

Měření elektromagnetického rušení šířeného zářením na lokomotivě ŠKODA 109E

Patrik Kalaj

Katedra elektromechaniky a výkonové elektrotechniky

Fakulta elektrotechnická

Západočeská univerzita v Plzni

kalaj@kev.zcu.cz

Measurement of Electromagnetic Radiation Disturbance of Locomotive ŠKODA 109E

Abstract – This paper is focused on a measurement of electromagnetic disturbance by radiation on the ŠKODA 109E locomotive. The reason for the measurement on this vehicle is to verify the intensity of electromagnetic radiation which could adversely affect the surrounding device. The measurement is based on the CSN EN 50121 standard.

Keywords – *Electromagnetic Radiation Measurement; Electromagnetic Disturbance; Standard CSN EN 50121.*

I. ÚVOD

Měření elektromagnetického rušení na drážních vozidlech se řídí normou ČSN EN 50121. Tato norma udává požadavky na průběh měření, měřící techniku a mezní hodnoty emisí elektromagnetického rušení. V současné době platí dvě edice této normy edice 2 a 3. Edice 2 platí do 5. 1. 2018, kdy ji zcela nahradí edice 3, která je již v platnosti. Největší rozdíl mezi nimi je ten, že dolní hranice měřeného pásma se posunula z 9 kHz na 150 kHz, horní hranice 1 GHz zůstává. Lokomotiva byla měřena podle edice 2, to znamená na rozsahu 9 kHz až 1 GHz. Měření proběhlo dne 15. 1. 2017 na velkém zkušebním okruhu v areálu Zkušebního centra VUZ Velim.

II. MĚŘENÍ

A. Měřené veličiny

Při měření elektromagnetického rušení zářením se měří dvě veličiny, a to intenzita magnetického pole a intenzita elektrického pole. Intenzita magnetického pole se značí H , udává se v jednotce $\text{dB}\mu\text{A}/\text{m}$ a je vztažena k hodnotě $1 \mu\text{A}/\text{m}$. Vyjadřuje působení magnetické složky rušení v rozsahu od 9 kHz do 30 MHz. Intenzita elektrického pole se značí E , udává se v jednotce $\text{dB}\mu\text{V}/\text{m}$ a je vztažena k hodnotě $1 \mu\text{V}/\text{m}$. Vyjadřuje působení elektrické složky rušení v rozsahu 30 MHz až 1 GHz.

B. Měřící zařízení

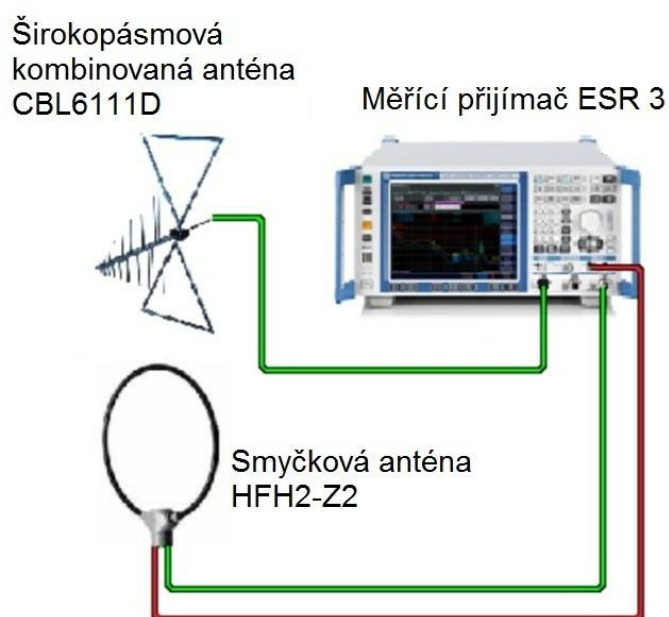
Pro měření elektromagnetického rušení šířeného zářením se používají příslušné měřící antény a měřící přijímač. Měřící přijímač musí pracovat v rozsahu kmitočtů od 9 kHz do 1 GHz. Dále tento přístroj musí měřit elektromagnetické rušení pomocí kmitočtového přeladování s použitím kmitočtů, které jsou uvedeny v tabulce I.

