

Tomasz SMAL

## NAPRAWA SYSTEMÓW UZBROJENIA W CZASIE DZIAŁAŃ BOJOWYCH

### CZĘŚĆ 1 – CHARAKTER, ZASADY I TECHNOLOGIA

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono istotę i zasady systemu napraw w trakcie działań bojowych w aspekcie wykorzystania metod doraźnych (prowizorycznych, improwizowanych). Na wstępie zdefiniowano procedury systemu napraw polowych i opisano zasady i charakter napraw doraźnych. Dodatkowo omówiono dokumenty regulujące tę problematykę. Ponadto scharakteryzowano system napraw doraźnych w wybranych armiach sojuszniczych, aby wskazać jego podstawowe elementy, które są wspólne dla wszystkich sojuszników. Elementy te zostały również krótko opisane.

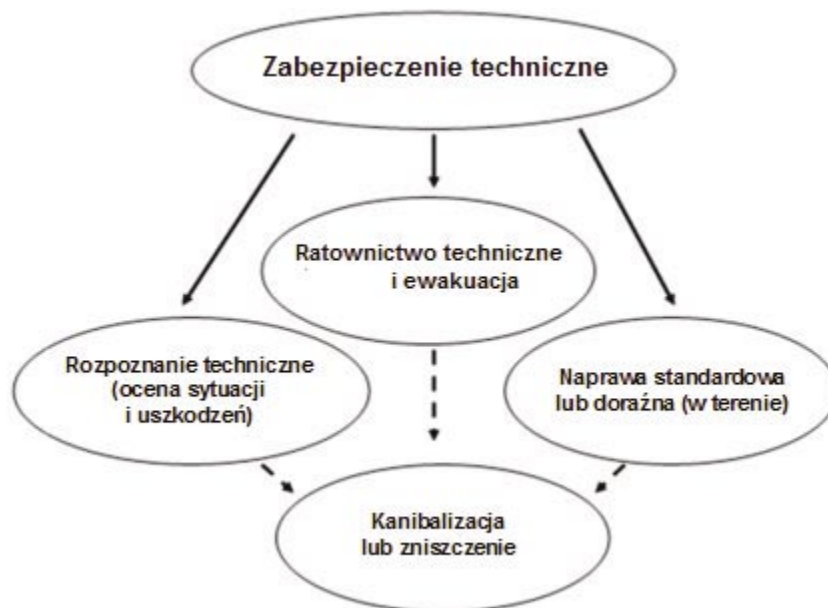
**Słowa kluczowe:** systemy uzbrojenia, system napraw polowych, naprawy doraźne.

#### 1. WSTĘP

Ze względu na zobowiązania sojusznicze Siły Zbrojne RP muszą być mobilne, interoperacyjne, dobrze wyposażone, wyszkolone i dowodzone, a także zdolne do działania w złożonych warunkach, a wreszcie winny posiadać autonomię logistyczną [8], [9]. Ponadto polskie wojska prowadzą w ostatnich latach liczne operacje poza granicami kraju, realizując często zadania w strefach pozbawionych środków prowadzenia walki, eksploatując sprzęt wojskowy w trudnych warunkach terenowych i klimatycznych [6]. W takich warunkach często dochodzi do awarii, które nie występują w trakcie zwykłego użytkowania sprzętu w warunkach pokojowych. Oprócz uszkodzeń wynikających z intensywnej eksploatacji i działań bojowych może również gwałtownie wzrastać liczba awarii spowodowanych wypadkami, zwykle wynikających z przeszkód terenowych, ograniczonej widoczności i dużej dynamiki działań. Z tego powodu państwa, które od dziesięcioleci uczestniczą w różnych konfliktach zbrojnych i operacjach pokojowych, szukają nowych doraźnych metod naprawy systemów uzbrojenia bezpośrednio w strefie działań bojowych.

Działania bojowe to bardzo dynamiczne procesy zmieniające się w czasie i przestrzeni. Sytuacja bojowa i taktyczna zmienia się na polu walki gwałtownie i w sposób niespodziewany. W tym czasie determinowane są wszystkie procesy zabezpieczenia technicznego, które wymagają precyzyjnego planowania, organizacji i nadzoru. Uwzględniając ten punkt widzenia, można stwierdzić, iż system zabezpieczenia technicznego spowalnia dynamikę i tempo walki. Z tego względu zabezpieczenie techniczne często ogranicza się do podstawowych czynności, czyli szybkiej oceny sytuacji, ratownictwa technicznego i ewakuacji, naprawy doraźnej, kanibalizacji lub niszczenia sprzętu, którego nie można ewakuować ani naprawić (rys. 1).

Jako że zasoby techniczne (osobowe, narzędzia i części) są ograniczone, niezbędne jest właściwe gospodarowanie nimi. Załogi pojazdów muszą niezwłocznie wykonywać naprawy w miarę możliwości we własnym zakresie, zamiast od razu wzywać służby techniczne do wykonania prostych czynności mechanicznych. Podstawowym celem napraw na polu walki jest powrót systemu uzbrojenia do działania przy zachowaniu podstawowych zdolności bojowych wystarczających do realizacji określonego zadania. Naprawy kosmetyczne nie są potrzebne i stanowią marnotrawstwo czasu i środków. Jeśli uszkodzony element nie ma wpływu na zdolność do strzelania, poruszania się czy komunikacji i nie zagraża bezpieczeństwu, to naprawy nie dokonuje się dopóki sprzęt nie powróci z działań bojowych [13]. Można przy tym stwierdzić, że skuteczność procesu naprawczego decyduje o powodzeniu na współczesnym polu walki, co wielokrotnie potwierdzono w historii [3], [22].



Rys. 1. Zabezpieczenie techniczne w operacjach wojskowych

## 2. SYSTEM NAPRAW DORAŻNYCH

Zgodnie z sojuszniczymi standardami [14] wyróżnia się następujące typy napraw doraźnych:

- Typ 1: naprawa improwizowana (niekonwencjonalna), którą można uznać za trwałą. Nie jest wymagana późniejsza wymiana naprawionej części, jednak spełnione muszą być wymagania prawne i bezpieczeństwa;
- Typ 2: naprawa improwizowana (niekonwencjonalna), którą uznaje się za mającą charakter tymczasowy. Naprawa umożliwia wykonanie bieżącego zadania przed wykonaniem standardowej naprawy. Naprawa powinna spełniać uzgodnione wymagania prawne i bezpieczeństwa;
- Typ 3: naprawa improwizowana (niekonwencjonalna), w wyniku której sprzęt jest szybko przywrócony do użycia w operacjach wojskowych. Naprawa ta może nie mieć charakteru trwałego albo może nie spełniać wymagań prawnych czy bezpieczeństwa, ale jest konieczna dla zachowania zdolności bojowej w czasie konfliktu lub wojny (w sytuacji wyższej konieczności). Ten typ naprawy doraźnej uznaje się za naprawę uszkodzeń bojowych.

