



Evropská
komise

Nezávazná příručka
o osvědčených postupech
pro provádění
směrnice 2013/35/EU

o elektromagne tických polích

Díl 2: Případové studie

Tato publikace byla finančně podpořena z programu EU pro zaměstnanost a sociální inovace „EaSI“ (2014–2020).

Podrobnější informace: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Nezávazná příručka
o osvědčených postupech
pro provádění
směrnice 2013/35/EU

o elektromagnetických polích

Díl 2: Případové studie

Evropská komise
Generální ředitelství pro zaměstnanost,
sociální věci a sociální začleňování
Oddělení B3

Rukopis dokončen v listopadu 2014

Evropská komise ani osoby jednající jejím jménem nenesou odpovědnost za případné použití informací obsažených v této publikaci.

Odkazy uvedené v této publikaci byly správné v době dokončení rukopisu.

Fotografie na obálce: © corbis

Pro jakékoli použití nebo reprodukci fotografií, na něž se nevztahují autorská práva Evropské unie, si je třeba vyžádat povolení přímo od držitele nebo držitelů autorských práv.

Europe Direct je služba, která vám poskytne odpovědi na dotazy ohledně Evropské unie.
Bezplatná telefonní linka (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(* Informace jsou poskytovány zdarma, bezplatná je i většina telefonních hovorů (někteří operátoři, telefonní automaty nebo hotely však mohou telefonické spojení zpoplatnit).

Mnoho doplňujících informací o Evropské unii je k dispozici na internetu.

Můžete se s nimi seznámit na portálu Europa (<http://europa.eu>).

Lucemburk: Úřad pro publikace Evropské unie, 2015

ISBN 978-92-79-45952-8

doi:10.2767/454789

© Evropská unie, 2015

Reprodukce povolena pod podmínkou uvedení zdroje.

OBSAH

Případové studie	7
1. Kancelář.....	9
1.1 Pracoviště	9
1.2 Povaha práce	9
1.3 Metoda hodnocení	10
1.4 Výsledky hodnocení.....	10
1.5 Hodnocení rizik.....	10
1.6 Dříve přijatá preventivní opatření.....	11
1.7 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	11
2. Spektrometr nukleární magnetické rezonance (NMR)	12
2.1 Pracoviště	12
2.2 Povaha práce	12
2.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	12
2.4 Metoda hodnocení expozice	13
2.5 Výsledky hodnocení expozice	14
2.6 Hodnocení rizik.....	14
2.7 Dříve přijatá preventivní opatření.....	15
2.8 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	16
3. Elektrolýza.....	17
3.1 Pracoviště	17
3.2 Povaha práce	17
3.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	17
3.3.1 Akumulátorovna elektrolyzérů	17
3.3.2 Kóje s usměřovačem	18
3.4 Jakým způsobem se zařízení používá.....	20
3.5 Metoda hodnocení expozice	20
3.5.1 Akumulátorovna elektrolyzérů	21
3.5.2 Kóje s usměřovačem	21
3.6 Výsledky hodnocení expozice	22
3.6.1 Akumulátorovna elektrolyzérů	23
3.6.2 Kóje s usměřovačem	27
3.7 Hodnocení rizik.....	29
3.8 Dříve přijatá preventivní opatření.....	31
3.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	31
3.10 Zdroje dalších informací	31
4. Zdravotnictví	32
4.1 Pracoviště	32
4.2 Povaha práce	32
4.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	32
4.3.1 Elektrochirurgické jednotky.....	32
4.3.2 Transkraniální magnetická stimulace	33
4.3.3 Krátkovlnná diatermie	34
4.4 Jakým způsobem se zařízení používá.....	34

4.4.1	Elektrochirurgické jednotky.....	34
4.4.2	Transkraniální magnetická stimulace	34
4.4.3	Krátkovlnná diatermie	35
4.5	Metoda hodnocení expozice	35
4.6	Výsledky hodnocení expozice	36
4.6.1	Elektrochirurgická jednotka	36
4.6.2	Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS).....	39
4.6.3	Krátkovlnná diatermie	43
4.7	Hodnocení rizik.....	43
4.7.1	Elektrochirurgická jednotka	43
4.7.2	Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS).....	43
4.8	Dříve přijatá preventivní opatření.....	46
4.9	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	46
4.9.1	Elektrochirurgická jednotka	46
4.9.2	Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS).....	46
4.9.3	Krátkovlnná diatermie	47
5.	Strojírenská dílna.....	48
5.1	Pracoviště	48
5.2	Povaha práce.....	48
5.3	Jakým způsobem se zařízení používají.....	48
5.3.1	Zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou	48
5.3.2	Demagnetizér	49
5.3.3	Rovinná bruska	50
5.3.4	Další nástroje používané v dílně	50
5.4	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	51
5.5	Metoda hodnocení expozice	51
5.6	Výsledky hodnocení expozice	51
5.6.1	Zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou	51
5.6.2	Demagnetizér	52
5.6.3	Rovinná bruska	54
5.6.4	Další nástroje používané v dílně	54
5.7	Hodnocení rizik.....	55
5.8	Dříve přijatá preventivní opatření.....	59
5.9	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	59
5.10	Odkazy na zdroje dalších informací.....	61
6.	Automobilový průmysl.....	63
6.1	Pracoviště	63
6.2	Povaha práce.....	63
6.3	Jakým způsobem se zařízení používají.....	63
6.4	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	65
6.5	Metoda hodnocení expozice	67
6.6	Výsledky hodnocení expozice	68
6.6.1	Výsledky hodnocení expozice u bodových svářeček v autodílně	69
6.6.2	Výsledky hodnocení expozice indukčních ohřivačů v autodílně	71
6.7	Závěry hodnocení expozice	72
6.8	Hodnocení rizik.....	74
6.9	Dříve přijatá preventivní opatření.....	74
6.10	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedených hodnocení	75
6.11	Bodové svářečky používané při výrobě automobilů.....	76
6.11.1	Hodnocení bodových svářeček používaných ve výrobě.....	76
6.11.2	Výsledky měření bodových svářeček používaných ve výrobě.....	78
6.11.3	Výsledky měření bodové svářečky ve výrobním podniku v souvislosti s referenčními hodnotami	80

6.11.4	Výsledky měření bodové svářečky ve výrobním podniku v souvislosti s nejvyššími přípustnými hodnotami	80
7.	Svařování.....	83
7.1	Pracoviště	83
7.2	Povaha práce	83
7.3	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	83
7.3.1	Bodové svářečky	83
7.3.2	Švová svářečka.....	84
7.4	Jakým způsobem se zařízení používají	85
7.5	Metoda hodnocení expozice	85
7.6	Výsledky hodnocení expozice	86
7.6.1	Stolní bodová svářečka	86
7.6.2	Přenosná závěsná bodová svářečka.....	87
7.6.3	Švová svářečka.....	89
7.7	Hodnocení rizik.....	90
7.8	Dříve přijatá preventivní opatření.....	94
7.9	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	94
7.10	Odkazy na zdroje dalších informací.....	95
7.10.1	Stolní bodová svářečka	95
7.10.2	Přenosná závěsná bodová svářečka.....	96
7.10.3	Švová svářečka.....	96
8.	Hutní výroba.....	98
8.1	Pracoviště	98
8.2	Povaha práce	98
8.3	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí, a jejich použití	98
8.3.1	Úsek maloobjemové výroby slitin	98
8.3.2	Úsek výroby ferotitanu.....	99
8.3.3	Velká tavírna s elektrickými pecemi	99
8.3.4	Tavírna s elektrickými obloukovými pecemi	100
8.3.5	Analytická laboratoř.....	100
8.4	Metoda hodnocení expozice	101
8.4.1	Úsek maloobjemové výroby slitin	101
8.4.2	Úsek výroby ferotitanu.....	101
8.4.3	Velká tavírna s elektrickými pecemi.....	101
8.4.4	Tavírna s elektrickými obloukovými pecemi	102
8.4.5	Analytická laboratoř.....	102
8.5	Výsledky hodnocení expozice	102
8.5.1	Prvotní hodnocení expozice.....	102
8.5.2	Podrobné hodnocení expozice způsobené indukční pecí v úseku maloobjemové výroby slitin.....	104
8.6	Hodnocení rizik.....	106
8.7	Dříve přijatá preventivní opatření.....	108
8.8	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	108
8.9	Odkazy na zdroje dalších informací.....	109
9.	Zařízení využívající radiofrekvenční plazmu	112
9.1	Povaha práce	112
9.2	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	112
9.3	Jakým způsobem se zařízení používá.....	113
9.4	Metoda hodnocení expozice	113
9.5	Výsledky hodnocení expozice	115
9.6	Hodnocení rizik.....	116
9.7	Dříve přijatá preventivní opatření.....	117

9.8	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení.....	118
9.9	Další informace	119
10.	Střešní antény	120
10.1	Pracoviště	120
10.2	Povaha práce	120
10.3	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	121
10.4	Jakým způsobem se zařízení používá	123
10.5	Metoda hodnocení expozice	123
10.6	Výsledky hodnocení expozice	124
10.7	Hodnocení rizik	125
10.8	Dříve přijatá preventivní opatření	126
10.9	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení	127
11.	Příruční krátkovlnné vysílačky	128
11.1	Pracoviště	128
11.2	Povaha práce	128
11.3	Jakým způsobem se zařízení používá	130
11.4	Metoda hodnocení expozice	130
11.5	Výsledky hodnocení expozice	130
11.6	Hodnocení rizik	130
11.7	Dříve přijatá preventivní opatření	131
11.8	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení	131
12.	Letiště	132
12.1	Pracoviště	132
12.2	Povaha práce	132
12.2.1	Radar	132
12.2.2	Nesměrový radiomaják	132
12.2.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	133
12.3	Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí	133
12.3.1	Radar	133
12.3.2	Nesměrový radiomaják	134
12.3.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	134
12.4	Jakým způsobem se zařízení používají	134
12.5	Metoda hodnocení expozice	134
12.5.1	Radar	134
12.5.2	Nesměrový radiomaják	136
12.5.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	136
12.6	Výsledky hodnocení expozice	136
12.6.1	Radar	137
12.6.2	Nesměrový radiomaják	137
12.6.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	138
12.7	Hodnocení rizik	138
12.8	Dříve přijatá preventivní opatření	141
12.8.1	Radar	141
12.8.2	Nesměrový radiomaják	142
12.8.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	142
12.9	Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení	142
12.9.1	Radar	142
12.9.2	Nesměrový radiomaják	143
12.9.3	Zařízení pro měření vzdálenosti	143

PŘÍPADOVÉ STUDIE

Tento soubor případových studií tvoří druhý díl nezávazné příručky o osvědčených postupech pro provádění směrnice o elektromagnetických polích (2013/35/EU). Jeho nedílnou součástí je vlastní příručka pokynů, které jsou obsahem prvního dílu.

Následující případové studie byly vypracovány tak, aby pokrývaly celou škálu pracovních odvětví, v nichž působí především pracovníci v malých a středních podnicích. Vychází z reálného hodnocení skutečných životních situací. S ohledem na složitost však byla některá tato hodnocení zjednodušena nebo zestručněna, a to v zájmu lepší použitelnosti a omezení celkového rozsahu tohoto dílu příručky. Účelem těchto případových studií je ilustrovat různé praktické přístupy, které mohou zaměstnavatelé uplatnit při řízení rizik souvisejících s expozicí elektromagnetickým polím. Patří sem i příklady osvědčených postupů.

Některé případové studie obsahují grafy indukčních čar, které poskytují schematické (půdorysné) znázornění měřených (nebo vypočítaných) úrovní expozice v okolí zobrazených zařízení.

Některé z případových studií zahrnují výsledky počítačového modelování pomocí grafů rozložení barev maximálního indukovaného elektrického pole nebo měrného absorbovaného výkonu ve voxelích o velikosti 2 mm³, které tvoří model lidského těla. Účelem těchto grafů je poskytnout schematické znázornění částí těla absorbujících tato pole, nikoli přesné údaje o velikosti těchto polí. V grafech nízkofrekvenčních polí jsou zobrazena maximální indukovaná elektrická pole, nikoli 99. percentil hodnot indukovaných elektrických polí (používaný pro nejvyšší přípustné hodnoty).

Případové studie obsažené v tomto díle příručky:

- 1 **Kancelář**
- 2 **Spektrometr nukleární magnetické rezonance (NMR)**
- 3 **Elektrolýza**
- 4 **Zdravotnictví**
- 5 **Strojírenská dílna**
- 6 **Automobilový průmysl**
- 7 **Svařování**
- 8 **Hutní výroba**
- 9 **Zařízení využívající radiofrekvenční plazmu**
- 10 **Střešní antény**
- 11 **Příruční krátkovlnné vysílačky**
- 12 **Letiště**

1. KANCELÁŘ

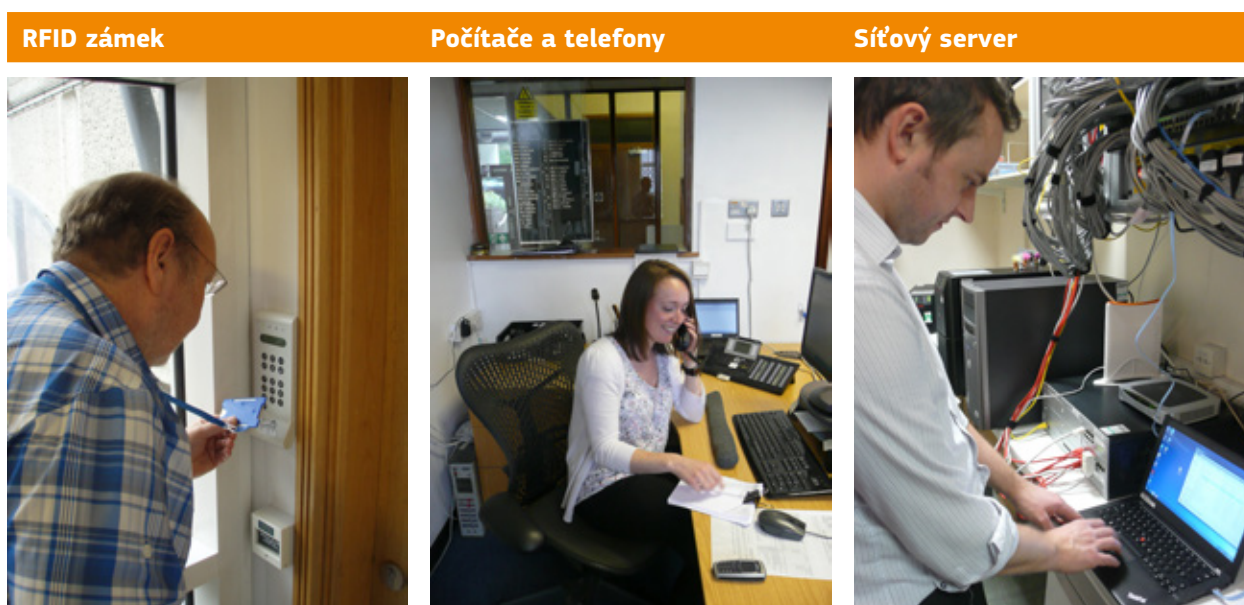
1.1 Pracoviště

Tato případová studie se týká kanceláří jednoho středně velkého strojírenského podniku. Kanceláře jsou vybaveny obvyklou kancelářskou technikou napájenou z elektrické sítě. Počítačové vybavení je tvořeno kombinací stolních počítačů připojených k lokální počítačové síti (LAN), přenosných počítačů využívajících systém WiFi a síťového serveru. Je zde rovněž kuchyňka, kterou mohou pracovníci využívat. Elektrické vybavení kuchyně tvoří rychlovarná konvice, chladnička a mikrovlnná trouba. Nachází se zde rovněž velký centrální síťový server umístěný v samostatné místnosti. Prostory kanceláří jsou zabezpečeny systémem kontroly přístupu založeným na radiofrekvenční identifikaci (RFID), přičemž každý pracovník má vlastní elektronický klíč. Vedoucí kanceláře se rozhodl provést hodnocení rizik poté, co se od kolegů doslechl o nových právních předpisech, kterými se provádí směrnice o elektromagnetických polích.

1.2 Povaha práce

Pracovníci kanceláře tráví většinu pracovní doby u počítače a telefonováním pomocí bezdrátových (DECT) a mobilních telefonů. Elektronické klíče, které pracovníci nosí zavěšené na krku, umožňují po přiložení k zámku systému zařízení pro radiofrekvenční identifikaci přístup do kanceláří. Některé z těchto zdrojů elektromagnetických polí jsou znázorněny na obrázku 1.1. Všichni pracovníci mají přístup do kuchyňky, kde si mohou připravovat teplé nápoje nebo si ohřívat pokrmy v mikrovlnné troubě.

Obrázek 1.1 Zdroje elektromagnetických polí v kanceláři



1.3 Metoda hodnocení

Vedoucí kanceláře provedl kontrolu v prostorách kanceláří a zaznamenal všechna elektrická zařízení, včetně zařízení vytvářejících elektromagnetická pole, a oslovil i ostatní pracovníky, aby se ujistil, že nedošlo k opomenutí žádného přístroje. Po přečtení prvního oddílu nezávazné příručky o osvědčených postupech pro provádění směrnice 2013/35/EU o elektromagnetických polích dospěl k závěru, že nejlepší metodou hodnocení rizik bude zjistit, zda jsou příslušná zařízení uvedena v tabulce 3.2 v kapitole 3 dílu 1 příručky. Pokud by některá z položek nebyla v tabulce uvedena, bylo by třeba provést další hodnocení.

1.4 Výsledky hodnocení

Vedoucí kanceláře sestavil seznam veškerého technického vybavení (tabulka 1.1) a poznamenal si, zda je uvedeno v tabulce 3.2 v kapitole 3 dílu 1 příručky.

Tabulka 1.1 Seznam elektrických zařízení v prostorách kanceláří

Položka	Nízké riziko pro všechny pracovníky (tabulka 3.2 kapitola 3)	Hodnocení je zapotřebí pro pracovníky používající aktivní implantabilní zdravotnické prostředky a zdravotnické prostředky nošené na těle (tabulka 3.2 kapitola 3)	Poznámky
Počítače	✓		
Síťový server s přidruženým zdrojem nepřerušovaného napájení (UPS) a rozvody počítačových sítí	✓		Výstup UPS bude podobný jako u běžného elektrického napájení
Přenosné počítače (s možností připojení k WiFi)		✓	
Bezdrátové telefony (DECT)		✓	
Elektroinstalace	✓		
Mobilní telefony		✓	
Kopírka	✓		
Rozbočovače Wi-Fi		✓	
Rychlovarná konvice	✓		
Chladnička	✓		
Mikrovlnná trouba	✓		Trouba musí být dobře udržovaná.
Bezpečnostní systém kontroly přístupu RFID		✓	

1.5 Hodnocení rizik

Z výsledků hodnocení vyplývá, že při používání kancelářského vybavení uvedeného v tabulce 3.2 kapitoly 3 dílu 1 příručky nedochází k překročení příslušných nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví podle směrnice o elektromagnetických polích. Nelze však vyloučit možnost, že interferenci s aktivními implantabilními zdravotnickými

prostředky nebo se zdravotnickými prostředky, které nosí pracovníci na těle, mohou způsobovat i jiná zařízení uvedená v tabulce 3.2. K hodnocení obecných rizik týkajících se kanceláře tak přibýlo i zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí, jak dokládá tabulka 1.2.

