

## **SYSTEM OBRONY POWIETRZNEJ POLSKI W KONTEKŚCIE ZAGROŻEŃ ZWIĄZANYCH Z ODDZIAŁYWANIEM POLA ELEKTROMAGNETYCZNEGO NA UZBROJENIE. PRZEGLĄD OBOWIĄZUJĄCYCH DOKUMENTÓW NORMATYWNYCH, KRAJOWYCH ORAZ NATO I USA.**

**Streszczenie:** W referacie przedstawiono podstawowe zagadnienia, związane z problematyką oceny wpływu środowiska elektromagnetycznego na uzbrojenie oraz z klasyfikacją HERO. Zagadnienia te omówiono w odniesieniu do obowiązujących dokumentów normatywnych krajowych oraz NATO i USA. Dokonano wstępnej analizy dokumentów podstawowych, a następnie przeprowadzono porównanie dokumentów krajowych i zagranicznych.

Na zakończenie, w oparciu o wykonane analizy, przedstawione zostały wnioski i propozycje dotyczące wdrożenia w kraju zasad postępowania z uzbrojeniem podatnym na oddziaływanie pól elektromagnetycznych.

Słowa kluczowe: HERO, EED, kompatybilność elektromagnetyczna(EMC), pole elektromagnetyczne.

## **POLISH AIR DEFENSE SYSTEM WITH REFERENCE TO HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC FIELD TO ORDNANCE. THE REVIEW OF CURRENT NATIONAL, NATO AND US STANDARDS**

**Abstract:** This article presents basic problems concerning the influence of electromagnetic environment on armament and HERO classification. The author provides an analysis based on valid NATO and American documentation. Moreover, the article presents a project of rules of conduct regarding the use of armament susceptible to electromagnetic influence.

Keywords: HERO, EED, electro magnetic compatibility (EMC).

### **1. Wstęp**

Obserwowany od kilkudziesięciu lat dynamiczny rozwój w obszarze aplikacji elektronicznych, informatycznych i telekomunikacyjnych powoduje, że projektowane są obecnie systemy, zbudowane z montowanych blisko siebie bardzo czułych elementów, charakteryzujących się różnymi właściwościami, np. małej i bardzo dużej mocy, czy pracujące na różnych częstotliwościach. Urządzenia i podzespoły elektryczne i elektroniczne, będące jednocześnie potencjalnym źródłem i ofiarą zakłóceń elektromagnetycznych, są rozpowszechnione niemalże w każdej dziedzinie naszego życia codziennego, nie wyłączając specjalistycznego sprzętu i uzbrojenia wykorzystywanego w służbach mundurowych.

Niestety, efektem takiego „sąsiedztwa”, zwłaszcza w przypadku urządzeń i systemów konstruowanych bez uwzględnienia zagadnień z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej, może być „katastrofalne” w skutkach, prowadząc do niewłaściwego zadziałania, uszkodzenia czy nawet zniszczenia urządzenia, na które oddziałują inne urządzenia, zewnętrzne pola elektromagnetyczne, czy wyładowania elektrostatyczne. Istnieje realne niebezpieczeństwo niekontrolowanego zadziałania systemów sterujących elementami uzbrojenia oraz inicjowanych elektrycznie materiałów wybuchowych. Dlatego, problematyka kompatybilności elektromagnetycznej urządzeń oraz wpływu pola elektromagnetycznego jest coraz częściej poruszana także w odniesieniu do sprzętu i uzbrojenia wykorzystywanego w Siłach Zbrojnych. W rezultacie opracowane zostały liczne instrukcje i dokumenty normatywne opisujące sposób postępowania podczas projektowania, produkcji, składowania, transportowania, czy eksploatacji uzbrojenia i środków bojowych, potencjalnie podatnych na wpływ pola elektromagnetycznego.

Wagę problemu dostrzeżono, chyba najmocniej, w siłach zbrojnych Stanów Zjednoczonych i NATO. Świadczą o tym liczne normy wojskowe traktujące o postępowaniu z uzbrojeniem oraz jego badaniach służących ocenie wpływu pola elektromagnetycznego na bezpieczeństwo funkcjonowania, przechowywania i transportu elektrycznie inicjowanego uzbrojenia lub jego elementów. Dokumenty te stanowią zwykle bazę dla standardów narodowych z zakresu kompatybilności elektromagnetycznej oraz wpływu pola elektromagnetycznego na uzbrojenie, również Polskich Norm Obronnych.

## **2. Podstawowe definicje**

### *Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC)*

Zdolność aparatu, urządzenia lub systemu do poprawnego działania w określonym środowisku elektromagnetycznym bez równoczesnego generowania zaburzeń przekraczających odporność jakichkolwiek urządzeń, które znajdowałyby się w tym środowisku.

