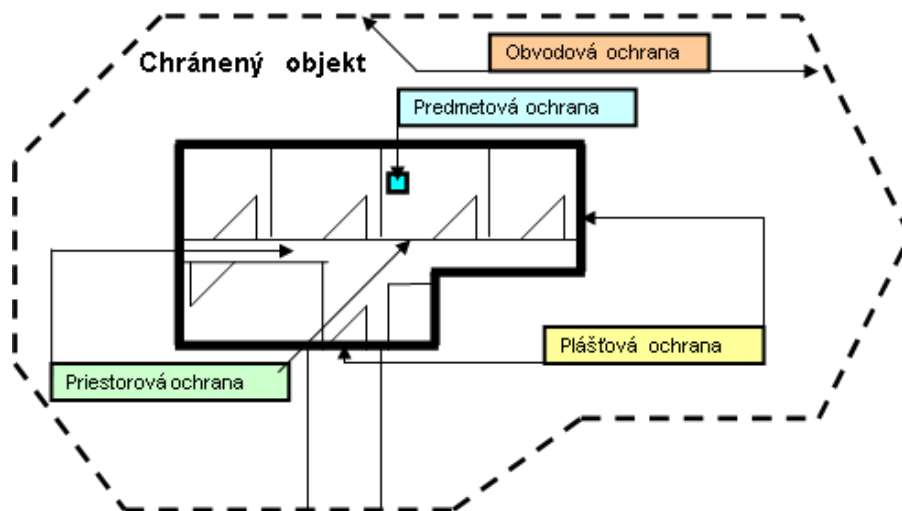
# 1 MECHANICKÉ ZÁBRANNÉ PROSTRIEDKY OBVODOVEJ OCHRANY

Charakteristickým znakom tejto skupiny je ich priestorová oddelenosť od chráneného objektu. Ide najmä o mechanické zábranné prostriedky, ktoré sú mimo vlastný chránený objekt (budovu) na okolitej voľnej ploche. Spravidla priamo vizuálne charakterizujú hranicu pozemku patriaceho k objektu a tak vytvárajú tzv. *právnu hranicu*, ale predovšetkým svojimi bezpečnostnými parametrami tvoria aj *hranicu fyzickú* [3].

Zvyčajne ide najmä o oplotenie alebo ohradenie okolitého pozemku vrátane konštrukcií vstupov alebo vjazdov na pozemok (brány, závory, priepusty apod.), ktoré obmedzujú vstup nepovolaných osôb na chránené územie. Tieto mechanické prekážky bývajú zvyčajne doplnené monitorovacími a detekčnými systémami, v závislosti na stupni zaistenia. Súčasný trh poskytuje pomerne široký sortiment oplotení, ktoré spĺňajú i najnáročnejšie bezpečnostné požiadavky.

Základné rozdiely medzi jednotlivými druhmi oplotenia [2] sú najmä v:

- tvare a veľkosti otvorov,
- spôsobu spojenia v mieste kríženia drôtov,
- kvalite a hrúbke materiálu,
- výške oplotenia.



Obrázok 1 Schematické naznačenie miesta obvodovej ochrany objektu

Mechanické zábranné prostriedky obvodovej ochrany je možné rozdeliť do šiestich základných skupín [1]:

1. Klasické drôtené oplotenie.
2. Bezpečnostné oplotenie.
3. Vysoko bezpečnostné oplotenie.
4. Vrcholové zábrany.
5. Prekážky proti podhrabaniu.
6. Vstupy, vjazdy a iné vstupné jednotky.

Pokiaľ zovšeobecníme požiadavky, ktoré by mali spĺňať mechanické zábranné prostriedky obvodovej ochrany z pohľadu zabezpečenia objektov sa javia rozdelenie podľa bezpečnostných charakteristík – teda podľa bezpečnostnej úrovne, podľa objektu chránenia a integrácie bezpečnostných prvkov.

