

RNDr. Eleonora ČERMÁKOVÁ, CSc.,
Ing. Daniel FOLTÝN
Ústav fyziky, Fakulta stavební,
VUT v Brně

Měření elektrického a magnetického pole v budově pod vysokonapěťovým vedením 400 kV

The Measurement of Electric and Magnetic Fields in Buildings under High-Voltage Transmission Lines Operating at 400 kV

Recenzent

RNDr. Luděk Pekárek, DrSc.

V práci jsou uvedeny výsledky měření nízkofrekvenčního elektromagnetického pole (NF EMP) v interiéru klasické cihlové obytné budovy nacházející se pod vysokonapěťovým (VVN) energetickým rozvodem 400 kV. Jsou separátně detekované velikosti magnetické indukce a velikosti intenzity elektrického pole. Experimentálně získané hodnoty v interiéru budovy nedosahují referenčních hodnot uváděných v nařízení vlády č. 480/2000 Sb.[1]

Klíčová slova: legislativa, rozvody vysokého a velmi vysokého napětí, elektromagnetické pole

The article brings the results of ELF EMF measurements (Extremely Low Frequency of Electromagnetic Fields) in the interior of a classic bricked residential building under a high-voltage distribution of 400 kV. Separately detected are the values of magnetic induction and electric field intensity. The levels detected in the building interior are under the reference level of government order No. 480/2000 Sb. [1].

Key words: legislation, high voltage and very high voltage lines, electromagnetic field

Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích určuje v § 46 tzv. *ochranná pásma* pod energetickými vysokonapěťovými rozvody [2]. Tato *ochranná pásma* slouží k zajištění spolehlivého provozu VN a k ochraně života, zdraví a majetku osob. V ochranném pásmu je zakázáno zřizovat bez souhlasu vlastníka těchto zařízení stavby, či umisťovat konstrukce a jiná podobná zařízení. V určité lokalitě je někdy nutné realizovat výstavbu VN rozvodů a to nad již existujícími stavbami. V tomto případě lze nabídnout obyvatelům objektu náhradní ubytovací objekt mimo VN vedení, anebo v případě, že obyvatelé objektu nemají zájem o přesídlení – je nutné pro konkrétní stavbu učinit výjimku z výše uvedeného zákona.

Jaký problém může vzniknout pro obyvatele stavby nacházející se pod vysokonapěťovým vedením? Ochranná pásma dle § 46 ze zákona č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích jsou nutná z hlediska údržby a oprav VN vedení. V případě, že by došlo k mechanickému poškození, resp. přetržení vodiče VN vlivem extrémních námraz, přírodních pohrom nebo jiných příčin, potom hrozí například nebezpečí úrazu elektrickým proudem obyvatelům objektu pod VN vedením vzhledem k možnému fyzickému kontaktu s destruovaným VN vodičem.

Ve většině případů jsou vodiče elektrické energie vedené vysokonapěťovým vedením tvořené holými – neizolovanými a nestíněnými vodiči, které emitují do svého bezprostředního okolí určitou velikost magnetické a elektrické složky NF EMP o frekvenci 50 Hz. (při Fourierově frekvenční analýze signálů NF EMP od VN vedení je vysoce dominantní frekvence 50 Hz a zcela zanedbatelné jsou vyšší harmonické a subharmonické kmitočty) Pokud velikost emise elektrické a magnetické složky několikanásobně nepřesáhne pro danou frekvenci (50 Hz) velikost referenčních hodnot (pro ostatní osoby) Nařízení vlády č. 480/2000 Sb., neměly by nastat u obyvatel objektu zdravotní problémy. Referenční hodnoty jsou stanoveny jako bezpečné hodnoty, bez dopadu na zdraví exponované osoby. Při překročení referenčních hodnot je nutné dle platné legislativy vypočítat indukovanou proudovou hustotu v elektricky vodivém lidském těle a teprve při překročení legislativně limitované maximální přípustné indukované proudové hustoty by mohly u obyvatel objektu nastat zdravotní problémy.

Do konce minulého století nebyla v naší republice legislativně ošetřena expozice profesionálních pracovníků ani ostatních osob (obyvatelstvo) elektromagnetickým polem o velmi nízkých frekvencích. Od 1. ledna 2001 přichází v platnost Nařízení vlády č. 480/2000 Sb. [1], vycházející ze směrnice ICNIRPu (International Commission on Non-ionizing Radiation Protection) z roku 1998 a EU z roku 1999, kde jsou doporučeny limitní hodnoty, tj. referenční hodnoty velikosti intenzity elektrického pole $|\vec{E}(\omega)|$ a velikosti magnetické indukce $|\vec{B}(\omega)|$ a nejvyšších přípustných proudových $|\vec{J}(\omega)|$ hustot indukovaných v elektricky vodi-

vém lidském těle a to i pro elektromagnetické pole o velmi nízkých frekvencích. V tab. 1 je výtah z Nařízení vlády č. 480/2000 Sb. a to konkrétně pro referenční hodnoty B a E o frekvenci 50 Hz (frekvence emitovaného EM pole od VN rozvodů) pro ostatní osoby, tj. pro občany. Jedná se o efektivní hodnoty uváděných veličin.

