

- national Conference on Experimental Safety Vehicles, Oxford, England, July 1-4, 1985*
9. A. Dziak, S. Tayara, *Urazy i uszkodzenia w sporcie, Kraków 2000, wydanie I*
  10. E. Maklewska, W. Tarnowski, I. Krucińska, J. Demus *New Measuring Stand for Estimating a Material's Ability to Damp the Energy of Impact Strokes, Fibres&Textiles in Eastern Europe, 2004, Vol.12, No.3(47)*
  11. E. Maklewska, I. Krucińska, G.E. Mayers, *Estimating the Shock-Absorbing Ability of Protector Materials by Use of Pressure Films, Fibres & Textiles in Eastern Europe, 2005, Vol.13, No.4(52)*
  12. E. Maklewska, I. Krucińska, M. Matyjewski *Study on an Ability to Dampen Energy by Textiles under Dynamic Compressive Load, Joint IMEKO TC-1 & XXXIV MKM Conference Proceedings 2002, Oficyna wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002, Vol.III, 119-126*
  13. E. Maklewska, M. Matyjewski, I. Krucińska, *Textile impact protectors?, 2nd European Conference on Protective Clothing (ECP Proceedings C), „Challenges for Protective Clothing”, 21-24 May 2003 in Montreux, Switzerland*
- 

## Propozycje unowocześnienia aktualnie użytkowanych kamizelek kuloodpornych

Grażyna Grabowska

Jadwiga Polak

Joanna Błaszczuk

Instytut Technologii Bezpieczeństwa „Moratex”, Łódź

### Wstęp

W ostatnich latach podstawowym polskim dokumentem obowiązującym dla kamizelek kuloodpornych w zakresie wymagań ogólnych i badań jest PN-V-87000:1999. Kamizelki aktualnie użytkowane przez funkcjonariuszy służb podległych MSWiA, żołnierzy i innych użytkowników spełniają postanowienia powyższej normy. Jednymi z bardzo ważnych są wymagania niezawodnościowe, według których wkłady balistyczne kamizelek kuloodpornych powinny posiadać okres trwałości wynoszący nie mniej niż 10 lat. Wymagania te są rygorystycznie przestrzegane przez konstruktorów, producentów, użytkowników oraz potwierdzane, w odpowiednim czasie, badaniami. W związku z tym, za wyjątkiem przypadków niespełnienia kryterium sprawdzającego odporność balistyczną kamizelek (po 5 i 8 latach), co zdarza się rzadko, unowocześnienia aktualnie użytkowanych kamizelek kuloodpornych z pominięciem wymogu ich badań balistycznych z partii, można dokonać jedynie w zakresie zastosowania nowoczesnych rozwiązań konstrukcyjnych poszyć wykonanych z nowych materiałów i dodatków

w miejsce poprzednich, zużytych poszyć (okres ich użytkowania to maksimum 3 lata). Jest to, zatem jeden z możliwych kierunków unowocześniania tego typu osłon balistycznych tułowia, który został przyjęty przez Instytut Technologii Bezpieczeństwa MORATEX. Kolejne wytyczone kierunki unowocześniania kamizelek kuloodpornych, uwzględniające światowe trendy i wieloletnie doświadczenia Instytutu to:

- doposażenie ich zarówno w nowoczesne poszycia, jak i we wkłady: przeciwigięciowe oraz dystansowe,
- zastosowanie w nich lekkich kompozytowych płyt kuloodpornych, zamiast stalowych, podwyższających miejscowo odporność balistyczną,
- poszerzenie ich odporności balistycznej o inne rodzaje pocisków nieobjęte PN-V-87000:1999.

Te trzy ostatnie kierunki unowocześniania kamizelek wymagają już przeprowadzenia sprawdzających badań balistycznych.

Wszystkie wyżej wymienione kierunki unowocześniania kamizelek mają na celu podwyższenie ich walorów użytkowych, w tym zagwarantowanie możliwie maksymalnego bezpieczeństwa, komfortu i ergonomii.

## 1. Przedmiot i metodyka badań

### 1.1. Materiały kamizelek kuloodpornych

Na podstawie analizy dotychczasowego asortymentu opracowanych i wytwarzanych przez ITB MORATEX osobistych ochron tułowia oraz wyników prac naukowo-badawczych Instytutu z poprzednich lat [1, 2, 3], a także aktualnych potrzeb odbiorców wytypowano do unowocześnienia trzy kamizelki kuloodporne, tj.: lekką policyjną na mundur, o zwiększonej odporności balistycznej i zewnętrzną dla służb specjalnych.

