

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Balistická odolnost automobilu  
Bc. Jan Tolar

Diplomová práce  
2008

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Katedra dopravních prostředků  
Akademický rok: 2007/2008

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan TOLAR**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní prostředky-Silniční vozidla**  
  
Název tématu: **Balistická odolnost automobilu**

### Zásady pro vypracování:

Popište jednotlivé druhy střel, palných zbraní a kategorie balistické odolnosti.  
Analyzujte účinky střelby na jedoucí automobil vzhledem k jeho zastavení.  
Popište metodiky zkoušek balistické odolnosti dle ČSN 39 5360.  
Proveďte zkoušku střelby na vybrané části stojícího vozidla.  
Vyhodnoťte výsledky zkoušky vzhledem k možnému ohrožení posádky.  
Navrhněte možné zvýšení balistické odolnosti.

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1]KNEUBUEHL, B.: Balistika. 1. vyd. Praha: Naše vojsko, 2004. ISBN 80-206-0749-8.
- [2]BUCHAR, J., VOLDŘICH, J.: Terminální balistika. 1. vyd. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1222-2.
- [3]KOMENDA, J., JUŘÍČEK, L.: Ranivá balistika. 1. vyd. Brno: Vojenská akademie, 2003.
- [4]ČSN 39 5360: Zkoušky odolnosti ochranných prostředků. Praha: ČSNI, 1995.
- [5]ČSN 39 5002-1: Civilní střelné zbraně a střelivo. Praha: ČSNI, 1995.
- [6]VLK, F.: Karosérie motorových vozidel. 1. vyd. Brno: Nakladatelství a vydavatelství Vlk, 2000. ISBN 80-238-5277-9.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Jirí Vaněk**

Datum zadání diplomové práce: **18. února 2008**

Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2008**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.

děkan

L.S.



doc. Ing. Miroslav Tesař, CSc.

vedoucí katedry

dne

## **SOUHRN**

Tato práce se věnuje balistické odolnosti osobního automobilu. Tato problematika je analyzována ze dvou hledisek. Prvním hlediskem je zastavení automobilu pomocí ruční palné zbraně, druhým je vlastní balistická odolnost kabiny vozidla, zejména s důrazem na možné ohrožení posádky vozidla. Další částí je zkouška střelby na vybrané části osobního vozidla. V poslední části je stručně pojednáno o možnostech zlepšení balistické odolnosti pomocí pancéřování a neprůstřelných skel.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Balistická odolnost, střelba, zbraně, pancéřování, poškození vozidla, útok na vozidlo

## **TITLE**

Ballistic resistivity of the car

## **ABSTRACT**

This work is dedicated to ballistic resistivity of car. This problems is analysed from two standpoints. First standpoint is stopped car by the help of small arms, the second standpoint is own ballistic resistivity cab vehicle, especially with emphasis on possible to endanger crew vehicle. The next part is proof shootings on the choice parts of car. At the last part is shortly entertain about possibilities improvement ballistic resistivity by the help of armouring and security glazings.

## **KEYWORDS**

Ballistic resistivity, shooting, weapons, armouring, damage of a car, assault of a car

# OBSAH

<b>ÚVOD .....</b>	<b>6</b>
<b>1 ROZDĚLENÍ ZBRANÍ A STŘELIVA DO KATEGORIÍ.....</b>	<b>7</b>
1.1 Obecná klasifikace zbraní .....	7
1.2 Rozdělení palných zbraní podle druhů a použití.....	8
1.2.1 Pistole a revolvery .....	9
1.2.2 Samopaly .....	10
1.2.3 Pušky .....	10
1.2.4 Kulometry .....	11
1.2.5 Brokovnice .....	12
1.3 Rozdělení střeliva.....	12
1.3.1 Konstrukce střel.....	14
<b>2 ZKOUŠKY BALISTICKÉ ODOLNOSTI.....</b>	<b>17</b>
2.1 Soubory pravidel vycházející z útočného potenciálu.....	17
2.2 Soubory pravidel vycházející z ochranného potenciálu.....	17
2.3 Rozptyl testovací rychlosti.....	19
2.4 Použití rozhodovacích kritérií.....	19
2.5 Počet výstřelů a průběh zkoušek.....	20
2.6 Ranivý účinek při zadržení střely.....	21
2.7 Předpisy zkoušek balistické odolnosti .....	21
2.8 ČSN 39 5360 Zkoušky odolnosti ochranných prostředků .....	21
2.8.1 Předmět normy .....	21
2.8.2 Rozdělení zkoušek.....	22
2.8.3 Technické požadavky na vzorky .....	22
2.8.4 Zkoušení TBO .....	22
2.8.5 Zkoušení V50 .....	22
2.8.6 Vyhodnocení.....	23
<b>3 ZASTAVENÍ AUTOMOBILU STŘELBOU.....</b>	<b>24</b>
3.1 Střelba na jednotlivé části vozu vzhledem k jeho zastavení .....	27
3.1.1 Pneumatiky vozu .....	27
3.1.2 Palivová soustava .....	28
3.1.3 Brzdová soustava.....	28
3.1.4 Čelní a boční okna.....	28
3.1.5 Řídící jednotka motoru .....	29
3.1.6 Motorový prostor a přední část vozu.....	29

<b>4 ZKOUŠKA STŘELBY NA VOZIDLO .....</b>	<b>31</b>
4.1 Zkušební podmínky .....	31
4.1.1 Zkušební vzdálenost a okolní podmínky .....	31
4.1.2 Typ použitého vozidla .....	31
4.1.3 Typy použitých zbraní a střeliva .....	33
4.1.4 Náhradní materiál .....	35
4.1.5 Způsob hodnocení .....	36
4.2 Výsledky .....	36
4.2.1 22 Flobert .....	37
4.2.2 22 Long Rifle.....	39
4.2.3 7,65 mm Browning.....	40
4.2.4 9 mm Luger .....	42
4.2.5 38 Special .....	45
4.2.6 7,62 x 39.....	48
4.2.7 308 Winchester.....	51
4.2.8 12/70.....	54
<b>5 MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ BALISTICKÉ ODOLNOSTI .....</b>	<b>58</b>
5.1 Ocelové pancíře .....	58
5.1.1 Pancíř ocel-aramid.....	60
5.2 Pancíře ze slitin hliníku.....	61
5.3 Pancíře ze slitin titanu .....	62
5.4 Keramické pancíře .....	62
5.4.1 Pancíř keramika-kov.....	63
5.4.2 Pancíř keramika-kompozit.....	63
5.5 Kompozitní materiály .....	64
5.5.1 Aramidová vlákna .....	64
5.5.2 Aromatické polyestery.....	65
5.5.3 Polyetylenová vlákna.....	65
5.6 Balisticky odolná skla .....	66
5.6.1 Vrstvené sklo .....	66
5.6.2 Polykarbonátové sklo .....	66
5.6.3 Vrstvená kombinace sklo-polykarbonát.....	67
5.6.4 Safírové sklo.....	68
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>70</b>

# ÚVOD

Automobil jako výrobek slouží primárně k přemísťování osob nebo nákladu. V dnešní době ovšem bývá velice často využíván k páchání trestné činnosti. A neméně často je využíván jako prostředek pro rychlé a pohotové opuštění místa činu. Při těchto situacích může docházet k jednomu z nejsložitějších taktických manévru, se kterým se mohou zasahující členové bezpečnostních složek setkat, a tím je střelba na automobil.

Složitost tohoto manévru vyplývá hned z několika hledisek. Prvním hlediskem je bezpečnost okolí, ať už jsou to kolemjdoucí lidé nebo majetek. Základním předpokladem každé akce je skutečnost, že nesmí dojít k ohrožení okolních osob, majetku nebo samotných zasahujících. Zasahující policista musí mít na zřeteli, že střela má značné hodnoty rychlostí a tím pádem i energií. Z toho vyplývá, že střela, která například mine zastavované vozidlo může ohrozit na zdraví i na životě kolemjdoucí občany. Druhým hlediskem je bezpečnost posádky v ujíždějícím vozidle. I když jde často o pachatele trestné činnosti, policista je povinen se snažit chránit jejich zdraví a životy. Zde je nutno připomenout nejen možné zasažení střelou ze zbraně ale také možné zranění při nehodě zasaženého vozidla, například při průstřelu pneumatiky. Třetím kritériem je rychlost s jakou je potřeba ujíždějící vozidlo zastavit. Tímto je myšlena situace kdy se policisté mohou setkat se skutečností kdy vozidlo se nesmí například dostat do obydlené oblasti, kvůli možnému ohrožení obyvatel.

Druhým problémem je balistická odolnost automobilu, který bývá často při střetnutích, kde je použita střelná zbraň, využíváno jako možného úkrytu. Zde se nabízí otázka proti jakým druhům zbraní je vozidlo odolné a nemůže tedy dojít k ohrožení posádky.

Z výše uvedeného je vidět, že se jedná o složitou a často nebezpečnou záležitost. Vážnost a náročnost tohoto problému zvyšuje jednak fakt, že se často jedná o ohrožení zdraví a lidských životů a jednak to, že se celý proces často odehrává v krátkém časovém úseku.

# 1 ROZDĚLENÍ ZBRANÍ A STŘELIVA DO KATEGORIÍ

## 1.1 OBECNÁ KLASIFIKACE ZBRANÍ

Zbraně lze třídit podle mnoha kritérií, která nejsou vždy jednotná a nelze vždy obsáhnout všechny různé systémy dělení. Níže uvedené rozdělení není úplné a slouží pouze k rychlému seznámení s danou problematikou v rámci obsahu této práce. V základním rozdělení se obvykle zbraně dělí podle způsobu předání energie cíli, a to na:

- chladné zbraně,
- střelné zbraně,
- paprskové zbraně.

Chladné zbraně násobí účinky síly svalů a celkové bojové možnosti člověka s využitím hmotnosti zbraně, soustředěním energie na menší plochu nebo prodloužením dosahu člověka. Tyto zbraně využívají ke své funkci pouze svalové síly člověka. Paprskové zbraně působí na člověka značně odlišnými mechanismy v závislosti na vlnové délce vyzařovaného záření, jedná se zejména o neionizující záření, laserové záření, rádiové záření, atd. V našem dalším výkladu se budeme zabývat pouze zbraněmi střelnými, které se dále dělí podle druhu energie, kterou využívají k pohonu střely na:

- mechanické,
- elektromagnetické,
- plynové,
- palné - hlavňové,  
- raketové.

Mechanické střelné zbraně využívají k pohonu střely mechanickou energii, obvykle naakumulovanou v pružném prvku před výstřelem (luky, kuše, atd.). Elektromagnetické zbraně využívají k pohonu elektrické energie, která je naakumulovaná v cívkách jejichž jádro tvoří střela. Plynové zbraně využívají k pohonu střely vzduchu nebo jiného média



stlačeného před výstřelem, nebo dodaného z tlakové nádoby. V dalším textu bude pojednáno pouze o palných hlavních zbraních, které využívají k pohonu střely přeměny chemické energie střelného prachu v pohybovou energii střely[1, s. 9].

## **1.2 ROZDĚLENÍ PALNÝCH ZBRANÍ PODLE DRUHŮ A POUŽITÍ**

### **1. Vojenské, policejní a civilní obranné zbraně**

Revolvery a pistole

- Samopaly
- Pušky
  - odstřelovací
  - útočné
- Kulometry
  - ruční
  - lehké
  - těžké
  - univerzální
  - velkorážové
- Malorážové kanóny
- Vojenské a policejní granátometry
- Vojenské a policejní brokovnice
- Ruční protitankové a protiletadlové zbraně
  - záklužové- protitankové pušky
  - bezzáklužové
  - raketové
  - kombinované

### **2. Lovecké zbraně**

Lovecké kulové zbraně

Lovecké brokové zbraně

Lovecké kombinované zbraně

### **3. Sportovní zbraně**

Sportovní kulové zbraně

Sportovní brokové zbraně

4. Balistické malorážové zbraně
5. Narkotizační zbraně
6. Poplašné, plynové obranné a signální zbraně
7. Expanzní přístroje
8. Plynové zbraně [1, s. 11,12]

Dále budou uvedeny stručné charakteristiky vybraných druhů zbraní. Byly vybrány ty zbraně, které přicházejí nejčastěji v úvahu ve spojení se střelbou na automobil, nebo budou použity ve střeleckém experimentu.

### 1.2.1 PISTOLE A REVOLVERY

Pistole jsou krátké ruční palné zbraně. Nejčastěji jsou samonabíjecí, mohou být ale jednoranové, víceranové, nebo opakovací. Bývají obvykle v rážích od 5,5 do 12 mm. Jejich účinná délka střelby je do 70 metrů. Pistole mají umístěny náboje v zásobníku v rukojeti, z něhož jsou postupně, opakovaným pohybem závěru, podávány do nábojové komory. Kapacita zásobníků je mezi 6-20 náboji. Celý cyklus výstřelu je prováděn automaticky účinkem prachových plynů od výstřelu. [1, s. 18]



**Obrázek č. 1.1:** Pistole CZ 75 (vlevo) a řez pistolí Beretta 92. [9]

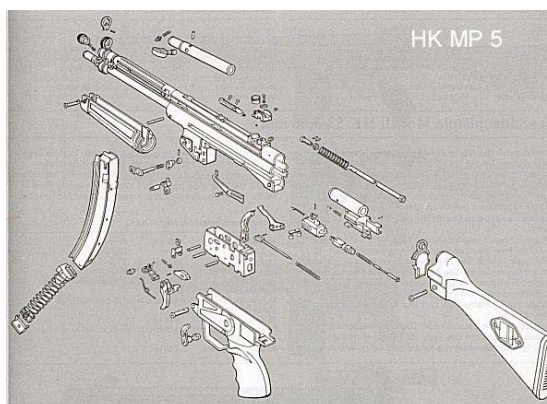
Revolver je také krátká ruční palná zbraň ale naruší od pistole je zbraň opakovací, tedy využívá k nabití náboje a uskutečnění dalšího výstřelu mechanickou práci vykonanou střelcem. Revolvery jsou určeny převážně pro náboje s okrajem. Kapacita nábojového válce bývá 6 nábojů. Náboje jsou umístěny v nábojovém válci, který se po každém výstřelu pootočí a ztotožní osu vývrtu dané nábojové komory s osou hlavně. Revolvery jsou většinou schopny snášet výkonnější náboje než pistole.



**Obrázek č. 1.2:** Revolver Smith&Wesson 627 (vlevo) a prostorový nákres revolveru. [9]

### 1.2.2 SAMOPALY

Samopal je dlouhá ruční automatická palná zbraň, konstruovaná na pistolové náboje. Samopal je automatická zbraň, což znamená, že na jedno stisknutí spouště je schopen více výstřelů, většina moderních samopalů je vybavena voličem střelby, který umožňuje střelci zvolit mezi střelbou jednotlivými ranami nebo dávkou. Teoretická rychlost střelby je 500 – 1200 ran.min<sup>-1</sup>. Zásobníky pojmu 30 až 70 nábojů, účinný dostřel se pohybuje do 200 metrů.



**Obrázek č. 1.3:** Samopal vz. 61 Škorpion (vlevo) a prostorový nákres HK MP 5. [9]

### 1.2.3 PUŠKY

Pušky jsou nejčastěji konstruovány jako opakovací nebo samonabíjecí. Používají standardní puškový náboj a jsou určeny na mířenou střelbu do 800 metrů, pokud se jedná o pušky odstřelovací, mohou být použity až do 1300 metrů, mají nábojovou schránku nebo zásobník na 3 - 6 nábojů. Samonabíjecí pušky jsou konstruovány buď na standardní puškový náboj, nebo na zkrácený puškový náboj, mají účinnou dálku střelby 400 – 800 metrů. Zásobníky pojmu 8 - 30 nábojů. [1, s. 21]



**Obrázek č. 1.4:** Nahoře opakovací puška Mauser 1898 a útočná puška AK-47 (dole). [9]

#### 1.2.4 KULOMETRY

Kulometry jsou automatické zbraně na standardní puškový náboj a jsou určeny k ničení živé síly, lehce pancéřované techniky a nízkoletících cílů do 1000 metrů, mohou ale být použity až do 3000 metrů, mají zásobníky na 15 - 70 nábojů, nebo mohou být zásobovány z nábojového pásu. Kadence je od 400 až 1500 ran.min<sup>-1</sup>, kulometry s rotujícím svazkem hlavní mají kadenci několik tisíc ran za minutu.



**Obrázek č. 1.5:** Nahoře lehký kulomet ZB 26 a dole těžký kulomet Browning M2. [9]

## 1.2.5 BROKOVNICE

Brokovnice jsou nejčastěji opakovací nebo samonabíjecí zbraně s hladkým vývrtem hlavně na brokový náboj s hromadnou nebo jednotnou střelou, jsou určeny pro boj zblízka nebo pro protidemonstrační akce do 80 metrů, mají nejčastěji trubicové zásobníky na 5 - 10 nábojů. [1, s. 44]



Obrázek č. 1.6: Nahoře brokovnice Benelli M 3 a dole Franchi SPAS 15. [9]

## 1.3 ROZDĚLENÍ STŘELIVA

Nábojem nazýváme sestavu mechanických dílů a výbušnin, nezbytných k uskutečnění jednoho výstřelu z palné zbraně. Náboj se skládá z těchto částí:

- Střely
- Výmetné prachové náplně
- Nábojnice
- Zápalky



Obrázek č. 1.7: Řez kulovým nábojem. [11]

Střelivo lze také dělit podle mnoha hledisek, dále je uvedeno rozdělení, které je důležité pro oblast balistické odolnosti a účinnosti střeliva. Střelivo lze dělit podle:

1. druhu zbraně:
  - pistolové
  - revolverové
  - puškové
  - malorážkové
  - flobertkové
2. druhu střely:
  - s jednotnou střelou (kulové náboje)
  - s hromadnou střelou (brokové náboje)
3. způsobu zážehu:
  - se středovým zápalem
  - s okrajovým zápalem
4. konstrukce nábojnice:
  - okrajové
  - bezokrajové
  - s dosedacím nákrůžkem
  - beznábojnicové
5. konstrukce střely:
  - plášťové
  - poloplášťové
  - bezplášťové
  - speciální (zápalné, svítící, ...) [2, s. 12,13]

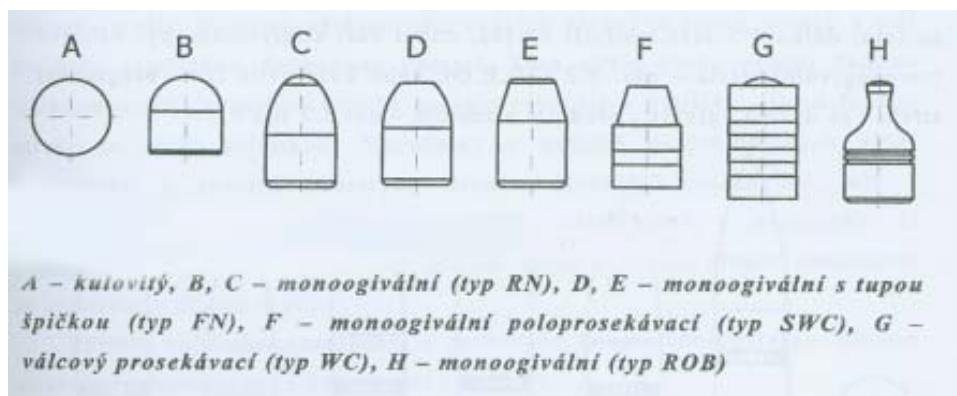
Jednou z hlavních hodnot daného střeliva je jeho balistický výkon. Ten je pro posouzení průniku materiálem a případně pro posouzení jeho ranivosti jedním z nejdůležitějších ukazatelů. Balistický výkon je určen počáteční energií střely. Úroveň balistického výkonu je jedním z určujících parametrů nejen dostřelu ale i účinku na živou sílu a průbojnosti daného náboje. Podle balistického výkonu rozlišujeme:

- střelivo nízkého balistického výkonu (do 600 J),
- střelivo středního balistického výkonu (600 – 2000 J),
- střelivo vysokého balistického výkonu (nad 2000 J).

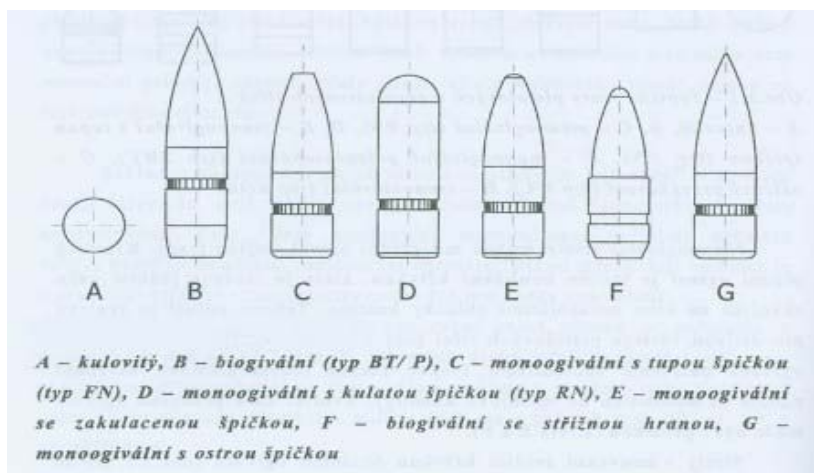
Pistolové a revolverové střelivo se řadí do střeliva nízkého balistického výkonu, jelikož hodnoty úst'ové energie střely nepřevyšují zpravidla 600 J. Mezi střelivo středního balistického výkonu se obvykle řadí zkrácené puškové náboje určené zejména pro útočné pušky a do kategorie vysokého balistického výkonu patří, většina puškového střeliva, střelivo pro těžké kulometry a antimateriálové pušky.

### 1.3.1 KONSTRUKCE STŘEL

Střela je část náboje určená k dosažení požadovaného účinku v cíli na požadovanou vzdálenost. Aby mohla střela naplnit tento účel, musí být urychlena v hlavni na požadovanou rychlost a za letu na cíl musí být co nejméně ovlivněna atmosférou. Konstrukce střely tedy musí být uzpůsobena požadavkům vnitřní, přechodové, vnější i terminální balistiky. Balistickým požadavkům je uzpůsobeno a konstrukční řešení střel. Vnější tvar střely je volen zejména podle požadavků vnější balistiky. Typické tvary střel do pistolí jsou na obrázku č. 1.8, tvary puškových střel jsou na obrázku č. 1.9. [2, s. 27,28]



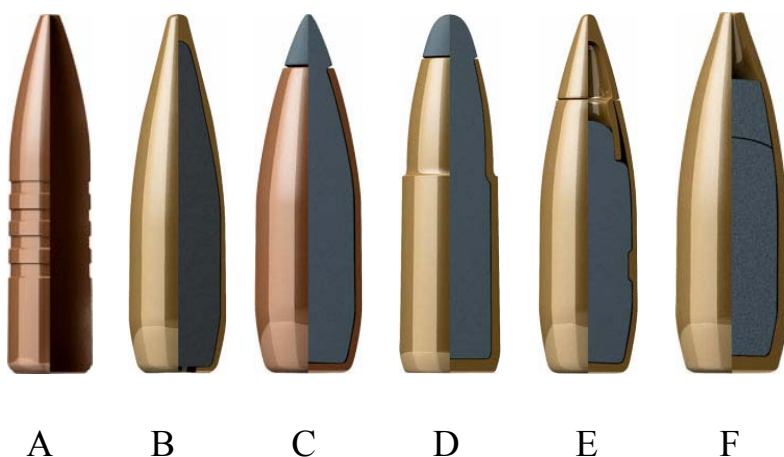
**Obrázek č. 1.8:** Tvary pistolových střel. [2]



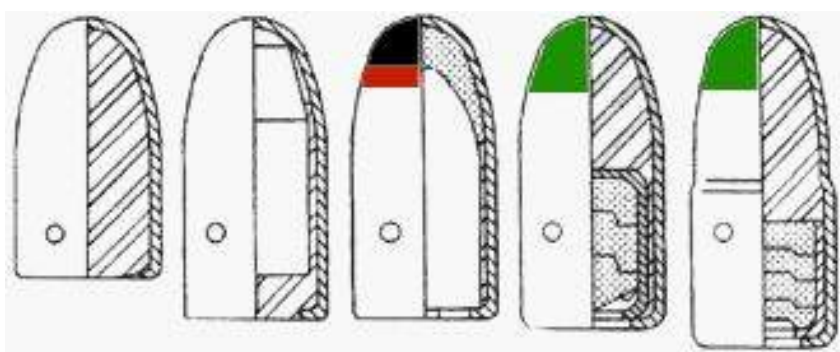
**Obrázek č. 1.9:** Tvary puškových střel. [2]

Naopak vnitřní tvar je volen zejména podle požadavků koncové, popřípadě ranivé balistiky. Převážná většina střel je tvořena pouze kovovým materiálem, jedná se o olovo a jiné kovy (ocel a barevné kovy). U většiny střel pro ruční plané zbraně je jejich účinek na cíl dán jejich kinetickou energií. U některých vojenských typů střel je navíc použita pyrotechnická slož (jedná se o střely výbušné, zápalné, průbojně-zápalné, svítící, zástřelné). Uvnitř střely slouží pyrotechnická slož buď ke zvýšení průbojného účinku, k zapálení cíle, nebo u posledních dvou typů ke zviditelnění dráhy letu střely. Střely se podle vnitřního uspořádání dělí na:

1. Homogenní (viz obr. 1.10 A)
2. Nehomogenní - Celoplášťové (viz obr. 1.10 B)  
- Poloplášťové (viz obr. 1.10 C - F)



**Obrázek č. 1.10:** Vnitřní uspořádání puškových střel. [12]



**Obrázek č. 1.11:** Speciální druhy střel. (Zleva: střela s olověným jádrem, střela s ocelovým jádrem, průbojně-zápalná střela, dvě střely se stopovkou) [13]



Celoplášťové střely tvoří kompaktní celek, který se při průchodu překážkou málo deformuje, proto mají celoplášťové střely dobrou průbojnost, naproti tomu u poloplášťových střel obnažená špička způsobí velkou deformaci střely, tím se zvýší její čelní plocha a dochází k předávání velkého množství energie. To se projeví ve zvýšení ranivosti a zmenšení průbojnosti. Pro další zvýšení ranivého účinku se používají expanzivní střely (viz obr. 1.10 E a F), kde dutina v přední části střely umožňuje snadnější zvětšení radiálního rozměru a tím větší předání energie cíli. Naopak při potřebě větší průbojnosti se uvnitř střel nachází jádro z materiálu o vysoké tvrdosti a hustotě (ušlechtilá ocel, wolfram, popř. ochuzený uran). U těchto střel dochází pouze k malé deformaci a zvětšení radiálního rozměru, proto je zde zajištěna velká průbojnost.

