

Czas trwania: **1- 4 dni (w zależności od wybranych modułów)**

Temat szkolenia: **„Kompatybilność elektromagnetyczna EMC – zjawiska fizyczne, zasady projektowania, badania laboratoryjne, wymagania prawne”**

## MODUŁ 1 Wymagania prawne

DZIEŃ 1	
09:00-09:30	<b>Przywitanie, określenie oczekiwań uczestników, omówienie programu</b>
09:30-10:30 (60')	<b>1. Oznaczenie CE - podstawy systemu oceny zgodności</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- W jakim celu wprowadzono oznaczenie CE i od kiedy musi ono być stosowane?</li> <li>- Jakie przepisy związane z oznaczeniem CE obowiązują w UE i Polsce?</li> <li>- Czym są moduły oceny zgodności, kto i kiedy je stosuje?</li> <li>- Jaką rolę pełnią jednostki notyfikowane i akredytowane laboratoria badawcze?</li> </ul>
10:30-10:40	Przerwa kawowa
10:40-12:00 (80')	<b>1. Oznaczenie CE - podstawy systemu oceny zgodności wyrobów ..cd</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jakie wyroby podlegają pod oznaczenie CE i na jakim terytorium musi ono być stosowane?</li> <li>- Czym różni się system oceny zgodności w krajach EOG od systemów innych terytoriów świata?</li> <li>- Kiedy należy stosować dyrektywy starego podejścia (SP), nowego podejścia (NP), globalnego podejścia (GP), Ustawę o ogólnym bezpieczeństwie produktów, szczegółowe przepisy krajowe?</li> <li>- Jaki jest związek pomiędzy dyrektywami NP a normami zharmonizowanymi?</li> <li>- Kiedy stosowanie norm staje się obowiązkowe?</li> </ul>
12:00-12:10	Przerwa kawowa
12:10-13:15 (65')	<b>1. Oznaczenie CE - podstawy systemu oceny zgodności wyrobów ..cd</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jakie są zasady wprowadzania wyrobów do obrotu i/lub oddawania ich do użytku?</li> <li>- Kto odpowiada za zgodność wyrobu z wymaganiami?</li> <li>- W jakich sytuacjach użytkownik przejmuje odpowiedzialność producenta?</li> <li>- Kto sprawdza zgodność urządzeń elektrycznych z wymaganiami dyrektywy EMC?</li> <li>- Kiedy urządzenie elektryczne może być uznane za produkt niebezpieczny?</li> <li>- Jakie konsekwencje są związane z niespełnieniem wymagań dyrektywy EMC?...</li> </ul>
13:15-14:00	Przerwa obiadowa
14:00-15:00 (60')	<b>2. Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej 2014/30/UE (EMC) – podstawy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Czym jest kompatybilność elektromagnetyczna i dlaczego się nią zajmujemy?</li> <li>- Zasadnicze wymagania – co to znaczy „być odpornym”, co to znaczy „nie zakłócać”?</li> <li>- Konstrukcja i podstawowe definicje dyrektywy EMC</li> <li>- Kiedy ma zastosowanie dyrektywa EMC?</li> <li>- Krok po kroku do CE w rozumieniu dyrektywy EMC</li> </ul> <b>Ćwiczenie 1:</b> Określ ograniczenia wyrobu
15:00-15:10	Przerwa kawowa
15:10-16:30 (80')	<b>2. Dyrektywa kompatybilności elektromagnetycznej 2014/30/UE (EMC) – podstawy ..cd</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak klasyfikować wyroby pod dyrektywę EMC?</li> </ul> <b>Ćwiczenie 2:</b> Dokonaj klasyfikacji wyrobu do dyrektywy EMC <ul style="list-style-type: none"> <li>- Przedstawianie wyników pracy w grupach</li> <li>- Weryfikacja, dyskusja, wnioski z pracy w grupach</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jakie wymagania musi spełniać „aparatura”?</li> <li>- Jakie wymagania musi spełniać aparatura przeznaczona do instalacji stacjonarnej?</li> <li>- Jakie wymagania musi spełniać „instalacja stacjonarna”?</li> </ul>
16:30-17:00	Pytania i dyskusja