Biorąc pod uwagę powyższe, naprawę doraźną można zdefiniować jako naprawę, która może być prowizoryczna, przeprowadzona w celu przywrócenia sprzętu – zarówno w działaniach bojowych, jak i w koszarach - do określonego stanu za pomocą metod niekonwencjonalnych (improvizowanych) w ramach dopuszczalnych ograniczeń prawnych. Natomiast naprawę uszkodzeń bojowych można zdefiniować jako naprawę konieczną ze względu na sytuację bojową, improvizowaną i/lub prowizoryczną, przeprowadzoną szybko w warunkach pola walki, w celu przywrócenia do dalszego użytku sprzętu uszkodzonego lub unieruchomionego. Można zatem stwierdzić, że pojęcie naprawy doraźnej obejmuje naprawę uszkodzeń bojowych, naprawę improvizowaną i naprawę niekonwencjonalną. Termin naprawa doraźna będzie więc używany w stosunku do wszystkich z powyższych działań.

W sojuszniczej doktrynie logistycznej wojsk lądowych NATO [20] również zaznaczono, że naprawy doraźne prowadzone w obszarze walk stanowią istotne zadania w ramach systemu zabezpieczenia technicznego pola walki. Należy je przeprowadzać jak najbliżej uszkodzonego sprzętu, aby szybko przywrócić jego sprawność. Naprawę doraźną przeprowadza się gdy:

- nie ma czasu albo brak jest części zamiennych do przeprowadzenia naprawy standardowej;
- sytuacja operacyjna zmusza do szybkiego przywrócenia do działania systemów uzbrojenia;
- po wykonaniu naprawy doraźnej i zakończeniu zadania, obiekt należy naprawić metodami standardowymi.

Zgodnie ze standardami NATO [10], ewakuacja i naprawa systemu uzbrojenia powinny być wykonywane jak najbliżej jednostek bojowych, z wykorzystaniem najnowszej techniki naprawczej, która pozwala na szybkie odzyskanie uszkodzonego sprzętu i realizację zadania. Ratownictwo techniczne oznacza wydobywanie uszkodzonego sprzętu oraz, jeśli to konieczne, jego przemieszczenie do miejsca, w którym może być wykonana jego dalsza eksploatacja lub naprawa. W zależności od sytuacji taktycznej, operacje ratownictwa technicznego mogą się ograniczać do samego usunięcia sprzętu z linii bezpośredniego ostrzału nieprzyjaciela. Zwykle jest to pierwszy etap przywracania unieruchomionego lub uszkodzonego sprzętu do działań bojowych. Możliwa jest jednak również naprawa uszkodzonego systemu uzbrojenia bez realizacji ratownictwa technicznego albo tylko częściowego przywrócenia sprawności obiektowi, z wykorzystaniem metod i technologii improvizowanych i prowizorycznych.

Ostatnim dokumentem sojuszniczym, bezpośrednio nawiązującym do naprawy uszkodzeń bojowych systemów uzbrojenia, jest STANAG 2418, który wprowadza pojęcie naprawy doraźnej. Ten rodzaj działalności został zdefiniowany jako naprawa, która może mieć charakter prowizoryczny i być wykonana z wykorzystaniem metod niekonwencjonalnych (improvizowanych) w koszarach lub w warunkach polowych. Naprawa doraźna może być prowadzona wyłącznie w zgodzie z zatwierdzonymi procedurami i instrukcjami [14]. Według cytowanego dokumentu naprawa doraźna obejmuje również naprawę uszkodzeń bojowych.

Analiza systemów napraw uszkodzeń bojowych w innych armiach NATO [13] wskazuje, że system ten jest istotnym elementem systemu remontowego pola walki i że jest nieustannie udoskonalany i rozszerzany. System ten jest stale doskonalony poprzez liczne badania, jak również analizy i diagnozowanie stanu techniki oraz programy wyciągania wniosków ze szkoleń i operacji wojskowych.

Aby pokrótce opisać przykładowe systemy napraw doraźnych w armiach sojuszniczych, przedstawiono systemy stosowane w USA i Norwegii. Naprawy doraźne w armii USA nazywane są Battle Damage Assessment and Repair (BDAR) i wykonywane są na czterech poziomach: poziom załogi/operatora, zespołu napraw bojowych (Combat Repair Team - CRT), zespołu wsparcia technicznego (Maintenance Support Team - MST) oraz Punkt Zbiórki Uszkodzonego Sprzętu (Unit Maintenance Collection Point - UMCP). Wsparcie każdego kolejnego poziomu następuje tylko wtedy, gdy stopień uszkodzenia przekracza możliwości naprawcze na niższym poziomie (rys. 2) [3].

W zależności od poziomu BDAR stosuje się różne rodzaje zestawów naprawczych umożliwiających wykonywanie napraw doraźnych. Zestawy BDAR umożliwiają wykonywanie napraw w wielu zakresach, takich jak: układ paliwowy, hydraulika, układ chłodzenia, opony, instalacje elektryczne, kadłub. Każda jednostka wojskowa zobowiązana jest do dostosowania zestawów naprawczych do swoich konkretnych potrzeb operacyjnych i środowiska geograficznego [4]. Członkowie załóg i kierowcy powinni znać najnowsze przepisy i instrukcje dotyczące procedur oceny i stosowania zestawów BDAR. Dowódcy są zobowiązani do przeprowadzenia szkolenia BDAR, aby żołnierze zapoznali się z elementami składowymi zestawów BDAR umożliwiającymi wiele napraw. Każdy członek załogi powinien potrafić przeprowadzać ocenę i naprawę uszkodzeń bojowych.

Amerykańskie doświadczenia z operacji Allied Effort w Serbii i Pustynna Burza w Iraku udowodniły, że dzięki realizacji napraw improwizowanych w scentralizowanych ośrodkach remontowych, około 30-40% części zdemontowanych okazało się sprawnych i wróciły one do jednostek [1], [2].