## **2 ZKOUŠKY BALISTICKÉ ODOLNOSTI**

Ke zkoušení balistické ochrany se používají přesně definované testy, které se řídí předpisy a normami příslušné země. Primárním účelem testů není co nejvěrnější napodobení skutečnosti ale poměrování ochranných prostředků vůči standardům a mezi sebou. Testy mají smysl pouze tehdy když je zajištěna jejich opakovatelnost a porovnatelnost. Každá zkušebna by měla dojít na stejném vzorky ke stejnému výsledku. Aby byly zajištěny výše uvedené podmínky musí se dodržet určité zkušební podmínky. V předpisech je definován typ střely, její rychlost, upevnění na zkušební rám, teplota a vlhkost. Průběh testů upravují příslušné předpisy, které lze rozdělit do dvou skupin. Jsou to buď normy, které bývají závazné a státem uznávané a jsou vydávány státem schválenými normalizačními ústavy, nebo směrnice, které nejsou závazné, zde se jedná zejména o návody k provedení testů a k dosažení jednotného postupu při jejich provádění. Soubory pro testování prostředků balistické odolnosti vycházejí ze dvou principů:

### **2.1 SOUBORY PRAVIDEL VYCHÁZEJÍCÍ Z ÚTOČNÉHO POTENCIÁLU**

Soubor těchto pravidel zpravidla specifikuje útočný potenciál, kterým disponuje zkušební zbraň při použití patřičného střeliva. Dimenzování ochranného prostředku se řídí pouze typem střely a její ráží.

### **2.2 SOUBORY PRAVIDEL VYCHÁZEJÍCÍ Z OCHRANNÉHO POTENCIÁLU**

Tento druh pravidel ověřuje stejnorodost ochranné konstrukce. Rozdělení do tříd ochrany se v tomto případě řídí uspořádáním ochranného prostředku a jeho hmotností, jeho dimenzování vychází z určité energie a energetické hustoty. Pravidla vycházející z ochranného potenciálu uvádějí několik ráží a druhů střel. [3, s. 52]

Pro zkušební metody se nabízejí dvě možnosti:

1. Testovat pevně stanovenou, minimální střední rychlost průstřelu (tzv.  $v_{50}$ ).
2. Testovat při stanovené rychlosti dopadu střely, při které nesmí dojít, při daném počtu výstřelů, k žádnému průstřelu.

V každé zemi nebo oblasti světa jsou vždy zastoupeny v jednotlivých kategoriích zbraní některé typické ráže, proto je vždy pro každý předpis sestavena četnost zbraní a jejich ráží. Výběr těchto ráží je uspořádán v tabulce 1.

**Tabulka č. 2.1:** Běžné ráže pro testování ochranných prostředků. [3]

Druh zbraně	Ráže	Hmotnost střely [g]	Testovací rychlost [ $m \cdot s^{-1}$ ]	Energie [J]
Krátké palné zbraně	9 mm Luger	8,0	410	670
	.357 Magnum	10,2	430	940
	44 Rem. Mag.	15,5	440	1500
Vojenské pušky	5,56 x 45 mm	4,0	935	1750
	7,62 x 51 mm	9,5	830	3270
Lovecké kulovnice	7 mm Re. Mag.	10,5	960	4840
	8x57 S	12,5	920	5370
Brokovnice	12/70	31,4	425	2860

Pro první variantu se na vzorek vystřelí určitý počet ran (většinou 10-20) s odlišnou rychlostí. Zhruba jedna polovina by měla vzorek prostřelit, druhou polovinu by měl vzorek zachytit. Z počtu a rychlostí průstřelů a počtu a rychlostí zástřelů se stanoví střední rychlost průstřelu ( $v_{50}$ ), popřípadě rozptyl rychlostí průstřelu. S pomocí této metody lze určit např. i  $v_{0,1}$ , to je rychlost při níž dojde k průstřelu tělesa jen v 0,1 % případů.

Druhá metoda spočívá ve vystřelení 5-10 výstřelů na zkoušený vzorek. Zde je kladen co největší důraz na dodržení rychlosti střely. Jsou-li všechny střely vzorkem zadrženy, ochranný prostředek obstál, pokud dojde minimálně k jednomu průstřelu, vzorek nevyhověl. Tato metoda se používá u materiálů, které mají malý rozptyl rychlostí průstřelu, jsou to většinou materiály dobře definovatelné z fyzikálního hlediska, jako je například ocel.

## 2.3 ROZPTYL TESTOVACÍ RYCHLOSTI

Každé střelivo i vyrobené s maximální přesností podléhá rozptylu rychlostí. Tato skutečnost by mohla vést buď k tomu že díky nízké testovací rychlosti bude vyhodnocen jako vyhovující nekvalitní vzorek, nebo naopak při vysokých rychlostech nevyhoví ani vzorky které by za standardních testovacích podmínek obstály. Hodnocení testu je tím pádem objektivní pouze s určitou pravděpodobností, kterou nazýváme vypovídací schopnost.

Mezi pravděpodobností ochrany, vypovídací schopností a rozptylem rychlostí existuje závislost, která je vidět v tabulce 2.

**Tabulka č. 2.2:** Střední hodnota a rozptyl testovacího střeliva ráže 9 mm Luger. [3]

Pravděpodobnost ochrany [%]	Testovací rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]	Standardní odchylka při vypovídací schopnosti		
		50 % [m.s <sup>-1</sup> ]	75 % [m.s <sup>-1</sup> ]	90 % [m.s <sup>-1</sup> ]
75	379,5	2,7	1,6	1,1
80	383,8	3,0	2,8	1,2
85	388,5	3,5	2,1	1,4
90	394,4	4,4	2,6	1,8
95	403,2	6,5	3,8	2,7
99	419,7	12,2	7,2	3,0

## 2.4 POUŽITÍ ROZHODOVACÍCH KRITÉRIÍ

Přesto že je testovací střelivo připravováno s maximální pečlivostí, někdy dojde k překročení stanovených mezí rychlostí. Také tato rychlost je změřena a jsou použita rozhodovací kritéria, uvedená v tabulce 3. Z té je vidět že výstřel není uznán pokud při malé rychlosti nedojde k průstřelu, nebo při velké rychlosti k průstřelu dojde, ve zbývajících případech je výstřel uznán za platný. [3, s. 53-54]

**Tabulka č. 2.3:** Rozhodovací kritéria. [3]

Výsledek	Příliš nízká rychlost střely	Příliš vysoká rychlost střely
Průstřel	Vzorek vyhověl	Neplatný výstřel
K průstřelu nedošlo	Neplatný výstřel	Vzorek vyhověl

## 2.5 POČET VÝSTŘELŮ A PRŮBĚH ZKOUŠEK

Většina současných norem udává testovací dálku střelby 10 metrů, při níž již nedochází k ovlivnění měření rychlosti prachovými plyny a dráha potřebná k utlumení střely je dostatečně dlouhá.

Každý vzorek lze prostřelit pokud je dostatečný počet výstřelů a jsou dostatečně blízko sebe, proto z důvodu opakovatelnosti zkoušky se předepisuje počet výstřelů a jejich umístění na vzorku. Pokud se na vzorek střílí více výstřelů provádí se to ze dvou důvodů:

1. Větší počet ran je potřeba z důvodů získání statistické výpovědi o jistotě ochrany.
2. Předmět je potřeba testovat na odolnost proti většímu počtu výstřelů.

V prvním případě je nutné při stanovení podmínek dbát na to, aby se vzájemně jednotlivé výstřely neovlivňovaly, například příliš malou vzdáleností mezi zásahy.

Ve druhém případě se vzorek prvními zásahy poškodí a testuje se posledním výstřelem. Zde se musí přesně předepsat průběh střelby a počet výstřelů sloužících k poškození vzorku. Ke statistickému zpracování je zde ovšem potřeba většího počtu vzorků.

Dále je, zejména u sklovitých materiálů potřeba přesně definovat jejich velikost a jejich upnutí v testovacím rámu. U některých materiálů zase jejich materiálové vlastnosti závisí na teplotě a vlhkosti vzduchu, proto je potřeba i tyto údaje předepsat a měřit při střelbě.

## **2.6 RANIVÝ ÚČINEK PŘI ZADRŽENÍ STŘELY**

Často může i v případě zadržení střely ochranným prostředkem dojít k poranění chráněné osoby. U tvrdých a křehkých materiálů dochází k odletu úlomků popřípadě výtrží částic ochranného materiálu. U měkkých materiálů naopak dochází k extrémně velkým průhybům. První problém se sleduje většinou tenkou hliníkovou folií, pokud dojde k jejímu průrazu, vzorek nevyhověl. Druhý případ se týká většinou ochrany nošené na těle. Vzorek se položí na poddajný materiál, jehož vlastnosti jsou opět předepsány, a měří se hloubka a tvar vtisku. Podložka v tomto případě nemá simulovat lidské tělo ale pouze zajistit opakovatelnost testu.

## **2.7 PŘEDPISY ZKOUŠEK BALISTICKÉ ODOLNOSTI**

V evropské unii je vypracováváním norem pověřena instituce nesoucí název CEN (Comité Européen de Normalisation, Evropská komise pro normalizaci) a její normy jsou pro všechny členské země závazné. V CEN byly postupně vypracovány normy pro sklo (EN 1063) a pro okna a dveře (EN 1522-1523). Tyto normy postupně nahrazují národní předpisy. V příloze 3 jsou uvedeny tabulky s dřívějšími předpisy jednotlivých zemí. V ČR je pro testování balistické odolnosti závazná norma ČSN 39 5360 Zkoušky odolnosti ochranných prostředků. Tato norma je v příloze 2. Dále jsou pro zkoušky balistické odolnosti normy ČSN EN 1522 a 1523 Okna, dveře, uzávěry a rolety – Odolnost proti průstřelu a ČSN EN 1063 Sklo ve stavebnictví. Níže je uveden stručný přehled normy ČSN 39 5360.

## **2.8 ČSN 39 5360 ZKOUŠKY ODOLNOSTI OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ**

### **2.8.1 PŘEDMĚT NORMY**

Tato norma stanoví obecné metody zkoušek ochranných prostředků chránících osoby a majetek před účinky střel, střepin a bodných zbraní. Dále jsou v normě uvedeny termíny a definice.

## 2.8.2 ROZDĚLENÍ ZKOUŠEK

Třetí kapitola normy rozděluje zkoušky na:

1. TBO – třída balistické odolnosti a) vzorek nošený na těle  
b) vzorek nenošený na těle
2. V50 – mez balistické odolnosti a) vzorek nošený na těle  
b) vzorek nenošený na těle
3. TON – třída odolnosti proti bodným zbraním a) vzorek nošený na těle

## 2.8.3 TECHNICKÉ POŽADAVKY NA VZORKY

Ve čtvrté kapitole jsou uvedeny technické požadavky na zkoušený vzorek, podkladový materiál, kontrolní desku, střelivo a měření rychlosti (vzorek musí být opatřen rokem výroby, názvem výrobce, druhem a typem výrobku, atd.). Dále je zde nákres tvaru etalonové střepiny a zkušebního zařízení na zkoušky TON a tabulka rozdělující balistickou odolnost do osmi kategorií podle použité ráže zbraně, rychlosti a hmotnosti střely.

## 2.8.4 ZKOUŠENÍ TBO

Pátá kapitola předepisuje zkušební metody. Zde je uvedeno několik zkušebních podmínek lišících se zejména teplotou a vlhkostí. Dále upnutí vzorků a vzdálenost střelby, která činí 5 nebo 10 metrů v závislosti na použité metodě. Na vzorky se střílí minimálně třemi výstřely kolmo na vzorek a to tak aby jejich vzdálenost byla minimálně 80 mm a dále dvěma výstřely pod úhlem 60 stupňů.

## 2.8.5 ZKOUŠENÍ V50

První výstřel se uskuteční s nábojem který má dopadovou rychlost o  $25 - 30 \text{ m.s}^{-1}$  větší než je minimální požadovaná balistická hodnota V50. Pokud první výstřel prokáže průnik, potom se rychlost druhé střely sníží o  $15 \text{ m.s}^{-1}$ , aby byl získán částečný průnik.

Zvětšování a zmenšování rychlosti pokračuje až do té doby, až je získán jeden částečný a jeden úplný průnik. Střelba pokračuje tak dlouho až dosaženo potřebného počtu výstřelů nutného k určení V50.

### **2.8.6 VYHODNOCENÍ**

Vzorek nevyhověl jestliže došlo k některé z alternativ:

- Úplné proniknutí střely nebo její části vzorkem.
- Vznik a oddělení výtrží vzorku.
- Vtisk v podkladovém materiálu hloubky větší než 25 mm nebo o objemu větším než 8 ml.
- Průsvit v kontrolní desce.

O průběhu zkoušky se vyhotoví protokol, který musí mimo jiné obsahovat datum a místo zkoušky, typ a druh vzorku, způsob jeho odběru, typ a druh zkušební metody a zbraně, záznamy o rychlosti střel, zařazení vzorky do příslušné skupiny TBO a podpis zodpovědné osoby.



### 3 ZASTAVENÍ AUTOMOBILU STŘELBOU

Cílem této kapitoly bude seznámit se s účinky střelby na jedoucí vozidlo, vzhledem k jeho zastavení. Zejména budou analyzovány účinky na jednotlivé části vozidla, které připadají v úvahu při zastavení vozidla s přihlédnutím na pravděpodobnost zásahu těchto částí. Jak bylo napsáno v úvodu, patří tento manévr k velmi složitým úkonům a klade velké požadavky na schopnosti zasahujících osob. Zastavení automobilu střelbou má svá specifika a taktická hlediska, na které je třeba brát zřetel, jsou to zejména:

1. délka časového intervalu po který může být střelba na vůz vedena,
2. povětrnostní podmínky, denní doba a roční období,
3. nebezpečnost a povaha pachatelů,
4. rychlost a poloha vozidel,
5. uspořádání terénu a prostoru,
6. počet, poloha, chování a ohrožení dalších osob,
7. počet, poloha a výzbroj příslušníků provádějících zákrok,
8. poloha palebného stanoviště,
9. parametry použitých zbraní a střeliva,
10. druh a typ použitého vozidla.

#### **Časové hledisko**

Čas limituje především dobu na zamíření a dobu pro vlastní střelbu. Do celkového času je ovšem nutné počítat dobu manipulace se zbraní, to je vytažení z pouzdra, natažení, atd. Zasahující musí mít na paměti, že během tohoto časového úseku může vozidlo ujet i desítky metrů. S rostoucí vzdáleností klesá samozřejmě pravděpodobnost zásahu. Prodloužit časový úsek během něhož se dá na vozidlo střílet se dá různými způsoby, například vhodnou volbou stanoviště střelce, pronásledováním, zpomalením jízdy unikajícího vozidla, atd.

### **Povětrnostní podmínky, denní doba a roční období**

Zde se jedná zejména o viditelnost cíle, je nepřípustné aby bylo stříleno do tmy, mlhy, nebo hustého deště. Déšť a sníh ještě může způsobit potíže při střelbě na pneumatiky, kdy může dojít ke smyku vozidla a jeho posádka může být ohrožena. Dále při silném větru musí být provedeny opravy zamíření.

### **Nebezpečnost a povaha pachatelů**

Při každém zákroku musí mít zasahující na paměti, že i když se jedná většinou o pachatele trestné činnosti, musí se snažit způsobit mu co nejmenší újmy na zdraví. Ovšem na druhé straně zde přichází otázka ohrožení zasahujících i nezúčastněných osob, jejich ohrožení by mělo být minimální. Tato oblast je spíše otázkou přiměřenosti zákroku a rozbor této problematiky není cílem této práce.

### **Uspořádání terénu a prostoru**

I když je zde problém rozčleněn do několika bodů podle různých hledisek, prvotní hledisko je stále stejné, a tím je minimální ohrožení zdraví a životů a pokud možno malé škody na majetku. Proto má zásadní vliv uspořádání terénu, kde se musí brát zřetel na možné ohrožené prostory při střelbě, a nejen od střely v její původní dráze ale i od střel odražených od pevných překážek. Hlavně v městských aglomeracích je zastavení vozidla střelnou zbraní velice rizikové a většinou kvůli ohrožení okolí nepřipadá v úvahu.

### **Počet, poloha, chování a ohrožení dalších osob**

Při zákroku proti osobám jedoucím ve vozidle je většinou velká časová tíseň a často není dostatek času na vyloučení přítomnosti dalších osob. Jak bylo řečeno výše zasahující musí do jisté míry předvídat jejich chování s důrazem na bezpečnost těchto osob. Zde se může jednat o střelbu v městské zástavbě ale i mimo ní, například v hustém provozu, kde opět střelba na jedoucí vozidlo kvůli její nebezpečnosti prakticky nepřipadá v úvahu.

### **Počet, poloha a výzbroj příslušníků provádějících zákrok**

Při pohledu na problém z tohoto hlediska se jedná zejména o vzájemnou souhru zasahujících. Opět s ohledem na jejich bezpečnost. Hlídky bezpečnostních složek jsou většinou dvoučlenné, zde je dobré mít na paměti aby jeden policista prováděl zákrok a druhý zajišťoval okolí. Dále se jedná o pátrací akce, nebo o akce do které je zapojeno větší množství lidí. Zde musí být dobrá koordinace aby při případném použití zbraně nedošlo k ohrožení.

### **Poloha palebného stanoviště**

Volba palebného stanoviště pro střelbu zásadní vliv. Ovšem je důležité zdůraznit je zasahující nemá ve většině případů možnost včasného zaujetí vhodného stanoviště. Pokud se jedná o střelbu z jedoucího vozu lze asi jako jedinou výhodu považovat možnost prodloužení doby kde lze na vozidlo střílet, ovšem nevýhod je celá řada, nemožnost klidného zamíření, relativní pohyb střelce a cíle, větší ohrožení okolí, obtížná manipulace se zbraní, atd. Pokud je možnost volby palebného stanoviště, mělo by být nejlépe zvoleno takové, kde lze použít pro zastavení vozidla mírnějších prostředků než je střelba ze zbraně.

### **Parametry použitých zbraní a střeliva**

Tato problematika bude probána níže při praktické zkoušce střelby na vozidlo, proto pouze několik slov. Důležité parametry zbraní pro tuto problematiku jsou energie střely, kadence a také kapacita zásobníku, u střeliva se jedná hlavně energii a o schopnost předání této energie cíli. Dále se jedná o účinnost použité zbraně při střelbě na jednotlivé části vozidla. Tím je myšleno zda zbraň má dostatečný přebytek energie k proniknutí do dané skupiny a popřípadě jejímu vyřazení, nebo naopak velký přebytek energie po průniku cílem. Zde by mohlo dojít k nežádoucímu účinku na cíle kde to již není žádoucí (zranění posádky, majetkové škody). Tímto se opět budeme zabývat níže.

### **Druh a typ použitého vozidla**

Poslední hledisko jímž se budeme zabývat není ovšem posledním z hlediska významu. Zde naopak typ vozidla hraje zásadní roli. Hlavně při volbě místa na které má být stříleno s důrazem na jeho, pokud možno co nejbezpečnější zastavení. Takže důležitá bude poloha motoru, počet náprav, umístění hnací nápravy, typ chlazení, umístění palivové nádrže, popřípadě u nákladních vozidel umístění vzduchojemů u brzdové soustavy. Aspekty při střelbě na jednotlivé skupiny budou opět popsány níže.

## **3.1 STŘELBA NA JEDNOTLIVÉ ČÁSTI VOZU VZHLEDEM K JEHO ZASTAVENÍ**

V tomto odstavci budou stručně uvedeny jednotlivé části vozu, které mají význam při zastavení automobilu za pomoci střelné zbraně. U každé části bude stručně uveden rozbor situace po zásahu z palné zbraně, výhody a rizika se zásahem spojené. U důležitých součástí vozu bude v další kapitole provedena zkušební střelba a vyhodnocení účinků jednotlivých zbraní na vybranou část nebo celek vozu.

### **3.1.1 PNEUMATIKY VOZU**

Pneumatiky vozu patří jako cíl na vozidle z hlediska jeho zastavení k nejčastějším. Ovšem střelba na tuto část vozu má několik úskalí, především se jedná o pravděpodobnost zásahu pneumatik, u osobních vozidel jsou většinou ze zadní části kryty karoserií vozidla, pravděpodobnost jejich zásahu vzhledem k velikosti jejich plochy je poměrně malá. Proto se většinou zasahující snaží zasáhnout pneumatiku z boku, který je jednak méně odolný než běhoun a jednak má větší plochu než je její čelní plocha. Další věcí je rotace pneumatik, která způsobuje specifický druh zásahu a existuje zde možnost odrazu střely, zejména u méně výkonných ráží. V neposlední řadě zůstává otázka odolnosti pneumatik proti průstřelu, je dokázáno že diagonální pneumatiky mají větší odolnost než radiální s bavlněnými vrstvami, vzhledem k většímu počtu textilních vrstev. Radiální pneumatiky s ocelovými tkaninami, obzvláště u větších vozidel, jsou poměrně hůře prostřelitelné, zvláště u méně výkonných ráží není úspěšnost vždy zaručena. Při průstřelu pneumatiky zejména méně výkonnější ráží ovšem nemusí vždy dojít k rychlému úniku vzduchu. Otvor pneumatiky se velmi často po průstřelu díky své pružnosti opět téměř uzavře a únik bývá pozvolný. K dalším nevýhodám střelby na pneumatiky, zejména na přední nápravě, zůstává změna směru pohybu vozidla po průstřelu a tím možné ohrožení posádky nebo okolí. Pokud je ovšem pneumatika zasažena střelou o dostatečném výkonu, nebo více střelami najednou, dojde k velice rychlému úniku vzduchu a tím s velkou pravděpodobností k rychlému zastavení nebo zpomalení vozidla. Vzhledem k možnému odrazu střel a jinému chování střely při zásahu stojící a rotující pneumatiky nebude střelba na kola vozidla součástí našeho testu balistické odolnosti vozidla.

### **3.1.2 PALIVOVÁ SOUSTAVA**

Střelba na tuto soustavu vozidla se jeví na první pohled jako perspektivní, ale zároveň dost nebezpečná a u osobních vozidel často neúčinná a nereálná. Jedná se hlavně o umístění nádrže ve spodní části vozu, takže zásah je prakticky vyloučen. Dalším nebezpečím je možnost vznícení paliva, hlavně u vozidel s benzínovým motorem, i když většinou nedochází prvním ani druhým výstřelem k zapálení paliva. U vozidel s diesellovým pohonem je pravděpodobnost této situace velmi malá. Opačná situace je u vozidel na stlačený zemní plyn nebo LPG, kde hrozí únik paliva a následně výbuch. Dalším rizikem je ohrožení posádky vozu při nepovedeném zásahu, jelikož nádrž bývá umístěna v zavazadlovém prostoru. Střelba na zavazadlový prostor nebude součástí testu. K dalším nevýhodám patří znečištění okolního prostředí unikajícím palivem a relativně dlouhá doba do vyprázdnění nádrže, přičemž je nutné vést palbu na spodní část nádrže, aby množství vypuštěného paliva bylo maximální. Střelba na palivovou soustavu je účelná tedy pouze u větších vozidel s viditelně umístěnou nádrží a diesellovým pohonem, jednak z důvodu bezpečnosti a jednak z důvodu možného zavzdušnění palivové soustavy a s tím spojeným rychlým vyražením motoru. Zde ovšem hrozí neproniknutí méně výkonných ráží do prostoru nádrže.

### **3.1.3 BRZDOVÁ SOUSTAVA**

Střelba na brzdovou soustavu připadá v úvahu jen u vozidel se vzduchovou brzdovou soustavou, kde dojde při průstřelu vzduchojemu k poklesu tlaku a tím k samočinnému zabrzdění vozidla, výhodou je také často dobře viditelné umístění vzduchojemů na vozidle. Platí zde ovšem totéž co výše, nezaručený pozitivní výsledek u méně výkonných ráží.

### **3.1.4 ČELNÍ A BOČNÍ OKNA**

Tato alternativa zastavení vozidla prakticky nepřipadá v úvahu, vzhledem k možnému ohrožení posádky nebo okolí. Jednak samotnou střelou a jednak střepinami ze zasaženého skla. Rozsah poškození a účinky střel na sklo budou součástí testu střelby na vozidlo a budou tedy uvedeny níže.

### 3.1.5 ŘÍDÍCÍ JEDNOTKA MOTORU

Na první pohled velmi zajímavá alternativa. Jelikož řídicí jednotka ovládá dnes již všechny důležité funkce vozidla nebo ostatní řídicí jednotky, je jasné že při jejím zásahu dojde k okamžitému vyřazení motoru, popřípadě dalších jeho součástí. Obal řídicí jednotky je většinou tvořen plastem, takže jeho odolnost je poměrně nízká a tudíž pravděpodobnost poškození je při zásahu poměrně velká. Ale zároveň se musí zmínit tři základní nevýhody této alternativy. Tou první je umístění řídicí jednotky, jelikož každý model vozu má řídicí jednotku umístěnou na jiném místě vozidla. Často sice bývá v přední části před čelním sklem, ovšem výjimkou nejsou ani vozidla s jednotkou umístěnou pod sedadlem spolujezdce a podobně. Zasahující tedy jen velmi obtížně bude znát umístění jednotky právě v daném modelu. Druhou nevýhodou je její velikost, plocha jednotky se většinou pohybuje v řádech  $\text{dm}^2$  a proto je její zásah, obzvláště u rychle se pohybujícího vozidla, víceméně věcí náhody. Třetí a poslední věcí je absence těchto jednotek u starších vozidel.

Tyto tři skutečnosti dělají z této alternativy věc téměř vyloučenou, bez jakékoliv záruky úspěšnosti. Ovšem zůstává zde jiná otázka, a tou je použití zbraní využívající elektrického pulzu. I když je tato alternativa pouze ve fázi pokusů a zkoušek nebo ojedinělého použití, jeví se jako velmi perspektivní. Zbraň vyšle k zastavovanému vozidlu elektrický pulz vysokého napětí, který způsobí zkrat elektrických obvodů vozidla a vyřazení téměř všech jeho funkcí.

### 3.1.6 MOTOROVÝ PROSTOR A PŘEDNÍ ČÁST VOZU

Poslední jmenovaná skupina nabízí více možností zásahu. Největším, ať už plochu nebo významem patří samotný motor vozidla. Zásah bloku motoru patří k velmi zajímavým alternativám. Jeho plocha a tedy i pravděpodobnost zásahu je poměrně velká. Nedochází tak často k odrazu střely a směr vozidla se po zásahu prakticky nemění. Ovšem je zde potřeba zaujmutí vhodné palebné polohy nebo předjetí zastavovaného vozu, což bývá často velmi problematické. Pokud má ale střela dostatečnou energii na průraz bloku a poškození klikového nebo rozvodového ústrojí dochází k okamžitému zastavení vozidla. Pokud střela neprorazí blok motoru je zde ještě poměrně velká pravděpodobnost poškození některého příslušenství motoru, například mazací nebo chladicí soustavy. U chladicí soustavy připadá v úvahu průstřel chladiče, zejména v jeho dolní části, kdy dojde k úniku chladicí kapaliny a postupnému zadření motoru, ovšem vozidlo může ujet ještě několik

kilometrů. Takže rychlost zastavení je dost pomalá. Totéž platí u mazací soustavy, kde sice únik oleje způsobí rychlejší zadření motoru, ale zásah této soustavy je více problematický a unikající olej může způsobit komplikace dalším vozidlům jedoucím za zastavovaným vozem. Spíše okrajovou možností je při střelbě na přední část vozidla zásah předních světlometů. Toto má ovšem význam pouze v noci, kdy bude řidiči znemožněn výhled na cestu. Při střelbě na motorovou část opět vyvstává otázka použití vhodné zbraně a střeliva, která disponuje dostatečným energetickým potenciálem. Jelikož tato část patří k zajímavým alternativám zastavení vozidla, bude tomuto tématu věnována také jedna střelecká zkouška.