W kamizelkach postanowiono zastosować:

- w policyjnej kamizelce kuloodpornej lekkiej na mundur – na jej poszycie – importowaną tkaninę o wysokich parametrach fizyko-mechanicznych o nazwie handlowej CORDURA® 1000 z Poliamidu 6.6 powlekaną PU w kolorze czarnym,

- w kamizelkach o zwiększonej odporności balistycznej i zewnętrznej dla służb specjalnych:

- na zewnętrzne części poszycia – importowaną tkaninę o wysokich parametrach fizyko-mechanicznych o nazwie handlowej CORDURA® 1000 z Poliamidu 6.6 powlekaną PU w kolorze oliwkowo-zielonym o właściwościach maskujących w świetle widzialnym (VIS) i podczerwonym (Ir) oraz krajowe taśmy techniczne w kolorze zielonym o właściwościach maskujących w świetle widzialnym (VIS) i podczerwonym (Ir),

- na wewnętrzne części poszycia, w celu polepszenia komfortu użytkowania wyrobu – importowany materiał trójwymiarowy – poliestrową siatkę dystansową 3D,

- na miękkie wkłady balistyczne – importowane balistyczne arkusze termoplastycznej folii wzmocnionej włóknami paraaramidowymi Goldflex®,

- na pokrowce wkładów balistycznych – krajowy wodoszczelny materiał paroprzepuszczalny,

- jako element dodatkowy obniżający wielkość ugięcia dynamicznego podczas uderzenia pociskami – wkładki przeciwułgęciowe w postaci krajowej płyty poliwęglanowej o grubości 0,5 mm,

- jako wkłady balistyczne dodatkowe podwyższające miejscowo odporność balistyczną kamizelek – importowane lekkie polietylenowe płyty kompozytowe o wymiarach 250 mm x 300 mm i masie 1,54 kg oraz grubości 25 mm.

Biorąc pod uwagę fakt, że niektóre z wyżej wymienionych materiałów, dodatków, czy elementów zastosowanych w kamizelkach były już wielokrotnie badane np. krajowy wodoszczelny materiał paroprzepuszczalny, płyty poliwęglanowe, taśmy techniczne, a na importowane lekkie polietylenowe płyty kompozytowe producent dostarczył certyfikat, przedmiotem badań metrologicznych

w akredytowanych laboratoriach będą:

- tkanina CORDURA® 1000 z Poliamidu 6.6 powlekaną PU z zastosowaniem następujących norm:

- PN-EN ISO 2286-2:1999 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie właściwości zwoju. Metody wyznaczania całkowitej masy powierzchniowej, masy powierzchniowej powleczenia i masy powierzchniowej podłoża”,

- PN-EN ISO 1421:2001 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu”,

- PN-EN ISO 4674-1:2005 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie odporności na rozdieranie”. Część 1: Metody rozdierania ze stałą prędkością,

- NO-84-A203:2004 „Przedmioty zaopatrzenia mundurowego. Charakterystyki spektralne barw. Wymagania i metody badań”,

- taśma techniczna w kolorze zielonym z zastosowaniem NO-84-A203:2004 „Przedmioty zaopatrzenia mundurowego. Charakterystyki spektralne barw. Wymagania i metody badań”,

- poliestrowa siatka dystansowa 3D z zastosowaniem następujących norm:

- PN-ISO 3801:1993 „Tekstylna. Tkaniny – Wyznaczanie masy liniowej i powierzchniowej”,

- PN-EN ISO 5084:1999 „Tekstylna. Wyznaczanie grubości wyrobów włókienniczych”

- balistyczny arkusz termoplastycznej folii wzmocnionej włóknami paraaramidowymi Goldflex® z zastosowaniem następujących norm:

- PN-EN ISO 2286-2:1999 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie właściwości zwoju. Metody wyznaczania całkowitej masy powierzchniowej, masy powierzchniowej powleczenia i masy powierzchniowej podłoża”,

- PN-EN ISO 2286-1:2000 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie właściwości zwoju. Metody wyznaczania długości, szerokości i masy netto”,

- PN-EN ISO 2286-3:2000 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie właściwości zwoju. Metoda wyznaczania grubości”,

- PN-EN ISO 1421:2001 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie wytrzymałości na rozciąganie i wydłużenia przy zerwaniu”,

- PN-EN ISO 4674-1:2005 „Płaskie wyroby tekstylne powleczone gumą lub tworzywami sztucznymi. Wyznaczanie odporności na rozdieranie”. Część 1: Metody rozdierania ze stałą prędkością.

## 1. 2. Unowocześnione kamizelki kuloodporne

Dwa unowocześnione rozwiązania konstrukcyjne kamizelek kuloodpornych, tj.: o zwiększonej odporności balistycznej i zewnętrzna dla służb specjalnych w odpowiedniej ilości sztuk zostaną poddane badaniom odporności balistycznej w akredytowanym laboratorium badań balistycznych wg PN-V-87000:1999 „Osłony balistyczne lekkie. Kamizelki kulo- i odłamkoodporne. Wymagania ogólne i badania” z zastosowaniem wytypowanych pocisków z tej normy oraz z klasy III A NIJ Standard – 0101.04 „Ballistic Resistance of Personal Body Armor”.

## 2. Wyniki badań

### 2. 1. Materiały kamizelek kuloodpornych

Badania laboratoryjne materiałów wykonano w akredytowanych laboratoriach, tj.: Laboratorium Badań Metrologicznych ITB MORATEX w Łodzi,

Instytutu Barwinków i Produktów Organicznych oraz w laboratorium firmy PASAMON w Bydgoszczy. Wyniki ich badań przedstawiono w tabelach 1, 2 i 5 oraz na rysunkach 1 i 2.

