

Krzysztof JAMROZIAK

Wyższa Szkoła Oficerska Wojsk Lądowych im. gen. Tadeusza Kościuszki we Wrocławiu

OCENA OBRAŻEŃ OD BRONI PALNEJ W ŚWIETLE KRYTERIUM URAZOWOŚCI

Streszczenie: W pracy dokonano analizy literaturowej podstawowych kryteriów urazowości od broni palnej. Uwagę skoncentrowano na zjawisku towarzyszącemu w wyniku doznania rany postrzałowej. Zaprezentowano mapę stref zagrażających życiu w wyniku doznanych urazów postrzałowych. Na przykładzie 9 mm pocisku typu Parabellum zaprezentowano wybrane wyniki badań, których efektem było określenie niektórych parametrów w szacowaniu stopnia odniesionych obrażeń.

Słowa kluczowe: uderzenie balistyczne, rana postrzałowa, uraz ciała

1. WSTĘP

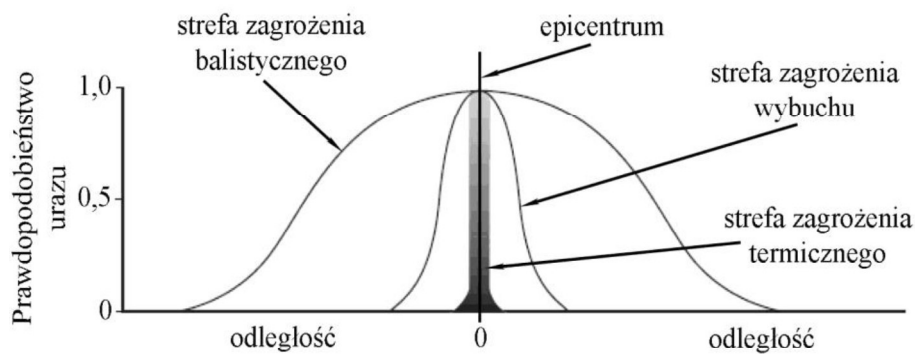
Obrażenia spowodowane od amunicji broni palnej są przedmiotem ważnych dociekań badań naukowych. Obrażenia te możemy przyporządkować w stosunku do prędkości wystrzeliwanych pocisków lub energii uderzenia. W przypadku prędkości uderzenia pocisku broni strzeleckiej rozróżnia się zasadniczo dwie kategorie [1]:

- prędkości uderzenia w przedziale 150÷400 m/s, które dotyczą użycia broni palnej typu pistolety, pistolety maszynowe, rewolwery,
- prędkości uderzenia w przedziale 400÷1200 m/s, które dotyczą użycia broni strzeleckiej maszynowej typu, karabinek karabin maszynowy, karabin wyborowy.

Innym często parametrem wpływającym na stopień urazowości organizmu ludzkiego w wyniku użycia broni jest klasyfikacja według transferu energii kinetycznej do organizmu ludzkiego w postaci:

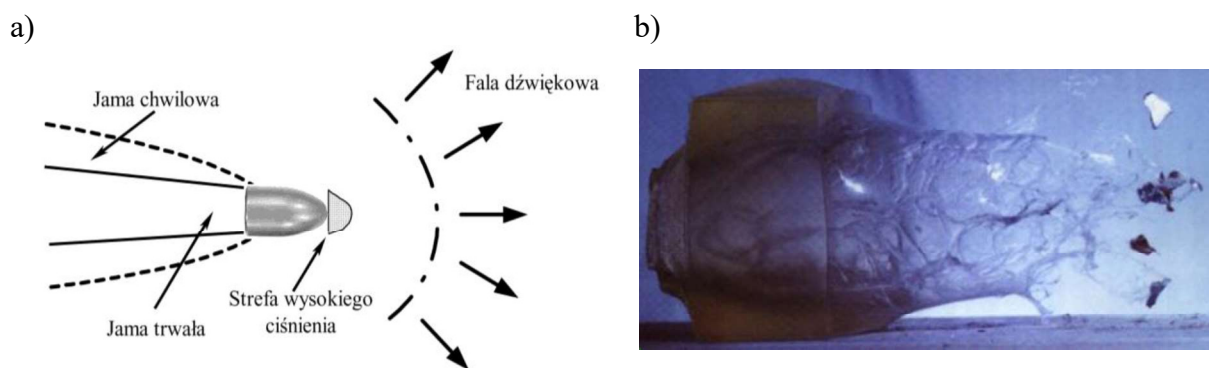
- niskiego użycia energii, w postaci pocisków wystrzeliwanych z broni pneumatycznej, broni nieśmiercionośnej (amunicji niepenetracyjnej) lub użycia noża,
- średniej energii, w postaci pocisków wystrzeliwanych z broni krótkiej (np. pistolety),
- wysokiej energii, w postaci pocisków wystrzeliwanych z broni wojskowej długiej lub myśliwskiej.

Nie należy także zapominać, że współczesne pole walki generuje także inne czynniki wpływające na obrażenia organizmu ludzkiego (pomijając urazy niewynikające z użycia środków ogniowych), a mianowicie efekt detonacji różnego rodzaju urządzeń wybuchowych (np. miny itp.) oraz towarzyszące wybuchom lub uderzeniom pocisków efekt termiczny. Prawdopodobieństwo odniesienia obrażenia można przedstawić na prostym schemacie (Rys. 1), z którego wynika, że ryzyko to zasadniczo wynika z odległości od epicentrum inicjacji.



Rys. 1. Schematyczne ujęcie stref zagrożenia odniesienia urazu

Prędkość i energia uderzającego pocisku decyduje o zjawisku towarzyszącym wnikaniu pocisku w tkankę organizmu (rys. 2).



Rys. 2. Zjawiska występujące w wyniku oddziaływania pocisku na tkankę ludzką [2]:
 a) proces rozchodzenia się fali akustycznej wraz z powstawaniem jamy chwilowej i trwałej,
 b) fotografia z szybkiej kamery przejścia pocisku przez blok żelatynowy

Doskonała znajomość zagadnień urazowości jak również ich zapobieganie zmniejsza liczbę ofiar w działaniach wojennych lub użycia broni palnej w środowisku cywilnym. W dalszej części pracy uwagę skoncentrowano na oddziaływaniu amunicji pistoletowej, na organizm ludzki. Na przykładzie literatury przedmiotu oraz badań własnych zaprezentowano za pomocą odpowiednich parametrów skutki jej użycia.

