

**LOGISTYKA ZAOPATRYWANIA PROCESÓW NAPRAWCZYCH SPW
W CZĘŚCI ZAMIENNE NA WYBRANYM PRZYKŁADZIE
LOGISTICS FOR PROVESSING REPAIR SPEED PROCESSES IN SPARE PARTS
ON A SELECTED EXAMPLE**

Marek GRĘZICKI
m.grezicki@wzu.pl

Aleksandra PALCZEWSKA
a.palczewska@wzu.pl

Wojskowe Zakłady Uzbrojenia S.A.

Dorota KRUPNIK
dorota.krupnik@wat.edu.pl

Wojskowa Akademia Techniczna
Wydział Logistyki
Instytut Logistyki

Streszczenie: Celem artykułu jest identyfikacja i ustalenie sposobów monitorowania wybranych aspektów logistycznych związanych z ciągłością zaopatrywania procesów naprawczych sprzętu wojskowego w części zamienne. Zarysowane zostały główne problemy związane z wytwarzaniem części zamiennych w aspekcie zapewnienia ciągłości zaopatrzenia procesów napraw głównych i serwisu na przykładzie działalności Wojskowych Zakładów Uzbrojenia S.A. Artykuł wyraża określone podejście badawcze w zakresie stosowanych rozwiązań organizacyjnych i technicznych w kontekście zapewnienia ciągłości zabezpieczenia technicznego eksploatacji sprzętu wojskowego.

Abstract: The purpose of this article is to identify and establish ways to monitor selected logistics aspects related to the continuity of supplying repair processes of military equipment with spare parts. The main problems connected with the production of spare parts were outlined in the aspect of ensuring the continuity of supplying the main repair processes and service on the example of the Wojskowe Zakłady Uzbrojenia S.A. The article expresses a specific research approach in the area of applied organizational and technical solutions in the context of ensuring the continuity of technical security of exploitation of military equipment.

*Słowa kluczowe: logistyka, bezpieczeństwo, zabezpieczenie techniczne, sprzęt wojskowy.
Key words: logistics, security and safety, technical security, military equipment.*

WSTĘP

W zdecydowanej większości sprzęt wojskowy składa się z podsystemów i urządzeń o wysokim stopniu skomplikowania. Złożoność techniczna powoduje, że średnia liczba usterek, a więc i wytwarzanych odpadów w wyniku naprawiania, modernizowania lub modyfikowania wzrasta z wiekiem technicznym urządzenia (Gręzicki, 2018).

Utrzymywanie w dobrym stanie technicznym wytworzonych wyrobów obronnych wiąże się również z koniecznością wykonywania złożonych napraw, które muszą być wykonane w warunkach przemysłowych. Z punktu widzenia bezpieczeństwa całego systemu analizie podlega monitorowanie punktów kontrolnych związanych z reklamacjami (Gręzicki, Krupnik, i Palczewska, 2016).

Badania związane z przedstawianym w artykule tematem wykonano na podstawie obserwacji i analizy procesów remontowych m. in. w Wojskowych Zakładach Uzbrojenia S.A. Zostały one wykonane na podstawie badań auditowych i diagnostycznych procesu utrzymania sprzętu wojskowego w eksploatacji. Obszar badawczy koncentrował się wokół rozwiązań organizacyjnych, funkcjonalnych i technicznych dotyczących zapewnienia bezpieczeństwa SpW podczas usług napraw, w ukierunkowaniu na procesy logistyczne, w odniesieniu do zarządzania konfiguracją, transportu materiałów niebezpiecznych i postępowania z odpadami.

Celem niniejszego artykułu jest identyfikacja i monitorowanie aspektów logistycznych związanych z zaopatrywaniem procesów naprawczych sprzętu wojskowego w części zamienne. Zasadniczym problemem w tym kontekście jest zagrożenie ciągłości dostaw w aspekcie zabezpieczenia w części zamienne procesów napraw przemysłowych. Wymaga to zorganizowania zaopatrzenia i wytwarzania części zamiennych. W niniejszym artykule na przykładzie wybranych procesów zaopatrzenia w części zamienne produkcji własnej przedstawiono logistykę zaopatrzenia procesów napraw, modernizacji i modyfikacji. Specyfika tej produkcji została przedstawiona na kilku przykładach: wytwarzanie uszczelnień gumowych, zabezpieczania powierzchni metali przed korozją metodami galwanicznymi, a także wytwarzanie określonych części przy pomocą sterowanych numerycznie obrabiarek oraz urządzeń do wycinania kształtów promieniem lasera i strumieniem wody. Działania mają służyć uniezależnieniu się od zagranicznych źródeł dostaw części zamiennych, co ma wymiar zarówno ekonomiczny jak i militarny, przy zapewnieniu bezpieczeństwa wykonawcy tych napraw oraz środowiska.

1. SPECYFIKA ZABEZPIECZENIA PROCESÓW NAPRAW PRZEMYSŁOWYCH

Analiza jakościowa zgłoszonych reklamacji wykazuje, że znacznym źródłem wad sprzętu w okresie gwarancyjnym są wady materiałowe zaobserwowane w niemodyfikowanych i niemodernizowanych systemach naprawianych egzemplarzy sprzętu wojskowego (SpW). Pochodzą one w większości z importu z krajów powstałych po byłym ZSRR. Jako działanie zapobiegawcze wprowadzono w tym obszarze pełną kontrolę i badania dostaw. Są one zlecane przez komórkę organizacyjną odpowiedzialną za dany zakup. Badania wykonuje Dział kontroli jakości w przypadku zakupów materiałowych albo komisja powoływana przez kierownika tego działu, gdy badanie dotyczy zakupu usługi, związanej przedmiotowo z częściami zamiennymi pochodzenia z obszaru byłego ZSRR.

Zagrożenie związane ze starzeniem i zużywaniem techniki poprzez konieczność zachowania reżimów eksploatacyjnych w wyniku normowania powodowane jest bezpośrednio ekonomiką eksploatacji. Podczas procesów produkcyjnych wypracowane lub uszkodzone podzespoły podlegają wymianie na nowe lub zregenerowane. Współpraca kooperantów i dostawców, zarówno krajowych jak i zagranicznych jest szczegółowo analizowana w aspekcie postępu technicznego i aktualnych możliwości Spółki. Źródłem części zamiennych jest m.in. produkcja własna. Pochodzą z niej wszystkie np. uszczelnienia gumowe.

Problem stanowi pozyskanie oryginalnych części zamiennych gdyż nadal stanowią one istotną ich część (tab. 1).

Tabela 1. Źródła zaopatrzenia procesów napraw, modernizacji i modyfikacji wyrobów obronnych w WZU S.A.