## **4 ZKOUŠKA STŘELBY NA VOZIDLO**

V předcházející kapitole byly stručně uvedeny rozborů zásahů možných částí vozidla s jejich výhodami a riziky. Tato kapitola popisuje přípravu, průběh, výsledky a vyhodnocení zkoušky balistické odolnosti automobilu, zejména vybraných částí. Byly vybrány ty části, které mají význam z hlediska násilného zastavení vozidla, nebo účinků na posádku. Následně byla vybraná část podrobena zkušební střelbě určeným druhem zbraně a počtem výstřelů a zásahy byly vyhodnoceny vzhledem k dosaženému poškození, popřípadě k možnému ohrožení posádky vozidla. Střelba byla provedena na jedno konkrétní vozidlo, a výsledky byly také vyhodnoceny pouze z tohoto vozidla. Vzhledem k velkému počtu vozidel, a k nepřehlednému množství různých druhů zbraní, ráží a typů střel, není možné vyzkoušet všechny možné kombinace poškození, a proto není úplně možné označit poznatky z této zkoušky za jednoznačné pro všechny možné varianty vozidel a zbraní. Nicméně pro velkou většinu by byly výsledky velmi podobné. Z celé zkoušky byla pořízena foto a video dokumentace, které jsou součástí příloh.

### **4.1 ZKUŠEBNÍ PODMÍNKY**

#### **4.1.1 ZKUŠEBNÍ VZDÁLENOST STŘELBY A OKOLNÍ PROSTŘEDÍ**

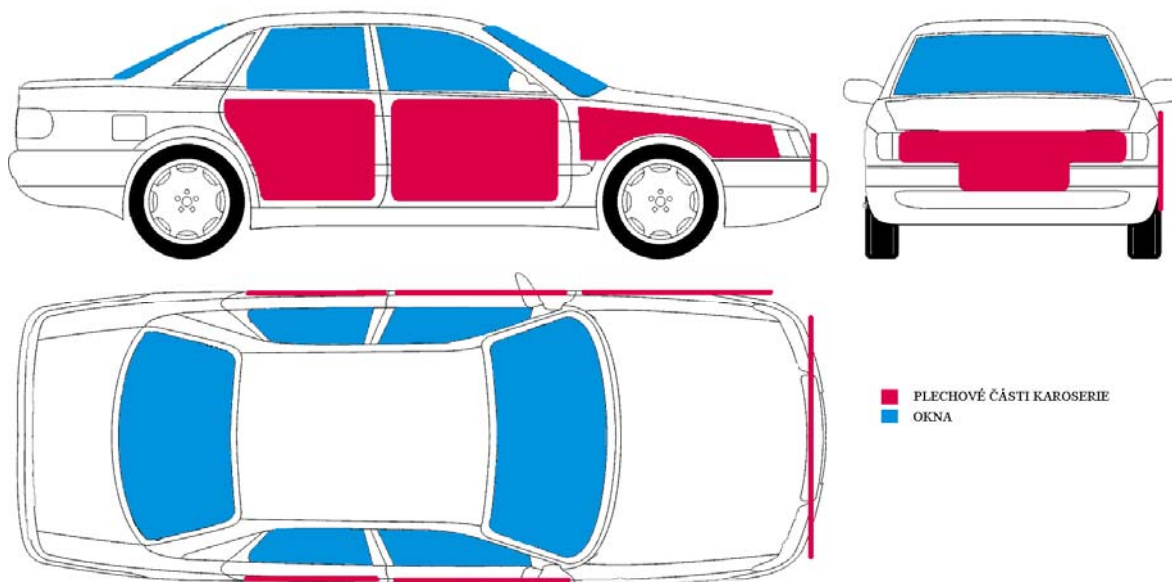
Vozidlo bylo přistaveno na venkovní soukromou střelnici areálu bývalého lomu Zálesí dne 10. 4. 2008. Zkouška byla provedena za oblačného počasí, okolní teplota 11 °C, vlhkost vzduchu 46 %, téměř bezvětří. Zkušební vzdálenost střelby byla stanovena podle normy ČSN 39 5360 na 10 metrů, kromě vybraných zkoušek u kterých bude vzdálenost uvedena zvlášť. Úhel dopadu střel bude 90°, při jiném úhlu u vybraných zkoušek bude tento úhel zvlášť uveden.

#### **4.1.2 TYP POUŽITÉHO VOZIDLA**

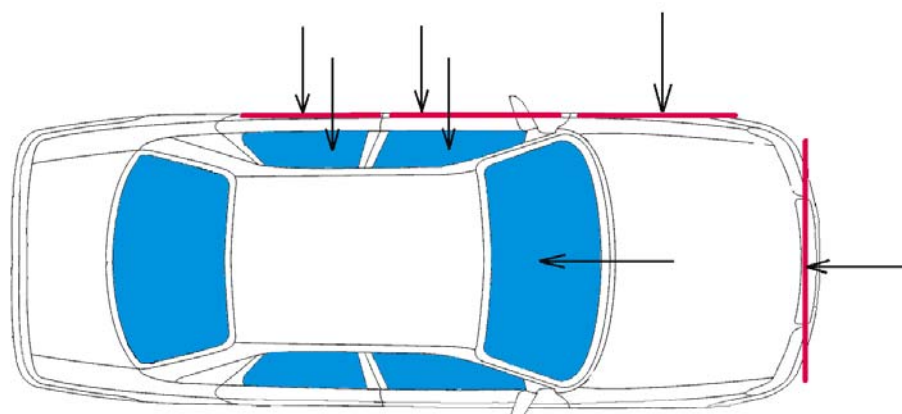
Jako zkušební vzorek bylo použito vozidlo TOYOTA CAMRY, rok výroby 1987, jedná se o čtyřdveřový, pětimístný sedan s motorem vpředu a pohonem zadních kol. Rozvor náprav je 2600 mm, vnější rozměry 4520x1710x1400 mm, hmotnost 1280 kg. Místa na vozidle, které budou podrobeny testu jsou vyznačena na obrázku č.4.1. Modře



jsou označena okna podrobená testu, červeně plochy na plechové části karoserie. Na obrázku č. 4.2 jsou vyznačeny směry dopadu střel. Dále byly použity boční dveře z vozidla FORD ESCORT, rok výroby 1992. Tloušťky plechů ve dveřích byly shodně naměřeny 0,8 mm.



**Obrázek č. 4.1:** Schéma zkoušených částí vozu.



**Obrázek č. 4.2:** Směry dopadu střel na vozidlo.

### 4.1.3 TYPY POUŽITÝCH ZBRANÍ A STŘELIVA

Níže v tabulce č. 4.1 jsou uvedeny typy zbraní použitých ke zkoušce, vedle typu a ráže zbraně je zde uvedena délka hlavně, hmotnost zbraně a kapacita zásobníku, v další tabulce jsou uvedeny typy střeliva, které bylo v konkrétních zbraních použito, včetně hmotnosti, typu střely a její počáteční rychlosti. Údaje o počátečních rychlostech střel byly použity z údajů výrobce. Bylo by samozřejmě lepší měřit rychlost při každém výstřelu ale bohužel nebylo v možnostech experimentu zajistit měřicí aparaturu. Zbraně byly vybrány dle jejich dostupnosti ale zároveň byl kladen důraz na pokrytí co největšího spektra druhů běžně používaných zbraní a ráží. Jedná se o běžně se vyskytující zbraně na našem trhu.

**Tabulka č. 4.1:** Zbraně použité ke zkoušce.

Druh zbraně	Ráže	Hmotnost [g]	Délka hlavně [mm]	Kapacita zásobníku [ks]
Terčová jednoranová pistole	22 Flobert	925	280	1
Malorážková puška ZKM 456	22 LR	5000	700	5
Samonabíjecí pistole Walther PPK	7.65 Browning	590	84	8
Samonabíjecí pistole CZ 75 D compact	9 mm Luger	800	98,5	15
Revolver Smith&Wesson mod. 15	38 Special	710	51	6
Samonabíjecí puška CZH 858	7,62 x 39	2910	390	30
Opakovací kulovnice CZ 550	308 Winchester	3300	600	5
Brokovnice s lůžkovým závěrem ZP 49	12/70	2900	720	2

**Tabulka č. 4.2:** Druhy střeliva pro krátké zbraně použité při zkoušce.

Ráže	Typ střely	Hmotnost střely [g]	Počáteční rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]	Energie [J]	Výrobce
22 Flobert	Celoplášťová	1,15	265	40	Sellier&Bellot CZ
7.65 Browning	Celoplášťová	4,75	318	240	Sellier&Bellot CZ
9 mm Luger	Celoplášťová	7,5	390	570	Sellier&Bellot CZ
	Celoplášťová	7,8	360	505	Lapua FIN
	Celoplášťová	7,8	360	505	Lapua FIN
38 Special	Celoplášťová	10,25	271	376	Sellier&Bellot CZ
	Short stop	3,00	300	135	Mesko PL
	Short stop	3,00	350	184	Mesko PL
	Brok	7,06	305	325	CCI USA
	Plastik Training	-	-	-	SLS CZ



**Obrázek č. 4.3:** Použité druhy střeliva pro krátké zbraně. (zleva 22 Flobert, 22 LR, 7,65 Br., 3 x 9 mm Luger a 5 x 38 Spec.)

**Tabulka č. 4.3:** Druhy střeliva pro dlouhé zbraně použité při zkoušce.

Ráže	Typ střely	Hmotnost střely [g]	Počáteční rychlost [m.s <sup>-1</sup> ]	Energie [J]	Výrobce
22 LR	Celoplášťová	2,56	330	140	Sellier&Bellot CZ
7,62 x 39	Celoplášťová	8	738	2179	Sellier&Bellot CZ
308 Winchester	Celoplášťová	11,7	735	3160	Sellier&Bellot CZ
	Poloplášťová	11,7	743	3243	Sellier&Bellot CZ
12/70	Brok 8,6 mm	36	370	2464	Winchester USA
	Brok 3,5 mm	32	385	2371	Sellier&Bellot CZ
	Brenneke	32	420	2822	Sellier&Bellot CZ



**Obrázek č. 4.4:** Použité druhy střeliva pro dlouhé zbraně. (zleva 22 LR, 7,62 x 39, 2 x 308 Winchester a 3 x 12/70)

#### **4.1.4 NÁHRADNÍ MATERIÁL**

K testu byl dále použit blok keramické hlíny o rozměrech 200x300x150 mm. Blok měl hmotnost 11,94 kg a hustotu 1330 kg.m<sup>-3</sup>. Hlína byla před pokusem temperována v chladničce na teplotu 10 °C. Hlína je heterogenní materiál, jehož chování při průniku střely výrazně ovlivňuje složení a obsah vody, proto se při balistických pokusech většinou nepoužívá. Optimálnějším použitým náhradním materiálem by byl blok z mýdla, balistické želatiny, nebo u nás často používané směsi petrolát – parafín. Vzhledem k poměrně velké ceně těchto hmot a jejich obtížnějšímu získání byla zvolena právě hlína. Dále bychom neměli možnost zformování těchto materiálů do původního stavu po každém výstřelu a větší množství vzorků je finančně neúnosné. V našem testu ovšem nebyla prioritou co nejvěrnější simulace působení střely na lidskou tkáň, ale pouze porovnání účinků jednotlivých druhů zbraní na vozidlo a následně posádku, k čemuž nám tento materiál dostačuje. Dále je v tomto materiálu vidět tvar střelného kanálu, z čehož lze usuzovat zejména polohu střely. Dále byl použit balící bílý papír, který byl připevňován za postřelované skleněné části pro určení rozletu a účinku střepin. Zkušební blok byl umístěn do vzdálenosti 200 mm za postřelované části a byl upevněn proti posunutí.

#### **4.1.5 ZPŮSOB HODNOCENÍ**

Každým druhem střeliva byly střeleny tři pokusy. Každý výstřel byl hodnocen zvlášť, zkušební blok byl použit vždy pouze při jednom výstřelu daným druhem střeliva. Hlavním a určujícím kritériem bylo zda došlo k průstřelu dané části vozidla, dále byl hodnocen tvar a rozměry střelného otvoru, jak v karoserii, tak ve zkušebním bloku, poloha střely, pohyb střely ve vozidle, při střelbě na skleněné části rozlet střepin a poškození dané části vozu.

### **4.2 VÝSLEDKY**

Níže uvedené výsledky jsou uvedeny zvlášť pro každou ráži, u ráží, kde bylo použito více druhů střeliva jsou uvedeny vždy jednotlivé typy zvlášť. U každé ráže je stručně uveden její popis a určení. Dále zda došlo k průstřelu dané části vozidla a stručný popis střelného otvoru a chování střely, dále jsou všechny naměřené hodnoty uvedeny v tabulce pod odstavcem, vedle sloupce příslušného zkoušeného dílu jsou vždy uvedeny hodnoty dosahované v bloku hlíny umístěné cca 200 mm za zkoušeným dílem.

V jednotlivých oknech tabulky jsou vždy tři hodnoty příslušející jednotlivým výstřelům následujícím za sebou. Pokud je v daném místě pomlčka, výstřel nebyl proveden, nebo nebylo možné měření provést, například kvůli destrukci dílu.

#### **4.2.1 22 FLOBERT**

Náboj určený především ke sportovní a zábavné střelbě, v ČR dostupný od 18 let, volné držení této ráže je u nás omezeno maximální energií střely 7,5 J. Má olověnou špičatou střelu plátovanou tombakem. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 5 a 6.

##### **Účinek na boční dveře vozidla**

Ani u jednoho ze tří výstřelů nedošlo k průstřelu vnějšího plechu dveří, ve dvou případech došlo k uvíznutí střely na plechu, ve třetím případě došlo k odražení střely zpět směrem ke střelci. Střely vytvořily v plechu prohlubně o hloubce 20, 35 a 40 mm a průměru 20 mm, přičemž došlo k odprýsknutí všech vrstev barvy vozu.

Při střelbě na boční okno došlo k jeho průstřelu a střela zůstala v interiéru vozu, k průstřelu druhého bočního okna nedošlo. Střela vytvořila v okně kruhový otvor  $\varnothing$  9 mm a došlo k popraskání celého povrchu okna, okno ovšem zůstalo z velké části pohromadě. Překvapující byl účinek střepin na blok hlíny, kde zůstaly zasekány sekundární střepiny v hloubce od 3 do 30 mm, rozptyl na kontrolním papíře byl naměřen 100 mm.

##### **Účinek na motorový prostor**

Na motor byly stříleny tři výstřely z přední části. Pokus byl uskutečněn na samostatný motor. Ten byl vymontován z vozidla kvůli lepší analýze účinků. Před motor byl dán vymontovaný chladič, a bylo zachováno v maximální možné míře rozložení hadic chladičského okruhu a dalšího příslušenství motoru. Při všech třech výstřelech došlo k průstřelu chladiče a střely se zarazily od ventilátor chladiče, v motorovém prostoru nedošlo k větší škodě. Průměr průstřelů byl naměřen 12, 11 a 9,5 mm. Tloušťka chladiče byla 50 mm.

##### **Účinek na čelní okno vozidla**

Na čelní okno byly stříleny opět tři výstřely, u všech došlo k průstřelu. Průměry průstřelů jsou uvedeny níže v tabulce č. 4.4. Při prvním výstřelu byl nainstalován za okno

blok hlíny. Zde došlo k zástřelu, střela pronikla do hloubky 110 mm, došlo k oddělení fragmentu střely, který byl nalezen v hloubce 60 mm. Dalším zajímavým poznatkem byl rozlet a účinek střepin od vnitřní strany okna, tyto střepiny byly zasekány v hloubce od 2 do 30 mm. Přičemž uvnitř otvorů bylo značné množství skleného prášku. Střely vytvořily radiální trhliny v okně o průměru zhruba 80 mm.

**Tabulka č. 4.4:** Účinky střeliva 22 Flobert. [8]

<b>Ráže 22 FLOBERT</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	NE NE NE	-	ANO - -	ANO - -	ANO ANO ANO	NE - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	Ø 20 hl. 20 hl. 35 hl. 40	-	Ø 9 - -	Ø 30 - -	Ø 11,5 Ø 10 Ø 10,5	Ø 35 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	-	-	Ø 9 - -	Ø 10 - -	11,5 10 10,5	zástřel
<b>Druh poškození</b>	Prohlubeň	-	Radiální trhliny	Průstřel	Radiální trhliny	Zástřel
<b>Tvar</b>	Kruhový	-	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	100	100	230	Po celé ploše

## 4.2.2 22 LONG RIFLE

Velmi populární náboj s okrajovým zápalem určený především ke sportovní a zábavné střelbě do dlouhých i krátkých zbraní, náboje s větší prachovou náplní jsou používány k loveckým účelům. Existuje nepřehledné množství druhů a typů tohoto střeliva. Zbraně v této ráži jsou v ČR dostupné majitelům zbrojního průkazu, stejně jako všechny další ráže uvedené níže. Má olovenou poměděnou ogivální střelu, na vodící část navazuje několik mazacích drážek. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obr. 7 až 10.

### Účinek na boční dveře vozidla

U prvního a třetího výstřelu na boční dveře došlo k průstřelu vnějšího plechu dveří, vnitřní plech nebyl zasažen a k průstřelu vnitřního čalounění. Z tvaru průstřelu je patrné, že střela byla po průletu dveřmi destabilizována. Střela dále vytvořila v bloku hlíny průstřel přibližně kruhového tvaru a zůstala v interiéru vozu, k průstřelu druhých bočních dveří nedošlo, u třetího výstřelu zůstala střela v bederním opěradle pravého zadního sedadla v hloubce cca 30 mm. U druhého výstřelu došlo k uvíznutí střely v loketní opěrci bočních dveří vlivem vnitřního plechu dveří o který se střela zbrzdila. U všech výstřelů opět došlo k odprýsknutí všech vrstev barvy vozu.

Při střelbě na boční okno došlo k jeho průstřelu, dále k průstřelu druhého bočního okna a opuštění střely z interiéru vozu. Střela vytvořila v okně kruhový otvor  $\varnothing$  12 mm a došlo k popraskání celého povrchu okna, okno ovšem zůstalo z velké části pohromadě.

### Účinek na motorový prostor

Pokus byl opět uskutečněn na samostatný motor třemi výstřely. Při všech třech výstřelech došlo k průstřelu chladiče, dále k ulomení malé části jedné lopatky ventilátoru a střely se rozpadly zřejmě o blok motoru, protože v motorovém prostoru nedošlo k větší škodě. Průměr průstřelů byl naměřen 11, 13 a 10,5 mm.

### Účinek na čelní okno vozidla

U všech tří výstřelů došlo k průstřelu okna. Průměry průstřelů jsou uvedeny níže v tabulce č. 4.5. Při prvním výstřelu byl nainstalován za okno blok hlíny. Zde došlo k průstřelu, v bloku byly opět nalezeny zbytky oloveného jádra střely. Opět zde byl naměřen na papíře poměrně velký rozlet střepin a tyto střepiny byly zasekány bloku



v hloubce od 2 do 40 mm. Přičemž uvnitř otvorů bylo značné množství skleného prášku. Střely vytvořily radiální trhliny v okně o průměru zhruba 80 mm.

**Tabulka č. 4.5:** Účinky střeliva 22 LR. [8]

<b>Ráže 22 LR</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO NE ANO	ANO - -	ANO - -	ANO - -	ANO ANO ANO	ANO - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	11 x 7,8 Ø 8,2 Ø 8,5	Ø 33 - -	Ø 10 - -	30x40 - -	Ø12,5 Ø 11 Ø10,5	Ø 40 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	-	Ø 38 - -	Ø 10 - -	Ø 50 - -	11,5 10 10,5	Ø 50 - -
<b>Druh poškození</b>	Prohlubeň	Průstřel	Rozpad	Průstřel a střepiny	Radiální trhliny	Průstřel a střepiny
<b>Tvar</b>	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	120	118	220	Po celé ploše

#### 4.2.3 7,65 mm BROWNING

Dříve velmi často používaná ráže u služebních zbraní, zejména pistolí a samopalů, která byla později vytlačena nábojem 9 mm Luger. Dnes je výkon tohoto náboje z hlediska účinné sebeobrany považován za nedostatečný. Má celoplášťovou střelu s přední částí tvaru ogiválu, plášť je z tombaku. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 11-14.

### **Účinek na boční dveře vozidla**

U všech tří zkušebních výstřelů došlo k průstřelu bočních dveří, včetně jeho vnitřního čalounění, dále u prvního výstřelu došlo k odchýlení střely z přímého směru o cca 5° směrem vzhůru a došlo k postřelu rámu bočního okna, dále střela pokračovala v pohybu mimo prostor vozidla. U druhého a třetího výstřelu došlo k prostřelní obou bočních dveří v jejich horní části a střela vylétla mimo prostor vozidla. U čalounění došlo vlivem pružnosti látky a vnitřního koženkového obložení k malé deformaci, cca 3 mm.

Při střelbě na boční okno došlo k jeho průstřelu, dále k průstřelu bloku hlíny, kde byl stejně jako u další ráže pozorován zajímavý jev. Došlo k zajímavému rozletu střepin, v bloku hlíny se vytvořil cca 45 mm pod vstřelem poměrně malý shluk sekundárních střepin skla o průměru 29 mm, střepiny pronikly zhruba do hloubky 4 mm. Větší výrazné poškození od střepin nebylo v hlíně ani v kontrolním papíru pozorováno.

### **Účinek na motorový prostor**

Stříleno bylo na zastavěný motor třemi výstřely. Při všech třech výstřelech došlo k průstřelu chladiče, dále u jednoho výstřelu k odlomení elektrického přívodu ke snímači tlaku oleje a poškození snímače. U druhého výstřelu došlo k poškození hadice chladícího okruhu, třetí výstřel neuzpůsobil v motoru žádné pozorované škody, zřejmě se střela roztránila o blok motoru, nebo jeho příslušenství. Průměr průstřelů byl naměřen 10, 14 a 13,4 mm.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

U všech tří výstřelů došlo k průstřelu okna. Průměry průstřelů jsou uvedeny níže v tabulce č. 4.6. Při prvním výstřelu byl nainstalován za okno blok hlíny. Zde došlo k průstřelu, vstřel i výstřel měly vertikálně oválný tvar, z čehož bylo usouzeno že došlo k destabilizaci střely dopadem na okno. K tomu docházelo i v dalších případech u jiných ráží. Vysvětlení tohoto jevu může zřejmě být ve sklonu čelního okna, díky tomu nedocházelo ke kolmému dopadu střel. Jako první totiž přijde do styku se sklem spodní část špičky střely a dojde k vytvoření klopného momentu, který střelu jednak destabilizuje a jednak odkloní od její dráhy směrem dolů. Opět zde byl naměřen poměrně velký rozlet střepin a tyto střepiny byly zasekány bloku v hloubce od cca 5 do 35 mm. Přičemž uvnitř otvorů bylo značné množství skleného prášku. Střely vytvořily radiální trhliny v okně o průměru zhruba 70 mm.

Tabulka č. 4.6: Účinky střeliva 7,65 Browning. [8]

<b>Ráže 7,65 mm Browning</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO ANO	ANO - -	ANO - -	ANO - -	ANO ANO ANO	ANO - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	11 x 7,8 Ø 8,2 Ø 8,5	Ø 33 - -	Nebylo měřeno	Ø 62 - -	10 x 20 9 x 18 9 x 22	80 x 120 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Všechny cca 3 mm	Ø 30 - -	Nebylo měřeno	Ø 65 - -	10 x 20 9 x 18 9 x 22	92 x 135 - -
<b>Druh poškození</b>	Průstřel	Radiální trhliny	Rozpad	Průstřel	Průstřel	Průstřel
<b>Tvar</b>	Oválný	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Oválný	Oválný
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	29	29	200x150	100x130

#### 4.2.4 9 mm LUGER

V současné době nejrozšířenější a nejznámější pistolový náboj. Tento náboj je též velmi oblíben mezi sportovními střelci. Často je také používán pro sebeobranu, kde splňuje kritéria dostatečného výkonu i když je některými střelci také považován za málo výkonný. Jedná se ve většině zemí o standardní pistolový náboj ozbrojených složek. Pro náš experiment bylo použito jednak střelivo SELLIER & BELLOT s celoplášťovou střelou a jednak finské střelivo LAPUA, také s celoplášťovou střelou, ovšem s řízeným rozkladem střely, určenou proti živé síle. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 15 až 26.

### **Účinek na boční dveře vozidla**

U prvního výstřelu došlo k průstřelu dveří, bloku hlíny a střela uvízla v pravých dveřích, kde byla do demontáži čalounění nalezena. Jádro střely bylo odděleno od pláště. V bloku hlíny střela vytvořila horizontálně oválný střelný kanál, z čehož lze usuzovat, že došlo k destabilizaci střely. Dále byl proveden druhý výstřel se staženým bočním oknem, pro vzájemné porovnání. Opět došlo k průstřelu předních dveří, kde bylo rozbito boční okno, jehož střepy byly nalezeny v dolní části dveří, bloku hlíny ale vzhledem k jistému zpomalení střely bočním oknem již nedošlo k poškození čalounění pravých dveří. Střela nebyla nalezena. Rozměry otvoru v bloku hlíny byly ovšem větší a horizontálně oválné, z toho lze usuzovat že okno sice pohltí část energie střely ale zároveň zřejmě došlo k destabilizaci střely a tím ke zvětšení střelného kanálu. Třetí výstřel byl proveden se střelivem LAPUA, došlo pouze k zástřelu levých dveří, kde střela rozložila vlivem nárazu na vnitřní plech na fragmenty, které byly zasekány v ploše cca 100 x 100 mm ve vnitřním čalounění. K průstřelu tedy nedošlo.

Při střelbě na boční okno došlo opět k jeho průstřelu, bylo střeleno na vymontované okno, které se chovalo odlišně než okno zastavěné. Hlavní pozorovaná odlišnost spočívala v tom, že zastavěné okno i při použití sice střele neodolalo, došlo k popraskání celého povrchu, nicméně velká část zůstala v rámu okna, výrazné rozdíly v rozletu střepin ovšem nebyly naměřeny. V bloku hlíny byl stejně jako u předchozí ráže naměřen poměrně nevelký rozptyl střepin, který vytvořil v papíru souvislý otvor a průměru 50 mm a byl umístěn 30 mm pod vstřelem v hlíně a hloubka 5 mm.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

Na čelní okno byly opět střeleny tři výstřely, které byly vedeny v horizontální rovině, vzhledem ke sklonu čelního skla cca 35°, docházelo k dopadu střely pod úhlem 55°, čemuž odpovídaly oválné tvary průstřelů. Vzhledem k tomu, že bylo k dispozici pouze jedno čelní okno, bylo postřelováno z více ráží. Okno sice po prvním průstřelu ztratí svoje původní hodnoty, ale výsledky byly pro potřeby našeho experimentu dostačující. Střely vytvářely shodné vertikálně oválné průstřely, dále pokračovaly, s odklonem od dráhy cca 11° směrem dolů v rovině promítnuté do podélné svislá roviny vozu, do interiéru vozu. V jednom případě došlo k odražení střely od zadního okna, ve ostatních dvou došlo k průstřelu zadní hlavové opěrky. K průstřelu zadního okna nedošlo. Dále došlo na kontrolním papíře umístěném 300 mm za oknem k naměřenému rozletu střepin skla o průměru 200 mm.