TABULKA I. ŠÍRKY PÁSMEM PRO KMITOČTOVÉ PŘELAĐOVÁNÍ

Pásmo [MHz]	Šířka pásma [kHz]
0,009 – 0,15	0,2
0,15 - 30	9
30 - 1000	120

Aby bylo možné změřit elektromagnetické záření, je nutné použít několik antén. Pro magnetickou složku se využívá smyčková anténa. Pro eklektickou složku se na kmitočtech 30 až 300 MHz používá bikónická anténa a na kmitočtech 300 MHz až 1 GHz se používá logaritmicko-periodická anténa. Tyto dvě antény lze nahradit širokopásmovou kombinovanou anténou. Jedná se o spojení logaritmicko-periodické a bikónické antény.

Pro měření elektromagnetického rušení na lokomotivě 109E bylo použito následující měřicí zařízení: smyčková anténa HFH2-Z2, širokopásmová kombinovaná anténa CBL6111D a měřicí přijímač ESR 3. Zapojení měřicího zařízení je zobrazeno na obrázku I.



Obrázek I. Schéma zapojení měřicích přístrojů

C. Průběh měření

Měření probíhalo v následujících režimech:

- Stacionární - vozidlo stojí před anténami s vypnutými trakčními měniči, ostatní systémy jsou v chodu
- Jízda - vozidlo projíždí kolem antén rychlostí 50 ± 5 km/h s tažnou silou rovnající se 1/3 maximální tažné síly
- Elektrodynamické brzdění - vozidlo projíždí kolem antén rychlostí 50 ± 5 km/h s brzdou silou rovnající se 1/3 maximální brzdě síly

Všechny tyto režimy jsou změřeny smyčkovou anténou v pásmu 9 kHz až 30 MHz a širokopásmovou kombinovanou anténou ve vertikální a horizontální polarizaci v pásmu 30 MHz až 1 GHz.

Před a po samotné sérii měření je potřeba změřit tzv. elektromagnetické pozadí. To ukazuje, jak je dané místo „zarušeno“ elektromagnetickým polem z okolních zdrojů. Je tedy nutné stanovit vliv okolí na prováděné měření. Pozadí je měřeno se zkoušeným vozidlem stojícím před měřicími anténami, které je pro účel měření pozadí uvedeno do vypnutého stavu včetně baterií. Měřeno je ve všech konfiguracích měřícího přijímače a antén, ve kterých bude prováděno vlastní měření.

Pokud je na konkrétních kmitočtech nebo kmitočtových rozsazích šum pozadí vyšší než je mez, která je o 6 dB níže než mezní hodnota daná normou tzv. limitní křivka. Měření na těchto kmitočtech se pak nemusí brát v úvahu, avšak tyto kmitočty se musejí zaznamenat v protokolu. Na obrázku II jsou mezní hodnoty dány normou vyznačeny červenou plnou čarou, a mez -6 dB je značena červenou přerušovanou čarou.