Z analizy rezultatów badań laboratoryjnych materiałów, które zaplanowano do zastosowania w wytypowanych kamizelkach kuloodpornych w celu ich unowocześnienia (tabele 1, 2 i 3 oraz rysunki 1 i 2) wynika, że uzyskane właściwości fizyko-mechaniczne są na dobrym poziomie, co pozwala na zastosowanie ich do wykonania zarówno miękkich wkładów balistycznych, jak i części wewnętrznych i zewnętrznych poszyc kamizelek, w tym tych o właściwościach maskujących w świetle widzialnym (VIS) i podczerwonym (Ir). Na szczególną uwagę zasługują wysokie wielkości siły zrywającej i wytrzymałości na rozdzieranie materiału balistycznego – decydują one o uzyskaniu zaplanowanej odporności balistycznej oraz tkaniny na poszycie – decydują one o wydłużeniu okresu użytkowania tego elementu kamizelki. Dalsza ocena przeba-

Tabela 1. Wyniki badań laboratoryjnych podstawowych parametrów fizyko-mechanicznych tkaniny CORDURA® 1000 z Poliamidu 6.6 powlekanej PU [5]

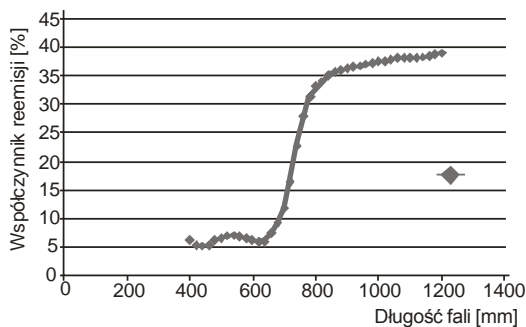
Lp.	Parametr	Jednostka miary	Wynik badania	Metodyka badań
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Masa powierzchniowa	g/m <sup>2</sup>	343	PN-EN ISO 2286-2:1999
2.	Maksymalna siła zrywająca -wzdłuż -wszerz	N	4307 2610	PN-EN ISO 1421:2001
3.	Wytrzymałość na rozdzieranie -wzdłuż -wszerz	N	367 307	PN-EN ISO 4674-1:2005

Tabela 2. Wyniki badań laboratoryjnych podstawowych parametrów fizyko-mechanicznych poliestrowej siatki dystansowej 3D [6]

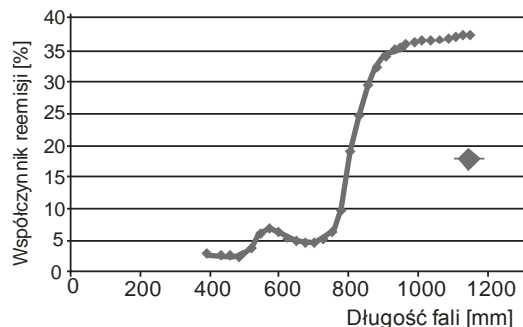
Lp.	Parametr	Jednostka miary	Wynik badania	Metodyka badań
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Masa powierzchniowa	g/m <sup>2</sup>	322	PN-EN ISO 3801:1993
2.	Grubość	mm	3,0	PN-EN ISO 5084:1999

Tabela 3. Wyniki badań laboratoryjnych podstawowych parametrów fizyko-mechanicznych balistycznego arkusza termoplastycznej folii wzmocnionej włóknami paraaramidowymi GoldFlex® [7]

Lp.	Parametr	Jednostka miary	Wynik badania	Metodyka badań
1.	2.	3.	4.	5.
1.	Szerokość	cm	161,5	PN-EN ISO 2286-1:2000
2.	Masa powierzchniowa	g/m <sup>2</sup>	238±1	PN-EN ISO 2286-2:1999
3.	Grubość	mm	0,21±0,01	PN-EN ISO 2286-3:2000
4.	Maksymalna siła przy rozciąganiu -wzdłuż -wszerz	daN	592±8 642±13	PN-EN ISO 1421:2001
5.	Wydłużenie przy zerwaniu -wzdłuż -wszerz	%	12,0 8,0	PN-EN ISO 1421:2001
6.	Wytrzymałość na rozdzieranie -wzdłuż -wszerz	N	nie rozdiera się nie rozdiera się	PN-EN ISO 4674-1:2005



Rys. 1. Wyniki badań współczynnika reemisji dla tkaniny CORDURA® 1000 z Poliamidu 6.6 powlekanej PU koloru oliwkowo-zielonego wg NO-84-A203:2004 [3, 8]



Rys.2. Wyniki badań współczynnika reemisji dla taśmy technicznej w kolorze zielonym wg NO-84-A203:2004 [9]

danych materiałów oraz innych, których wyników nie uwzględniono w niniejszym artykule będzie dokonana na podstawie wyników badań balistycznych unowocześnionych kamizelek.