Pochodzenie	Udział procesie [%]
Produkowane i kupowane w kraju i UE	45
Produkowane i regenerowane przez WZU S.A.	30
Pochodzące z obszaru byłego ZSRR	25

Źródło: (Lipkowski, 2014)

Przeprowadzone badania wskazują na kierunki dalszych działań WZU w aspekcie odpowiedzialności za wyrób. Porównując źródła wad i pochodzenie części zamiennych stosowanych w procesach naprawczych (tab. 1) ustalono kierunki modyfikacji, które nie zmieniają parametrów funkcjonalnych całego systemu PRWB (Lipkowski, 2014):

- rozwiązanie problemów w układzie przelicznika,
- uniezależnienie się od próżniowych lamp generacyjnych w układach nadawczych,
- eliminacja analogowych wskaźników w układach zobrazowania informacji,
- uniezależnienie się od silnika turbinowego ze względu na efektywność,
- rozszerzenie asortymentu produkowanych przez WZU S.A. części zamiennych,
- wyszukanie i podejmowanie współpracy z nowymi dostawcami.

Podkreślić należy, że te kierunki modyfikacji wpływają na bezpieczeństwo mikroekonomiczne wykonawcy napraw zakładowych. Jednak rozpatrując zagadnienia dotyczące takiej modyfikacji w aspekcie przygotowań obronnych państwa i w kontekście prognozowanych zagrożeń ze strony Rosji oraz wciąż sporego potencjału bojowego np. PZR 9K33 „OSA” należy pozytywnie ocenić działania w zakresie dywersyfikacji źródeł dostaw części zamiennych, co wpływa na skuteczność zabezpieczenia technicznego.

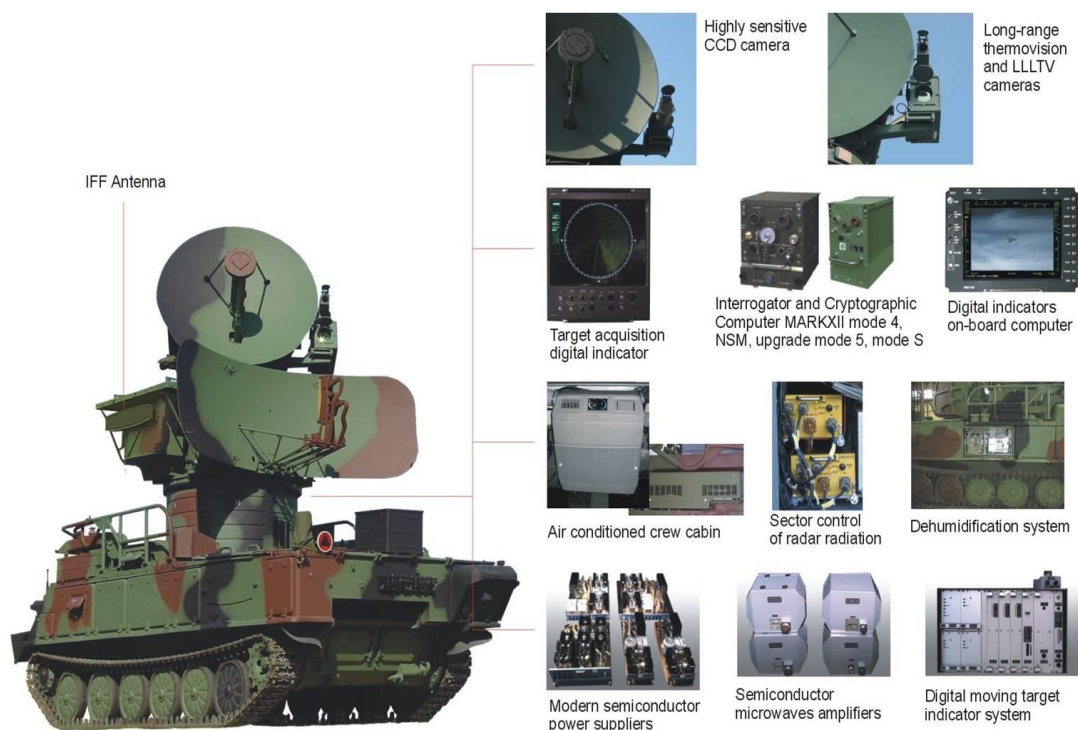
We współpracy z gestorem przeprowadzono modyfikację 9K33 „OSA” obejmującą:

- głęboką modyfikację trenera 9F632M,

- zapewnienia współpracy ze zmodyfikowanym trenazerem 9F632M,
- wdrożenie systemu obiektywnej kontroli strzeleń i pracy obsługi,
- dowiązanie możliwości śledzenia pasywnego do możliwości prowadzenia ognia,
- poprawa algorytmów śledzenia videotrackera (szczególnie w wąskiej wiązce),
- pasywne określenia odległości (skrzyżowanie osi optycznej z elektryczną),
- wymiana elementów niedostępnych do zakupu na rynku,
- zastosowanie cyfrowych wskaźników obserwacji,
- zastosowanie systemu blokowania sektorowego.

Podjęcie właściwych działań w zakresie modyfikacji i modernizacji wymaga ustalenia kontekstu i jego odniesienie do ryzyka, które ponoszą na równi zlecający jak i wykonawca naprawy zakładowej. Począwszy od 1998 r. Wojskowe Zakłady Uzbrojenia zrealizowały szereg projektów dotyczących modernizacji i modyfikacji (MON, 2017). W związku z tym, począwszy od 1998 r. w WZU opracowano nowe produkty: głowice optoelektroniczne z kamerami telewizyjną, termowizyjną oraz dalmierzem laserowym, wskaźniki cyfrowe, urządzenia kompleksowej rejestracji pracy bojowej i urządzenia identyfikacji „swoj – obcy” IFF oraz celownik optoelektroniczny dla prz 2K12 (SA-6) i PRWB 9A33 (Gręzicki, 2018).

Przykład takiej modernizacji przedstawiono na rysunku 1.



Rysunek 1. Schemat modyfikacji stacji naprowadzania i śledzenia 1S91M2 z zestawu 2K12 KUB
 Źródło: materiały reklamowe WZU S.A.

