

VII. Évfolyam 2. szám - 2012. június

**Berek Lajos – Gávay György**

[berek.lajos@uni-nke.hu](mailto:berek.lajos@uni-nke.hu) – [gavay.gyorgy@uni-nke.hu](mailto:gavay.gyorgy@uni-nke.hu)

## A TÖMEGOSZLATÓ PAJZSOK VIZSGÁLATA

### *Absztrakt*

*A napjainkban alkalmazott pajzsok anyaga, alakja minősége nagyon sok időt és energiát felemésztő fejlesztés eredménye. Általánosságban is igaz, hogy a feladat illetve annak végrehajtása generálja a speciális eszközökre való igényt. Amennyiben a cél egy tömeg kezelése, oszlatása, szembenálló felek szétválasztása, kísért személy védelme, vagy akár csak egy erőszakos személy mozgásának korlátozása, a feladat végrehajtás közben a végrehajtó állomány testi, fizikai épségének biztosítása, biztonságérzetének megtartása megkerülhetetlen. A követelmények tükrében nem lehet csak a laboratóriumi mérésekre hagyatkozni egy-egy speciális termék alkalmazása során.*

*The material, shape and quality of today's shields are the result of a development that required a lot of energy and time. It can also be generally stated that the tasks (and their implementation) generate the need for special equipment. If the aim is to handle or dismiss a crowd, to separate hostile parties, to protect the accompanied person or just to restrain the movement of a violent person, ensuring the physical soundness of the troops and protecting their feeling of safety during the implementation of the task is inevitable. Keeping the requirements in mind, only considering the results of laboratory measurements is not enough when using special equipment.*

**Kulcsszavak:** polikarbonát, Lexan, boPet, tömegoszlató pajzs, gyorskamera, vizuális vizsgálat – polycarbonate, Lexan, boPET, riot shield, fastcam, visual examination

## 1. BEVEZETÉS

Egy védőeszköz könnyen válhat fegyverré az ellenfél kezében, ha bizonytalanul alkalmazzuk. Az alkalmazás biztonsága a tapasztalatokon, a használat közben már bizonyított eszközök megítélésén, illetve olyan dokumentációkon múlik, amely bemutatásával a lehető legtöbb - a végrehajtó állományban felmerülő - kétséget is ki tudjuk zárni. Az alkalmazott eszközök használata, és a használat eredménye a kiképzés minőségétől nagymértékben függ. A kiképzés alatt lévő állomány elsősorban vizuálisan tapasztalhatja meg az eszközök használatának módját, illetve a bemutatások alkalmával győződhet meg annak képességeiről, tulajdonságairól, viselkedéséről. A helyes használat, test- és kartartás, különböző mozgásmódok helyessége csak a kiképzés történései alapján sajátíthatóak el egy pajzs esetében is. A kezdeti bizonytalanságot a leggyorsabban az oszlathatja el, ha olyan dokumentáció is bemutatásra kerül, amely az emberi szem által felfoghatatlan tényeket is közöl. A cikk témájának alapjául éppen egy ilyen lehetőséget ragadtam meg. Egy pajzs viselkedéséből az emberi szem csak annyit észlel, hogy a rá ható erők miatt megmozdul, de azt hogy hogyan, azt nem. Az általam végzett vizsgálatok a pajzsok rendeltetészerű használata közbeni viselkedést dokumentálják, és állítják szembe az emberi szem lassúságával.