1.6 Dříve přijatá preventivní opatření

Pravidelné kontroly celkového stavu mikrovlnné trouby se provádějí v rámci běžných bezpečnostních kontrol v kanceláři.

1.7 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Vedoucí kanceláře zavede několik jednoduchých opatření:

- veškeré nové vybavení je třeba přezkoumat s ohledem na směrnici o elektromagnetických polích a zjistit, zda nedošlo ke změně v hodnocení rizik,
- pokud některý z pracovníků kanceláře oznámí, že je s ohledem na aktivní implantabilní zdravotnický prostředek zvláště ohroženou osobou, vedoucí kanceláře společně s tímto pracovníkem posoudí informace obdržené od ošetřujícího lékaře.

Tabulka 1.2 Doplnění hodnocení obecných rizik týkajících se kanceláře o hodnocení související s elektromagnetickými poli

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné Pravděpodobné		
Záření elektromagnetického pole z mikrovlnné trouby	Pravidelné kontroly celkového stavu trouby včetně poškození těsnění dvířek, mřížky na skle dvířek a fungování západky	Všichni pracovníci	✓		✓		Nízké	Nepožadují se
Interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky nebo se zdravotnickými prostředky nošenými na těle	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci		✓	✓		Nízké	Zajistit, aby u všech pracovníků s elektrickým zdravotnickým vybavením nebo prostředky bylo po návratu do zaměstnání provedeno individuální hodnocení rizik s cílem stanovit a provést preventivní opatření doporučená lékařem U veškerého nového vybavení je třeba provést hodnocení

2. SPEKTROMETR NUKLEÁRNÍ MAGNETICKÉ REZONANCE (NMR)

2.1 Pracoviště

Spektrometry nukleární magnetické rezonance (NMR) mohou představovat nebezpečí v důsledku vytváření silných statických magnetických polí. Používají se ke zkoumání vlastností materiálů, například k analýze chemických sloučenin ve zpracovatelském průmyslu. Tato případová studie se týká farmaceutické společnosti, kde jsou přístroje NMR umístěny ve specializované spektroskopické laboratoři. S ohledem na plánovaný nákup nového přístroje se bezpečnostní technik před přípravou akčního plánu rozhodl přezkoumat hodnocení rizik.

2.2 Povaha práce

Malé vzorky materiálů určených k analýze jsou umísťovány buď jednotlivě ručně, nebo po dávkách pomocí karuselového podavače do svislého otvoru přístroje NMR (obrázek 2.1).

Obrázek 2.1 Přístroj NMR doplněný o karuselový podavač a plošina pro vkládání vzorků

Karuselový
podavač

Kryostat

Plošina pro
vkládání vzorků



2.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

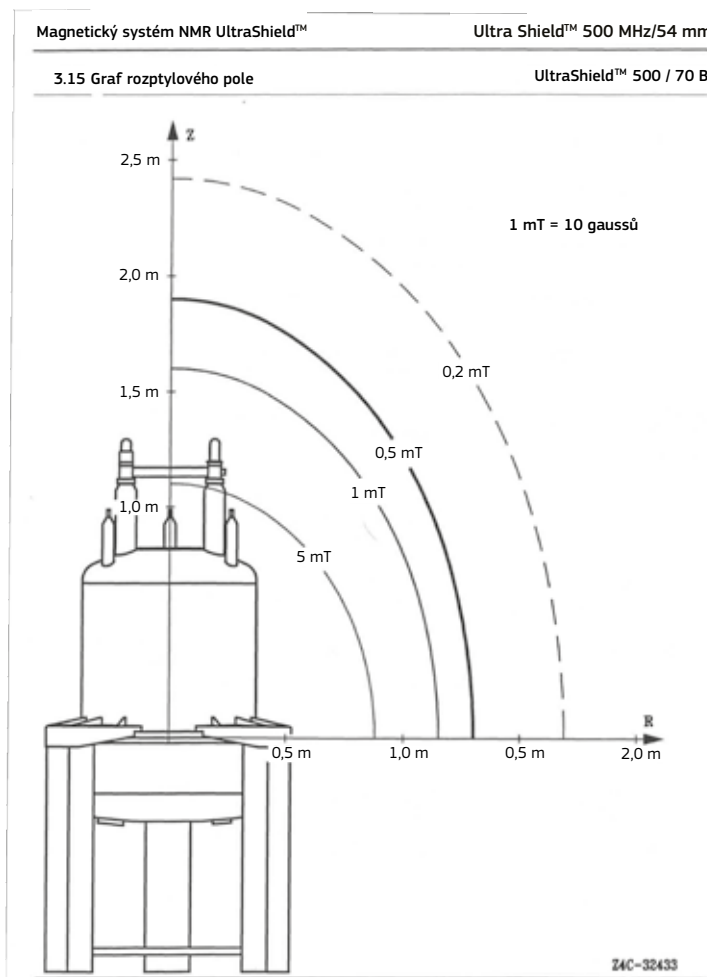
V rámci přípravy na přezkum shromáždil bezpečnostní technik obecné informace o přístrojích NMR a zjistil, že:

- Elektromagnet generuje silné statické (0 Hz) magnetické pole; magnetická indukce těchto polí se pohybuje zhruba od 0,5 do 20 T v závislosti na typu zařízení. Malé stolní spektrometry obvykle používají permanentní magnety ze vzácných zemin, zatímco velké přístroje pracují se supravodivými magnety. Magnety bývají zapnuté na plný výkon po dlouhou dobu kvůli zajištění lepší stability pole a není možné snižovat intenzitu pole, kdykoli se pracovníci přiblíží.
- Výrobci postupně zlepšují konstrukci svých spektrometrů, do kterých zabudovávají pasivní i aktivní magnetická stínění snižující intenzitu statického magnetického pole, do něhož pracovníci vstupují. Díky tomu je možné zadržet téměř celé nebezpečné magnetické pole v kryostatu. U starších nebo hůře odstíněných přístrojů se může magnetické pole rozšířit do pracoviště až na několik metrů.
- Tato vnější magnetická pole bývají narušována a odváděna ocelovými konstrukcemi (např. nosníky) v budovách.

2.4 Metoda hodnocení expozice

Bezpečnostní technik si byl vědom skutečnosti, že výrobce nového spektrometru poskytl informace o intenzitě statického magnetického pole, do něhož pracovníci vstupují. Výrobce dokonce popisuje rozsah veškerých nebezpečí plynoucích z nepřímých účinků, jako např. rizik spojených s urychlováním feromagnetických předmětů nebo interference s elektronickými zdravotnickými přístroji a prostředky. V souladu s osvědčenými postupy uvádí výrobce graf rozptylového statického magnetického pole v okolí spektrometru (obrázek 2.2).

Obrázek 2.2 Graf rozptylového statického magnetického pole v okolí NMR spektrometru



Bezpečnostní technik si byl vědom možnosti posoudit intenzitu statického magnetického pole kolem spektrometru pomocí vhodného magnetometru stejně jako skutečnosti, že ke spolehlivému výsledku lze mnohem snáze dospět pomocí izotropické (trojosé) sondy než pomocí jednoosé sondy. Tato metoda je však časově i finančně náročná a je třeba rovněž zvážit nebezpečí spojená s prováděním měření, zejména pokud jsou používány nástroje s kovovým povrchem. Během hodnocení bezpečnostní technik možnost měření vyloučil, protože výrobce poskytuje kvalitní informace.

Bezpečnostní technik rovněž zvažoval, které skupiny pracovníků budou mít do laboratoře NMR přístup a jaké úkoly tam budou plnit. Zjistil, že servisní technici výrobce NMR spektrometru budou občas vstupovat do prostor se silným polem, např. na dně kryostatu při seřizování spektrometru. Vzal však na vědomí, že společnost bude požadovat, aby tito technici s dostatečným předstihem předložili písemné hodnocení rizik a bezpečnostní postupy pro svou práci a aby prokázali svou odbornou způsobilost (např. ve formě dokladů od odpovídající odborné přípravy a odborné praxi). Na základě těchto údajů zhodnotil riziko spojené s jejich prací jako nízké. Dále zjistil, že pracovníci úklidových společností nebudou mít do laboratoře přístup.

2.5 Výsledky hodnocení expozice

Při kontrole stávajících přístrojů v NMR laboratoři bezpečnostní technik rovněž zjistil, že bezpečné vzdálenosti se mohou výrazně lišit v závislosti na konstrukci a zejména stínění: u starších neodstíněných spektrometrů se silným polem se může jednat až o několik metrů, zatímco u moderních dobře odstíněných přístrojů není třeba dodržovat téměř žádnou bezpečnou vzdálenost. Neočekává se však, že by intenzita pole v prostorách přístupných pracovníkům překročila nejvyšší přípustné hodnoty pro přímé účinky. I přes značný výkon radiofrekvenčního zesilovače lze očekávat, že radiofrekvenční pole bude plně zadrženo uvnitř přístroje a pracovníci s ním nepřijdou do styku.

Na základě informací výrobce (obrázek 2.2) bezpečnostní technik stanovil, že referenční hodnoty pro nepřímé účinky budou pravděpodobně překročeny ve vzdálenosti do 1,3 m od vnějšího povrchu kryostatu.

2.6 Hodnocení rizik

Bezpečnostní technik si byl vědom skutečnosti, že hodnocení rizik pro NMR laboratoř již bylo vypracováno, a to s použitím metodiky, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (EU-OSHA) pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Tento nástroj vyhodnocuje veškerá rizika pro pracovníky laboratoře, včetně rizik spojených s:

- prací ve výšce při vkládání vzorků,
- kryogenními kapalinami a „zchlazováním“ supravodivých magnetů,
- dusíkem nasycenou atmosférou v uzavřených prostorách v kryostatu, jako jsou např. jímky pro výměnu vzorků,
- urychlováním feromagnetických předmětů (např. nářadí a nástrojů),
- interferencí s elektronickými zdravotnickými přístroji a prostředky.

Na základě údajů získaných z tohoto již existujícího hodnocení rizik bude tedy snadné sestavit nový akční plán. Příklad zvláštního hodnocení rizik elektromagnetických polí pro NMR laboratoře je uveden v tabulce 2.1.

2.7 Dříve přijatá preventivní opatření

Bezpečnostní technik stanovil řadu organizačních opatření, která byla v rámci NMR laboratoře přijata k zabránění expozici nebo jejímu omezení. Prvním z nich byl výběr NMR spektrometru s moderními prvky pasivního i aktivního magnetického stínění. Další opatření v oblasti osvědčených postupů zahrnovala:

- umístění NMR spektrometru do samostatné laboratoře s fyzickým omezením přístupu ve formě digitálního zámku,
- umístění výstražných a zákazových značek v souladu se směrnicí 92/58/EHS na vstupní dveře laboratoře (obrázek 2.3). Tato opatření zahrnují výstražné upozornění pro osoby s elektronickými zdravotnickými prostředky,
- zabránění přístupu s feromagnetickými nástroji a jinými předměty do laboratoře,
- oddělení přístrojů NMR od dalších laboratorních zařízení a pracovních stanovišť,
- vytvoření řetězových zábran a umístění podlahových pásků vyznačujících hranice pole s magnetickou indukcí 0,5 mT za účelem omezení přístupu (obrázek 2.4),
- poskytování informací, pokynů a školení osobám pracujícím v laboratoři a zajištění odpovídajícího dohledu,
- požadavek, aby servisní technici v předstihu před svou návštěvou předložili písemnou bezpečnostní dokumentaci a prokázali svou odbornou způsobilost.

Obrázek 2.3 Výstražné a zákazové značky na vstupních dveřích do NMR laboratoře



Obrázek 2.4 Vyznačení vyhrazené oblasti řetězovými zábrami a podlahovými páskami



Tabulka 2.1 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro NMR laboratoře

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné		
Přímé účinky statického magnetického pole	Samostatná laboratoř s fyzickým omezením přístupu	Laboratorní pracovníci	✓		✓		Nízké	
	Výstražné a zákazové značky							
	Informace, pokyny a školení							Opakovací školení Zveřejnění článku v bezpečnostním bulletinu
	Požadavek písemné bezpečnostní dokumentace a prokázání odborné způsobilosti	Servisní technici	✓		✓		Nízké	
	Pracovníci úklidu nemají povolen přístup	Pracovníci úklidu	✓		✓		Nízké	Informování pracovníků úklidu
Nepřímé účinky statického magnetického pole (interference se zdravotnickými implantáty, rizika spojená s urychlováním předmětů)	Zabránění přístupu s feromagnetickými předměty	Všechny výše uvedené skupiny		✓		✓	Nízké	Informování pracovníků údržby
	Viz výše	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓	Nízké	Viz výše
Radiofrekvenční pole	Zůstává uvnitř přístroje, kam nemají pracovníci přístup	Všechny výše uvedené skupiny	✓		✓		Nízké	Žádná

2.8 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Bezpečnostní technik byl s přezkumem hodnocení rizik a hodnocením nebezpečí spojených s novým spektrometrem celkově spokojen. Organizační opatření se ukázala být dostatečná, ačkoli pracovníci absolvovali školení týkající se nebezpečí a preventivních opatření spojených s NMR laboratoří naposledy před pěti lety. Na základě toho vypracoval bezpečnostní technik akční plán s těmito body:

- opakovací školení pracovníků laboratoře formou krátkých setkání, přičemž hlavní pozornost se soustředí na nově přijaté pracovníky,
- zajištění toho, aby pracovníci údržby byli informováni o nebezpečích, a to zejména o nebezpečích spojených s „pohybem feromagnetických nástrojů“,
- potvrzení o tom, že úklidové společnosti jsou si vědomy, že jejich pracovníci nemají do laboratoře přístup,
- zveřejnění článku o nebezpečích spojených s laboratoří v příštím bezpečnostním bulletinu společnosti.

3. ELEKTROLÝZA

Zdroji elektromagnetického pole v této případové studii jsou:

- elektrolyzéry,
- tyristorové usměřovače,
- přípojnice,
- transformátory.

3.1 Pracoviště

Zařízení je instalováno ve velkém závodě na výrobu chloru. Případová studie se týká těchto pracovišť:

- akumulátorovna elektrolyzérů,
- kóje s usměřovači.

3.2 Povaha práce

Většinu práce na zařízení provádí kvalifikovaný a zkušený technický personál, který může vykonávat práci na jakémkoli zařízení v rámci závodu na výrobu chloru. Ta může zahrnovat i pravidelnou demontáž a údržbu elektrolyzérů v době, kdy jsou sousední elektrolyzéry v provozu.

Jednalo se o poměrně nové zařízení, jehož konstrukce zohledňuje hlediska bezpečnosti elektromagnetického pole. Tato případová studie je proto příkladem osvědčených postupů a ukazuje, jak je důležité u větších projektů přihlížet k expozici elektromagnetickým polím už ve fázi plánování.

3.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

3.3.1 Akumulátorovna elektrolyzérů

Akumulátorovna elektrolyzérů obsahuje 20 elektrolyzérů, v nichž se vyrábí chlor působením elektrického proudu na roztok metodou membránové elektrolýzy. Do každého elektrolyzéru je pod napětím 450 V přiváděn stejnosměrný proud 16,5 kA. Kolem elektrolyzérů byly instalovány plexisklové kryty, které brání přístupu k elektrickým vodičům pod proudem.

Každý elektrolyzér měří včetně krytů 17,2 m na délku a 4,4 m na šířku a tvoří jej 138 sériově zapojených článků rozdělených na 2 sady, z nichž každá obsahuje 69 článků. Elektrolyzéry od sebe dělí vzdálenost přibližně 1,1 m. Uspořádání elektrolyzérů je znázorněno na obrázku 3.1.

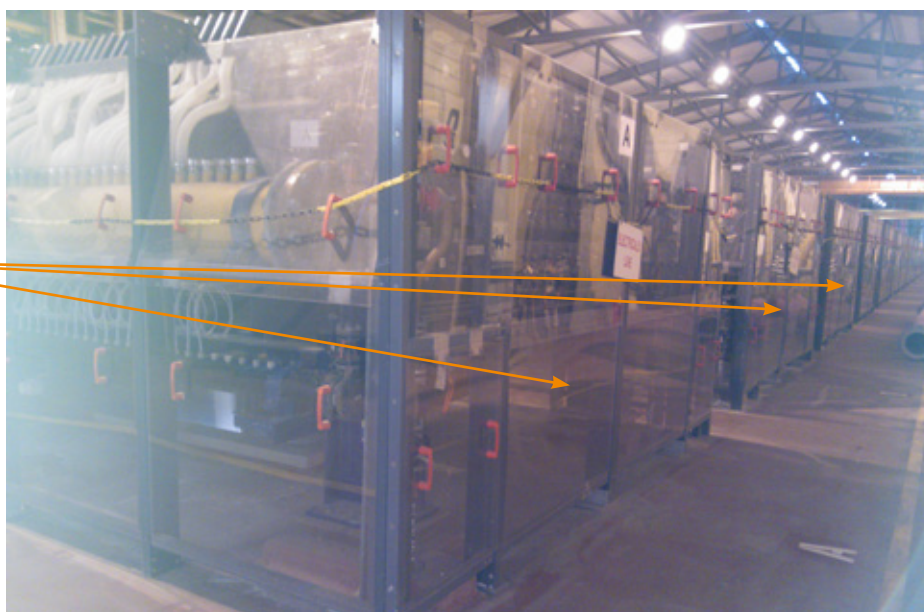
Ve fázi přípravy projektu bylo provedeno hodnocení založené na teoretickém modelu výpočtu magnetických polí v okolí vodivých částí zařízení s cílem zajistit, že expozice elektromagnetickým polím bude co nejmenší.

Obrázek 3.1 Elektrolyzéry v akumulátorovně

**Jeden elektrolyzér
z bočního pohledu**



**Několik
elektrolyzérů**



3.3.2 Kóje s usměrňovačem

Každá kóje s usměrňovačem (obrázek 3.2) zachycuje jeden tyristorový usměrňovač, který dodává stejnosměrný proud pro dva elektrolyzéry. Přípojnice dodávající proud do elektrolyzérů jsou zavěšeny pod stropem ve výšce přibližně 4,2 m nad úrovní podlahy. Kóje jsou obehnané pletivem, které brání přístupu odjinud než z budovy, a vstup je uzamčen a opatřen výstražnou značkou umístěnou vedle dveří (obrázek 3.3). Přístup do kóje není v době, kdy jsou elektrolyzéry v provozu, obvykle možný.

Transformátory napájející akumulátorovnu jsou umístěny mimo kóje s usměrňovači a jsou od usměrňovačů odděleny zdí. Transformátorové kóje jsou rovněž obehnané pletivem, které brání přístupu k transformátorům (obrázek 3.4).

Obrázek 3.2 Kóje s usměrňovačem



Stropní přípojnice

Tyristorové
usměrňovače

Obrázek 3.3 Omezení přístupu do kóje s usměrňovačem



Zamčené dveře do kóje
s usměrňovačem

Obrázek 3.4 Transformátorové kóje

3.4 Jakým způsobem se zařízení používá

Proces výroby chloru je automatizován a dálkově řízen z velína umístěného v nedaleké budově.

3.5 Metoda hodnocení expozice

Měření expozice provedl odborný konzultant pomocí speciálních přístrojů. Vzhledem k tomu, že toto výrobní zařízení bylo navrženo s ohledem na bezpečnost elektromagnetického pole a ve fázi přípravy projektu bylo provedeno hodnocení založené na teoretickém modelu výpočtu magnetických polí v okolí vodivých částí zařízení, bylo účelem měření potvrdit, že přijatá ochranná a preventivní opatření jsou schopna dostatečně účinně omezit expozici elektromagnetickým polím.

