



## UJEDNOTENIE METODIKY ZISŤOVANIA PRIELOMOVEJ ODOLNOSTI MECHANICKÝCH ZÁBRANNÝCH PROSTRIEDKOV OBVODOVEJ OCHRANY

## CONSOLIDATION OF THE METHODOLOGY FOR ASSESSING THE BREAK RESISTANCE OF MECHANICAL BARRIER EQUIPMENT FOR CIRCUIT PROTECTION.

Andrej VELAS<sup>1</sup>, Vlastimil MACH<sup>2</sup>

### SUMMARY:

*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.*

**KEYWORDS:** 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“

<sup>1</sup> Andrej Velas, Ing., PhD., Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. Mája 32, 010 26 Žilina, tel.: 041/ 513 6665, e-mail: andrej.velas@fsi.uniza.sk.

<sup>2</sup> Vlastimil Mach, Ing., PhD., Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. Mája 32, 010 26 Žilina, tel.: 041/ 513 6657, e-mail: vlastimil.mach@fsi.uniza.sk.

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. Stanovené boli 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, závary, priepusty apod.), ktoré obmedzujú vstup nepovoláných 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.

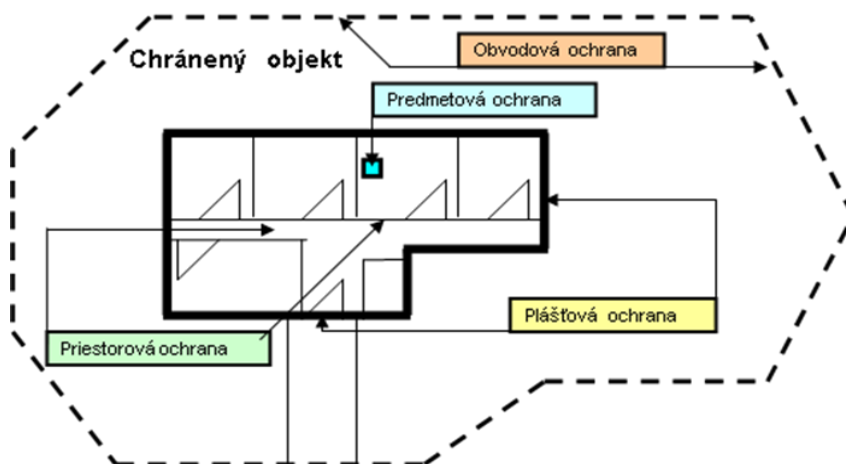
Základné rozdiely medzi jednotlivými druhmi oplotenia [2] sú najmä v:

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

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 ako veľmi dôležité rozdelenie podľa bezpečnostných charakteristík – teda podľa bezpečnostnej úrovne, podľa objektu chránenia a integrácie bezpečnostných prvkov.



Zdroj: [1]

Obrázok 1. Schematické naznačenie miesta obvodovej ochrany objektu

## **Prielomová odolnosť MZP 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  
 $t_1$  - počiatočný 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 roztiahne vytvorený prielomový priestor tak, aby sa mohol pretiahnuť do chráneného objektu.

Nevychádzalo sa z normy EN 1630 [6], tak ako pri riešení projektu PACITA, ktorá síce určuje presné rozmery prielomového otvoru, ale v pevnej dverovej konštrukcii alebo konštrukcii mreží.

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

- a) obdĺžnik 400 mm  $\pm$  2 mm x 250 mm,
- b) elipsa 400 mm  $\pm$  2 mm x 300 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, ktorý strávia na prípravu.

## **Deštruktívne prostriedky**

Ako deštruktívne prostriedky uvažujeme rôzne nástroje bežne používané, ktoré sa vyskytujú v súpravách náradia STN EN 1630 [6] a niektoré v STN EN 1143-1 [7]. 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, rozpínaky...)
- tepelné - termické (propán - butánové, kyslíkovo - vodíkové a ďalšie súpravy...)