### *Środowisko elektromagnetyczne (EME - ElectroMagnetic Environment)*

Zespół wszystkich znanych źródeł promieniowania elektromagnetycznego (zjawisk elektromagnetycznych) występujących na pewnym obszarze.

### *Promieniowanie elektromagnetyczne (EMR – ElectroMagnetic Radiation)*

Zjawisko fizyczne, któremu towarzyszy wydostawanie się energii elektromagnetycznej ze źródła.

### *Zakłócenie elektromagnetyczne*

Niepożądane obniżenie jakości działania urządzenia spowodowane przez zaburzenie elektromagnetyczne.

### *Zaburzenie elektromagnetyczne*

Pole elektromagnetyczne, które może prowadzić do zakłócenia pracy konkretnego urządzenia, systemu, ewentualnie instalacji elektrycznej, elektronicznej, informatycznej, poprzez wytworzenie niepożądanego sygnału lub zmiany właściwości ośrodka, w którym przekazywane są sygnały pożądane.

### *Odporność na zaburzenia elektromagnetyczne*

Zdolność sprzętu, urządzenia lub systemu do działania w obecności elektromagnetycznej wielkości zakłócającej, bez pogarszania ich właściwości funkcjonalnych.

#### *Urządzenie kompatybilne elektromagnetyczne*

Urządzenie jest kompatybilne, jeśli działa w danym środowisku elektromagnetycznym w sposób zadowalający oraz jeżeli nie wprowadza do tego środowiska zaburzeń nietolerowanych przez wszystko, co się w tym środowisku znajduje.

#### *EED – Electro-Explosive Device*

Jednokrotnego stosowania urządzenie (zapłonowe) wybuchowe lub pirotechniczne stosowane, jako element inicjujący podczas zamierzonego użycia (wybuchu) lub szkolenia, które jest pobudzane za pomocą energii elektrycznej (zgodnie z NO-06-A212).

#### *Odległość bezpiecznej separacji (SSD – Safe Separation Distance)*

Odległość między źródłem pola elektromagnetycznego oraz uzbrojeniem (elementem uzbrojenia), na której gęstość mocy pochodząca ze źródła jest niewystarczająca, by wytworzyć w EED energię mogącą spowodować niepożądane zadziałanie, bądź uszkodzenie.

#### *Maksymalny prąd niepowodujący inicjacji (MNFC – Maximum No Fire Current)*

Wartość prądu wyznaczona statystycznie w wyniku testów eksperymentalnych, określająca największą amplitudę prądu, który może być zaindukowany w doprowadzeniach EED, nie powodując inicjacji ładunku. Parametr jest zwykle wyrażany w mA.

#### *Maksymalna moc niepowodująca inicjacji (MNFPP – Maximum No Fire Power)*

Wartość mocy wyznaczona statystycznie w wyniku testów eksperymentalnych, określająca największą moc, jaka może być zaabsorbowana przez EED, nie powodując inicjacji ładunku. Parametr jest zwykle wyrażany w mW.

#### *HERO (HERO – Hazards Of Electromagnetic Radiation To Ordnance)*

Tymczasowa klasyfikacja elementów uzbrojenia i środków bojowych inicjowanych elektronicznie (elektrycznie), uzależniona od ich wrażliwości na pole elektromagnetyczne, konstrukcji oraz środowiska (otoczenia) elektromagnetycznego, jakie może wystąpić podczas planowanego ich wykorzystania.

### **3. Podstawowe dokumenty normatywne NATO i USA, związane z problematyką kompatybilności elektromagnetycznej i oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na uzbrojenie**

W rozdziale omówiono najistotniejsze dokumenty normatywne oraz informacyjne (pomocnicze) stosowane w NATO oraz w USA podczas oceny zagrożeń związanych z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego na uzbrojenie.

#### **AECTP-500-2011**

*“ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS TEST AND VERIFICATION” (“TESTOWANIE ORAZ WERYFIKACJA ODDZIAŁYWANIA ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO”).*

Jest to jeden z sześciu dokumentów normatywnych NATO powołanych przez STANAG 4370 „ENVIRONMENTAL TESTING”. Jego przeznaczeniem jest zapewnienie odporności sprzętu i systemów uzbrojenia na oddziaływanie pól elektromagnetycznych.

Dokument zawiera wymagania środowiskowe i ogólne procedury, które powinny być wykorzystywane w trakcie badań środowiskowych dla wskazanych kategorii uzbrojenia,

m.in.: *Kategorii 508 - Ordnance*, która zawiera procedury obejmujące weryfikację i testy uzbrojenia, jego wyposażenia i systemów, w następującym zakresie:

- Wyładowania elektrostatyczne (na podstawie STANAG 4239 i AOP 24).
- Promieniowanie elektromagnetyczne (na podstawie STANAG 4234).
- Wyładowania piorunowe (na podstawie STANAG 4327 i AOP 25).
- Nuklearny impuls elektromagnetyczny (na podstawie STANAG 4416).