## 2. A PAJZSOK FEJLŐDÉSE

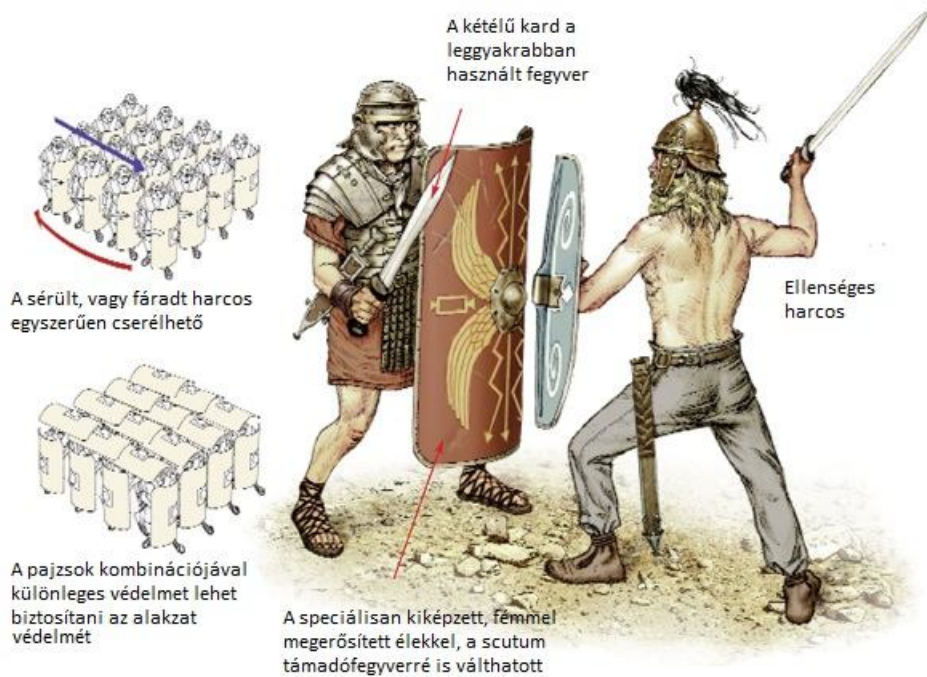
A pajzsok kialakulása, alkalmazása szinte a kezdetleges törzsi harcokkal egyidős, de számottevő fejlődése mintegy 2000 évre nyúlik vissza. Ez idő alatt számos alkalommal mellőzték, de jóval több esetben töltött be kiemelkedően fontos szerepet a katonák feladatainak végrehajtása közben. Korunk sajátossága, hogy a rendfenntartó, vagy különleges műveleti feladatokat ellátó erők illetve a hadseregek felszerelése sok helyen fedik egymást.

Természetesen az alkalmazott eszközök kiválasztása, fejlesztése mindig a feladatok sajátosságainak függvénye. Az alkalmazás, és a fejlesztés szempontjainak kiválasztása erőt próbáló feladat a szakemberek számára, hiszen a pajzsok első sorban védőeszközök, és e funkciójukat úgy kell ellátniuk, hogy a feladat-végrehajtásban, ne akadályozza a katonát, vagy rendőrt, illetve az alakzatban, sorfalban álló állományt ne veszélyeztesse.

Sok kultúrában a pajzs volt a harcos jelképe. Számtalan múzeumban, kastélyban láthatunk díszes pajzsokat a falon, melyek a család, a birtok, illetve az állam címerét viselik. A pajzs az erő, és a védelem jelképe lett az idők folyamán.

Minden történelmi kornak, illetve a domináns hadsereggel bíró államoknak meg voltak a jellegzetes pajzsaik. A haditechnikai eszközök fejlődését a kor technikai színvonala, és értelemszerűen a felhasználható nyersanyagok határozták meg. A pajzsok történetével a heraldika, azaz címertan [1], a címereket kutató, és dokumentáló történelmi segédtudomány foglalkozik, mivel a címer és a pajzs fogalma erősen összekapcsolódik. A pajzs felülete kiváló lehetőséget biztosított a címerek elhelyezésére, ami a pajzsot használó beazonosítását is lehetővé tette. A mai úgynevezett holt heraldika korában a rendőrségi pajzsok címert nem, legfeljebb jól látható, pl. POLICE feliratot viselnek, amely lényegében ugyanazt a célt szolgálja.

A tömegoszlató pajzsok hátoldalán ma már különböző szerelések, tartókonozlok is helyet kapnak. Ilyenek pl. az ütést felfogó traumalap, illetve rendőrbot tartósín.