Tab. 1 Referenční hodnoty velikosti magnetické indukce (efektivní hodnota) v jednotkách T (tesla) i velikosti intenzity elektrického pole (efektivní hodnota) v jednotkách $\text{kV}\cdot\text{m}^{-1}$ (kilovolt/metr) při frekvenci 50 Hz pro ostatní osoby (obyvatelstvo)

f/Hz	B_{ef} /T	E_{ef} /kV·m ⁻¹
50	$1\cdot 10^{-4}$	5

Detekce elektromagnetického pole emitovaného VN vedením v exteriéru i interiéru budovy

Lokalitou Odolená Voda, kde se uskutečnilo měření, vede energetický VVN rozvod 400 kV. Velikosti magnetické indukce a velikosti intenzity elektrického pole byly měřeny v 1. poschodí obytné budovy (17,4 m pod energetickým vedením 400 kV) (obr. 2, 3), na půdě objektu (14,8 m pod vedením 400 kV), v úrovni střechy (13,3 m pod vedením 400 kV) a nad střechou (12,3 m pod vedením 400 kV) (obr. 4, 5) nad její střechou byl tažen VN rozvod 400 kV ve výšce 21 m nad úrovní terénu (obr. 1). Měření E i B složky NF EMP emitované VN vedením začíná na balkoně (šířka 1,75 m), pokračuje předsíní (délka 4 m), dále následuje obývací pokoj (délka 5,5 m) a končí opět otevřeným balkonem (šířka 1,75 m) (obr. 2). Elektrická a magnetická složka NF EMP byla měřena po krocích 1 m.

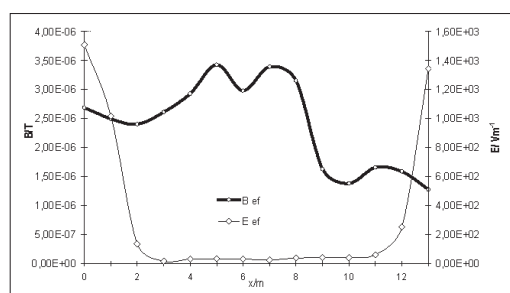
Velikosti E_{ef} a B_{ef} od VN vedení v 1. poschodí domu je zpracována na obr. 3. Je zcela zřejmé, že v rodinném cihlovém domě je zcela odstíněna elektrická složka NF EMP emitovaná VN vedením. Pouze na nekrýtech balkonech je detekována maximální elektrická složka E_{ef} o velikosti cca 1,5 kV/m (podreferenční hodnota). Magnetická složka NF EMP prochází zdí budovy téměř neabsorbována (obr.3). Průběh magnetické (podreferenční) složky NF EMP v podstatě kopíruje průběh velikosti magnetické indukce emitované externím VN vedením s výjimkou hodnot velikosti magnetické indukce měřené mezi 5 m až 7 m grafu (obr. 3) a mezi 8 m až 10 m grafu (obr. 3). Tato odchylka od externího průběhu je způsobena odstíněním magnetické složky NF EMP kovovým oplechováním části střechy domu. Dále následovalo měření na půdě rodinného domku se zabudovaným vikýřem. Při detekci elektrické složky (obr. 4), byla měřena velikost intenzity elektrického pole v úrovni vikýře (cca 13,8 m od VVN vedení) i nad vikýřem (do výšky cca 12,4 m od VVN vedení). Je zřejmý nárůst velikosti elektrické složky NF EMP se zmenšující se vzdáleností od VN vedení.