Byla provedena měření statické magnetické indukce, jelikož do elektrolyzérů je přiváděn stejnosměrný proud, i časově proměnné magnetické indukce, neboť stejnosměrný proud je získáván v usměrňovači ze střídavého proudu a očekávalo se tedy drobné zvlnění stejnosměrného proudu přiváděného do elektrolyzérů. Frekvence zvlnění byla rovněž potvrzena během hodnocení expozice.

Před vlastním měřením provedl odborný konzultant analýzu pracovního postupu (tzv. studii „time and motion“), aby se ujistil, že měření budou odpovídat běžným pracovním situacím. Měření probíhala při konstantním zatížení elektrolyzérů.

Výsledky měření byly porovnány s příslušnými nejvyššími přípustnými hodnotami a referenčními hodnotami pro přímé účinky, stejně jako referenčními hodnotami pro nepřímé účinky statického magnetického pole (interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a rizika spojená s vyvrstvením feromagnetických předmětů).

Při hodnocení expozice zvláště ohrožených pracovníků bylo provedeno srovnání s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES) (viz dodatek E díl 1 příručky).

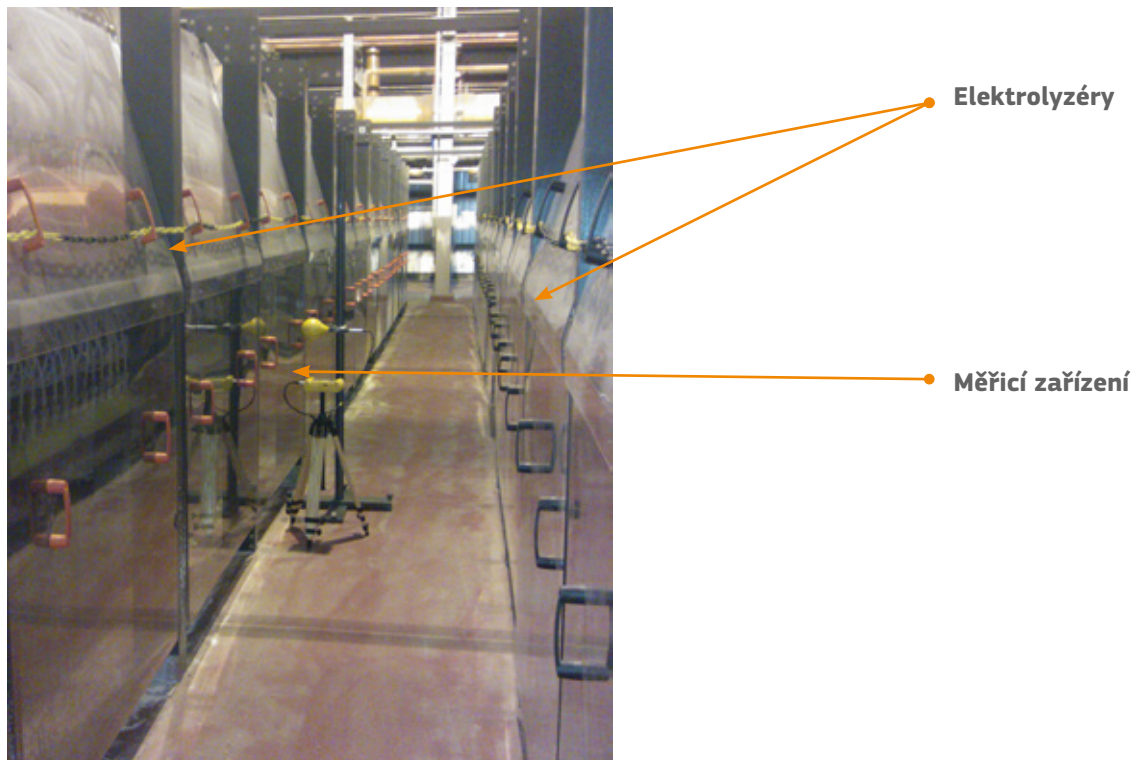
3.5.1 Akumulátorovna elektrolyzérů

Měření časově proměnné magnetické indukce a statické magnetické indukce byla prováděna mezi dvěma elektrolyzéry (obrázek 3.5). Byly provedeny tři soubory měření:

- v určitých vzdálenostech v mezeře mezi dvěma elektrolyzéry,
- v určitých vzdálenostech po celé délce střednice od jednoho konce elektrolyzéro ke druhému,
- ve svislé rovině podél jednoho elektrolyzéro.

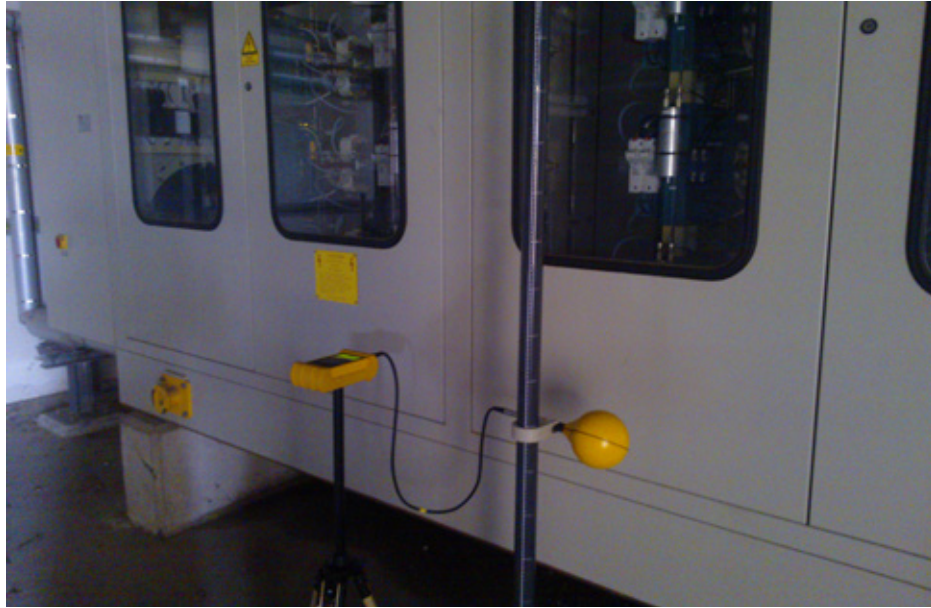
Díky těmto měřením můžeme znázornit podobu expozice, které je vystaven pracovník procházející mezi elektrolyzéry v akumulátorovně, což představuje nejhorší scénář expozice.

Obrázek 3.5 Měření mezi dvěma elektrolyzéry



3.5.2 Kóje s usměřňovačem

Měření časově proměnné magnetické indukce a statické magnetické indukce byla prováděna kolem tyristorového usměřňovače (obrázek 3.6), pod přípojnými a v blízkosti zdi oddělující usměřňovač a transformátor.

Obrázek 3.6 Měření prováděná v blízkosti tyristorového usměrňovače

3.6 Výsledky hodnocení expozice

Výsledky měření expozice byly porovnány s odpovídajícími nejvyššími přípustnými hodnotami a referenčními hodnotami. V případě elektrolýzy jsou důležitými hodnotami, s nimiž je třeba porovnat výsledky měření:

- pro statická magnetická pole:
 - nejvyšší přípustné hodnoty pro magnetickou indukci statických magnetických polí (běžné pracovní podmínky),
 - referenční hodnoty pro magnetickou indukci statických magnetických polí (interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky, např. kardiostimulátory),
 - referenční hodnoty pro magnetickou indukci statických magnetických polí (rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů),
- pro časově proměnná magnetická pole:
 - referenční hodnoty pro magnetickou indukci časově proměnných magnetických polí,
 - referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro časově proměnná magnetická pole (pro zvláště ohrožené pracovníky).

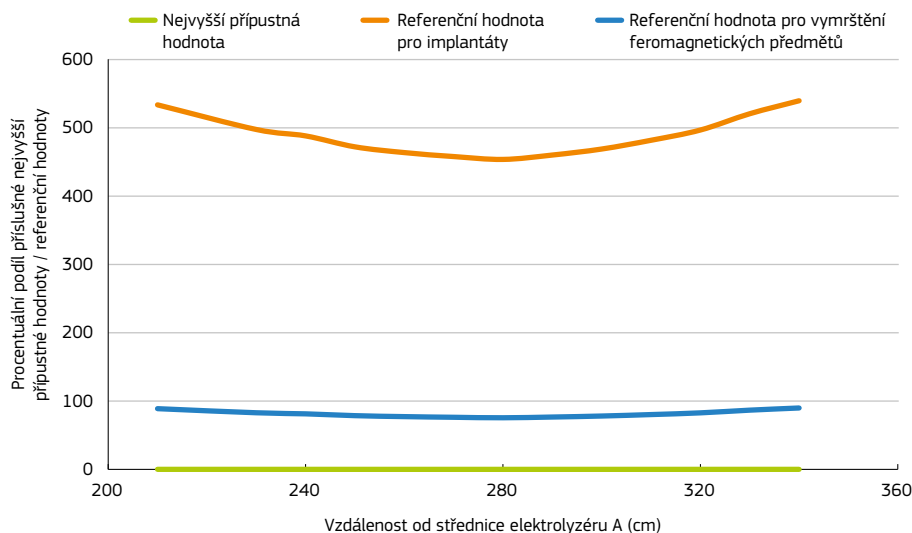
Důležité závěry hodnocení expozice společně s ukázkami grafů vytvořených v rámci hodnocení založeného na teoretickém modelu jsou znázorněny na obrázcích 3.7 až 3.17.

Je třeba mít na paměti, že výsledky hodnocení expozice nelze přímo srovnávat s hodnocením na základě modelování, protože hodnocení na základě modelování bylo provedeno před zveřejněním směrnice o elektromagnetických polích, a to na základě referenčních úrovní pro pracovníky, stanovených Mezinárodní komisí pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP), které byly přísnější než referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích.

3.6.1 Akumulátorovna elektrolyzérů

Následující grafy zobrazují změny magnetických indukci v závislosti na výše popsaných příslušných nejvyšších přípustných hodnotách a referenčních hodnotách. Byla potvrzena frekvence zvlnění stejnosměrného proudu na 300 Hz. Měřicí zařízení rovněž zjistila harmonické kmity při frekvencích 600 Hz a 900 Hz, i když podíl harmonických kmitů na celkové expozici nebyl v tomto případě nijak významný.

Obrázek 3.7 Změny ve statické magnetické indukci v mezeře mezi dvěma elektrolyzéry



Pozn.: Měření bylo provedeno ve výšce 120 cm nad úrovní podlahy.

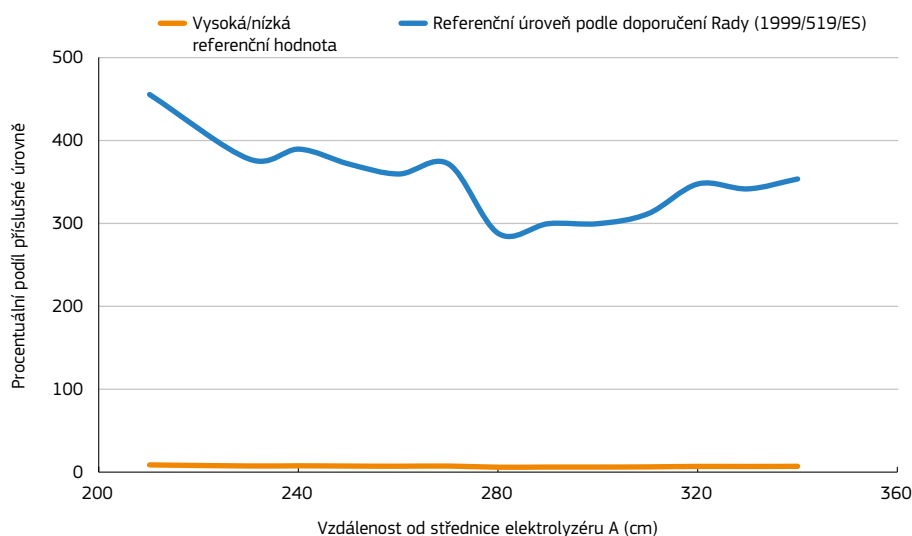
Nejvyšší přípustná hodnota (běžné pracovní podmínky): 2 T

Referenční hodnota pro implantáty: 0,5 mT

Referenční hodnota pro vymrštění feromagnetických předmětů: 3 mT

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 5\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl nejvyšších přípustných hodnot / referenčních hodnot.

Obrázek 3.8 Změny 300Hz časově proměnné magnetické indukce v mezeře mezi dvěma elektrolyzéry



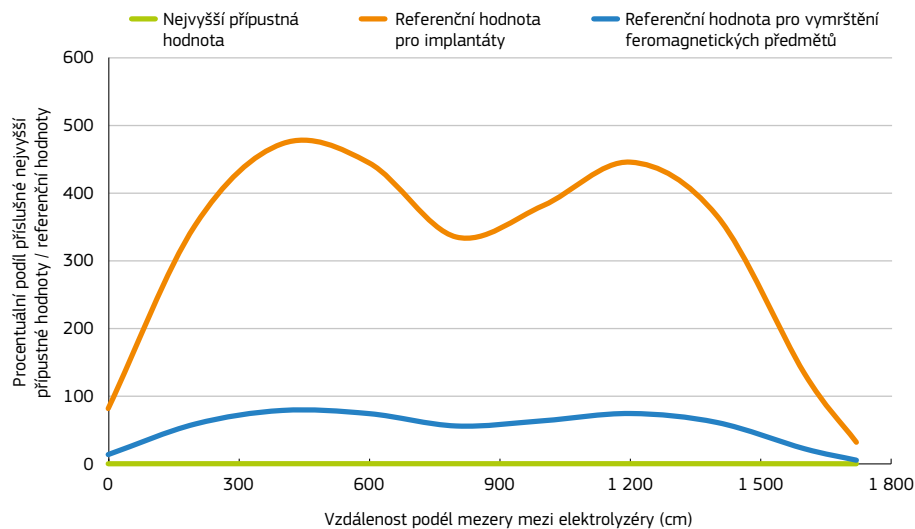
Pozn.: Měření bylo provedeno ve výšce 120 cm nad úrovní podlahy.

Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetické pole 300 Hz: 1000 μ T

Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro magnetické pole 300 Hz: 16,7 μ T

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot / referenčních úrovní.

Obrázek 3.9 Změny ve statické magnetické indukci podél mezery mezi dvěma elektrolyzéry



Pozn.: Měření bylo provedeno ve výšce 120 cm nad úrovní podlahy.

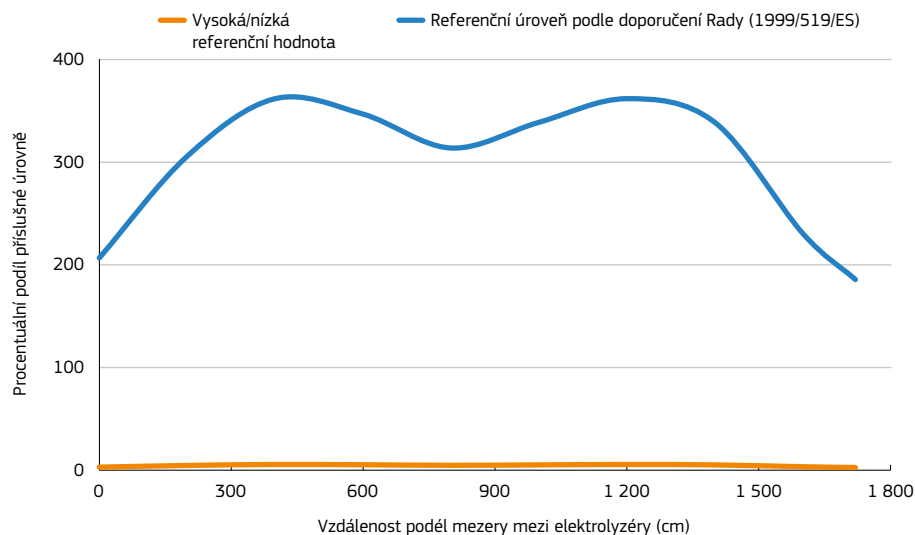
Nejvyšší přípustná hodnota (běžně pracovní podmínky): 2 T

Referenční hodnota pro implantáty: 0,5 mT

Referenční hodnota pro vyvrstvení feromagnetických předmětů: 3 mT

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 5\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl nejvyšších přípustných hodnot / referenčních hodnot.

Obrázek 3.10 Změny 300Hz časově proměnné magnetické indukce podél mezery mezi dvěma elektrolyzéry



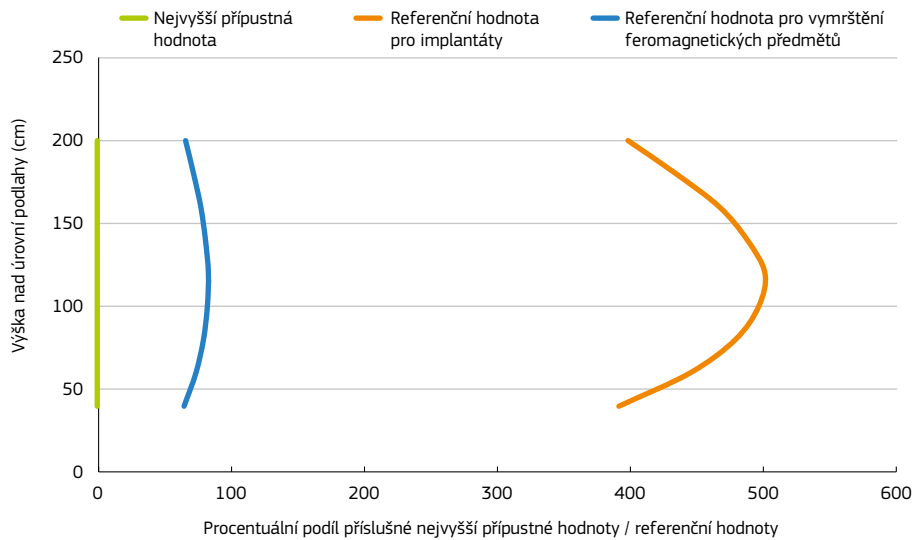
Pozn.: Měření bylo provedeno ve výšce 120 cm nad úrovní podlahy.

Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetické pole 300 Hz: 1000 μ T

Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro magnetické pole 300 Hz: 16,7 μ T

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot / referenčních úrovní.

Obrázek 3.11 Změny ve statické magnetické indukci v závislosti na výšce podél elektrolyzáru



Pozn.: Měření bylo provedeno ve vzdálenosti 230 cm od střednice jednoho elektrolyzáru.