### **Účinek na motorový prostor**

Stříleno bylo na vymontovaný motor třemi výstřely zepředu přes chladič a třemi výstřely z boku přes dvojitý ocelový plech o tloušťce 0,8 mm, tento plech simuloval blatník vozidla. Při všech třech výstřelech vedených na přední část došlo k průstřelu chladiče, dále u dvou výstřelů došlo k prostřelení olejové vany a průměru 10 a 11,5 mm a u třetího výstřelu došlo k rozpadu střely o hlavu šroubu umístěného na držáku motoru. Střely byly odchýleny pouze nepatrně od své původní dráhy směrem dolů o cca 5°. Zbytky olověných jader byly opět rozptýleny ve spodní části motorového prostoru. Při střelbě z boku vozidla došlo ve všech případech k průstřelu plechu simulujícího blatník. Dále první střela poškodila kryt rozvodového mechanismu, k dalším škodám na rozvodech nedošlo. Druhá a třetí střela vytvořila na rozhraní mezi blokem motoru a hlavou válců prohlubně o hloubce 2 resp. 3,5 mm.

U této ráže bylo vidět že střela je schopna prostřelit chladič, dále při střelbě vedené na spodní část možno poškodit olejovou vanu nebo příslušenství motoru, popřípadě rozvodový řemen při jeho zásahu, ovšem na poškození klikového mechanismu nemá střela dostatek energie. Průměr průstřelů olejové vany byl naměřen 11, 12 a 10,4 mm.

**Tabulka č. 4.7: Účinky střeliva 9 mm Luger. [8]**

<b>Ráže 9 mm Luger</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO NE	ANO ANO -	ANO ANO ANO	ANO - -	ANO ANO ANO	ANO - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	Ø 8,8 Ø 8,9 Ø 9	Ø 54 Ø 65 -	Nebylo měřeno	60 x 40 - -	10 x 24 8 x 23 10 x 24	Ø 68 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Ø 6,5 Ø 12 -	Ø 79 90 x 65 -	Nebylo měřeno	100 x 80 - -	10 x 24 8 x 23 10 x 24	Ø 74 - -
<b>Druh poškození</b>	2x průstřel 1x zástřel	2x průstřel, -	Rozpad	Radiální trhliny	Radiální trhliny	Radiální trhliny
<b>Tvar</b>	Oválný	Oválný	Kruhový	Kruhový	Oválný	Kruhový
<b>Rozlet střepin[mm]</b>	-	-	Ø 65	Ø 50	300x200	Ø 200

#### **4.2.5 38 SPECIAL**

Okrajový náboj určený zejména pro revolvery, populární hlavně v USA. V dnešní době mírně vytlačován nábojem 357 Magnum pro jeho vyšší výkon. Náboj je dnes dodáván v široké paletě laborací a s nejrůznějšími druhy střel. V našem testu bylo použito v této ráži použito pět různých druhů střeliva. Prvním nejběžnějším bylo tuzemské celoplášťové střelivo SELLIER & BELLOT, dalším dnes již v civilní sféře zakázaným nábojem byl americký náboj s hromadnou střelou od společnosti CCI. Broky jsou uloženy v modrém, plastovém kontejneru, který se po opuštění hlavně oddělí.

Předposlední dva náboje byly téměř shodné a to od polské firmy MESKO, byly to náboje typu Short stop, lišící se pouze počáteční rychlostí střely. Tyto náboje jsou určeny pouze pro ozbrojené složky a byly vyvinuty především pro potřeby zásahu v prostoru letadel, kde hrozilo při použití klasického střeliva prostřelení pláště letadla. Střela tohoto náboje obsahuje plastový kontejner v němž je uložen textilní sáček s broky, které jsou zašity dovnitř. Sáček by se měl při výletu z hlavně oddělit a rozvinout do plného průřezu což je cca 2,5 cm. Střela by měla mít dostatečnou energii k zastavení pachatele ale zároveň by měla být již na dálku 5 metrů neletální.

Posledním druhem náboje byl cvičný náboj Plastik training od již zaniklé společnosti SLS. Tento náboj je zvláštní tím, že plastová střela je v prvotní fázi součástí nábojnice, při výstřelu se v místě zeslabení oddělí a vylétá z hlavně. Tento náboj je určen pro výcvikové účely a neměl by mít téměř žádný ranivý účinek. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 27 až 36.

### **Účinek na boční dveře vozidla**

Při prvním, druhém a třetím výstřelu bylo použito střelivo s klasickou celoplášťovou střelou, u prvního výstřelu došlo k průstřelu levých předních dveří dále se střela odklonila směrem vzhůru o cca 10 ° a došlo k průstřelu pravého bočního okna. Při druhém výstřelu byl do prostoru za dveře umístěn blok hlíny, zde opět došlo k průstřelu dveří, dále k průstřelu bloku, kde střela vytvořila kruhový střelný kanál a k průstřelu čalounění pravých bočních dveří. Na vnějším plechu nebyly nalezeny žádné stopy po střele. Ta byla po pozdějším demontování nalezena v dolní části dveří. Při třetím výstřelu došlo k průstřelu obou dveří a k opuštění střely mimo prostor vozidla. Při pozdější demontáži bylo zjištěno, že střela procházela pouze vnějším plechem karoserie, a čalouněním. Uvnitř střela nenarazila na jinou překážku, např. výztuhy apod.

Další výstřel byl za použití střeliva s hromadnou střelou CCI, na bočních dveřích došlo k pokrytí téměř celé plochy brokovým shlukem. Jednotlivými broky nebylo vytvořeno žádné větší poškození vnějšího plechu, došlo pouze k poškození laku. Od plastového kontejneru byla vytvořena prohlubeň o hloubce cca 7 mm a průměru 23 mm. K poškození bočního okna nedošlo.

U dalších dvou výstřelů bylo použito střelivo Short stop. U obou evidentně nedošlo k oddělení střely od plastového kontejneru a k jejímu rozvinutí. V plechu dveří byla vytvořena prohlubeň o hloubce cca 5 a 7 mm. K průstřelu vnějšího plechu nedošlo. Dále byla provedena střelba na boční okna, kde došlo k průstřelu v obou případech. Část okna

letěla spolu se střelou do prostoru za dveře kde byl v kontrolním papíru naměřen rozptyl o průměru 400 mm. Zbytky skla zůstaly v rámu dveří.

U posledního výstřelu se střelou Plastik training, došlo k prohlubni v plechu dveří o hloubce 3 mm, u okna nebylo poškození zaznamenáno. Níže v tabulce č. 4.8 jsou uvedeny pouze první tři výstřely s celoplašťovou střelou.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

Na čelní okno byly opět stříleny tři výstřely, které byly vedeny v horizontální rovině, vzhledem ke sklonu čelního skla cca 35°, docházelo k dopadu střely pod úhlem 55°, čemuž odpovídaly oválné tvary průstřelů. Bylo opět použito střelivo SELLIER & BELLOT s celoplašťovou střelou. Střely vytvářely shodné vertikálně oválné průstřely, dále pokračovaly bez výrazného odklonu od své původní dráhy do zadního prostoru interiéru, kde vytvořily 10 a 18 mm hluboký zástřel v zadních sedadlech, u posledního výstřelu došlo k průstřelu zadního okna. Na kontrolním papíře umístěném 300 mm za oknem byl naměřen rozlet střepin skla 300 x 200 mm.

### **Účinek na motorový prostor**

Vzhledem k podobným balistickým vlastnostem s ráží 9 mm Luger nebylo touto ráží na motorový prostor vozidla stříleno.



**Tabulka č. 4.8:** Účinky střeliva 38 Special. [8]

<b>Ráže 38 Special</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO ANO	- ANO -	ANO - -	ANO - -	ANO ANO ANO	ANO - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	12,5 x 9,1 Ø 9 Ø 9,4	- Ø 36 -	Nebylo měřeno	Ø 72 - -	12 x 30 13 x 32 10 x 29	Ø 72 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Ø 7 Ø 6,8 Ø 5,9	- Ø 36 -	Nebylo měřeno	Ø 76 - -	12 x 30 13 x 30 9,1 x 26	Ø 74 - -
<b>Druh poškození</b>	3x průstřel	1x průstřel -	Rozpad	Radiální trhliny	Radiální trhliny	Radiální trhliny
<b>Tvar</b>	Oválný a kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Oválný	Kruhový
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	Ø 200	Ø 150	300x200	Ø 150

#### 4.2.6 7,62 x 39

Sovětský vojenský náboj určený zejména pro útočné pušky, dříve jednotný náboj armád zemí bývalé Varšavské smlouvy. Jedná se o náboj střední balistické výkonnosti, nazývaný také někdy zkrácený puškový náboj. Po roce 1990 byly tyto náboje uvolněny i pro civilní trh, kde je dnes velmi oblíben zejména kvůli jeho ceně a poměrně vysoké energii střely. V posledních letech se u nás také prosazuje ve sportovní střelbě právě se zbraněmi na principu samopalu vz. 58, a mnohdy jsou zbraně komorované pro tento náboj použity pro lovecké účely. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 37 až 50.

### **Účinek na boční dveře vozidla**

Ke všem třem výstřelům bylo použito celoplášťové střelivo s ocelovým jádrem z produkce SELLIER & BELLOT. Jednalo se ovšem o jádro z měkké oceli, takže nebylo konstruováno jako průbojné. Při prvním a druhém výstřelu nebyl vkládán blok hlíny do prostoru dveří. V obou případech došlo k průstřelu obou dveří a k opuštění střely mimo prostor vozidla. U vnitřního čalounění levých předních dveří nebyl výstřel téměř patrný, z čehož lze usuzovat, že nedošlo k destabilizaci střely. Ovšem výstřely byly na pravých dveřích byly mírně vertikálně oválné, takže zde již mohla střela svoji stabilitu ztratit. Při třetím výstřelu byl použit blok hlíny. Zde opět došlo k průstřelu obou dveří a bloku hlíny. Došlo ke značné deformaci bloku, jeho části byly rozptýleny na levém čalounění dveří, v prostoru řidiče na palubní desce a došlo dokonce k zašpinění čelního okna vlivem rozptýlení hlíny.

Při střelbě na samostatné boční okno došlo k jeho průstřelu a celkové destrukci. Za oknem byl naměřen rozptyl sekundárních střepin skla a průměru 300 mm. V bloku hlíny byl vytvořen střelný kanál a průměru cca 150 mm. Kanál ovšem svojí velkou částí zasahoval do horní plochy bloku, čímž vlastně vytvořil postřel bloku. Vzhledem k velkému průměru otvoru nebylo možno pozorovat účinky střepin skla. Z tohoto výstřelu bylo usouzeno že námi zvolená velikost bloku je dostatečná pouze pro střelivo o malém balistickém výkonu. Při použití výkonnějších ráží dochází ke značné destrukci a rozpadu bloku.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

Při střelbě na čelní okno došlo při všech výstřelech k průstřelu okna. Střely se opět odchýlily od své dráhy cca o 5° směrem dolů a došlo u prvního výstřelu k průstřelu zadní hlavové opěrky a k průstřelu zadního skla. Jeho úlomky byly rozptýleny jak do vnitřní části vozidla tak na zadní víko zavazadlového prostoru. Část okna zůstala sice v gumovém obložení ale došlo k popraskání celého povrchu. U druhého a třetího výstřelu došlo k průstřelu zadních opěradel a střely opustily prostor vozidla. U předního okna byly střepiny rozptýleny po přístrojové desce a byl naměřen na kontrolním papíře jejich rozptyl 300 mm.

## Účinek na motorový prostor vozidla

Bylo vedeno šest výstřelů na přední a čtyři výstřely na boční část vozidla, jak je vidět na obrázku č. 4.2. Při všech výstřelech došlo k průstřelu čelní masky, dále k průstřelu chladiče motoru. Průměry průstřelů chladiče byly 10, 13 a 12 mm. Dále první střela prostřelila blok motoru a roztržila se o válec, přičemž k jeho poškození nedošlo. U druhého výstřelu došlo opět k průstřelu bloku motoru a střela způsobila prohlubeň v 3. válci cca 3 mm. Zde by již mohlo dojít při chodu motoru vlivem tlaku uvnitř spalovacího prostoru k průrazu boční stěny válce. U třetího výstřelu došlo k průstřelu olejové měrky a k průstřelu držáku motoru.

Druhá série výstřelů byla vedena na zastavěný motor. Prvním výstřelem byl utrženo elektrické vedení od snímače teploty chladící kapaliny, v druhém případě došlo k odtržení držáku vodního čerpadla a ve třetím případě došlo k prostřelení pryžové hadice vedoucí od chladiče.

Poslední série výstřelů na boční část motorového prostoru ukázala následující. Všemi výstřely byl prostřelen plech simulující blatník. Dále došlo u prvních dvou k průstřelu hliníkové hlavy. U třetího výstřelu došlo k průstřelu horního rozvodového kola a i přes tuto překážku měla střela dostatek energie na průstřel hlavy válců. Při posledním výstřelu došlo k odrazení střely od stejného kola, dále k 10 mm širokému natržení rozvodového řemenu a střela pronikla do vnitřního prostoru hlavy přes protimrazovou pojistku, která byla střelou úplně zničena.

Z uvedených výstřelů byl učiněn závěr, že touto ráží lze poškodit přímo klikový mechanismus vozidla, ovšem v motoru je umístěno velké množství dalších dílů, které mohou střelu odchýlit a poškození důležitých částí pro chod motoru nemusí vůbec nastat. U prvních výstřelů by zřejmě mohlo dojít k rychlému zastavení vozidla, dalšími výstřely by k tomuto zřejmě nedošlo, u vozidla by nastal zřejmě pozvolný únik chladící kapaliny nebo oleje. Při střelbě z boku docházelo k průstřelu hliníkové hlavy, kde by přicházelo v úvahu poškození ložisek vačkového hřídele popřípadě vahadel ventilů. Na vnějším povrchu by mohly být poškozen rozvodový řemen nebo rozvodová kola. Tedy při střelbě na bok motorového prostoru se jeví jako nejpravděpodobnější poškození rozvodového mechanismu.

**Tabulka č. 4.9:** Účinky střeliva 7,62 x 39. [8]

<b>Ráže 7,62 x 39</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO ANO	- ANO -	ANO ANO ANO	ANO - -	ANO ANO ANO	ANO - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	9,2 x 9,1 Ø 8 Ø 7,8	- 105 x 93 -	Nebylo měřeno	Ø 150 - -	11 x 20 12 x 25 10 x 27	Ø 120 - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Ø 5 Ø 6 Ø 7,2	- 200 x 150 -	Nebylo měřeno	Ø 160 - -	11 x 20 12 x 25 10 x 27	140 x 160 - -
<b>Druh poškození</b>	3x průstřel	1x průstřel -	Rozpad	Radiální trhliny	Radiální trhliny	Radiální trhliny
<b>Tvar</b>	Oválný a kruhový	Kruhový	Kruhový	Kruhový	Oválný	Kruhový
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	Ø 200	Ø 300	300x200	Ø 150

#### **4.2.7 308 WINCHESTER**

Náboj vyvinutý v první polovině 50. let v USA. Byl zpočátku konstruován pro lovecké účely, ovšem v roce 1954 byl přijat mezi jednotné náboje NATO. Náboj je používán v ozbrojených složkách zejména v odstřelovačských puškách. Náboj je velmi rozšířen také mezi lovci k odstřelu střední a těžší zvěře. Je také oblíben mezi sportovními střelci, zejména pro dálkovou terčovou střelbu. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 51 až 56.

### **Účinek na boční dveře vozidla**

K prvnímu a druhému výstřelu bylo použito celoplášťové střelivo z produkce SELLIER & BELLOT. Při druhém výstřelu byl vložen blok hlíny do prostoru dveří. V obou případech došlo k průstřelu levých dveří. Dále byl prostřelen blok hlíny a pravé zadní dveře v jejich spodní části. Blok hlíny byl značně poškozen, došlo k celkové deformaci ve všech směrech. Různě velké kusy bloku byly rozptýleny po celé zadní části interiéru. Zde opět platí poznatek z předchozí ráže, rozměry bloku jsou pro tyto výkonnější náboje nedostačující. Při druhém výstřelu byly prostřeleny opět levé dveře, dále došlo k odchylení pláště střely směrem vzhůru o cca 10° a prostřelení pravého bočního okna, dále střela vylétla mimo prostor vozidla. U vnitřního čalounění levých dveří byl výstřel excentrický, z čehož lze usuzovat, že došlo k destabilizaci střely. Tento fakt byl potvrzen po demontáži vnitřního čalounění. Střela totiž prostřelila mechanismus na stahování oken, což byl ozubený segment z plechu o tloušťce 6 mm. Při třetím výstřelu byla použita poloplášťová střela. Zde došlo vlivem nárazu na vnitřní výztuhu levých dveří k deformaci střely. Tomu napovídá i otvor výstřelu o průměru 16 mm. Po opuštění levých dveří se střela zřejmě rozložila na několik fragmentů, které byly zasekány v čalounění pravých dveří. Při použití polopoušťové střely tedy nedošlo k průstřelu celého vozidla.

Při střelbě na samostatné boční okno došlo k jeho průstřelu a celkové destrukci. Za oknem byl naměřen rozptyl sekundárních střepin skla o průměru 320 mm. Z výsledku předchozího výstřelu bylo usouzeno, že použití bloku nemá v tomto případě význam.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

Při střelbě na čelní okno došlo při všech výstřelech k průstřelu okna. Střely se téměř vůbec neodchýlily od své dráhy. Což si lze vysvětlit velkou energií střely a jejími dobrými letovými vlastnostmi. U druhého a třetího výstřelu došlo k průstřelu zadních opěradel a střely opustily prostor vozidla. U předního okna byly střepiny rozptýleny po přístrojové desce a byl naměřen na kontrolním papíře jejich rozptyl 340 mm. Zajímavým pozorovaným faktem bylo, i u dřívějších ráží to, že mnohdy měl vstřel na lepeném předním okně o cca 1 – 2 mm menší průměr než výstřel. Zde se potvrzuje oprávněné použití vícevrstvého lepeného bezpečnostního skla při pancéřování vozidel, kdy dochází k postupnému pohlcení energie střely dalšími vrstvami skla. Opět vzhledem k velkému výkonu náboje nebyl použit blok hlíny.

### Účinek na motorový prostor

Vzhledem k velkému výkonu tohoto náboje nebylo touto ráží na motorový prostor vozidla stříleno. Tento závěr byl učiněn z důvodu bezpečnosti, kde hrozila zejména možnost odrazu střel a možné ohrožení zúčastněných osob nebo zařízení střelnice.

**Tabulka č. 4.10:** Účinky střeliva 308 Winchester. [8]

<b>Ráže 308 Winchester</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO ANO	- ANO -	ANO - -	- - -	ANO ANO ANO	- - -
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	10 x 9,1 Ø 8 Ø 9,2	Celková destrukce Ø cca 200	Nebylo měřeno	- - -	12 x 22 Ø 9,6 10 x 23	- - -
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Ø 6 Ø 7,2 Ø 16	Celková destrukce Ø cca 200	Nebylo měřeno	- - -	11 x 20 Ø 8 10 x 27	- - -
<b>Druh poškození</b>	3x průstřel	1x průstřel -	Rozpad	-	Radiální trhliny	-
<b>Tvar</b>	Oválný a kruhový	Destrukce	Kruhový	-	Oválný a kruhový	-
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	Ø 320	-	Ø 340	-

#### 4.2.8 12/70

Brokový náboj určený pro zbraně s hladkým vývrtem hlavně. Ve většině případů je náboj naplněn broky o různém průměru, velikost broků se volí úměrně danému použití náboje. Ovšem do brokovnic lze použít jednotné střely několika různých konstrukcí. Existuje i velké množství speciálních druhů nábojů. Jako příklad lze uvést náboje s pryžovými broky, pro potlačování pouličních nepokojů, různé podkaliberní střely se zvýšenou průbojností nebo náboje na vyrážení dveří nebo zámků. Číslo 12 v případě brokovnic neudává průměr vývrtnu v milimetrech ale počet koulí, odlitých z jedné anglické libry olova, které projdou hladce vývrtem hlavně. U ráže 12 je průměr hlavně okolo 18 mm, podle velikosti zahrdlení. Ráže 12 je v současné době asi nejpoužívanějším brokovou ráží. Ať už se jedná o jeho lovecké, sportovní nebo služební použití.

V testu byly použity tři druhy střeliva. Prvním byl náboj z produkce SELLIER & BELLOT s jednotnou střelou Brenneke. Druhý náboj od stejného výrobce byl naplněn hromadnou střelou s broky o průměru 3,5 mm. A poslední byl od americké společnosti Winchester, v tomto náboji byly obsaženy hrubé broky o průměru 8,6 mm, nazývané také někdy posty. Účinky jednotlivých střel jsou v příloze č. 4 na obrázcích 57 až 72.

#### Účinek na boční dveře vozidla

K prvním třem výstřelům bylo použito tuzemské střelivo s jednotnou střelou Brenneke. Byly prostřeleny levé přední dveře, průměry byly vzhledem k ostatním poměrně velké a to 21, 23 a 23 mm. Na vnitřní straně došlo k výraznému poškození vnitřního čalounění, kde byla zasažena rukojeť dveří. Po jeho demontáži bylo pozorováno značné radiální roztržení vnitřního plechu dveří. Dále střela pokračovala směrem k druhým dveřím, kde opět došlo k poměrně velkému poškození vnitřního čalounění, i zde došlo ke značnému radiálnímu rozevření otvoru. Střela poté vytvořila prohlubeň ve vnějším plechu dveří o hloubce 9 mm, po demontáži čalounění bylo zjištěno, že došlo k nárazu na hlavu šroubu, vlivem toho došlo k odchýlení trajektorie střely. Při druhém výstřelu byl vložen blok hlíny do prostoru dveří, ten byl prostřelen a opět došlo k jeho značné deformaci ve všech směrech. Různě velké kusy bloku byly rozptýleny po celé přední části interiéru. I zde byly rozměry bloku vyhodnoceny jako nedostačující. Při druhém výstřelu došlo k průstřelu pravých dveří a střela byla nalezena v zemi cca 5 metrů za vozidlem. Střela vytvořila v zemi rýhu o délce 500 mm. Třetí výstřel způsobil taktéž velké škody na plechových i textilních částech dveří, uvnitř bylo dokonce utržen mechanismus otevírání

dveří. U tohoto náboje byl potvrzen velký účinek na boční dveře vozidla, se značnými škodami na zdraví posádky. V tabulce č. 4.10 jsou uvedeny tyto tři výstřely.

Dále byl použit náboj s hromadnou střelou s broky o průměru 3,5 mm. Zde došlo k výraznému poškození vnějšího plechu. Brokový shluk vytvořil v karoserii prohlubeň o hloubce cca. 15 mm a průměru 250 mm. Šest broků prostřelilo vnější plech karoserie a zůstaly uvnitř dveří, na čalounění stopy nalezeny nebyly.

Při použití broků 8,6 mm byly boční dveře zasaženy všemi broky z náboje, těch je v náboji obsaženo 8. U šesti broků došlo k průstřelu, zbývající zůstaly uvnitř dveří. Brokový shluk vytvořil na plechu otvory o průměrech 10-12 mm a rozptylu 260 mm. Za dveřmi byl umístěn blok hlíny, ten zasáhly dva broky a blok prostřelily. Průměr střelného kanálu byl naměřen 40 a 35 mm.

Při střelbě na samostatné boční okno došlo u všech druhů nábojů k jeho průstřelu a celkové destrukci. Za oknem byl naměřen rozptyl sekundárních střepin skla o průměru 400 mm od broků 3,5 mm, od broků 8,6 mm byl rozptyl 360 mm. Při střelbě broky 3,5 mm byl umístěn blok hlíny. Na něm byl patrný devastující účinek tohoto náboje. Po celé ploše bloku byly umístěny zástřely jednak od broků a jednak od sekundárních střepin skla. Sedm broků hlínu prostřelilo, sekundární střepiny byly zasekány až v hloubce 50 mm.

### **Účinek na čelní okno vozidla**

Při první střelbě byl použit náboj Brenneke, došlo opět k průstřelu, otvor měl kruhový průřez a rozlet střepin byl naměřen 300 mm. Blok za okno nebyl umístěn.

Při druhém výstřelu broky 3,5 mm došlo u několika broků k průstřelu skla, ostatním okno odolalo, ovšem jeho poškození bylo značné, průměr rozptylu broků na okně byl 350 mm, na kontrolním papíře 450 mm rozptyl střepin a v hlíně cca 120 mm. V bloku hlíny došlo kromě tří broků, které blok prostřelily, k zástřelům zhruba do hloubky 110 mm.

Třetí výstřel byl veden s broky 8,6 mm. Všech osm broků prošlo přes čelní okno, dále vlivem rozptylu broků došlo k přímému zásahu bloku pouze třemi broky a dále byly nalezeny stopy po sekundárních střepinách, jejichž rozptyl byl naměřen 200 mm.



## Účinek na motorový prostor vozidla

Bylo vedeno celkem šest výstřelů, tři na přední a tři na boční část vozidla, jak je vidět na obrázku č. 4.2. První a druhý výstřel byl za použití střeliva Brenneke, při obou výstřelech došlo k průstřelu čelní masky, dále k průstřelu chladiče motoru. Průměry průstřelů chladiče byly 24 a 21 mm. Dále obě střely prošly pře zadní držák ventilátoru, což byl ocelový plech o tloušťce 1 mm a došlo k roztržení střel o pevné části motoru, zbytky olova byly rozmístěny po celé čelní ploše motorového prostoru. U druhého výstřelu vytvořila střela prohlubeň v olejovém filtru cca 5 mm. K třetímu výstřelu byl použit náboj s broky 8,6 mm. Zde opět došlo k průstřelu chladiče, otvory měly průměr od 10 do 13 mm a střely se rozpadly vlivem nárazu na pevné části motoru. Z těchto pokusů vyplynul fakt, že tyto druhy střeliva mohou poškodit pouze příslušenství motoru, jako je elektrická nebo chladicí soustava nebo řídicí jednotka motoru. K poškození klikového mechanismu nebo větším škodám na motoru by muselo být použito některého ze speciálních druhů nábojů, jejichž jednotné střely jsou zhotoveny z tvrdšího materiálu a disponují tudíž větší průbojností. Střely zhotovené z olova nemají dostatečnou tvrdost a pevnost k většímu průbojnému účinku.