## 1.1 PRIELOMOVÁ ODOLNOSŤ MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH PROSTRIEDKOV OBVODOVEJ OCHRANY

Pojem prielomová odolnosť predstavuje časový interval odolnosti danej konštrukcie proti účinkom rôznych druhov deštruktívnych prostriedkov podľa vzťahu:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad (1)$$

Kde:  $\Delta t$  - je časový interval na prekonanie odporu prekážky vyjadrený v minútach

$t_1$  - počiatkový čas útoku na prekážku

$t_2$  - čas prekonania mechanickej zábrany

Hodnota prielomovej odolnosti mechanických zábranných prostriedkov obvodovej ochrany závisí predovšetkým od:

- konštrukcie mechanického zábranného prostriedku obvodovej ochrany,
- materiálu z ktorého je mechanický zábranný prostriedok obvodovej ochrany vyhotovený,
- prielomového otvoru,
- deštruktívneho prostriedku,
- osobnosti narušiteľa a spôsobu prekonania MZP,
- podmienok vykonania skúšky (testu).

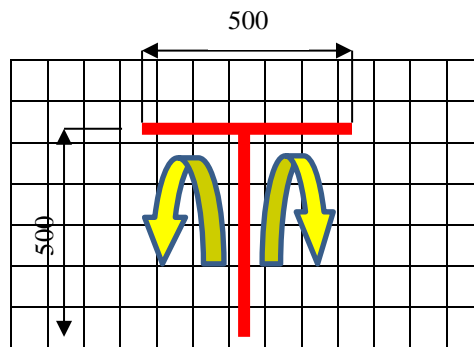
### Konštrukcia a materiál mechanických zábranných prostriedkov obvodovej ochrany

V skúškach realizovaných v rámci projektu VEGA i PACITA boli použité rôzne druhy pletiva rôznej konštrukcie a z rôzneho materiálu, ktoré ovplyvnili i prielomovú odolnosť daného prvku obvodovej ochrany. Pri testovaní boli použité pletiva z produkcie francúzskej firmy DIRICKX, vyrábanej v Českej republike a aj na Slovensku.

#### Prielomový otvor

Pri riešení projektu VEGA bol prielomový otvor nahradený líniovým strihom (rezom) v dĺžke 1000 mm, kedy bol dôležitý počet prestrihnutých drôtov pletiva. Vychádzalo sa z teoretického predpokladu, že po vykonanej deštrukcii narušiteľ rozťahne vytvorený prielomový priestor tak, aby sa mohol pretiahnuť do chráneného objektu.

Nevychádzalo sa z normy EN 1630, tak ako pri riešení projektu PACITA, ktorá síce určuje presné rozmery prielomového otvoru, ale v pevne dverovej konštrukcii alebo konštrukcii mreží (pozri obr.2).



Obr.2 Použitý prielomový otvor

Pri riešení projektu PACITA bol prielomový otvor stanovený spomenutou normou EN 1630. Použité boli typizované tvary:

- a) obdĺžnik  $400 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm} \times 250 \text{ mm}$ ,
- b) elipsa  $400 \text{ mm} \pm 2 \text{ mm} \times 300 \text{ mm}$ .

### Osobnosť narušiteľa a spôsob prekonania MZP

Narušiteľa je možno charakterizovať ako akúkoľvek osobu, ktorá neoprávnene vstupuje do stráženého, chráneného priestoru alebo chráneného objektu. Sú rozdelení na 4 základné kategórie - od náhodného, cez informovaného narušiteľa, poloprofesionála až k profesionálovi.

Narušitelia sa odlišujú hlavne:

- systémom svojho konania pri trestnej činnosti,
- stupňom informovanosti o objekte, ktorý je ich cieľom a záujmom,
- použitým a dostupným náradím, ktoré má narušiteľ k dispozícii,
- časom, ktorí strávia na prípravu.