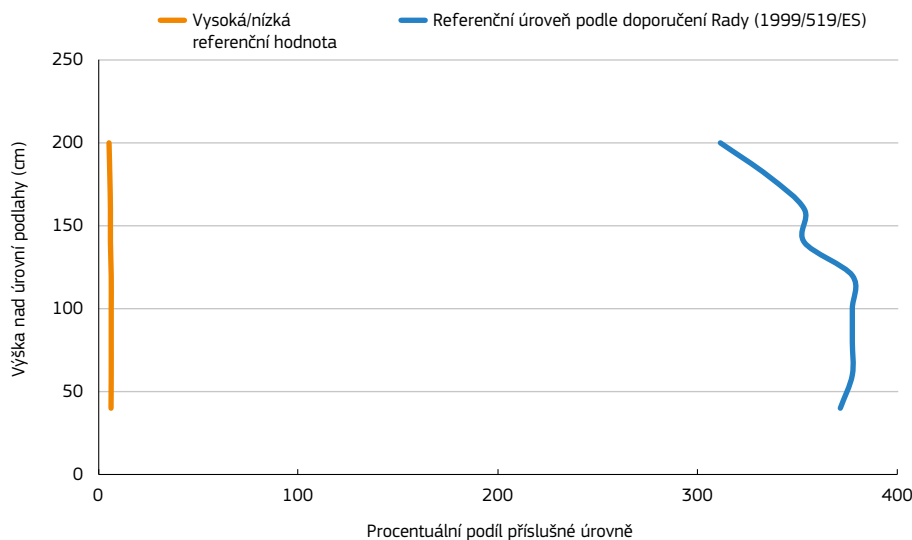
Nejvyšší přípustná hodnota (běžné pracovní podmínky): 2 T

Referenční hodnota pro implantáty: 0,5 mT

Referenční hodnota pro vymrštění feromagnetických předmětů: 3 mT

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 5\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl nejvyšších přípustných hodnot / referenčních hodnot.

Obrázek 3.12 Změny 300Hz časově proměnné magnetické indukce v závislosti na výšce podél elektrolyzáru



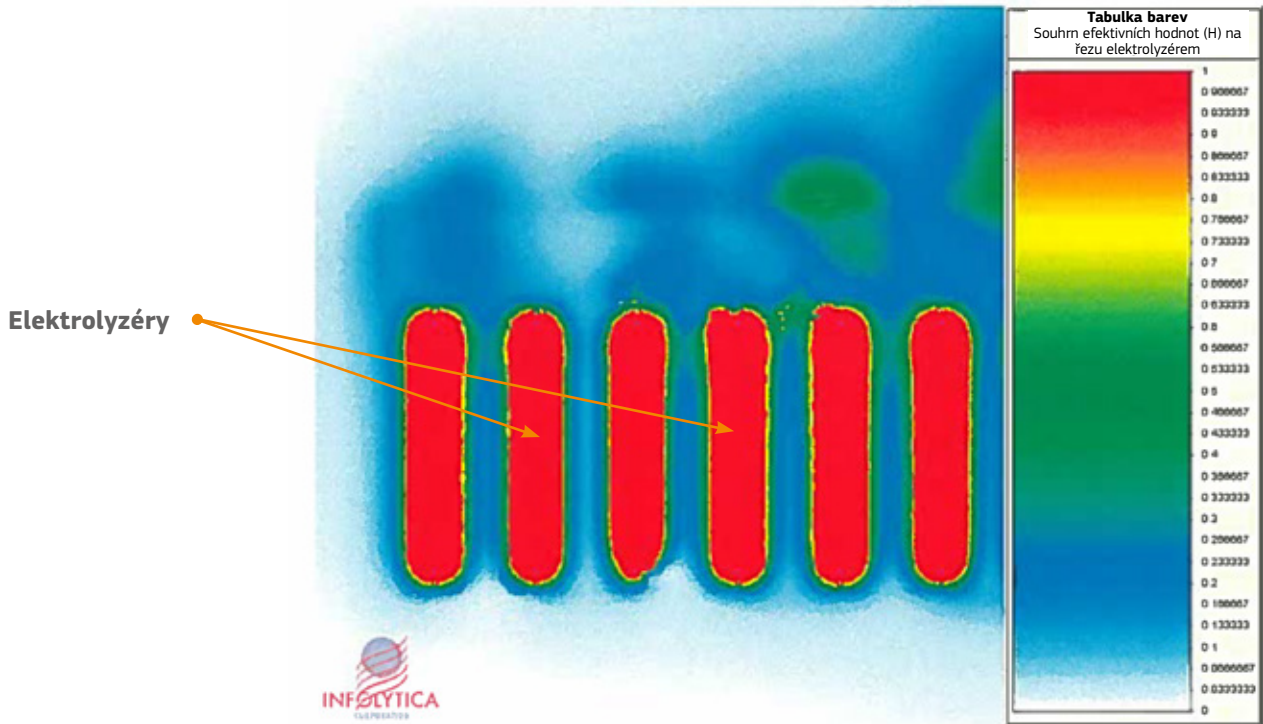
Pozn.: Měření bylo provedeno ve vzdálenosti 230 cm od střednice jednoho elektrolyzáru.

Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetické pole 300 Hz: 1000 μ T

Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro magnetické pole 300 Hz: 16,7 μ T

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot / referenčních úrovní.

Obrázek 3.13 Ukázka diagramu hodnocení založeného na teoretickém modelu akumulátorovny elektrolyzérů (půdorys)



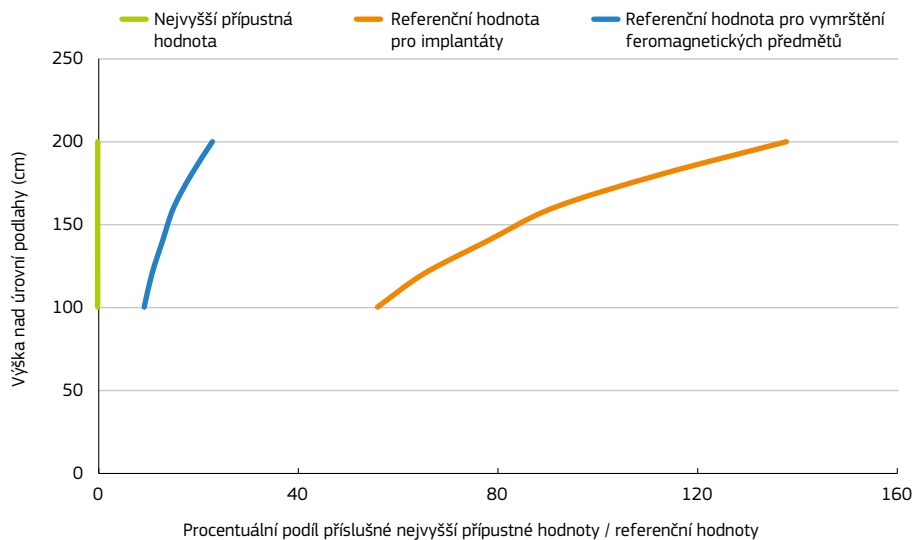
Z hodnocení expozice akumulátorovny elektrolyzérů získala společnost tyto informace:

- expozice magnetickým polím z elektrolyzérů nepřesahuje nejvyšší přípustné hodnoty ani referenční hodnoty pro přímé účinky,
- osoby s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky mohou být vystaveny nebezpečí vyplývajícímu ze statických magnetických polí v akumulátorovně,
- byly překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) ve vztahu k časově proměnným magnetickým polím podél elektrolyzérů. Není však pravděpodobné, že by se v akumulátorovně pohybovaly zvláště ohrožené osoby.

3.6.2 Kóje s usměrňovačem

Následující grafy zobrazují změny magnetické indukce v závislosti na výšce popsaných příslušných nejvyšších přípustných hodnotách a referenčních hodnotách. Byla potvrzena frekvence zvlnění stejnosměrného proudu na 300 Hz a rovněž byla zjištěna 50Hz pole kolem transformátorů.

Obrázek 3.14 Změny ve statické magnetické indukci v závislosti na výšce pod izolátorem přípojnice stejnosměrného vedení



Pozn.: Izolátor přípojnice stejnosměrného vedení byl přibližně 420 cm nad úrovní podlahy.

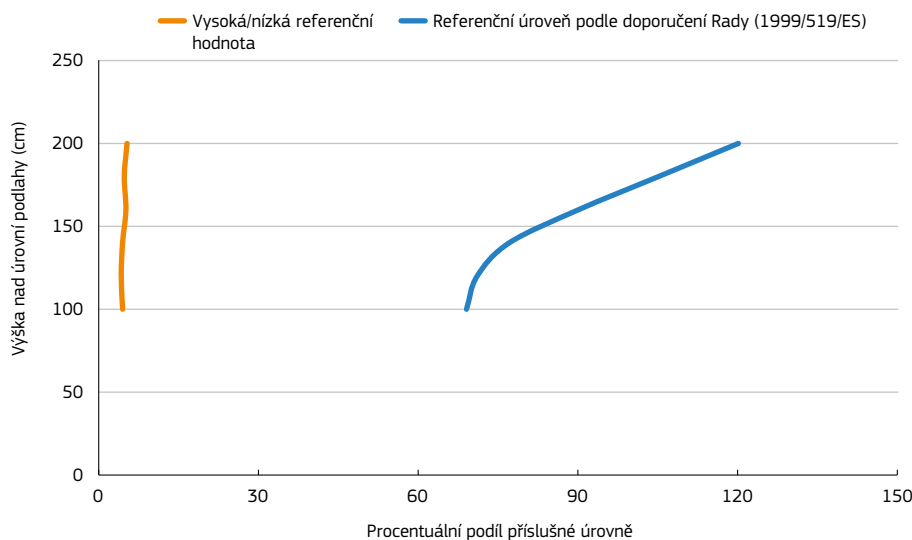
Nejvyšší přípustná hodnota (běžné pracovní podmínky): 2 T

Referenční hodnota pro implantáty: 0,5 mT

Referenční hodnota pro vymrštění feromagnetických předmětů: 3 mT

Nejistota měření se odhaduje na $\pm 5\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl nejvyšších přípustných hodnot / referenčních hodnot.

Obrázek 3.15 Změny 300Hz časově proměnné magnetické indukce v závislosti na výšce pod izolátorem přípojnice stejnosměrného vedení



Pozn.: Izolátor přípojnice stejnosměrného vedení byl přibližně 420 cm nad úrovní podlahy.

Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetické pole 300 Hz: 1000 μ T

Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro magnetické pole 300 Hz: 16,7 μ T

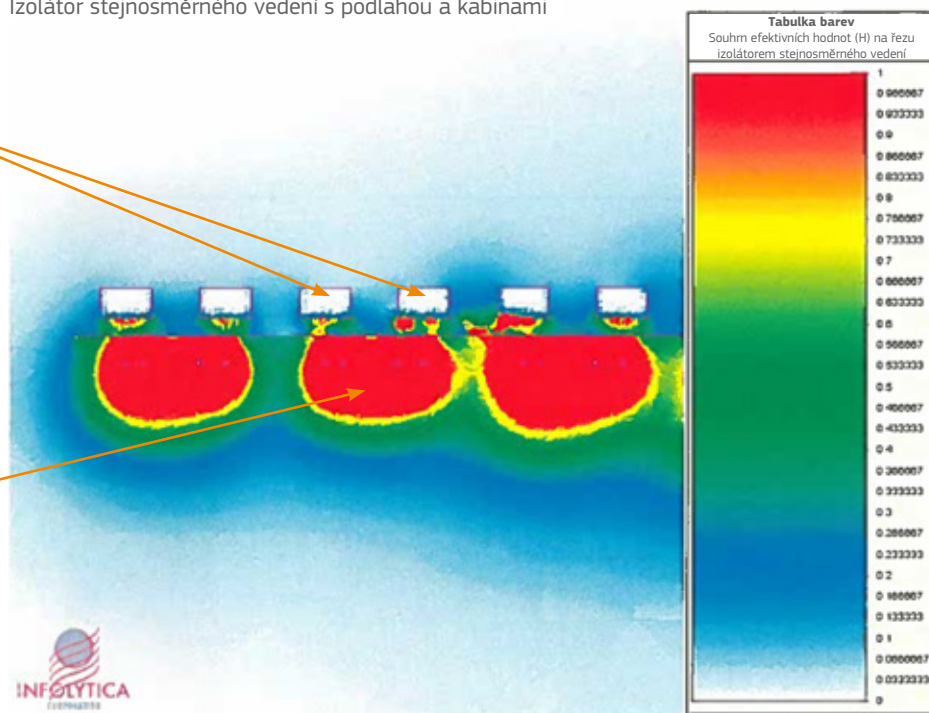
Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot / referenčních úrovní.

Obrázek 3.16 Ukázka diagramu hodnocení založeného na teoretickém modelu v okolí izolátoru přípojnice stejnosměrného vedení (průřez)

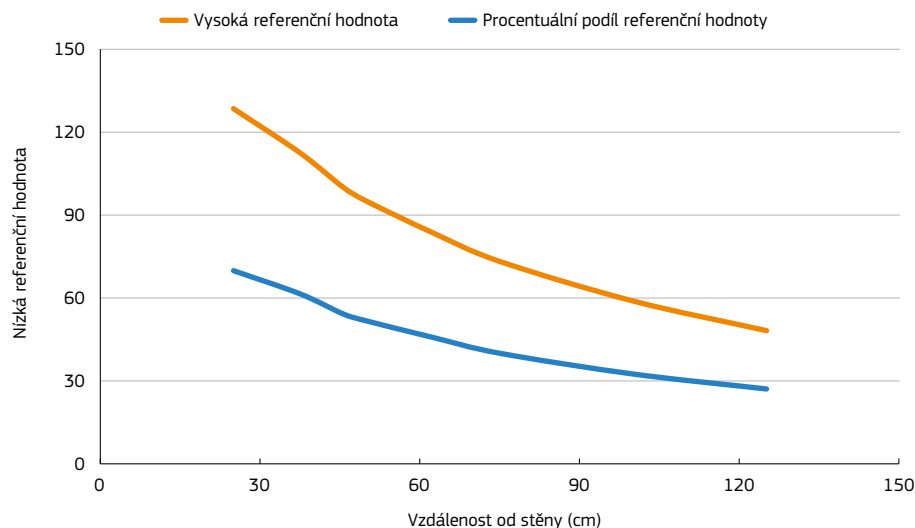
Isolátor stejnosměrného vedení s podlahou a kabinami

Elektrolyzéry

Izolace přípojnice stejnosměrného vedení



Obrázek 3.17 Změny 50Hz časově proměnné magnetické indukce v závislosti na vzdálenosti od stěny oddělující tyristorový usměrňovač od transformátoru



Pozn.: Měření bylo provedeno ve výšce 120 cm nad úrovní podlahy.

Nízká referenční hodnota pro 50 Hz magnetické pole: 1000 µT

Vysoká referenční hodnota pro 50 Hz magnetické pole: 6000 µT

Nejistota měření se odhaduje na ±10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot / referenčních úrovní.

Z hodnocení expozice v kóji s usměrňovačem získala společnost tyto informace:

- expozice magnetickým polím z přípojnic a tyristorových usměrňovačů na úrovni terénu nepřesahovala referenční hodnoty pro přímé účinky,
- expozice časově proměnným magnetickým polím z transformátorů na druhé straně stěny za usměrňovačem překračovala nízkou referenční hodnotu pro časově proměnnou magnetickou indukci do vzdálenosti 37 cm od povrchu stěny uvnitř kóje usměrňovače,
- expozice časově proměnným magnetickým polím z transformátorů byla nižší než vysoká referenční hodnota pro časově proměnnou magnetickou indukci v kóji usměrňovače,
- osoby s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky mohou být vystaveny nebezpečí vyplývajícímu ze statických magnetických polí kdekoli v kóji usměrňovače, avšak výstražné značky a bezpečnostní informace v objektu jsou považovány za dostatečné,
- byly překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) ve vztahu k časově proměnným magnetickým polím. Není však pravděpodobné, že by se v kóji usměrňovače pohybovaly zvláště ohrožené osoby.

3.7 Hodnocení rizik

Na základě hodnocení expozice provedeného odborným konzultantem vypracovala společnost hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí ve vztahu k zařízení na výrobu chloru. Hodnocení bylo vypracováno v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vplynuly tyto závěry:

- zvláště ohrožení pracovníci mohou být vystaveni nebezpečí, pokud se nachází v blízkosti elektrolyzérů,
- pracovníci, včetně zvláště ohrožených pracovníků, mohou být v prostorách kóji s usměrňovači vystaveni nebezpečí v důsledku expozice magnetickým polím.

Příklad zvláštního hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí ve vztahu k zařízením na výrobu chloru je uveden v tabulce 3.1.

Tabulka 3.1 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro zařízení na výrobu chloru

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky magnetického pole	Důkladná konstrukce zařízení na výrobu chloru, která minimalizuje intenzitu magnetických polí	Technici	✓				✓	Nízké	Nepožadují se
	Omezení přístupu do kójí s usměrňovačem Vhodné výstražné značky na viditelných místech Školení pracovníků	Zvláště ohrožení pracovníci (včetně těhotných žen)	✓				✓	Nízké	
Nepřímé účinky magnetického pole (interference se zdravotnickými implantáty)	Zabránění přístupu pracovníků se zdravotnickými implantáty do prostor zařízení na výrobu chloru Vhodné výstražné značky na viditelných místech Školení pracovníků	Zvláště ohrožení pracovníci		✓			✓	Nízké	Nepožadují se

3.8 Dříve přijatá preventivní opatření

Bezpečnost elektromagnetických polí byla už v raných fázích přípravy projektu tohoto výrobního zařízení jednou z hlavních priorit, a proto zde byla realizována řada ochranných a preventivních opatření, jako např.:

- byla minimalizována intenzita časově proměnných magnetických polí vytvářených zvlněním stejnosměrného proudu přiváděného do elektrolyzérů, například použitím 12 pulzních usměrňovačů namísto pouhých 6 pulzních usměrňovačů,
- výrobní zařízení je dostatečně velké, aby bylo možné jednoduše oddělit prostory se silnými magnetickými poli od pracovníků,
- v prostorách výrobního zařízení byly zřetelně umístěny vhodné výstražné značky,
- pracovníci byli informováni o možné expozici elektromagnetickým polím a o povinnosti informovat zaměstnavatele v případě, že budou používat zdravotnické implantáty.

3.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Hodnocení expozice potvrdilo, že výrobní zařízení bylo, pokud jde o ochranu před expozicí elektromagnetickým polím, dobře navrženo a že není třeba na základě hodnocení expozice přijímat žádná další preventivní opatření.

3.10 Zdroje dalších informací

Publikace Euro Chlor – *Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units. Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions (Elektromagnetická pole v zařízeních pro elektrolytickou výrobu chloru. Účinky na zdraví, doporučené mezní hodnoty, metody měření a možná preventivní opatření)*. 2014.

4. ZDRAVOTNICTVÍ

4.1 Pracoviště

Nemocniční oddělení lékařské fyziky bylo požádáno, aby posoudilo, jak může provádění směrnice o elektromagnetických polích ovlivnit činnost nemocnice.