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

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

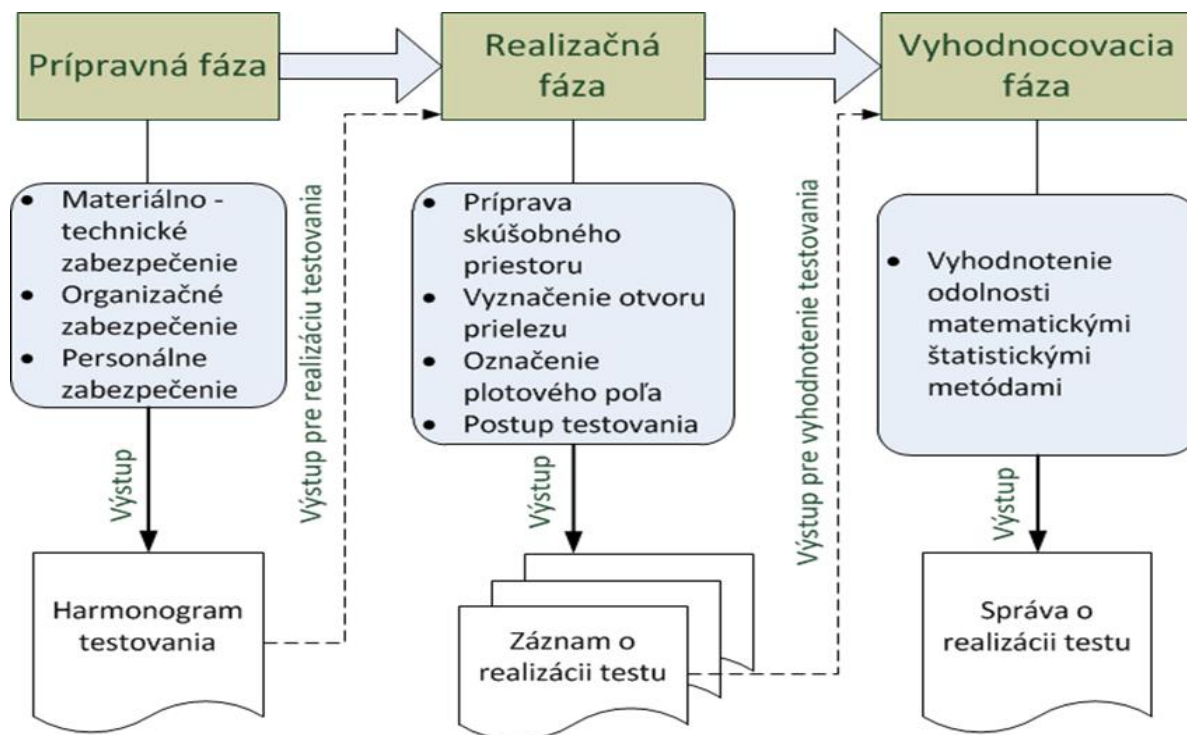
## **2. VYKONANIE TESTOV**

Testovanie v prípade obidvoch projektov bolo rozdelené do troch etáp znázornených na obrázku č.2.

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.



Zdroj: [5]

Obrázok 2. Fázy testovania MZP

V projekte VEGA realizačná etapa prebiehala na dvanástich vzorkách oplatenia, s využitím nasledovných deštrukčných 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 ocel' (115 mm) s výkonom 650 W a BRÚSKA B s priemerom rezného kotúča na ocel' (150 mm) s výkonom 950 W.

Ďalej boli použité ostatné prostriedky, ktoré boli potrebné na meranie času - 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 materiálno technické zabezpečenie nasledujúce:

- skúšobná vzorka materiálu – vždy kompletne plotové pole,
- skúšobný rám – navrhnutý a realizovaný pre riešenie projektu,
- nástroje na prekonávanie,
- 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 oplatenia.

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

Pre priebeh skúšok boli stanovené pravidlá kvôli porovnateľnosti nameraných výsledkov:

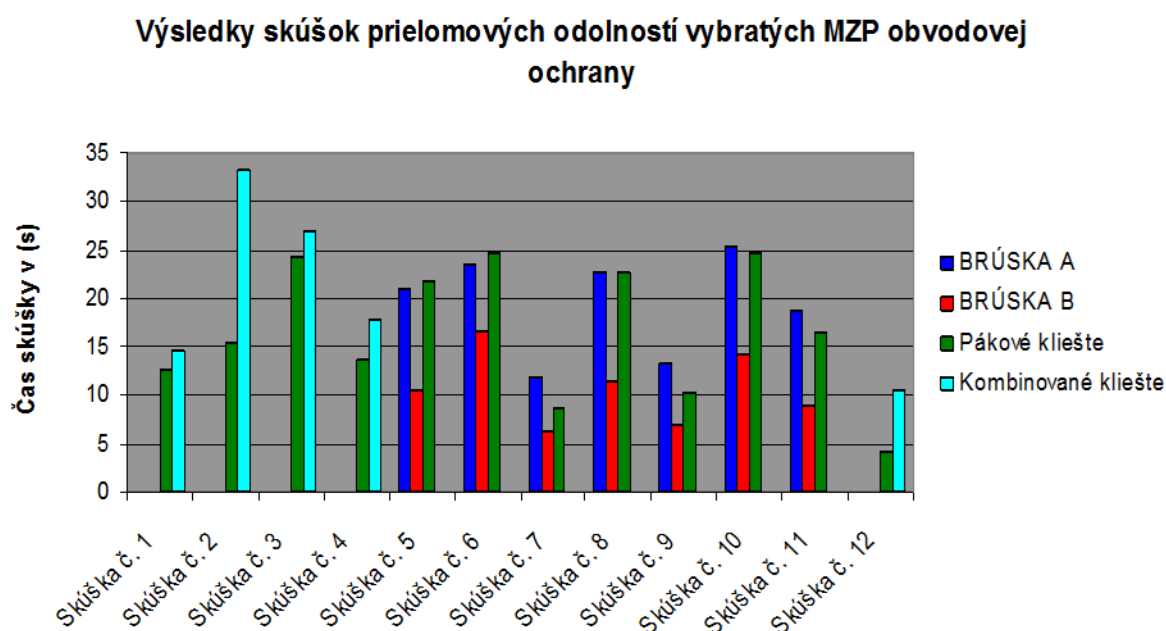
- meraný čas bol uvádzaný v sekundách,
- výsledný čas bol vypočítaný ako priemer troch nameraných časov zaokrúhlený na dve desatinné miesta.