Na rys. 1. przedstawiono schemat modernizacji 1S91 oferowany kontrahentom z NATO, a od 2016 r. również do SZ RP. Wykorzystano do tego celu moduł kamery

termowizyjnej „IRIS” oraz cyfrową kamerę telewizyjną. Na podstawie zawartej umowy z MON wprowadzono modyfikację PZR 2K12 KUB obejmującej zastosowanie na SSWN: głowicy optoelektronicznej GOE-02, bloku zobrazowania BZ-03, cyfrowego wskaźnika obserwacji okrężnej 4M3-P3, a także podjęcie działań zmierzających do cyfrowej modyfikacji - w pierwszej kolejności wskaźników 4N i 4NA. Modyfikacja zestawu 2K12 w badanym zakresie wyeliminowała wady zespołów opartych na układach analogowych, poprawiła komfort pracy operatorów oraz poprawiła dostępność części zamiennych. Części te do czasu modyfikacji były produkowane w krajach byłego ZSRR.

Modyfikacja zestawów 2K12 KUB umożliwiła zapewnienie skutecznej obrony przeciwlotniczej do czasu opracowania i wdrożenia do eksploatacji nowych systemów OPL w ramach realizacji Programu Technicznej Modernizacji SZ RP. W stosunku do zainwestowanych niewielkich nakładów finansowych uzyskane zostały znakomite efekty techniczne i funkcjonalne. Wszystkie te opracowania zostały przebadane i wdrożone do eksploatacji w SZ RP. Utrzymane w eksploatacji zestawy 2K12 i 9K33 regularnie biorą udział w ćwiczeniach połączonych ze strzelaniem środkami bojowymi. Rozwiązania te były wielokrotnie wyróżniane i są sprzedawane dla SZ RP oraz dla armii państw sprzymierzonych w NATO (Gręzicki, 2018).

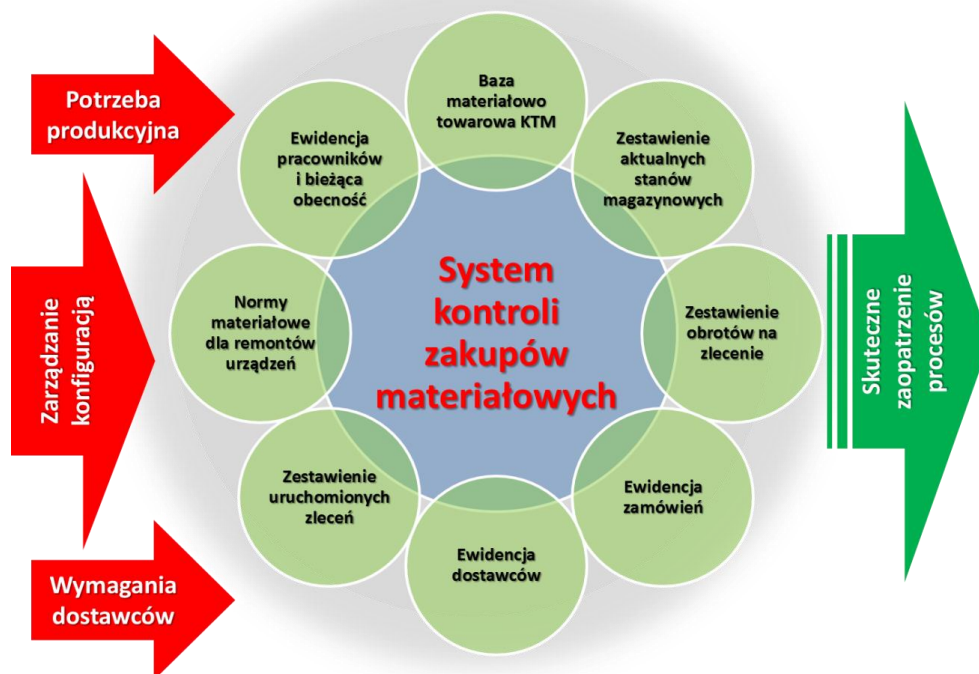
2. ORGANIZACJA ZAOPATRZENIA PROCESÓW NAPRAW W CZĘŚCI ZAMIENNE

Celem systemu organizacyjnego wytwórcy jest zapewnienie warunków do eliminowania zagrożeń stwarzanych przez wyroby obronne dla życia i zdrowia użytkowników. Bezpieczeństwo wyrobów obronnych jest gwarantowane powtarzalnością działań w skomplikowanych procesach wytwórczych, dla których wymagania stanowią przepisy prawa i są określone w zawartych umowach (WZU S.A., 2018).

Powtarzalna jakość wyprodukowanych wyrobów jest gwarantowana zastosowaniem normy międzynarodowej (PKN, 2015) oraz publikacji standaryzacyjnej NATO AQAP 2110:2016 (NSO, 2016). Ze względu na usługową specyfikę działalności WZU S.A., nadzorowanie dotyczy obszarów zarządzania ryzykiem i konfiguracją, organizacji procesów, wyposażenia pomiarowego, środowiskiem i bezpieczeństwem informacji w aspekcie zasobów osobowych oraz infrastruktury. Zarządzanie konfiguracją podczas napraw SpW jest związane bezpośrednio z nadzorem własności klienta i zaopatrzeniem w części zamienne.

Właściwie realizowane zarządzanie konfiguracją zapewnia koordynację stosowanych rozwiązań technicznych, utrzymanie spójności wyrobu w zakresie jego osiągnięć oraz cech funkcjonalnych i fizycznych cech zgodnie z przyjętymi wymaganiami, a także utrzymanie

konstrukcyjnych i operacyjnych informacji o nim w całym cyklu życia włączając do tego procesy związane z likwidacją i utylizacją. Działanie tego obszaru schematycznie przedstawiono na rys. 2.



Rysunek 2. System kontroli zakupów materiałowych w WZU S.A.

Źródło: (Gręzicki, Krupnik, i Palczewska, 2016).