**Rys. 2. Forward Repair System na pojeździe typu HEMTT podczas transportu (z lewej), stanowisko pracy po rozładunku z pojazdu transportującego (w środku) i podczas prac remontowych (z prawej) [5]**

W armii norweskiej obowiązuje trypoziomowy system napraw uszkodzeń bojowych (rys. 3). Na poziomie pierwszym jest zestaw BDR (Battle Damage Repair) dla operatora/załogi pojazdu wojskowego; na poziomie drugim używany jest pojazd zabezpieczenia technicznego wyposażony w zestaw BDR przewożony w 3 skrzyniach aluminiowych, a na poziomie trzecim stosuje się specjalny warsztat mobilny z wyposażeniem BDR [7].



**Rys. 3. Trzypoziomowy system napraw uszkodzeń bojowych używany w armii norweskiej [7]**

Wspomniany pierwszy poziom BDR obejmuje następujący sprzęt remontowy: narzędzia podstawowe, taśmy naprawcze, zestaw naprawczy do instalacji elektrycznej i hydraulicznej, opaski zaciskowe uniwersalne, taśmy, sworznie i uszczelki, kleje kompozytowe i szczeliwa do instalacji. Każdy mechanik w armii norweskiej, oprócz szkoleń regularnych, przechodzi pięciodniowy kurs w zakresie systemu BDR i procedur napraw doraźnych i posługiwania się elementami BDR. Zestaw BDR drugiego poziomu umieszczony jest w pojeździe kołowym 6x6 Scania. Składa się on z trzech skrzynek aluminiowych z 11 szufladami z materiałami i narzędziami BDR posegregowanymi w zależności od zastosowania: kleje kompozytowe, układy hydrauliczne, układy pneumatyczne, obróbka ślusarska itd. [19]. Według oficerów armii norweskiej dobór elementów zestawu BDR jest efektem dwuletnich doświadczeń i analiz. Zestaw jest automatycznie uzupełniany, gdy jego elementy zostały wykorzystane do napraw doraźnych. Umieszczenie zestawu BDR w pojeździe wsparcia technicznego to bardzo ciekawy pomysł, ponieważ pozwala łączyć ewakuację z czynnościami naprawczymi. Załoga takiego pojazdu może podejmować działania w zależności od okoliczności, dostępnego czasu i zakresu uszkodzeń, wykonując czynności ratownictwa technicznego, naprawę lub obie te czynności. Analiza doświadczeń norweskich z operacji ISAF wykazała, że zespoły ratownictwa technicznego wyposażone w ww. pojazd są w stanie przeprowadzić około 20% napraw doraźnych w miejscu awarii, z wykorzystaniem doraźnych zestawów naprawczych [7].

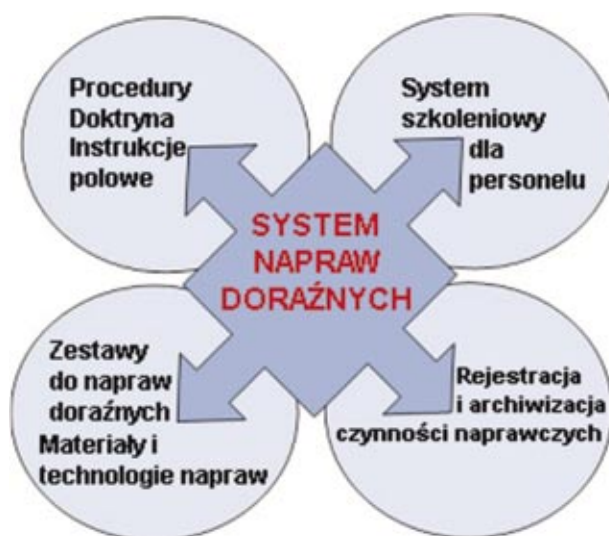
Trzeci poziom obejmuje sprzęt specjalnego warsztatu mobilnego w standardowym kontenerze 1C (20-stopowym). Kontener waży do 20 ton i zawiera wszystkie elementy BDR drugiego poziomu i dodatkowo narzędzia uniwersalne, takie jak: spawarka, lutownice, zestaw naprawczy koła, zasilacz, sprężarka powietrza, podnośnik, zestaw do cięcia gazowego i plazmowego, sprzęt pomocniczy (np. imadło) i klimatyzator. Przedstawiony warsztat stanowi prototyp, a jego wyposażenie i zakres zadań są w fazie opracowywania [7].

Niezależnie od sposobu i metodyki tworzenia systemu napraw doraźnych, każdy z takich systemów powinien obejmować (rys. 4):

- doktryny i procedury dotyczące zasad i zakresu napraw doraźnych oraz instrukcje dla poszczególnych systemów uzbrojenia;
- system szkoleń dla personelu naprawczego;
- zestawy do napraw doraźnych wykorzystujące najnowocześniejsze technologie i narzędzia;
- systemy rejestracji i archiwizacji działań naprawczych umożliwiające prowadzenie i wspieranie dalszych działań poprzez wykorzystanie zapisanych danych w szkoleniach i pomocy dla służb logistycznych.

W uzupełnieniu ogólnej doktryny dotyczącej napraw doraźnych na poziomie rodzajów wojsk, która powinna być realizowana w pierwszej kolejności, należy opracować instrukcje i procedury dotyczące konkretnych systemów uzbrojenia, a także instrukcje dotyczące stosowania zestawów do napraw doraźnych na różnych poziomach systemu zabezpieczenia technicznego.

System szkolenia w zakresie napraw doraźnych powinien umożliwiać szkolenie żołnierzy w zakresie ogólnych zasad napraw, jak i prawidłowego posługiwania się narzędziami i materiałami do tego typu napraw, które będą wykorzystywane na ich poziomie. W rezultacie dostępne powinny być instrukcje dla wszystkich kierowców i załóg (poziom 1), zespołów ratownictwa technicznego i mobilnych zespołów naprawczych (poziom 2) oraz specjalistów z pododdziałów remontowych (poziom 3).



**Rys. 4. Podstawowe elementy systemu napraw doraźnych**

Istnieje wiele nowoczesnych i efektywnych metod i technologii, które mogą być z powodzeniem stosowane do napraw doraźnych systemów uzbrojenia w warunkach polowych. Opisano je już w wielu publikacjach [9], [11], [12], [13], [17], tak więc nie ma powodu, by je po raz kolejny opisywać. Jest oczywiste, że zróżnicowanie różnych rozwiązań i odpowiednia konstrukcja urządzeń (naprawialność) będą sprzyjać odzyskiwaniu systemów uzbrojenia i przyczyniać się do stworzenia przewagi nad przeciwnikiem.

