

**FRANK GYÖRGY:**

**BALLISZTIKAI KERÁMIÁBÓL ÉS TRAUMA CSOMAGBÓL ÖSSZETETT  
KIEGÉSZÍTŐ VÉDŐBETÉT ELEMZÉSE „BIZALOMERŐSÍTŐ” VIZSGÁLATOK  
ALAPJÁN**

A Magyar Rendészettudományi Társaság – együttműködve az RTF Közbiztonsági Tanszékével – „*A lövedékálló védőmellények alkalmazásának taktikája és ezen eszközökben alkalmazott ballisztikai kerámia műszeres vizsgálata*” címmel, 2011. május 4-én kerekasztal-beszélgetést szervezett a Rendőrtiszti Főiskolán. A kerekasztal-beszélgetés résztvevői megállapították, hogy a MSZ K 1114-1:1999 „*Testpáncélok 1. rész Lövedékálló védőmellények*” megnevezésű katonai szabvány megjelenésének időpontjától kezdődően, az elmúlt évek során megváltoztak – többek között – az anyagvizsgálati módszerek és a fegyverkörnyezet. A kerekasztal-beszélgetés résztvevői egyetértettek azzal, hogy a szabványokat javasolt 10 éves korszerűsítési ciklusba sorolni [1].

A rendezvényen vita indító előadóként elsősorban azt hangsúlyoztam, hogy tekintettel a lövedékálló védőmellényekkel szemben támasztott szigorodó biztonsági követelményekre, a fegyver- és lőszer fejlesztésekre, időszerű lenne a kiegészítő védőbetétre vonatkozó lövedékállóság vizsgálati módszer mellé besorolni a rétegek (rétegek) vizsgálatát, a ballisztikai kerámia és a hozzá ragasztott trauma csomag felhasználhatóságát meghatározó fizikai- és kémiai kulcstulajdonságok meghatározását, stb. is.

Az angol szabvány [2] az adatok között például előírja megadni, a lövedékállósági vizsgálat mellé: a kerámia típusát: a nyílt porozitást/égetett sűrűséget: a szemcse méretét/alakját: a keménységet: a rétegek ragasztó anyagát: a réteg számot (UHMWPE/ aramid stb).

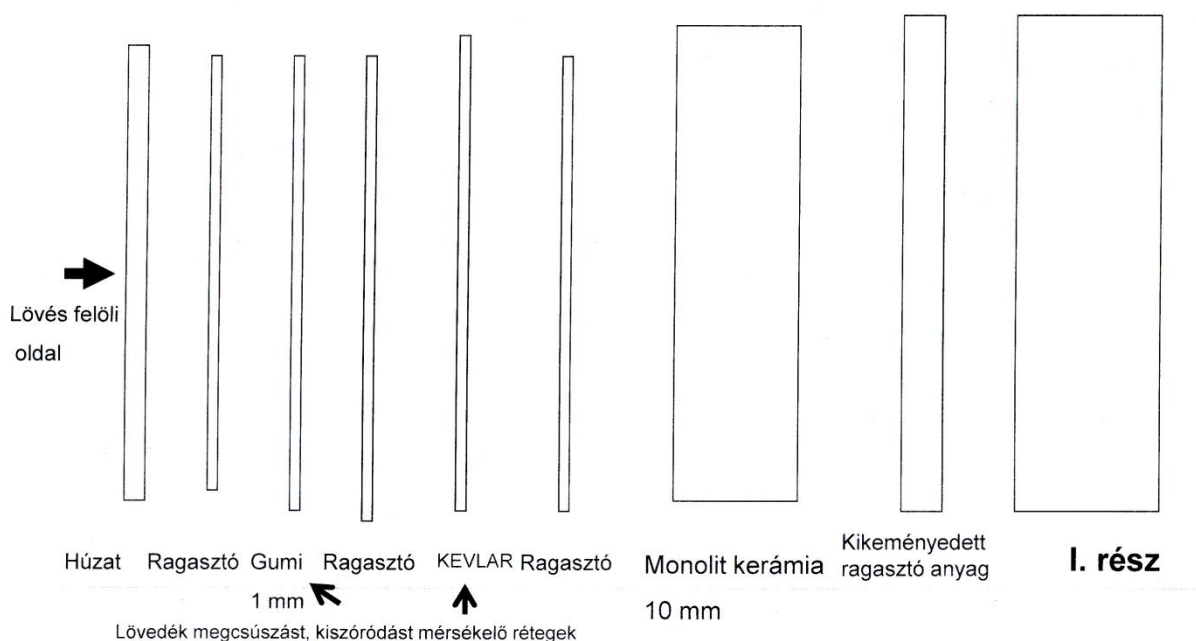
Ennek a védőelemnek a részletesebb elemzése fontos egyrészt azért, mivel a nagy energiájú karabély- és puska töltények lövedékei kivédésére csak olyan testpáncélok alkalmasak,