## 2. 2. Unowocześnione kamizelki kuloodporne

### 2. 2. 1. Budowa kamizelek kuloodpornych

W ITB MORATEX opracowano i skonfekcjonowano trzy unowocześnione rozwiązania konstrukcyjne kamizelek, którym nadano wyróżniające je dodatkowe nazwy [4], tj:

kamizelkę kuloodporną lekką na mundur w wersji LAW ENFORCEMENT przeznaczoną głównie dla policji (rys. 3),

kamizelkę kuloodporną o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” przeznaczoną dla policji i różnych formacji wojska (rys. 4),

kamizelkę kuloodporną zewnętrzną dla służb specjalnych „FIGHTER”, a także dla innych formacji wojska (rys. 5).

Do ich wykonania zastosowano materiały, dodatki i elementy wymienione w pkt. 2.1. niniejszego artykułu.



Rys. 3. Kamizelka kuloodporna lekka na mundur w wersji LAW ENFORCEMENT: (a) – widok z przodu i (b) – widok z tyłu [4]

Odporność balistyczna kamizelki (rys. 3.) – w kamizelce tej unowocześniono tylko poszycie:

- w obrębie miękkich wkładów balistycznych przodu i tyłu chroni przed 9 mm pociskami Parabellum FMJ o prędkości uderzenia  $358^{+15}$  m/s – 2 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999,
- w obrębie wyjmowanego miękkiego wkładu balistycznego dodatkowego przodu zabezpiecza

przed 7,62 mm pociskami o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wystrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999.

Kamizelka zapewnia ochronę użytkownika od ramion do nerek. Z przodu możliwe jest zastosowanie przypinanej osłony podbrzusza. Wewnętrzna część poszycia może być wykonana z poliestrowej siatki dystansowej 3D.



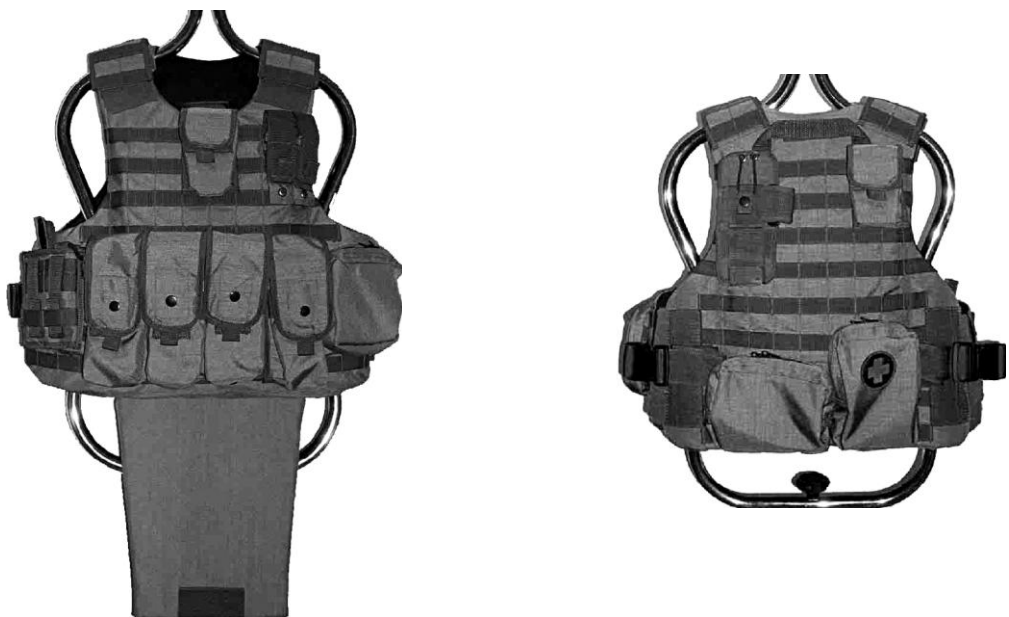
Rys. 4. Kamizelka kuloodporna o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR”: (a) – widok z przodu i (b) – widok z tyłu [4]

Zaplanowana odporność balistyczna kamizelki (rys. 4.), która zostanie potwierdzona wynikami badań balistycznych to:

- w obrębie miękkich wkładów balistycznych przodu, tyłu i osłony podbrzusza powinna chronić przed 7,62 mm pociskami o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wystrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999 oraz przed 9 mm pociskami FMJ i 0,44 cal. pociskami Magnum z III A klasy kuloodporności NIJ Standard 0101.04,
- w obrębie dodatkowego wkładu balistycznego – lekkiej polietylenowej płyty kompozytowej umieszczonej w kieszeni przodu powinna zabezpieczać przed 7,62 mm pociskami z rdzeniem sta-

lowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wystrzeliwanymi z 7,62mm kbk AKM – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999.

Rozwiązanie konstrukcyjne kamizelki powinno zapewnić ochronę użytkownika w następujący sposób: z przodu - od ramion do przepony, po dopięciu osłony podbrzusza również podbrzusze oraz z tyłu – od ramion do nerek włącznie. Zbudowano ją z dwóch oddzielnych części: przedniej i tylnej oraz osłony podbrzusza, która po odpięciu może być dopinana do części przedniej kamizelki. Wyrób jest zapinany na ramionach i bokach taśmami samoszczepnymi. Wewnętrzna część poszycia jest wykonana z poliestrowej siatki dystansowej 3D.