Totéž platilo při střelbě na bok motorového prostoru. Při střelbě jednotnou střelou Brenneke došlo k průstřelu blatníku, dále střela poškodila pojistkovou skříň a víko sacího filtru, zde byla po demontáži nalezena. Druhá jednotná střela se roztržila o horní rozvodové kolo, kde byly nalezeny zbytky olova. Při třetím výstřelu byly použity broky 8,6 mm. Zde došlo k průstřelu blatníku, dále jeden brok vytvořil ve víku hlavy válců prohlubeň cca 8 mm a některý z dalších broků toto víko ve jeho zadní části prostřelil a zůstal v rozvodovém mechanismu. Střely opět neměly dostatečnou průbojnost k poškození klikového mechanismu, hromadná střela by měla šanci poškodit při střelbě z boku rozvodový řemen.

**Tabulka č. 4.10: Účinky střeliva 12/70. [8]**

<b>Ráže 12/70</b>	<b>Boční dveře</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Okno bočních dveří</b>	<b>Blok Hlíny</b>	<b>Čelní okno</b>	<b>Blok Hlíny</b>
<b>Průstřel</b>	ANO ANO ANO	- ANO -	ANO ANO -	- ANO -	ANO ANO ANO	- ANO ANO
<b>Rozměry vstřelu [mm]</b>	Ø 21 Ø 23 Ø 23	Celková destrukce Ø cca 260	Nebylo měřeno	Celková destrukce	Ø 28 Ø 350 Ø 400	- Ø 100 3x Ø 30
<b>Rozměry výstřelu [mm]</b>	Ø 24 Ø 30 Ø 28	Celková destrukce Ø cca 260	Nebylo měřeno	Od 8 do 11 mm	Ø 28 Ø 250 Ø 400	- 3x Ø 6 3x Ø 35
<b>Druh poškození</b>	3 x průstřel	1x průstřel -	Rozpad	7 x průstřel	Radiální trhliny	Průstřel
<b>Tvar</b>	Oválný a kruhový	Destrukce	Kruhový	Nepravid- elný	Kruhový	Nepravid- elný
<b>Rozlet střepin [mm]</b>	-	-	Ø 400 Ø 360	Po celé ploše	Ø 300 Ø 450 Ø 200	- Ø 120 Ø 200

## 5 MOŽNOSTI ZVÝŠENÍ BALISTICKÉ ODOLNOSTI

Jak je vidět z předcházející kapitoly, automobil téměř neposkytuje ochranu proti žádné běžně používané ráži ruční palné zbraně. Střely všech běžně používaných zbraní mají dostatek energie k vážnému, nebo smrtelnému zranění posádky. Dnes, zejména v době silících teroristických útoků roste potřeba zvyšovat odolnost automobilů proti ručním palným zbraním, popřípadě výbušninám. Jedná se v první řadě o vojenská vozidla, kde není velká potřeba pancéřování nijak maskovat, druhou skupinou je tzv. diskrétní pancéřování, které se vyskytuje nejčastěji u vozů, které převážejí různé vládní činitele, nebo u vozů na přepravu cenin. U těchto vozů je potřeba pancéřování ukryt pod původní karoserii jak z hlediska estetiky, tak z hlediska taktiky.

Pancíř má za úkol destabilizovat střelu a rozvést její působení na větší plochu. Ideální pancíř by měl mít tvrdost větší než je tvrdost materiálu střely a maximální houževnatost. Jelikož tyto podmínky lze jen těžko splnit používají se vrstvené pancíře, to jsou pancíře, které jsou složeny z více vrstev, vnější vrstva má většinou velkou pevnost a tvrdost a má za úkol narušení střely a její stability a spodní vrstva o vysoké houževnatosti má za úkol pohltit co největší množství pohybové energie střely.

Další otázkou je u pancéřování poměr hmotnosti a ochranného potenciálu. Optimálním řešením by bylo použití maximálně odolného pancíře, který by měl minimální hmotnost. Tento požadavek lze jen těžko splnit, proto se vždy volí kompromis mezi třídou ochrany a hmotností. S hmotností pancéřování samozřejmě souvisí tloušťka pancéřové vrstvy a její cena, která hraje v dnešní době také rozhodující roli.

Níže bude uveden stručný přehled materiálů používaných pro pancéřování. Cílem této práce není rozbor, nebo porovnání jednotlivých druhů. Jedná se spíše o dokreslení dané problematiky.

### 5.1 OCELOVÉ PANCÍŘE

Ocelové pancíře tvoří dnes nejrozšířenější skupinu materiálů používanou na pancéřování vozidel. Většinou se jedná o nízkolegované oceli s vysokou mezí pevnosti. Základními materiálovými vlastnostmi, které jsou podstatné z hlediska terminální balistiky jsou houževnatost, tvrdost a pevnost. Další podstatnou podmínkou je, zejména pro větší celky, dobrá svařitelnost pancíře. Jedná se tedy o skupinu ocelí s nízkým obsahem uhlíku,

zpravidla do 0,3 %. Zkouškami různých druhů materiálů byla prokázána závislost mezi tvrdostí a hloubkou penetrace a tím i balistickou odolností. Druhým aspektem ovšem je ta skutečnost, že s rostoucí tvrdostí roste i křehkost materiálu, čímž se zvětšuje riziko křehkého lomu. V současné době jsou již možná výroby ocelí o velmi vysoké pevnosti (až 2300 MPa), které vykazují úsporu hmotnosti až o 20 %, problémem je obtížná svařitelnost.

Problém protichůdných materiálových podmínek se často řeší duálními pancíři, nebo gradovanými pancíři. Pancéřová deska se potom skládá z horní vrstvy, která je z materiálu o vysoké tvrdosti a rozkládá střelu, a spodní části s vysokou houževnatostí, která má za úkol pohltit co největší množství energie. Pancíř může být složen z více než dvou vrstev, potom hovoříme o gradovaných pancířích. U těchto pancířů je úspora hmotnosti až 40 %.

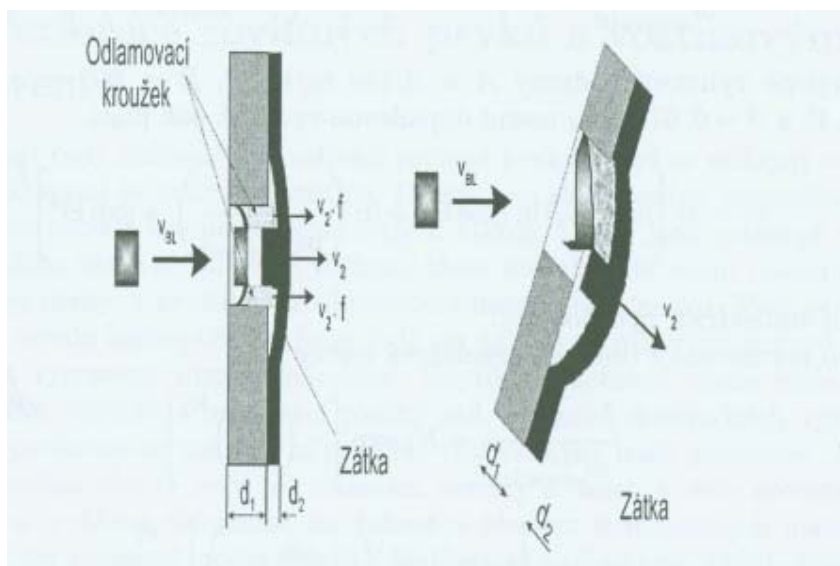
Tepelná úprava těchto materiálů spočívá v kalení a poté popuštění, tím se dosáhne tvrdosti 260 – 650 HB v závislosti na použitém materiálu a jeho tloušťce. Nejběžněji používané materiály jsou švédské oceli Armox 370T, 440T, 500T, 560T, 600T, francouzské MARS 240 a MARS 300, a ruská ocel 2P nebo 77, níže v tabulce č. 5.1 je uveden přehled jejich materiálových vlastností. [14,15]

**Tabulka č. 5.1:** Druhy pancéřových ocelí. [7,14,15]

Označení	Chemické složení [%]	Tloušťka [mm]	Obsah uhlíku [%]	Mez pevnosti [MPa]	Tvrdość [HB]
Armox 300S	0,18C-1,5Mn-0,4Cr- 0,65Mo-0,003B	5 - 60	≤ 0,20	900	280-340
Armox 370S	0,28-1,0Mn-0,8Cr-1,1Ni- 0,65Mo-0,002B	5 - 80	≤ 0,30	1300	290-440
Armox 600S	0,45-0,8Mn-0,8Cr-2,5Ni- 0,65Mo-0,002B	4 - 10	≤ 0,50	2150	570-640
MARS 240	0,28C-1,5Cr-1,5Ni-0,3Mo	38 - 50	≤ 0,32	1650	477-534
MARS 300	0,5C-0,8Si-4,0Ni-0,4Mo	≤ 8	≤ 0,54	2180	477-635
77	Si-Cr-Ni-Mo	8 – 20	≤ 0,37	1900	444-495
2P	Si-Mn-Mo	4 - 22	≤ 0,29	1450	477-532

### 5.1.1 PANCÍŘ OCEL-ARAMID

Experimentální výsledky ukazují že balistická odolnost se výrazně zvýší přidáním aramidového úpletu na týlní stranu pancíře, přičemž se celková hmotnost pancíře prakticky nezmění. O aramidových vláknech pojednává odstavec 5.4. Pokud dopadne na pancíř projektil mající rychlost alespoň stejnou nebo větší než je mezní balistická rychlost ocelové desky, energie projektilu se spotřebovává na průraz a plastickou deformaci desky, na deformaci a erozi projektilu a na tvorbu zátky (tou nazýváme část oddělené ocelové desky). Deformovaný projektil předá zbytek své energie zátce, která poté působí na aramidový úplet. [7,14]



**Obrázek č. 5.1:** Účinek střely na pancíř typu ocel-aramid. [7]

## 5.2 PANCÍŘE ZE SLITIN HLINÍKU

Hlavním důvodem pro použití slitin hliníku a titanu je opět možné snížení hmotnosti pancíře. Výhody hliníku proti oceli jsou kromě hmotnosti zejména lepší tvárnost, svařitelnost, nevýhodou je současná vyšší cena. Zpočátku se používaly standardní slitinu hliníku, později se ukázalo že je potřeba vyvinout speciální slitiny pro pancéřování. Z nynějších slitin je známá ruská ABT-101, nebo ABT-102, někdy označované 1901, respektive 1903. To jsou tepelně zpracované svařitelné tvářené slitiny Al-Zn-Mg s celkovým obsahem Zn a Mg až 9%. Dále se ukázalo že je vhodné použití laminovaných pancířů, složených z vrstev s různými materiálovými vlastnostmi, níže je obrázek pancíře PAS-1. [14]



Layout of PAS-1 laminated armor

**Obrázek č. 5.2:** Laminovaný pancíř PAS-1. [14]

### 5.3 PANCÍŘE ZE SLITIN TITANU

Velmi dobré vlastnosti vůči průniku střely a hmotnost jsou hlavním důvodem k výzkumu pancéřových desek ze slitin titanu. Titan nabízí ve srovnání s ocelí až 40 % úsporu hmotnosti ve stejné třídě odolnosti. Pro aplikace balistické ochrany se nejčastěji používá slitina Ti-6Al-4V, tato slitina je dobře svařitelná a umožňuje tepelné zpracování k dosažení různé úrovně pevnosti. V provedených experimentech bylo zjištěno že při stejné třídě odolnosti může mít pancíř z titanu o více jak polovinu menší tloušťku ve srovnání se slitinou hliníku. Ve srovnání s ocelí musí být tloušťka sice zhruba o 20 % větší, ovšem hustota titanových slitin bývá okolo  $4400 \text{ kg/m}^3$ , zatímco pancéřová ocel má hustotu  $7850 \text{ kg/m}^3$ . Stálou nevýhodou titanových slitin ovšem zůstává jejich vysoká cena. [14]

### 5.4 KERAMICKÉ PANCÍŘE

Keramika se používá opět pro aplikace kde je potřeba minimalizování hmotnosti vozidla, keramika má totiž ve srovnání s kovovými materiály menší hustotu a vysokou pevnost v tlaku, ovšem zároveň je velmi křehká, má velmi malou tažnost, pevnost v tahu, její odolnost vůči vícenásobnému zásahu je v porovnání s ocelí nižší a náročné výrobní technologie. Nejčastěji používaným materiály jsou oxid hlinitý ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), karbid křemíku (SiC) a karbid boru ( $\text{B}_4\text{C}$ ).

Právě pro její nevýhody se keramiky nevyužívá nikdy samostatně ale většinou v kombinaci s jiným materiálem. Keramika je použita jako čelní tvrdá vrstva, sloužící k porušení projektilu. Zároveň absorbuje pohybovou energii na tvorbu křehkého lomu a kužel rozdrčené keramiky předává zbytek energie spodní vrstvě na větší ploše. Spodní vrstva bývá buď kovová (ocel nebo hliníkové slitiny), nebo na bázi balistických vláken (aramidová, skelná nebo polyetylenová). Keramická vrstva je na podložce lepena a má tvar šestiúhelníků, které se do sebe skládají. pro zabránění šíření rázových vln se mezi podložku a keramiku vkládá mezivrstva, většinou z aramidu, nebo polyamidu. Základní mechanické vlastnosti keramických materiálů jsou uvedeny v tabulce 5.2. Relativní cena je cena jednotlivých druhů keramik, vzhledem k ceně keramiky  $\text{Al}_2\text{O}_3$ . Z této relativní ceny je vidět že zlepšení účinnosti ochrany o cca 25 % je podmíněno až pětinasobným zvýšením ceny. [7,15]

**Tabulka č. 5.2:** Keramické materiály pro balistickou ochranu. [7]

Označení	Výrobce	Hustota [kg/m <sup>3</sup> ]	Ohybová pevnost [MPa]	Youngův modul E [MPa]	Relativní cena
AlN	Dow Chemical	3210	320	300	6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (92%)	Demarquest	3560	300	260	1
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (95%)	Morgan Matroc	3680	330	300	1
B <sub>4</sub> C	RTZ Chemicals	2450	304	450	10
SiC	Ceramics a Composites	3150	340	420	5
TiB <sub>2</sub>	RTZ Chemicals	4330	189	539	-

#### 5.4.1 PANCÍŘ KERAMIKA-KOV

Jedná se o nejběžněji používaný typ složeného pancíře. Podkladová deska je většinou z nějakého druhu pancéřové oceli popsaného výše. Penetrace projektilu do pancíře složeného z vrstvy keramiky a oceli je proces, který má tři fáze:

1. vznik rázové vlny a iniciace trhlin v keramice,
2. drcení keramiky a urychlení jejích částí proti směru pohybu projektilu,
3. deformace, nebo průraz krycí ocelové desky.

Ochranný potenciál pancíře keramika-kov je určena hlavně hmotnostním podílem keramiky. Závislost hmotnostního podílu keramiky na balistické ochraně je přibližně lineární. [15,18]

#### 5.4.2 PANCÍŘ KERAMIKA-KOMPOZIT

U těchto pancířů dochází při dopadu projektilu ke vzniku rázové tlakové vlny, která se šíří materiálem až na rozhraní keramika-kompozit. Tam se odráží a jako tahová vlna postupuje ke čelnímu povrchu keramiky, přičemž dochází k jejímu poškození. Velikost rychlosti této vlny je ovlivněna zejména kvalitou spojení mezi keramikou a kompozitem a jednak rozdílem jejich akustických impedancí. Dále dochází k erozi projektilu a



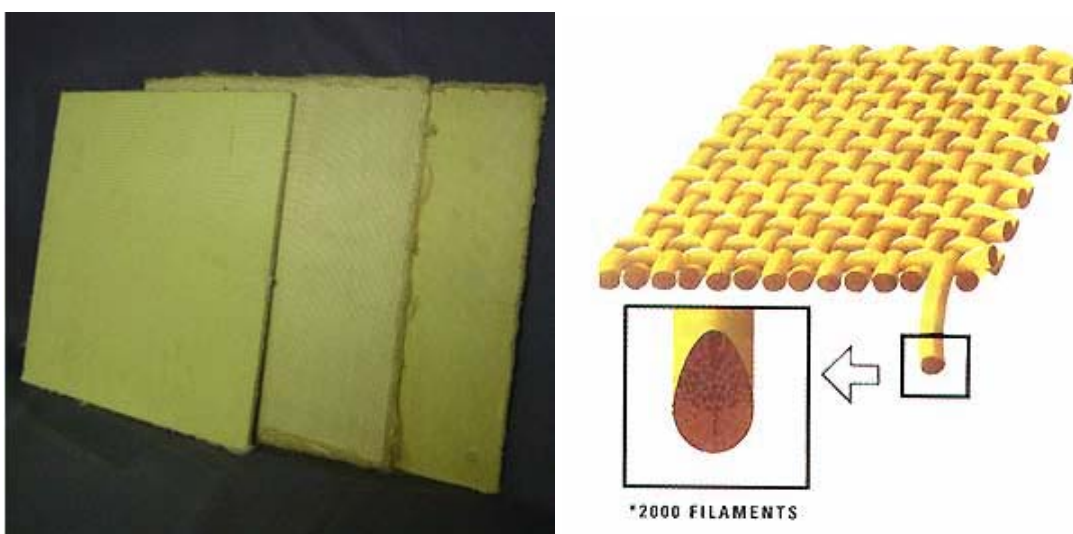
zdrobňování keramiky, dále již kladou odpor proti pohybu projektilu pouze úlomky keramiky. Nejčastěji používanými kompozity jsou aramidy, polykarbonáty a polyuretany, tyto materiály popisuje odstavce 5.3.3. [7,15]

## 5.5 KOMPOZITNÍ MATERIÁLY

Kompozitní materiál je definován jako složený ze dvou nebo více odlišných materiálových složek nebo fází, které jsou navzájem rozlišitelné a oddělené rozhraním. Skládá se z výztuže, což je tvrdší, tužší, pevnější a obvykle nespojitá složka a matrice, která je obvykle spojitá a poddajnější než výztuž a zastává funkci pojiva. Nejčastějšími druhy kompozitních materiálů používaných pro ochranné účely jsou aramidová vlákna. V konstrukci pancéřování vozidel se tyto materiály nepoužívají samostatně ale tvoří jednu z vrstev balistické ochrany.

### 5.5.1 ARAMIDOVÁ VLÁKNA

Aramidová vlákna jsou synteticky vyráběná organická vlákna z aromatických polyamidů. Většinou jsou tyto materiály známy pod obchodními názvy Kevlar, tento název používá společnost Dupont, Twaron od společnosti Akzo Nobel a Technora. Měrná hmotnost aramidu je velmi nízká při velké pevnosti vlákna (20-22 cN/dtex). Jsou odolné vůči působení většiny chemických látek a vůči vyšším teplotám, ale jsou citlivé na UV záření působením vody dochází k bobtnání a tím ke ztrátě balistických vlastností. Aramidová vlákna se pro balistickou ochranu používají ve formě textilií a výztuže v laminátech. [16,17]



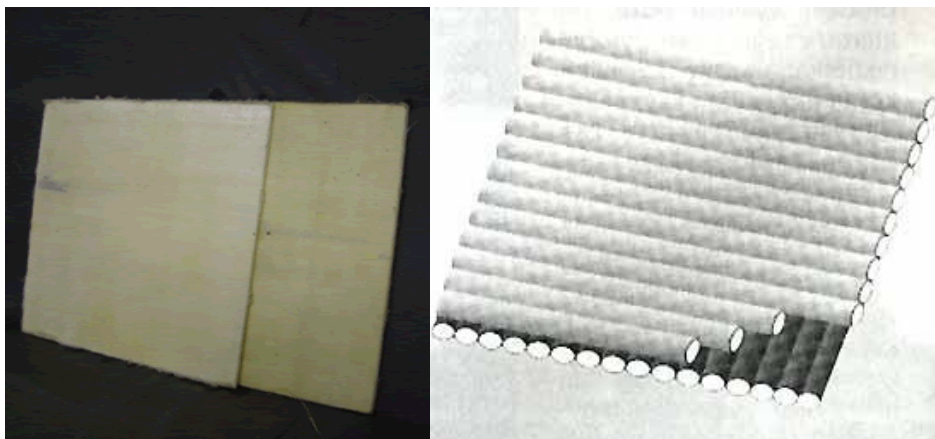
Obrázek č. 5.3: Panely Kevlaru a ukázka tkaniny Twaron T-2000. [17,18]

## 5.5.2 AROMATICKÉ POLYESTERY

Jedná se o vysoce orientovaná vlákna aromatických polyesterů o pevnosti 20 – 25 cN/dtex a měrnou hmotností 1400 kg/m<sup>3</sup>. Ve srovnání s aramidami mají větší teplotní odolnost, nižší navlhavost a při testech vychází jejich balistická odolnost 3x lépe než u aramidů. Znamé jsou pod značkami Vectran a Econol (Sumimoto). [16]

## 5.5.3 POLYETYLÉNOVÁ VLÁKNA

Tyto materiály z vysokomolekulárního lineárního polyetylenu jsou známy na trhu pod obchodními názvy Spectra (Allied-Signal), Dyneema (DSM) a Texmilon (Mitsui). Díky pevnosti okolo 50 cN/dtex a měrné hustotě 960-1000 kg/m<sup>3</sup> mají lepší mechanické vlastnosti ve srovnání s aramidami, polyetylen vzhledem ke své nižší hustotě umožňuje dosahovat lepších mechanických a balistických vlastností na jednotku hmotnosti. Polyetylenová vlákna mají ovšem nízkou tepelnou odolnost a vysokou hořlavost, která omezuje jejich použití ve vojenské technice. PE lamináty jsou cenově srovnatelné či dražší než aramidové lamináty, poskytují však v oblasti protistřepinových výstelek či podložních vrstev keramiky nejúčinnější řešení z hlediska hmotnosti. Většinou se používají jako tkané i netkané textilie, pro potřeby balistických panelů jsou zpevňovány. [16]



**Obrázek č. 5.4:** Panely z vlákna Dyneema a netkaná příze UD 66. [17,18]

## 5.6 BALISTICKY ODOLNÁ SKLA

V konstrukci automobilů se používají v podstatě dva druhy skel, a to buď jednoduché tvrzené sklo, které se používá na boční skla vozidla nebo vícevrstvé lepené sklo používané na čelní skla. Běžné sklo se při lomu dělí na podlouhlé střepy s ostrými hranami. Na vozidle je vždy použito tvrzené sklo, které se při lomu tříští na malé zaoblené a tím je minimalizováno zranění posádky. Princip výroby tvrzeného skla spočívá v ohřátí na určitou teplotu a rychlém zchlazení. U čelního skla je navíc požadavek na maximální soudržnost při poškození, proto je používáno sklo složené ze dvou vrstev skle a polyvinylbutyralové fólie, která zajistí při poškození zachování velké části zorného pole. Ovšem jak je vidět ze zkoušky balistické odolnosti těchto skel, nejsou odolná proti průniku žádné z použitých ráží. Proto se používají skla, které jsou pro tento účel na vozidlo montovány. Tabulka z normy EN 1063, která udává stupně odolnosti skle je v příloze č. 2 [18]

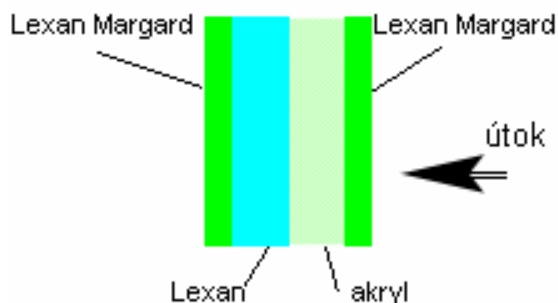
### 5.6.1 VRSTVENÉ SKLO

Vrstvené sklo se skládá z více vrstev skel mezi kterými je umístěna PVB fólie. Sklo se při nárazu střely tříští spolu s projektilem a fólie zabraňuje oddělování úlomků skla od sebe. Nevýhodou těchto skel ale může být možné ohrožení posádky od úlomků skla na vnitřní straně způsobenými šířením rázové vlny ve skle. Tyto skla spadají do skupiny SA, což jsou skla, které sice zadrží střely pro danou balistickou odolnost ale mohou ohrožovat osoby odlétávajícími střepinami na týlní straně. Další skupinou je SF, kde se na týlní stranu přidává dvouvrstvé tenčí sklo na zachycení střepin. Toto sklo je odděleno od hlavního skla tenkou vzduchovou mezerou.

### 5.6.2 POLYKARBONÁTOVÉ SKLO

Jedná se o velice moderní, lehké monolitické tabule s vysokou houževnatostí, tato skla jsou nejčastěji známa pod názvy Lexan a Lexgard, což jsou obchodní názvy výrobce GEP. Při spojení více tabulí je získán vrstvený polykarbonát, který je velice lehký a nevyžaduje mezi jednotlivými vrstvami žádnou fólii. Polykarbonátové sklo má také výrazně menší plošnou hustotu. Například čtyřvrstvý Lexgard SP 1250 má při tloušťce 33,4 mm a plošné hustotě  $39,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$  odolnost proti revolverovému náboji 44 Magnum, kdežto klasické vrstvené sklo přibližně odpovídající třídy má tloušťku přes 50 mm a

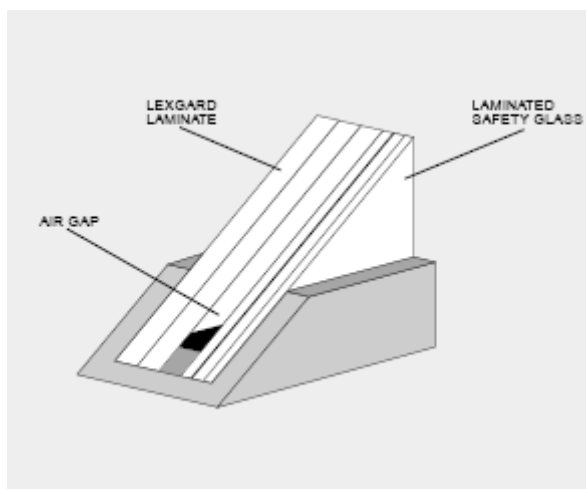
plošnou hustotu  $128 \text{ kg.m}^{-2}$ . U polykarbonátového skla není nutná sekundární ochrana proti odletujícím střepinám, z polykarbonátu žádné střepinky neodletují. Navíc i při útoku střelnou zbraní zůstává jeho průhlednost vysoká. [20]



**Obrázek č. 5.5:** Řez polykarbonátovým sklem Lexgard RS-1250. [20]

### 5.6.3 VRSTVENÁ KOMBINACE SKLO-POLYKARBONÁT

Toto je nejpoužívanější konstrukce ve sklech osobních automobilů. Vnější vrstvu tvoří sklo a vnitřní vrstvu polykarbonát. Existují dvě konstrukční možnosti, a to buď vrstvy skla a polykarbonátu jsou přímo na sobě nebo je mezi nimi vzduchová mezera. Položením skel přímo na sebe se sice docílí menší tloušťky ale je zde nebezpečí překročení povoleného napětí, proto se někdy mezi tyto dvě vrstvy vkládá pružné lepidlo, které rozdíl v roztažnostech vyrovná. Při požadavku na ochranu proti výbušninám se musí zajistit odvod tlaku vzniklého při výbuchu ze vzduchové mezery mezi skly. To je provedeno otvory ve spodní a horní části okna. [20]



**Obrázek č. 5.6:** Řez vrstveným sklem Lexgard GC-936.[20]

#### 5.6.4 SAFÍROVÉ SKLO

Jedná se o velmi efektivní materiál a tím je uměle vypěstovaný plošný krystal safíru. Díky svým unikátním fyzikálním vlastnostem (mechanické pevnosti a zejména optické průhlednosti) patří právě umělý safír k materiálům vysoce vhodným jako jedna z vrstev pro výrobu neprůstředných skel sendvičového typu. Odolnost povrchu umělého safíru na tlak činí 22 GPa, kdežto u vrstveného skla se v současnosti dosahuje hodnot nepřesahujících 6 GPa. Jestliže tedy jako jednu z vrstev sendvičového obrněného skla použijeme umělý safír, dosáhneme efektivní ochrany prakticky proti všem druhům běžně používané munice. Velmi podstatným faktem je, že tloušťka kombinované ochrany (safír + tvrzené sklo) činí 20-25 mm, váha 40-50 kg na metr čtvereční a výrobní náklady na stejnou plochu skla jsou v porovnání s vrstveným sendvičovým, dosud pro tyto účely používaným, sklem pouze třetinové.