amelyek megfelelő konstrukciójú, megfelelő kulcstulajdonságokkal rendelkező kiegészítő védőbetéteket is hordoznak. Másrészt pedig azért, hogy a részletek megismerésével a felhasználók (viselők) **bizalma erősödjön** a megfelelő eszköz iránt [3].

Előző publikációimban [4], [5] már ismertettem lövedékálló védőmellényekben alkalmazható ballisztikai kerámia kulcstulajdonságainak megállapításához alkalmazható laboratóriumi módszereket.

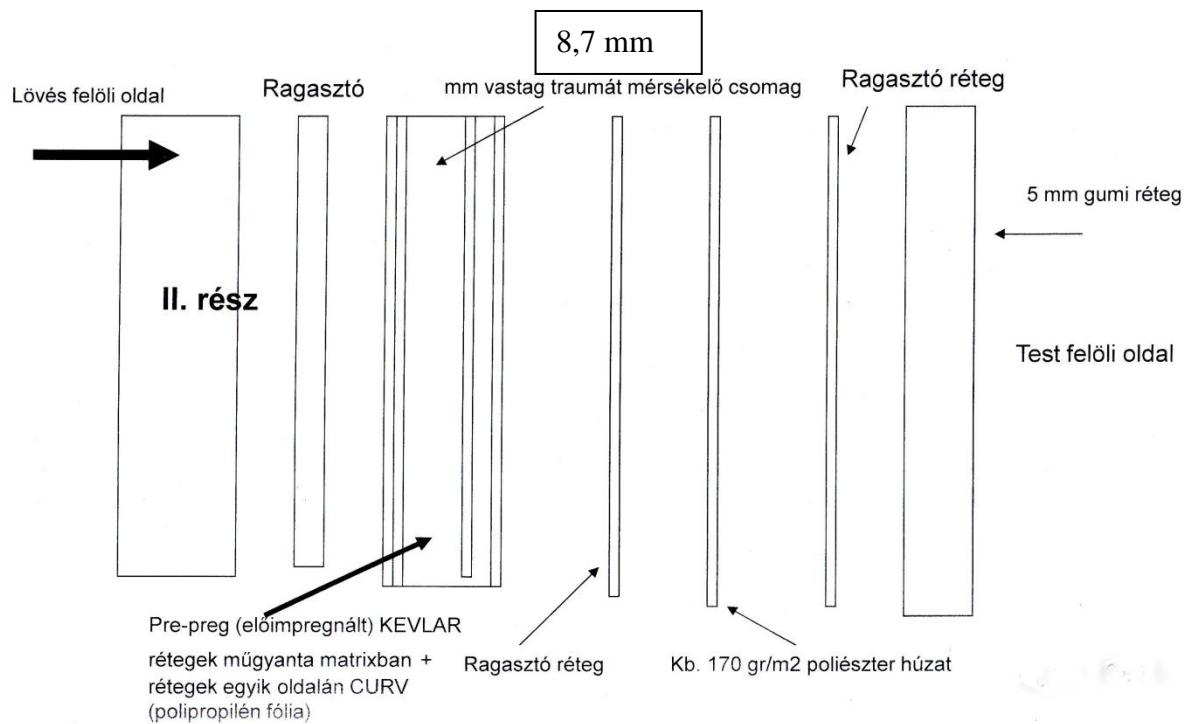
A jelen tanulmány célja a védőeszközt használók (viselők) figyelmébe ajánlani olyan, megfigyelésekre, laboratóriumi vizsgálatokra támaszkodó módszereket, amelyek alkalmasak a testpáncélok iránt a felhasználói **bizalmat erősíteni**.