### Deštrukčné prostriedky

Ako deštrukčné prostriedky uvažujeme rôzne nástroje bežne používané, ktoré sa vyskytujú v súpravách náradia STN EN 1630 a niektoré v STN EN 1143-1. Všeobecne je možné ich rozdeliť nasledovne:

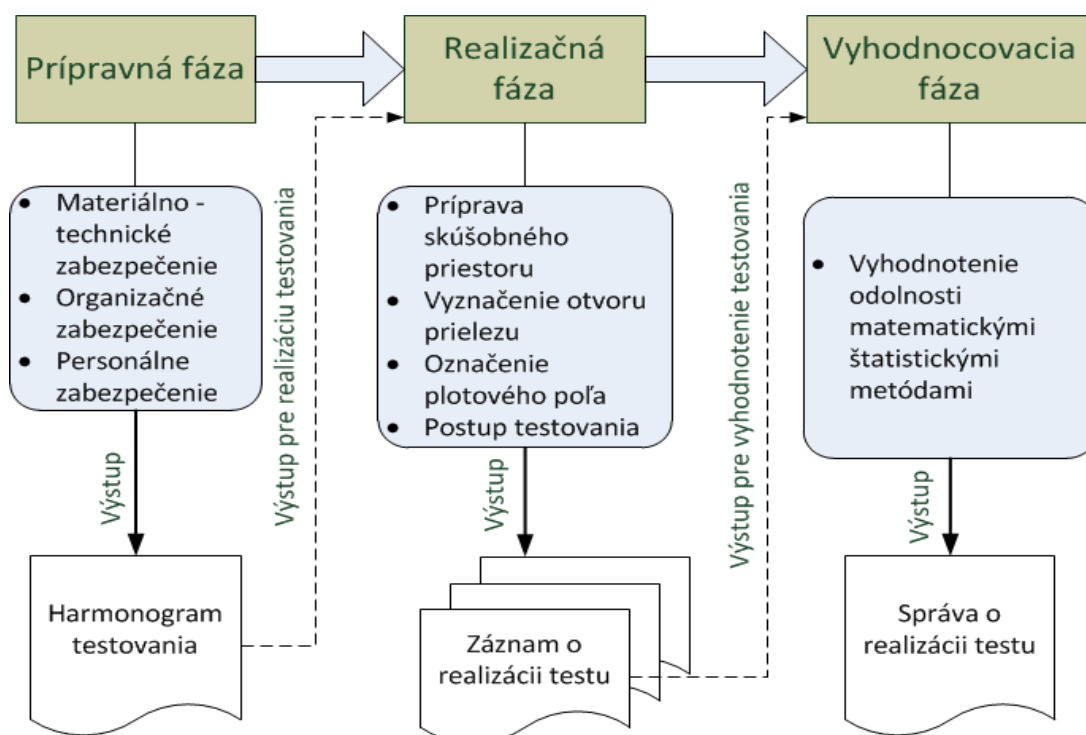
- náhodné ( kameň, tyč, drevené predmety...)
- ľahké ručné ( kladivo, sekáč, sekera, ručná píla, skrutkovač, páčidlo ...)
- motoricky poháňané ( brúsky, frézy, píly a rezačky, rozpínáky...)
- tepelné - termické (propán – butánové, kyslíkovo – vodíkové a ďalšie súpravy...)

Podobný výber nástrojov bol použitý pri riešení projektu PACITA, kde bolo vybraných 5 skupín deštrukčných prostriedkov:

- nástroje nájdené na mieste oplotenia,
- nástroje z domácej dielne,
- nástroje s mechanickým prevodom,
- akumulátorové náradie,
- externý zdroj napájania.

## 2 VYKONANIE TESTOV

Testovanie v prípade obidvoch projektov bolo rozdelené do troch etáp znázornených na nasledujúcom obrázku:



Obr.3 Fázy testovania MZP [5]

Podmienky na vykonanie testu v obidvoch projektoch boli v podstate štandardné. V projekte VEGA skúšky prebiehali v priestrannej dielni, osvetlenie bolo denným svetlom, v dielni sa nachádzalo potrebné doplnkové náradie ku skúške (skúšobný rám, zverák, úchytky a pod.). Teplota prostredia bola štandardná 20 °C. Pri riešení projektu PACITA boli použité vonkajšie otvorené priestory, taktiež so štandardnou teplotou 26 °C.