Níže v tabulce 5.3 je uveden přehled běžně používaných materiálů pro pancéřování, u každého druhu je uvedena tloušťka a plošná hustota při dané třídě odolnosti. Tato tabulka je pouze orientační a může se u jednotlivých výrobců nebo vlivem různého chemického složení lišit. Ovšem na vytvoření základní představy může dostačovat.

**Tabulka č. 5.3:** Druhy pancéřových materiálů. [7,14,15]

Druh materiálu	Rozměry	Třída odolnosti podle US <i>NIJ 0101.03</i>		
		Level II	Level III	Level IV
Ocelový pancíř	Tloušťka [mm]	3	6,4	12,7
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	25,1	49,7	100
Aramidový panel	Tloušťka [mm]	4	6,5	19
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	4,1	5,8	17,9
Hliníková slitina	Tloušťka [mm]	17,7	25,4	35
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	43,9	68,3	92,7
Skelná vlákna	Tloušťka [mm]	9,9	30	38
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	14,6	58,6	67
Polyetylenová vlákna	Tloušťka [mm]	6	19	29
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	61,6	84,9	99,5
Vrstvené sklo	Tloušťka [mm]	38	44,4	50
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	102	122	136
Kombinace sklo-polykarbonát	Tloušťka [mm]	29,1	31,4	36
	Hmotnost na m <sup>2</sup> [kg. m <sup>-2</sup> ]	56,4	66,8	75,6

## ZÁVĚR

Z textu je vidět, že zkoušky balistické odolnosti jsou poměrně širokou problematikou, vyžadující dostatek zkušeností a velmi dobré a náročné vybavení. V našich podmínkách provedená zkouška nemůže být samozřejmě určující, jelikož nebyla prováděna přesně podle normy ČSN 39 5360, ovšem pro běžné posouzení dané problematiky dostačuje. Z této zkoušky jsou patrné zejména dva poznatky. Prvním je skutečnost, že palná zbraň s běžným služebním střelivem nemusí mít vždy úplně jednoznačně pozitivní výsledek na části vozidla důležité pro jeho zastavení. Překvapující byla zejména střelba na motorový prostor vozidla, kde úplně vždy nedošlo k jeho očekávanému většímu poškození ani výkonnými rážemi. Odhadem ze známého poškození vozu bylo usouzeno, že by při našem testu nemuselo dojít k rychlému a bezpečnému zastavení vozidla žádnou ze zkoušených zbraní.

Druhým důležitým závěrem je, že vozidlo nemá dostatečnou balistickou odolnost proti žádné z použitých ráží, včetně nejméně výkonné 22 Flobert, která sice není schopna prostřelit plech karoserie, ovšem boční okno výstřelu neodolalo. Boční dveře nejsou ovšem jednotvárný prvek, je zde velké množství dílů, například zámky dveří, mechanismus stahování oken atd. Při zásahu těchto mechanismů nemusí vždy dojít k průstřelu dveří, ovšem zaručená balistická odolnost zde být nemůže ani u nejméně výkonných ráží. Dále může naopak vlivem nárazu na tyto díly dojít k výrazné ztrátě stability střely a zvýšení jejího ranivého účinku. Velkým nebezpečím rovněž zůstávají okna, při jejichž zásahu dochází ke značnému rozletu střepin skla, které mohou mít ranivý účinek na posádku, zejména v oblasti obličeje, i bez přímého zásahu projektilem.

Z výše uvedeného je vidět že vozidlo není dostatečný ukryt před použitými rážemi a je proto při požadavku na zvýšenou balistickou odolnost nutná montáž přídatného pancéřování. Zde se uplatňují kromě klasických ocelových pancířů i nové materiály, vynikající především nižší hmotností při minimálně stejných materiálových vlastnostech.

## SEZNAM LITERATURY

- [1] FIŠER, M., Balla, J. *Malorážové zbraně- Konstrukce*. Brno: Univerzita obrany, 2004. U-1377
- [2] KOMENDA, J. *Střelivo do loveckých, sportovních a obranných zbraní*. Ostrava: Vysoká škola báňská-Technická univerzita Ostrava, 2006. ISBN 80-248-1254-1
- [3] KNEUBUEHL, B. *Balistická ochrana*. Střelecký magazín: č. 1.-9./2004
- [4] JUREČKA, A.: *Technické požadavky na civilní zbraně a munici*. Brno: Vojenská akademie, 2002. S-3134/II
- [5] KOMENDA, J.; JUŘÍČEK, L. *Ranivá balistika*. Brno: Vojenská akademie, 2003. S-1468
- [6] CHÁBOVÁ, J.: *Návrh technické prostředky pro dodatečnou ochranu osádek a vozidel využívaných při nasazení v misích*. Brno: Univerzita Obrany, 2006, Bakalářská práce
- [7] BUCHAR, J.; VOLDŘICH, J. *Terminální balistika*. Praha: Academia, 2003. ISBN 80-200-1222-2
- [8] Vlastní zdroje a výsledky získané při zkoušce balistické odolnosti vozidla

### Elektronické dokumenty

- [9] *American Regent Model 22* [online].[cit.23.4.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://www.e-gunparts.com/productschem.asp?chrMasterModel=6750z22%20REVOLVER>>
- [10] *Modern Firearms* [online].[cit.23.4.2008]. Dostupný z WWW:  
<<http://world.guns.ru/handguns/hg00-e.htm>>
- [11] *Malé povídání o nábojích* [online].[cit.4.1.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://detektory.hantec.cz/clanky/naboj-7-62-x-25-tokarev-male-povidani-o-nabojich-59.html>>
- [12] *Optimální nástřelná vzdálenost* [online].[cit.4.1.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://www.sellier-bellot.cz/cesky/optimalni-nastrelna-vzdalenost.php#SBT>>
- [13] *Balistická ochrana* [online].[cit.7.2.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://www.stratos07.cz/balistika.html>>
- [14] *Light armor* [online].[cit.18.2.2008].  
Dostupný z WWW: <[http://www.niistali.ru/science/legk\\_bron\\_en.htm](http://www.niistali.ru/science/legk_bron_en.htm)>
- [15] *Armors* [online].[cit.20.2.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://www.pinnaclearmor.com/transport-armor/armors.php>>
- [16] *Typy speciálních vláken* [online].[cit.10.3.2008].  
Dostupný z WWW: <[www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/8-typy\\_specialnich\\_vlaken.pdf](http://www.ft.vslib.cz/depart/ktm/files/20060106/8-typy_specialnich_vlaken.pdf)>



- [17] *Neprůstřelné vesty* [online].[cit.10.3.2008].  
Dostupný z WWW: <<http://strelnice-zlin.hyperlink.cz/zajimavosti/020103/index.htm>>
- [18] *Armor panels* [online].[cit.10.3.2008].  
Dostupný z WWW:< <http://www.bulldogdirect.com/AP-vehicle-spectra.asp>>
- [19] *BMW serurity* [online].[cit.10.3.2008].  
Dostupný z WWW:  
<[http://www.tipcars.com/applications/magazin/clanek.php?id\\_clanek=1275](http://www.tipcars.com/applications/magazin/clanek.php?id_clanek=1275)>
- [20] *Lexgard* [online].[cit.10.3.2008]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.tercoplast.sk/index.php?option=com\\_content&task=view&id=103&Itemid=72#table](http://www.tercoplast.sk/index.php?option=com_content&task=view&id=103&Itemid=72#table)>
- [21] *Stratobel- Sklo odolné proti strelám* [online].[cit.10.3.2008]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.yourglass.cz/agc-flatglass-europe/stratobel/vrstvena/bezpecnostni\\_skla/pvb/sklo/proti-strelam.htmlp](http://www.yourglass.cz/agc-flatglass-europe/stratobel/vrstvena/bezpecnostni_skla/pvb/sklo/proti-strelam.htmlp)>

## SEZNAM TABULEK

**Tabulka č. 2.1:** Běžné ráže pro testování ochranných prostředků.

**Tabulka č. 2.2:** Střední hodnota a rozptyl testovacího střeliva ráže 9 mm Luger.

**Tabulka č. 2.3:** Rozhodovací kritéria.

**Tabulka č. 4.1:** Zbraně použité ke zkoušce.

**Tabulka č. 4.2:** Druhy střeliva pro krátké zbraně použité při zkoušce.

**Tabulka č. 4.3:** Druhy střeliva pro dlouhé zbraně použité při zkoušce.

**Tabulka č. 4.4:** Účinky střeliva 22 Flobert.

**Tabulka č. 4.5:** Účinky střeliva 22 LR.

**Tabulka č. 4.6:** Účinky střeliva 7,65 mm Browning.

**Tabulka č. 4.7:** Účinky střeliva 9 mm Luger.

**Tabulka č. 4.8:** Účinky střeliva 38 Special.

**Tabulka č. 4.9:** Účinky střeliva 7,62 x 39.

**Tabulka č. 4.10:** Účinky střeliva 308 Wnichester.

**Tabulka č. 5.1:** Druhy pancéřových ocelí.

**Tabulka č. 5.2:** Keramické materiály pro balistickou ochranu.

**Tabulka č. 5.3:** Druhy pancéřových materiálů.

## SEZNAM OBRÁZKŮ

- Obrázek č. 1.1:** Pistole CZ 75 a řez pistolí Beretta 92.
- Obrázek č. 1.2:** Revolver Smith&Wesson 627 a prostorový nákres revolveru.
- Obrázek č. 1.3:** Samopal vz. 61 Škorpion a prostorový nákres HK MP 5.
- Obrázek č. 1.4:** Opakovací puška Mauser 1898 a útočná puška AK-47.
- Obrázek č. 1.5:** Lehký kulomet ZB 26 a těžký kulomet Browning M2.
- Obrázek č. 1.6:** Brokovnice Benelli M 3 a Franchi SPAS 15.
- Obrázek č. 1.7:** Řez kulovým nábojem.
- Obrázek č. 1.8:** Tvary pistolových střel.
- Obrázek č. 1.9:** Tvary puškových střel.
- Obrázek č. 1.10:** Vnitřní uspořádání puškových střel.
- Obrázek č. 1.11:** Speciální druhy střel.
- Obrázek č. 4.1:** Schéma zkoušených částí vozu.
- Obrázek č. 4.2:** Směry dopadu střel na vozidlo.
- Obrázek č. 4.3:** Použité druhy střeliva pro krátké zbraně.
- Obrázek č. 4.4:** Použité druhy střeliva pro dlouhé zbraně.
- Obrázek č. 5.1:** Účinek střely na pancíř typu ocel-aramid.
- Obrázek č. 5.2:** Laminovaný pancíř PAS-1.
- Obrázek č. 5.3:** Panely Kevlaru a ukázka tkaniny Twaron T-2000.
- Obrázek č. 5.4:** Panely z vlákna Dyneema a netkaná příze UD 66.
- Obrázek č. 5.5:** Řez polykarbonátovým sklem Lexgard RS-1250.
- Obrázek č. 5.6:** Řez vrstveným sklem Lexgard GC-936.

## SEZNAM ZKRATEK

CEN	Comité Européen de Normalisation
ISO	International Organization for Standardization
EU	Evropská unie
NATO	North Atlantic Treaty Organisation
FMJ	Full metal jacket
JHP	Jacketed Hollow Point
ČSN	Česká státní norma
MV	Ministerstvo vnitra
MAG	Magnum
EN	Evropská norma
TBO	Třída balistické odolnosti
V50	Mez balistické odolnosti

## SEZNAM PŘÍLOH

**Příloha č. 1:** Třídy balistické odolnosti.

**Příloha č. 2:** ČSN 39 5360 Zkoušky Odolnosti ochranných prostředků.

**Příloha č. 3:** Fotografie jednotlivých skříní nástavby.


**Příloha č. 4:** Fotodokumentace zkoušky střelby na vozidlo.



**Příloha č. 5:** Rozsah úprav na pancéřovaném vozidle.





# Příloha č. 1


## Třídy balistické odolnosti


Stupeň odolnosti:	B1 dle EN 1063,1522,1523	
Vzdálenost [m]:	5 ± 0,5	
Počet střel:	3	
Rozteč střel [mm]:	120	
Typ zbraně:	Carabine	
Ráže:	22 LR	
Typ střely:	L/RN	
Hmotnost [g]:	2,6 ± 0,1	
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	300 ± 10	
Energie [J]:	117	
Zbraň:		

Stupeň odolnosti:	B2 + B3 dle EN 1063,1522,1523	
Vzdálenost [m]:	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Počet střel:	3	3
Rozteč střel [mm]:	120	120
Typ zbraně:	pistole aut.	Revolver SW
Ráže:	9mm PARA	.357 Magnum
Typ střely:	FJ/RN/SC	FJ/CB/SC
Hmotnost [g]:	8 ± 0,1	10,2 ± 0,1
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	400 ± 10	430 ± 10
Energie [J]:	640	943
Zbraň:		


Stupeň odolnosti:	B4 dle EN 1063,1522,1523	
Vzdálenost [m]:	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Počet střel:	3	3
Rozteč střel [mm]:	120	120
Typ zbraně:	revolver 6" SW	RIOT GUN
Ráže:	.44 Magnum	CAL 12/70
Typ střely:	FJ/FN/SC	BRENNEKE(6) LEGIA
Hmotnost [g]:	15,6 ± 0,1	31,5 ± 0,1
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	420 ± 10	420 ± 5
Energie [J]:	1376	2779
Zbraň:		

Stupeň odolnosti:	B4+ Reinforced dle EN 1063,1522,1523	
Vzdálenost [m]:	5 ± 0,5	5 ± 0,5
Počet střel:	3	3
Rozteč střel [mm]:	120	120
Typ zbraně:	revolver 8" SW	CarabineAK 47
Ráže:	.44 Magnum	7,62 x 39
Typ střely:	FJ/FN/SC	FJ/PB/SC
Hmotnost [g]:	15,6 ± 0,1	8,0 ± 0,1
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	440 ± 10	700 ± 10
Energie [J]:	1510	1960
Zbraň:		

Stupeň odolnosti:	B5 + B6 dle EN 1063,1522,1523		
Vzdálenost [m]:	10 ± 0,5	10 ± 0,5	10 ± 0,5
Počet střel:	3	3	3
Rozteč střel [mm]:	120	120	120
Typ zbraně:	Carabine FAL	FAMAS	AK74
Ráže:	7,62 x 51 NATO	5,56 x 45 SS109	5,45 x 39
Typ střely:	FJ/PB/SC SS77/1	FJ/PB/SCP1 SS109	FJ/PB/SCP2
Hmotnost [g]:	9,5 ± 0,1	4 ± 0,1	3,45 ± 0,1
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	830 ± 10	920 ± 10	910 ± 10
Energie [J]:	3272	1693	1429
Zbraň:			

Stupeň odolnosti:	B6+ dle EN 1063,1522,1523	
Vzdálenost [m]:	10 ± 0,5	
Počet střel:	3	
Rozteč střel [mm]:	120	
Typ zbraně:	FAMAS	
Ráže:	5,56 x 45	
Typ střely:	FJ/PB/SC SS92- F1A	
Hmotnost [g]:	3,56 ± 0,1	
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	980 ± 10	
Energie [J]:	1710	
Zbraň:		



Stupeň odolnosti:	B7 dle EN 1063,1522,1523
Vzdálenost [m]:	10 ± 0,5
Počet střel:	3
Rozteč střel [mm]:	120
Typ zbraně:	Carabine FAL
Ráže:	7,62 x 51
Typ střely:	FJ/PB/HC1 P80
Hmotnost [g]:	9,8 ± 0,1
Rychlost [m·s <sup>-1</sup> ]:	820 ± 10
Energie [J]:	3295
Zbraň:	

## ČSN 39 5360 Zkoušky Odolnosti ochranných prostředků

ICS 13.310;13.340.00.95.020 ČESKÁ NORMA Leden 1996

<b>ČSN 39 5360</b>		<b>ZKOUŠKY ODOLNOSTI OCHRANNÝCH PROSTŘEDKŮ</b> Zkoušky odolnosti proti střelám, střepinám a bodným zbraním Technické požadavky a zkoušky	<b>ČSN 39 5360</b>
--------------------	--	---	--------------------

Resistance tests of protective means. Technical requirements and testing  
 Essais de résistance des moyens de protection. Exigences techniques et essais  
 Widerstandsfähigkeitsprüfungen der Schutzmittel. Technische Anforderungen und Prüfungen

Tato norma obsahuje usnesení XV. až XXII. zasedání C.I.P.<sup>1)</sup> (rozměry nábojů a nábojových komor).

**Obsah**

Předmluva .....	1
Citované normy .....	1
Souvisící normy .....	1
Obdobě mezinárodní a zahraniční normy .....	2
Vypracování normy .....	2
1 Předmět normy .....	2
2 Termíny a definice .....	4
3 Rozdělení zkoušek .....	5
4 Technické požadavky .....	12
5 Zkoušení .....	15
6 Vyhodnocení .....	15

**Předmluva** ČSN EN 1522 (74 6003) Okna, dveře, uzávěry a rolety – Odolnost proti průstřelu  
 Citované normy ČSN EN 1523 (74 6004) Okna, dveře, uzávěry a rolety – Odolnost proti průstřelu – zkušební metoda  
 ČSN EN 1063 Sklo ve stavebnictví – Bezpečnostní zasklení – zkoušení a klasifikace odolnosti proti střelám (v návrhu)  
 ČSN 39 5002 Civilní střelné zbraně a střelivo. Názvoslovní  
 ČSN 42 4002 Hliník tvářený 42 4002 Al 99.8  
 ČSN 42 7306 Plechy, pruhy a kotouče z hliníku a slitin hliníku válcované za studena. Rozměry  
 ČSN 42 7323 Fólie hliníková technická

**Souvisící normy**  
 ČSN 01 1300 Zákonné měřicí jednotky  
 ČSN 39 5003 Civilní palné zbraně  
 ČSN 39 5105 Zkoušení střeliva  
 ČSN 39 5122 Zbraně pro civilní potřebu. náboje. Rozměry kulových nábojů  
 ČSN 39 5123 Zbraně pro civilní potřebu. náboje. Rozměry pistolových a revolverových nábojů

<sup>1)</sup> Commission Internationale Permanente pour l'épreuve des armes à feu portatives (Mezinárodní stálá komise pro zkoušky ručních palných zbraní)

© Český normalizační institut, 1995

18376

Tato norma je podle § 3 zákona č. 142/1999 Sb., o československých technických normách, ve znění zákona č. 632/1992 Sb., závazná od 1. srpna 1997 na základě požadavku Ministerstva průmyslu a obchodu. Výjimku ze závaznosti této normy může na žádost povolit jen uvedený neopomenutelný účastník.

ČSN 39 5360

ČSN 39 5124 Zbraně pro civilní potřebu, náboje. Rozměry nábojů s okrajovým zápalem

ČSN 39 5125 Zbraně pro civilní potřebu, náboje. Rozměry nábojek pro expanzní pistole

ČSN 62 1431 Pryž, plasty a ebonit. Stanovení tvrdosti vlačováním hrotu tvrdoměru (Tvrdost Shore)

#### **Obdobné mezinárodní a zahraniční normy**

DIN 52290 Teil 1 Angriffshemmende Verglasungen. Begriffe (Neprůstřelná skla. Pojmy)

DIN 52290 Teil 2 Angriffshemmende Verglasungen. Prüfung auf durchschußhemmende Eigenschaft und Klasseneinteilung (Neprůstřelná skla. Zkoušení odolnosti proti útoku)

U.S. standard O1O1.O3 NIJ Ballistic Resistance of Police Body Armor (Balistické zkoušky odolnosti osobních ochranných prostředků policie)

ÖNORM S 1310 Beschußhemmende Konstruktionen. Beschußklassen (Konstrukce odolné stělán. Třídění stěl)

ÖNORM S 1312 Beschußhemmende Konstruktionen. Geschosßschutzwesten, Prüfungen (Konstrukce odolné stělán. Neprůstřelné vesty. Zkoušení)

STANAG 2920 Ballistic Test Method for Personal Armours (Metoda pro balistické zkoušky osobních ochranných prostředků)

MIL-STD-662E Military Standard-V50 Ballistic Test for Armour (Vojenská norma-Balistická zkouška V50 pro pancíře)

MIL-C-44050A Military Specification Cloth, Ballistic. Aramid (Vojenské technické podmínky pro balistické zkoušení aramidových textilních látek)

MIL-P-46593 (ord.) Military Specification-Projectile. Calibers .22, .30, .50 and 20 mm Fragment (Vojenská specifikace střely, ráže .22, .30, .50 a 20 mm etalonové střepiny)

AK II Technische Richtlinie. Schutzwesten (Technické předpisy. Ochranné vesty)

#### **Vypracování normy**

Zpracovatel: Strojírenský zkušební ústav v Brně, pobočka Praha, IČO 001490. Ing. Zdeněk Štěpánek, Ing. Petr Štoifa

Pracovník Českého normalizačního institutu: Ing. Krista Komrsková

## **1 Předmět normy**

Tato norma stanoví obecné metody zkoušek odolnosti ochranných prostředků chránících osobu a majetek před účinky stěl, střepin a bodných zbraní.

Tato norma se nevztahuje na zkoušení balistické odolnosti ochranných prostředků proti stělám, vymezených ČSN EN 1522, ČSN EN 1523 a ČSN EN 1063.

## **2 Termíny a definice**

2.1 Pro účely této normy platí základní termíny a definice uvedené v ČSN 39 5002 a tyto termíny a definice:

### **2.2 Zkoušky**

2.2.1 **třída balistické odolnosti (TBO):** klasifikace ochrany proti účinkům stěl

2.2.2 **mez balistické odolnosti (V50):** rychlost, která je určena výpočtem pomocí aritmetického průměru ze stejného počtu největších rychlostí částečných průniků a nejmenších rychlostí úplných průniků v přípustném rozmezí rychlostí; klasifikace ochrany proti účinkům etalonových střepin

2.2.3 **třída odolnosti proti bodným zbraním (TON):** klasifikace ochrany proti účinkům bodných zbraní

### **2.3 Zkušební nástroje**

2.3.1 **etalonová střepina:** speciální střela, jednoznačně materiálově, tvarově a hmotnostně definovaná, sloužící k simulaci účinků střepin

### 3 Rozdělení zkoušek

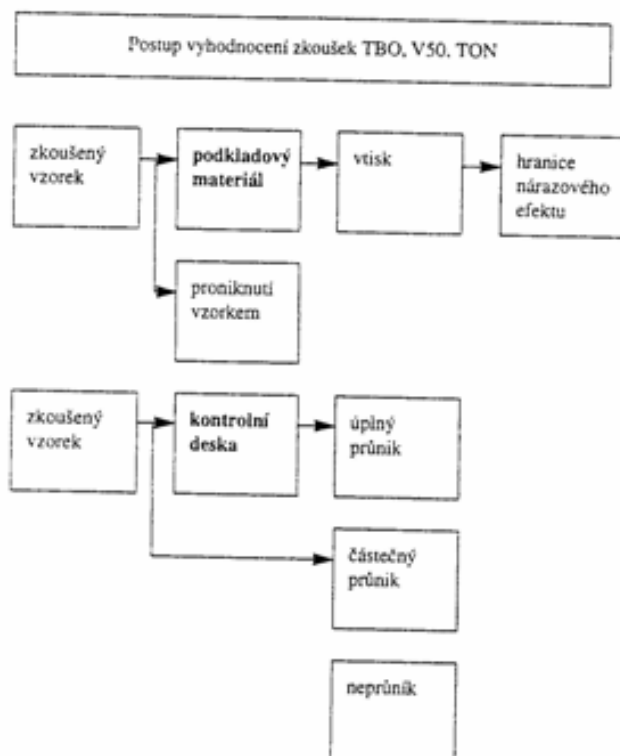
Zkoušky jsou určeny podle hledisek uvedených v tabulce 1.

Tabulka 1

Zkoušky	Zkušební sestava		Zkoušený vzorek			Způsob vyhodnocení zkoušek
			Použití (ochranného prostředku)	Upevnění		
TBO	zbraň	střelivo	nošený na těle	nošený na trupu	podkladový materiál	podkladový materiál
				nošený na hlavě	upevňovací trn	kontrolní deska
			nenošný na těle		upevňovací rám	kontrolní deska
V50	zbraň	etanolová střela	nošený na těle	nošený na trupu	upevňovací rám	kontrolní deska
				nošený na hlavě	upevňovací trn	kontrolní deska
			nenošný na těle		upevňovací rám	kontrolní deska
TON	zkušební bodná zbraň		nošený na těle	nošený na trupu	podkladový materiál	podkladový materiál

Rámcový postup při vyhodnocování zkoušek je uveden v tabulce 2.

**Tabulka 2**



## 4 Technické požadavky

### 4.1 Společné technické požadavky

Technické požadavky se vztahují k termínům společným pro všechny zkoušky podle tabulky 1.

#### 4.1.1 Zkoušený vzorek

Zkoušený vzorek musí být dodán s následujícími údaji:

- rok výroby vzorku:
- typ a druh vzorku:
- název výrobce vzorku:
- předpokládaná TBO, V50 a TON.