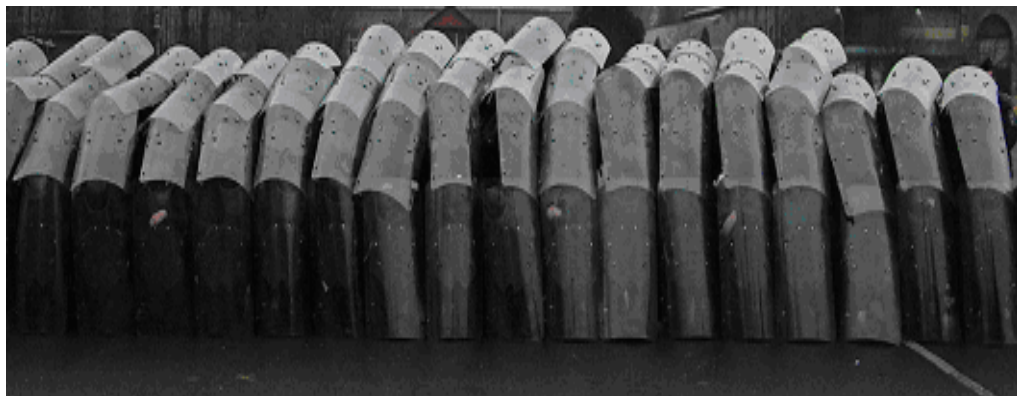


**1. ábra.** A scutum alkalmazása<sup>1</sup>

A Görögök által használt kisméretű kerek pajzsok lehetővé tették a másik kéz szabad használatát, amíg a rómaiak által alkalmazott scutum-ok az alakzat védelmét szolgálták, az egyéni közelharcban ellenben komoly hátrányt jelentettek.<sup>2</sup>

A fegyverek gyártásával foglalkozó mesterek között, külön szakma képviselőiként nagy tiszteletnek örvendtek a pajzskészítők már a 14. század előtt is.

A pajzs nem kizárólag a mechanikai hatások ellen véd, egyfajta vizuális álcázást is biztosít, hiszen a takarásában történő cselekvésekről, mozzanatokról a szemben álló fél nem kap információt. Ha a pajzs anyaga átlátszó, ez a hatás akkor is nagyrészt fennáll sötétben és tűző napfényben egyaránt.



**2. ábra.** Az úgynevezett magas pajzsfal átlátszó pajzsokból megalakítva<sup>3</sup>

### 3. FONTOSABB ÚJ PAJZSKIALAKÍTÁSOK

<sup>1</sup> <http://www.historynet.com/roman-gladius-and-scutum-carving-out-an-empire.htm> [2] alapján szerkesztve

<sup>2</sup> A pajzsok rendszerint a katona alkarjához voltak szíjazva, ez segítette a tartásban, de szorult helyzetben komoly hátrányt jelentett.

<sup>3</sup> A képeket az ORFK készítette.

A pajzsok kialakítása idomul a felhasználási területhez. Nem minden esetben fontos szempont az 2. ábrán bemutatott pajzsfal kialakíthatósága, sokszor fontosabb az egyéni védelem, vagy az alkalmazhatósága „fegyverként” de inkább kényszerítő eszközként, számos esetben olyan kiegészítő eszközökkel és szerelvényekkel kiegészítve, amely speciális feladatok ellátására képes, pl nem halálos fegyverként az elektro-sokkoló [3]. A pajzsfal megalakítása egyértelmű üzenet a szembenálló fél számára. Pszichikai hatása megsokszorozódik, de az egyéni védelem fontossága abban is megnyilvánul, hogy egyetlen elem kimozdulása esetén az egész fal sérülékennyé válhat. A pajzsok valóságos viselkedésének vizsgálatával mindkét irányt tovább lehet fejleszteni. Ismerni kell a dobott tárgyak becsapódáskor átadott energiáját, illetve a becsapódás után végzett mozgását ahhoz, hogy a legbiztosabb falat meg lehessen építeni szükség esetén. A pajzsok tömege jelentősen befolyásolja azok mozgathatóságát, illetve a nagy tömegű eszköz fáraszthatja az alkalmazó állományt. Fontos konstrukciós szempont a teljes befoglaló méret, az anyagvastagság, és természetesen az anyag maga. A legtöbb gyártó polikarbonátokat használ, és az előállítás módjának fejlesztésével igyekeznek a legjobb eszközt megalkotni.

Az 3-as ábrán látható pajzstípusok:

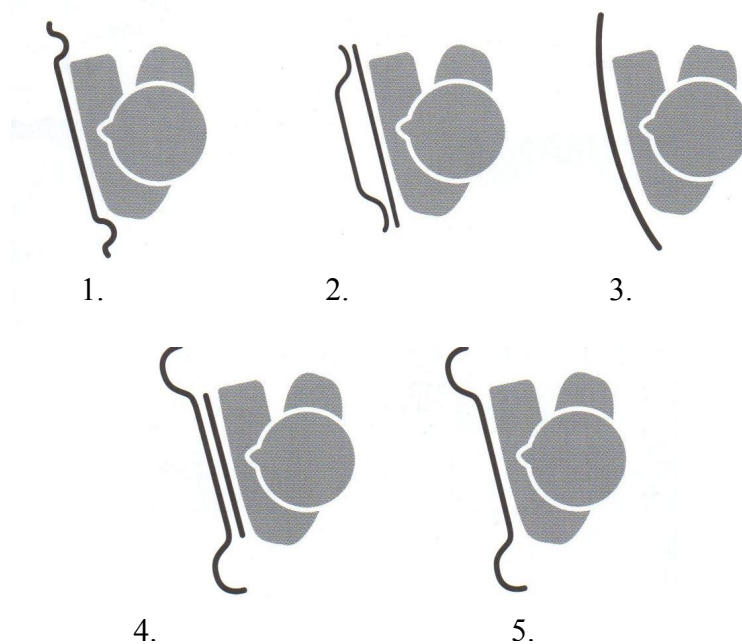
Round – Kör alakú típus, a gyors mozgás és a kis tömeg érdekében (d = 650 mm)

Wall – fal (lapos) kialakítású. Kétrétegű, azaz traumalappal szerelt verzió.

Barel – homorú kialakítás

Interlocking – a falhoz hasonló lapos kialakítású. Kétrétegű, azaz traumalappal szerelt verzió. Az egyik legújabb tömegoszlató típus.

Prison – a büntetés-végrehajtásban alkalmazott típus.



**3. ábra.** A pajzsformák felülnézetből (a C.P.E. katalógusából)

#### 4. ALKALMAZOTT ANYAGOK ÉS POLIKARBONÁTOK

Olyan hőre lágyuló, könnyen megmunkálható anyagokra van szükség egy ilyen pajzs legyártásához, amely alacsony költségek árán teszi lehetővé a termék reprodukálását. A polikarbonátok megmunkálását hőmérsékletek szerint is be lehet sorolni:

- megmunkálás magas, 150-300 °C üvegesedési hőmérsékleten,



- alakítás 80 °C állandó hőmérséklet,
- 20-30 °C szobahőmérsékleti hidegsajtolás.

Az akril (plexi, vagy plexiüveg) mint átlátszó ballisztikai védőelem bár szóba jöhet, de hatalmas a különbség a polikarbonát javára a mechanikai tulajdonságokat illetően<sup>4</sup>.

A boPET (Biaxilálisan orientált polietilén-tereftalát) egy poliészter film, ami a PET-ből készül, jellemzője a magas szakítószilárdság, kémiai és dimenzionális stabilitás, az átláthatóság, továbbá jó fényvisszaverő és elektromos szigetelő. Rengeteg cég forgalmazza a boPET-et és a poliészter filmeket különböző márkanevek alatt.

Az Egyesült Királyságban és az Egyesült Államokban, a legismertebb márkák a Mylar, a Melinex és a Hostaphan.

A Lexan<sup>5</sup> a General Electric Plastics – ma már Sabic Innovative Plastics Holding BV- által bejegyeztetett szabadalom. A polikarbonát polimer gyártása a biszfenol-A és karbonil diklorid reagáltatásán alapul. Felhasználása igen sokrétű mivel tömege alacsony, fénytörési jellemzői jók. Az akril műanyagoknál minden szempontból előnyösebb anyagok használata, leginkább a terhelhetőség és a magas szakítószilárdság miatt indokolt. [5]

## 5. A TÖMEGOSZLATÓ PAJZS HASZNÁLATA

Az ORFK alá tartozó szervezetek esetében különleges kiképzés alatt sajátítja el az alkalmazó állomány a helyes módszereket.



4. ábra. Kiképzés közben<sup>3</sup>

A pajzsok használata függ:

- más védőfelszerelések (alkarvédő, testpáncél, sisak) meglététől,
- kialakításától (a gyártók ma már egymáshoz illesztve fejlesztik termékeiket),
- minőségétől,
- azok céljától.

<sup>4</sup> <http://www.coloradoplastics.com/blog-0/bid/42625/Polycarbonate-Lexan-vs-Acrylic-Plexiglas> [4]

<sup>5</sup> 1953-ban találta fel két tudós (Dr. Hermann Schnell, Dr. Daniel Fox) egy hét eltéréssel, egymástól függetlenül. Létrehoztak egy ragacsos anyagot, amit ha egyszer megkeményítenek, többé csak komoly erőfeszítések árán lehet tönkretenni.