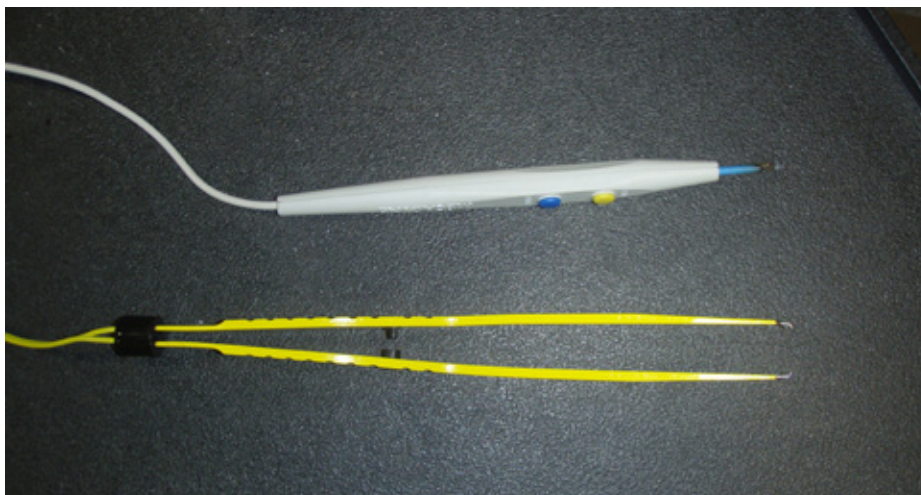
4.2 Povaha práce

Ve velké míře jsou zde používána elektrická zařízení k léčbě, monitorování a diagnostice pacientů. Tým lékařských fyziků zahájil hodnocení zjišťováním zařízení, která by mohla potenciálně vytvářet silná elektromagnetická pole. Na základě kontroly inventáře vybavení označili tři zařízení, která jsou zdrojem silných elektromagnetických polí: jednalo se o elektrochirurgické jednotky, zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS) a zařízení pro krátkovlnnou diatermii. Zařízení pro krátkovlnnou diatermii nebylo v dané době v nemocnici využíváno, přesto bylo do hodnocení zahrnuto. Tým odborníků se rovněž zaměřil na možnost interference elektromagnetických polí s citlivými přístroji pro monitorování pacientů, a to zejména těmi, jež mohou být používány v blízkosti zařízení, která jsou zdrojem silných elektromagnetických polí. Bylo zjištěno, že z hlediska elektromagnetického rušení jsou nejvíce náchylným vybavením citlivé zdravotnické přístroje používané při elektrochirurgických postupech (např. anesteziologické dýchací přístroje a elektrokardiografická zařízení).

4.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

4.3.1 Elektrochirurgické jednotky

Elektrochirurgické přístroje se v nemocnici používají k řezání nebo koagulaci lidské tkáně při řadě chirurgických postupů. Jejich fungování spočívá v přenosu elektrické energie o vysokém napětí, která prochází operovanou tkání. Tyto přístroje obvykle fungují v mezifrekvenčním rozsahu přibližně od 300 kHz do 1 MHz o výkonu 50 až 300 W. Elektrochirurgický přístroj se skládá z aktivní elektrody, generátoru, kabelů pro připojení generátoru k aktivní elektrodě a neutrální elektrody či P-plotny připojené k pacientovu tělu (obrázek 4.1). Elektrická energie je přiváděna do aktivní elektrody (elektrochirurgické sondy) prostřednictvím kabelů, které nemusejí být vždy odstíněné. Proud prochází pacientovou tkání a vrací se do elektrochirurgického přístroje přes neutrální elektrodu.

Obrázek 4.1 Aktivní a neutrální elektrody a připojené kabely

4.3.2 Transkraniální magnetická stimulace

Přístroj pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS) funguje na principu záměrného vytváření pulsů elektromagnetického pole s cílem indukovat proud do mozku a má řadu využití (např. při diagnóze poranění a onemocnění mozku, při léčbě depresí a v poslední době i při léčbě migrény). Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci obvykle tvoří hlavní jednotka vytvářející pulsy vysokého napětí a ruční stimulační cívka (obrázek 4.2). U komerčně vyráběných zařízení je energie ukládána ve velkých vysokonapěťových kondenzátorech. Tyto kondenzátory se vybíjejí do cívky prostřednictvím tyristorů, které jsou schopné sepnout během několika vteřin silný proud. Rozšířená jsou dvoucívková zařízení, používaná i v této nemocnici, sestávající z kruhové cívky a osmičkové cívky (existují však i jiné druhy cívek).

Obrázek 4.2 Osmičková cívka pro TMS

4.3.3 Krátkovlnná diatermie

Přístroje pro krátkovlnnou diatermii produkují radiofrekvenční záření, obvykle o frekvenci 27,1 MHz. Tato zařízení se používají ve fyzioterapii pro léčbu svalů a kloubů. Zařízení funguje ve dvojitým režimu: kapacitním, kdy je pacient umístěn v radiofrekvenčním poli mezi dvěma pláty s elektrodami (obrázek 4.3), a induktivním, kdy se elektromagnetické pole aplikuje pomocí cívky.

Obrázek 4.3 Kapacitní krátkovlnná diatermie



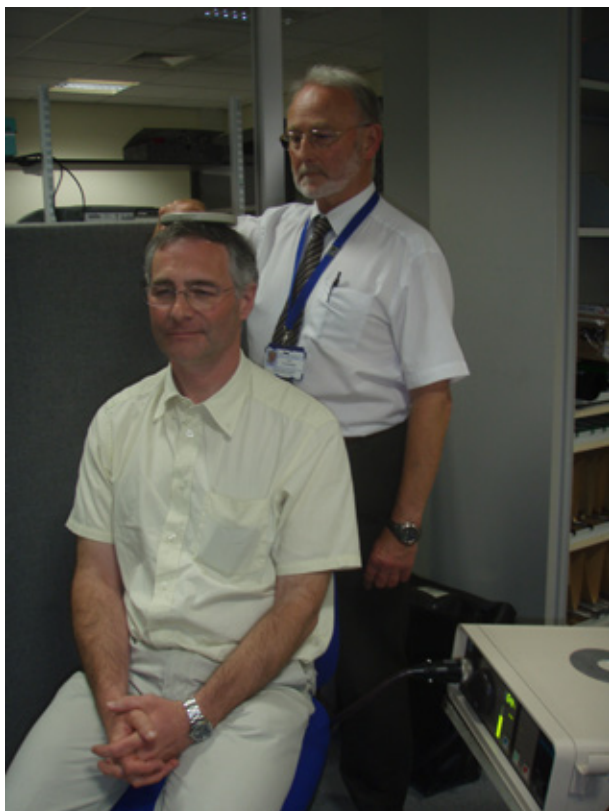
4.4 Jakým způsobem se zařízení používá

4.4.1 Elektrochirurgické jednotky

Chirurg během zákroku obvykle drží sondu v její horní části. Kabely se mohou ocitnout v blízkosti pracovníků pracujících na operačním sále, zejména v blízkosti rukou a paží chirurgů.

4.4.2 Transkraniální magnetická stimulace

Cívka je umístěna do blízkosti pacientovy hlavy a je vytvořen elektromagnetický puls či série pulsů, které indukují proud do mozkové tkáně pacienta. Sonda může být v pracovní poloze buď upevněna, nebo ji drží lékař, který provádí zákrok (obrázek 4.4).

Obrázek 4.4 Použití kruhové cívky pro TMS

4.4.3 Krátkovlnná diatermie

Podle informací, které tým obdržel, se zařízení pro krátkovlnnou diatermii v nemocnici v současné době nepoužívá, ale v minulosti byla krátkovlnná diatermie v rámci fyzioterapie prováděna. Tým neznal přesné pracovní postupy uplatňované v době, kdy bylo zařízení využíváno, rozhodl se však, že provede posouzení pro případ, že by nemocnice v budoucnu opět využití tohoto vybavení plánovala.

4.5 Metoda hodnocení expozice

Tým lékařských fyziků si byl vědom, že všechny tři uvedené zdravotnické prostředky vytvářejí silná elektromagnetická pole. Nebyli si však jisti, zda pole vytvářená těmito prostředky budou mít za následek expozici pracovníků přesahující nejvyšší přípustné hodnoty. Dospěli proto k závěru, že je zapotřebí další posouzení a že je tudíž nutné provést měření elektromagnetických polí. Pro účely měření byla vybrána dvě zařízení: elektrochirurgická jednotka „ConMed 5000“ a zařízení pro TMS „200 MAGSTIM“. Bylo rozhodnuto, že prozatím nebudou prováděna měření na žádném ze zařízení pro krátkovlnnou diatermii.

Oddělení lékařské fyziky vlastní řadu měřících sond pro monitorování elektromagnetických polí. Vlastní měření bylo provedeno pomocí izotropické (trojosé) sondy. Pro jednotlivá zařízení byly použity různé sondy s ohledem na různou frekvenci vytvářených elektromagnetických polí.

4.6 Výsledky hodnocení expozice

4.6.1 Elektrochirurgická jednotka

Elektrochirurgická jednotka ConMed 5000 byla provozována v monopolárním režimu. Jednotku lze používat při řezání nebo ke koagulaci. Z předběžných měření však vyplynulo, že elektromagnetická pole vytvářená v režimu řezání jsou silnější než elektromagnetická pole v režimu koagulace, a proto byla většina měření provedena v režimu řezání. Frekvence pole byla zjišťována pomocí měření a zobrazení křivky na osciloskopu a byla stanovena na 391 kHz. Použitý výkon byl přibližně 200 W.

Měření elektrických a magnetických polí bylo provedeno v okolí aktivního i neutrálního kabelu. Jelikož se jednalo o pole v mezifrekvenční oblasti, byly při srovnávání naměřených hodnot polí s referenčními hodnotami zohledněny referenční hodnoty pro netepelné i pro tepelné účinky.

Naměřené hodnoty, jež jsou uvedeny v tabulce 4.1, dokládají intenzitu magnetického pole v různých horizontálních vzdálenostech v polovině aktivního kabelu. Na základě těchto výsledků bylo magnetické pole extrapolováno do vzdálenosti 1 cm od kabelu a bylo vypočítáno, že dosahuje úrovně 7 % referenční hodnoty pro proud končetinami.

Z hodnocení magnetického pole v okolí zařízení vyplynulo, že expozice operátora nebo jiných zdravotnických pracovníků na operačním sále nepřekročí referenční hodnoty stanovené ve směrnici o elektromagnetických polích ani referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES).

Tabulka 4.1 Intenzita magnetického pole v různých vzdálenostech od aktivního kabelu vyjádřená jako procentuální podíl referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)

Vzdálenost od kabelu (cm)	Intenzita magnetického pole (Am^{-1})	Magnetická indukce (μT)	Netepelné účinky		Tepelné účinky		Procentuální podíl referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) (%) ⁴
			Procentuální podíl vysoké/nízké referenční hodnoty (%) ¹	Procentuální podíl referenční hodnoty pro končetiny (%) ²	Procentuální podíl referenční hodnoty (%) ³	Procentuální podíl referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) (%) ⁴	
10	0,64	0,81	0,81	0,27	16	34	
20	0,53	0,67	0,67	0,22	13	29	
50	0,26	0,33	0,33	0,11	6,4	14	
100	0,09	0,11	0,11	0,04	2,1	4,7	
150	0,04	0,05	0,05	0,02	1,0	2,1	

¹ Vysoká/nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 391 kHz: 100 μT

² Referenční hodnota pro končetiny pro magnetickou indukci při frekvenci 391 kHz: 300 μT

³ Referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 391 kHz: 5,12 μT

⁴ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro magnetickou indukci při frekvenci 391 kHz: 2,35 μT

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 2,7$ dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

Elektrické pole bylo měřeno v oblasti aktivního a neutrálního kabelu. Bylo zjištěno, že vytvářené elektrické pole u neutrálního kabelu bylo podstatně silnější než elektrické pole vytvářené kolem aktivního kabelu; z toho plyne, že aktivní kabel je odstíněný. Intenzita elektrického pole v závislosti na vzdálenosti od neutrálního kabelu je popsána v tabulce 4.2. Měření byla provedena v různých horizontálních vzdálenostech v polovině kabelu. Nejvyšší naměřené hodnoty, ve vzdálenosti 10 cm od kabelu, jsou nižší než referenční hodnoty. Z výsledků však vyplývá, že referenční úrovně stanovené v doporučení Rady (1999/519/ES) by mohly být překročeny ve vzdálenosti přibližně 20 cm od tohoto kabelu.

Tabulka 4.2 Intenzita elektrického pole v různých vzdálenostech od neutrálního kabelu vyjádřená jako procentuální podíl referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)

Vzdálenost od drátu (cm)	Intenzita elektrického pole (Vm^{-1})	Netepelné účinky		Tepelné účinky	
		Procentuální podíl nízké referenční hodnoty (%) ¹	Procentuální podíl vysoké referenční hodnoty (%) ²	Procentuální podíl referenční hodnoty (%) ³	Procentuální podíl referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) (%) ⁴
10	116	68,2	19,0	19,0	133
20	92,5	54,4	15,2	15,2	106
30	66,8	39,3	11,0	11,0	76,8
50	48,5	28,6	8,0	8,0	55,8
100	11,9	7,0	2,0	2,0	13,7
150	6,55	3,9	1,1	1,1	7,5

¹ Nízká referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 3 kHz až 10 MHz: $170 Vm^{-1}$

² Vysoká referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 3 kHz až 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

³ Vysoká referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 3 kHz až 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

⁴ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 150 kHz až 1 MHz: $87 Vm^{-1}$

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 0,8$ dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

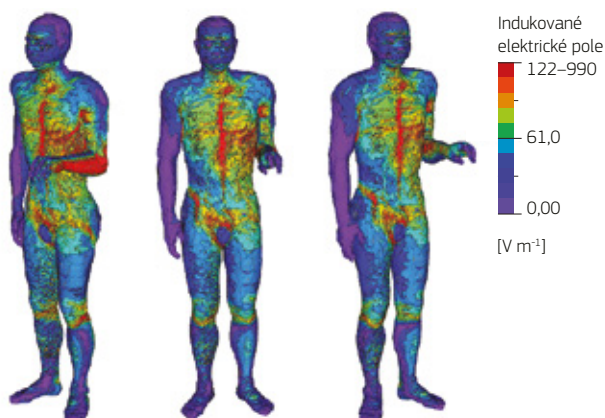
Pro úplnost pak realizační tým použil vlastní software pro modelování určený k předpovědi expozice pacienta a nakonfiguroval jej tak, aby vytvořil model expozice operátora s ohledem na nejvyšší přípustné hodnoty. Byla vypočítána indukovaná elektrická pole i měrný absorbovaný výkon pro expozici v situaci, kdy je elektrochirurgické zařízení používáno a kabely se nacházejí podél paže operátora ve vzdálenosti 1 cm.

Bylo vypočteno indukované elektrické pole v různých tkáních (tabulka 4.3). Nejvyšší hodnota byla zjištěna v kosti: $628 mVm^{-1}$. To představuje 0,6 % nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví, čímž bylo potvrzeno, že nejvyšší přípustné hodnoty pro netepelné účinky nebudou u obsluhujícího pracovníka překročeny. Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla je znázorněno na obrázku 4.5. Je samozřejmě možné, že kabely elektrochirurgické jednotky by se mohly nacházet ve vzdálenosti kratší než 1 cm od operátora nebo by se jej dokonce mohly dotýkat. Tým však dospěl k závěru, že s ohledem na nízké hodnoty indukovaného elektrického pole nebudou nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví v okolí zkoumané jednotky překročeny.

Tabulka 4.3 Indukované elektrické pole vyjádřené jako procentuální podíl nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví

Tkáň	Indukované elektrické pole (mVm^{-1}) ¹	Procentuální podíl nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví
Kost	628	0,60 %
Tuk	493	0,47 %
Kůže	461	0,44 %
Mozek	146	0,14 %
Mícha	275	0,26 %
Sítnice	103	0,10 %

¹ Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví v případě vnitřního elektrického pole při frekvencích v rozmezí od 3 kHz do 10 MHz: 105 Vm^{-1} (RMS)

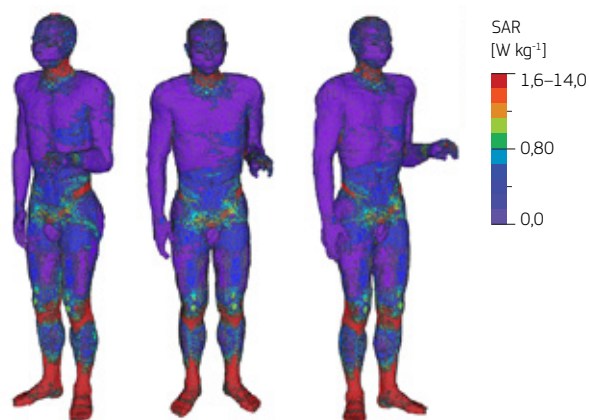
Obrázek 4.5 Rozložení elektrického pole v modelu lidského těla indukovaného expozicí elektrochirurgického kabelu při frekvenci 391 kHz

Byly vypočítány hodnoty měrného absorbovaného výkonu (SAR) pro celé tělo i lokální hodnoty SAR (tabulka 4.4), z nichž vyplývá, že nejvyšší přípustné hodnoty pro polohu operátora nebudou překročeny. Rozložení SAR v modelu lidského těla je znázorněno na obrázku 4.6.

Tabulka 4.4 Nejvyšší hodnoty SAR pro posuzovanou polohu expozice a srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami

Poloha	SAR (Wkg^{-1})	Nejvyšší přípustná hodnota (Wkg^{-1})	% nejvyšší přípustné hodnoty
Průměrná hodnota SAR pro celé tělo	0,0338	0,4	8,4
Maximální lokální hodnoty SAR na 10 g tkáně v hlavě a trupu	0,780	10	7,8
Maximální lokální hodnoty SAR na 10 g tkáně v končetinách	1,75	20	8,7

Obrázek 4.6 Rozložení měrného absorbovaného výkonu (SAR) v modelu lidského těla vyvolaného expozicí elektromagnetickému poli elektrochirurgické jednotky o frekvenci 391 kHz



Z hodnocení vyplývá ujištění, že není pravděpodobné, že by operatér nebo další pracovníci nemocnice byli vystaveni polím přesahujícím nejvyšší přípustné hodnoty. Členové týmu však uznávají, že pacient může být vystaven působení elektromagnetických polí přesahujících referenční úroveň stanovené v doporučení Rady (1999/519/ES), zejména v blízkosti neutrální elektrody. Obecně to však není považováno za závažný problém, protože expozice tvoří odůvodněnou součást operačního zákroku. Tuto expozici je však třeba vzít v úvahu, jestliže má pacient aktivní implantabilní zdravotnické prostředky. Dalším potenciálním nebezpečím byla interference elektromagnetických polí s citlivými zdravotnickými prostředky na operačním sále; členové týmu si byli vědomi skutečnosti, že k této interferenci došlo za okolností, kdy byla aktivní sonda umístěna v blízkosti těchto zařízení.

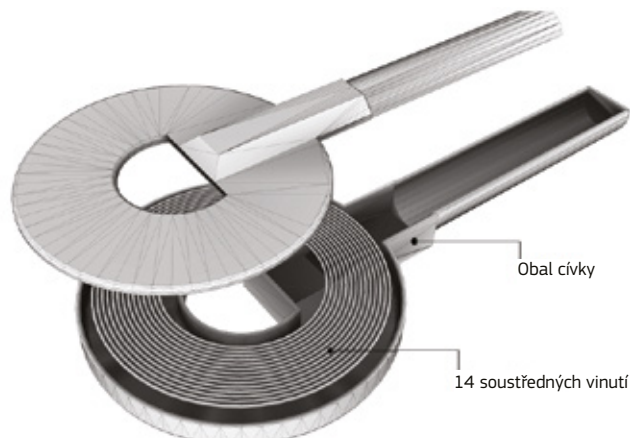
4.6.2 Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS)

Zařízení pro TMS „200 MAGSTIM“ má dva ruční moduly, jeden obsahující jednu kruhovou cívku a jeden obsahující dvě kruhové cívky uspořádané ve tvaru osmičky. Výkon generátoru nastavuje lékař jako procento maximálního výkonu. Stimulace probíhá buď v podobě jediného pulzu, nebo série pulzů.