### A kiegészítő védőbetét rétegei [6]



**1. ábra. Lövés felőli oldalról nézve az  $Al_2O_3$  monolit kerámia előtti rétegek**

(Forrás: Frank Gy. dokumentáció)



**2. ábra. Test felőli oldalról nézve a traumát mérsékelő csomag mögötti rétegek**

(Forrás: Frank Gy. dokumentáció)

A kiegészítő védőbetét rétegeit laboratóriumi módszerekkel kapott eredmények, minősítő bizonyítványok, használati útmutatók, használati tapasztalatok, stb. alapján tanácsos értékelni. Elemezni célszerű például a trauma csomagba beépített szövet energia elnyelő képességét, a CURV fólia szerkezetre gyakorolt hatását, a kerámia lövés felőli oldalára ragasztott gumi lap kiszóródást csökkentő hatását, a ragasztott felületek simaságát, az illesztési felületek közötti kötés szilárdságát, stb.

### A 7,62-mm PSZ lőszer

Áthatoló (páncéltörő) lőszer: olyan lőszer, amelynél a lövedéket köpeny burkolja és páncéltörő (áthatoló) kemény maggal rendelkezik, ideértve a nem páncéltörő rendeltetésű acél magvas löszereket is [7].

A **7,62 x 39 (43M)** acél magvas (PSZ) lőszer csúcsa jelzés nélküli, a lövedéktest belsejében az edzett acélmag 20 mm hosszú, 5,9 mm átmérőjű, melyet egy antimon-óloming és egy acélköpeny vesz körül. A hüvely foszfátózott-lakkozott, vagy tombakkal platirozott.



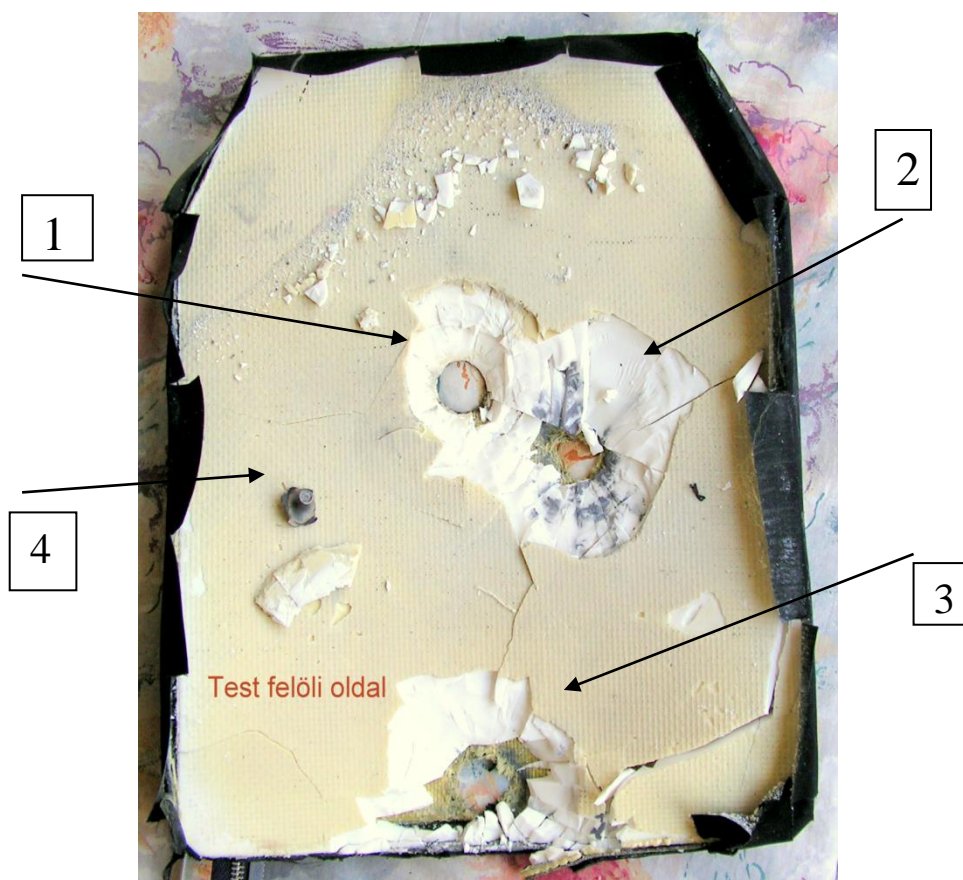
**3. ábra. A ballisztikai kerámiára lőtt 7,62 x 39 (43M) PSZ töltény lövedékmag orra visszagyűrődve („gombásodva”)**