## MODUŁ 2 Zjawiska fizyczne i badania EMC

### DZIEŃ 2

08:30-09:00	<b>Powtórka, sprawdzenie, które z oczekiwań uczestników udało się już spełnić</b>
09:00-10:10 (70')	<b>1. Źródła zaburzeń elektromagnetycznych</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- W jaki sposób analizować i oceniać ryzyko związane z EMC?</li> <li>- Przykłady problemów z EMC spotykanych w praktyce</li> <li>- Ogólna charakterystyka źródeł zaburzeń elektromagnetycznych (EM)</li> <li>- Jak oceniać problemy w ukł. z sygnałami sinusoidalnymi i w układach cyfrowych?</li> <li>- Dlaczego rozróżniamy zaburzenia symetryczne i asymetryczne?</li> <li>- Czym są fale elektromagnetyczne?</li> <li>- Co może być anteną emitującą lub odbierającą zaburzenia elektromagnetyczne?</li> <li>- Jakie znaczenie ma różnica między polem bliskim a polem dalekim?</li> <li>- Jaki wpływ na organizmy żywe mają fale elektromagnetyczne?</li> </ul>
10:10-10:20	Przerwa kawowa
10:20-11:20 (60')	<b>2. Normy zharmonizowane z dyrektywą EMC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jakie normy zharmonizowane z dyrektywą EMC pomogą w spełnieniu wymagań zasadniczych?</li> <li>- W jaki sposób dzielimy normy zharmonizowane z dyrektywą EMC?</li> <li>- Co kryje się za oznaczeniami norm?</li> <li>- Od czego zacząć w przypadku własnego urządzenia?</li> <li>- Jak różne środowiska pracy urządzeń wpływają na określenie wymagań dotyczących emisji i odporności?</li> </ul> <p><b>Ćwiczenie:</b> Określ, które normy są właściwe dla wyrobu</p>
11:20-11:30	Przerwa kawowa
11:30-12:20 (50')	<b>3. Pomiar emisji i badanie odporności - podstawy</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaki jest zakres częstotliwości dla pomiarów emisji zaburzeń: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przewodzonych? →(Jakie są dopuszczalne poziomy, metody pomiarowe,</li> <li>• Promieniowanych? →potrzebny sprzęt i infrastruktura?)</li> </ul> </li> <li>- Dlaczego w badaniach EMC stosujemy różne detektory pomiarowe?</li> <li>- Jakie mamy typowe badania odporności?</li> <li>- Co to są kryteria oceny i jak je stosować?</li> </ul>
12:20-12:30	Przerwa kawowa
12:30-13:15 (45')	<b>4. Analiza programu badań dla przykładowego urządzenia</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Badania emisji: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Przewodzonej (po co stosować sztuczną sieć?)</li> <li>• Promieniowanej (co to jest komora bezodbićowa, komora GTEM czy komora rewerberacyjna?)</li> </ul> </li> <li>- Jak zweryfikować odporność urządzeń dla zagrożeń elektromagnetycznych: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsy elektryczności statycznej (ESD)</li> <li>• Pole elektromagnetyczne (Radiated RF)</li> </ul> </li> </ul>
13:15-14:00	Przerwa obiadowa
14:00-14:50 (50')	<b>4. Analiza programu badań dla przykładowego urządzenia ..cd</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak zweryfikować odporność urządzeń zagrożeń elektromagnetycznych: ..cd. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Szybkie elektryczne zakłócenia impulsowe (EFT/Burst)</li> <li>• Udar (Surge)</li> <li>• Zaburzenia przewodzone (Conducted RF)</li> <li>• Odporność na pole H</li> <li>• Zapady/zaniki napięcia</li> </ul> </li> </ul>
14:50-15:00	Przerwa kawowa
15:00-15:45 (45')	<b>5. Interpretacja wyników badań</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jaki jest sens prowadzenia badań EMC (ekonomiczny, prawny, techniczny)?</li> <li>- Jakie są różnice między badaniami w jednostce akredytowanej, a badaniami prowadzonymi w sposób inżynierski (wymiar merytoryczny, koszty, zakres usługi)?</li> <li>- Kiedy dokumentacja z pomiarów inżynierskich pomoże w ocenie jakości w obszarze EMC?</li> <li>- Jak przygotować program badań (zakres, kolejność, zawartość sprawozdania)?</li> <li>- Jak prowadzić własne badania EMC (możliwe do zrealizowania w warunkach lab. elektronicznego)?</li> <li>- Jak rozwiązywać problemy EMC, które nas przerastają?</li> </ul>
15:45-16:15	Pytania i dyskusja