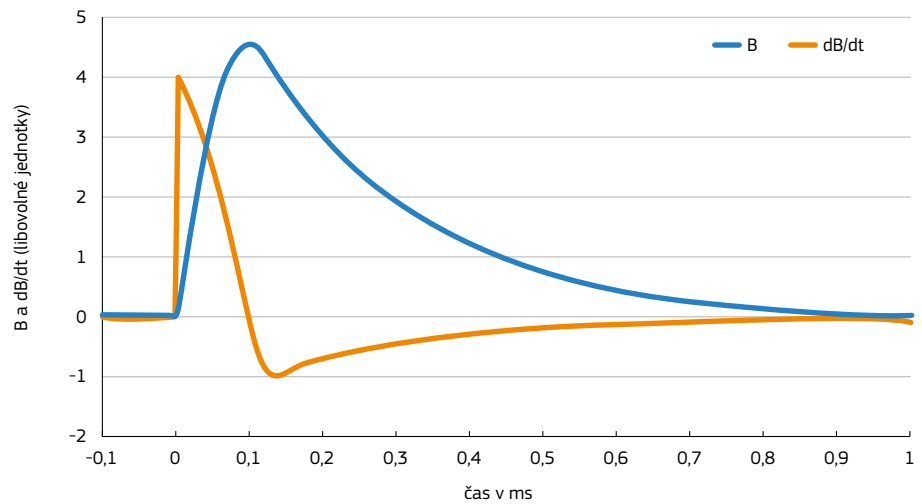
Z předběžně naměřených hodnot vyplývá, že nejvyšší úroveň magnetických polí vytvářela kruhová cívka. Cívka (obrázek 4.7) je umístěna v plastovém obalu a její vinutí je vyrobeno z mědi, materiálu vybraného kvůli nízkému elektrickému odporu a vysoké tepelné vodivosti. Cívka je tvořena 14 soustřednými vinutími s průměrem od 70 mm do 122 mm.

Při měření byla použita kruhová cívka, přičemž generátor byl nastaven na 100 % maximálního výkonu v režimu jednotlivých pulzů. Údaje o vlastnostech pulzu poskytl výrobce (obrázek 4.8).

Obrázek 4.7 Kruhová cívka pro TMS

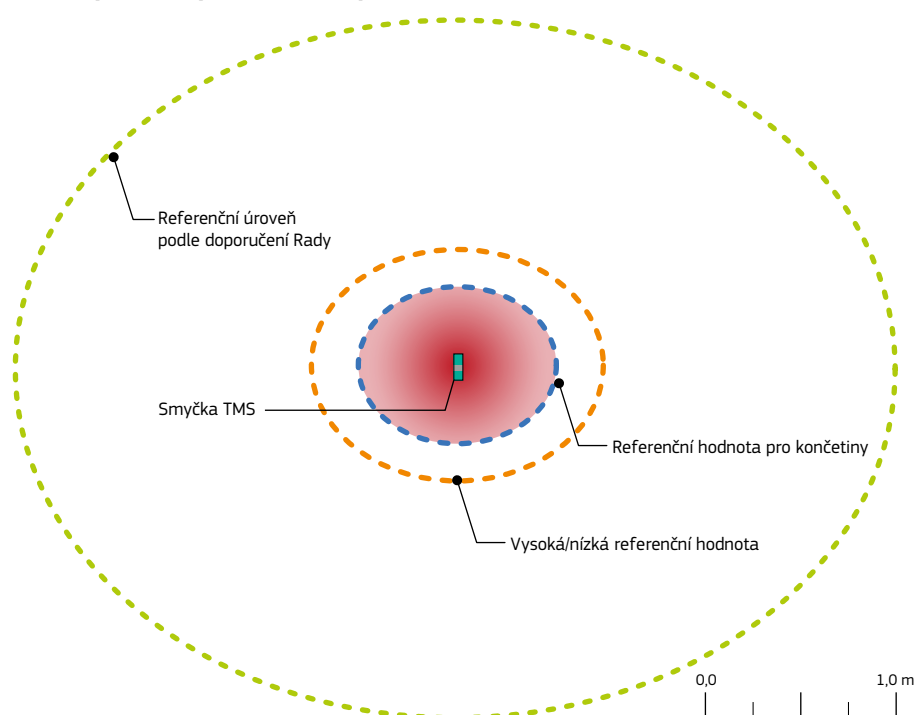


Obrázek 4.8 Vlastnosti jednotlivého pulsu podle údajů výrobce



Podle očekávání byly nejvyšší hodnoty pole naměřeny přímo před cívkou a v jejím středu. Oblasti, v nichž může dojít k překročení referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES), jsou znázorněny na obrázku 4.9. V poloze obvyklé pro ruce obsluhujícího lékaře (držení ručního modulu ve vzdálenosti 11 cm od středu cívky) byla naměřena magnetická indukce na úrovni 5 600 % referenční hodnoty pro končetiny.

Obrázek 4.9 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí zařízení pro TMS mohlo dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá), vysokých/nízkých referenčních hodnot (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



Pozn.: Nejistota měření při hodnocení výše uvedených vzdáleností se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

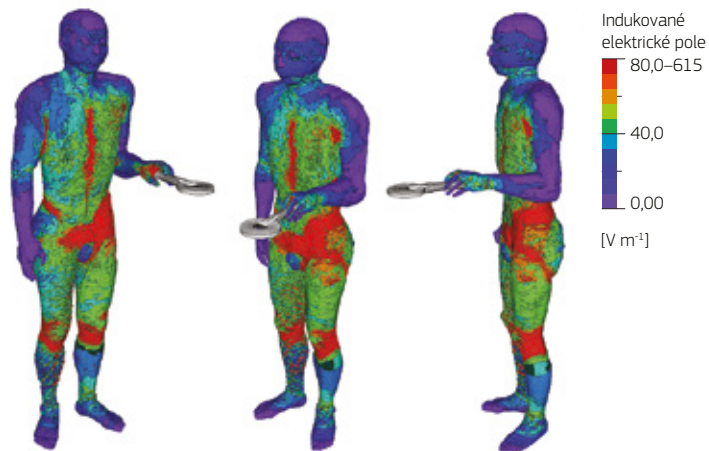
Ze zjištění vyplynulo, že je vysoce pravděpodobné, že expozice lékaře provádějícího zákrok překročí referenční hodnoty. Tým opět vytvořil počítačový model potenciální expozice lékaře z hlediska nejvyšších přípustných hodnot. Byl vypracován model pro dvě polohy lékaře: jednu, kdy cívku drží 30 cm od těla, a druhou, kdy cívku drží 15 cm od trupu. Model prokázal, že může dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot až o 35 700 % (tabulka 4.5). Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla je pro obě polohy znázorněno na obrázcích 4.10 a 4.11).

Tabulka 4.5 Hodnoty indukovaného elektrického pole získané prostřednictvím počítačového modelu a jejich srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami

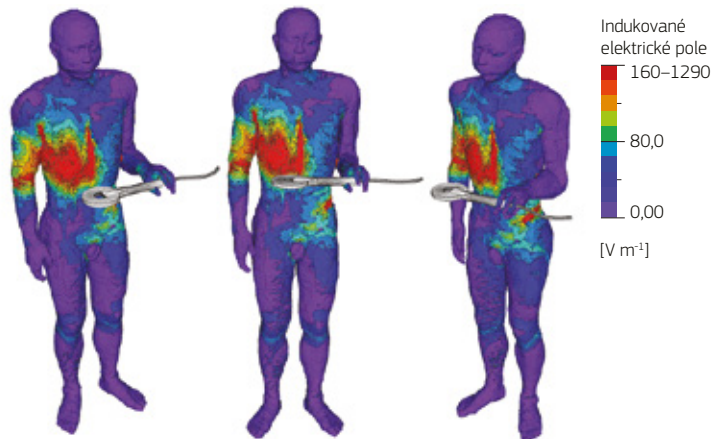
Poloha	Indukované elektrické pole (Vm^{-1})	% nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví ¹
Cívka držena ve vzdálenosti 30 cm od těla	265 (kosti)	24 100 %
Cívka držena ve vzdálenosti 15 cm od trupu	393 (kosti)	35 700 %

¹ Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví v případě vnitřního elektrického pole při frekvencích v rozmezí od 1 Hz do 3 kHz: $1,1 Vm^{-1}$ (maximální hodnota)

Obrázek 4.10 Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla vyvolaného expozicí cívice TMS v poloze ve stoje s cívkou drženu ve vzdálenosti 30 cm od těla



Obrázek 4.11 Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla vyvolaného expozicí cívice TMS v poloze ve stoje s cívkou drženu ve vzdálenosti 15 cm od těla



Ze závěru hodnocení vyplývá, že pokud lékař drží sondu během zákroku v ruce, nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví budou téměř s jistotou překročeny. Potenciální riziko může rovněž představovat interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky. Avšak interference s dalšími zdravotnickými přístroji v nemocnici představovala menší problém než v případě elektrochirurgické jednotky, protože zařízení pro TMS se obvykle nepoužívá v prostorách, kde jsou umístěny citlivé zdravotnické přístroje.

4.6.3 Krátkovlnná diatermie

Ačkoli nebyla provedena žádná hodnocení provozu zařízení pro krátkovlnnou diatermii, členové týmu jsou si vědomi, že tato zařízení se mohou potenciálně stát zdrojem expozice pro fyzioterapeuta a případně i pro další pracovníky. V rámci hodnocení provedených na podobných přístrojích v jiných zařízeních bylo zjištěno, že veškeré referenční hodnoty mohou být překročeny přibližně do vzdálenosti 2 m od kapacitního zařízení pro krátkovlnnou diatermii a do vzdálenosti 1 m od induktivního zařízení pro krátkovlnnou diatermii. Členové týmu uvedli, že pokud by zařízení v nemocnici mělo být opět uvedeno do provozu, bude zapotřebí provést další posouzení. Důvodem je nutnost vypracovat pokyny pro fyzioterapeuty týkající se bezpečných pracovních postupů (např. bezpečné pracovní vzdálenosti) a stanovit, zda nejsou překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) v prostorách, do nichž mají přístup zvláště ohrožení pracovníci.

4.7 Hodnocení rizik

V nemocnici bylo provedeno hodnocení rizik pro elektrochirurgickou jednotku (tabulka 4.6) a zařízení pro TMS (tabulka 4.7) na základě měření provedených týmem lékařských fyziků v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vyplynuly tyto závěry:

4.7.1 Elektrochirurgická jednotka

- používání této jednotky pravděpodobně nepovede k překročení nejvyšších přípustných hodnot u operátora nebo dalších pracovníků nemocnice,
- existuje možnost, že dojde k elektromagnetické interferenci s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a dalšími citlivými zdravotnickými prostředky v místnosti.

4.7.2 Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS)

- používání tohoto zařízení může způsobit výrazné překročení nejvyšších přípustných hodnot u lékaře či dalších pracovníků nemocnice,
- existuje možnost, že dojde k elektromagnetické interferenci s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky,
- existuje poměrně malá možnost, že dojde k elektromagnetické interferenci s citlivými zdravotnickými přístroji, protože toto zařízení se nepoužívá v blízkosti těchto přístrojů.

Nemocnice na základě hodnocení rizik vypracovala akční plán i příslušnou dokumentaci.

Tabulka 4.6 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro elektrochirurgickou jednotku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika			Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné	Pravděpodobné		
Přímé účinky elektromagnetického pole	Z počítačového modelu vyplývá, že nejvyšší přípustné hodnoty u pracovníků nebudou překročeny	Operátér a další členové operačního týmu	✓			✓			Nízké	Nepožadují se
Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky a další citlivé zdravotnické prostředky)	Žádná	Operátér a další členové operačního týmu Pacient		✓			✓		Nízké	Upozornění pracovníků na potenciální nebezpečí interference s citlivými zdravotnickými prostředky Pracovníci byli požádáni, aby ohlásili veškeré interference se zdravotnickými prostředky týmu lékařských fyziků Tým lékařských fyziků zvažuje vypracování pokynů pro operátéry ohledně bezpečné minimální vzdálenosti aktivní sondy a kabelů od aktivních implantabilních zdravotnických prostředků a jiných citlivých zdravotnických prostředků

Tabulka 4.7 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS)

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví mohou být překročeny u lékařů, kteří zařízení používají</p> <p>Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 235 cm od sondy</p>	Žádná	<p>Lékař</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓			✓	Střední	<p>Vydání zákazu používání zařízení těhotnými pracovníci a jejich pobytu v místnosti v době používání zařízení</p> <p>Umístění výstražných značek na zařízení</p> <p>Přípevnění sondy ke stojanu, pokud je to možné</p>	
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 235 cm od elektrod</p>	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci	✓		✓		Střední	<p>Sdělení informací ohledně tohoto nebezpečí pracovníkům</p> <p>Vydání zákazu používání zařízení osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a jejich pobytu v místnosti v době používání zařízení</p> <p>Zamezení tomu, aby pacienti s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky byli na tomto zařízení ošetřováni</p> <p>Umístění výstražných a zákazových značek na zařízení</p>	

4.8 Dříve přijatá preventivní opatření

Před provedením měření nebyla přijata žádná konkrétní preventivní opatření za účelem omezení expozice elektromagnetickým polím.

4.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Na základě posouzení naměřených hodnot a po vyhodnocení nebezpečí spojených s používáním uvedeného zařízení vypracovala nemocnice akční plán a rozhodla se přijmout tato dodatečná preventivní opatření:

4.9.1 Elektrochirurgická jednotka

V souvislosti s elektrochirurgickou jednotkou:

- pracovníci budou upozorněni na riziko možné interference s citlivými zdravotnickými prostředky,
- pracovníci budou požádáni, aby ohlásili veškeré interference s citlivými zdravotnickými prostředky týmu lékařských fyziků,
- tým lékařských fyziků zváží vypracování pokynů pro lékaře ohledně bezpečné minimální vzdálenosti aktivní sondy a kabelů od aktivních implantabilních zdravotnických prostředků a jiných citlivých zdravotnických prostředků.

4.9.2 Zařízení pro transkraniální magnetickou stimulaci (TMS)

V souvislosti se zařízením pro TMS:

- bude vydán zákaz používání přístroje těhotnými pracovníci a osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a pobytu těchto osob v místnosti v době používání zařízení,
- bude vydán zákaz používání tohoto zařízení k léčbě pacientů s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky,
- budou umístěny výstražné značky varující před silným magnetickým polem a zakazující vstup osobám s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky (obrázek 4.12),
- pokud je to možné, doporučuje se upevnit sondu na přesný manipulátor, tak aby lékař mohl sondu během zákroku ovládat z bezpečné vzdálenosti,
- v případě potřeby navrhne tým lékařských fyziků dálkově ovládaný manipulátor, který lékaři umožní sondu během zákroku ovládat z bezpečné vzdálenosti.

Obrázek 4.12 Příklady výstražných značek pro silná magnetická pole a zákazového symbolu pro osoby s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky



4.9.3 Krátkovlnná diatermie

V souvislosti s krátkovlnnou diatermií:

- fyzioterapeuti v nemocnici budou požádáni, aby před zahájením krátkovlnné diatermie informovali tým lékařských fyziků, aby mohlo být provedeno hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí a v případě potřeby byla realizována příslušná opatření.

5. STROJÍRENSKÁ DÍLNA

5.1 Pracoviště

Strojírenská společnost chtěla provést hodnocení, jakým způsobem se jí dotkne provádění směrnice o elektromagnetických polích. Strojírenská dílna společnosti je vybavena celou řadou elektrických zařízení, mimo jiné:

- zařízením pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou,
- demagnetizérem,
- rovinnou brusku,
- tabulovými nůžkami,
- pásovou pilou,
- elektrickou rámovou pilou,
- pokosovou pilou,
- (motorovou) frézou,
- stojanovou vrtačkou,
- ohýbačkou na plasty vybavenou ohřívacím drátem,
- soustruhy,
- ručními vrtačkami,
- brusným kotoučem.

5.2 Povaha práce

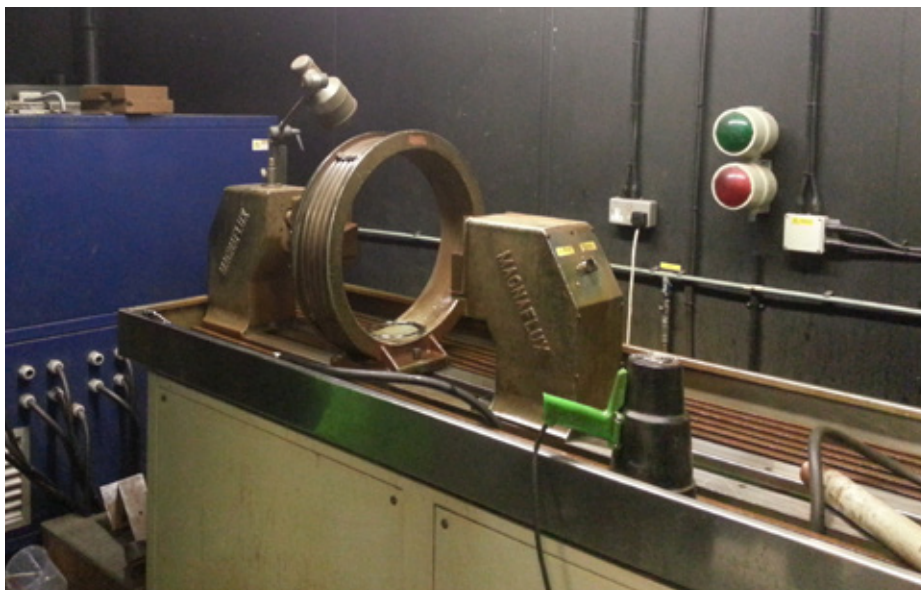
Společnost si byla vědoma, že některá z jejích zařízení, např. jednotka pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou používaná k nedestruktivnímu testování nebo demagnetizér sloužící k odmagnetování kovových dílů, jsou zdrojem elektromagnetických polí. Společnost však chtěla rovněž zjistit, zda mohou být zdrojem vysokých úrovní elektromagnetického pole i další nástroje.

5.3 Jakým způsobem se zařízení používají

5.3.1 Zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou

Magnetická prášková metoda (obrázek 5.1) se používá k nedestruktivnímu testování kovových dílů. Během zkoušky pomocí magnetické práškové metody je obrobek vyrobený z feromagnetického materiálu vystaven působení elektrického proudu, který jej zmagnetuje, přičemž vady na povrchu obrobku takto vzniklé magnetické pole naruší. Po nanesení feromagnetického detekčního nátěru na povrch obrobku lze při použití vhodného světelného zdroje odhalit veškeré vady. Pracovníci provádějící zkoušku obrobků obvykle pracují v těsné blízkosti zařízení.

Obrázek 5.1 Zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou



5.3.2 Demagnetizér

Ve společnosti se pracuje s také demagnetizérem (obrázek 5.2), který se používá k odmagnetování kovových dílů po provedené zkoušce magnetickou práškovou metodou. Příslušný díl se ručně naloží na vozík umístěný na kolejničích, který projíždí otvorem cívky demagnetizéru. Obsluhující pracovník protlačí díl naložený na vozíku přes demagnetizér ručně. Díl je pak vyložen z vozíku na druhé straně demagnetizéru.