Rys. 5. Kamizelka kuloodporna zewnętrzna dla służb specjalnych „FIGHTER”: (a) – widok z przodu i (b) – widok z tyłu [4]

Zaplanowana odporność balistyczna kamizelki (rys. 5.), która będzie potwierdzona wynikami badań balistycznych to:

- w obrębie miękkich wkładów balistycznych przodu, tyłu i osłony podbrzusza powinna chronić przed 7,62 mm pociskami o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wyrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999,
- w obrębie dodatkowego wkładu balistycznego – lekkiej polietylenowej płyty kompozytowej umieszczonej w kieszeni przodu o specjalnej konstrukcji powinna zabezpieczać przed 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wyrzeliwanymi z 7,62mm kbk AKM – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999.

Długość przodu kamizelki sięgająca przepony będzie zapewniać komfort jej użytkowania w pozycji siedzącej. Do części przedniej kamizelki jest dopinana osłona podbrzusza, która może być podpinana do góry od strony wewnętrznej części kamizelki. Wewnętrzna część poszycia jest wykonana z poliestrowej siatki dystansowej 3D. Wyrób posiada kilka kieszeni przeznaczonych specjalistyczny sprzęt.

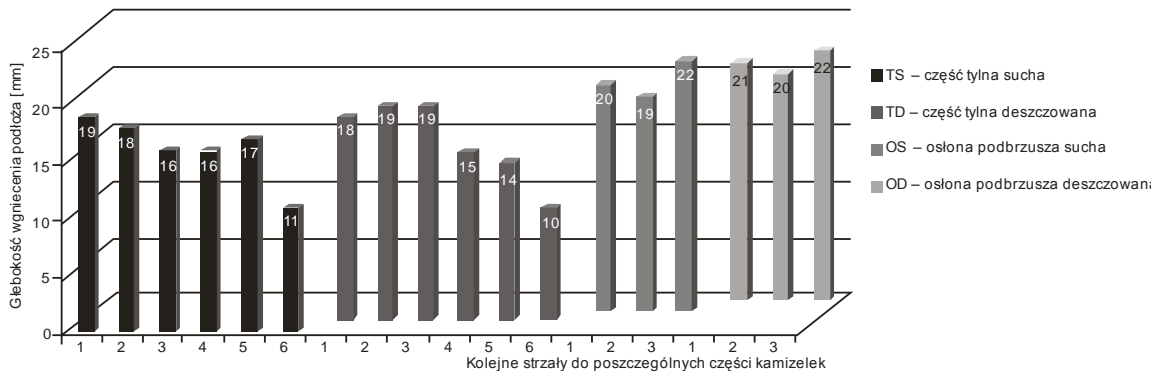
Cechy wspólne dla wszystkich powyższych kamizelek to:

- uchwyty asekuracyjne ułatwiające ewakuację, które są zamontowane na tylnej górnej części kamizelek,
- poziome przepikowane równoległe pasy na częściach zewnętrznych poszyci kamizelek służące do dowolnej lokalizacji dopinanych kieszeni na wyposażenie niezbędne w różnych warunkach bojowych i klimatycznych, np. pojemnik na wodę w warunkach pustynnych, dodatkowe magazynki, itp.
- możliwość użytkowania kamizelek w różnych strefach klimatycznych w zakresie temperatur od  $-40^{\circ}\text{C}$  do  $+50^{\circ}\text{C}$ .

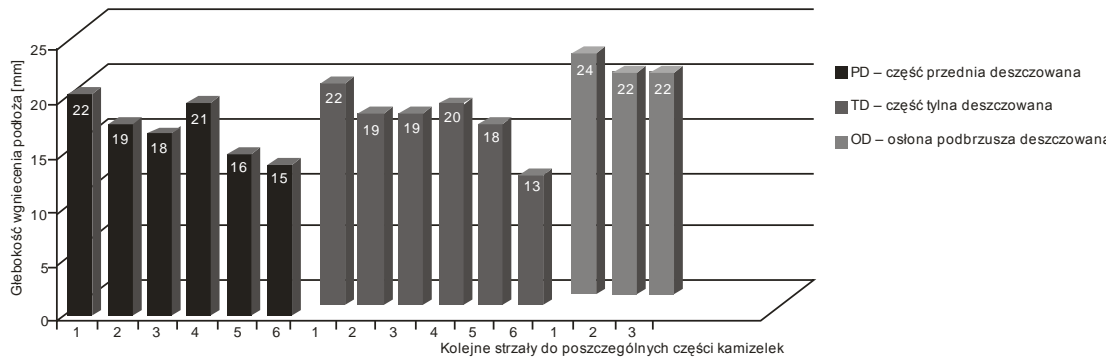
### 2. 2. 2. Badania odporności balistycznej kamizelek

Badania laboratoryjne odporności balistycznej dwóch unowocześnionych kamizelek kuloodpornych wykonano w akredytowanym Laboratorium Badań Balistycznych ITB MORATEX. Wyniki przedstawiono w formie wykresów na rysunkach:

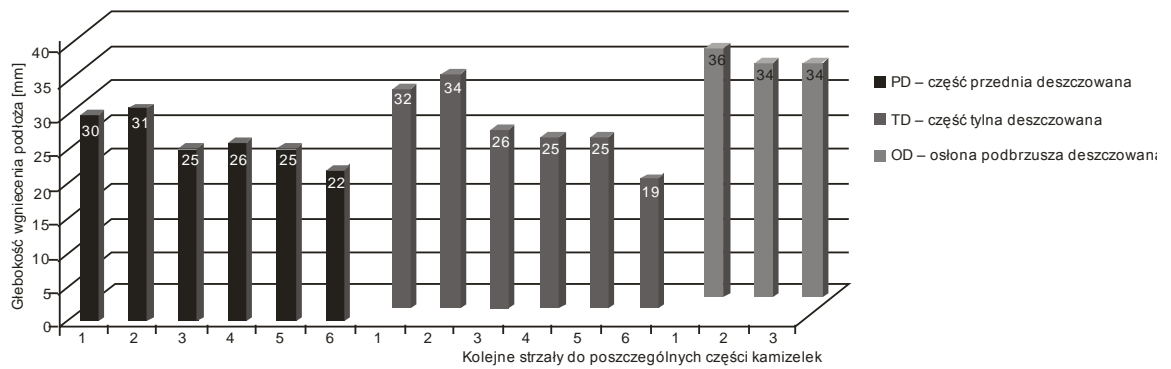
- 6÷9 dla kamizelki kuloodpornej o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” [10],
- 10÷11 dla kamizelki kuloodpornej zewnętrznej dla służb specjalnych „FIGHTER” [11].



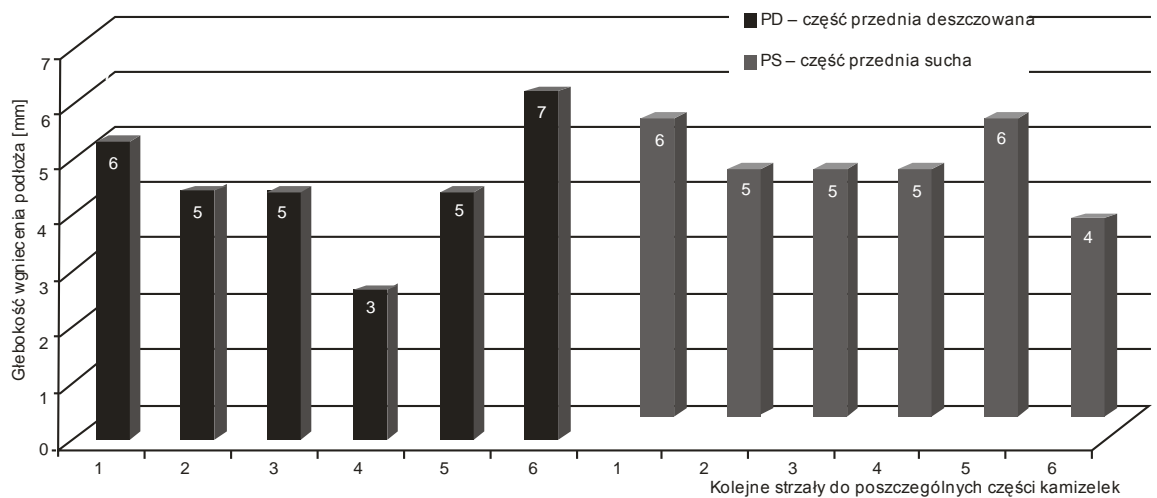
Rys. 6. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności poszczególnych części kamizelek o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” – ostrzał 7,62 mm pociskami z rdzeniem ołowianym o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wyrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999 [10]



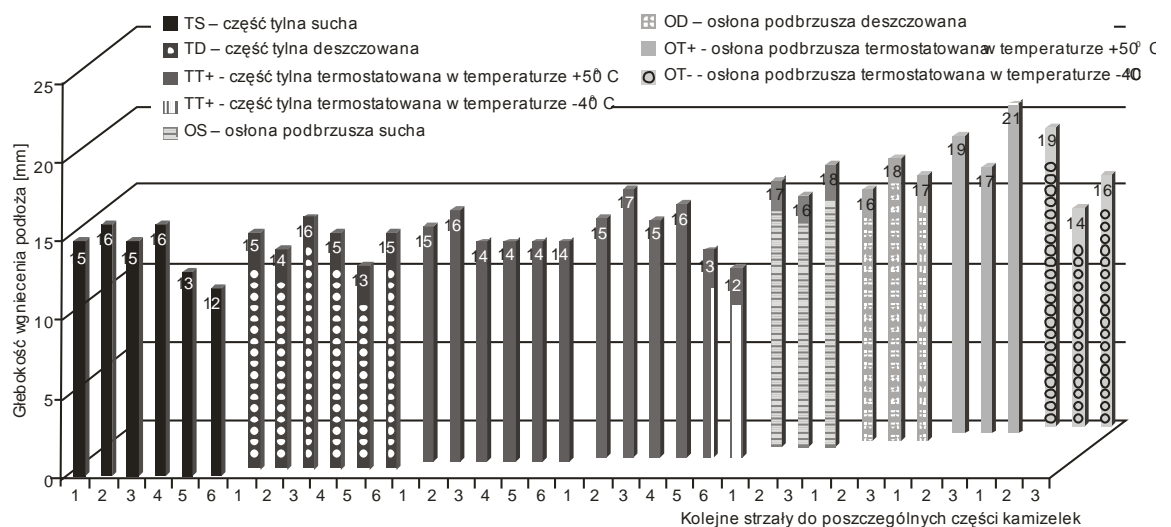
Rys. 7. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności poszczególnych części kamizelek o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” – ostrzał 9 mm pociskami FMJ z III A klasy kuloodporności NIJ Standard 0101.04. Metodyka badań wg PN-V-87000:1999 [10]