Ochranný prostředek musí být dodán s následujícími údaji:

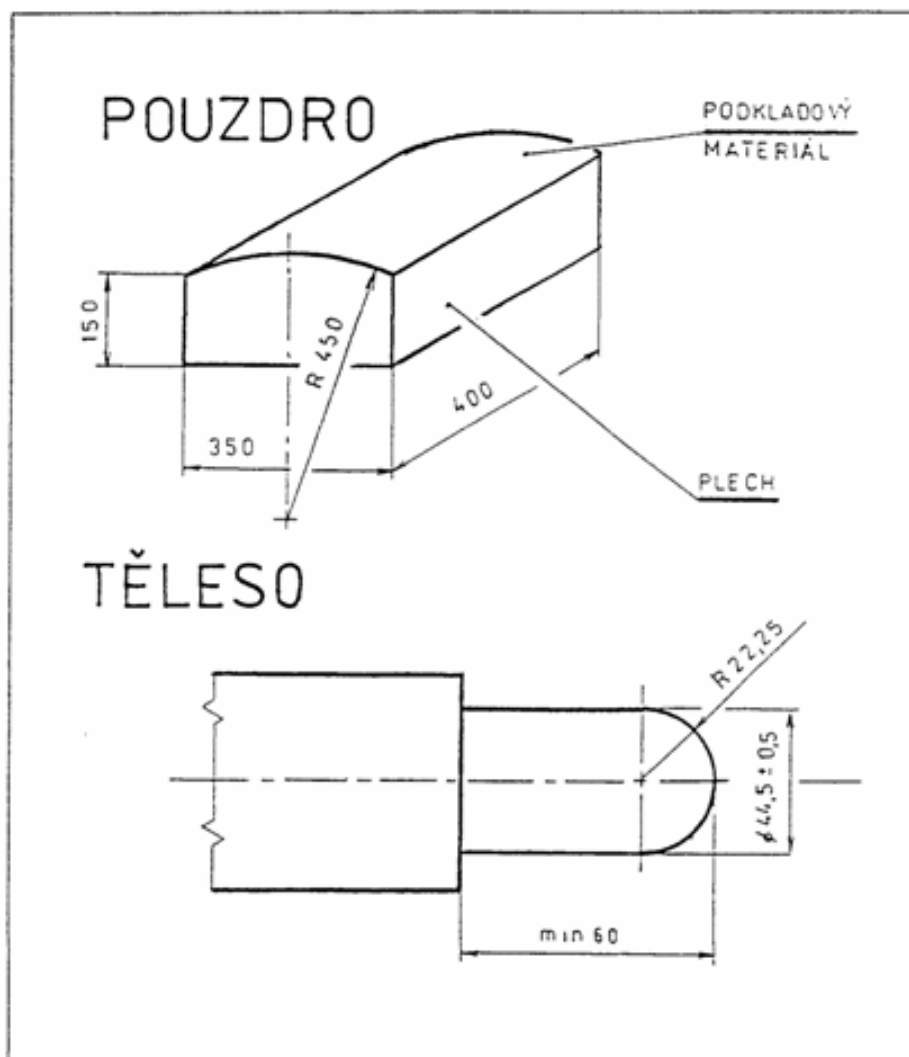
- rok výroby ochranného prostředku a minimální životnost ochranného prostředku:
- typ, druh a výrobní číslo ochranného prostředku:
- název výrobce ochranného prostředku:
- předpokládaná TBO, V50 a TON:
- návod k použití ochranného prostředku:
- návod k údržbě ochranného prostředku.

#### 4.1.2 Podkladový materiál

Podkladový materiál je umístěn v pouzdře (obrázek 1) s rozměry (350x400x150) mm a musí zaručovat, že jím v průběhu zkoušky pronikne do hloubky (25 ± 3) mm zkušební těleso tvaru válce o celkové hmotnosti (1 ± 0,01) kg, o průměru (44,5 ± 0,5) mm, jehož pracovní část tvoří polokoule o poloměru (22,25 ± 0,2) mm. Minimální délka pracovní části je 60 mm. Doporučený materiál pro zkušební těleso je ocel. Teplota podkladového materiálu musí být v rozmezí 15 °C až 30 °C.

Těleso je spuštěno z výšky (2 ± 0,003) m tak, aby koncem ve tvaru polokoule vniklo kolmo do podkladového materiálu. Provádí se 3 pádové zkoušky, přičemž jednotlivé vpichy do podkladového materiálu musí být vzdáleny od okraje a mezi sebou navzájem minimálně 75 mm. Tato zkouška se provádí před a po skončení střelby. Pouzdro je volně postaveno na pevné podložce.

Rozměry v mm



Obrázek 1

#### 4.1.3 Upevňovací rám

Konstrukce upevňovacího rámu pro testování ochranných materiálů musí zaručovat nepohyblivost zkoušeného vzorku. Upevňovací rám slouží k obvodovému uchycení zkoušeného vzorku o rozměrech  $(500 \pm 4)$  mm x  $(500 \pm 4)$  mm. V případě testování křehkých materiálů (například skla) musí být mezi přední a zadní přitlačnou plochou pryžová vložka o šířce  $(35 \pm 1,5)$  mm, tloušťce  $(3 \pm 0,3)$  mm a tvrdosti  $(50 \pm 10)$  Shore A. Šířka upnutí po obvodě ochranného prostředku v rámu činí  $(30 \pm 5)$  mm.

#### 4.1.4 Kontrolní deska

Konstrukce zkušebního rámu musí umožnit uchycení kontrolní desky z hliníkové fólie o minimálních rozměrech  $(280 \times 360)$  mm a tloušťce:

- 0,05 mm:
  - pro ochranné prostředky nošené na těle,
  - pro ochranné prostředky nenošené na těle:
    - balisticky odolné sklo;
    - balisticky odolný zorník;

materiál: ČSN 42 4002.11 podle ČSN 42 7323;

- 0,5 mm:
  - pro ochranné prostředky nenošené na těle:
    - balisticky odolný panel;
    - balisticky odolná přepážka;
    - balisticky odolné dveře;
    - složená ochrana;
    - keramická složená ochrana;

materiál: ČSN 42 4002.11 podle ČSN 42 7306.

Kontrolní deska se umísťuje ve vzdálenosti  $(150 \pm 10)$  mm za zkoušeným vzorkem tak, aby zaručovala maximální pravděpodobnost kolmého dopadu etalonové střepiny.

Výjimku tvoří ochranné přilby, kdy je možné umístit porovnávací desku 50 mm za předpokládaným místem dopadu. Porovnávací deska může být menších rozměrů, přizpůsobená vnitřku ochranné přilby.

#### 4.1.5 Upevňovací trn

Konstrukce upevňovacího trnu umožňuje uchycení ochranné přilby a kontrolní desky uvnitř přilby.

### 4.2 Technické požadavky pro hodnocení TBO

#### 4.2.1 Střelivo

Náboje určité ráže a konstrukce střely určené pro provádění zkoušek musí splňovat požadavky na rychlost  $v_{2,s}$  a hmotnost střely  $m$  podle tabulky 3 a tabulky 4.

#### 4.2.2 Měření rychlosti

Zařízení pro měření rychlosti střely měří tuto rychlost na úseku dlouhém 1 m. Přesnost měření rychlosti musí být lepší než 1 %. Střed měřicí základny leží ve vzdálenosti 2,5 m od ústí zbraně.

#### 4.2.3 Uchycení zkoušeného vzorku nošeného na trupu

Vzorek ochranného prostředku se uchytí na podkladový materiál tak, aby se zadní část zkoušeného vzorku dotýkala po celé ploše podkladového materiálu.

#### 4.2.4 Uchycení zkoušeného vzorku nošeného na hlavě

Zkouší se celá ochranná přilba, která se upevní na upevňovací trn.

Tabulka 3

TBO	Ráže	Střela	Rychlost $V_{2,5}$ m . s <sup>-1</sup>	Hmotnost m g
1	.22LR	Pb/O	300±10	2,6
2	9mm Luger	CP/Pbj./O	410±10	8
2 CZ	7,62x25	CP/Pbj./O	470±10	5,5
3	.357 Magnum	CP/Pbj./KK	430±10	10,2
3 CZ	9mm Luger	CP/Fej./O	440±10	6,45
4	.44 Magnum	CP/Pbj./KK	440±10	15,6
4 CZ	7,62x25	CP/Fej./O	550±10	5,50
5	.223 Rem.	CP/Pbj.	920±10	4
5 CZ	7,62x39	CP/Fej.	710±10	8
6	7,62x51	CP/Pbj.	830±10	9,5
6 CZ	.223 Rem.	CP/Fej.	950±10	3,95
7	7,62x51	CP/Fej.	820±10	9,8
7 CZ	7,62x54 R	CP/Fej.	860±10	9,75

Vysvětlivky: CP-celoplášť, Fej.- ocelové jádro,  
Pbj.-olověné jádro, O-ogivál, KK-komolý kužel

Tabulka 4

TBO	Ráže	Střela	Rychlost $V_{2,5}$ m . s <sup>-1</sup>	Hmotnost m g
SG	12/70	Brenneke	420±10	31
SG CZ	12/65	S-balí Pl.	430±10	24,6

#### 4.2.5 Uchycení zkoušeného vzorku nenošeného na těle

Vzorek ochranného prostředku se uchytí do upevňovacího rámu.

### 4.3 Technické požadavky pro hodnocení V50

#### 4.3.1 Etalonové střepiny

Pro zjištění střepinového účinku může být použito dvou typů etalonových střepin.

##### 4.3.1.1 Etalonová střepina TYP A

Etalonová střepina - její konstrukce umožňuje vystřelení z hlavně i bez použití výmetného nosiče. Při výstřelu musí být zabezpečeno, aby se podélná osa letící etalonové střepiny neodchýlila od tečny k dráze jejího letu o více než 5°. Základní hodnoty jsou v tabulce 5. Rozměry jsou uvedeny na obrázku 2.

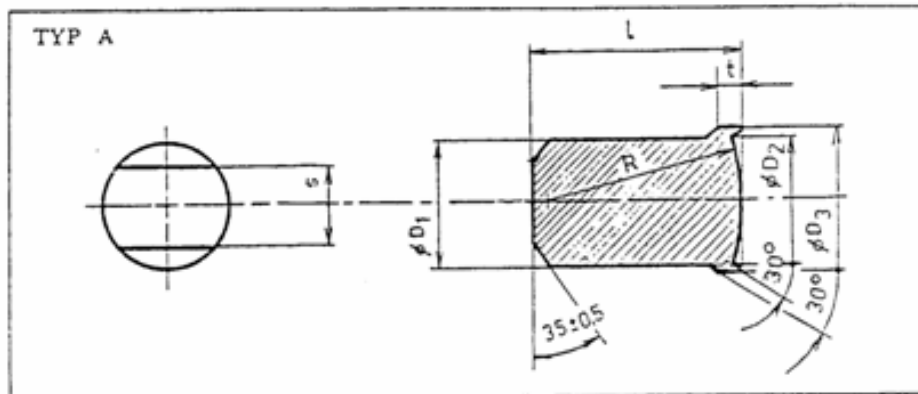


Tabulka 5

materiál: 16343

TYP	Ráže		Tvr- dost HRC	Hmotnost g	$\varnothing D_1$ mm	$\varnothing D_2$ mm	$\varnothing D_3$ mm	s mm	l mm	r mm	R mm
	mm	"									
A1	5.56	.22	30±1	1,102 ±0.03	5,46 ±0.05	5,08	5,74 ±0.05	2,54 -0.5	6,35	0,64	6,35
A2	5.56	.22	27±3	1,102 ±0.03	5,46 ±0.05	5,08	5,74 ±0.05	2,54 -0.5	6,35	0,64	6,35
A3	7.62	.30	30±1	2,85 ±0.03	7,52 ±0.05	6,93	7,84 ±0.05	3,46 -0.5	8,83	0,86	8,63
A4	12.7	.50	30±1	13,4 ±0.13	12,57 ±0.05	11,43	12,95 ±0.05	5,69 -0.5	14,96	1,47	14,73
A5	20		30±1	53,8 ±0.26	19,90 ±0.05	18,79	20,90 ±0.05	9,27 -0.5	24,16	2,31	23,1

úpravou rozměru „l“ určena hmotnost etalonové střepliny



Obrázek 2

## 4.3.1.2 Etalonová střeplina TYP B

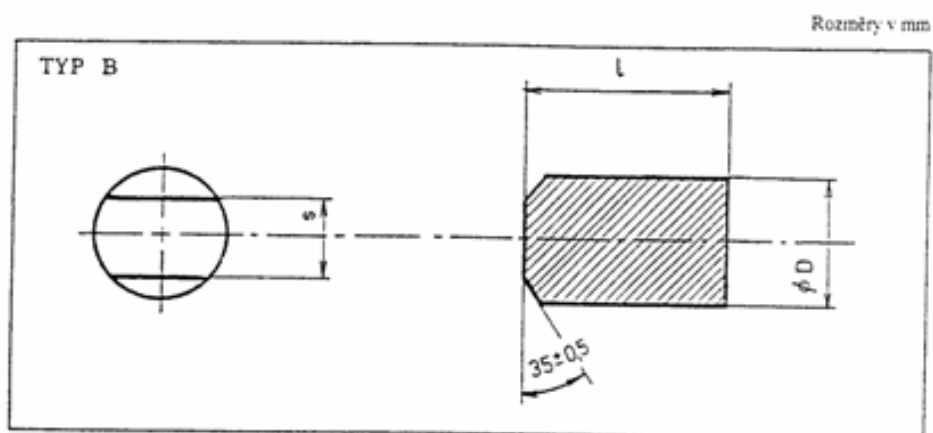
Etalonová střeplina - její konstrukce umožňuje vystřelení z hlavně pomocí speciálního výmetného nosiče. Při vystřelení musí být zabezpečeno, aby se podélná osa letící etalonové střepliny neodchýlila od tečny k dráze jejího letu o více než 5°. Základní hodnoty jsou v tabulce 6. Rozměry jsou uvedeny na obrázku 3.

Tabulka 6

materiál: 16343

TYP	Ráže		Tvr- dost HRC	Hmotnost g	$\varnothing D$ mm	s mm	l mm
	mm	"					
B1	5.56	.22	30±2	1,102 ±0.02	5,38 ±0.02	2,54-0.5	6,35
B2	7.62	.30	30±2	2,786 ±0.03	7,49 ±0.02	3,18-0.5	8,76

úpravou rozměru „l“ určena hmotnost etalonové střepliny



Obrázek 3

#### 4.3.1.3 Výmetný nosič

Výmetný nosič se používá k vymetení etalonových střepin typu B z hlavně větší ráže, než je vlastní ráže etalonové střepiny.

#### 4.3.1.4 Prachová náplň

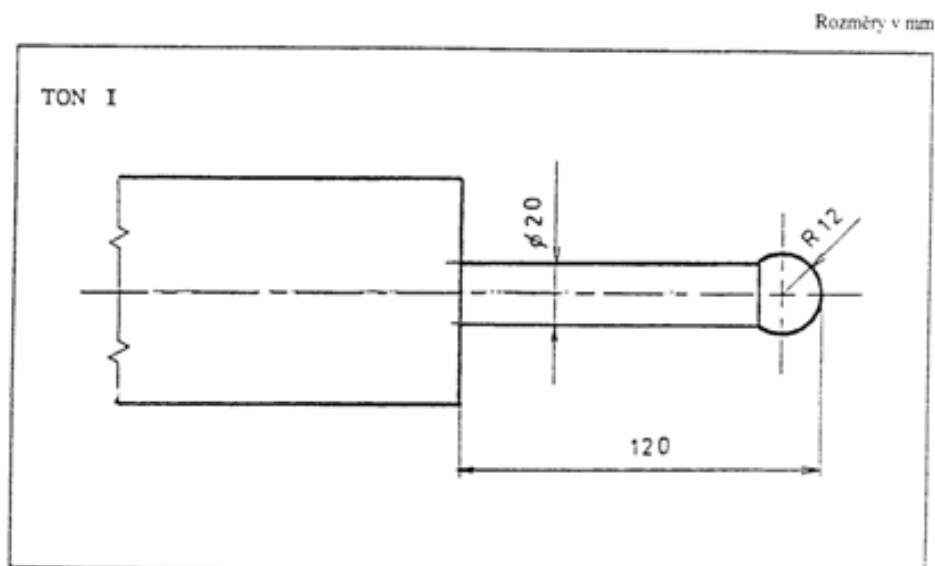
Prach, ze kterého jsou laborovány výmetné náplně, musí být stejného druhu a výrobní série. Výmetná náplň, která bude laborována pro stanovení křivek rychlosti etalonových střepin v závislosti na hmotnosti výmetné náplně, musí zajišťovat podmínku, že při dané hmotnosti výmetné náplně nebude diference rychlosti etalonové střepiny větší než  $\pm 8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Křivky se stanovují před vlastním zahájením zkoušek balistické odolnosti.

#### 4.3.2 Měření rychlosti

Zařízení pro měření rychlosti etalonové střepiny měří tuto rychlost na úseku dlouhém 1 m. Přesnost měření rychlosti musí být lepší než 1 %. Střed měřicí základny leží ve vzdálenosti 2,5 m od ústí zbraně.

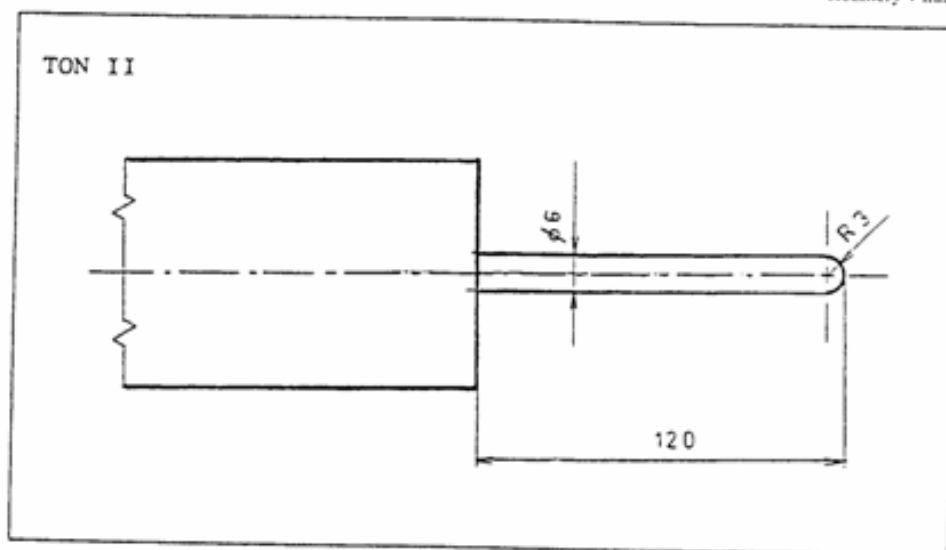
#### 4.3.3 Uchycení zkoušeného vzorku nošeného na trupu

Vzorek ochranného prostředku se uchytí do upevňovacího rámu.



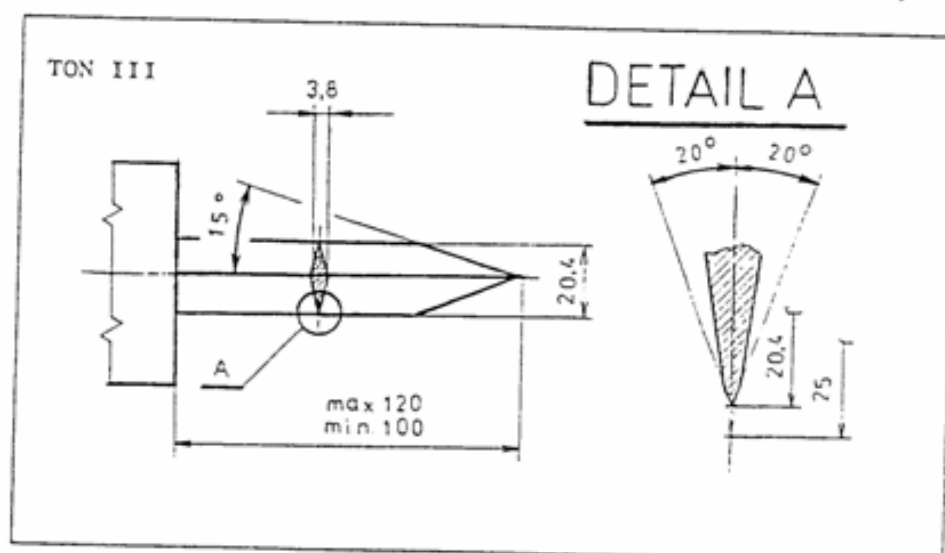
Obrázek 4

Rozměry v mm



Obrázek 5

Rozměry v mm



Obrázek 6

#### 4.3.4 Uchycení zkoušeného vzorku nošeného na hlavě

Zkouší se celá ochranná přilba, která se upevní na upevňovací trn.

#### 4.3.5 Uchycení zkoušeného vzorku nenošeného na těle

Vzorek ochranného prostředku se uchytí do upevňovacího rámu.

### 4.4 Technické požadavky pro hodnocení TON

#### 4.4.1 Zkušební bodná zbraň

Zkušební zařízení pro zjišťování odolnosti ochranných prostředků bodnou zbraní sestává ze:

- zkušební bodné zbraně o hmotnosti 2,6 kg s dopadovou energií  $(35 \pm 1)$  J s hrotem z nástrojové oceli ve tvaru:
  - a) TON I tvar polokoule (obrázek 4)
  - b) TON II tvar jehly (obrázek 5)
  - c) TON III tvar čepele (obrázek 6)
- podkladového materiálu, na kterém je horizontálně upevněn ochranný prostředek.

#### 4.4.2 Uchycení zkoušeného vzorku nošeného na trupu

Vzorek ochranného prostředku se uchytí na podkladový materiál tak, aby se zadní část zkoušeného vzorku dotýkala po celé ploše podkladového materiálu.

## 5 Zkoušení

### 5.1 Zkoušení společná ustanovení

#### 5.1.1 Zkoušky za běžných provozních podmínek

Zkoušky se provádějí v prostředí o teplotě  $(21 \pm 3)$  °C a relativní vlhkosti 40 % až 80 %.

#### 5.1.2 Zkoušky za ztížených provozních podmínek

Zkoušky se provádějí v prostředí o teplotě  $(21 \pm 3)$  °C a relativní vlhkosti 40 % až 80 %. Pro vzorky platí ustanovení podle 5.1.2.1 až 5.1.2.3.

##### 5.1.2.1 Provozní podmínky I

Zkoušený vzorek nebo jeho části se ponoří na 1 h do vody o teplotě  $(15 \text{ až } 20)$  °C. Poté se nechá 3 minuty okapat a ihned se provádí střelba. Mezi dobou vytažení vzorku z vody a ukončením zkoušky nesmí uplynout více než 15 minut.

##### 5.1.2.2 Provozní podmínky II

Zkoušený vzorek nebo jeho části se uloží na 12 h do klimatizační komory s teplotou  $(-20 \pm 2)$  °C a poté se provádí střelba tak, aby byla zkouška ukončena nejpozději do 10 minut.

##### 5.1.2.3 Provozní podmínky III

Zkoušený vzorek nebo jeho části se uloží na 12 h do klimatizační komory s teplotou  $(+50 \pm 2)$  °C a poté se provádí střelba tak, aby byla zkouška ukončena nejpozději do 10 minut.

### 5.2 Zkoušení TBO

#### 5.2.1 Zkušební sestava

Zbraň se umístí do horizontální polohy, přičemž úhel dopadu střely musí být kolmý k ploše ochranného prostředku, pokud není stanoveno jinak. Během letu střely je měřena rychlost  $v_{25}$ . Rychlost je měřena při každém výstřelu.

#### 5.2.2 Zkoušený vzorek

### 5.2.3 Zkoušky na danou vzdálenost

Vzorek se umístí od ústí hlavně do vzdálenosti:

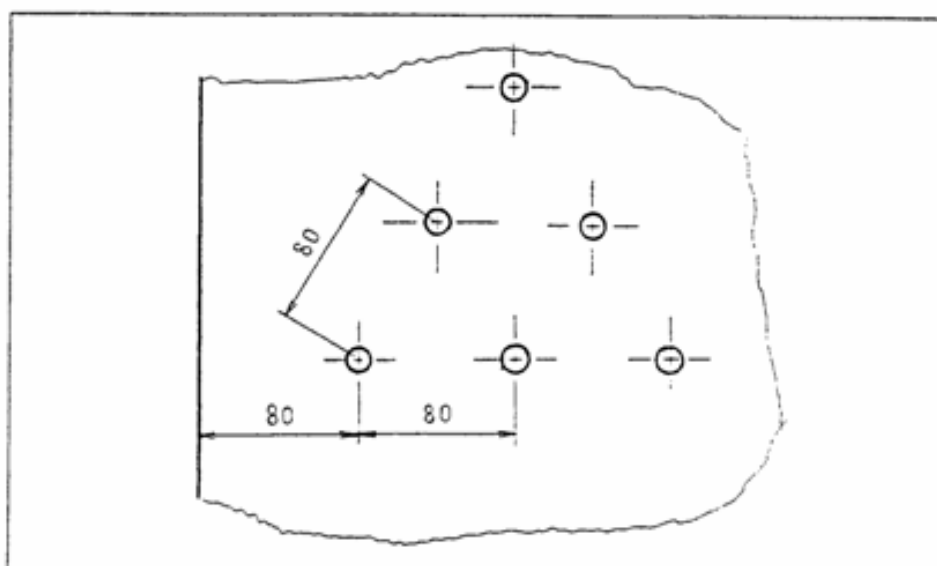
- 5 m pro TBO 2, 3, 4;
- 10 m pro TBO 1, 5, 6, 7 a SG.

#### 5.2.3.1 Ochranné prostředky nošené na trupu

Vzorky se zkoušejí v dané TBO minimálně třemi výstřely pro každou ráži a to tak, aby střela dopadala kolmo na zkoušený vzorek a aby minimální vzdálenost zásahu od okraje zkoušeného vzorku a mezi jednotlivými zásahy byla 80 mm (obrázek 7). V případě, že zóna poškození dosahuje průměru většího než 80 mm, musí být vzdálenost mezi sousedními zásahy rovna minimálně průměru zóny poškození. V případě velké zóny poškození je nutno použít ke zkouškám i více zkušebních vzorků.

Vzorky se dále testují pod úhlem 60° od kolmice k povrchu vzorku dvěma ranami z té zbraně, u které byl při předchozím testování pozorován nejvyšší stupeň poškození (prohlubeň v podkladovém materiálu, velikost zóny poškození, průhyb materiálu).

Rozměry v mm



Obrázek 7

Po každém výstřelu se zaznamenává účinek střely v ochranném prostředku a vtisk v podkladovém materiálu. V případě zóny poškození o průměru větším než 80 mm se uvádí i průměr zóny. Je-li rychlost střely jiná, než stanovuje tabulka 1 a 2, je nutno opakovat střelbu s tím, že pro místo zásahu se využije vnitřní plocha zásahového trojúhelníku. Vtisk v podkladovém materiálu se měří pomocí hloubkoměru s přesností 1 mm, přičemž jako základna se bere neporušený povrch podkladového materiálu a největší hloubka vtisku. Objem vtisku se stanovuje pomocí odměrného válce s přesností 0,5 ml a vody o teplotě  $(21 \pm 3) ^\circ\text{C}$ .

#### 5.2.3.2 Ochranné prostředky nošené na hlavě

Ochranné prostředky nošené na hlavě se zkoušejí třemi výstřely dané ráže v TBO na čelní, temenní a ušní část. Po každém výstřelu se zaznamenává účinek střely v ochranné přilbě a v kontrolní desce.

#### 5.2.3.3 Ochranné prostředky nenošené na těle

Vzorky se zkoušejí tak, že pro každou ráži v dané TBO musí být samostatný zkušební vzorek. Provádějí se tři výstřely a to tak, aby zásahy tvořily vrcholy rovnostranného trojúhelníku o stranách  $(120 \pm 10)$  mm. Po každém výstřelu se zaznamenává rychlost střely a její účinek v ochranném prostředku.

#### 5.2.4 Zkouška na dotyk

Ochranný prostředek se umístí před ústí hlavně. Ústí hlavně se dotýká zkoušeného vzorku. Osa hlavně je kolmá ve všech směrech k povrchu vzorku. Vzorek není k hlavní přitlačován silou. Zbraň je upevněna tak, aby měla možnost volného pohybu proti směru pohybu střely:

- 0 m pro TBO 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, SG.