V projekte VEGA realizačná etapa prebiehala na dvanástich vzorkách oplotenia, s využitím nasledovných deštruktívnych prostriedkov:

- ručné – kombinované kliešte (180 mm), armovacie kliešte (150 mm), pákové kliešte (640 mm), rámová píla na kov s veľkosťou rámu (370 x 110 mm) vid'. a plátkom s jemným zúbkovaním (310 mm).
- elektrické – boli použité dva typy uhlových brúsok, ktoré sa líšili výkonom a veľkosťou rezného kotúča. Pre rozpoznanie si ich označíme ako BRÚSKA A s priemerom rezného kotúča na oceľ (115 mm) s výkonom 650

W a BRÚSKA B s priemerom rezného kotúča na oceľ (150 mm) s výkonom 950 W.

- ostatné - na meranie času boli použité stopky s presnosťou na jednu desatinu sekundy, ako ochranné pomôcky boli použité pracovné rukavice a ochranné okuliare.

V projekte PACITA v rámci prípravnej fázy bolo materiálne technické zabezpečenie nasledujúce:

- skúšobná vzorka materiálu – vždy kompletne plotové pole,
- skúšobný rám – navrhnutý a realizovaný pre riešenie projektu,
- nástroje na prekonávanie – uvedené na obr. 5,
- meracie prostriedky – stopky, teplomer, meradlá dĺžky, hlukomer,
- obrazové záznamové zariadenia – fotoaparáty a kamery,
- šablóny a pomôcky (spreje) pre vyznačenie otvoru prielezu,
- formuláre na zaznamenávanie údajov o priebehu testu a ďalších podmienkach,
- ochranné pomôcky, prostriedky požiarnej ochrany a zdravotnícke pomôcky.

Na rozdiel od projektu VEGA, boli vzorky testované v kompletných plotových poliach, kde sa zohľadňovala stabilita a priehyb oplotenia.

Skúšky v oboch projektoch vykonávala zručná osoba s dostatkom skúseností z práce s náradím, použitým pri testovaní.

Pre priebeh skúšok boli stanovené pravidlá kvôli porovnateľnosti nameraných výsledkov:

- meraný čas bol uvádzaný v sekundách,
- výsledný čas  $T_v$  bol vypočítaný ako priemer troch nameraných časov  $T_n$  zaokrúhlený na dve desatinné miesta,  $n$  – je počet opakovaní,
- matematicky vyjadrené vzťahom:

$$T_v = \frac{T_n}{n} \quad (2)$$

### 3 VÝSLEDKY

Do záznamu v rámci projektu VEGA sa poznamenalo o aké pletivo sa jednalo, parametre, rozmery vertikálnych a horizontálnych prvkov, vzdialenosti medzi nimi, výška pletiva, počet zvlneí atď.:

*Tab. 1 Parametre skúšaného pletiva*

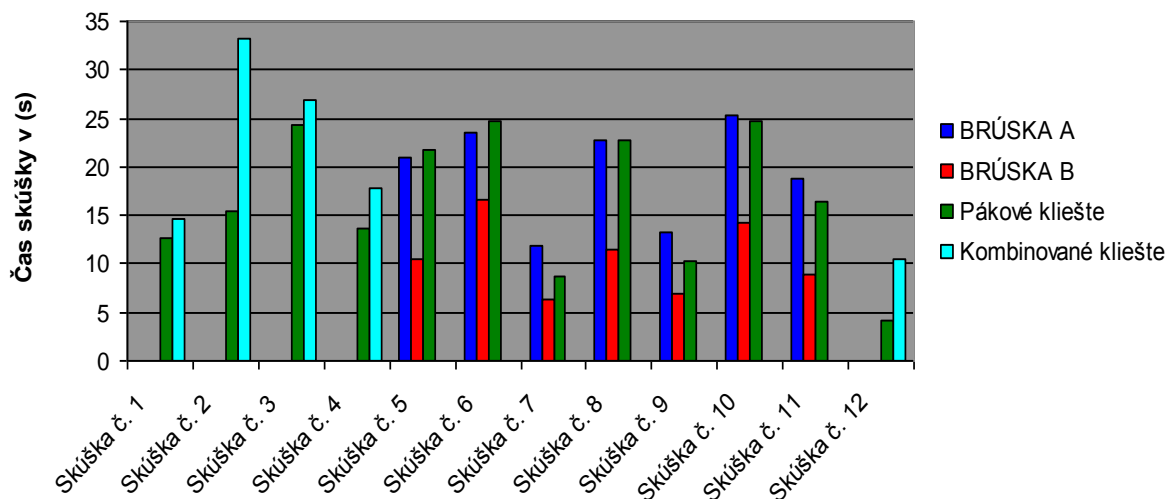
| Veľkosť oka (mm) | Ø drôtu<br>vodorovný/zvislý<br>(mm) | Výška panelu (m) | Počet zvlneí |
|------------------|-------------------------------------|------------------|--------------|
| 100x50           | 4,00/4,00                           | od 1 do 1,9      | 2 - 4        |