2. STAN WIEDZY

W zastosowaniach wojskowych rażenie przeciwnika poprzez energię uderzenia pociskami broni strzeleckiej lub fragmentującymi odłamkami należy rozpatrywać w kategorii rażenia formalnego i rażenia obalającego, które zazwyczaj prowadzi do pozbawienia jego życia. Z rażeniem formalnym mamy do czynienia, wówczas gdy rażony traci zdolność do działania po pewnym czasie, a w przypadku rażenia obalającego rażony traci natychmiast zdolność do działania. Wydawałoby się, że rażenie obezwładniające prowadzi jedynie do pozbawienia funkcji życiowych przeciwnika. Jest to mylne pojęcie, gdyż przy rażeniu formalnym nawet niewielki odłamek trafiający w nzwalgię część ciała może przeciwnika pozbawić funkcji życiowej, a rażenie obezwładniające, które z definicji jest nastawione na pozbawienie życia może okazać się niekonięcznie śmiertelne. Z tego względu człowiek przedstawia sobą cel o powierzchni około $0,5 \text{ m}^2$ [3], gdzie z ogólnej powierzchni 40% stanowią obszary szczególnie wrażliwe. Obszary te zdefiniowano w opracowaniu [4, 5]. Na tej podstawie

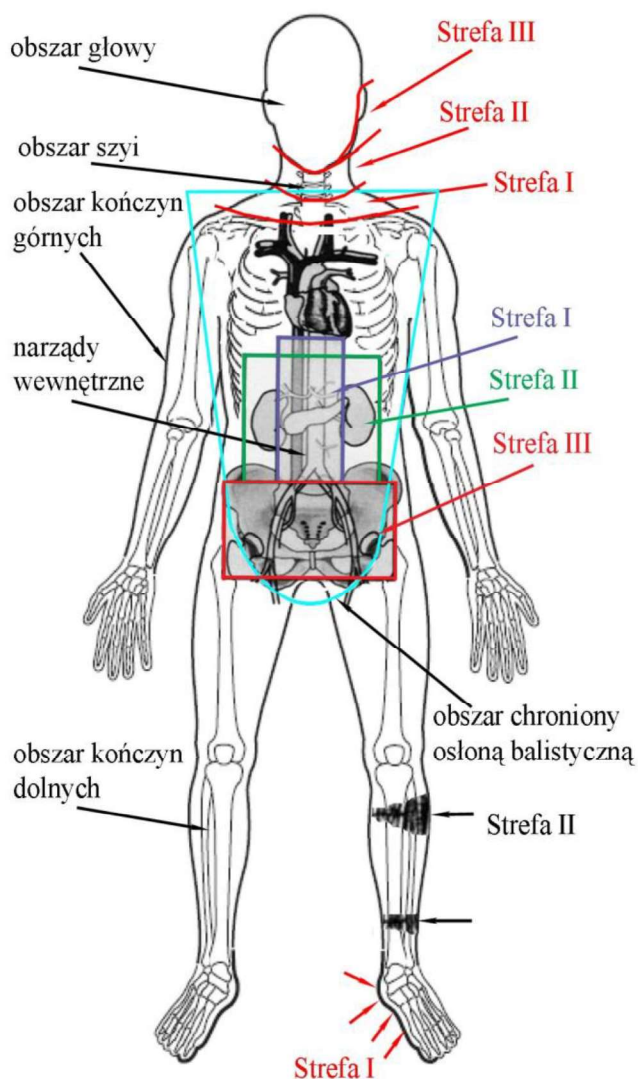
sporządzono mapę ciała człowieka z odpowiednimi strefami wrażliwymi na duże ryzyko pozbawienia funkcji życiowej (Rys. 3). W myśl tego dokonano także oceny skutecznej energii obalającej $E_{sk} = 150 \text{ J/cm}^2$, dla organizmu ludzkiego niechronionego elementami osobistej ochrony balistycznej. W przypadku zastosowania takich elementów (kamizelka kuloodporna) wartość energii skutecznej ulega zwiększeniu, która w dużej mierze uzależniona jest od prędkości skutecznej (v_{sk}), przekładającej się w ten sposób na powstawanie szoku wywołanego powstawaniem kanału chwilowego w tkance miękkiej organizmu człowieka [6]. W literaturze przyjmuje się następujące parametry związane ze względną energią kinetyczną (E_{kw}), przy których ryzyko odniesienia ran jest minimalne:

- $E_{kw} \geq 11 \text{ J/cm}^2$ dla odłamków o ostrych krawędziach,
- $E_{kw} \geq 17 \text{ J/cm}^2$ dla odłamków o gładkiej powierzchni.

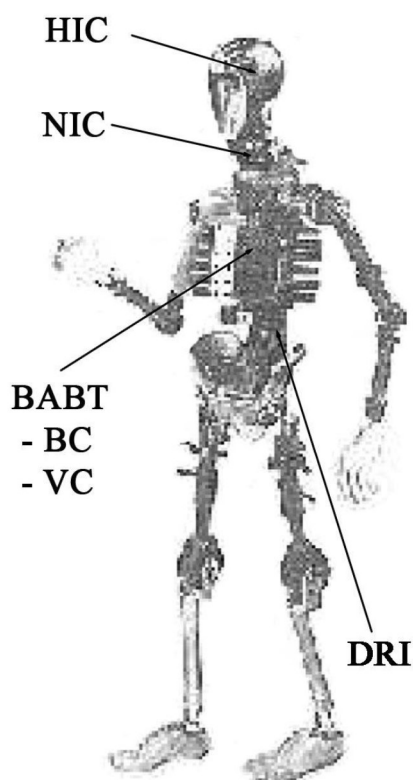
Projektowanie środków balistycznej ochrony osobistej lub projektowanie skutecznej amunicji należy odnieść do minimalnych wartości E_{kw} . Szczególnie związane jest to z analizą odniesioną do zjawiska fizycznego, biomechaniki i medycyny. Fizyczny sens dotyczy szczególnie parametrów związanych z uderzającym pociskiem, a mianowicie: energią uderzenia, pędem, obszarem oddziaływania energii uderzenia i gęstości energii uderzenia [7, 8]. W ujęciu biomechanicznym kryterium odniesionych obrażeń od broni palnej i środków pirotechnicznych związane jest z analizą zjawisk bezpośrednich ran postrzałowych lub obrażeń wynikających z tzw. Behind Armour Blunt Trauma (BABT) tępych urazów chronionych elementów organizmu ludzkiego (np. hełm kamizelka kuloodporna) [9, 10, 11]. Model prawdopodobieństwa urazu w tym zakresie należy odnieść do:

- energii uderzenia (gęstość),
- penetracji (deformacja),
- szybkości deformacji,
- przyspieszenia,
- dyssypacji.