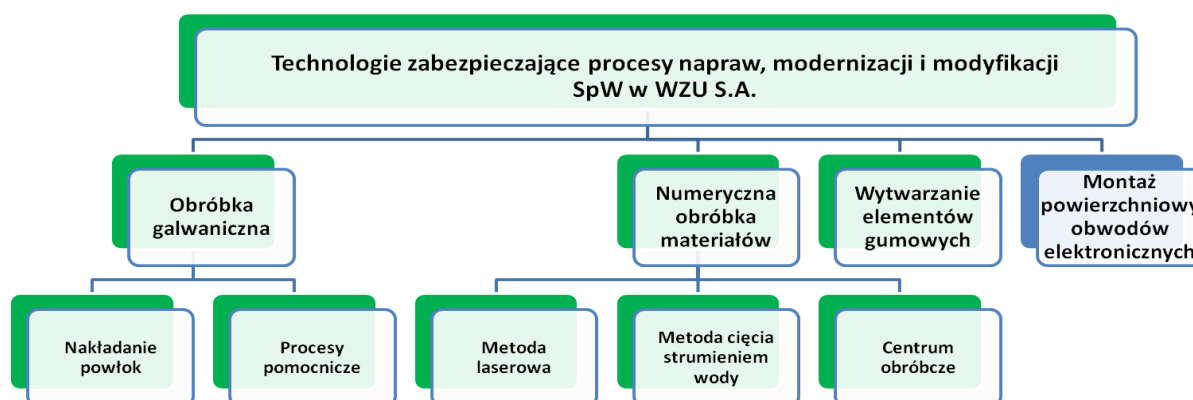
Zapewnienie zgodności charakterystyk taktyczno - technicznych naprawianych wyrobów obronnych z uzgodnioną dokumentacją techniczną oraz zapobieżenie wprowadzania do niej nieautoryzowanych zmian stanowi istotę zarządzania konfiguracją w aspekcie zaopatrywania procesów w wymagane materiały oraz niezbędne części zamienne. W aspekcie zarządzania konfiguracją z nadzorowaniem własności klienta wiąże się zabezpieczenie procesów produkcyjnych w części zamienne. Jest to proces logistyczny charakteryzujący się ciągłością i polega na śledzeniu postępu technicznego i proponowaniu rozwiązań o charakterze modyfikacyjnym i modernizacyjnym.

W zakresie zakupów materiałowych, a także dystrybucji wytworzonych części zamiennych, w WZU S.A. funkcjonuje informatyczny system kontroli zakupów materiałowych, który zapewnia skuteczne zaopatrywanie procesów remontowych i pełną identyfikowalność zakupu.

System ten opisuje udokumentowana procedura, która funkcjonuje od momentu zidentyfikowania potrzeby materiałowej, aż do wydania materiału z magazynu. Zgodnie z procedurą, każdorazowo dokonywana jest weryfikacja jakości dostarczonego zakupu

uwzględniając podprocesy realizacji zamówienia i przyjęcia dostawy do magazynu (WZU S.A., 2013). Gwarantuje ona, że wadliwe części nie zostaną użyte w procesach naprawczych poszczególnych typów i rodzajów wyrobów obronnych. System oparty jest na aktualnej bazie wyrobów dopuszczonych do stosowania. Tak skonfigurowany system pozwala zapewnić, że części i podzespoły niezgodne z zatwierdzoną konfiguracją nie zostaną zapotrzebowane. W ten sposób stanowi on podstawę wdrożonego systemu zarządzania środowiskowego gdyż pozwala przewidzieć jakie odpady powstaną w procesach naprawczych i wytwórczych.

Omawiany system obejmuje również nadzorowanie procesów zabezpieczających wytwarzanie w WZU S.A. części zamiennych, których zestawienie pokazano na rys. 3



Rysunek 3. Zestawienie technologii zabezpieczające procesy napraw, modernizacji i modyfikacji SpW w WZU S.A.

Źródło: opracowanie własne.

Na rysunku 3. przedstawiono przykładowe technologie stosowane podczas wytwarzania części zamiennych oraz regeneracji zużytych elementów.

Technologie te stosowane są do zabezpieczania i wspomagania procesów napraw, modernizacji i modyfikacji SpW. Ich stosowanie wynika z konieczności uniezależnienia od obcych i w związku z tym kosztownych źródeł części zamiennych. Należy w tym miejscu wskazać, że w myśl obowiązujących przepisów formalnych zastosowanie jakichkolwiek zamienników oryginalnych części zamiennych wymaga skomplikowanych procesów badawczych, które warunkują zainstalowanie wytworzonych podzespołów w sprzęcie wojskowym. Jest to związane bezpośrednio z zapewnieniem bezpieczeństwa załogom SpW. Pomimo, że wytwarzanie we własnym zakresie części zamiennych stanowi wyzwanie logistyczne, to pozwala ono na zwiększenie efektywności zabezpieczenia materiałowego procesów wspomagających eksploatację SpW.

Na rys. 3., kolorem zielonym oznaczono technologie omówione w rozdziale 3.

3. Wybrane procesy dotyczące zabezpieczenia napraw w części zamienne

3.1. PROCES OBRÓBKI GALWANICZNEJ

W procesach napraw, procesy galwaniczne realizowane są celem zabezpieczenia powierzchni detali przed korozją. Prowadzone są w wannach o pojemności od 25 do 2000 dm³. W WZU S.A., łączna objętość wanien procesowych nie przekracza 30 m³. Przenoszenie detali między wannami odbywa się ręcznie. Zabezpieczenie powierzchni detali, które zostaną następnie zainstalowane w naprawianym SpW wymaga zastosowania określonych technologii. W tabeli 2. Zestawiono przykładowe technologie galwaniczne z wyszczególnieniem zastosowania w procesach naprawczych.

Tabela 2. Zestawienie procesów obróbki galwanicznej w WZU S.A.

Nazwa procesu 1.	Zastosowanie 2.
Proces cynkowanie chlorkowe słabo kwaśne.	Pokrywanie powierzchni naprawianych detali warstwą zabezpieczającą przed korozją. Powłoka pojedyncza jako walor estetyczny oraz ochrona przed korozją. Powłoki cynkowe galwaniczne są szeroko stosowane do ochrony żeliwa i stali.
Proces niklowania.	Powłoka niklowa nie stanowi elektrochemicznej ochrony stali i dlatego też wartość ochronna powłok niklowych uwarunkowana jest szczelnością (brakiem porów) nałożonej warstwy. Elektrolitycznie osadzone powłoki niklowe mają różne przeznaczenie. Stosowane są jako warstwy dekoracyjne, dekoracyjno-ochronne i czasem techniczne. Poza tym elektrolityczne osadzanie niklu stosuje się w galwanoplastyce.
Proces chromowania (techniczny i dekoracyjny).	Powłoki chromowe w zależności od przeznaczenia dzieli się na dekoracyjne i techniczne. Powłoki chromowe dekoracyjne nakłada się zazwyczaj na podwarstwę miedzi i niklu. Powłoka chromowa w stosunku do podłoża jest anodą i w przypadku powstania porów bądź nieszczelności koroduje szybko. Powłoki chromu osadza się bezpośrednio na stali tylko w przypadku gdy wymagana jest duża twardość i mały współczynnik tarcia – są to powłoki chromu technicznego o grubości od 5 do 200 μm. Chrom otrzymany bezpośrednio z kąpeli chromującej ma najczęściej połysk i barwę srebra z odcieniem niebieskawym.
Proces miedziowania cyjankalicznego.	Pokrywanie powierzchni naprawianych detali warstwą zabezpieczającą przed korozją w przypadku powierzchni obrabianego detalu musi mieć dobrą przewodność elektryczną.
Proces mosiądzowania	Pokrywanie powierzchni naprawianych detali warstwą zabezpieczającą przed korozją w przypadku powierzchni obrabianego detalu musi mieć dobrą przewodność elektryczną.
Proces anodowania.	Anodowaniem aluminium i jego stopów nazywamy wytwarzanie elektrochemicznej warstewki tlenkowej na powierzchni wyrobów ze stopów aluminiowych. Aluminium pokrywa się warstewką tlenkową nawet bez specjalnych zabiegów pod działaniem tlenu atmosferycznego, ale grubość tej warstwy 0,2 – 0,5 μm jest zbyt mała do wykorzystania praktycznego.