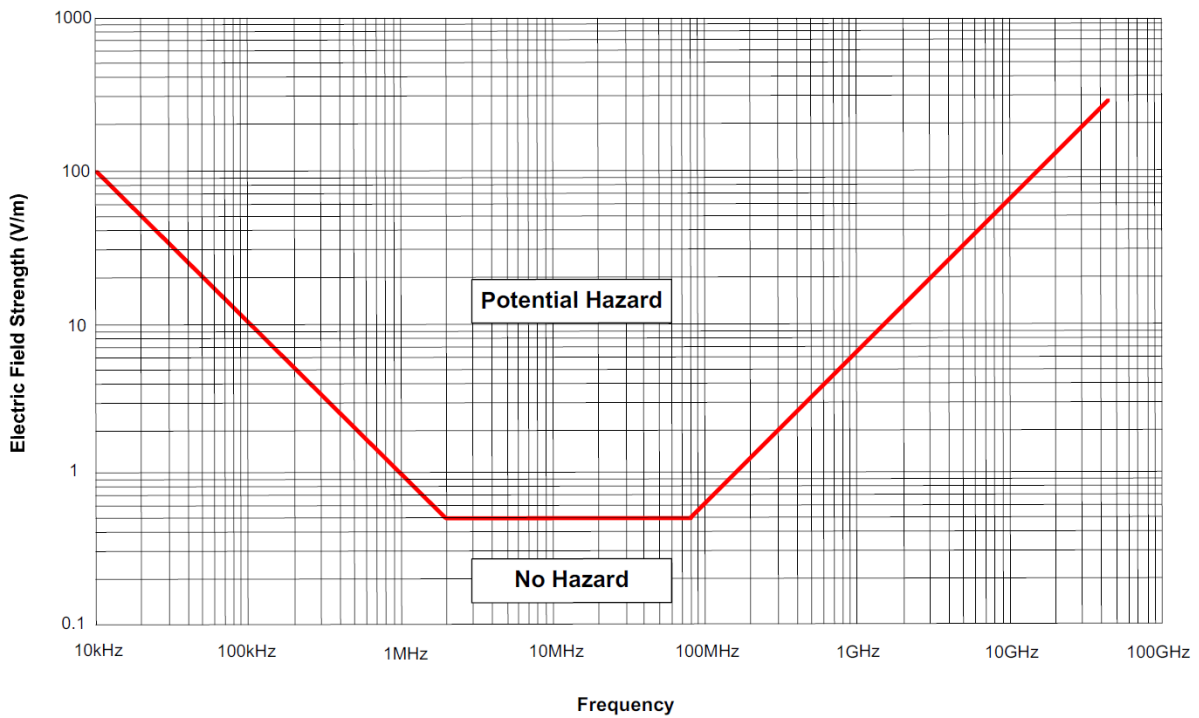
Dokument ten wprowadza również klasyfikację HERO dla uzbrojenia. Zgodnie z zamieszczonymi w nim informacjami wyróżnia się tu trzy grupy klasyfikacyjne. Wybór grupy uzależniony jest od wrażliwości EED na pole elektromagnetyczne, jego konstrukcji oraz wzajemnej konfiguracji EME i EED podczas planowanego wykorzystania (ćwiczeń, misji operacyjnych, szkoleń itp.). Należy podkreślić, że HERO jest klasyfikacją tymczasową używaną wyłącznie w celu określenia właściwej procedury postępowania niezbędnego do osiągnięcia wymaganego poziomu ochrony uzbrojenia zawierającego EED przed promieniowaniem elektromagnetycznym tak, by bezpiecznie zrealizować zaplanowane działania (np. wykonanie misji).

Zamieszczone tu wytyczne stosuje się na każdym etapie życia danego systemu uzbrojenia, począwszy od składowania, poprzez transport, obsługiwania, załadunek, rozładunek, sprawdzenia, montaż na konkretnej platformie i eksploatację, aż do wycofania z eksploatacji.

Dla celów klasyfikacji HERO, dokument AECTP-500 przywołuje termin *HERO UNSAFE* oraz definiuje parametr *MAE*, określający dopuszczalne, maksymalne wartości środowiska elektromagnetycznego, w jakim można wykorzystywać uzbrojenie zaklasyfikowane do grupy *HERO UNSAFE*.