Na podstawie prac [9, 10, 12] kryteria urazowości definiowane są odpowiednimi parametrami zgodnie z analizą wybranych części ciała ludzkiego, co przedstawiono na rysunku 4. Jak wykazano (Rys. 4) w przypadku kończyn górnych jak i dolnych brak jest jednoznacznych parametrów określających biomechaniczne aspekty obrażeń. Skalą tutaj są parametry w ujęciu medycznym, a podczas różnych testów przyjmuje się oddziaływanie siły niszczącej strukturę kostną przyjmując wymiar fizyczny obrażeń (por. Rys. 3). Więc w ujęciu biomechaniki urazowość sprowadza się do oceny za pomocą skali AIS (Abbreviated Injury Scale) lub TBI (Traumatic Brain Injury) [10, 13]. W medycznym znaczeniu kryterium urazowości odnosić należy przede wszystkim do oceny ryzyka na podstawie zranienia w stosunku do analizy przeżycia przejawiającymi się bezpośrednio odniesionymi ranami postrzałowymi, w wyniku, których doznano urazów naczyniowych lub pośrednio wynikających z efektów akustycznych lub termicznych towarzyszących zjawisku strzału/wybuchu albo też definiowanych, jako tępych urazów (BABT).



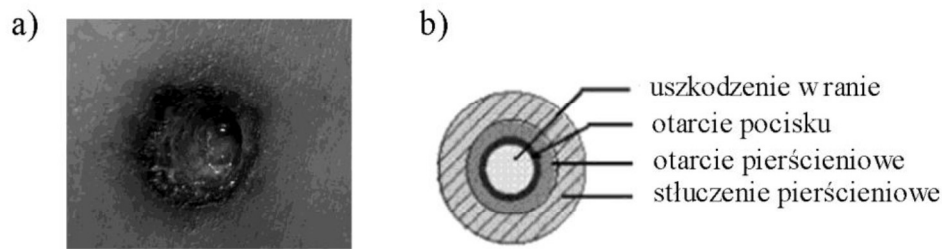
Rys. 3. Mapa obrażeń organizmu ludzkiego: obszar głowy, obszar szyi: strefa I – pomiędzy obojczykiem i chrząstką pierścieniową; strefa II - między chrząstką pierścieniową i kątem żuchwy; strefa III pozostały obszar nad żuchwą, obszar torsu: strefa I - wokół aorty, strefa II – okolonerkowego, strefa III – miednicy, kończyn dolnych: strefa I - bezpośredniego przeniesienia impulsu i obciążenia osiowego, strefa II - pośredniego ścinania kości [14,15]



Rys. 4. Parametry opisujące kryteria urazowości :uraz głowy: HIC – Head Injury Criterion, uraz odcinka szyjnego kręgosłupa: NIC - Neck Injury Criterion, uraz spowodowany wtórnym oddziaływaniem osłony balistycznej na klatkę piersiową: Behind Armour Blunt Trauma (BABT), kryterium tępego urazu: BC - Blunt Criterion, kryterium wiskotyczne: VC – Viscous Criterion, uraz odcinka lędźwiowo-piersiowego: DRI – Dynamic Response Index [10, 12, 16, 17]

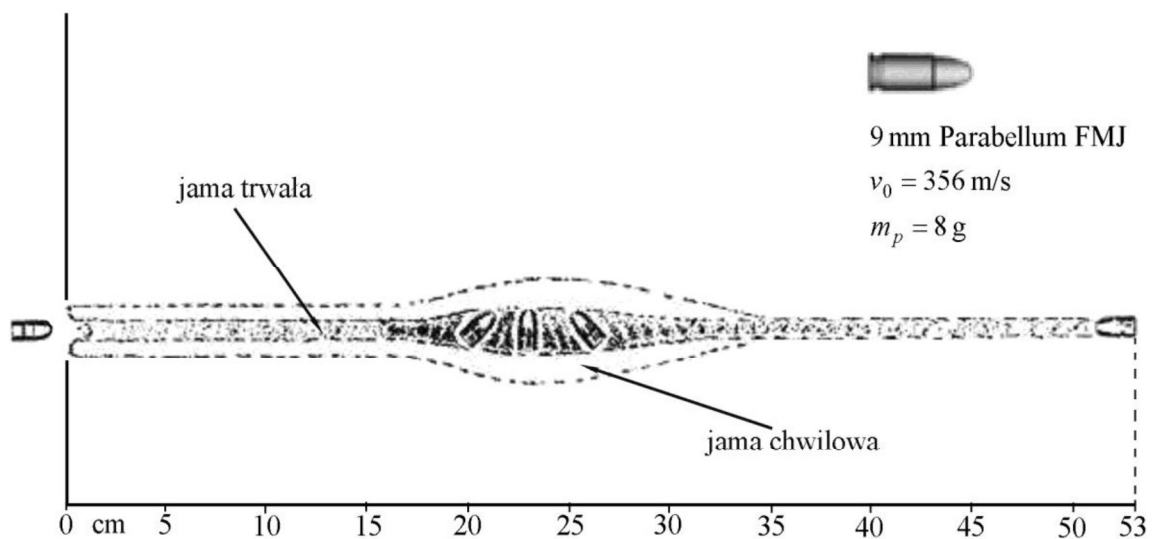
3. UJĘCIE PROBLEMU

Obrażenia postrzału spowodowane są działaniem kinetycznym pocisku na organizm ludzki. W wyniku interakcji pocisku z tkanką następuje powstawanie rany postrzałowej, której charakterystyka związana jest ze średnicą pocisku, kształtem i jego budową oraz liniową i obrotową prędkością, a także rodzajem uderzanej tkanki (miękka, twarda). Schemat przedstawiono na rysunku 5.