A Rendőrségi szervek alkalmazásában több gyártó által előállított termék megtalálható, mint pl.: C.P.E. Product Oy, Nowar, Güvenli Jasam

## 6. Minőségi tanúsítványok, szabványok

Komoly probléma egy ilyen eszköz beszerzésének tervezésekor, hogy alacsony sebességű, ballisztikai pályán haladó tárgyak esetére nincs magyar szabvány<sup>6</sup> a tömegoszlató pajzsokra vonatkozóan. A ballisztikai (golyóálló) pajzsokra, ballisztikai védőmellényekre<sup>7</sup>, illetve a taktikai sisakokra, és azok átlátszó arcvédőjére<sup>8</sup> létezik szabvány [6], ami megkönnyíti a rendszeresítés előtti alkalmassági vizsgálatokat. Egy alkalmazott védőeszköznél a védelmi képességet nem csak a szerkezeti sérülések, hanem az átadott erőhatások is befolyásolják. A tartó kézre ható erők miatt kellett kifejleszteni az oldható alkarrögzítőt és kellett olyan alkartámaszt konstruálni, mely elhatárolja az emberi testrészt a pajzs által felfogott ütéstől. Az egyik előírás a pajzsokat illetően az ÜIII/B amely legfontosabb kritériuma, hogy a 2000N erővel gyorsított fejsze nem hatolhat át a pajzson. [7] A pajzsok tulajdonságainak behatárolásához más, akár ipari felhasználású védőeszközök mechanikai átütés, és villamos, elektromos hatások elleni képességeit behatároló szabványokat is segítségül kell hívni. [8]

A rendvédelmi szerveknél egy-egy pajzs alkalmazását vizsgálatok, korrekciók, és az éles bevetést szimuláló próbák előzik meg, ezt követi a rendszeresítés.

Az ütészálló pajzsok anyagára vonatkozóan számos olyan szabvány létezik, amely megadja a hőterhelésre, és a nyílt lángra, az elektromos hatásokra, illetve a mechanikai erőhatásokra vonatkozó követelményeket. [9]

Az elmúlt évek fejlesztései és a műanyagokkal szembeni megnövekedett elvárások, valamint az egyre bővülő felhasználási területek újabb és szigorúbb vizsgálati előírások bevezetését eredményezték. Az egyes típusok mechanikai és kémiai tulajdonságainak pontos meghatározása egyaránt elengedhetetlen a termékfejlesztési vizsgálatok és a laboratóriumi kutatások során. Az ASTM D3763<sup>9</sup> szabványban foglalt vizsgálati eljárások ideális pontosságot biztosítanak a magas követelményszintet támaztó minőségellenőrzési vizsgálatokhoz, illetve a szűk toleranciahatárok esetén is. A szabvány többek között tartalmazza a nyomó-, szakító- és hajlítószilárdsági méréseket, továbbá a dinamikus alakíthatósági, fárasztó, energiaelnyelő és lyukasztó vizsgálati eljárásokat.

A lángfejlődéssel, és terjedéssel foglalkozik ASTM 1929-es szabvány.

A British Standard 7971-3:2002 szabvány alapján a SATRA<sup>10</sup> [10] végzett már vizsgálatokat tömegoszlató pajzsokon. Az eddigi fellelt szabványok nem foglalkoznak az átadott erőhatásokkal, a gyakorlati alkalmazás során felmerülő problémákkal, előírásaik a fizikai és mechanikai hatások elviselésére terjednek ki.

## 7. Mit lehet vizsgálni?

A pajzsokat lehet külön különálló eszközként, illetve olyan módon is vizsgálni, amikor a pajzs és az ember egy rendszert alkot. Ennek a rendszernek a viselkedése jól vizsgálható, olyan eszköz segítségével, amely az emberi szem határain képes átlépni. A pajzsok energiaelnyelő képességét, illetve erő-átadását csak laboratóriumi körülmények között

<sup>6</sup> ATMS illetve British Standard (BS 7971-3:2002) szabványok foglalkoznak áthatolás elleni védelemmel, magas hő okozta károsodásokkal, de átadott erőhatásokkal nem.