(Frank Gy. felvétele)

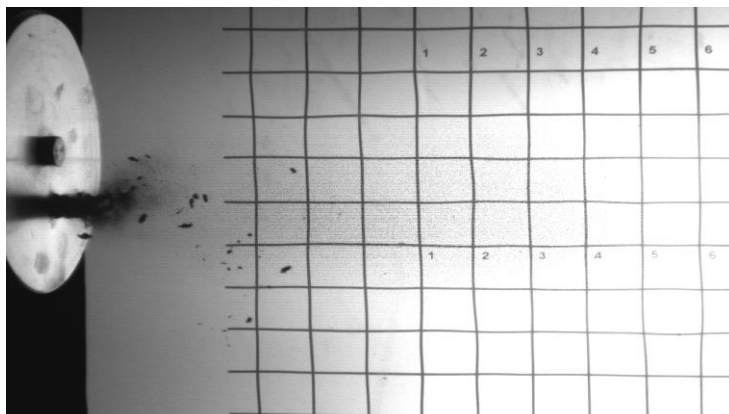
### A ballisztikai kerámiára lőtt 7,62 mm-es lövedékek hatásainak (4. ábra) elemzése

- amikor, az első lövés (1), 0 fokos szögben, a minta középpontja körül rajzolt, 100 mm átmérőjű körbe csapódik be,
- amikor, a második lövés (2), 0 fokos szögben, a minta középpontja körül rajzolt, 100 mm átmérőjű körbe csapódik be és a két találat középpontja közötti távolság 54 mm,

- amikor, a harmadik lövés (3) találatának középpontja és a minta széle közötti távolság 25 mm. Ennek a találatnak az elemzésénél figyelembe kell venni, hogy a NIJ szabvány 7.6.1 pontja [9] erre a távolságra 51 mm-t ad,
- amikor, a ballisztikai kerámiában, 0 fokos becsapódás mellett, kráterek alakulnak ki,
- amikor, a kiszakadó kerámia törmelék (szilánkok), a lövedék repülési irányával szemben is szóródik.



**4. ábra.  $\text{Al}_2\text{O}_3$  monolit, 10 mm vastag ballisztikai kerámiában keletkezett kráterek (1,2,3), a sérülések radiálisak és koncentrikusak. Az (1) jelű helybe becsapódott „gombásodott” lövedékmag (4)**  
(Frank Gy. felvétele)



**5. ábra. A kerámiából kiszakadó törmelék (szilánkok), a lövedék repülési irányával szembe is szóródhat [8]**

Figyelemmel arra, hogy a monolit kerámiában létrejött kráterek (lő csatornák) egyenes csonka kúpoknak tekinthetők, így számolhatók az egyes kráter térfogatok ( $V$ ), a bemeneti nyílás átmérők ( $d$ ), a kimeneti nyílás átmérők ( $D$ ) és a sűrűség ( $\rho$ ) ismeretében. A számított kráter térfogatok ( $V$ ) alapján meghatározhatók a kráterekből kiszakadó kerámia tömegek ( $m$ ) is. A 4. ábrán a (2) számmal jelölt kráterből kiszakadó kerámia tömege ( $m_2$ ):