Zgodnie z przytoczonymi definicjami i wyjaśnieniami, jeśli wiadomo, że podatność EED na pole elektromagnetyczne jest większa od podatności dla tak zwanego najgorszego scenariusza (wartości określane, jako „*worst-case*”, tzn. *54 mW MNFP* i/lub *85 mA MNFC*), wtedy EED jest klasyfikowane, jako niebezpieczne (*HERO UNSAFE*) i wymaga specjalnych środków ochronny. Dotyczy to także uzbrojenia, dla którego nie jest znany poziom podatności na pole elektromagnetyczne, oraz takiego, dla którego nigdy nie wykonywano oceny dla celów klasyfikacji HERO.

W dokumencie zamieszczono ponadto, rysunek przedstawiający amplitudowo-częstotliwościową charakterystykę potencjalnie niebezpiecznych poziomów natężenia pola elektrycznego, stosowaną w przypadku uzbrojenia klasyfikowanego, jako *HERO UNSAFE* (Rys. 1). Dodatkowo zamieszczono tabelę zawierającą równania umożliwiające obliczenie bezpiecznej odległości SSD dla uzbrojenia klasyfikowanego, jako *HERO UNSAFE* (Tabela 1).



**Rys. 1. Potencjalnie niebezpieczne poziomy natężenia pola elektrycznego, stosowane w przypadku uzbrojenia klasyfikowanego, jako *HERO UNSAFE***

Tabela 1. Równania umożliwiające obliczenie bezpiecznej odległości SSD dla uzbrojenia klasyfikowanego, jako *HERO UNSAFE*

Frequency Range (MHz)	Distance Equation
$0.01 \leq f < 2.0$	$D = 5.5f\sqrt{P_t G_t}$ metres $D = 18f\sqrt{P_t G_t}$ feet
$2.0 \leq f < 80.0$	$D = 10.95f\sqrt{P_t G_t}$ metres $D = 36f\sqrt{P_t G_t}$ feet
$80.0 \leq f < 100000$	$D = 876f^{-1}\sqrt{P_t G_t}$ metres $D = 2873f^{-1}\sqrt{P_t G_t}$ feet

Where: D is the distance in the units designated.  
 $P_t$  is the average power output of the transmitter in watts.  
 $G_t$  is the numerical (far-field) gain ratio (not the dB value) of the transmitting antenna, derived as follows:  
 $G_t = 1 \times 10^{G/10}$  where G = gain in dBi, and f is the transmitting frequency in MHz.

Notes: 1) The information above represents "worst-case" conditions for safe distance required.  
 2) Equations are provided with the proper numerical multipliers to yield distances in either metres or feet.

Dokument AECTP-500 zawiera również wymagania i procedury badań, które powinny być wykorzystywane w trakcie badań elektrycznych, elektronicznych i elektromechanicznych

urządzeń i systemów składowych uzbrojenia – *Kategoria 501 – Equipment and Sub-System Tests.*

### MIL-STD-464C

#### “ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS REQUIREMENTS FOR SYSTEMS”

Amerykańska norma obronna, określająca wymagania i kryteria oceny wszystkich systemów stosowanych w siłach zbrojnych, włącznie z uzbrojeniem powiązaniem z tymi systemami, w aspekcie oddziaływania środowiska elektromagnetycznego na systemy oraz uzbrojenie. Podobnie, jak w dokumencie AECTP-500, jest tu poruszana m.in. problematyka związana z klasyfikacją HERO dla uzbrojenia. Są tu, między innymi, przytoczone maksymalne poziomy natężenia pola elektrycznego, jakich należy oczekiwać w zewnętrznym środowisku elektromagnetycznym, którego wpływ nie powinien wywołać niezamierzonego zadziałania uzbrojenia, ani obniżenia jego parametrów. (Tabela 2).

Tabela 2. Maksymalne poziomy środowiska elektromagnetycznego dla uzbrojenia o klasyfikacji *HERO SAFE*

Frequency Range		Field Intensity (V/m – rms)			
(MHz)	(MHz)	Unrestricted		Restricted **	
		Peak	Average	Peak	Average
0.01	2	200	200	80	80
2	30	200	200	100	100
30	150	200	200	80	80
150	225	200	200	70	70
225	400	200	200	100	100
400	700	2200	410	450	100
700	790	700	410	270	270
790	1000	2600	490	1400	270
1000	2000	6100	600	2500	160
2000	2700	6000	500	490	160
2700	3600	27460*	2620*	2500	220
3600	4000	8600	280	1900	200
4000	5400	9200	660	650	200
5400	5900	9200	660	6200	240
5900	6000	9200	270	550	240
6000	7900	4100	400	4100	240
7900	8000	550	400	550	200
8000	8400	7500	400	1100	200
8400	8500	7500	400	1100	200
8500	11000	7500	910	2000	300
11000	14000	7500	680	3500	220
14000	18000	8700	680	8700	250
18000	50000	2900	580	2800	200