##### 5.2.4.1 Ochranné prostředky nošené na trupu

Vzorky se zkoušejí v dané TBO minimálně třemi výstřely pro každou ráži a to tak, aby minimální vzdálenost zásahu od okraje zkoušeného vzorku a mezi jednotlivými zásahy byla 80 mm (obrázek 7). V případě, že zóna poškození dosahuje průměru většího než 80 mm, musí být vzdálenost mezi sousedními zásahy rovna minimálně průměru zóny poškození. V případě velké zóny poškození je nutno použít ke zkouškám i více zkušebních vzorků.

### 5.3 Zkoušení V50

#### 5.3.1 Zkušební sestava

Zbraň se umístí do horizontální polohy, přičemž úhel dopadu etalonové střepiny musí být kolmý k ploše ochranného prostředku, pokud není stanoveno jinak. Během letu etalonové střepiny je měřena rychlost  $v_{2.5}$ . Rychlost je měřena při každém výstřelu.

Přijímací zkoušky se zahajují s nábojem s takovou prachovou náplní, aby dopadová rychlost byla o 25 m.s<sup>-1</sup> až 30 m.s<sup>-1</sup> větší než minimální požadovaná balistická hodnota V50. Pro ostatní zkoušky se používá prachová náplň, u které je pravděpodobné, že dojde k 50 % úplných a 50 % částečných průrazů.

Jestliže první výstřel vykázal úplný průnik, potom prachová náplň pro druhý výstřel bude zmenšena tak, aby rychlost byla snížena o 15 m.s<sup>-1</sup> nebo 30 m.s<sup>-1</sup>, aby byl získán částečný průnik. Jestliže první výstřel vykázal částečný průnik, potom prachová náplň pro druhý výstřel bude zvětšena oproti náplni prvního výstřelu tak, aby rychlost byla zvýšena o 15 m.s<sup>-1</sup>, aby byl získán úplný průnik.

Zvětšování nebo zmenšování prachové náplně k získání změny rychlosti o 15 m.s<sup>-1</sup> se provádí tak dlouho, až se dosáhne jednoho úplného a jednoho částečného průniku. Střelba pak pokračuje touto náplní až je dosaženo potřebného množství zásahů k určení balistické hodnoty V50. Pro určení V50 se požaduje 10 započítatelných ran.

Po každém výstřelu se kromě rychlosti etalonové střepiny a průniků zkoušeným vzorkem zjišťuje poškození kontrolní desky a kolmost dopadu etalonové střepiny.

Průnik kontrolní desky je kontrolován pomocí světelného zdroje tak, že je pozorován průchod světla přes tuto kontrolní desku. Pokud světlo prochází, jedná se o úplný průnik.

#### 5.3.2 Zkoušený vzorek

Vzorek se umístí od ústí hlavně do vzdálenosti:

- 5 m pro V50.

#### 5.3.3 Ochranné prostředky

Vzorky se zkoušejí v dané V50 tak, aby etalonová střepina dopadala kolmo na vzorek a aby minimální vzdálenost zásahu od okraje ochranného prostředku a mezi jednotlivými zásahy byla 80 mm (obrázek 7). V případě, že zóna poškození dosahuje průměru většího než 80 mm, musí být vzdálenost mezi sousedními zásahy rovna minimálně průměru zóny poškození. V případě velké zóny poškození je nutno použít ke zkouškám i více zkušebních vzorků.

### 5.4 Zkoušení TON

#### 5.4.1 Zkušební sestava

Pro stanovení TON I až TON III je zkušební bodná zbraň spuštěna na ochranný prostředek.

#### 5.4.2 Zkoušený vzorek

#### 5.4.3 Ochranné prostředky nošené na trupu

Vzorky se zkoušejí třemi pády v dané TON v místech deklarované funkční ochrany. Provádějí se tři vpichy a to tak, aby zásahy tvořily vrcholy rovnostranného trojúhelníku o stranách  $(60 \pm 10)$  mm. Po každém pádu se vyhodnocuje účinek hrotu na ochranném prostředku a hloubka vtisku v podkladovém materiálu.

## 6 Vyhodnocení

### 6.1 Vyhodnocení TBO

Ochrana proti účinkům střel (TBO) je nevyhovující, pokud nastane některá z alternativ:

- úplné proniknutí střely nebo části střely vzorkem;
- proniknutí uváznuté střely nebo její části zadní částí vzorku;
- vznik a oddělení výtrže od vzorku;
- vznik a oddělení výtrže na zadní straně složené ochrany tvořené balisticky odolnými skly a jiným průhledným materiálem;
- vtisk v podkladovém materiálu hloubky větší než 25 mm nebo o objemu většího než 8 ml pro zkoušky na danou vzdálenost;
- vtisk v podkladovém materiálu hloubky větší než 40 mm nebo o objemu většího než 13 ml pro zkoušky na dotyk;
- průsvit v kontrolní desce.

Klasifikace stupně ochrany je dána stanovením třídy balistické odolnosti (TBO).

Příklady: TBO-2

TBO-2/CZ

TBO-SG/CZ

TBO-2/D

D...zkoušky na dotyk

TBO-2/CZ/D

### 6.2 Vyhodnocení V50

Klasifikace stupně ochrany proti účinkům etalonových střel (V50) je dána stanovením typu etalonové střely a její rychlosti při účinku podle článku 5.3.1.

Příklad: V50-A1=860 m/s

### 6.3 Vyhodnocení TON

Ochrana proti účinkům bodných zbraní (TON) je nevyhovující, pokud nastane:

- vtisk v podkladovém materiálu s největší hloubkou větší než 25 mm nebo o objemu větším než 8 ml;
- proniknutí zkušební bodné zbraně více než 10 mm do podkladového materiálu.

Klasifikace stupně ochrany je dána stanovením třídy odolnosti proti bodným zbraním (TON).

Příklady: TON-I

TON-II

### 6.4 Zkušební protokol

O průběhu zkoušek se vyhotoví zkušební protokol, který musí obsahovat:

- datum, místo zkoušek a klimatické podmínky;
- typ, druh a výrobní číslo ochranného prostředku;
- název výrobce ochranného prostředku;
- TBO nebo TON udaná výrobcem;
- způsob odběru vzorku;
- typ, druh, výrobní číslo, ráže a délku hlavně zkušební zbraně;

ČSN 39 5360

- typ, druh, ráže, číslo série náboje (etalonové střepiny), konstrukční provedení střely náboje;
- záznamy o rychlosti střel (střepin), účinku střel (střepin) a bodných zbraní v ochranném prostředku a v podkladovém materiálu;
- v případě zóny poškození o průměru větším než 80 mm i průměr zóny poškození;
- vyhodnocení výsledků (zařazení do TBO nebo TON, popřípadě hodnota V50);
- dokumentaci obrazem (foto, video);
- jméno a podpis osoby zodpovědné za zkoušky.



*Upozornění: Změny a doplňky, jakož i zprávy o nově vydaných normách jsou uveřejňovány ve Věstníku Úřadu pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví.*

ČSN 39 5360

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT, Praha

Rok vydání 1995, stran 16, náklad 160 výtisků, 5839

Tisk: Tiskárna ČSCH, spol. s r. o., Plotní 69, 602 00 Brno – 1296/95

Distribuce: Český normalizační institut, Hornoměcholupská 40, 102 04 Praha 10

Cenová skupina 411



#### 4 Klasifikace úrovně odolnosti proti průstřelu a zkušební podmínky:

Zasklení odolná proti střelám, u nichž se předpokládá, že odolají určité úrovni útoku, musí být klasifikována jako BR1, BR2, BR3, BR4, BR5, BR6, BR7 podle tabulky 1 a SG1 a SG2 podle tabulky 2.

Tabulka 1 - Klasifikace a zkušební podmínky pro zkoušení odolnosti zasklení proti střelám: krátké a dlouhé kulové zbraně

Třída	Typ zbraně	Ráže	Typ	Hmotnost g	Zkušební podmínky			
					zkušební vzdálenost m	rychlost střely m/s	počet zásahů	vzdálenost zásahů mm
BR1	puška	0,22 LR	L/RN	2,6 ±0,1	10,00 ±0,5	380 ±10	3	120 ±10
BR2	pistole	9 mm Luger	FJ <sup>1)</sup> /RN/SC	8,0 ±0,1	5,00 ±0,5	400 ±10	3	120 ±10
BR3	revolver	0,357 Magnum	FJ <sup>1)</sup> /CB/SC	10,2 ±0,1	6,00 ±0,5	430 ±10	3	120 ±10
BR4	revolver	0,44 Rem. Magnum	FJ <sup>2)</sup> /FN/SC	15,8 ±0,1	5,00 ±0,5	440 ±10	3	120 ±10
BR5	puška	5,56x45*	FJ <sup>2)</sup> /PB/SCP1	4,0 ±0,1	10,00 ±0,5	960 ±10	3	120 ±10
BR6	puška	7,62x51	FJ <sup>1)</sup> /PB/SC	9,5 ±0,1	10,00 ±0,5	830 ±10	3	120 ±10
BR7	puška	7,62x51**	FJ <sup>2)</sup> /PB/HC1	9,8 ±0,1	10,00 ±0,5	820 ±10	3	120 ±10

1) celoplošný ocelový (pokovený)

2) celoplošný ze slitin mědi

\* délka vrtání 178 mm ±10 mm

\*\* délka vrtání 254 mm ±10 mm

L - olovo

CB - kuželová střela

FJ - celoplošná střela

FN - plochá přední část

HC1 - tvrdé ocelové jádro, hmotnost 3,7 g ±0,1 g, tvrdost větší než 63 HRC

PB - špičatá střela

RN - ogivál

SC - měkké jádro (olovo)

SCP1 - měkké jádro (olovo) a ocelový penetrátor (typ SS109)

**Tabulka 2 - Klasifikace a zkušební podmínky pro zkoušení odolnosti zasklení proti střelám: brokové zbraně (SG)**

Třída	Typ zbraně	Ráže	Typ	Hmotnost g	Zkušební podmínky			
					zkoušební vzdálenost m	Rychlost střely m/s	počet zásahů	vzdálenost zásahů mm
SG1	brokovnice	12/70	plně olověné broky <sup>1)</sup>	31,0 ±0,5	10,00 ±0,5	420 ±20	1	-
SG2	brokovnice	12/70	plně olověné broky <sup>1)</sup>	31,0 ±0,5	10,00 ±0,5	420 ±20	3	125 ±10

1) Brenneke

POZNÁMKA 1 Třídy BR1...BR7 jsou seřazeny podle úrovně poskytované ochrany, tj. zasklení splňující požadavky specifikované pro určitou třídu splňuje požadavky i předcházejících tříd.

POZNÁMKA 2 Třídy SG nesplňují nezbytné požadavky specifikované v třídách B, protože je rozdílné střelivo.

## Příloha č. 3

Jednotlivé národní normy

### Australská norma Standard AS2343

Třída	Druh zbraně	Ráže	Střela	Testovací vzdálenost
G0	9mm Parabellum	MK 22 9mm	Metal Case	3m
G1	.357 Mg	.357	LSWC	3m
G2	44 Magnum	44	LSWC	3m
R1	5.56	M193 5.56	FMC	10m
R2	7.62 NATO	7.62mm x 51	FMC	10m
S0	12 gauge Full Choke	12 g	70mm HV S.G.	3m
S1	12 gauge Full Choke	12 g.	70mm Slug	3m

### US norma NIJ 0101.03

Třída	Podtřída	Ráže	Typ střely	Hmotnost	Rychlost střely
I	1	.38 Special	RN/ Pb střela	10.20 g	259 m/s
	2	.22 LR	LRHV/ Pb střela	2.60 g	320 m/s
II-A	1	.357 Magnum	JSP	10.20 g	381 m/s
	2	9 mm Luger	FMJ	8.00 g	332 m/s
II	1	.357 Magnum	JSP	10.20 g	425 m/s
	2	9 mm Luger	FMJ	8.00 g	358 m/s
III-A	1	.44 Magnum	SWC/ Pb střela	15.55 g	426 m/s
	2	9 mm Luger	FMJ	8.00 g	426 m/s
III	—	7.62 mm Winchester	FMJ	9.70 g	838 m/s
IV	—	30-06 Spr.	AP	10.08 g	868 m/s

AP - průbojná střela  
 FMJ - celoplášťová střela  
 JSP - poloplášťová střela  
 LRHV - vysokorychlostní střela z dlouhé hlavně  
 RN - ogivální střela  
 SWC - prosekávací střela

Britská norma BS 5051

Třída	Druh zbraně	Ráže	Střela	Testovací vzdálenost
G0	UZI	9mm	FMJ/RN/SC	5m
G1	S & W	.357 magnum	FMJ/CB/SC	5m
G2	COLT	.44 magnum	JHP/SC/240gr	5m
G2	Remington shot gun	12 gauge	Brenneke	10m
G3	COLT	.44 magnum	JHP/SC/128gr	10m
G3	AK47	7.62mm x 39	M43	10m
R1	SA80	5.56mm x 45	SS109	10m
R2	SLR L1A1	7.62mm x 51	Ball	10m
R3	AK74 - AKS74	5.45mm x 39	FJ/PB/SC	10m

Britská policejní norma  
Police Scientific Development Branch  
Ballistic Standard (1995)

Třída	Střelivo	Váha střely (gr)	Rychlost (m/s)	Úhel 90 stupňů	Úhel 60 stupňů	Max. trauma (mm)
HG1	.357 Mag Norma 19107	158	375 - 395	4	2	25
	9mm DM11A1B2	124	350 - 370	4	2	25
HG2	.357 Mag Norma 19107	158	440 - 460	4	2	25
	9mm DM11A1B2	124	415 - 435	4	2	25
	.44 Mag R44MG2	240	430 - 460	4	2	25
RF1	7.62x51mm L2A2	144	815 - 845	3	0	25
SG1	12ga Winchester 1oz slug	437	410 - 460	1	0	25

Německá norma DIN 52290  
(Technische Richtlinie Schutzwesten)

Level	Ráže	Druh	Typ střely	Hmotnost	Rychlost střely
L	9 mm	Luger	VMR\WK	8.00 g	365 <sup>+</sup> /.5 m/s
I	9 mm	Luger	VMR\WK	8.00 g	410 <sup>+</sup> /.10 m/s
II	.357	Magnum	MsF	7.50 g	570 <sup>+</sup> /.20 m/s
III	.223	Remington	WK + P	4.00 g	920 <sup>+</sup> /.10 m/s
	.308	Winchester	VMS/WK	9.55 g	830 <sup>+</sup> /.10 m/s
IV	.308	Winchester	VMS/HK	9.75 g	820 <sup>+</sup> /.10 m/s

VMR/WK - full metal jacket bullet and soft core  
MsF - flat nose brass bullet  
WK+P - bullet with soft core and armor-piercing cap  
VMS/WK - solid metal jacket bullet with sharp nose and soft core  
VMS/HK - solid metal jacket bullet with sharp nose and hard core

Česká norma ČSN 39 5360

Třída odolnosti	Munice	Typ střely	Rychlost m/s	Hmotnost střely (g)
1	.22 LR	Pb / O	300 ± 10	2,6
G1	.357 Mg	.357	LSWC	3
2	9 mm Luger	CP / Pbj / O	410 ± 10	8
2 cz	7,62 x 25	CP / Pbj / O	470 ± 10	5,5
3	.357 Magnum	CP / Pbj / KK	430 ± 10	10,2
3 cz	9 mm Luger	CP / Fej / O	440 ± 10	6,45
4	.44 Magnum	CP / Pbj / KK	440 ± 10	15,6
4 cz	7,62 x 25	CP / Fej / O	550 ± 10	5,5
5	.223 Rem.	CP / Pbj	920 ± 10	4
5 cz	7,62 x 39	CP / Fej	710 ± 10	8
6	7,62 x 51	CP / Pbj	830 ± 10	9,5
6 cz	.223 Rem.	CP / Fej	950 ± 10	3,95
7	7,62 x 51	CP / Fej	820 ± 10	9,8
7 cz	7,62 x 54 R	CP / Fej	860 ± 100	9,75

CP– Full Metal jacket, Fej – Metal core, Pbj – Plumbum core, O – Ogival

Ruská norma GOST R50963-96

LEVEL	THREAT	Střelivo	Typ jádra	Hmotnost (g)	Rychlost (m/s)
Special	Cut and thrust weapon	—	—	energie 45–50 J	
1	Makarov pistol	9 mm 57-H-181C pistol type	ocel	5.9	290–315
	Nagan revolver	7.62 mm 57-H-122 revolver type	olovo	6.8	290–315
2	Small-gage pisto	5.45 mm 7H7 pistol type	ocel	2.5	310–325
	Tokarev pistol	7.62 mm 57-H-134C pistol type	ocel	5.5	415–445
2a	Shooting gun 12 caliber	18.5mm shooting type	olovo	35.0	390–410
3	Machine-gun AK-74	5.45 mm 7H6	ocel	3.4	870–890
	Machine-gun AKM	7.62 mm 57-H-231 1943 year type	ocel	7.9	710–725
4	Machine-gun AK-74	5.45 mm 7H6	Steel heat-treated	3.4	870–890
	Sniper rifle	7.62 mm 57-H-323C rifle type	ocel	9.6	820–835
5	Machine-gun AKM	7.62 mm 57-H-231 1943 year type	Steel heat-treated	7.9	710–725
6	Sniper rifle	7.62 mm CT-M2.000 rifle type	Steel heat-treated	9.6	820–835
<p>* Vzdálenost ústí zbraně od testovaného materiálu</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 10mm pistolové a revolverové střelivo</li> </ul>					

Fotodokumentace zkoušky střelby na vozidlo

ZKOUŠENÉ VOZIDLO



Obrázek č. 1



Obrázek č. 2



Obrázek č. 3

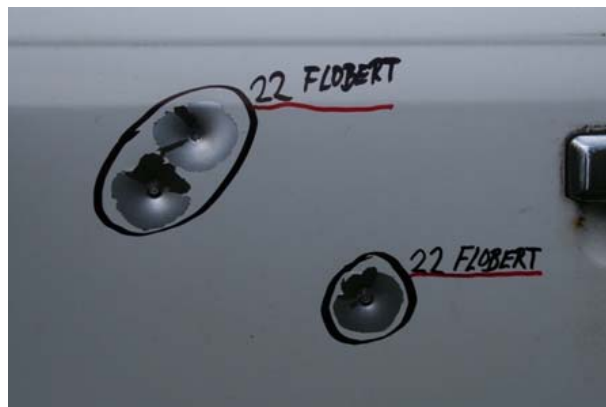


Obrázek č. 4

ÚČINKY STŘELIVA 22 FLOBERT



Obrázek č. 5: Boční okno.



Obrázek č. 6: Boční dveře.

## ÚČINKY STŘELIVA 22 LR



Obrázek č. 7: Boční dveře, 3 vstřely.



Obrázek č. 8: Zástřel sedadla.

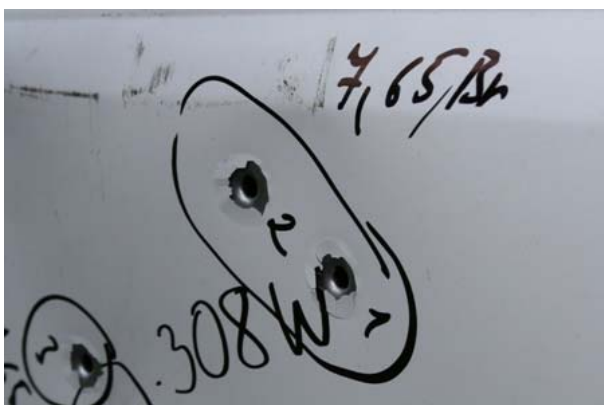


Obrázek č. 9: Blok hlíny, vstřel.



Obrázek č. 10: Vnitřní čalounění, výstřel.

## ÚČINKY STŘELIVA 7,65 mm BROWNING



Obrázek č. 11: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 12: Vnitřní čalounění, 2 výstřely.





Obrázek č. 13: Boční dveře, výstřel.



Obrázek č. 14: Blok hlíny, výstřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 9 mm LUGER Sellier&Bellot



Obrázek č. 15: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 16: Vnitřní čalounění, výstřel.



Obrázek č. 17: Blok hlíny, vstřel.



Obrázek č. 18: Boční dveře, zástřel.



**Obrázek č. 19:**Boční okno.



**Obrázek č. 20:** Blok hlíny, výstřel.



**Obrázek č. 21:** Chladič, 2x vstřel.



**Obrázek č. 22:** Olejová vana, průstřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 9 mm LAPUA C.E.P.P.



**Obrázek č. 23:** Čelní okno, 3x vstřel.



**Obrázek č. 24:** Blok hlíny, výstřel.



Obrázek č. 25: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 26: Vnitřní čalounění, zástřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 38 SPECIAL Sellier&Bellot



Obrázek č. 27: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 28: Boční okno, průstřel.



Obrázek č. 29: Blok hlíny, vstřel.



Obrázek č. 30: Blok hlíny, výstřel.



**Obrázek č. 31:** Čelní okno, průstřel.



**Obrázek č. 32:** Blok hlíny, vstřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 38 SPECIAL, OSTATNÍ DRUHY



**Obrázek č. 33:** Střelivo CCI.



**Obrázek č. 34:** Střelivo Plastik training.



**Obrázek č. 35:** Střelivo Short stop.



**Obrázek č. 36:** Střelivo Short stop, okno.

## ÚČINKY STŘELIVA 7,62 x 39



Obrázek č. 37: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 38: Vnitřní čalounění, průstřel.



Obrázek č. 39: Blok hlíny, průstřel.



Obrázek č. 40: Boční dveře, výstřel.



Obrázek č. 41: Zadní okno, průstřel.



Obrázek č. 42: Přední okno, průstřel.



**Obrázek č. 43:**Boční okno, průstřel.



**Obrázek č. 44:** Blok hlíny, destrukce.



**Obrázek č. 45:** Chladič, průstřel.



**Obrázek č. 46:** Blok motoru, bez poškození.



**Obrázek č. 47:** Blok motoru, průstřel.



**Obrázek č. 48:** Držák ventilátoru, průstřel.



**Obrázek č. 49:** Hlava válců, průstřel.



**Obrázek č. 50:** Hlava válců, průstřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 308 WINCHESTER



**Obrázek č. 51:** Boční dveře, vstřel.



**Obrázek č. 52:** Vnitřní čalounění, výstřel.



**Obrázek č. 53:** Blok hlíny, destrukce.



**Obrázek č. 54:** Boční dveře, výstřel.



Obrázek č. 55: Přední okno, průstřel.



Obrázek č. 56: Boční okno, průstřel.

### ÚČINKY STŘELIVA 12/70



Obrázek č. 57: Boční dveře, vstřel.



Obrázek č. 58: Vnitřní čalounění, výstřel.



Obrázek č. 59: Blok hlíny, destrukce.



Obrázek č. 60: Boční dveře, výstřel.





**Obrázek č. 61:** Boční dveře, vnitřní strana.



**Obrázek č. 62:** Boční dveře, broky 3,5 mm.



**Obrázek č. 63:** Boční dveře, broky 8,6 mm.



**Obrázek č. 64:** Vnitřní čalounění, broky 8,6 mm.



**Obrázek č. 65:** Blok hlíny, 2x průstřel.



**Obrázek č. 66:** Boční okno, broky 3,5 mm.



**Obrázek č. 67:** Blok hlíny, broky 3,5 mm.



**Obrázek č. 68:** Čelní okno, broky 3,5 mm.



**Obrázek č. 69:** Blok hlíny, broky 3,5 mm.



**Obrázek č. 70:** Chladič, vstřel.



**Obrázek č. 71:** Chladič, výstřel.



**Obrázek č. 72:** Víko rozvodů, prohlubeň.

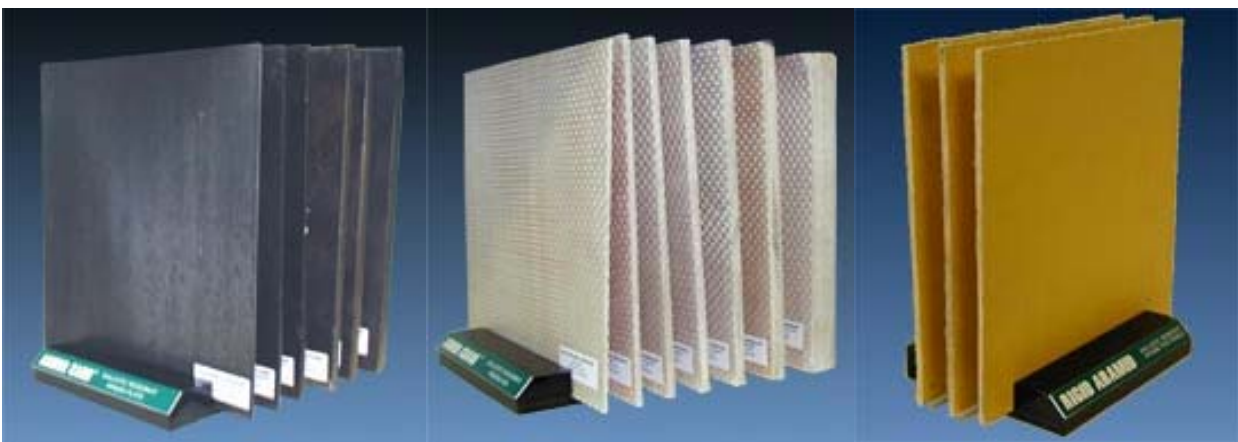




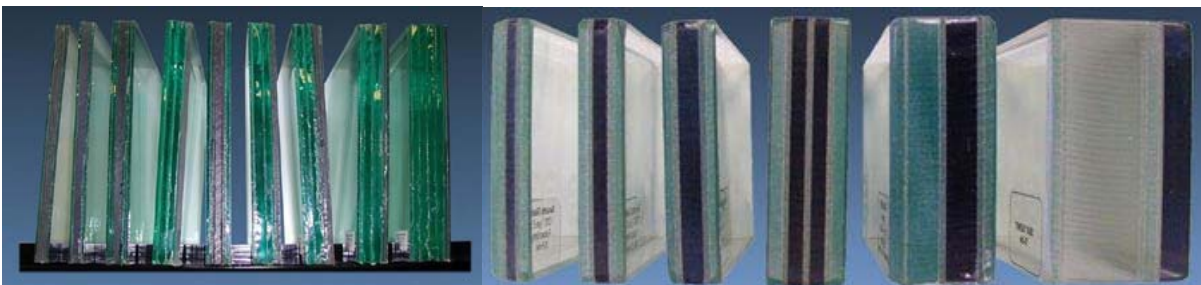
Aramidová deska umístěná za pancéřováním.



Řez samonosnou pneumatikou se systémem PAX.



Různé druhy pancířů, zleva ocelový, kompozit a aramidové desky.



Různé druhy balisticky odolných skel, vlevo lepené, vpravo kombinace sklo-polykarbonát.



Zkoušené vzorky pancíře a balisticky odolného skla po zásahu ráží 44 Magnum a 7,62x39.