## MODUŁ 3 Praktyczne metody i zasady projektowania

### DZIEŃ 3

08:30-09:00	<b>Powtórka, sprawdzenie, które z oczekiwań uczestników udało się już spełnić</b>
09:00-09:50 (50')	<b>1. Koncepcja wyrobu bezpiecznego z punktu widzenia EMC</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak przygotować koncepcję bezpiecznego wyrobu z punktu widzenia wymagań EMC?</li> <li>- Jak przeprowadzić analizę zagrożeń i ocenę ryzyka oddziaływań na podstawie typowych urządzeń?</li> <li>- Jak przeanalizować macierze oddziaływań EMC?</li> <li>- Jak przygotować ogólną koncepcję EMC dla nowego projektu?</li> <li>- Jak zrobić dobry projekt elektryczny i mechaniczny?</li> </ul>
09:50-10:00	Przerwa kawowa
10:00-10:50 (50')	<b>2. Dlaczego w zakresie w.cz. pojawia się problem?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jakie są typowe drogi przenikania zaburzeń?</li> <li>- Gdzie płynie prąd?</li> <li>- Dlaczego w zakresie w.cz. pojawiają się problem?</li> <li>- Typowe koncepcje systemów mas (projektowanie w zakresie m.cz i w.cz.)</li> </ul>
10:50-11:00	Przerwa kawowa
11:00-12:00 (60')	<b>3. Filtrowanie zaburzeń przewodzonych</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak redukować zaburzenia przewodzone? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Co to jest filtr przeciwzaburzeniowy?</li> <li>• Co to są straty wtrąceniowe?</li> <li>• Jak właściwie dobrać filtry?</li> <li>• Jak zachowują się elementy filtrów w zakresie w.cz.?</li> </ul> </li> </ul>
12:00-12:10	Przerwa kawowa
12:10-13:15 (65')	<b>4. Ekranowanie od pól elektromagnetycznych</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak redukować zakłócenia promieniowane? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Co to jest skuteczność ekranowania?</li> <li>• Kiedy ekranowanie (obudowy, przewody) będzie skuteczne?</li> <li>• Jakie mechanizmy decydują o skuteczności ekranowania?</li> <li>• Dlaczego mamy problem z redukowaniem pól magnetycznych m.cz.?</li> </ul> </li> </ul>
13:15-14:00	Przerwa obiadowa
14:00-14:50 (50')	<b>4. Ekranowanie od pól elektromagnetycznych ..cd</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jak redukować zakłócenia promieniowane? <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jak prawidłowo stosować uszczelnienia?</li> <li>• Na co zwracać uwagę na etapie montażu?</li> <li>• Jak prawidłowo wykonywać otwory wentylacyjne?</li> <li>• Jak prawidłowo zamontować wyświetlacze bez pogorszenia skuteczności ekranowania?</li> <li>• Jakie techniki można zastosować w przypadku obudów plastikowych?</li> </ul> </li> </ul>
14:50-15:00	Przerwa kawowa
15:00-15:45 (45')	<b>5. Typowe błędy przy podłączaniu filtrów i jak ich unikać</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Podstawowe zasady wykonywania instalacji: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Jak prawidłowo sklasyfikować sygnały?</li> <li>• Co to jest ekwipotencjalizacja i jak ją prawidłowo wykonywać w zakresie w.cz.?</li> <li>• Jak prawidłowo rozmieścić elementy w sterownicy/rozdzielnicy?</li> <li>• Typowe błędów przy podłączaniu filtrów i jak ich unikać?</li> <li>• Analiza pozytywnych i negatywnych przykładów „z życia”</li> </ul> </li> </ul>
15:45-16:15	Weryfikacja spełnienia oczekiwań uczestników, pytania i dyskusja, indywidualne konsultacje

## MODUŁ 3 Praktyczne metody i zasady projektowania

### DZIEŃ 4

08:30-09:00	<b>Powtórka, sprawdzenie, które z oczekiwań uczestników udało się już spełnić</b>
09:00-09:50 (50')	<b>6. Przesłuchy indukcyjne i pojemnościowe</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Jak poziomy zakłóceń zależą od częstotliwości sygnału zakłócającego?</li><li>- Kiedy lepiej zastosować kable ekranowane a kiedy skrętkę?</li><li>- Jakie parametry decydują o jakości kabla?</li><li>- Jakie problemy mogą się pojawić podczas stosowania kabli ekranowych?</li></ul>
09:50-10:00	Przerwa kawowa
10:00-11:00 (60')	<b>7. Zabezpieczanie przed zakłóceniami impulsowymi</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Jakie są podstawowe problemy związane z ESD?</li><li>- Jakie techniki należy stosować, aby zabezpieczyć się przed ESD?</li><li>- Jakie problemy występują podczas przełączania obciążeń indukcyjnych lub pojemnościowych?</li><li>- Jakie zabezpieczenia stosować w przypadku szybkich elektrycznych zaburzeń impulsowych?</li></ul>
11:00-11:10	Przerwa kawowa
11:10-12:20 (70')	<b>8. Podstawowe zasady projektowania obwodów drukowanych (PCB)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Dlaczego układy cyfrowe mogą być źródłem zaburzeń?</li><li>- Jakie znaczenie ma płaszczyzna masy?</li><li>- Jakie problemy powodują szczeliny w płaszczyźnie masy?</li><li>- Jak rozmieszczać złącza i elementów na PCB?</li><li>- Jak projektować PCB, aby zredukować promieniowanie?</li></ul>
12:20-12:30	Przerwa kawowa
12:30-13:15 (45')	<b>9. Jakość sygnałów – SI (Signal Integrity)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Kiedy połączenia na PCB należy traktować jak linie transmisyjne?</li><li>- Od czego zależą straty w połączeniach na PCB?</li><li>- W jaki sposób zapewnić dobrą jakość sygnałów?</li><li>- Jakie znaczenie ma para różnicowa?</li></ul>
13:15-14:00	Przerwa obiadowa
14:00-14:45 (45')	<b>10. Projektowanie obwodów zasilania – PDN (Power Distribution Network)</b> <ul style="list-style-type: none"><li>- Jakie elementy wpływają na parametry obwodów zasilania?</li><li>- Jak projektować obwody wielowarstwowe?</li><li>- Jak należy montować kondensatory ceramiczne?</li></ul>
14:45-15:15	Weryfikacja spełnienia oczekiwań uczestników, pytania i dyskusja, indywidualne konsultacje