<sup>7</sup> NIJ (National Institute of Justice) szabványok határozzák meg a védelmi képességeket

<sup>8</sup> NU Standard-0104.02 1984 az 1980augusztusban kiadott WIJ Standard-0104.01 alapján

<sup>9</sup> American Society for Testing and Materials által kidolgozott szabvány: Műanyagok nagysebességű lyukasztás vizsgálata (ASTM D3763)

<sup>10</sup> SATRA Technologie Centre Ltd – Kutató és technológiai központ, mely széles körben foglalkozik különféle tárgyak, termékek és azok anyagainak kutatásával, fejlesztésével, tesztelésével.

vizsgálhatjuk. Erre dolgozott ki módszert Marina Carboni, de ez a vizsgálat valójában csak párhuzamba állítható a cikkben felvetett problémával, mivel motoros ruházat hátprotektorát vizsgálja. [11]

Amennyiben nem áll rendelkezésre olyan szabvány, amely pontosan definiálná a pajzsra ható terhelés módját, és nagyságát, illetve a terhelés nagyságának megfelelő védelmi szinteket rögzítené, úgy a vizsgálathoz saját metódust érdemes kidolgozni.

Az ember és a pajzs alkotta rendszerrel kapcsolatban érdemes vizsgálni:

1. A pajzs viselkedését:
  - deformálódásának mértékét;
  - a deformáció gyorsaságát, irányának változását;
  - a pajzs statikus állapotába való visszatérés idejét.
2. A pajzsot tartó személy reakcióját, ha látja a dobott tárgyat:
  - a becsapódásra való felkészülést (a pajzs megmozdítása, szem becsukása, testtartás megváltoztatása);
  - kiképzetlen és kiképzett személy esetén a becsapódásra való felkészülést;
  - a becsapódáskor történő mozdulatokat;
  - a kiinduló testhelyzet visszanyerésének idejét.
3. A pajzsot tartó személy reakcióját, ha nem látja a dobott tárgyat:
  - a becsapódáskor történő mozdulatokat;
  - a kiinduló testhelyzet visszanyerésének idejét.
4. A 2-es, és 3-as pontok közötti különbség milyen hatással van az 1-es pontra.

## 8. A VIZUÁLIS INFORMÁCIÓKON ALAPULÓ VIZSGÁLAT

Az általunk elvégzett vizgálatsorozat alkalmával lehetőség nyílt hat különböző pajzs viselkedésének elemzésére, éles helyzet szimulációja közben. A vizsgálat során egy olyan speciális kamerát használtunk, amely képes 1000 kép készítésére másodpercenként. Az 5-ös és 6-os ábrán lévő képek felvételének időpontja között nyolc ezred másodperc a különbség.

A pajzsokat 5 méter távolságból dobtuk meg:

- utcakővel;
- egy véletlenszerűen kiválasztott kővel;
- hétköznapi forgalomban kapható borosüveggel;
- színes vízzel megtöltött kétliteres PET<sup>11</sup> palackkal.

Illetve megütöttük:

- viperával;
- szerelővassal;
- 5 kg-s kalapáccsal.

A vizsgálat eredményeképpen a pajzsok közötti különbségeket a mozgási energiák számítása után a készített vizuális anyag elemzésével, illetve a vizsgálatot segítő személyek visszajelzései alapján lehet behatárolni, további elemzések is szükségesek lehetnek egy-egy szakmailag megalapozott következtetés levonásához.

---

<sup>11</sup> A boPET - biaxiálisan orientált polietilén tereftalát – ennek az anyagnak változata pl a műanyag üdítő üveg