Statystyka jest nieocenionym narzędziem do gromadzenia, przetwarzania i wykorzystywania wszelkich informacji odnoszących się do utrzymania systemów uzbrojenia, w szczególności specjalnych systemów informatycznych przeznaczonych do wspomaganie napraw i zarządzania dostawami. Zastosowanie tych systemów w przyszłości powinno pozwolić wyeliminować dużą część wad i usterek wynikających z wadliwej konstrukcji, technologii produkcji i zastosowanych materiałów oraz wszelkich innych rozwiązań technicznych, jak również umożliwić wykorzystanie doświadczeń i sprawozdań z wykonanych wcześniej napraw. Wdrożenie systemu informatycznego będzie wspomagać nie tylko bieżące planowanie i realizację napraw, ale także stałe doskonalenie systemów uzbrojenia, projektowanie nowych systemów uzbrojenia, z uwzględnieniem napraw doraźnych, przewidywanie strat bojowych i remontowych, planowanie działań ewakuacyjnych i naprawczych, a także ocenę potencjału technicznego, kalkulację kosztów naprawy i zarządzanie zapasami przeznaczonymi do wykonywania naprawy.

### 3. ZASADY I PROCEDURY WYKONYWANIA NAPRAW DORAŻNYCH

Jak już wspomniano, systemy uzbrojenia należą do grupy obiektów technicznych eksploatowanych w trybie zadaniowym i wymagają szczególnego systemu utrzymania, który ma realizować zadania w określonym czasie i miejscu. W związku z tym współczesne uzbrojenie powinno być zaprojektowane tak, aby:

- być zdolnym do przetrwania pod względem balistycznym na współczesnym polu walki poprzez wprowadzenie cech czynnie i biernie redukujących sygnaturę i zwiększających tolerancję balistyczną;
- być operacyjnie podatnym na łatwe prowadzenie i podtrzymanie działań takich jak obsługa, naprawa, odzyskiwanie i ewakuacja [18].

Aby być skuteczną, naprawa doraźna powinna być wykonywana zgodnie z pewnymi podstawowymi wytycznymi [3]:

- priorytetem jest zawsze rozważenie standardowej naprawy;
- dokonana musi być dokładna ocena uszkodzeń;
- zapewniona powinna być ekonomika działań naprawczych (służby naprawcze stosowane tylko w razie potrzeby);
- doskonałe powinny być umiejętności wszechstronnego podejścia do napraw;
- naprawia się tylko to co jest konieczne do odzyskania zdolności bojowej;
- zachowuje się elastyczność w zakresie priorytetów napraw.

Dowódcy powinni regulować zasady dotyczące wykonywania napraw doraźnych przez służby logistyczne. W ten sposób załogi i zespoły naprawcze będą miały jasność, kiedy i na jakim poziomie ryzyka mogą wykonywać naprawy. W czasie wojny naprawy doraźne mogą być wykonywane według uznania dowódcy. W operacjach wojskowych innych niż wojenne, stosowany zakres napraw doraźnych oraz to kiedy wykonywać naprawy, zależy od lokalnej polityki dowodzenia. Jednak dowódcy wszystkich szczebli muszą dopilnować, by zarówno załogi, jak i służby naprawcze, przechodzili coroczne szkolenia z napraw doraźnych.

Środki prowadzenia napraw będą silnie obciążone zadaniami na polu walki. Jako że zasoby są ograniczone (osobowe, narzędzia i części), niezbędne jest właściwe gospodarowanie nimi. Załogi muszą niezwłocznie wykonywać naprawy w miarę możliwości we własnym zakresie, zamiast wzywania obsługi remontowej do wykonania prostych czynności mechanicznych. Niedobory kadrowe i straty na polu walki wymagają by członkowie zespołów naprawczych mieli również inne, poza podstawowymi, umiejętności niezbędne do wykonywania napraw kluczowych zespołów i elementów. Brak specjalistów i mechaników nie może powstrzymać załóg przed wykonywaniem napraw w trakcie trwania walki [13].

Ratownictwo techniczne oznacza wydobywanie ugrzęźniętego lub przewróconego sprzętu oraz, jeśli konieczne, jego przemieszczenie do miejsca, w którym może być wykonana naprawa. Zwykle jest to pierwszy etap ratownictwa technicznego. Chociaż możliwa jest również naprawa uszkodzonego obiektu bez jego odzyskiwania. Na ogół wstępne odzyskanie jest obowiązkiem jednostki będącej właścicielem sprzętu. W zależności od sytuacji taktycznej, operacje ratownictwa technicznego mogą się ograniczać do samego usunięcia sprzętu z linii bezpośredniego ostrzału nieprzyjaciela. Ewakuacja oznacza przemieszczenie uszkodzonego sprzętu siłami służb logistycznych do miejsca, w którym mogą być wykonywane naprawy. Ewakuacja powinna być wykonywana tylko tak daleko na tyły, jak to jest konieczne do realizacji naprawy. Jeśli chodzi o systemy uzbrojenia, to większość uszkodzonych części może

być odzyskana bezpośrednio na polu walki i użyta ponownie. Bardzo często jest to podstawowe źródło zaopatrzenia walczących wojsk w czasie operacji bojowych [3].

Ocena uszkodzenia odgrywa zasadniczą rolę w procesie naprawy systemów uzbrojenia. Należy ją przeprowadzać bardzo szybko i jednocześnie starannie, ponieważ determinuje ona dalsze działania podejmowane przez elementy logistyczne. Obejmuje ona ocenę zakresu uszkodzeń i określenie, czy możliwe jest odłożenie naprawy na później. Wszelkie naprawy, które nie mają zasadniczego znaczenia dla realizacji zadania, z wyjątkiem niezbędnej obsługi technicznej, można odłożyć na później [3], [11]. Ocena uszkodzeń to procedura szybkiego określania co jest uszkodzone, czy nadaje się do naprawy, jakie środki są potrzebne do dokonania naprawy, kto może wykonać naprawę (np. załoga pojazdu, zespół naprawczy czy służby logistyczne) oraz gdzie naprawa powinna być wykonana.

Procedura oceny zwykle obejmuje następujące etapy [11]:

- ocena, czy naprawę można odłożyć, czy konieczne jest jej wykonanie;
- ustalenie uszkodzonych obszarów i elementów;
- wskazanie elementów, które trzeba naprawić;
- ustalenie technologii napraw;
- ustalenie, czy części lub elementy, materiały i narzędzia są dostępne;
- oszacowanie niezbędnych zasobów ludzkich i ich kwalifikacji;
- oszacowanie łącznego czasu (roboczogodzin) koniecznego do wykonania naprawy;
- ustalenie priorytetu napraw;
- ustalenie, gdzie należy przeprowadzić naprawy;
- ustalenie, czy ratownictwo techniczne albo ewakuacja jest konieczna i do jakiego miejsca.