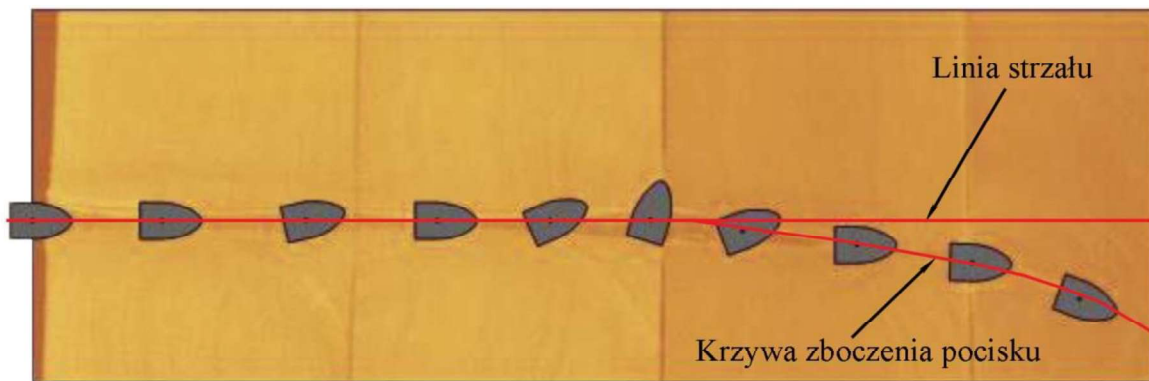
Rys. 5. Widok rany postrzałowej: a) kanał po wejściu pocisku lekko pod kątem w tkankę, b) schemat definiujący obszary wokół przestrzelenia tkanki [16]

Jak wykazano na przykładzie przeglądu literatury przedmiotu [2, 16, 18-20] rozróżnia się dwa rodzaje ran postrzałowych, a mianowicie trwałe i czasowe. Jama trwała powstaje na skutek martwicy komórek, a jej zakres jest proporcjonalny do kalibru pocisku gdyż przechodzi przez tkankę. Natomiast jama chwilowa pulsująca jest kilkadziesiąt razy większa niż kaliber pocisku i powstaje na skutek prostopadłego przemieszczania się tkanki miękkiej w stosunku do toru lotu pocisku. Gdy standardowy pocisk wystrzelony z broni palnej uderza w miękką materię tworzony jest kanał postrzałowy, w którym wyodrębni się trzy charakterystyczne fazy: wąski kanał (jama trwała) i podstawowa chwilowa jama oraz końcowy wąski kanał (jama trwała) [21-24]. Geometria kawerny postrzałowej uzależniona jest od rodzaju amunicji i prędkości pocisku. Jama trwała tworzona jest na długości 15-25 cm o średnicy zazwyczaj 1,5 kalibru pocisku. Jama tymczasowa otwiera się do średnicy 10-15 kalibrów większej w stosunku do jamy trwałej. Przykład symulowanej kawerny postrzałowej przedstawiono na Rys. 6.



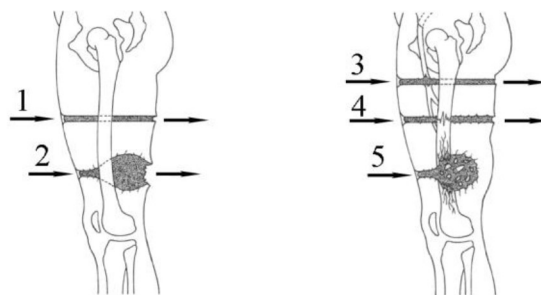
Rys. 6. Profilowany tunel postrzałowy w bloku żelatynnym nieodkształcalnego pocisku pistoletowego z charakterystycznym koziółkowaniem [24]

Z analiz ran postrzałowych [19, 25] nieskomplikowanych tkanek miękkich 9 mm pociskiem Parabellum tunel postrzałowy jest o kształcie długiej i wąskiej jamy tworzącej kształt zboczenia w stosunku do osi kierunku lotu pocisku i nie wykazuje tendencji koziółkowania (Rys. 7). Tymczasowa kawitacja jest długa i wąska co wpływa korzystnie na stopień urazowości.



Rys. 7. Tor 9 mm pocisku pistoletowego Parabellum w symulowanym bloku z mydła [25]

Rany postrzałowe skomplikowane niestety powodują liczne obrażenia rozległe w postaci skomplikowanego niszczenia tkanek twardych [26, 27] co zobrazowano na rysunku 8.



Rys. 8. Przykład ran postrzałowych na przykładzie kończyn dolnych [19]:

1) prosty uraz postrzałowy tkanki miękkiej, 2) uszkodzenie tkanki miękkiej z powodu dużej prędkości pocisku, 3) rana postrzałowa powodująca uraz tętnicy udowej, 4) uraz postrzałowy przy niskiej prędkości pocisku z prostym pęknięciem kości, 5) rana postrzałowa w wyniku dużej prędkości uderzenia pocisku z licznymi rozdrobnieniami złamania kości

W ujęciu literatury [28-30] typologia ran odniesionych od użycia broni palnej zarówno w zakresie bezpośredniego postrzału jak i tępego urazu spowodowanego oddziaływaniem osłony balistycznej lub wynikającej na skutek detonacji środków pirotechnicznych, w zakresie bezpośredniego oddziaływania na organizm ludzki lub urazu akustycznego stan odniesionych obrażeń jest podzielony na pewną klasyfikację. Ta klasyfikacja powoduje szybkie i proste udzielenie pomocy poszkodowanemu. Metodę tą oparto na metodyce opracowanej przez Międzynarodowy Czerwony Krzyż RCWS (Red Cross Wound Score) [20]. Punktacja oparta jest na następujących sześciu głównych cechach ran: rany skórne, czyli maksymalna średnica wejścia (E) i wyjścia ran (X), wielkość jamy lub brak jamy (C), uszkodzenie istotnych struktur (V), złamanie (F) oraz widoczne elementy metalowe, czyli pociski lub ich fragmenty w obrębie rany (M). W ten sposób rana jest klasyfikowana w zależności od:

- ciężkości urazu tkanek,
- struktury uszkodzenia tkanki.

Przykład klasyfikowania obrażeń zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Klasyfikacja obrażeń według RCWS [20]

Oznaczenie	Metoda oceny	Skala oceny	Wyszczególnienie
E (entry)	Maksymalna średnica rany wejściowej określona w centymetrach	centymetr	
X (exit)	Maksymalna średnica rany wyjściowej określona w centymetrach	centymetr	X=0 w przypadku braku rany wylotowej rana dostaje zero punktów
C (cavity)	Wielkość jamy	C0, C1	Czy jama rany jest wielkości na dwa palce przed zabiegiem chirurgicznym? C0-nie, C1-tak
F (fracture)	Doznanie złamania	F0, F1, F2,	Czy są jakieś kości złamane? F0-brak, F1-proste złamanie, otwór lub nieistotne rozdrabniania, F2-klinicznie istotne rozdrabniania
V (vital structure)	Istotne struktury	V0, VN, VT, VA, VH	Występowanie obrażeń opony, opłucnej, otrzewnej lub dużych naczyń obwodowych V0-brak doznania ran istotnych struktur, VN-(neurologiczne) penetracja w oponę mózgu lub rdzenia kręgowego, VT-(klatka piersiowa lub szyja) penetracja w opłucnej lub krtani/tchawicy w szyi, VA-(brzuch) penetracja otrzewnej, VH-(krwotok) uraz głównych naczyń krwionośnych obwodowych ramiennych i tętnic podkolanowych a także tętnicy szyjnej w szyi
M (metallic body)	Ciała (obiekt) metaliczne	M0, M1, M2	Czy są widoczne fragmenty pocisku lub pociski na zdjęciu rentgenowskim? M0-nie, M1-tak jedno ciało metaliczne, M2-tak wiele ciał metalicznych

4. METODYKA BADAŃ

Badania przeprowadzono na torze balistycznym z broni bojowej typu: pistolet maszynowy PM-84p oraz strzelba gładkolufowa KARATAY TK-355 kal. 12/76 [7]. W prowadzonych testach szacowania podstawowych parametrów wystrzeliwanych pocisków/śrutu posłużono się częściowo normą PN EN 15 22 [31] wykorzystując następującą aparaturę pomiarową:

- urządzenie do pomiaru prędkości CED Millennium Chronograph,
- zestaw radarowy Dopplera Weibel SL-525PE,
- inne oprzyrządowanie, w tym niezbędne do mocowania określonych próbek.