Norma MIL-STD-464C, zwraca również uwagę na fakt, że niezależnie od wskazań zawartych w jej treści, muszą być przestrzegane wymagania HERO zdefiniowane w odpowiednich instrukcjach sił zbrojnych USA, jak np.:

- **AFMAN 91-201**  
„AIR FORCE MANUAL. EXPLOSIVES SAFETY STANDARDS”  
„INSTRUKCJA SIŁ POWIETRZNYCH USA NT NORM BEZPIECZEŃSTWA DLA UZBROJENIA I MATERIAŁÓW WYBUCHOWYCH”;
- **NAVSEA OP 3565 VOLUME 2**  
“NAVAL SEA TECHNICAL MANUAL. ELECTROMAGNETIC RADIATION HAZARDS (U) (HAZARDS TO ORDNANCE) (U)”  
„INSTRUKCJA TECHNICZNA MARYNARKI WOJENNEJ USA NT ZAGROŻENIA OD PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO DLA UZBROJENIA”.

#### **MIL-HDBK-240A**

“DEPARTMENT OF DEFENSE HANDBOOK. HAZARDS OF ELECTROMAGNETIC RADIATION TO ORDNANCE TEST GUIDE”.

Przewodnik po metodach badań uzbrojenia, w kontekście zagrożenia spowodowanego wpływem promieniowania elektromagnetycznego. Jest uzupełnieniem amerykańskiej normy obronnej MIL-STD-464C oraz dokumentu NATO – AECTP-500, dostarczającym wytyczne odnośnie sposobu przeprowadzania oceny zagrożenia uzbrojenia promieniowaniem elektromagnetycznym dla celów klasyfikacji HERO.

Dokument obowiązuje wszystkie rodzaje sił zbrojnych, dla wszystkich obszarów zastosowań uzbrojenia i systemów uzbrojenia, przy czym ma on charakter przewodnika i nie może być cytowany, jako wymóg obligatoryjny a jedynie, jako zalecenie.

Dla celów klasyfikacji HERO, dokument definiuje następujące trzy grupy podziału systemów uzbrojenia:

- **HERO SAFE**  
Uzbrojenie jest klasyfikowane, jako *HERO SAFE* wówczas, gdy nie może być zainicjowane, ani nie może nastąpić pogorszenie jego parametrów funkcjonalnych w wyniku oddziaływania zewnętrznego środowiska elektromagnetycznego. W takim przypadku EED jest klasyfikowane, jako bezpieczne i dalsze czynności ochronne nie są wymagane.
- **HERO SUSCEPTIBLE**  
Jeśli uzbrojenie może być zainicjowane, lub może nastąpić pogorszenie jego parametrów funkcjonalnych w wyniku oddziaływania zewnętrznego środowiska elektromagnetycznego, to jest klasyfikowane, jako *HERO SUSCEPTIBLE* i wymagana jest dodatkowa ochrona (np. osłona, ekranowanie).
- **HERO UNSAFE**  
W sytuacji, gdy nie są znane żadne dane na temat odporności uzbrojenia na wpływ zewnętrznego środowiska elektromagnetycznego, lub gdy wiadomo, że podatność uzbrojenia na pole elektromagnetyczne jest większa od podatności dla tak zwanego najgorszego przypadku (“*worst-case*”, czyli mniej niż 54 mW MNFP i/lub mniej niż 85 mA MNFC), wówczas uzbrojenie jest klasyfikowane, jako niebezpieczne i wymaga dodatkowej ochrony.

Analizując przedstawione wcześniej wartości „*worst-case*” (MNFC, MNFP czy MAE) trzeba jednak pamiętać, że są one określone dla przyjętych pewnych założeń, z którymi należy się zapoznać zanim wykorzystamy EED w danym środowisku elektromagnetycznym.

przy czym chcąc najdokładniej określić odległość SSD, powinno się wykonać aktualne pomiary pola elektromagnetycznego w danym środowisku.

#### **MIL-HDBK-1512**

*“ELECTROEXPLOSIVE SUBSYSTEMS, ELECTRICALLY INITIATED, DESIGN REQUIREMENTS AND TEST METHODS”*

*(“WYMAGANIA PROJEKTOWE ORAZ METODY TESTOWANIA SYSTEMÓW EED”)*.

#### **STANAG-4234**

*“ELEKTROMAGNETIC RADIATION (RADIO FREQUENCY) – 200kHz TO 40GHz ENVIRONMENT – AFFECTING THE DESIGN OF MATERIEL FOR USE BY NATO FORCES”*

*(“PROMIENIOWANIE ELEKTROMAGNETYCZNE (CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWE) – OD 200KHZ DO 40GHZ – ŚRODOWISKO - WPŁYW NA PROJEKTOWANIE MATERIAŁÓW UŻYWANYCH PRZEZ SIŁY NATO”)*.