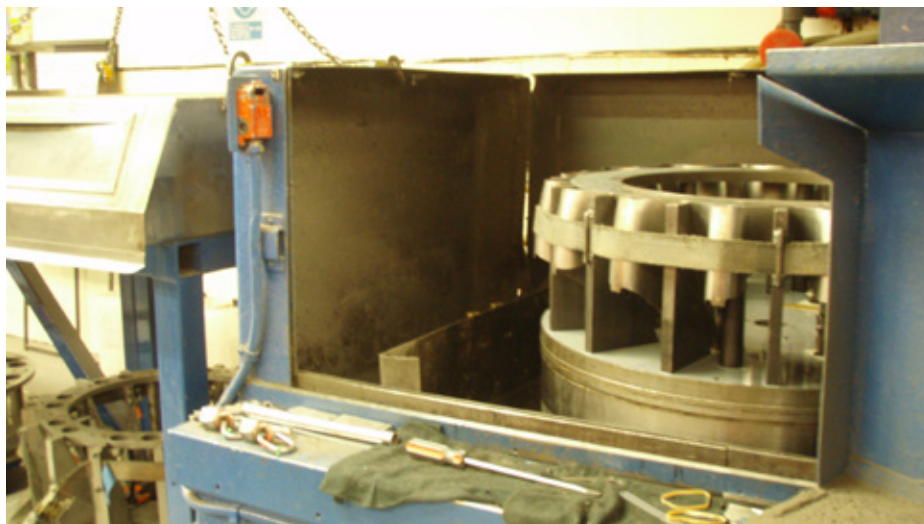
Obrázek 5.2 Demagnetizér s pojížděným vozíkem



5.3.3 Rovinná bruska

Rovinná bruska (obrázek 5.3) obsahuje otočný stůl s magnetickou upínací deskou vytvářející statické pole, na který se upínají předměty určené k broušení. Magnetickou upínací desku může obsluhující pracovník aktivovat při otevřených panelech.

Obrázek 5.3 Rovinná bruska



5.3.4 Další nástroje používané v dílně

Pravidelně jsou používány další níže uvedené nástroje:

- tabulové nůžky,
- pásová pila,
- elektrická rámová pila,
- pokosová pila,
- (motorová) fréza,
- stojanová vrtačka,
- ohýbačka na plasty vybavená ohřívacím drátem,
- soustruhy,
- ruční vrtačky,
- brusný kotouč.

5.4 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

Společnost si byla vědoma nebezpečí vyplývajících ze vzniku elektromagnetických polí při používání zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou a demagnetizéru, protože z informací výrobce vyplývá, že by tato zařízení mohla mít vliv na kardiostimulátory. Žádné bližší vysvětlení týkající se tohoto nebezpečí však není uvedeno. Co se týče ostatních nástrojů na pracovišti, pracovníci společnosti nenalezli žádné informace týkající se bezpečnosti ve vztahu k elektromagnetickým polím, a proto ověřili, zda jsou příslušná zařízení uvedena v tabulce 3.2 v kapitole 3 dílu 1 příručky. Na základě těchto údajů dospěli k závěru, že většina ručních elektrických nástrojů a menších elektrických zařízení nebude z hlediska expozice elektromagnetickým polím pravděpodobně představovat problém.

5.5 Metoda hodnocení expozice

Vzhledem k nedostatku dostupných informací týkajících se nebezpečí vyplývajících z elektromagnetických polí spojených s používáním zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou a demagnetizéru se společnost rozhodla určit odborného konzultanta, který provede podrobné posouzení. Záměrem společnosti bylo zjistit, zda některá z těchto zařízení mohou být spojena s nebezpečím a v jakém rozsahu.

Odborný konzultant provedl měření časově proměnné magnetické indukce v okolí zařízení pomocí přístroje se zabudovaným elektronickým filtrem, který uvádí výsledky v procentech odvozené pomocí metody filtrace v časové oblasti umožňující přímé srovnání s referenčními hodnotami. Pro měření statických magnetických polí použil odborný konzultant tříosý Hallův magnetometr, který měří intenzitu magnetického pole.

5.6 Výsledky hodnocení expozice

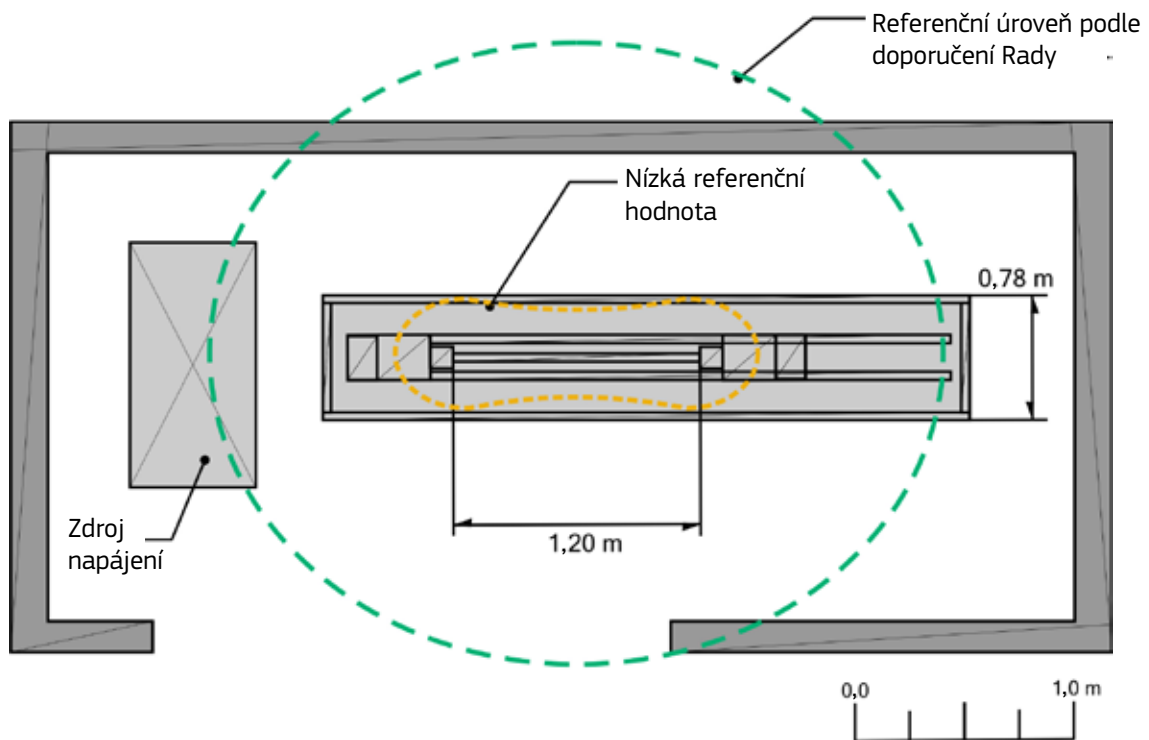
5.6.1 Zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou

K provozu zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou se používá proud o velikosti 1 až 4 kA. Měření magnetické indukce bylo prováděno při maximálním nastavení zařízení na 10 kA. Zařízení bylo nastaveno na režim radiální magnetizace, kdy byl proud přiváděn přímo do obrobku. Při kontrole bylo zjištěno, že obsluhující pracovník stojí ve vzdálenosti 60 cm od obrobku, a proto byla měření prováděna v této poloze. Nízká referenční hodnota nebyla v této poloze překročena.

Byla provedena měření i v dalších polohách v okolí přístroje a výsledky byly porovnány s referenčními hodnotami i referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES). Tyto úrovně mohou sloužit jako obecný ukazatel expozice zvláště ohrožených pracovníků (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Oblasti, v nichž by mohly být referenční hodnoty a referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) překročeny, jsou znázorněny na obrázku 5.4. Indukční čára nízké referenční hodnoty se celá nachází uvnitř konstrukce přístroje, zatímco indukční čára referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) zasahuje do vzdálenosti přibližně 1,5 m od obrobku a až 0,4 m do prostoru mimo kabinu zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou.

Obrázek 5.4 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by mohlo dojít k překročení nízké referenční hodnoty (žlutá) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



5.6.2 Demagnetizér

Dodavatel provedl měření magnetických polí v okolí demagnetizéru, jejichž výsledky jsou uvedeny v tabulce 5.1. Bylo zjištěno, že magnetická indukce nepřekračuje nízkou referenční hodnotu ve vzdálenosti 40 cm od středu vnitřního otvoru magnetu a mírně přesahuje vysokou referenční hodnotu v rovině s plochou stranou magnetu. Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) byly překročeny ve vzdálenosti do 1 m od otvoru magnetu.

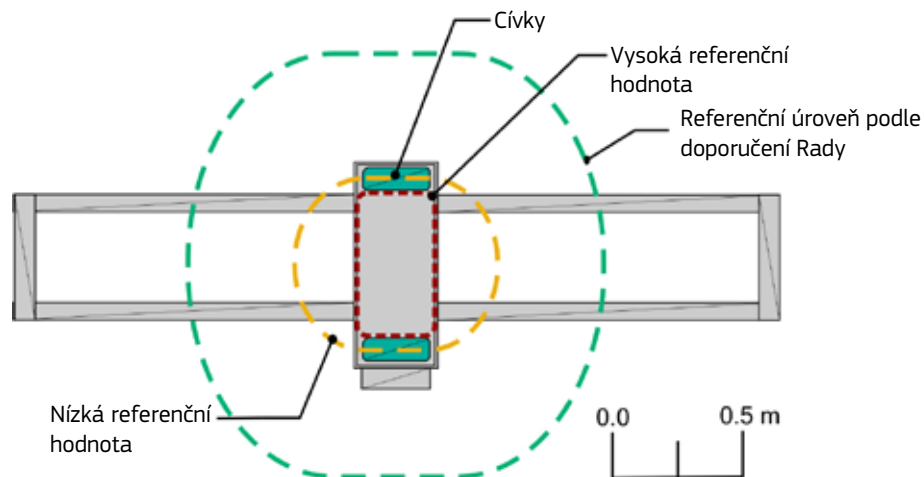
Oblasti, kde by mohlo dojít k překročení referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES), jsou znázorněny na obrázku 5.5.

Tabulka 5.1 Magnetická indukce naměřená v okolí demagnetizéru vyjádřená jako procentuální podíl referenčních hodnot podle směrnice o elektromagnetických polích

Měřená poloha	Měřená veličina		Expozice podle směrnice o elektromagnetických polích					
	Frekvence (Hz)	Magnetická indukce (μT)	Nízká referenční hodnota (μT)	Expozice (%)	Vysoká referenční hodnota (μT)	Expozice (%)	Referenční hodnota pro končetiny (μT)	Expozice (%)
Kolejnice na straně obsluhy vozíku:								
• Po pravé straně ovládacího panelu	50	590	1 000	59 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• Hrana kolejnice podél magnetu	50	1 400	1 000	140 %	6 000	23 %	18 000	7,8 %
• 40 cm od středu vnitřního otvoru magnetu	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
1 m od středu vnitřního otvoru magnetu (ke straně demagnetizační jednotky):								
• Otevřená strana	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
• Uzavřená strana	50	70	1 000	7,0 %	6 000	1,2 %	18 000	0,4 %
Vzdálenější strana kolejnice (strana bez ovládacího panelu):								
• 25 cm od středu vnitřního otvoru magnetu	50	3 200	1 000	320 %	6 000	53 %	18 000	18 %
• 40 cm od středu vnitřního otvoru magnetu	50	600	1 000	60 %	6 000	10 %	18 000	3,3 %
• 30 cm od pláště magnetu (strana izolačního spínače)	50	250	1 000	25 %	6 000	4,2 %	18 000	1,4 %
Nad kolejnicí na ose otvoru magnetu:								
• V rovině s plochou stranou magnetu (otevřená strana)	50	6 700	1 000	670 %	6 000	110 %	18 000	37 %
• FV rovině s plochou stranou magnetu (uzavřená strana)	50	6 700	1 000	600 %	6 000	100 %	18 000	33 %

Pozn.: Během měření bylo zařízení nastaveno na režim intenzity magnetického pole, takže tvar vlny byl stále určován základní frekvencí 50 Hz. Nejistota měření se odhaduje na ±10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami.

Obrázek 5.5 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí demagnetizéru mohlo dojít k překročení vysoké referenční hodnoty (červená), nízké referenční hodnoty (žlutá) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



5.6.3 Rovinná bruska

Byla provedena měření v okolí brusky, v níž je zabudována magnetická upínací deska, na kterou se upínají obrobky.

Provedená měření v okolí zařízení prokázala, že nejvyšší přípustné hodnoty pro expozici statickým magnetickým polím nejsou překračovány v žádné poloze. Pouze referenční hodnoty pro expozice aktivních implantabilních zdravotnických prostředků mohou být překročeny v těsné blízkosti magnetické upínací desky (tabulka 5.2).

Tabulka 5.2 Vzdálenost, při které magnetická indukce klesá na úroveň referenční hodnoty pro expozici aktivních implantabilních zdravotnických prostředků (0,5 mT)

Zařízení	Vzdálenost od bočního okraje stolu	Vzdálenost od horního okraje stolu
Rovinná bruska Lumsden	15 cm	15 cm

Pozn.: Nejistota měření při hodnocení výše uvedených vzdáleností se odhaduje na $\pm 5\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami.

5.6.4 Další nástroje používané v dílně

Bylo provedeno měření magnetické indukce v okolí dalších elektrických zařízení používaných v dílně a u žádného z nich nebylo zjištěno překročení referenčních hodnot.

U nástrojů uvedených v tabulce 5.3 nepřekročila magnetická indukce referenční hodnoty ani referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) v žádné poloze. V případě nástrojů uvedených v tabulce 5.4 překročila magnetická indukce referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) v některých polohách v blízkosti zařízení.

Tabulka 5.3 Nástroje, které nepředstavují nebezpečí, pokud jde o elektromagnetická pole

Zařízení	Procentuální podíl referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)
Tabulové nůžky	33 %
Pásová pila	<1 %
Elektrická rámová pila	<1 %
Fréza	50 %
Stojanová vrtačka	20 %
Ohýbačka na plasty vybavená ohřívacím drátem	20 %
Brusný kotouč	20 %
Soustruhy	<2 %

Tabulka 5.4 Nástroje, v jejichž blízkosti překročila magnetická indukce referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES)

Zařízení	Poznámky
Pokosová pila	280 % na povrchu zařízení 100 % ve vzdálenosti 15 cm od motoru 20 % v poloze obsluhujícího pracovníka
Bruska/leštička	350 % na povrchu zařízení 100 % ve vzdálenosti 10 cm od zařízení
Ruční vrtačka	700 % na povrchu zařízení 300 % v typické poloze těla (7 cm od zadní části vrtačky) 100 % ve vzdálenosti 15 cm od zadní části vrtačky

5.7 Hodnocení rizik

Na základě měření provedených odborným konzultantem společnost vypracovala zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro svá zařízení (tabulky 5.5 až 5.9). Tato hodnocení byla vypracována v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vplynuly tyto závěry:

- zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou – referenční hodnoty nejsou v obvyklé poloze obsluhujícího pracovníka překročeny. Zvláště ohrožení pracovníci by mohli být vystaveni nebezpečí ve vzdálenosti přibližně 1,5 m od obrobku,
- demagnetizér – mohlo by dojít k překročení nízké referenční hodnoty u pracovníků, kteří stojí v blízkosti magnetu. Zvláště ohrožení pracovníci by mohli být vystaveni nebezpečí ve vzdálenosti přibližně 1 m od magnetu,
- rovinná bruska – zvláště ohrožení pracovníci by mohli být vystaveni nebezpečí ve vzdálenosti přibližně 15 cm od magnetické upínací desky. Není však pravděpodobné, že by se pracovníci zdržovali takto blízko magnetu,
- ruční vrtačka – zvláště ohrožení pracovníci by mohli být vystaveni nebezpečí při práci s tímto nástrojem,
- další nástroje – v blízkosti některých nástrojů byla naměřena pole překračující referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES). Jednalo se však o značně lokální hodnoty, a proto bylo nebezpečí pro zvláště ohrožené pracovníky označeno za nízké.

Společnost na základě hodnocení rizik vypracovala akční plán i odpovídající dokumentaci.

Tabulka 5.5 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtečné	Nepravděpodobné	Možné		
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>Může dojít k překročení nízké referenční hodnoty uvnitř konstrukce stroje</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1,5 m od obrobku</p>	<p>Obvyklá poloha obsluhujícího pracovníka je 60 cm od obrobku, což znamená, že nízká referenční hodnota by v této poloze obsluhujícího pracovníka neměla být překročena</p> <p>Práce se zařízením probíhá v uzavřené kabině</p>	<p>Obsluhující pracovníci</p> <p>Další pracovníci</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓				✓	Nízké	<p>Poskytnutí informací a školení obsluhujícím pracovníkům a dalším pracovníkům</p> <p>Umístění výstražných značek na zařízení</p> <p>Vydání zákazu používání přístroje těhotnými pracovníci a jejich pobytu v kabině v době používání zařízení</p> <p>Umístění vhodných výstražných značek na vchod kabiny</p>
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1,5 m od obrobku</p>	<p>Pracovníkům s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky není dovoleno používat toto zařízení</p>	<p>Zvláště ohrožení pracovníci</p>	✓			✓		Nízké	<p>Sdělení informací o tomto nebezpečí všem pracovníkům</p> <p>Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu</p> <p>Umístění vhodných výstražných a zákazových značek na vchod kabiny</p>

Tabulka 5.6 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro demagnetizér

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>Může dojít k překročení nízké referenční hodnoty do vzdálenosti 40 cm od magnetu</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1 m od magnetu</p>	Žádná	<p>Obsluhující pracovníci</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓			✓	Nízké	<p>Pokud by to nezpůsobilo potíže při používání zařízení, zabudování ochranného krytu, který zabrání překračování nízké referenční hodnoty u pracovníků, a automatizace některých opakujících se úkonů při demagnetizaci</p> <p>Poskytnutí informací a školení obsluhujícím pracovníkům a dalším pracovníkům</p> <p>Umístění výstražných značek</p> <p>Vyznačení oblasti, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)</p> <p>Vydání zákazu pobytu těhotných pracovníků ve vyznačené oblasti</p> <p>Umístění vhodných výstražných a zákazových značek při vstupu do vyznačené oblasti</p>	
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1 m od magnetu</p>	Pracovníkům s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky není dovoleno používat toto zařízení	Zvláště ohrožení pracovníci	✓			✓	Nízké	<p>Sdělení informací o tomto nebezpečí všem pracovníkům</p> <p>Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu</p> <p>Umístění vhodných výstražných a zákazových značek při vstupu do vyznačené oblasti</p>	

Tabulka 5.7 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro rovinnou brusku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky statického magnetického pole	Žádná. Nejvyšší přípustné hodnoty nejsou překročeny v žádné poloze	Obsluhující pracovníci	✓			✓		Nízké	Nepožadují se
Nepřímé účinky statického magnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky): Referenční hodnoty pro expozice aktivních implantabilních zdravotnických prostředků mohou být překročeny přibližně ve vzdálenosti 15 cm od magnetických upínacích desek	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓		Nízké. Není pravděpodobné, že by se pracovníci zdržovali v takovéto blízkosti magnetických upínacích desek	Sdělení informací o tomto nebezpečí všem pracovníkům obsluhujícím zařízení Zákaz obsluhování stroje osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky, pokud jsou panely otevřené Umístění vhodných výstražných a zákazových značek na zařízení

Tabulka 5.8 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro ruční vrtačku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky elektromagnetického pole: Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 15 cm od zadní strany vrtačky	Žádná	Obsluhující pracovníci	✓			✓		Nízké	Vydání zákazu používání ruční vrtačky těhotnými pracovníci Sdělení informací o tomto nebezpečí pracovníkům
Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky): Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 15 cm od zadní strany vrtačky	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓		Nízké	Osobám s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky není dovoleno používat toto zařízení Sdělení informací o tomto nebezpečí pracovníkům

Tabulka 5.9 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro další nástroje

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky elektromagnetického pole: Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny v bezprostřední blízkosti zařízení	Žádná	Obsluhující pracovníci Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)	✓			✓		Nízké. Je velmi nepravděpodobné, že by se pracovníci zdržovali takto blízko těchto zařízení	Nepožadují se
Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky): Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny v bezprostřední blízkosti zařízení	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓		Nízké. Je velmi nepravděpodobné, že by se pracovníci zdržovali takto blízko těchto zařízení	Nepožadují se

5.8 Dříve přijatá preventivní opatření

Před provedením měření bylo přijato jen málo preventivních opatření. Jednalo se pouze o:

- zákaz obsluhy zařízení pro zkoušení materiálů magnetickou práškovou metodou či demagnetizéru pracovníky s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky.