$$V = \frac{\pi h}{12} (D^2 + D \cdot d + d^2) \quad \text{alapján}$$

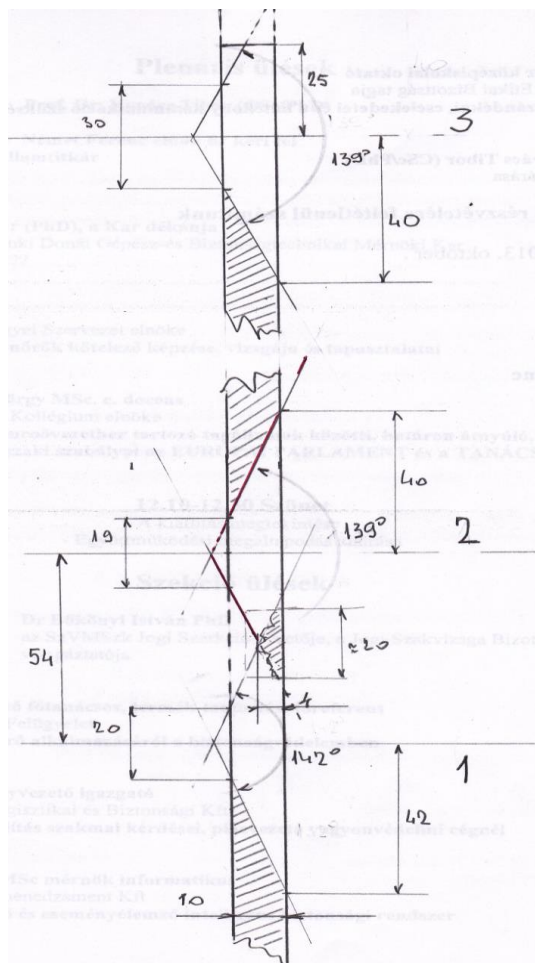
$$V_2 = 21,5 \text{ cm}^3$$

Ha:  $\rho = 3,9 \text{ g/cm}^3$

Akkor:  $m_2 = \rho \cdot V_2 = 83,85 \text{ gr.}$

A ballisztikai kerámián áthatoló lövedékek által létrehozott krátereknek, a belépési oldalon lévő átmérőinek ( $d$ ) egymástól való eltérései és a kilépési oldalon keletkezett nyílások átmérőinek ( $D$ ) egymástól való eltérései minimálisnak tekinthetők, különös tekintettel az (1) és (2) kráterek között. A kráterek falain visszamaradt sérülések egyrészt radiálisak, másrészt koncentrikusak. A (2) jelű kráter falán érzékelhető fekete elszíneződés lövedék megcsúszásra enged következtetni. Továbbá a 10 mm vastag kerámiában, a lövedékek belépési és a

lővedékek kilépési nyílásai között kialakult lő csatornák, szabályosnak mondhatók, 139-142 °-os, egyenes csonka kúpok (kráterek). Szükséges megemlíteni, hogy a keletkezett kúpszögek máshol végzett hasonló kísérletek eredményeihez (110-130 °) jól közelítenek [10].



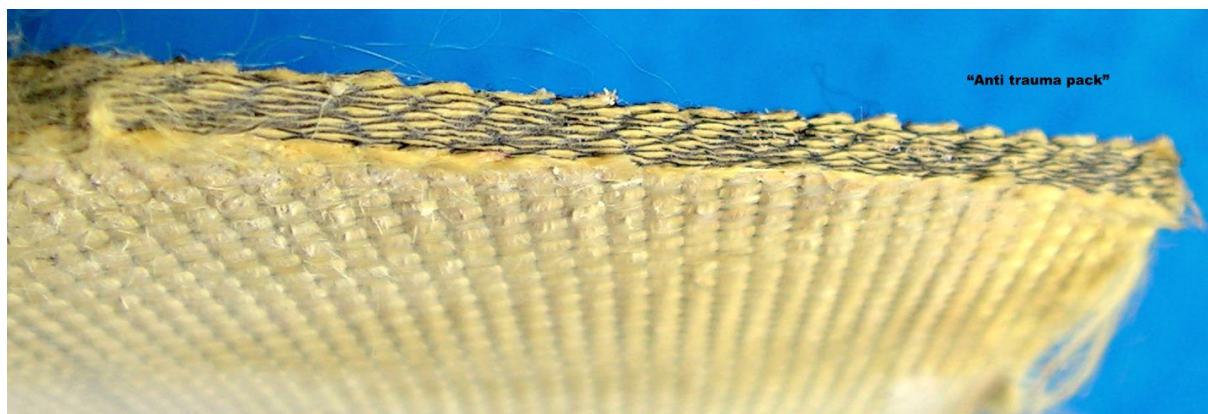
**6. ábra. A becsapódó lövedékek által létrehozott kráterek**