1.	2.
Proces srebrzenia	Pokrywanie powierzchni naprawianych detali warstwą zabezpieczającą przed korozją. Powłoka pojedyncza jest stosowana jako walor estetyczny oraz ochrona przed korozją. Powłoki srebrne galwaniczne są szeroko stosowane do ochrony żeliwa i stali.
Procesy pomocnicze	Realizacja procesów pomocniczych takich jak: trawienie, odsrebrzanie, odchromowanie, odniklowanie, odtłuszczanie, pasywowanie, płukanie, neutralizacja ścieków.

Źródło: (WZU S.A., 2016).

Wszystkie urządzenia i instalacje znajdujące się w galwanizerni są okresowo sprawdzane i konserwowane. Wanny galwaniczne sprawdzane są pod kątem szczelności i odporności na korozję. Wykonywane są przeglądy prostowników zainstalowanych przy wannach procesowych. Przeglądom poddawane są również kanały ściekowe, którymi ścieki odprowadzane są do neutralizatora.

Procesy galwaniczne są źródłem niebezpiecznych ścieków. Wydane pozwolenie wodno – prawne wymaga ich oczyszczenia przed zrzutem. Ścieki dzielą się na:

- ścieki popłuczne kwaśno-alkaliczne,
- ścieki popłuczne chromowe,
- ścieki popłuczne cyjankaliczne,
- zużyte kąpiele o charakterze cyjankalicznym,
- zużyte kąpiele o charakterze kwaśnym i chromowym.

W wyniku prowadzonej obróbki chemicznej ścieków powstaje odpad klasyfikowany jako szlamy z fizykochemicznej przeróbki odpadów zawierające substancje niebezpieczne z kodem 19 02 05* w ilości do 10,0 Mg/rok. Po zgromadzeniu odpowiedniej ilości odpad przekazywany jest specjalistycznej firmie celem unieszkodliwienia. Obowiązek unieszkodliwienia odpadu w imieniu Wojskowych Zakładów Uzbrojenia S.A. realizuje zgodnie z obowiązującymi przepisami w tym zakresie spółka EKO GAL z Kutna posiadająca wszystkie wymagane decyzje administracyjne (WZU S.A., 2016).

3.2. PROCES WYTWARZANIA USZCZELNIEŃ GUMOWYCH

Celem procesów napraw głównych jest przedłużenie resursów między remontowych sprzętu wojskowego eksploatowanego w SZ RP. W trakcie procesów napraw wymianie lub regeneracji podlegają m.in. wszystkie połączenia i uszczelnienia gumowe. Podjęcie ich produkcji we własnym zakresie jest uzasadnione ekonomicznie. Stanowi jednak spore wyzwanie logistyczne nie tylko w zakresie samego procesu wytwarzania ale również ich zabezpieczenia do czasu, kiedy zostaną użyte w procesach produkcyjnych.

Mieszanka gumowa przed właściwym procesem produkcji elementów gumowych powinna być poddana walcowaniu dla regenerowania własności technologicznych. Przyjmuje się, że czas walcownia 1. kg mieszanki gumowej powinien wynosić 10 minut. Grubość płaszcza mieszanki ustala się wg potrzeb. Formę wulkanizacyjną należy oczyścić ze środków konserwujących, przetrzeć płótnem lub irchą i podgrzać do temperatury wulkanizacji. Przed włożeniem mieszanki gumowej gniazdo formy zwilżyć syliformem. Formę po wypełnieniu mieszanką gumową należy pod prasą, odpowietrzyć, a następnie docisnąć. Parametry procesu wulkanizacji dla danego gatunku mieszanki, ustala się zgodnie z podanymi w tabeli wulkanizacji dla próbki standardowej o grubości 2 mm. Dla elementów metalowo – gumowych, celem zapewnienia przyczepności gumy do metalu, należy:

- wszystkie części stalowe mosiądzować na matową warstwę o grubości $2\div 5\ \mu\text{m}$;
- powierzchnie przylegające do gumy piaskować, przemyć i pokryć klejem Desmodur R.

Elementy gumowe mogą podlegać regeneracji wtedy, gdy warstwa gumowa została zużyta. Należy je w związku z tym opalić w piecu elektrycznym. Temperatura opalania jest różna dla elementów stalowych, mosiężnych i miedzianych. Czas opalania powinien wynosić maksymalnie 30 minut. Części po opalaniu studzi się w temperaturze pokojowej, a następnie usuwa pozostałości gumy i paskuje elementy metalowe. Elementy formowane należy wyjmować z formy bardzo ostrożnie, aby nie spowodować ich uszkodzenia. Po każdorazowym zaformowaniu należy oczyścić formę nożykiem mosiężnym, płótnem lub irchą. Wylewy należy usuwać nożykiem, osełką lub papierem.

Na fot. 1. przedstawiono przykładowe uszczelnienia gumowe wytworzone na potrzeby procesów realizacji usług naprawczych w WZU S.A.