### 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 zvlnení atď.

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.



Obrázok 3. 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,
- typ skúšobnej vzorky
- typ použitého prostriedku pre prekonávanie,
- dátum realizácie testu,
- čas realizácie testu,
- teplota vzduchu,
- použitá šablóna,
- celkový čas testu,

- maximálny čas testu,
- výsledok testu,
- skúšobní komisári,
- poznámky.

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

Z výsledkov riešenia projektu PACITA vyplýva, že bez ohľadu na hluk vznikajúci pri prekonávaní oplození je najúčinnnejším 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 obyčejného kladiva, alebo dynamických popruhov. Výsledky sú znázornené na obrázku č. 4.

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).

Jednotlivé druhy oplatenia, pri ktorých je doba potrebná na prekonanie vyššia ako 20 minút

sú prekonateľné. V tejto skupine je možné rozdeliť na ďalšie kategórie – prekonanie do 1 minúty a do 10 minút. V prípade, že nebolo do 20 minút prekonané oplatenie do záznamu sa napíše, že je neprekonateľné. Z uvedeného vyplýva, že je možné z hľadiska prielomovej odolnosti rozdeliť mechanické zábranné prostriedky obvodovej ochrany rozdeliť na 4 bezpečnostné triedy. Bezpečnostné triedy budú rozdelené podľa účinku najvýkonnejšieho deštruktívneho prostriedku.

Tabuľka 1

#### Určenie bezpečnostných tried obvodovej ochrany

Bezpečnostná trieda	Prielomová odolnosť	Ochrana	Poznámka
1.	0 – 1 minúta	Veľmi nízka	Prekonateľná
2.	1 – 10 minút	Nízka	Prekonateľná
3.	10 – 20 minút	vysoká	Prekonateľná
4.	Vyššia ako 20 minút	Veľmi vysoká	Neprekonateľná

Skupiny náradia \ Oplatenie		Extruder	Bastilla	AXIS SR	AXIS DR
		A	B	C	D
1	Páčidlo				
	Kameň				
	Vlastná sila – bez nástroja				
2	Ručná píla				
	Kliešte (ručné)				
	Kladivo				
3	Pákové nožnice				
	Automobilový zdvihák				
	Dynamické popruhy (gurtňa)				
4	Akku brúska				
	Akku píla				
	Okružná píla				
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 oplatenia firmy Dirickx

Obrázok 4. Zovšeobecnené časy prielomových odolností oplatenia v projekte PACITA



## ZÁVER

Na základe realizovaných testov prielomovej odolnosti mechanických zábranných prostriedkov v projektoch VEGA a PACITA je zjavné, že akékoľvek typy oplotení sú prekonateľné a závisí len na použitom type náradia, aký dlhý bude čas prekonania. Pre zvýšenie účinnosti zábrannej funkcie oplotení, najmä pri bariérach so zaručenou úrovňou pasívnej bezpečnosti je potrebné zvýšiť počet radov oplotení s možnosťou vyplnenia medzier medzi nimi žiletkovým drôtom, prípadne inými zábrannými prostriedkami – napríklad väznice, objekty ministerstva obrany atď. Vo všeobecnosti je každý typ oplotení (vynímajúc betónové oplotenie) v závislosti od použitého náradia prekonateľný do 20 minút. Oplatenie 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.

V podstate sa metodika VEGA príliš neodlišuje od metodiky PACITA, len rozdiel je medzi prielomovým priestorom, ale pri pohľade na tento typ prielomového otvoru predstavuje čiastočný obvod obdĺžnika podľa Metodiky PACITA.

Na workshope v Prahe dňa 25.4.2013 k projektu PACITA bolo medzi účastníkmi dohodnuté, že z hľadiska štandardizácie, sa bude naďalej používať obdĺžnikový prielomový otvor rozmerov 400 x 250 mm, s možnosťou vytlačenia prielomového otvoru do vnútra objektu (v súlade s obdĺžnikovým prielomovým otvorom podľa EN 1630 [6]). Tým pádom ostanú iba 2 rezy dĺžky 250 mm a výrazne sa zníži prielomová odolnosť oplotení. V prípade, že je pletivo, najmä vyšších tried bariér (zvárané, zvárané rámy), ukotvené v betónovej podmurovke bude nutné urobiť ešte jeden rez dĺžky 400 mm, pretože prielomová odolnosť betónu je oveľa vyššia ako prielomová odolnosť pletiva.

*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.*

## LITERATÚRA

- [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.
- [6] STN EN 1630 Bezpečnostné dvere, mreže, rolety, žalúzie, SÚTN, 2010.
- [7] STN EN 1143-1 Bezpečnostné úschovné objekty – požiadavky, klasifikácia a metódy skúšania odolnosti proti vlámaniu, SÚTN, 2012.