Należy dodać, że każdy oceniający musi być wyposażony w pewne specjalistyczne narzędzia niezbędne do przeprowadzenia poprawnej oceny. Oprócz tych narzędzi ocenę uszkodzeń może wspomóc badanie nieniszczące, jeśli jest dostępne [21]. Przykładowe narzędzia użyteczne przy właściwym wykonaniu oceny uszkodzeń bojowych to: latarka, przymiar lub taśma miernicza, lusterko, instrukcje oceny podstawowej lub konkretnych systemów uzbrojenia. Poza tym przydatny jest sprzęt rejestrujący, taki jak aparat cyfrowy z odpowiednią pamięcią, laptop z dostępem do Internetu albo nawet bez dostępu, ale z narzędziem informatycznym wspomagającym naprawę i danymi technicznymi określonych systemów uzbrojenia.

Jest oczywiste, że naprawy niestandardowe mogą doprowadzić do dalszego uszkodzenia naprawionego sprzętu albo nawet stanowić zagrożenie dla załogi, dlatego przed wykonaniem jakichkolwiek napraw doraźnych należy ocenić poziom ryzyka. Według publikacji [3] naprawy doraźne można klasyfikować w następujący sposób:

- Naprawy dużego ryzyka. Naprawy, które mogą doprowadzić do dalszych uszkodzeń sprzętu lub urazów u ludzi. Przykład: awaryjne uruchomienie silnika o niedostatecznym smarowaniu może spowodować jego rozerwanie się skutkujące urazami u ludzi i dalszym uszkodzeniem sprzętu;



- Naprawy średniego ryzyka. Naprawy, które mogą doprowadzić do dalszych uszkodzeń sprzętu. Przykład: ominięcie przekaźnika rozrusznika umożliwi uruchomienie sprzętu, ale może spowodować jego przegrzanie;
- Naprawy małego ryzyka. Naprawy, które mogą doprowadzić do drobnych awarii sprzętu, ale w żadnym przypadku nie spowodują urazów personelu. Przykład: łatanie opony - nie jest prawdopodobne, by spowodowało to więcej uszkodzeń sprzętu lub zranienia.

Reasumując, dobra ocena uszkodzenia to klucz do efektywnej naprawy doraźnej, a dobrze wyszkolony i wyposażony specjalista jest kluczowym podmiotem określającym uszkodzenia systemu uzbrojenia i konieczne naprawy.

#### 4. TECHNOLOGIA NAPRAW DORAŻNYCH

Wszelkie naprawy polowe uszkodzonych systemów uzbrojenia można podzielić na dwie podstawowe grupy: naprawy standardowe (zwykłe) i naprawy doraźne (prowizoryczne). Standardowe naprawy są realizowane poprzez wymianę całych uszkodzonych zespołów lub pojedynczych części, które są dostarczane poprzez łańcuch dostaw jednostek logistycznych albo uzyskiwane z całkowicie zniszczonych systemów uzbrojenia (kanibalizacja). Czasem części zamienne można uzyskać poprzez regenerację, np.: spawanie, obróbkę powierzchniową, nakładanie powłok galwanicznych, metalizowanie natryskowe, czy nawet druk trójwymiarowy. Zawsze preferowane jest przeprowadzenie naprawy standardowej, ale trudno jest zapewnić taką możliwość w warunkach operacji bojowych. Rozwiązaniem alternatywnym w wielu przypadkach może być naprawa doraźna (prowizoryczna). Naprawa doraźna oznacza działania improwizowane, które mogą prowadzić do chwilowego usunięcia awarii systemu uzbrojenia. Podstawową funkcją systemu napraw doraźnych jest dostarczenie materiałów i technik szybkiej naprawy w celu zwiększenia dostępności systemu uzbrojenia w ciężkim środowisku walki. System powinien składać się ze sprzętu i procedur niezbędnych dla zapewnienia możliwości przeglądu, oceny i naprawy sprzętu wojskowego. Dokumentacja pomocnicza powinna obejmować procedury oględzin, kryteria oceny uszkodzeń, kryteria używalności, procedury napraw doraźnych, techniki kanibalizacji oraz podręczniki oceny i naprawy. Sprzęt powinien zawierać pomoce do oceny uszkodzeń (takie jak zestawy do badań penetracyjnych, mikrometry itp.), narzędzia do naprawy, sprzęt do obsługi naziemnej oraz materiały do naprawy [3], [15], [17].

Wszystkie czynności napraw doraźnych obejmują [3], [16]:

- uproszczony montaż i demontaż części;
- montaż elementów pozyskanych z innego sprzętu, które można przystosować do uszkodzonego sprzętu;
- naprawę mającą na celu przywrócenie istotnych funkcji sprzętu z wykorzystaniem części stosowanych w innych punktach tego samego sprzętu i spełniających tam funkcje mniej istotne;
- pomijanie elementów mniej istotnych, aby przywrócić podstawową funkcjonalność;
- efektywne procedury kanibalizacji;
- wykonywanie części z elementów zestawów lub z materiałów łatwo dostępnych;

- drobne naprawy prowizoryczne;
- stosowanie materiałów zastępczych.

Ogólne procedury napraw doraźnych można klasyfikować w zależności od układów lub części wspólnych dla pojazdów bojowych. Możliwości wykonywania napraw doraźnych (prowizorycznych) w kontekście wymienionych układów wymieniono poniżej [3], [16]:

#### 1. Zbiorniki:

- mniejsze pęknięcia i nieszczelności, które można naprawić przez wykorzystanie taśmy naprawczej lub sklejanie za pomocą klejów szybkowiązających;
- awarie wywołujące zakłócenia, które można naprawić za pomocą taśm naprawczych lub tkaniny szklanej i kleju lub szczeliw z różnych materiałów adhezyjnych;
- uszkodzone zbiorniki, które można zastąpić (obejść) poprzez podłączenie dodatkowych beczek, kanistrów lub skrzyni odpornych na ciepło, które można podłączyć za pomocą dodatkowych środków.