(Forrás: Frank Gy. dokumentáció)

Értékelve, hogy egynél több lövés leadása történt a ballisztikai kerámia és a hozzáragasztott trauma csomagból összeállított védőeszközre, annak kritikusként nevezhető pontjaira, olyan eredménnyel, hogy a találatok hatásaira a vizsgáló lövedékek, azok repeszai és/vagy a védőanyagokból kiszakadt tömegekből darabok nem hatoltak át a védőbetétben.

### **A ragasztott kötés szilárdsága**

A tanulmányozott védőbetétet alkotó ballisztikai kerámia és a trauma csomag (kevlár rétegek és Curv lapok) szilárd összekötését a két védőeszközelem illesztendő felületei közé felvitt ragasztóanyag biztosítja. A merev ballisztikai kerámián a ragasztási sík (illesztési felület) teljesen tömör, nem érdes (sima). A korlátozottan hajlékony, 344 gramm tömegű trauma csomag ragasztási síkján egyenletlen, vászonkötésű kevlár szövet. A két ragasztási sík között kikeményedett ragasztó rétegvastagság 1,1 mm. A kikeményedett ragasztó által fedett felület alapján, az egymással szemben elhelyezkedő felületeknek 100 %-án jött létre érintkezés (tapadás). Az illesztési felületek közötti kötés szilárdság egymástól eltér. A traumacsomag lefejtési szilárdsága kisebb, könnyen, roncsolás nélkül leválasztható a kikeményedett ragasztó rétegről. Ellenben a ballisztikai kerámia illeszkedő felületéről, a kikeményedett ragasztó réteg, roncsolás nélkül, nem választható el.

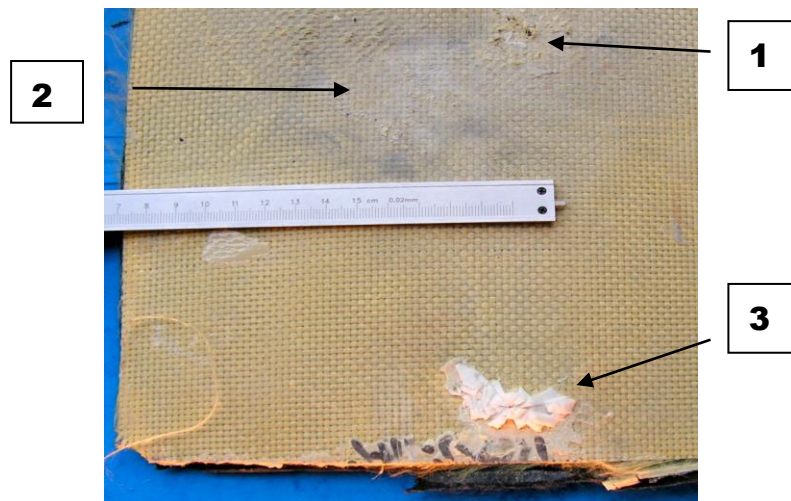


### **7. ábra. A trauma csomag.**

A fekete rétegek: Curv lapok. A sárga rétegek: vászonkötésű kevlár.

