

## Szkolenie: The Linux Foundation LFD435 Developing Embedded Linux Device Drivers



### DOSTĘPNE TERMINY

2026-07-07 | 4 dni | Warszawa / Wirtualna sala  
2026-08-04 | 4 dni | Kraków / Wirtualna sala  
2026-09-01 | 4 dni | Warszawa / Wirtualna sala  
2026-10-06 | 4 dni | Kraków / Wirtualna sala  
2026-11-03 | 4 dni | Warszawa / Wirtualna sala  
2026-12-01 | 4 dni | Kraków / Wirtualna sala

### Cel szkolenia:

Ten 4-dniowy kurs ma na celu pokazanie doświadczonym programistom, jak tworzyć sterowniki urządzeń dla wbudowanych systemów Linux, i dać im podstawowe zrozumienie oraz znajomość jądra Linux.

Po opanowaniu tego materiału będziesz zaznajomiony z różnymi rodzajami sterowników urządzeń używanych w Linux i zostaniesz wprowadzony do wielu odpowiednich interfejsów API, które będą używane podczas pisania sterowników urządzenia.

Podczas gdy omówimy wewnętrzne elementy jądra i algorytmy, przeanalizujemy głęboko tylko te funkcje, które są zwykle używane w sterownikach urządzeń. Więcej szczegółów na temat takich rzeczy, jak planowanie, zarządzanie pamięcią, itp., odnaleźć można w bardziej skoncentrowanym na jądrze kursie.

### Plan szkolenia:

- Wprowadzenie
  - Przedmiot szkolenia
  - Kim jesteś
  - The Linux Foundation
  - Szkolenia The Linux Foundation
  - Programy certyfikacyjne i cyfrowe identyfikatory
  - Dystrybucje Linux
  - Przygotowanie systemu
  - Rzeczy zmieniają się w Linux
  - Dokumentacja i linki

- Czynności przygotowawcze
  - Procedury
  - Wersje jądra
  - Źródła jądra i użycie Git
  - Sprzęt
- Jak pracować w projektach OSS \*\*
  - Omówienie wniesienia prawidłowego udziału
  - Badanie i zrozumienie DNA projektu
  - Określ czym chcesz się zająć
  - Zidentyfikowanie osób odpowiedzialnych, ich przepływu pracy i metod
  - Uzyskaj wczesne wejście i pracę w otwartym środowisku
  - Przekazuj przyrostowe bity, zamiast dużych fragmentów kodu
  - Zostaw swoje ego przed drzwiami: nie bądź wrażliwy
  - Bądź cierpliwy, rozwijaj relacje długoterminowe, bądź pomocny
- Cross-Development Toolchain
  - The Compiler Triplet
  - Wbudowany Linux Distribution Cross Compiler
  - Linaro
  - CodeSourcery
  - Crosstool-ng
  - Buildroot
  - OpenEmbedded
  - Yocto
- QEMU
  - Czym jest QEMU?
  - Emulowane architektury
  - Formaty obrazu
  - Dlaczego używać QEMU?
  - Laboratorium
- Podstawowa konfiguracja Target Development Board z uSD
  - Dlaczego używamy kart uSD?
  - Uzyskanie SW na karcie uSD
  - Dlaczego używanie kart uSD jest złym pomysłem?
  - Laboratorium
- Uruchamianie Target Development Board przez Ethernet
  - Korzystanie ze sprzętu zwirtualizowanego

- Łatwiejszy sposób na rozwój
- Cele laboratorium
- Laboratorium
- Konfiguracja jądra, kompilacja, uruchamianie
  - Konfiguracja jądra dla Development Board
  - Laboratorium
- Sterowniki urządzeń
  - Typy urządzeń
  - Mechanizm a polityka
  - Unikanie bloków binarnych
  - Zarządzanie energią
  - Jak aplikacje korzystają ze sterowników urządzeń
  - Przechodzenie przez wywołania systemowe dostępu do urządzenia
  - Numery błędów
  - Printk()
  - Devres: Managed Device Resources
  - Laboratorium
- Moduły i sterowniki urządzeń
  - Makra module\_driver()
  - Moduły i Hot Plug
  - Laboratorium
- Zarządzanie pamięcią i alokacją
  - Pamięć wirtualna i fizyczna
  - Strefy pamięci
  - Tabela stron
  - Kmalloc()
  - \_get\_free\_pages()
  - Vmalloc()
  - Płyty i alokacje pamięci podręcznej
  - Laboratorium
- Urządzenia znakowe
  - Węzły urządzeń
  - Liczby główne i drugorzędne
  - Rezerwacja dużych/mniejszych numerów
  - Dostęp do węzła urządzenia
  - Rejestracja urządzenia

- Udev
- Dev\_printk() i Associates
- Struktura file\_operations
- Punkty wejścia sterowników
- Struktury plików i Inode
- Różne sterowniki znaków
- Laboratorium
- Funkcje jądra
  - Komponenty jądra
  - Przestrzeń użytkownika a przestrzeń jądra
  - Czy są wywołania systemowe?
  - Dostępne wywołania systemowe
  - Algorytmy planowania i struktury zadań
  - Kontekst procesu
  - Laboratorium
- Przesyłanie między użytkownikiem a przestrzenią jądra
  - Przesyłanie między przestrzeniami
  - Put(get)\_user() i copy\_to(from)\_user()
  - Bezpośredni transfer: Jądro I/O i mapowanie pamięci
  - Jądro I/O
  - Mapowanie stron użytkownika
  - Mapowanie pamięci
  - Funkcje przestrzeni użytkownika dla mmap()
  - Punkt wejścia sterownika dla mmap()
  - Dostęp do plików z jądra
  - Laboratorium
- Sterowniki platformy
  - Czym są sterowniki platformy?
  - Główne struktury danych
  - Rejestrowanie urządzeń platformy
  - Przykład
  - Twarde dane platformy
  - Nowa droga: drzewa urządzeń
  - Laboratorium
- Drzewa urządzeń
  - Czym są drzewa urządzeń?