Tab. 2 Výsledky z testov pre dané oplotenie

| Nástroje            | T <sub>1</sub> | T <sub>2</sub> | T <sub>3</sub> | T <sub>v</sub> |
|---------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Kombinované kliešte | x              | x              | x              | x              |
| Pákové kliešte      | 23,1           | 19,9           | 22,1           | 21,7           |
| BRÚSKA A            | 21,6           | 17,3           | 24             | 20,9           |
| BRÚSKA B            | 11,2           | 10,5           | 9,9            | 10,5           |

Z výsledkov projektu VEGA vyplýva, že najefektívnejšie pri prekonávaní mechanických zábranných prostriedkov z nami používaných deštrukčných prostriedkov je výkonná uhlová brúska (označená ako BRÚSKA B), na ďalšom mieste sa umiestnili pákové kliešte a až potom BRÚSKA A s nižším výkonom. Celkové porovnanie použitých deštrukčných prostriedkov pri jednotlivých testoch je znázornené na obr. 3.

Výsledky skúšok prielomových odolností vybratých MZP obvodovej ochrany



Obr. 4 Porovnanie účinnosti deštrukčných prostriedkov pri jednotlivých testoch

V projekte PACITA bol priebeh testu zaznamenávaný do Záznamu o priebehu testu, ktorý bol hlavným pracovným dokumentom realizačného tímu. Ten bol spracovaný pre každý test na konkrétnej vzorke materiálu samostatne.

Záznam obsahoval:

- poradové číslo testu,
- skúšobnú vzorku (označenie typu)
- typ použitého prostriedku pre prekonávanie,
- dátum realizácie testu,
- čas realizácie testu,
- teplota vzduchu,
- použitá šablóna,
- celkový čas testu,



- i) maximálny čas testu,
- j) výsledok testu,
- k) skúšobní komisári,
- l) poznámky.

Pre jednoduchšiu orientáciu o prebiehajúcich meraniach bol spracovaný časový harmonogram realizácie testov.

| Skupiny náradia \ Oplotenie |                                  | Extruder | Bastilla | AXIS SR | AXIS DR |
|-----------------------------|----------------------------------|----------|----------|---------|---------|
|                             |                                  | A        | B        | C       | D       |
| 1                           | Páčidlo                          |          |          |         |         |
|                             | Kameň                            |          |          |         |         |
|                             | Vlastná sila – bez nástroja      |          |          |         |         |
| 2                           | Ručná píľka                      |          |          |         |         |
|                             | Kliešte (ručné)                  |          |          |         |         |
|                             | Kladivo                          |          |          |         |         |
| 3                           | Pákové nožnice                   |          |          |         |         |
|                             | Automobilový zdvihák             |          |          |         |         |
|                             | Dynamické popruhy (gurtňa)       |          |          |         |         |
| 4                           | Akku brúska                      |          |          |         |         |
|                             | Akku píľka                       |          |          |         |         |
|                             | Okružná píľa                     |          |          |         |         |
| 5                           | Plynový horák                    |          |          |         |         |
|                             | 230V – flexi brúska 125mm        |          |          |         |         |
|                             | benzínová motorová rozbrusovačka |          |          |         |         |

|  |  |
|--|--|
|  | Prielomový otvor nebol vytvorený do 20 minút |
|  | Prielomový otvor bol vytvorený do 10 minút   |
|  | Prielomový otvor bol vytvorený do 1 minúty   |