W części zasadniczej testu balistycznego celem był pomiar prędkości wylotowych pocisków, na podstawie których można było szacować takie parametry jak:

- energię uderzenia:

$$E_k = \frac{mv^2}{2} \quad (1)$$

- pęd:

$$p = mv \quad (2)$$

– obszar oddziaływania:

$$A = \pi \left(\frac{d}{2} \right)^2 \quad (3)$$

– gęstość energii uderzenia:

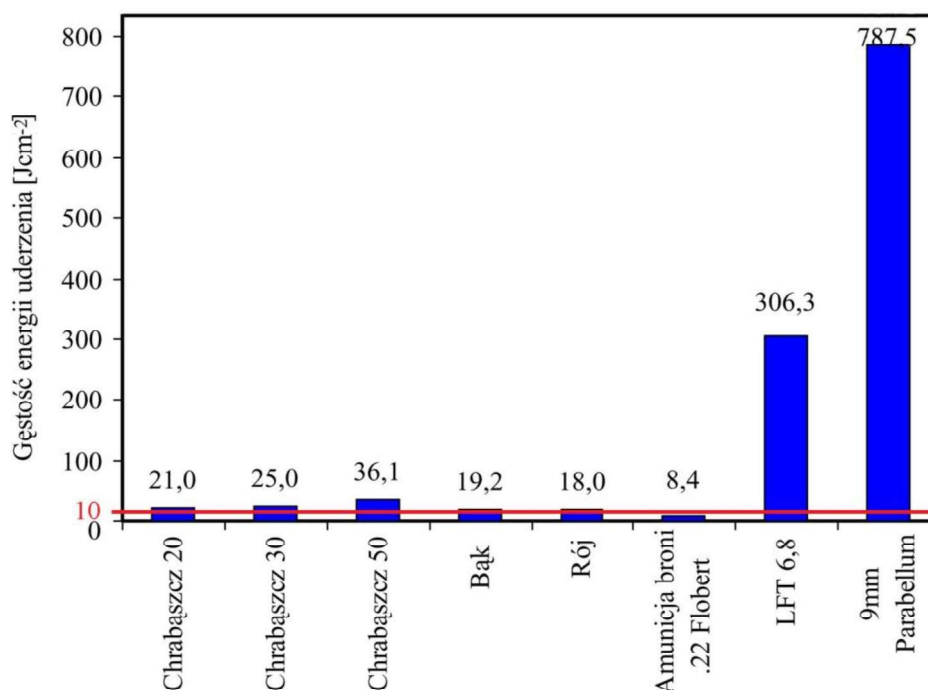
$$\rho = \frac{E_k}{A} = \frac{2mv^2}{\pi d^2} \quad (4)$$

gdzie: m – masa pocisku, v – prędkość pocisku, d – kaliber pocisku, A – pole powierzchni odniesione do przekroju poprzecznego pocisku, E_k – energia kinetyczna pocisku.

Następnym krokiem było rejestrowanie dynamicznych ugięć wkładu balistycznego zbudowanego z układów aramidowych na osnowie epoksydowej stosowanych w osłonach balistycznych ochrony osobistej.

5. WYNIKI BADAŃ

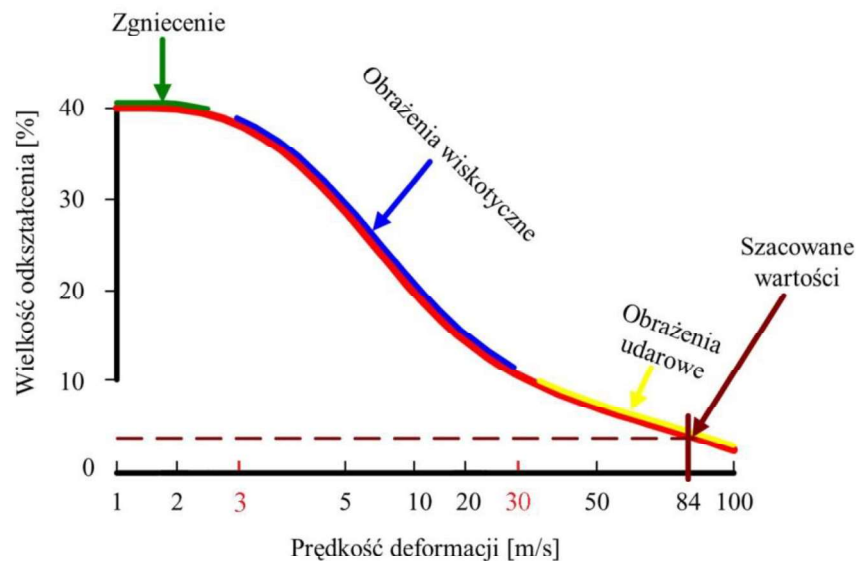
W celu szacowania parametrów związanych z obrażeniami w wyniku użycia broni palnej, pistoletu wystrzeliwującego 9 mm naboje 9x19 mm Parabellum o masie 8 g przeprowadzono szereg testów pozwalających stwierdzić skuteczność broni i zakres obrażeń. Jednym z podstawowych kryteriów było określenie skutecznej energii uderzenia, gęstości energii uderzenia i innych parametrów. Wybrane wyniki zestawiono na rysunku 9.