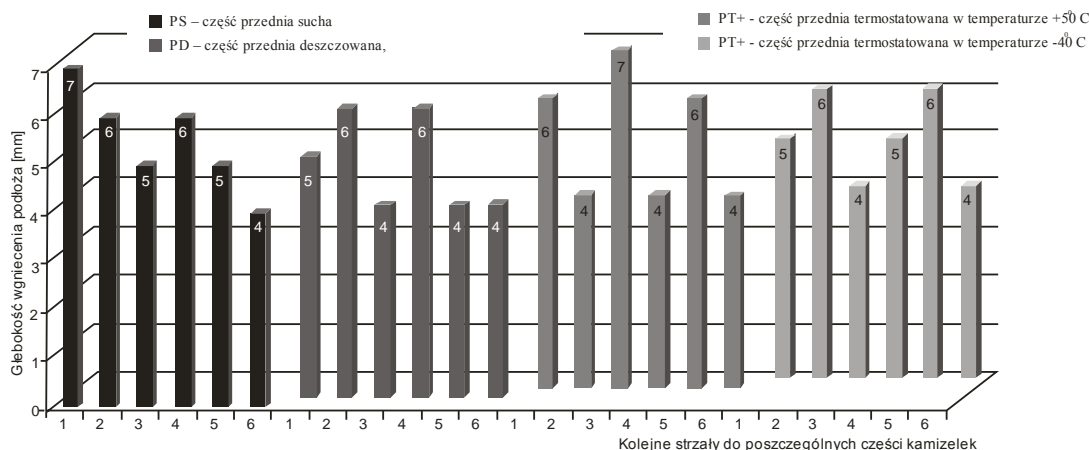
Rys. 8. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności poszczególnych części kamizelek o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” – ostrzał 0,44 cal. pociskami Magnum z III A klasy kuloodporności NIJ Standard 0101.04. Metodyka badań wg PN-V-87000:1999 [10]



Rys. 9. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności części przednich kamizelek o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” w obrębie dodatkowych wkładów balistycznych – lekkich polietylenowych płyt kompozytowych – ostrzał 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wyrzeliwanymi z 7,62mm kbk AKM – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999 [10]



Rys. 10. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności poszczególnych części kamizelek zewnętrznych dla służb specjalnych „FIGHTER” – ostrzał 7,62 mm pociskami z rdzeniem ołowianym o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wyrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999 [11]



Rys. 11. Odształcenia podłoża badawczego podczas badań kuloodporności poszczególnych części kamizelek zewnętrznych dla służb specjalnych „FIGHTER” – ostrzał 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wystrzeliwanymi z 7,62 mm kbk AKM – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999 [11]

### 2. 2. 3. Omówienie wyników badań odporności balistycznej kamizelek

Z przeprowadzonych badań kuloodporności dwóch unowocześnionych kamizelek kuloodpornych wynika, że:

- żadna z części tych kamizelek nie uległa przebiciom pociskami, dla których zaplanowano ich odporności balistyczne [10, 11];

- dla części kamizelek o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” uzyskano przy ostrzale określonymi rodzajami pocisków następujące zakresy głębokości wgniecenia podłoża (ryś. 6÷9) [10]:

- 10÷22 mm – 7, 62 mm pociskami z rdzeniem ołowianym o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wystrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 45÷75 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej normą;

- 13÷24 mm – 9 mm pociskami FMJ z III A klasy kuloodporności NIJ Standard 0101.04. Metodyka badań wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 40÷67,5 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej PN-V-87000:1999;

- 19÷36 mm – 0,44 cal. pociskami Magnum z III A klasy kuloodporności NIJ Standard 0101.04. Metodyka badań wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 10÷52,5 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej PN-V-87000:1999;

- 3÷7 mm – 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wystrzeliwanymi z 7,62mm kbk AKM w obrębie dodatkowych wkładów balistycznych – 4 klasa kuloodpor-

ności wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 82,5÷92,5 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej normą;

- dla części kamizelek zewnętrznych dla służb specjalnych „FIGHTER” uzyskano przy ostrzale określonymi rodzajami pocisków następujące zakresy głębokości wgniecenia podłoża (ryś. 6÷9) [11]:

- 12÷21 mm - 7, 62 mm pociskami z rdzeniem ołowianym o prędkości uderzenia  $420^{+15}$  m/s wystrzeliwanymi z pistoletu wz. 33 TT – 3 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 47,5÷70 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej normą;

- 4÷7 mm - 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wystrzeliwanymi z 7,62mm kbk AKM w obrębie dodatkowych wkładów balistycznych – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999. Uzyskano zmniejszenie głębokości wgniecenia podłoża (odkształcenia części badanych kamizelek) w zakresie 82,5÷90 % w stosunku do wielkości 40 mm dopuszczalnej normą.