Pozn.: EXTRUDER, BASTILLA, AXIS SR, AXIS DR – testované druhy oplotenia firmy Dirickx

*Obr.5 Zovšeobecnené časy prielomových odolností jednotlivých oplotení v projekte PACITA*

Z výsledkov riešenia projektu PACITA vyplýva, že bez ohľadu na hluk vznikajúci pri prekonávaní oplotení je najučinnejším nástrojom uhlová brúska (akumulátorová, alebo 230V). Z menej dostupných nástrojov benzínová motorová rozbrusovačka. Pri zohľadnení vytváraného hluku sú najúčinnnejšie pákové nožnice. Zaujímavé sú výsledky pri použití obyčajného kladiva, alebo dynamických popruhov.

Výsledky z projektu PACITA v podstate zodpovedajú výsledkom z projektu VEGA, ale v prípade projektu PACITA bol vzhľadom na rozpočet projektu použitý širší rozsah náradia a väčšie množstvo testovaného materiálu (vzoriek).

## ZÁVER

Na základe realizovaných testov prielomovej odolnosti mechanických zábranných prostriedkov v projektoch VEGA a PACITA je zjavné, že akékoľvek typy oplotenia sú prekonateľné a závisí len na použítom type náradia, aký dlhý bude čas

prekonania. Pre zvýšenie účinnosti zábrannej funkcie oplotenia, najmä pri bariérach so zaručenou úrovňou pasívnej bezpečnosti je potrebné zvýšiť počet radov oplotenia s možnosťou vyplnenia medzier medzi nimi žiletkovým drôtom, prípadne inými zábrannými prostriedkami – napríklad väznice, objekty ministerstva obrany atď. Vo všeobecnosti je každý typ oplotenia (vynímajúc betónové oplotenie) v závislosti od použitého náradia prekonateľný do 20 minút. Oplotenie slúži predovšetkým na optické a fyzické oddelenie priestoru, ale jeho účinnosť z pohľadu zádržnej schopnosti je minimálna. V rámci integrovaného bezpečnostného systému je preto dôležité použitie detekčných systémov a fyzickej ochrany pre všetky objekty a pre objekty kritickej infraštruktúry osobitne.

*Príspevok bol spracovaný v rámci projektu VEGA 1/098/11 Model sústavy optimalizácie integrovaného bezpečnostného systému ochrany typových objektov realizovaný za pomoci expertného systému.*

*Príspevok bol spracovaný v rámci projektu APVV-0471-10 Ochrana kritickej infraštruktúry v sektore doprava.*

*Príspevok bol spracovaný v rámci medzinárodného projektu PACITA Metodika hodnocení fyzické ochrany prvků Kritické infrastruktury proti napadení teroristickým útokem a dalšími formami útoků.*

## LITERATURA

- [1] GYMERSKÁ, J.: *Mechanické prostriedky a systémy technickej ochrany objektov*. Bratislava: APZ, 2003. ISBN 80-8054-282-1
- [2] MACH, V.: *Bezpečnostné systémy - Mechanické bezpečnostné prostriedky*. Košice: Multiprint, 2010. ISBN 978-80-970410-6-9
- [3] UHLÁŘ, J.: *Technická ochrana objektů, I.díl, Mechanické zábranné systémy*. Praha: Policejní akademie ČR, 2000. ISBN 80-7251-046-0
- [4] KAMPOVÁ, K., LOVEČEK, T: Comparison of methodologies for quantitative and qualitative assessment of physical protection systems. In: *European journal of security and safety*. ISSN 1338-6131. Dostupné on-line na: <http://www.esecportal.eu/journal/index.php/ejss/issue/view/2>
- [5] HADÁČEK, L. a kol.: *Metodika testovania odolnosti pasívnych bariér*. Projekt PACITA, 2013.

Článok recenzovali dvaja nezávislí recenzenti