#### 2. Rury i przewody:

- drobne uszkodzenia i wycieki z rur niskociśnieniowych można naprawić za pomocą taśmy naprawczej albo przy użyciu klejów szybkowiązających;
- poważniejsze uszkodzenia rur niskociśnieniowych (z wyjątkiem rur wydechowych) można naprawić zastępując uszkodzone części gumowym wężem zamocowanym za pomocą tulejek lub opasek;
- uszkodzenia rur wysokociśnieniowych można naprawić za pomocą łącznika rurowego i sklejenia końców klejem anaerobowym lub szybkowiązającym, albo poprzez całkowite zastąpienie rury wężem wysokociśnieniowym z końcówkami.

#### 3. Chłodnice (skraplacze):

- nieszczelności można zatrzymać stosując substancje dodawane do czynnika chłodzącego i zestalające się w miejscu wycieku albo stosując kleje szybkowiązające;
- awarie wywołujące zakłócenia można naprawić zaciskając rurę szczypcami i wypełniając dziurę gorącym ołowiem;
- uszkodzone chłodnice można odciąć na krótki okres, przez który układ chłodzenia może działać bez chłodnic albo chłodnicę można zastąpić innym elementem, np. beczką lub demontowanym zbiornikiem na paliwo.

4. Układy pneumatyczne i hydrauliczne: uszkodzoną część można wyeliminować przez jej zaślepienie albo przez założenie obejścia za pomocą węży z końcówkami.

#### 5. Drażki i wały:

- pęknięte drażki można łączyć za pomocą grubszej blachy, której końce zostaną przewiercone i skręcone ze sobą albo wykorzystuje się tuleje przyspawane do końców;
- pęknięte wały naprawia się przez przyspawanie do tulei.

## 6. Gwinty:

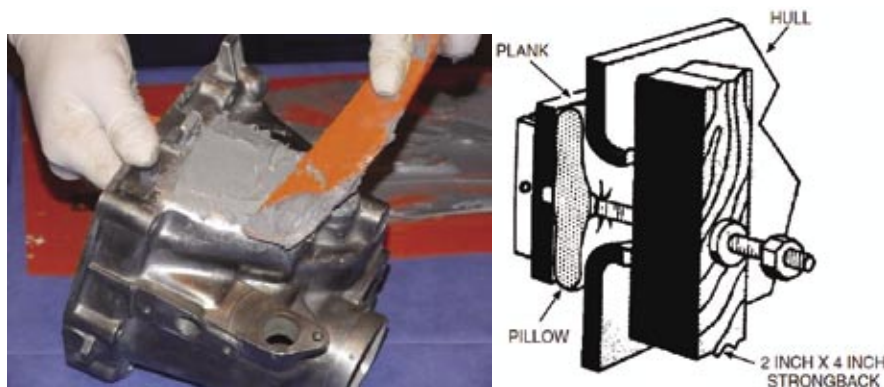
- mniejsze uszkodzenia można naprawić za pomocą złącza gwintowanego i kleju anaerobowego lub odtworzyć gwint kompozytem klejowym;
- uszkodzony gwint wewnętrzny można naprawić przez przewiercenie i umieszczenie gwintowanych wstawek.

## 7. Przewody elektryczne:

- widoczne uszkodzenia miejscowe można naprawiać skręcając oba końce i owijając taśmą izolacyjną albo lutując złącze;
- uszkodzenia trudne do wykrycia można naprawić zamykając obwód za pomocą nowego kabla lub - w przypadku zasilania - przez podłączenie za pomocą zestawu kabli o właściwym napięciu znamionowym.

Systemy napraw doraźnych obowiązują w większości armii sojusznicych. Wiele z narzędzi, materiałów i technologii napraw jest podobnych. Stosuje się specjalne zestawy naprawcze stanowiące pomoc dla załóg w wykonywaniu napraw [15]. Zestawy te umożliwiają wykonywanie napraw w wielu zakresach, takich jak układ paliwowy, hydraulika, układ chłodzenia, opony, instalacje elektryczne czy kadłub. Gdy to możliwe, naprawy doraźne powinny być w pierwszej kolejności realizowane przez załogę pojazdu z wykorzystaniem zestawu naprawczego. Służby logistyczne będą miały dostęp do tych samych elementów dostępnych dla załogi/operatora, a także do dodatkowych elementów znajdujących się w ich wyposażeniu.

Bardzo ważne jest, aby zachować integralność kadłuba, szczególnie podczas operacji przeprawy w bród i w obliczu zagrożenia chemicznego, biologicznego, radiologicznego i atomowego. Kompozyty klejowe z zestawu naprawczego można zastosować do naprawy małych i średnich otworów w kadłubie (rys. 5). Inne elementy w zestawach naprawczych, takie jak taśma naprawcza oraz taśma aluminiowa, mogą pomóc w łataniu płyt pancernia, zbiorników paliwa w pojeździe, kadłubów pojazdów oraz wszelkich innych powierzchni metalowych lub elementów w pojazdach. Ta możliwość pozwala personelowi wojskowemu w krótkim czasie zniwelować skutki zagrożeń i zapobiec przedostaniu się skażeń do wnętrza pojazdu. Warto zaznaczyć, że łaty na kadłubie nie zapewniają ochrony balistycznej, ich zadaniem jest tylko utrzymanie integralności kadłuba.



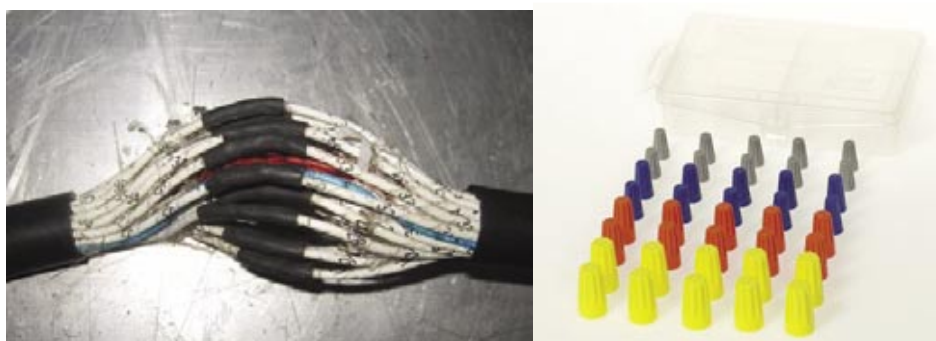
**Rys. 5. Przykłady metod naprawy kadłubów za pomocą kompozytów klejowych (z lewej) i poprzez założenie łaty (z prawej) [3]**

Naprawy przewodów cieczy mogą być przeprowadzone przy użyciu opasek zaciskowych, szybkozłączek, taśmy klejącej tekstylnej, taśmy aluminiowej i kompozytów klejowych [17]. Elastomery można stosować do naprawy niskociśnieniowych węży gumowych. Łączniki potrzebne do naprawy przewodów cieczy umożliwiają naprawę przewodów nisko- i wysokociśnieniowych w większości systemów uzbrojenia (rys. 6).