#### **STANAG-3614-2002**

*“ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENTAL EFFECTS (E<sub>3</sub>) –REQUIREMENTS FOR AIRCRAFT SYSTEMS AND EQUIPMENT”*

*(“EFEKTY ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO – WYMAGANIA NA PODSYSTEMY I WYPOSAŻENIE STATKÓW POWIETRZNYCH”)*.

#### **STANAG-3516-2010**

*“ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE, TEST METHODS FOR AIRCRAFT ELECTRICAL AND ELECTRONIC EQUIPMENT”.*

*(“ZAKŁÓCENIA ELEKTROMAGNETYCZNE, METODY TESTOWANIA DLA WYPOSAŻENIA ELEKTRYCZNEGO I ELEKTRONICZNEGO STATKÓW POWIETRZNYCH”)*.

Norma ta odwołuje się do normy AECTP-500-2011, która z kolei odwołuje się do normy MIL-STD-461F.

#### **MIL-HDBK-235-1C**

*“MILITARY OPERATIONAL ELECTROMAGNETIC ENVIRONMENT PROFILES”*

*(“WOJSKOWE PROFILE OPERACYJNE DLA ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO”)*.

#### **MIL-STD-331C- w/CHANGE1**

*“FUZE AND FUZE COMPONENTS, ENVIRONMENTAL AND PERFORMANCE TESTS FOR”*

*(“ZAPALNIK ORAZ ELEMENT ZAPALNIKA. TESTY ŚRODOWISKOWE ORAZ JEGO WŁAŚCIWOŚCI”)*.

#### **MIL-STD-461F**

*“REQUIREMENTS FOR THE CONTROL OF ELECTROMAGNETIC INTERFERENCE CHARACTERISTICS OF SUBSYSTEMS AND EQUIPMENT”*

*(“WYMAGANIA DOTYCZĄCE KONTROLI CHARAKTERYSTYK ZAKŁÓCEŃ ELEKTROMAGNETYCZNYCH WYPOSAŻENIA ORAZ PODSYSTEMÓW WYPOSAŻENIA”)*



Norma obronna, określająca wymagania i procedury badań, które powinny być wykorzystywane w trakcie badań elektrycznych, elektronicznych i elektromechanicznych urządzeń i systemów składowych uzbrojenia. Stanowi uzupełnienie normy obronnej MIL-STD-464C, dostarczającym wytyczne odnośnie wymagań i metod badania wyposażenia i podsystemów wyposażenia, w zakresie emisji zakłóceń oraz odporności na zaburzenia elektromagnetyczne.

#### **4. Krajowe dokumenty normatywne obowiązujące w Siłach Zbrojnych RP, związane z problematyką kompatybilności elektromagnetycznej i oddziaływaniem pól elektromagnetycznych na uzbrojenie**

W niniejszym rozdziale omówione zostaną najistotniejsze dokumenty normatywne wykorzystywane w polskich Siłach Zbrojnych do oceny zagrożeń związanych z oddziaływaniem pola elektromagnetycznego na uzbrojenie.

##### **NO-06-A200 / NO-06-A500**

*„KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA. DOPUSZCZALNE POZIOMY EMISJI UBOCZNYCH I ODPORNOŚĆ NA NARAŻENIA ELEKTROMAGNETYCZNE”*

Zestaw dwóch krajowych Norm Obronnych, określających wymagania na dopuszczalne poziomy emisji elektromagnetycznych i charakterystyki sygnałów umownych stosowanych przy badaniach odporności urządzeń techniki wojskowej na oddziaływanie narażeń elektromagnetycznych. Normy stosuje się w odniesieniu do urządzeń elektrycznych, elektromechanicznych i elektronicznych użytkowanych w Siłach Zbrojnych RP oraz w służbach pomocniczych, przeznaczonych do bezpośredniego wsparcia działań wojsk.

Zamieszczone w wyżej wymienionych normach wymagania dotyczące poziomów dopuszczalnych oraz metod badań, odpowiadają zapisom amerykańskiej normy obronnej MIL-STD-461E (*Requirements for the control of electromagnetic interference characteristics of subsystems and equipment*).

##### **NO-06-A212**

*„KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA ODPORNOŚĆ UZBROJENIA NA ODDZIAŁYWANIE PROMIENIOWANIA ŚRODOWISKA ELEKTROMAGNETYCZNEGO O CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWEJ OD 200 kHz DO 40 GHz. WYMAGANIA I BADANIA”*

W normie zdefiniowano wymagania i metody badań odporności amunicji i systemów uzbrojenia na oddziaływanie środowiska elektromagnetycznego o częstotliwości radiowej oraz wymagane poziomy tej odporności. Na współczesnym polu walki oddziaływaniu pola elektromagnetycznego podlega amunicja i systemy uzbrojenia zawierające elektrycznie aktywowane urządzenie zapłonowe (EED).