Rys. 9. Zestawienie gęstości energii uderzenia amunicji wystrzeliwanej z broni palnej. Linia czerwona określa zakres parametru amunicji nieśmiercionośnej (niepenetracyjnej)

Na powyższym wykresie zestawiono parametry związane z gęstością energii uderzenia amunicji stosowanej przede wszystkim w policji. Naboje typu Chrabąszcz, Bąk, Rój i LFT 6,8 są wystrzeliwane ze strzelb gładkolufowych. Amunicja .22 Flobert jest stosowana w broni hukowej. Wartością progową przyjmowaną za optymalną wartość (linia czerwona) to 10 J/cm² [31]. W tym przypadku gęstość energii uderzenia 9 mm pocisku Parabellum jest 78 razy większa od progowej, bezpiecznej dla życia ludzkiego. W innych badaniach szacowano możliwości odniesienia tępego urazu klatki piersiowej na skutek analiz dynamicznych ugięć

balistycznych osłon przeznaczonych do kamizełek kuloodpornych. Wynikiem było między innymi opracowanie określonych wartości w postaci wykresu na podstawie opracowań [9, 33]. Przykład zobrazowano na rysunku 10. Charakterystycznym przy tego typu obrażeniach jest to, że obrażenia balistyczne w wyniku postrzału z broni palnej charakteryzują się stosunkowo małą wielkością odkształcenia elementów narażonych na uder balistyczny, ale prędkość deformacji jest tutaj znaczna, ponieważ fala uderzeniowa jest dominującym czynnikiem wpływającym na uraz. Zatem kryterium wiskotyczne odgrywać będzie znikomą rolę, ponieważ jego oddziaływanie zawiera się w przedziale 3-30 m/s prędkości deformacji, a więc szacowanie obrażeń od uderzeń balistycznych wymaga nieco odmiennego podejścia do zjawisk towarzyszących w wyniku wnikania pocisku w elementy chronione organy ludzkie, jak i ich penetrację.



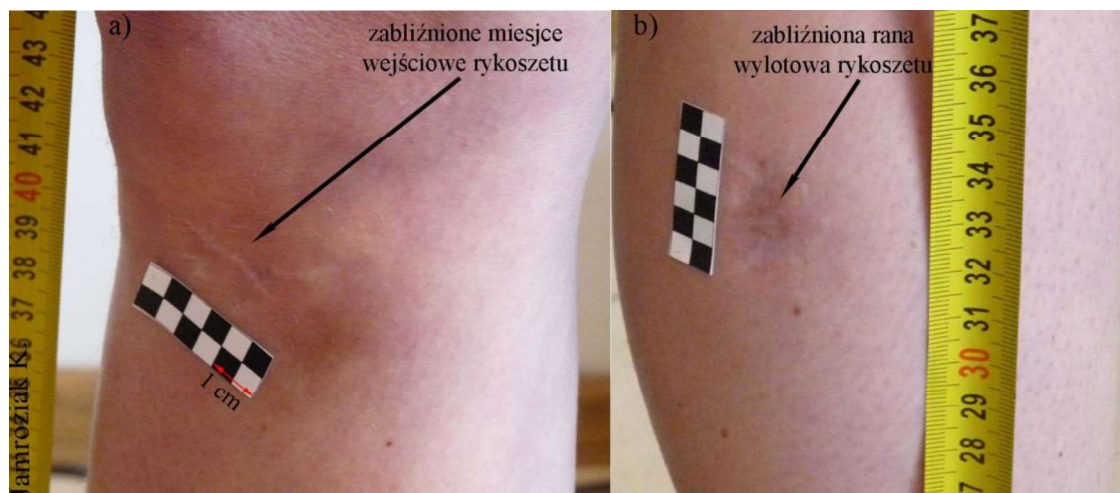
Rys. 10. Szacowane odkształcenie klatki piersiowej przy uderzeniu 9mm pociskiem FMJ z prędkością wylotową $v_0 = 352$ m/s w osłonę aramidową

Przybliżając wpływ fali uderzeniowej (por. Rys. 2a) na organizm ludzki wykonano szereg eksperymentów w zakresie symulowania wnikania 9 mm pocisku Parabellum w organizm ludzki. Podczas eksperymentu balistycznego dokonano oględzin tworzenia się tunelu trwałego po postrzale nabojem pistoletowym ze szczególnym uwzględnieniem miejsca wejścia i wyjścia pocisku. Efekt ten przedstawiono na Rys. 11. Eksperyment przeprowadzono strzelając do próbki wykonanej z materiału balistycznego, która została przestrelona i dalej tworzył się tunel postrzałowy w bloku plasteliny balistycznej. Tunel ten jest pewnym odwzorowaniem przejścia pocisku o małej prędkości uderzenia przez tkankę miękką.



Rys. 11. Kawitacja 9 mm pocisku Parabellum w bloku plasteliny balistycznej w wyniku przestrzelenia układu aramidowego: a) ostrzelany układ nabojem 9x19 mm z pistoletu maszynowego PM-84p przy prędkości $v_0 = 355$ m/s, b) charakterystyczny otwór wejściowy wraz jamą trwałą, c) otwór wyjściowy, d) zdeformowany pocisk

W ostatnim kroku szacowania obrażeń od broni palnej w świetle kryterium urazowości było zobrazowanie skutków użycia pistoletu typu Walter P99 na organizm ludzki. Wystrzelony pocisk 9 mm typu FMJ Parabellum (Full Metal Jacket - pocisk pełnopłaszczkowy) w niewielkim pomieszczeniu na skutek rykoszetowania dokonał penetracji kończyny dolnej (okolice podudzia) czego następstwem było poza uszkodzeniem tkanki miękkiej uszkodzenie tkanki twardej w postaci wieloodłamkowego złamania bliżej trzonu kości piszczelowej. Powstała w ten sposób ranę według typologii RCWS w ujęciu medycznym można opisać E,X,F2. Zakres tego uszkodzenia przedstawiono na Rys. 12.