(Frank Gy. felvétele)

A Curv<sup>®</sup> márkanévű anyag egykomponensű, 100 % polipropilén (PP) alapú, önerősített (self-reinforced) kompozit. A Curv lapokat extrudált PP szalagokból készítik. A szalagokból szőtt lapokat hőhatás közben összesajtolják. A lap felületek hőhatás következtében megömlött részeiből alakul ki a matrix, miközben belül a lapok szőtt szerkezete szilárd marad. A DIN EN ISO 527 szabvány [10] szerint 20 % szakadási nyúlással, 120 N/mm<sup>2</sup> szakítószilárdsággal rendelkező Curv<sup>®</sup> anyaggal kombinált trauma csomag, lövedék becsapódáskor mérsékeltebb lenyomatmélységet biztosít. Ugyanis a nagy nyúlással rendelkező Curv<sup>®</sup> önerősített polimer kompozit, szakító igénybevételnél jelentősebb munkát képes kifejteni, ebből az következik, hogy az energiaelnyelő képessége nagyobb.



**8. ábra. A trauma csomag ragasztási síkján nem okoztak roncsolást a lövedékek becsapódásai (1, 2, 3). Kerámiából kiszakadt részek ragadtak a (3) jelű helyre**

(Frank Gy. felvétele)

A polipropilén vegyszerállósága jó, az ütésállósága 0°C alatt csökken, rideggé válik és a jól éghető műanyagok közé tartozik.

## Összefoglalás

1. **„Bizalomerősítőnek”** tekinthető a kiegészítő védőbetétnél, hogy a vizsgálólövedékek vagy azok repeszei teljesen nem hatoltak át a védőeszközön, továbbá az, hogy:
  - a (2) jelű helyen becsapódott lövedék kráter és az (1) jelű helyen becsapódott lövedék kráter középpontok egymáshoz való közelsége ellenére sem történt átszakadás a kráterek között,
  - nem történt teljes áthatolás, kicsúszás. annak ellenére, hogy csak 25 mm távolságra van a (3) helyen jelzett találat középpontja a minta szélétől.
2. **„Bizalomerősítőnek”** tekinthető a kiegészítő védőbetétnél, hogy a becsapódó lövedékek nem csúsztak ki, továbbá kerámia törmelék nem szóródott ki.
3. **„Bizalomerősítőnek”** tekinthető az, ha a védőeszközt használók (viselők) részletesen megismerhetik a kiegészítő védőbetét rétegeit.
4. A **„bizalomerősítő”** vizsgálatok mellett szükséges tanulmányozni a korszerű, vonatkozó szabványokat, különös tekintettel a ballisztikai limit (BL) tesztre [14].

## Felhasznált irodalom

1. Szabványügyi Közlöny 1. szám, 2010. január. 42. old.
2. HOSDB Body Armour Standards for UK Police (2007) Part 1: General Requirements. Page 7.
3. <http://combatgear.blog.hu/2011/05/04/uj> rendőrségi védőmellény
4. Frank György Eur.Ing.: A lövedékálló védőmellény alapanyagai és a degradáció veszélye. A ballisztikai kerámia laboratóriumi vizsgálata. BOLYAI SZEMLE 2009. 3. szám. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Hadmérnöki Kar Budapest.
5. Frank György Eur. Ing.: Lövedékálló védőmellényekben alkalmazható ballisztikai kerámia megfelelőségének vizsgálata röntgendiffrakciós (XRD) módszerrel. BOLYAI SZEMLE 2011. 1. szám. Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem Bolyai János Hadmérnöki Kar Budapest.

6. HOSDB Body Armour Standards for UK Police (2007). Part 1: General Requirements. Appendix A
7. 2004. évi XXIV. törvény a lőfegyverekről és lőszeréről
8. Back-splatter effect - P.Platak. Military University of Technology-Poland
9. NIJ Standard-0101.06:2008 „Ballistic Resistance of Body Armor” U.S. Department of Justice July 2008.
10. St. Asenov, L. Lakov, Kr. Toncheva: PROMISING CERAMIC MATERIALS FOR BALLISTIC PROTECTION *Journal of Chemical Technology and Metallurgy*, 48, 2, 2013, 190-195
11. <http://www.curvonline.com/about/commitment.html> Letöltés ideje: 2013. dec.10.
12. MSZ K 1114-1:1999 szabvány
13. MSZ ENV 843-5. rész. Statisztikai elemzés
14. MIL-STD-662E, F: Military Standard V50 Ballistic Test for Armor