W dokumencie tym, jako materiał źródłowy wykorzystano dokument normatywny NATO – STANAG 4234:1992 (*Electromagnetic radiation (radio frequency) – 200 kHz to 40 GHz environment – affecting the design of materiel for use by NATO forces*).

##### **NO-10-A217**

*„KOMPATYBILNOŚĆ ELEKTROMAGNETYCZNA. ELEKTRYCZNE I ELEKTRONICZNE ZAPALNIKI MORSKICH ŚRODKÓW BOJOWYCH. WYMAGANIA I BADANIA”*

Krajowa Norma Obronna ustalająca wymagania odnośnie odporności, elektrycznych i elektronicznych zapalników morskich środków bojowych (pocisków raketowych, artyleryjskich, min morskich, torped itp.) na narażenia elektromagnetyczne, podczas ich obsługi lub transportowania dowolnym środkiem transportu, z wyłączeniem statków

powietrznych. Postanowienia normy są także wyznacznikiem przy projektowaniu nowych rodzajów zapalników i systemów uzbrojenia ze względu na bezpieczeństwo i niezawodność w warunkach narażeń elektromagnetycznych określonych w normie.

Określono tu również wymagania dotyczące prowadzenia badań odporności, przy czym szczegółowe metody postępowania opisane są w normie obronnej NO-06-A-500:2008 (*Kompatybilność elektromagnetyczna – Procedury badań zakłóceń*) oraz wybranych normach cywilnych z zakresu EMC.

### **NO-13-A233**

#### **„SYSTEMY ZAPALNIKOWE. ZAPEWNIENIE BEZPIECZEŃSTWA. METODY KONSTRUKCYJNE”**

Dokument jest tłumaczeniem dokumentu normatywnego NATO – STANAG 4187 (edycja 3) „*Fuzing systems. Safety design requirements.*”

Norma podaje projektowe wymagania bezpieczeństwa eksploatacji zapalników do amunicji bojowej i szkolnej, przeznaczonej dla sił zbrojnych NATO. Zawiera także, dodatkowe (w stosunku do zamieszczonych w dokumencie oryginalnym) wymagania bezpieczeństwa dla zapalników zawierających części elektromechaniczne i elektroniczne, w tym:

- Odporność na zakłócenia elektromagnetyczne  
Zapalnik powinien prawidłowo funkcjonować, zarówno w trakcie, jak i po oddziaływaniu zaburzeń elektromagnetycznych. Odporność zapalnika na oddziaływanie pola elektromagnetycznego powinna być stwierdzona w wyniku przeprowadzonych badań, ewentualnie teoretycznych analiz, odzwierciedlających oczekiwane środowisko elektromagnetyczne.
- Odporność na zakłócenia elektrostatyczne  
Zapalnik powinien prawidłowo funkcjonować, zarówno w trakcie, jak i po oddziaływaniu zaburzeń elektrostatycznych. Odporność zapalnika na oddziaływanie zaburzeń elektrostatycznych powinna być stwierdzona w wyniku przeprowadzonych badań, ewentualnie teoretycznych analiz, odzwierciedlających oczekiwane środowisko elektromagnetyczne.

## **5. Podsumowanie**

Analiza omówionych w artykule podstawowych normatywnych dokumentów NATO i USA, opisujących środki bezpieczeństwa przy postępowaniu z uzbrojeniem i materiałami wybuchowymi, skłania do wniosku, że w Polsce powinien być położony większy nacisk na badania wpływu środowiska elektromagnetycznego na uzbrojenie stosowane przez SZ RP. W przywołanych dokumentach zdefiniowana została klasyfikacja „*HERO*” dla uzbrojenia i elektrycznie inicjowanych urządzeń, wraz z określeniem ich bezpiecznej odległości od źródeł pola elektromagnetycznego (SSD). Ponieważ, parametry te określone są w oparciu o przeprowadzone wcześniej badania eksperymentalne oraz o przyjęte pewne założenia, które mogą nie być właściwe dla Polskiej specyfiki (właściwości uzbrojenia, parametry i rodzaje źródeł PEM, itp.) dlatego, zagadnienie to powinno podlegać dokładnej weryfikacji w warunkach krajowych.

Aktualnie, w zakresie problematyki oddziaływania środowiska elektromagnetycznego na uzbrojenie, w tym na EED, w Polsce obowiązują głównie normy obronne: NO-06-A200, NO-06-A500, NO-06-A212 i NO-10-A217, opracowane na podstawie amerykańskich norm obronnych MIL-STD i/lub dokumentów normatywnych NATO. Zakres tych norm nie obejmuje jednak problematyki zagrożeń uzbrojenia od promieniowania

elektromagnetycznego (HERO), w rozumieniu norm i instrukcji obowiązujących w NATO i USA. W rezultacie, krajowe dokumenty normatywne nie definiują odpowiedniej klasyfikacji EED ze względu na ich zagrożenie od pól elektromagnetycznych i nie wskazują sposobów wyznaczania bezpiecznej odległości separacji od źródeł pól elektromagnetycznych (SSD).