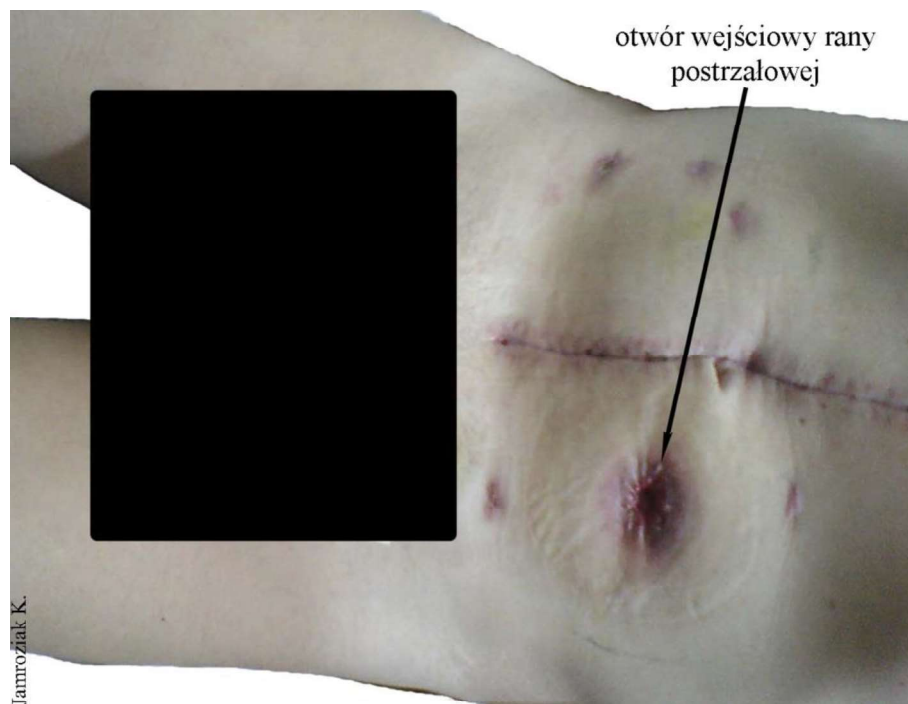


Rys. 12. Uszkodzenia w wyniku doznanego postrzału od rykoszetującego 9 mm pocisku FMJ Parabellum: a) zabliźniona rana od uderzenia rykoszetującego pocisku, b) ślad po wyjściu pocisku

Udokumentowane ślady postrzelonej kończyny dolnej wykonano po rocznej rekonwalescencji. Poniżej kolana można dostrzec zabliźnioną ranę wejściową pocisku o wymiarach ok. 2,5x1,0 cm (por. Rys. 12a). Jest to ślad po ranie wejściowej

zrykoszetowanego pocisku. Pocisk wchodząc w kończynę dolną w trakcie penetracji dokonywał koziółkowania, co w ten sposób przyczyniło się do powstania tak licznych obrażeń. Rana wyjściowa powstała na podudziu (Rys. 12b) to ślad wielkości ok. 2,0x1,0 cm.

Na poniższym rysunku (Rys. 13) przedstawiono ranę postrzałową w brzuch z bliskiej odległości (ok. 1,5 m) typu VA. W wyniku tego urazu uszkodzeniu uległa kątnica, esica oraz inne elementy jelita. Jak pokazano na Rys. 13 ta rana postrzałowa wizualnie charakteryzuje się elementami określonymi zgodnie z Rys. 5. Szybka reakcja zespołu medycznego i właściwa ocena przyczyniła się do uratowania życia.



**Rys. 13. Rana postrzałowa brzucha z pistoletu Walter P99 nabojem 9x19 mm FMJ o masie 8 g.
Widok rany postrzałowej po zabiegu chirurgicznym**

6. PODSUMOWANIE

Przedstawiona w pracy analiza wybranych zagadnień z kryteriów urazowości od broni palnej jest ważnym obszarem dociekań naukowych. Znajomość odniesionych ran postrzałowych od strony zjawiska fizycznego, biomechaniki i medycyny pozwala na opracowanie odpowiedniej metodyki zapobiegania i minimalizacji śmiertelności. W zakresie fizycznym i biomechanicznym znajomość poszczególnych parametrów broni i amunicji oraz modeli kryterium urazowości ukierunkowane jest na opracowywanie amunicji niepenetracyjnej, której zadaniem jest przede wszystkim powodowanie jak najmniejszych obrażeń w organizmie ludzkim. W przypadku stosowania amunicji penetracyjnej zadaniem analiz takich jest opracowywanie coraz to doskonalszych osłon balistycznych ochrony osobistej, gdzie należy szczególnie rozpatrywać obszary i miejsca o dużej śmiertelności (Rys. 3-4). Wpłyne to korzystnie na zoptymalizowanie nowoprojektowanej osłony balistycznej. Z medycznego punktu znaczenie jest szczególne, a mianowicie szybkie i proste opisywanie obrażeń od broni palnej przyczynia się do szybkiej pomocy chirurgicznej, w której wymagane są określone czynności celem zabezpieczenia życia ludzkiego.

Jak wykazano w badaniach własnych rany postrzałowe z pistoletu 9 mm nabojem powodują groźne obrażenia organizmu ludzkiego (Rys. 12-13) z możliwością utraty życia.

W zaprezentowanych badaniach porównawczych amunicji niepenetracyjnej o pociskach gumowych (Chrabaszcz 20, 30, 50 oraz Bąk, Rój i .22 Flobert) z nabojem pistoletowym 9x19 mm Parabellum wyraźnie wykazano kilkudziesięciokrotne większe wartości naboju pistoletowego, niż wartości określone dla bezpiecznych parametrów amunicji nieśmiertelnej (non lethal) (Rys. 9). Na podstawie analiz kawitacji naboju pistoletowego (9x19 mm FMJ) powstająca jama trwała i jama tymczasowa po postrzale z broni palnej uzależniona jest od prędkości pocisku oraz rodzaju i budowy pocisku. W większości przypadków pocisk 9 mm typu Parabellum napotykając tkankę miękką nie powoduje poważnych obrażeń w organizmie. Charakterystyczna rana postrzałowa (wejście) jest ok. 2 kalibrów większa niż kaliber pocisku, ale już wyjście to otwór dość poważnych rozmiarów (por. Rys. 11). Pocisk napotykający tkankę twardą lub penetrujący obszar, który powinien być chroniony (dotyczy żołnierzy i służb mundurowych) powoduje duże szkody w organizmie (por. Rys. 13).

Reasumując, projektując osłony balistyczne ochrony osobistej należy uwzględnić zagrożenia typu Behind Armour Blunt Trauma, ponieważ jak zobrazowano na Rys. 10 zasadniczym czynnikiem powodującym urazowość jest tutaj fala uderzeniowa (pow. 30 m/s). Wyeksponowane przykłady obrażeń w postaci ran postrzałowych we współczesnym świecie stają się już normą, co często słyszy się o „szaleńcach” w USA, a ostatnio w Europie Zachodniej wyłączając obszary konfliktów zbrojnych. Znajomość skutków i wysoka edukacja w zakresie użycia broni palnej może ten wzrost incydentów zatrzymać.