- Co robią a czego nie drzewa urządzeń
- Składnia drzewa urządzeń
- Przechodzenie przez drzewa urządzeń
- Powiązania drzewa urządzeń
- Obsługa drzewa urządzeń w programach rozruchowych
- Korzystanie z danych drzewa urządzeń w sterownikach
- Współistnienie i konwersja starych sterowników
- Laboratorium
- Przerwania i wątki
  - Czym są przerwania i wątki?
  - Wyjątki
  - Przerwania asynchroniczne
  - MSI
  - Aktywowanie/dezaktywowanie przerw
  - Czego nie można robić w trakcie przerwania
  - Struktura danych IRQ
  - Instalowanie programu obsługi przerw
  - Laboratorium
- Pomiary czasu
  - Rodzaje pomiarów czasu
  - Jiffies
  - Uzyskiwanie aktualnego czasu
  - Źródła zegara
  - Zegar czasu rzeczywistego
  - Programowalny interwalometr
  - Licznik znaczników czasu
  - HPET
  - Going Tickless
- Zegary jądra
  - Wstawianie opóźnień
  - Czym są zegary jądra?
  - Funkcje zegara o niskiej rozdzielczości
  - Implementacja zegara o niskiej rozdzielczości
  - Zegary wysokiej rozdzielczości
  - Korzystanie z zegarów wysokiej rozdzielczości
  - Laboratorium

- loctls
  - Czym są loctls?
  - Punkty wejścia sterowników dla loctls
  - Zablokowane i bezzamkowe loctle
  - Definiowanie loctls
  - Laboratorium
- Unified Device Model i sysfs
  - Unified Device Model
  - Podstawowe struktury
  - Prawdziwe urządzenia
  - Sysfs
  - Przykłady kset i kobject
  - Laboratorium
- Firmware
  - Czym jest Firmware?
  - Ładowanie Firmware
  - Laboratorium
- Usypianie i Kolejki Oczekujące
  - Czym są Kolejki Oczekujące?
  - Usypianie i wybudzanie
  - Przechodzenie do szczegółów usypiania
  - Ekskluzywne usypianie
  - Szczegóły wybudzania
  - Ankietowanie
  - Laboratorium
- Obsługa przerwania: Odroczone funkcje i sterowniki użytkownika
  - Połówki górne i dolne
  - Softirqs
  - Zadania
  - Kolejki Robocze
  - Nowe API Kolejki Roboczej
  - Tworzenie wątków jądra
  - Wątkowe programy obsługi przerwania
  - Obsługa przerwania w przestrzeni użytkownika
  - Laboratorium
- Sprzęt I/O

- Bariery pamięci
- Przydzielanie i mapowanie pamięci I/O
- Dostęp do pamięci I/O
- Bezpośredni dostęp do pamięci (DMA) \*\*
  - Czym jest DMA?
  - Ograniczenia pamięci DMA
  - Maski DMA
  - DMA API
  - Pule DMA
  - Scatter/Gather Mappings
  - Laboratorium
- Urządzenia technologii pamięci - MTD (System Plików Pamięci Flash)
  - Czym są urządzenia MTD?
  - NAND vs. NOR vs. eMMC
  - Moduły sterownika i użytkownika
  - System plików Flash
  - Laboratorium
- Sterowniki USB
  - Czy jest USB?
  - Topologia USB
  - Terminologia
  - Punkty końcowe
  - Deskryptory
  - Klasy urządzeń USB
  - Obsługa USB w Linux
  - Rejestrowanie sterowników urządzeń USB
  - Przenoszenie danych
  - Przykład sterownika USB
  - Laboratorium
- Ankieta zamknięcia i oceny
  - Ankieta ewaluacyjna

\*\* Te sekcje mogą być uznane za częściowo lub w całości opcjonalne. Zawierają materiały źródłowe, tematy specjalistyczne lub przedmioty zaawansowane. Instruktor może zdecydować się na ich pokrycie lub nie, w zależności od doświadczenia uczestników i ograniczeń czasowych.

## Wymagania:

Aby jak najlepiej wykorzystać kurs powinieneś posiadać:

Znajomość podstawowych interfejsów i metod jądra, takich jak pisanie, kompilowanie, ładowanie i rozładowywanie modułów, używanie podstawowych operacji synchronizacji oraz podstaw alokacji i zarządzania pamięcią, takich jak LFD420 (Kernel Internals and Development).

## Poziom trudności



## Certyfikaty:

Uczestnicy otrzymają certyfikaty podpisane przez The Linux Foundation.

## Prowadzący:

Certyfikowany trener The Linux Foundation.