### Wnioski

1. Przedstawiono propozycję ITB „Moratex” unowocześnienie trzech aktualnie użytkowanych kamizelek kuloodpornych, tj.: lekkiej na mundur LAW ENFORCEMENT, o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” i zewnętrznej dla służb specjalnych „FIGHTER”.

2. Unowocześnienie to polega na zastosowaniu w kamizelkach: nowej formy konstrukcyjnej ich poszyć, a także dla dwóch z nich doposażeniu we wkłady przeciwwięciowe obniżające strzałkę ugięcia



(zmniejszające uraz ciała człowieka), materiały dystansowe polepszające komfort użytkowania oraz w lekkie kompozytowe płyty kuloodporne, podwyższające miejscowo odporność balistyczną kamizelek.

3. Materiały i elementy dodatkowe zastosowane w opracowanych konstrukcjach kamizelek zostały poddane laboratoryjnym badaniom metrologicznym z wynikiem pozytywnym, bądź ich właściwości zostały potwierdzone stosownymi certyfikatami.

4. Wyniki badań laboratoryjnych odporności balistycznej dwóch opracowanych rozwiązań konstrukcyjnych unowocześnionych kamizelek kuloodpornych, które należało poddać takim badaniom są pozytywne dla wszystkich zaprojektowanych rodzajów pocisków dla poszczególnych części kamizelek w aspekcie zarówno braku przebić, jak i znaczącego obniżenia głębokości wgniecenia podłoża w stosunku do wielkości wymaganej PN-V-87000:1999.

5. Kamizelki kuloodporne: o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” i zewnętrzna dla służb specjalnych „FIGHTER” mogą być wyposażone w lekkie polietylenowe płyty kompozytowe umieszczone nie tylko w kieszeniach części przednich, ale również w kieszeniach części tylnych chroniąc użytkowników, w ich obrębie, przed 7,62 mm pociskami z rdzeniem stalowym PS o prędkości uderzenia  $710^{+20}$  m/s wystrzelowanymi z 7,62mm kbk AKM – 4 klasa kuloodporności wg PN-V-87000:1999.

6. Wszystkie rodzaje unowocześnionych kamizelek kuloodpornych znalazły już swoich odbiorców.

7. Kamizelka o zwiększonej odporności balistycznej „WARRIOR” została nagrodzona medalem w konkursie INNOWACJE 2008 na 4 Targach Techniki Przemysłowej, Nauki i Innowacji „Technicon – Innowacje”, Gdańsk 2008.

1. *Sprawozdanie z realizacji pracy badawczej nr 04.019.02.00.90: Udoskonalenie wyrobów ochronnych produkowanych w ITWW „Moratex”. ITWW „Moratex”, Łódź, 2004.*
2. *Sprawozdanie z realizacji pracy badawczej nr 05.029.02.00.90: Optymalizacja wkładów hybrydowych stosowanych w osobistych ochronach balistycznych. ITWW „Moratex”, Łódź, 2005.*
3. *Sprawozdanie z realizacji projektu badawczego nr 0 T00036 20: Wpływ rodzaju surowca włókienniczego, struktury tkackiej oraz sposobu wykończenia na właściwości maskowania w zakresie widzialnym i podczerwonym. ITWW „Moratex”, Łódź, 2003.*
4. *Sprawozdanie z realizacji pracy badawczej nr 08.023.02.00.90. (częściowe) Opracowanie nowych rozwiązań konstrukcyjnych, surowcowych i technologicznych nowych wyrobów o przeznaczeniu specjalnym. ITB „Moratex”, Łódź, 2008.*
5. *Raport z badań nr 266/2008. ITB „Moratex”, 2008, niepublikowane.*
6. *Raport z badań nr 50/2007. ITB „Moratex”, 2007, niepublikowane.*
7. *Raport z badań nr 265/2008. ITB „Moratex”, 2008, niepublikowane.*
8. *Wyniki z badań współczynnika reemisji dla koloru oliwkowo-zielonego. Dane ze sprawozdania z realizacji projektu badawczego nr 0 T00036 20. ITB „Moratex”, wyciąg 2008, niepublikowany.*
9. *Charakterystyka widmowa (reemisja) w zakresie 400-1100 mm dla próbki 548 w kolorze zielonym. PASAMON, Bydgoszcz, 2008, niepublikowane.*
10. *Raport z badań nr 029/2008W. ITB „Moratex”, 2008, niepublikowane.*
11. *Raport z badań nr 025/2008U. ITB „Moratex”, 2008, niepublikowane.*

#### Literatura