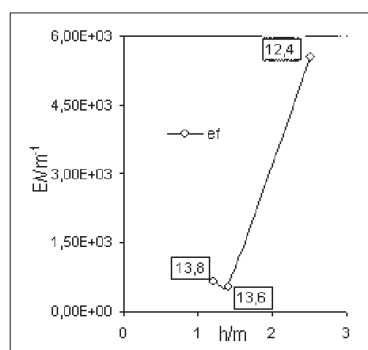
Obr. 1 Obytná budova v Odolené Vodě, ve které byly měřeny velikosti intenzity elektrického a magnetického pole



Obr. 2 Hlavní měření probíhalo v 1. poschodí budovy

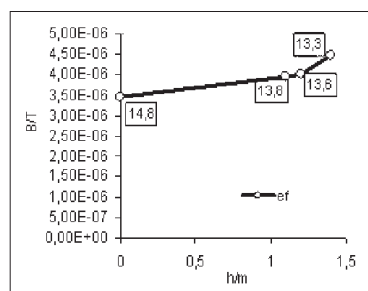


Obr. 3 Velikost intenzity elektrického pole E_{ef} a magnetické indukce B_{ef} detekované podél 1. poschodí budovy



Obr. 4 Velikost intenzity elektrického pole v úrovni střechy a nad střechou

Hodnoty v rámečku označují vzdálenost v metrech od VVN vedení 400 kV



Obr. 5 Velikost magnetické indukce pole v úrovni střechy

Hodnoty v rámečku označují vzdálenost v metrech od VVN vedení 400 kV

Sb., energetický zákon) jsou velmi důležitá, jak je výše zmíněno, z hlediska údržby a oprav VN vedení. V případě destrukce vodiče VN vlivem různých příčin bezesporu hrozí nebezpečí úrazu elektrickým proudem obyvatelům objektu

pod VN vedením a to hlavně fyzickým kontaktem s přerušným vodičem elektrické energie od VN rozvodů, možností požáru apod.

Poznámka: Práce vznikla na základě projektu CEZ: J22/98:261100007 podporovaného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy a na základě projektu 103/03/Z048 podporovaným Grantovou agenturou České republiky.

Použité zdroje:

- [1] Nařízení vlády č. 480/2000 Sb. o ochraně zdraví před neionizujícím zářením.
- [2] Zákon č. 458/2000 Sb. o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích.

Poznámka recenzenta:

*) I když to snad autoři neměli na mysli, větu lze pochopit i tak, že v případě, kdyby naměřené hodnoty pod referenčními hodnotami nebyly, projevovalo by se to (blíže neurčeným způsobem) negativně na zdraví obyvatel. To není správné nejméně ze dvou důvodů: a) Referenční hodnoty mohou být překročeny, pokud se prokáže, že nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty, které jsou pro posuzování rizika pro zdraví rozhodující (což je správně uvedeno na jiném místě článku), a b) I při překročení nejvyšších přípustných hodnot (které samozřejmě nelze tolerovat) mohou lidé zůstat zcela zdraví. Tyto hodnoty jsou totiž stanoveny s velkou rezervou i pro zaměstnance, u kterých je nejvyšší přípustná hodnota pro hustotu indukovaného elektrického proudu (a referenční hodnota pro úroveň elektrického a magnetického pole) pětikrát vyšší než u ostatních osob (obyvatelstva). Riziko při expozici člověka nízkofrekvenčnímu elektrickému nebo magnetickému poli nespočívá ve vyvolání chronického onemocnění, nýbrž spočívá v okamžitém působení indukovaného proudu – například při velmi velkém překročení limitu může elektrický proud indukovaný v těle exponované osoby narušit její srdeční rytmus stejně, jako elektrický proud procházející tělem osoby, která se dostala do kontaktu se zdrojem elektrického napětí 230 voltů s malým vnitřním odporem. Osoby z kategorie obyvatelstva se však do takového pole nedostanou.

L. Pekárek

Ve výšce 1 m nad vikýřem, tj. ve volném prostoru nad střechou, byla detekována velikost intenzity elektrického pole odpovídající referenční hodnotě (pro ostatní osoby 5 kV/m). Magnetická složka NF EMP (obr. 5) byla měřena ve výškách 14,8 m pod VVN vedením (podlaha půdy) 13,8 m, 13,6 m a 13,3 m, kde pozice 13,6 m odpovídala úrovni vikýře a 13,3 m již pozici sondy nad vikýřem. I v tomto případě je zřejmý nárůst magnetické indukce se zmenšující se vzdáleností od VN vedení (dosahuje podreferenčních hodnot – téměř o dva řády nižší). Porovnáme-li referenční hodnoty z tab. 1 s naměřenými hodnotami, je zřejmé, že pod VVN vedením 400 kV nebyla v prostoru obytné budovy detekována nadreferenční hodnota velikosti magnetické indukce, ani velikosti intenzity elektrického pole. Tyto výsledky měření platí pouze pro tuto konkrétní a relativně nízkou budovu.

Z prezentovaných měření plyne, že ve všech změřených pozicích v interiéru domu nebyly překročeny referenční hodnoty z Nařízení vlády č. 480/2000 Sb.) To ovšem neznamená, že by se běžně pod VN vedením mohly obytné budovy stavět. Ochranná pásma (§ 46 zákona č. 458/2000