LITERATURA

- [1] Jamroziak K.: Identyfikacja właściwości materiałów w balistyce końcowej. Wydawnictwo Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2013.
- [2] Mahoney F.P., Ryan J.P., Brooks A.J., Schwab C.W. (ed.): Ballistic trauma. A practical guide. Secondo edition, Springer-Verlag, London 2005.
- [3] STANAG 4512: Dismounted Personnel Target. Ed. 1. North Atlantic Treaty Organization 2004.
- [4] Kochański S.: Małokalibrowa broń samoczynna. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1989.
- [5] Baskin T.W., Holcomb J.B.: Bombs, mines, blast, fragmentation, and thermobaric mechanisms of injury. [in:] Mahoney F.P., Ryan J.P., Brooks A.J., Schwab C.W. (ed.): Ballistic trauma. A practical guide. Secondo edition, Springer-Verlag, London 2005.
- [6] Jenkins D., Dougherty P.: Guns and bullets. Part 2. The effect of bullets. [in:] Mahoney F.P., Ryan J.P., Brooks A.J., Schwab C.W. (eds.): Ballistic trauma. A practical guide. Secondo edition, Springer-Verlag London 2005.
- [7] Jamroziak K.: Nieśmiertelna broń o działaniu kinetycznym w odniesieniu do przepisów prawa. [w:] Netczuk R. (red.): Użycie broni palnej jako środka przymusu bezpośredniego. Aspekty prawne. Wydawnictwo Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2015, s. 247-263.
- [8] Koene B., Id-Boufker F., Papy A.: Kinetic Non-Lethal Weapons. Netherlands Annual Review of Military Studies 2008.
- [9] Bir C., Eck J.: Preliminary analysis of blunt ballistic impacts to the abdomen. [in:] Gilchrist M.D. (ed.): IUTAM Proceedings on Impact Biomechanics. From Fundamental Insights to Applications. Wayne State University, Printed in the Netherlands, 2005, p. 25-32.
- [10] Tejszerska D., Świtoński E., Gzik M.: Biomechanika narządu ruchu człowieka. Wyd.1. Instytut Technologii Eksploatacji - PIB, Radom, 2011.

- [11] Canzon L.: Behind Armour Blunt Trauma - an emerging problem. *J. R. Army. Med. Corps.*, vol. 147, 2001, p. 87-96.
- [12] Krzystała E., Kciuk S., Mężyk A.: Identyfikacja zagrożeń załogi pojazdów specjalnych podczas wybuch. Instytut Technologii Eksploatacji - PIB, Radom, 2012.
- [13] Stoyanovski M., Grozeva M.: Current concepts on the morphogenesis of craniocerebral injuries. *Trakia J. Sci.* vol. 3(4), 2005, p. 1-5.
- [14] Hoyt D.B., Coimbra R., Potenza B.M., Rappold J.F.: Anatomic exposures for vascular injuries. *Surg. Clin. North. Am.*, vol. 81(6), 2001, No. 1317.
- [15] Monson D.O., Saletta, J.D., Freeark, R.J.: Carotid Vertebral Trauma. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, vol. 9 (12), 1969, p. 987-999.
- [16] Jamroziak K.: Próba oceny urazu głowy w ochronie balistycznej miękkiej. *Modelowanie Inżynierskie*, zeszyt 42(11), 2011, s. 179-190.
- [17] Krzystała E.: Ochrona przeciwminowa załogi pojazdów specjalnych. *Aktualne problemy Biomechaniki*, zeszyt nr 4, 2010, s. 289-294.
- [18] Di Maio V.J.M.: *Gunshot Wounds*. 2nd eds. Boca Raton, FL, CRC Press, 1999.
- [19] Ordog G.J. (ed): *Management of Gunshot Wounds*. Elsevier, New York, United States 1988.
- [20] Coupland R.M.: *War Wounds of Limbs. Surgical Management*. 1st Ed. Butterworth-Heinemann Ltd, International Committee of Red Cross, Spain, 1993.
- [21] Fackler M.L., Malinowski J.A.: The wound profile: a visual method for quantifying gunshot wound components. *J. Trauma*, vol. 25, 1985, p. 522-529.
- [22] Bowen T.E., Bellamy R.F.: *Emergency war surgery*, Second United States Revision of the *Emergency War Surgery Handbook*. United States Department Of Defence, Washington, DC, 1988, p. 13-33.
- [23] Fackler M.L., Bellamy R.F., Malinowski J.A.: The wound profile: illustration of the missile-tissue interaction. *J. Trauma*, vol. 28, 1988, (Suppl): S21-S29.
- [24] Fackler M.L.: 1996 Gunshot Wound Review. *Annals of Emergency Medicine*, vol. 28(2), 1996, p. 194-203.
- [25] Kneubuehl B.P., Coupland R.M., Rothschild M.A., Thali M.J.: *Wundballistik, Grundlagen und Anwendungen*. [in:] *Wound Ballistics, Basics and Applications*, Springer-Verlag 2008.
- [26] Ramasamy A., Hill A.M., Phillip R., Gibb I., Bull A.M.J., Clasper J.C.: The modern "deck-slap" injury – calcaneal blast fractures from vehicle explosions. *J. Trauma*, vol. 71, 2011, p. 1694-1698.
- [27] Nechaev E. A., Gritsanov A. I., Fomin N. F., Minnullin I. P.: *Mine blast trauma*. Russian Federation Ministry of Public Health and Medical Industry, St. Petersburg 1984.
- [28] Woloszyn J.T., Uitvlugt G.M., Castle M.E.: Management of civilian gunshot fractures of the extremities. *Clin. Orthop. Relat. Res.*, vol. 226, 1988, p. 247-251.
- [29] Fingerhut A., Leppäniemi A., Androulakis G., Archodovassilis F., Bouillon B., et al: The European experience with vascular injuries. *Surg. Clin. North. Am.*, vol. 82 (1), 2002, p. 175-188.
- [30] Neuenschwander J., Coupland R., Kneubuehl B., Baumberger V.: *Wound Ballistics: An introduction for health, legal, forensic, military and law enforcement professionals*. ICRC, Geneva 2008.
- [31] Polska Norma, PN-EN 1522: Okna, drzwi, żaluzje i zasłony. Kuloodporność. Wymagania i klasyfikacja. PKN, Warszawa 2000.
- [32] Sellier K.G., Kneubuehl B.G.: *Wound Ballistics and the Scientific Background*. Elsevier, Amsterdam, 1994.
- [33] Tejszerska D., John A., Duda M.: Model i analiza statyczna klatki piersiowej dziecka. *Aktualne problemy Biomechaniki*, zeszyt nr 3, 2009, s. 221-226.

EVALUATION OF GUNSHOT WOUNDS IN ASPECT OF INJURY CRITERION

Abstract: In the paper the analyze of literature concerning the basic injury criteria of gunshot was conducted. The attention was focused on the physical effects within the human body caused by a gunshot. The map of areas of life-threatening injuries suffered as a result of gunshot was presented. Selected results of estimating the degree of injuries caused by 9 mm Bullet type Parabellum was presented and discussed.