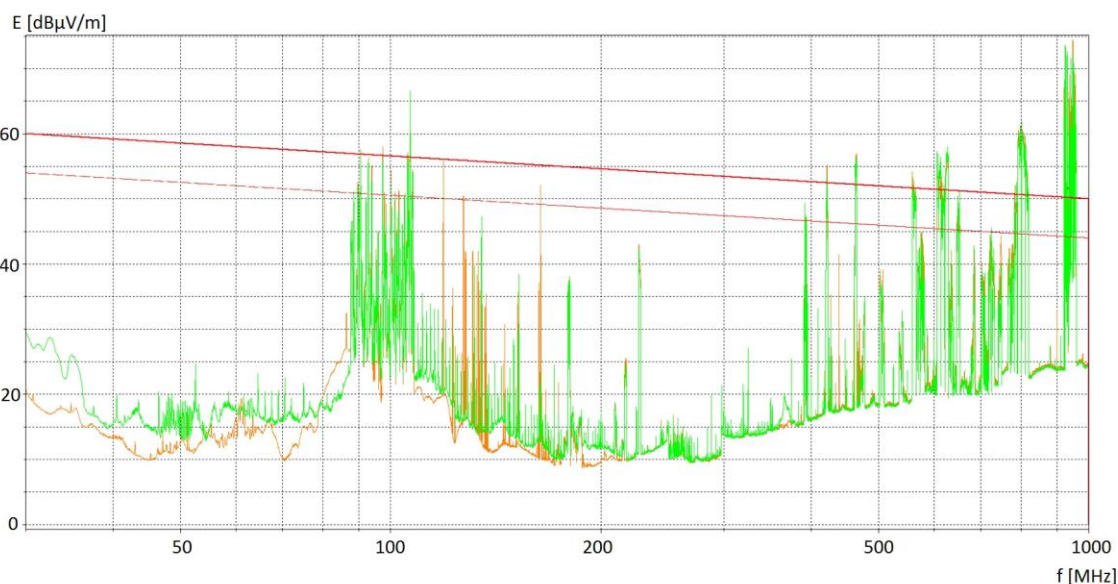
D. Naměřené výsledky

V tabulce II. jsou ukázané některé naměřené hodnoty, kdy byla překročena limitní křivka. Ve sloupcích označených jako f_{x1} a f_{x2} jsou zaznamenány frekvenční pásma, u nichž byla hodnota elektromagnetického šumu pozadí před nebo po provedení měření vyšší než stanovená mez snížena o 6 dB; jedná se o tzv. vyloučená pásma. Ve sloupcích označených jako f_{v1} a f_{v2} jsou zaznamenány frekvenční pásma, u nichž došlo k překročení limitu vozidla. Pokud dochází k překročení limitů pro emise vozidla ve vyloučených frekvenčních pásmech, neberou se tato překročení v úvahu.

TABULKA II. PÁSMO PŘEKROČENÍ LIMITU V PÁSMU 30 MHz AŽ 1 GHz
(STACIONÁRNÍ ZKOUŠKA, VERTIKÁLNÍ POLARIZACE ANTÉNY)

Pozadí		Vozidlo	
f_{x1} [MHz]	f_{x2} [MHz]	F_{v1} [MHz]	F_{v2} [MHz]
921,03	921,39	921,06	921,33
922,89	923,10	922,92	923,07
923,61	923,97	923,64	923,97
924,72	924,84	-	-

Na obrázku II. je ukázána křivka frekvenční závislosti elektromagnetické emise při stacionární zkoušce v pásmu od 30 MHz do 1 GHz. Zelená křivka zobrazuje naměřené hodnoty emisí, oranžová křivka značí maximální hodnoty z naměřených hodnot pozadí před a po vlastním měření, červená křivka znázorňuje mez, která je dána normou a červená přerušovaná křivka ukazuje mez sniženou o 6 dB.



**Obrázek II. Naměřené elektromagnetické emise v pásmu 30 MHz až 1 GHz
stacionární zkouška, vertikální polarizace antény**

III. ZÁVĚR

Cílem práce bylo změřit elektromagnetické rušení šířené zářením na lokomotivě ŠKODA 109E a případně určit zdroje rušení. Lokomotiva byla měřena podle drážní normy ČSN EN 50121-3-1 ed.2, která udává maximální limity pro rušivé vyzařování elektromagnetického pole v pásmu od 9 kHz do 1 GHz. Z hodnocení byla vyloučena kmitočtová pásma, ve kterých byla zjištěna úroveň šumu pozadí vyšší, než požaduje norma. Měřením byla zjištěna nadlimitní úroveň elektromagnetického pole v některých frekvenčních pásmech. Ale toto rušení bylo způsobeno komunikací na přilehlém hlavním železničním koridoru Praha – Kolín kde docházelo během měření k hustému provozu. Nebylo možné během samotného měření identifikovat rušivý vliv komunikace vozidel na této trati. Tudíž lze prohlásit, že lokomotiva ŠKODA 109E neprodukuje nadlimitní elektromagnetické emise.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl za podpory interního projektu na podporu studentských vědeckých konferencí SVK-2017-008 a projektu SGS-2015-038.

LITERATURA

- [1] ČSN EN 50121-1 ed.2, Drážní zařízení – Elektromagnetická kompatibilita – Část 1:Všeobecně, 2007
- [2] ČSN EN 50121-2 ed.2, Drážní zařízení – Elektromagnetická kompatibilita – Část 2:Emise celého drážního systému do vnějšího prostředí, 2007
- [3] ČSN EN 50121-3-1 ed.2, Drážní zařízení – Elektromagnetická kompatibilita – Část 3-1:Drážní vozidla – Vlak a celkové vozidlo, 2007
- [4] KALAJ, Patrik. Měření elektromagnetického rušení šířeného zářením na drážních vozidlech elektrické trakce. Plzeň, 2017. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta elektrotechnická