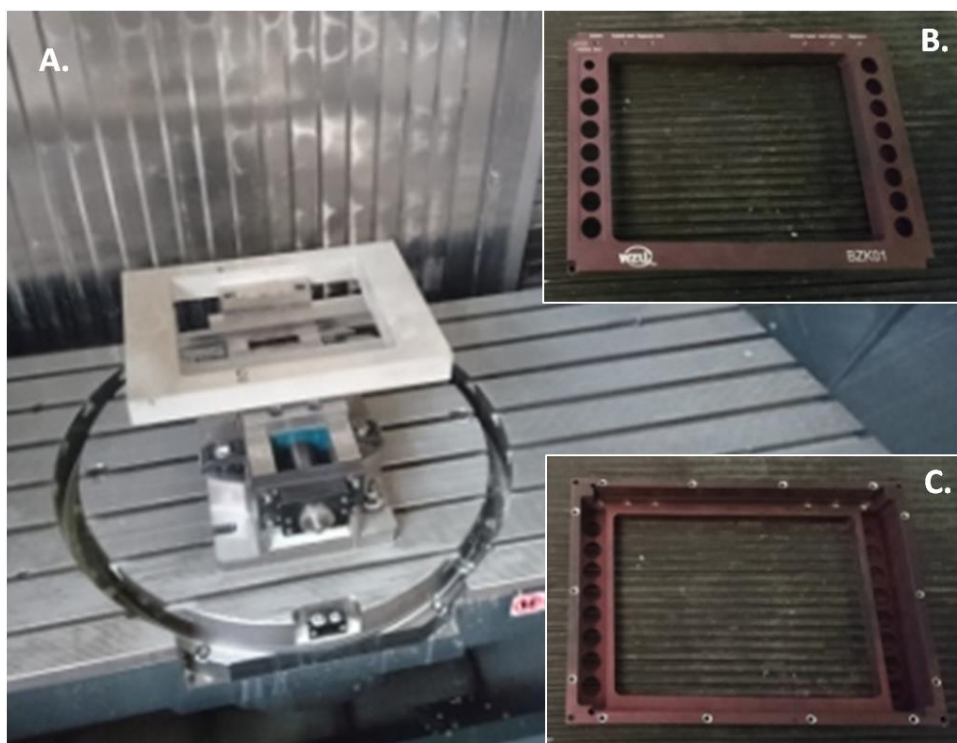
Fotografia 1. Przykłady wytworzonych wyrobów gumowych, w tym uszczelnień na potrzeby napraw, w WZU S.A.

Źródło: fot. M. Gręzicki, WZU S.A., 30.03.2018 r.

Wytworzone elementy gumowe, których przykłady pokazano na fot. 1., zaleca się przesypywać talkiem w celu zabezpieczenia przed sklejeniem i przechowywać w pomieszczeniach o temp.: $5 < T [^{\circ}\text{C}] < 15$ i wilgotności względnej powietrza $60 \pm 20\%$. Powinny one być umieszczone na regałach w stanie opakowanym. Należy je zabezpieczyć przed bezpośrednim działaniem promieni słonecznych i promieniowania cieplnego, ale odległość od urządzeń grzewczych nie może być mniejsza niż 1m, chronić przed wodą, olejem, benzyną, naftą, alkaliami i innymi substancjami niszczącymi gumę i metal (WZU S.A., 2002).

3.3. PROCES WYTWARZANIA CZĘŚCI ZAMIENNYCH PRZY POMOCY MASZYN STEROWANYCH NUMERYCZNIE

Realizowane procesy modyfikacji i modernizacji sprzętu wojskowego (MON, 2017) wymagają wytworzenia nowych urządzeń, zastępujących przestarzałe technicznie i zużyte. Ich wbudowywanie do systemu wymaga opracowania i wytworzenia detali tworzących konstrukcję, w tym płyt czołowych (fot. 2).



Fotografia 2. Płyta czołowa bloku BZK-02 na stole roboczym maszyny wielofunkcyjnej Deckel – Macho

Źródło: fot. M. Gręzicki, WZU S.A., 30.03.2018 r.

Na fotografii 2., jako przykład, pokazano sposób wytworzenia płyty czołowej bloku zobrazowania i kontroli BZK-02 z PRWB 9A33 BM3 OSA-PM1. Ten element jest wytwarzany przy pomocy maszyny wielofunkcyjnej DECKEL – MACHO (szczegóły A. na fot. 2.).

Szczegóły B. i C. przedstawiają gotowy element płyty czołowej. Wytworzenie takiego detalu zajmuje ok. 1,5 h.

Maszyna wielofunkcyjna DECKEL – MACHO DMF 180/7, jest automatycznym, wielofunkcyjnym urządzeniem sterowanym numerycznie. Obróbka następuje za pomocą narzędzi obrotowych z przynajmniej jednym geometrycznym ostrzem. Maszyna może być wykorzystana m.in. do obróbki skrawaniem materiałów z metalu i tworzyw sztucznych. Do obróbki należy stosować urządzenia peryferyjne wchodzące w skład systemu, zgodnie z załączoną do urządzenia instrukcją obsługi i specjalnie przeszkolony personel zgodnie z zasadami BHP. Niemniej, zgodnie z deklaracją producenta, żywotność obwodów bezpieczeństwa w odniesieniu do prawdopodobieństwa ich awarii określono na 20 lat. Należy zaznaczyć, że w systemie wykorzystywane są chłodziwa i oleje smarujące, które wymagają wymiany (DECKEL - MACHO , 2014). Wszystko to powoduje określone wyzwania logistyczne. Jednak jakość i powtarzalność wyrobów kompensują wszelkie niedogodności natury logistycznej. Zastosowanie maszyny w WZU S.A. dowodzi również ekonomiczności takiego rozwiązania przy produkcji niskoseryjnej obserwowanej głównie podczas procesów modernizacji i modyfikacji sprzętu wojskowego.