**Rys. 6. Przykłady metod naprawy przewodów za pomocą szybkozłączek (z lewej) i kompozytów klejowych (z prawej)**

Uszkodzenia w przewodach elektrycznych można usuwać jak opisano powyżej, przy użyciu taśmy izolacyjnej, różnych łączników drucianych (rys. 7). Szczypce, wchodzące zwykle w skład zestawów naprawczych, można używać jako nożyce, zaciskacze, obcinaki do małych śrub i ściągacze do izolacji. Do wnętrza połączeń z kapturkami należy wprowadzić szczeliwo silikonowe w celu zabezpieczenia połączenia przed wilgocią i korozją.



**Rys. 7. Przykładowe metody naprawy połączeń elektrycznych**

Wyróżnia się dwie metody naprawy opon. Za pomocą specjalnego zestawu można szybko i skutecznie naprawić oponę, jeśli przebita została gwoździem albo podobnym elementem powodującym małe rozcięcie. W tym przypadku stosuje się zestaw naprawczy ze sznurkiem uszczelniającym. Jeśli opona została uszkodzona przez odłamek, do naprawy można użyć kompozytu klejowego i taśmy wzmacniającej. Uszkodzenia o wielkości ponad 10 cm nie można naprawić za pomocą tego zestawu. Opony można naprawiać bez zdejmowania z pojazdu, jednak podczas naprawy opona nie może być napompowana (rys. 8).



**Rys. 8. Metody naprawy opon z użyciem specjalnego zestawu (z lewej) i kompozytów klejowych (z prawej)**

Małe otwory w chłodnicach i układach chłodzenia można naprawiać przy użyciu specjalnych szczeliw, które wlewa się do nieszczelnej chłodnicy. Duże otwory w chłodnicach, zbiornikach paliwa i oleju można naprawiać przy użyciu prowizorycznych zatyczek, które spowalniają wyciekanie, do momentu wstawienia korka metalowego albo innego materiału (rys. 9).

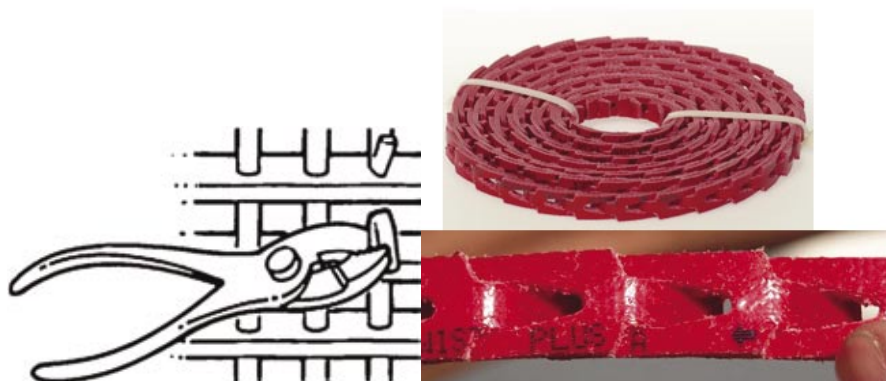


**Rys. 9. Metody naprawy małych otworów za pomocą szczeliwa (z lewej) oraz dużych otworów za pomocą korków (pośrodku) i kompozytu klejowego (z prawej)**

Chłodnice często ulegają przebiciu, gdy pojazdy poruszają się w terenie leśnym lub na polu walki. W takim przypadku można zastosować następujące procedury:

- odciąć żebra na rurkach i odsunąć je od ciekących rurek;
- rozciąć ciekącą rurkę na pół i odgiąć końce rurki do tyłu;
- zamknąć końce rurki zaciskając je szczypcami.

Do naprawy napędu wentylatorów, alternatorów, sprężarek i innych urządzeń napędzanych pasem można używać uniwersalnego pasa klinowego (rys. 10).



**Rys. 10. Naprawa doraźna uszkodzonej chłodnicy (z lewej) i uniwersalny pas klinowy (z prawej) [3]**

W powyższej części artykułu zaprezentowano tylko wybrane technologie i materiały, które mogą być wykorzystane do wykonania napraw doraźnych uszkodzonych systemów uzbrojenia. Niektóre przykłady zostały opracowane przez autorów, a niektóre zostały zaczerpnięte z zestawów naprawczych armii Stanów Zjednoczonych przedstawionych w instrukcji polowej [3]. Należy zaznaczyć, że zestawy naprawcze opracowane przez inne armie zawierają podobne materiały i wyposażenie i nie ma potrzeby opisywania ich wszystkich. Przedstawione materiały i uzyskane dzięki nim możliwości pozwalają na wykonanie szybkich i skutecznych napraw uszkodzeń i awarii zdarzających się powszechnie podczas operacji wojskowych. Jest bardzo ważne, aby każdego żołnierza zachęcać do ciągłego pogłębiania swojej wiedzy w tym zakresie oraz udoskonalania zestawów do napraw doraźnych, tak, aby przystosować je do konkretnych potrzeb operacyjnych i do środowiska geograficznego.

## 5. WNIOSKI

Na podstawie przeprowadzonej analizy dotyczącej doraźnego utrzymania dyspozycyjności systemów uzbrojenia można sformułować następujące wnioski:

1. Systemy uzbrojenia należą do grupy obiektów technicznych stosowanych w trybie zadaniowym (losowym) i wymagają szczególnego systemu utrzymania, który ma realizować zadania w określonym czasie i miejscu niezależnie od okoliczności.
2. Czynności zabezpieczenia technicznego w ramach działań bojowych często będą ograniczone do podstawowych działań, to znaczy: szybkiej oceny sytuacji, ratownictwa technicznego i ewakuacji albo naprawy doraźnej (prowizorycznej) w warunkach bojowych albo też kanibalizacji lub zniszczenia sprzętu, którego nie można ewakuować ani naprawić.
3. Wojska sprzymierzone, a zwłaszcza te liczebne, takie jak armia USA, posiadają zaawansowane systemy napraw doraźnych, natomiast mniejsze armie i te, które niedawno przystąpiły do NATO, takie jak armia norweska, są w trakcie tworzenia własnych systemów. Poszczególne armie organizują systemy napraw doraźnych w różny sposób (mają różną liczbę poziomów napraw, dopuszczalny czas naprawy, różny sprzęt i zestawy naprawcze), co wynika z liczebności armii, jej specyfiki i założeń taktyczno-operacyjnych.
4. Skuteczny system napraw doraźnych powinien obejmować szybki i skuteczny sposób oceny uszkodzeń bojowych w celu określenia dalszych działań, tj. ratownictwa technicznego, naprawy lub możliwości jej odłożenia. Niezależnie od sposobu i metody tworzenia systemu napraw doraźnych, każdy z takich systemów powinien obejmować: doktryny, procedury i instrukcje; system szkoleń dla załóg i służb logistycznych; zestawy do napraw doraźnych wykorzystujące najnowocześniejsze technologie i narzędzia oraz systemy rejestrowania i archiwizacji czynności naprawczych.
5. Przeprowadzona analiza systemów napraw doraźnych w innych armiach NATO wskazuje, że jest to istotny element systemu remontowego na polu walki. Biorąc pod uwagę jego złożoność i znaczenie, system jest stale doskonalony i rozwijany w oparciu o liczne badania, analizy i wdrożenia nowych koncepcji i rozwiązań. W rezultacie nie znajduje potwierdzenia opinia o wyższej randze napraw standardowych (poprzez wymianę całych elementów) nad naprawami doraźnymi wykonywanymi w obszarze działań wojskowych.

6. Analiza literatury, a także wywiady z ekspertami zajmującymi się problemami napraw sprzętu wojskowego, wykonywanych bezpośrednio na polu walki, pozwalają na wyciągnięcie wniosku, że skuteczne funkcjonowanie systemów napraw doraźnych umożliwia zwiększenie odzysku uszkodzonego sprzętu od 20 do 40%, w zależności od szczebla taktycznego i rodzaju działań.

## 6. LITERATURA

- [1] Air Force Historical Research Agency. Avionics CIRIFs Statistics. Office of Studies and Analysis, Alabama, 1999, s. 4.
- [2] Ames W. J.: Logistical effectiveness of two-level maintenance. Research Report. Maxwell Air Force Base, Alabama, 2000.
- [3] FM 4-30.31 (FM 9-43-2). Recovery and Battle Damage Assessment and Repair. 2006.
- [4] Gray Ch. N.: Standard Automotive tool set: More than Just an improved common set. Army Sustainment, January-February, 2007; ISSN 2153-5973, s. 16-17.
- [5] <http://www.armyproperty.com/Equipment-Info/M7-FRS.htm> [dostęp: 02.01.2017].
- [6] Kaczyński A., Banasik M.: Prowadzenie przyszłych operacji NATO. Myśl Wojskowa, No. 4, 2006; ISSN 0209-3111, s. 51-53.
- [7] Kjartan I.: Presentation of the Norwegian BDR-equipment. Presentation during 15<sup>th</sup> NATO/PfP Battlefield Maintenance Panel meeting, at Antalya, Turkey 10 – 14 May 2010.
- [8] MC 319/1. NATO Principles and Policies for Logistics. Brussels, 1997.
- [9] Ratwani M. M.: Repair types, Procedures – Part I. NATO Research and Technology Organisation, RTO-EN-AVT-156, May 2010; ISBN 978-92-837-0119-4, s. 9/1-22.
- [10] NATO Standard ATP - 83, Recovery and Equipment Evacuation Operations, Ed. 2, ver. 1, 2013.
- [11] Rees K., Shamees J., Horn R., Esswein L.: Current Procedures for Assessment of *BDR in Helicopters*. NATO Research and Technology Organisation, RTO-EN-AVT-156, May 2010; ISBN 978-92-837-0119-4, s. 7/1-27.
- [12] Rośkiewicz M., Smal T.: Research on durability of composite materials used to repair of aircraft components. *Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability*, 4/2013; ISSN 1507-2711, s. 349-355.
- [13] Sampath S. G.: Aircraft Battle Damage Repair (ABDR) Strategies and Techniques. NATO Research and Technology Organisation, RTO-EN-AVT-156, May 2010, ISBN 978-92-837-0119-4, s. 1-6.
- [14] SANAG 2418, Procedures for expedient repair, including battle damage repair, 2009.
- [15] Smal T.: Battle damage repair systems in selected NATO armies. [in:] *Deterioration, Dependability, Diagnostics*, Brno: University of Defense, 2011; ISBN 978-80-260-0633-6, s. 33-40.
- [16] Smal T., Furch J.: Expedient Repairs – Analysis of Possibilities and Needs. *Advanced in Military Technology*, No. 4, 2011; ISSN 1802-2308.

- [17] Smal T., Smoła T.: 1. Materiały i osprzęt do szybkich napraw obiektów technicznych; 2. Technologie szybkich napraw obiektów technicznych. Logistyka, 2010, nr 2, CD-Rom; ISSN 1231-5478.
- [18] Smal T., Szukalski M.: Podatność logistyczna sprzętu wojskowego. Logistyka, 2009, nr 6, CD-Rom; ISSN 1231-5478.
- [19] Smoła T.: Sprawozdanie z ćwiczeń „Collective Effort '04”. Poznań, 2004.
- [20] STANAG 2406, Land Forces Allied Logistics Doctrine - ALP-9(B), 1995.
- [21] Trent Greenwell A.: Current Procedures for Assessment of Battle-Damage Repair of Fixed-Wing Aircraft. NATO Research and Technology Organisation, RTO-EN-AVT-156, May 2010; ISBN 978-92-837-0119-4, s. 8/1-8.
- [22] Voyls D.: What is in a Name. Aircraft Survivability, Summer, 2007, s. 21.

## **REPAIR OF WEAPON SYSTEMS UNDER COMBAT OPERATIONS. PART 1 – NATURE, PRINCIPLES AND TECHNOLOGY**

**Abstract.** On the base of allied documents concerning battlefield maintenance and expedient repairs, nature and principles of repair system under combat operations in context of using expedient (temporary, improvised) methods were described. Secondly, the crucial processes of battlefield maintenance and repair were defined and described. Furthermore, expedient repair systems in chosen allied armies were briefly described in order to identify basic elements of the expedient repair system which are common for all allies. The identified elements were shortly characterized. Finally, technology of most common expedient repairs were characterized and some examples were depicted in the figure as well.

**Keywords:** weapon systems, battlefield maintenance, expedient repair.