**5. ábra.** Kiképzésben nem részesült személy tarja a pajzsot (saját készítésű kép).



**6. ábra.** A pajzs deformációja a mikor a támadó szerelővassal üti meg (saját készítésű kép).

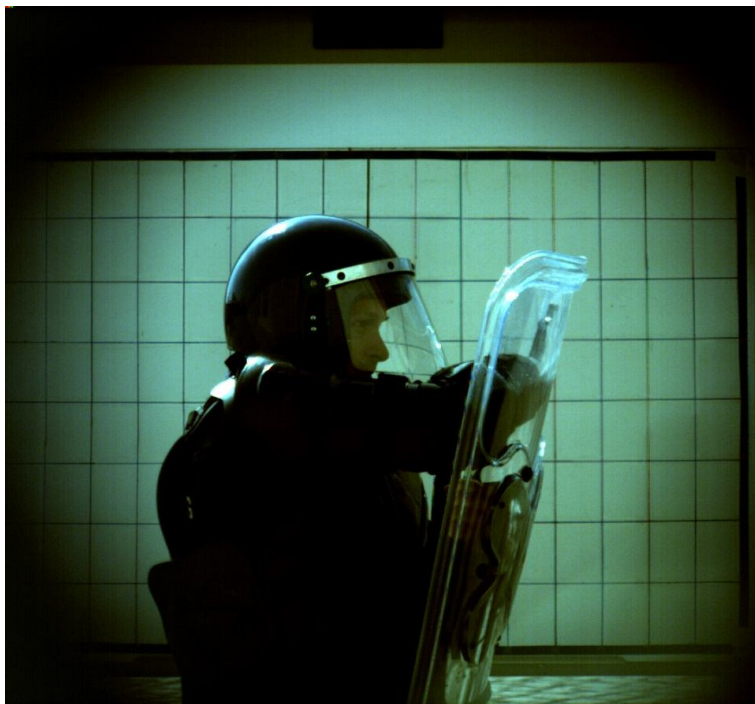




2012.03.25. 12:08:05 1413 -1103.0[ms] 960x888, 1000 Hz, SpeedCam MacroVis #00152, V1.7.35

**7. ábra.** Az alkar jól láthatóan eltávolodik a pajzstól, mert az, az ütés energiáját nem nyelte el (saját készítésű kép).

A vizsgálatot segítő személy elmondása szerint a próba erős fájdalommal járt, bármilyen cselekvés az ütés után jelentős késlekedéssel végezhető el, mert blokkolta a fájdalomérzet. Ugyanezt az információt adta a későbbi mérés alkalmával a kiképzésen átesett segítő is (8-as 9-es ábra). A pajzs a vizsgálatkor meglepően hullámzó mozgást végez. Ez szabad szemmel nem látszik.



2012.03.27. 11:28:48 1700 -0816.0[ms] 960x888, 1000 Hz, SpeedCam MacroVis #00152, V1.7.35

**8. ábra.** Kiképzett személy tarja a pajzsot (saját készítésű kép).



2012.03.27. 11:28:48 1912 -0604,0[ms] 960x888, 1000 Hz, SpeedCam MacroVis #00152, V1.7.35

**9. ábra.** A pajzs így is jelentős mértékű torzulást szenved, de jobban kontrollálható a mozgása (saját készítésű kép).

## 9. ÖSSZEGRZÉS

Összegzésként elmondható, hogy bármilyen típusú védőeszközzel legyen is szó, minden esetben törekedni kell a valós használati helyzetet szimuláló vizsgálatok elvégzésére, és minden lehetőséget meg kell ragadni az eszközök és azok viselkedésének megismerésére, az alkalmazás során. Egy gyorskamerás felvétel képanyaga olyan lehetőségeket rejt, amelyeknek kiaknázása számos később felvetülő problémára adhat megoldást, vagy magyarázatot.

### Irodalomjegyzék

- [1] <http://www.staff.u-szeged.hu/~kofalvi/heraldika.html> (2012.03.25.)
- [2] <http://www.historynet.com/roman-gladius-and-scutum-carving-out-an-empire.htm> (2012.03.30)
- [3] <http://shield-sc.com/anti-riot-police-transparent-shield.html> (2012.03.30.)
- [4] <http://www.coloradoplastics.com/blog-0/bid/42625/Polycarbonate-Lexan-vs-Acrylic-Plexiglas> (2012.03.25).
- [5] [http://www.hydrosight.com/technology/polycarbonate\\_vs\\_acrylic.php](http://www.hydrosight.com/technology/polycarbonate_vs_acrylic.php) (2012.03.30)
- [6] NIJ standard for helmets and face shields NIJ standard 0104.02:1984

- [7] Novák Árpád - Egyéni védőeszközök (rendészeti védőfunkciójú eszközök) a Rendészeti Biztonsági Szolgálatnál - 2007
- [8] MSZ EN 397:1997 Ipari védősisakok
- [9] ASTM D3763 - 10e1 Standard Test Method for High Speed Puncture Properties of Plastics Using Load and Displacement Sensors
- [10] Satra technical service report - subject: Testing of 2 types of riot shields to BS7971-3:2002
- [11] Marina Carboni - Evaluation of Ballistic Materials for Back Protection Under Low Velocity Impacts