3.4. PROCES WYTWARZANIA CZĘŚCI ZAMIENNYCH Z BLACHY

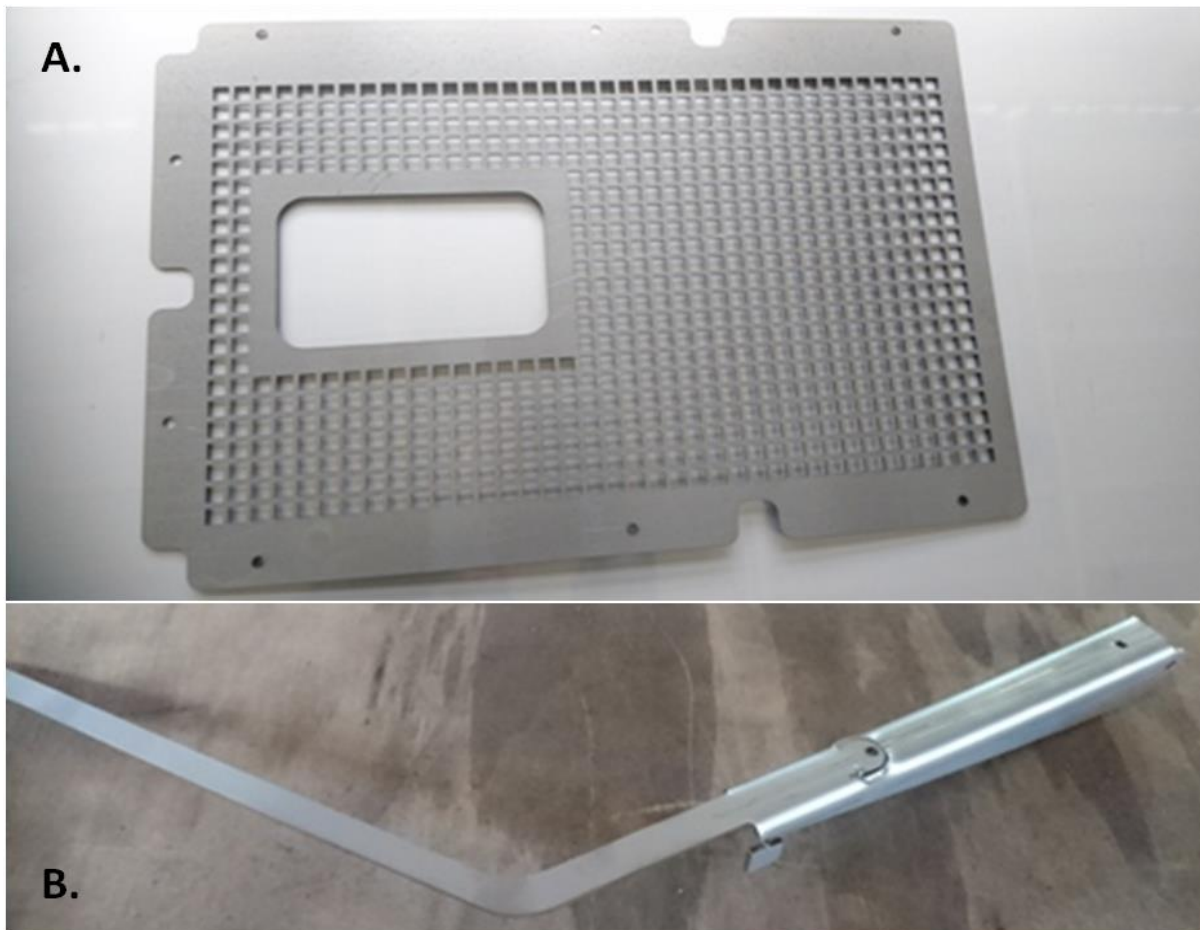
Technologia realizacji procesów modernizacji i modyfikacji wymaga również wykonania elementów z blachy. Zastosowanie urządzeń do wycinania kształtów z blachy do produkcji nowych wyrobów wchodzących w zakres modernizacji i modyfikacji radykalnie zwiększyło efektywność i jakość procesów wytwórczych.

Ich zastosowanie stanowi pewne wyzwanie logistyczne. Powodem są wymagania dotyczące ustawienia urządzenia, postępowanie z mediami oraz odpadami po produkcyjnymi. W tym kontekście wyzwaniem jest postępowanie z cieczą zawierającą ścierniwo w odniesieniu do urządzenia tnącego strumieniem wody i postępowanie z substancjami powstałymi w wyniku termicznego rozkładu selenku cynku, a także postępowanie z substancjami niebezpiecznymi w foliach polietylenowych podczas cięcia metodą laserową. Badanie wykazało, że jakość obsługi wymaga zapewnienia kompetentnego i certyfikowanego personelu, co również stanowi spore wyzwania.

Osobnej uwagi wymaga zapewnienie do obróbki gazów roboczych. Są nimi He, CO₂ i N₂. Powodują one dodatkowe zadania logistyczne, gdyż ich zużycie wynosi odpowiednio 13, 1 i 6 [l/h]. Obrabiarki laserowe do blach płaskich serii TruLaser, to urządzenia do cięcia laserowego o dużej prędkości cięcia i służące do obróbki płaskich blach z dużą dokładnością (TRUMPH, 2014). Stąd też w procesach kontroli i badań weryfikowany jest tylko pierwszy

detal. Weryfikacja polega w tym przypadku na porównaniu poprzez zbadanie z rysunkiem technicznym dostarczonym programiście.

Na fotografii 3. pokazano przykładowe detale powstałe w wyniku wycinania promieniem lasera.



Fotografia 3. Przykłady detali po obróbce metodą laserową

Źródło: fot. M. Gręzicki, WZU S.A., 30.03.2018 r.

Na fot. 3. uwagę zwraca detal B. Jest to ramię wycieraczki do PRWB 9A33 BM3 OSA-PM1. Detal ten po wycięciu został wygięty na specjalnej wycinarce, również sterowanej numerycznie. Zastosowanie metody wycinania laserem pozwoliło na znaczne oszczędności i wyeliminowanie zakupów z importu, a w efekcie uzyskanie większej kontroli nad procesem zaopatrzenia w części zamienne, co ma ogromne znaczenie w aspekcie polonizacji produkcji części zamiennych i materiałów na potrzeby bezpieczeństwa i obronności państwa.

Zastosowanie urządzenia do cięcia wodą albo promieniem lasera do wycinania kształtów uwarunkowane jest rodzajem materiału oraz jego grubością. Przy pomocy metody laserowej, można wycinać kształty z blachy konstrukcyjnej o grubości od 20 do 25 mm, stali szlachetnej o grubości od 12 do 25 mm i aluminium o grubości od 8 do 15 mm. Strefa robocza urządzenia zastosowanego w WZU S.A. wynosi 3000 x 1500 mm.

Dokładność urządzenia odnosi się całkowitej długości roboczej i wynosi $\pm 0,03$ mm, a najmniejsza możliwa do zaprogramowania droga 0,001 mm.

Podobnie jak w przypadku opisywanych wcześniej technologii, przy wytwarzaniu części zamiennych z użyciem metody wycinania strumieniem wody, do obsługi obrabiarki dopuszcza się wyłącznie przeszkolony personel.

Odpady powstające w wyniku procesu podlegają przepisom zgodnie z ustawą (Obwieszczenie, 2017). Jako ścierniwo stosuje się wyłącznie piasek krzemianowy. Wymagane jest zatem w procesach obróbczych stosowania środków ochrony dróg oddechowych, gdyż drobny pył kwarcowy może powodować silikozę. Stosowanie jako medium wody stwarza kolejne źródło zagrożeń poprzez stworzenie potencjalnej możliwości rozwoju bakterii chorobotwórczych. Zastosowanie tego typu technologii wymaga zatem ochrony przeciwbakteryjnej poprzez zmieszane substancje chemiczne. Maszyna musi być eksploatowana w środowisku wolnym od innych maszyn, gdyż cięciu towarzyszą rozlewy lub rozpryski wody. Obróbka metodą wodną wymaga również skutecznej wentylacji dla zmniejszenia kumulacji gazów, wyciewów i oparów wytwarzanych podczas cięcia.