Zgodnie z obowiązującymi Normami Obronnymi (NO) wyszczególnionymi powyżej, uzbrojenie powinno spełniać wymagania w zakresie: dopuszczalnych poziomów emisji, odporności na promieniowanie elektromagnetyczne, zaburzenia przewodzone i wyładowania elektrostatyczne (ESD). Podobnie EED, zgodnie z normami: NO-06-A212 i NO-10-A217, powinno być odporne na oddziaływanie pola elektromagnetycznego o poziomach zdefiniowanych w tych dokumentach. Poziomy te odzwierciedlają limity zawarte w dokumencie STANAG 4234, stanowiącym w dokumencie AECTP-500 odniesienie przy rozpatrywaniu problematyki HERO. Podane tam wartości pola elektrycznego, obowiązujące przy badaniach odporności uzbrojenia na środowisko elektromagnetyczne, są identyczne, jak w NO-06-A200, opracowanej na bazie MIL-STD-461.

Należy zaznaczyć, że już na etapie konstrukcji systemów zapalnikowych, zgodnie z NO-13-A233 i NO-13-A234, powinno się uwzględniać wymogi bezpieczeństwa, wynikające z oddziaływania pola elektromagnetycznego i wyładowań elektrostatycznych. W zakresie badań i testów odniesienie jest do AECTP-500.

Na podstawie wstępnej analizy podstawowych dokumentów normatywnych i instrukcji obowiązujących w siłach zbrojnych NATO i USA, po porównaniu ich treści z polskimi Normami Obronnymi wynika, że uzbrojenie (w tym EED) podlega w kraju, w zakresie wpływu środowiska elektromagnetycznego, analogicznym wymaganiom, przy czym, w zagranicznych dokumentach normatywnych bardzo dużą uwagę dodatkowo zwraca się na problematykę zagrożeń wynikających z promieniowania elektromagnetycznego i jego wpływu na uzbrojenie podczas wszelkich czynności wykonywanych z uzbrojeniem (problematyka HERO).

W Polsce proces implementacji zagadnień HERO należałoby jak najszybciej zainicjować, np. przez powołanie zespołu specjalistów z zakresu pomiarów pola elektromagnetycznego i badań EMC. Działania takie wymagałyby między innymi:

- szczegółowej analizy, obowiązujących w NATO i USA normatywnych dokumentów i instrukcji, omawiających problematykę HERO;
- przetłumaczenia, wytypowanych na podstawie wstępnej analizy, podstawowych dokumentów normatywnych i instrukcji, np.: AECTP-500, MIL-STD-464C, MIL-HDBK-240A, STANAG-3516, MIL-HDBK-1512, AFMAN 91-201, NAVSEA OP 3565 itp.
- wprowadzenia korekty do obowiązujących polskich Norm Obronnych, ewentualnie opracowania nowych dokumentów;
- zapoznania się z praktycznymi procedurami dotyczącymi problematyki HERO, np. poprzez współdziałanie w badaniach przeprowadzonych przez wyspecjalizowane laboratorium NATO;
- doposażenia krajowych laboratoriów badawczych posiadających już doświadczenie i pewną bazę sprzętową z zakresu badań EMC, w aparaturę i niezbędne akcesoria, umożliwiające badania odporności uzbrojenia (w tym EED) na pola o wartościach powyżej tysiąca V/m oraz pola impulsowe, wymagane normami.

Mając jednak na uwadze wagę problemu oraz fakt, że opracowanie nowych (bądź uaktualnienie istniejących) krajowych dokumentów normatywnych wymagać będzie czasu, proponuje się wstępnie przyjąć wymagania dotyczące problematyki i klasyfikacji HERO, zawarte w dokumencie NATO – AECTP-500 (*Electromagnetic Environmental Effects Test And Verification*). Oznacza to przyjęcie założenia, że uzbrojenie, które nie posiada udokumentowanych odpowiednich badań, będzie zakwalifikowane do grupy *HERO UNSAFE*

(niebezpieczne) i wszelkie czynności związane z transportem, przechowywaniem, załadunkiem, rozładunkiem, montażem, demontażem, obsługiwaniem i eksploatacją uzbrojenia, powinny być wykonywane z zachowaniem wymaganej odległości separacji od źródeł promieniowania elektromagnetycznego (SSD), obliczanej wg zależności podanych w Tabeli 1.

## **Literatura**

Wymienione w referacie normy i przewodniki.