Urządzenie do cięcia metodą wodną jest sterowane numerycznie. Wraz z urządzeniem jest dostarczane specjalne oprogramowanie do sporządzania rysunków technicznych. Za jego pomocą, tworzone obiekty są wyrysowywane przy pomocy linii prostych, okręgów, łuków oraz kształtów prostych, takich jak np. prostokąty. Po wyrysowaniu, do każdego elementu na rysunku, przypisywana jest prędkość posuwu głowicy tnącej, co warunkuje jakość cięcia. Przy czym, im niższa prędkość posuwu tym większa jakość cięcia i gładsze, uzyskiwane wykończenie krawędzi elementu. Zastosowanie specjalistycznego oprogramowania można importować rysunki sporządzone w innych programach. Należy zaznaczyć, że tworzone elementy mogą być tworzone na podstawie fotografii. Cięcie następuje po ścieżce narzędziowej wygenerowanej przez program, a ruch głowicy jest sterowany przez system.

Jakości cięcia metodą wodną wymaga przeprowadzania zabiegów konserwacyjnych zgodnie z instrukcją eksploatacji załączoną przez producenta. Konserwacji w szczególności wymaga pompa wysokociśnieniowa, stół roboczy, wszelkie paski napędowe, silnik napędowy i system filtracji wody (MAXIEM Waterjets, 2012).

Zastosowane metody i narzędzia wspomagające zaopatrywanie procesów napraw wpływają na jakość wykonywanych detali i na wymagania środowiskowe, poprzez zastosowanie materiałowo i energooszczędnych technologii, oraz uniezależnienie od kosztownych źródeł części zamiennych pochodzących z importu. Działanie takie, nazywane „*polonizacją*” odpowiada zatem strategii bezpieczeństwa narodowego.

PODSUMOWANIE

Rozważania zaprezentowane w niniejszym artykule stanowią element badań modelu zapewnienia bezpieczeństwa wyrobów obronnych w pełnym cyklu ich życia, w kontekście zapewnienia ciągłości dostaw części zamiennych do procesów napraw przemysłowych, modernizacji i modyfikacji, na wybranych przykładach. W tym aspekcie stanowią punkt wyjścia do kontynuacji badań w zakresie zarządzania konfiguracją i ryzykiem w działalności związanej z zabezpieczeniem technicznym eksploatacji sprzętu wojskowego.

Stosowanie nowoczesnych technologii do wytwarzania części zamiennych przeznaczonych do sprzętu wojskowego uzasadnione jest koniecznością zapewnienia ciągłości ich eksploatacji, a tym samym dyspozycyjności do realizacji zadań związanych z obronnością.

Każda z metod obróbki materiałów opisana w niniejszym artykule posiada swoje wady i zalety, a także ograniczenia. Wymaga również wsparcia podczas eksploatacji, gdyż jak wykazano, zapewnienie właściwych warunków pracy wymaga konserwacji i wymiany mediów, a także realizacji określonych czynności z wyrobami niezamierzonymi powstałymi podczas procesów produkcyjnych. Stąd też właściwa ich eksploatacja, w tym zapewnienie ciągłości działania wymaga zdefiniowania i realizacji procesów logistycznych. Są nimi takie procesy jak instalowanie, dostarczanie, magazynowanie oraz przechowywanie. Odnoszą się one zarówno do samych maszyn, jak i do wykonanych wyrobów.

Dlatego też, uzasadnione jest badanie zabezpieczenia procesów napraw, modyfikacji, czy modernizacji w części zamienne na gruncie logistyki.

BIBLIOGRAFIA:

1. DECKEL - MACHO . (2014). *DMF 180/7 Instrukcja obsługi*. Seebach: DECKEL - MACHO Seebach.
2. Gabryś, J. (2014). PZR 9K33 OSA eksploatacja, modyfikacja, modernizacja . *PZR 9K33 OSA eksploatacja, modyfikacja i modernizacja*. Grudziądz: WZU S.A.
3. Gręzicki, M. (2018). *Model zapewnienia bezpieczeństwa wyrobów obronnych w pełnym cyklu ich życia. Rozprawa doktorska*. Warszawa: WAT (pozycja niepublikowana).
4. Gręzicki, M., Krupnik, D., & Palczewska, A. (2016). Wybrane zagadnienia dotyczące logistyki remontów sprzętu wojskowego na przykładzie Wojskowych Zakładów Uzbrojenia S.A. w Grudziądzu. *Gospodarka Materiałowa i Logistyka Nr 5/2016*, s. 248-263.

5. Lipkowski, T. (2014). Analiza zabezpieczenia materiałowego i możliwości jego dalszej polonizacji. *PZR 9K33 OSA eksploatacja, modyfikacja i modernizacja*. Grudziądz: WZU S.A.
6. MAXIEM Waterjets. (2012). *MAXIEM waterjets. OMAX. Przewodnik użytkownika*. Grudziądz: WZU S.A. nr ewid. 32630/01.
7. MON. (2017). *Decyzja 141/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 06 lipca 2017 r. w sprawie systemu pozyskiwania, eksploatacji i wycofywania sprzętu wojskowego Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa: (Dz. Urz. MON z 2017 r., poz. 149).
8. MON. (2017). *Decyzja nr 141/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 5 lipca w sprawie systemu pozyskiwania, eksploatacji i wycofywania sprzętu wojskowego z sił zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej*. Warszawa: (Dz. Urz. MON z 2017 r., poz. 149).
9. NSO, N. (2016). *20. NATO NSO, AQAP 2110:2016 Wymagania NATO dotyczące zapewnienia jakości w projektowaniu, rozwoju i produkcji*. Bruksela: NATO HQ.
10. PKN. (2015). *PN-EN ISO 9001:2015 System zarządzania jakością. Wymagania*. Warszawa.
11. Sejm RP. (2017). *Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 10 lutego 2017 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo ochrony środowiska*. Warszawa: (Dz.U. z 2017 r., poz. 519 j.t. ze zm.).
12. TRUMPH. (2014). *TruLaser 3030. Instrukcja obsługi*. Grudziądz: WZU S.A. nr ewid. 32627/01.
13. WZU S.A. (2002). *Instrukcja technologiczna i wymagania techniczne dla formowanych wyrobów gumowych*. Grudziądz: WZU S.A., nr ewid. 28582/01.
14. WZU S.A. (2013). *Procedura P-08-02.0.0 „Kontrola i badania dostaw”*. Grudziądz: WZU S.A.
15. WZU S.A. (2016). *Operat wodnoprawny na odprowadzanie ścieków zawierających substancje szkodliwe dla środowiska wodnego do kanalizacji miejskiej*. Grudziądz: WZU S.A.
16. WZU S.A. (2018). *Księga Zarządzania, wyd. 8*. Grudziądz: WZU S.A.