5.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Na základě posouzení naměřených hodnot a po vyhodnocení nebezpečí spojených s používáním uvedených zařízení vypracovala společnost akční plán a rozhodla se přijmout tato opatření:

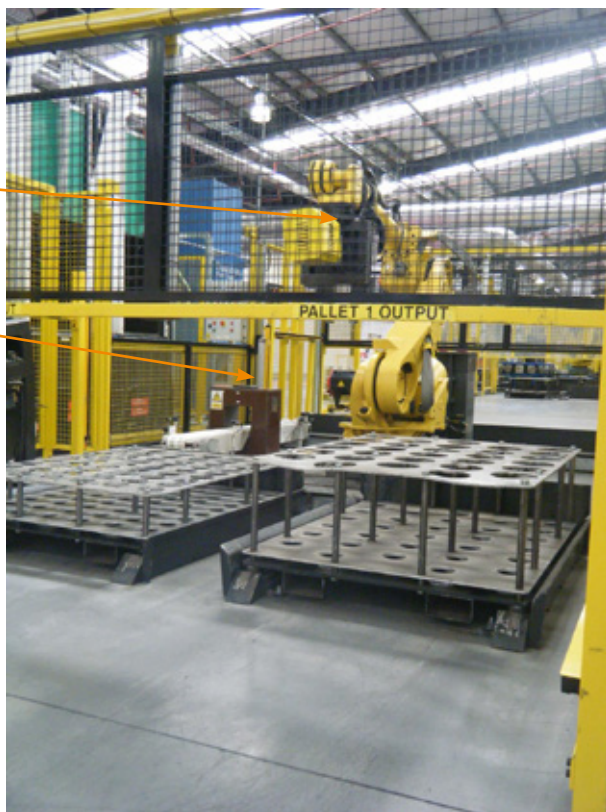
- upevnění čtyř poměrně malých nekovových (plexisklových) štítů na každou stranu otvoru magnetu demagnetizéru. Budou nakloněny dovnitř, takže nebudou představovat významnou překážku, ale budou ze všech stran umístěny 40 cm od otvoru magnetu,

- automatizace některých opakujících se úkonů při demagnetizaci s využitím robotické manipulace a pásových dopravníků (obrázek 5.6). To má další výhody pro ruční manipulaci s břemeny v souladu s požadavky směrnice 90/269/EHS,
- umístění vhodných výstražných a zákazových značek na zařízení a na vstupu do prostor, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES). Jsou uvedeny příklady výstražných značek (obrázek 5.7),
- školení obsluhujících pracovníků zaměřené na zvýšení informovanosti a zajištění toho, že budou seznámeni se závěry hodnocení rizik a odpovídajícími ochrannými a preventivními opatřeními,
- vypracování vhodných postupů, které zajistí, že všichni pracovníci, včetně návštěvníků a smluvních partnerů, si budou vědomi možných problémů pro zvláště ohrožené pracovníky (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Obrázek 5.6 Automatický demagnetizér s dopravníkem v buňce pro robotickou manipulaci

Robot

Demagnetizér



Obrázek 5.7 Příklady výstražných a zákazových značek



Pozor!
Toto zařízení vytváří během provozu silné magnetické pole



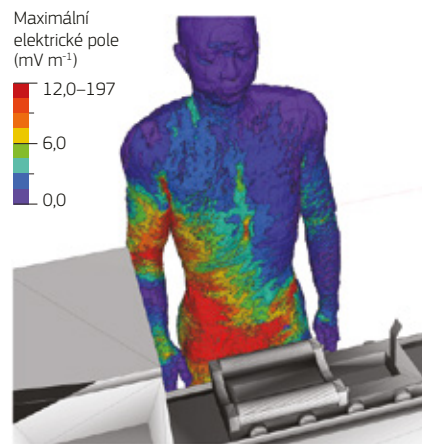
Zákaz používání osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky

5.10 Odkazy na zdroje dalších informací

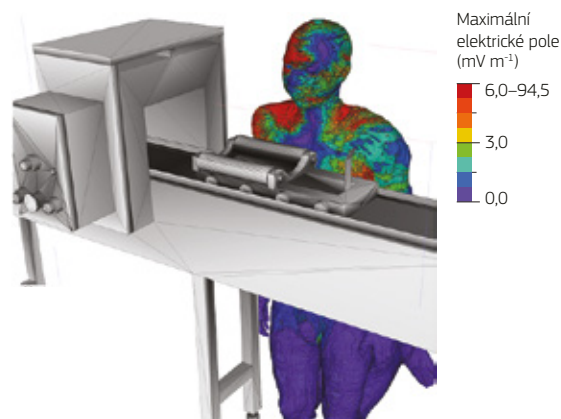
Z počítačového modelu vytvořeného na základě výsledků měření v okolí demagnetizéru vyplývá, že i když všechny referenční hodnoty byly překročeny, indukovaná elektrická pole nepřekračovala nejvyšší přípustné hodnoty. U tří níže uvedených expozic se indukované elektrické pole pohybovalo od 5 % do 54 % nízké nejvyšší přípustné hodnoty:

- poloha 1 ve stoje, 25 cm od otvoru magnetu (obrázek 5.8a),
- poloha 1 vleče, 25 cm od otvoru magnetu (obrázek 5.8b),
- poloha 2 v náklonu, v rovině s otvorem magnetu (obrázek 5.8c).

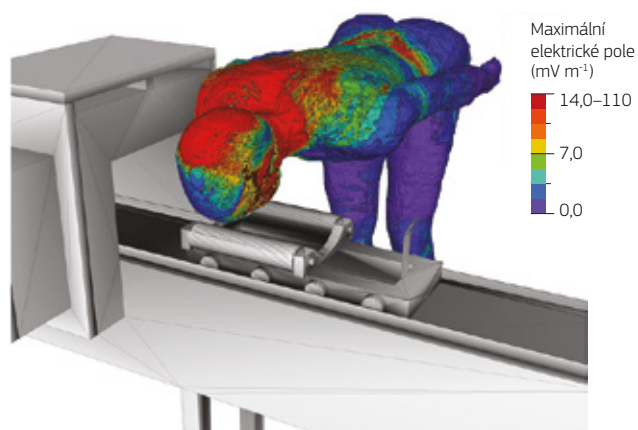
Obrázek 5.8a Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla vyvolaného expozicí demagnetizéru v poloze 1 ve stoje, ve vzdálenosti 25 cm od otvoru magnetu



Obrázek 5.8b Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla vyvolaného expozicí demagnetizéru v poloze 1 vleče, ve vzdálenosti 25 cm od otvoru magnetu



Obrázek 5.8c Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla vyvolaného expozicí demagnetizéru v poloze 2 v náklonu, v rovině s otvorem magnetu



6. AUTOMOBILOVÝ PRŮMYSL

6.1 Pracoviště

Tato případová studie se věnuje ručním bodovým svářečkám a indukčním ohřivačům používaným v opravnách karoserií. Ačkoli se nejedná o malý nebo střední podnik, je v oddíle 6.11 stručně popsán postup práce s bodovými svářečkami ve výrobním podniku jednoho z předních světových výrobců automobilů.

6.2 Povaha práce

Ruční bodové svářečky (obrázek 6.1) a indukční ohřivače (obrázek 6.3) mohou představovat nebezpečí silných časově proměnných magnetických polí, která vznikají v důsledku silného elektrického proudu používaného ke svařování nebo ohřívání kovu. Tato případová studie se týká dvou ručních bodových svářeček a tří indukčních ohřivačů, jež se běžně používají v opravnách karoserií.

Obrázek 6.1 Ruční bodová svářečka používaná k připevnění nového karosářského panelu



6.3 Jakým způsobem se zařízení používají

Při výrobě většiny moderních automobilů se svařením panelů k sobě vytvoří skelet, na který se pak připevňují další díly. K tomuto účelu se používají převážně bodové svářečky. Ruční bodové svářečky jsou tvořeny svářecími kleštěmi (pistolí) připojenými k řídicí

jednotce s elektrickými a chladicími systémy. Na kleště jsou upevněny dvě tvarované elektrody z měděné slitiny, jimiž se provádí bodový svar. Velikost elektrod se může lišit v závislosti na umístění bodu určeného ke svaření na skeletu karoserie. Na obrázku 6.2 je příklad jedné ze svářeček v opravně karoserií, v níž probíhalo hodnocení.

Obrázek 6.2 Typická ruční bodová svářečka používaná v opravně karoserií. Celý systém je mobilní, neboť řídicí jednotka je umístěna na kolečkách. Elektrické napájecí kabely a kabely chladicí jednotky jsou vyvedeny z přední části řídicí jednotky a napojeny k zadní části svářecích kleští, které jsou uloženy v držáku nalevo od řídicího panelu



Během prohlídky nebo oprav vozidel musí pracovníci často ohřívat kovové části, aby je mohli vyjmout, protože jim v tom brání např. koroze. Indukční ohříváče sestávají z elektromagnetické cívky, kterou prochází nízkofrekvenční střídavý proud. Magnetické pole, které se vytváří kolem cívky, indukuje elektrický proud, v cílovém objektu pak vznikají tzv. vířivé proudy, a odpor způsobí, že se objekt zahřívá. Na obrázku 6.3 je ukázka jednoho z posuzovaných ohříváčů.

Obrázek 6.3 Ruční indukční ohřivač o výkonu 1 kW používaný k zahřátí zaseknutého šroubu



6.4 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

Ze svářeček používaných v této autodílně byly předmětem hodnocení dvě, přičemž jedna z nich je vybavena „C-kleštěmi“, na něž lze připevnit ramena o délce 160 mm nebo 550 mm, a druhá je vybavena „X-kleštěmi“ s elektrodami o délce 160 mm nebo 550 mm. Jednotlivé typy svářecích kleští jsou zachyceny na obrázku 6.4 a 6.5. Obě svářečky používají proud v rozmezí 7 500 až 12 000 A a pracují při frekvenci 2 kHz. Zatímco „C-kleště“ používají ke svařování proud ze vzdáleného transformátoru, „X-kleště“ mají přímo v sobě zabudovaný miniaturizovaný transformátor. To znamená, že u tohoto typu svářečky prochází kabelem mezi řídicí jednotkou a kleštěmi proud o frekvenci 50/60 Hz, a nikoli svářecí proud, který je mnohem vyšší. Význam této skutečnosti je vysvětlen dále.

Obrázek 6.4 Svářecí „C-kleště“ v autodílně osazené ramenem o délce 160 mm. Hlavní část kleští (pod rukojetí) obsahuje píst, který tlačí obě elektrody proti sobě. Svářecí proud je přiváděn z řídicí jednotky kabely na levé straně obrázku



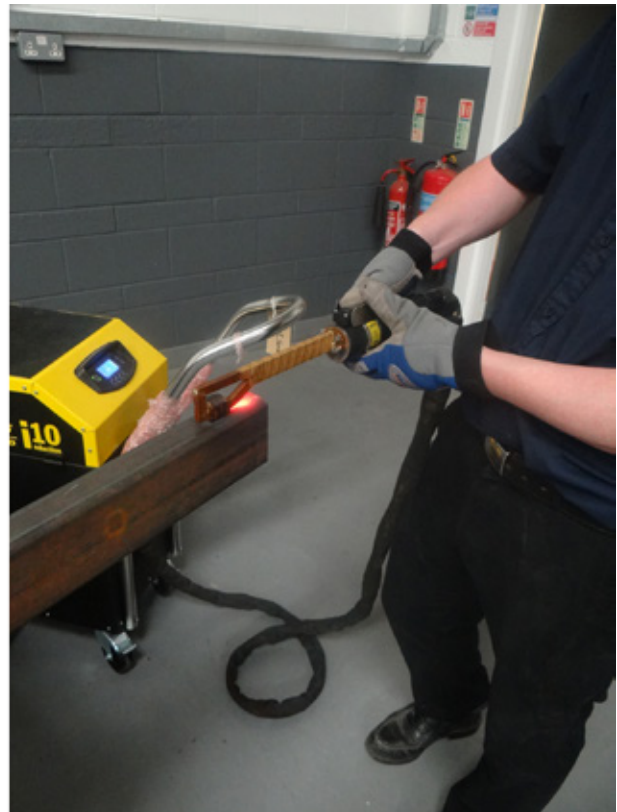
Obrázek 6.5 Svářecí „X-kleště“ v autodílně osazené elektrodami o délce 550 mm. Hroty obou elektrod proti sobě tlačí píst umístěný v hlavní části kleští (mezi rukama obsluhujícího pracovníka), kleště rovněž obsahují transformátor dodávající svářecí proud



Tři hodnocené indukční ohřívače používané v autodílně mají různý výkon: 1, 4 a 10 kW. Ohřívač o výkonu 1 kW pracuje při frekvenci 15 kHz a 4 kW a 10 kW ohřívače pracují při frekvencích 17 a 40 kHz. Ohřívače o výkonu 4 kW a 10 kW pracují s různými frekvencemi vzhledem k tomu, že díky jejich schopnosti automaticky přizpůsobovat frekvenci proudu je tak zajištěno co nejtěsnější spojení s ohříváním předmětem.

Ohřívač o výkonu 1 kW se skládá z jediné ruční jednotky obsahující transformátor a ohřívací článek v jednom celku a nemá žádné aktivní chlazení (obrázek 6.3). 4 kW a 10 kW ohřívače sestávají ze samostatné napájecí jednotky a ručního ohřívacího článku a jsou vybaveny aktivním chladičím systémem (obrázek 6.6).

Obrázek 6.6 Indukční ohřívače o výkonu 4 kW (vlevo) a 10 kW (vpravo) používané k ohřívání kovových částí v autodílně. U těchto zařízení je transformátor umístěn v samostatné napájecí jednotce (v levé části obrázku), na kterou je elektrickými napájecími kabely a chladičím kabelem napojen ohřívací článek (na obrázku jej v obou případech drží pracovníci v ruce). Rozdíl oproti podstatně jednoduššímu 1 kW indukčnímu ohřívači je znázorněn na obrázku 6.3



6.5 Metoda hodnocení expozice

Jeden subjekt, který je představitelem automobilového průmyslu, projevil zájem o dopady směrnice o elektromagnetických polích na příslušníky odvětví, z nichž někteří jsou dodavateli zařízení pro elektrické svařování a ohřívání. Existovaly obavy, že běžné bodové svářečky a indukční ohřívače používané v autodílnách by mohly pracovníky vystavit expozicím, které překračují příslušné referenční hodnoty uvedené v čl. 3 odst. 2 směrnice o elektromagnetických polích. Důvodem těchto obav bylo, že bodové svářečky i indukční ohřívače používají vysoký proud a pracovníci je při práci často drží v těsné blízkosti svého těla, jak ukazují obrázky 6.1, 6.4, 6.5 a 6.6.

Zmíněný subjekt proto využil služeb odborné firmy, která se podílela na evropském projektu vypracování pokynů ohledně expozice elektromagnetickým polím na pracovišti. S touto odbornou firmou se potom dohodl na provedení hodnocení celé řady zařízení, jimiž je vybavena autodílna ve vzdělávacím středisku.

Firma provedla měření časově proměnné magnetické indukce v okolí výše popsaných svářeček a ohříváčů pomocí izotropní (trojosé) sondy (obrázek 6.7). Díky zabudovanému elektronickému filtru udává měřicí přístroj výsledek jako procentuální hodnotu získanou pomocí metody filtrace v časové oblasti, která umožňuje přímé srovnání s referenčními hodnotami podle směrnice o elektromagnetických polích. Přístroj měl rovněž vestavěný spektrograf, který umožňoval analýzu harmonického vlnění.

Obrázek 6.7 Měření v okolí bodové svářečky v autodílně vybavené „C-kleštěmi“ a ramenem o délce 160 mm. V pozadí jsou svářecí „X-kleště“



6.6 Výsledky hodnocení expozice

Hodnoty naměřené odbornou firmou jsou uvedeny v tabulce níže. Ve všech případech byla měření prováděna v situacích, kdy byly svářečky nebo ohříváče používány způsobem, který odpovídal běžné práci vykonávané v autodílně. Byla provedena měření za účelem stanovení rozsahu oblasti kolem jednotlivých svařovacích kleští a indukčních ohříváčů, kde:

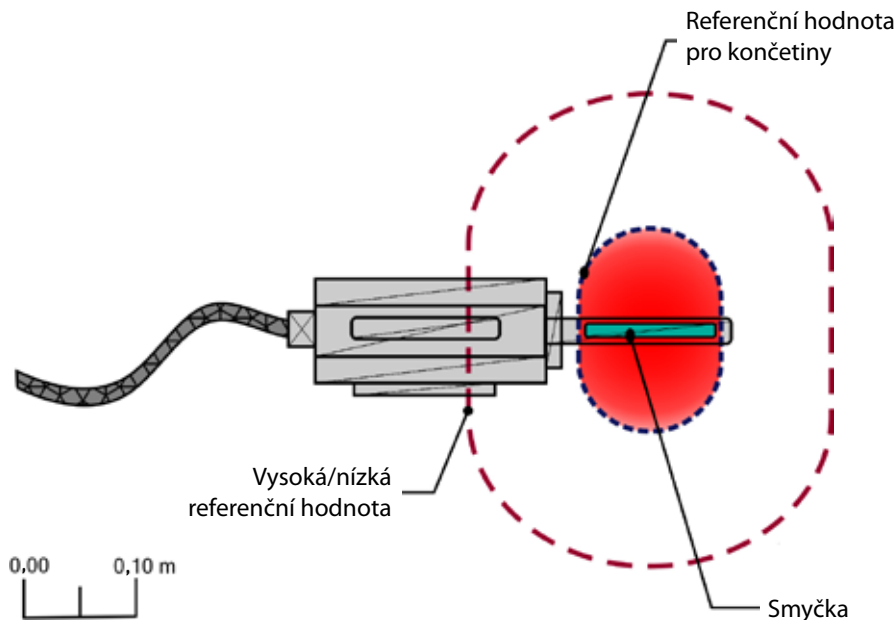
- byly překročeny referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích,
- by mohlo dojít k ohrožení bezpečnosti zvláště ohrožených pracovníků. Naměřené hodnoty byly srovnány s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES) (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Bodové svářečky a indukční ohřívače byly provozovány při frekvenci od 2 do 36 kHz. Při tomto frekvenčním rozsahu se vysoké i nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích shodují. Jestliže jsou tedy naměřené hodnoty intenzity magnetického pole uváděny jako procentuální podíl referenční hodnoty, jedná se o procentuální podíl vysoké i nízké referenční hodnoty. Pokud je to vhodné, jsou naměřené hodnoty uváděny i jako procentuální podíl referenční hodnoty pro končetiny podle směrnice o elektromagnetických polích.

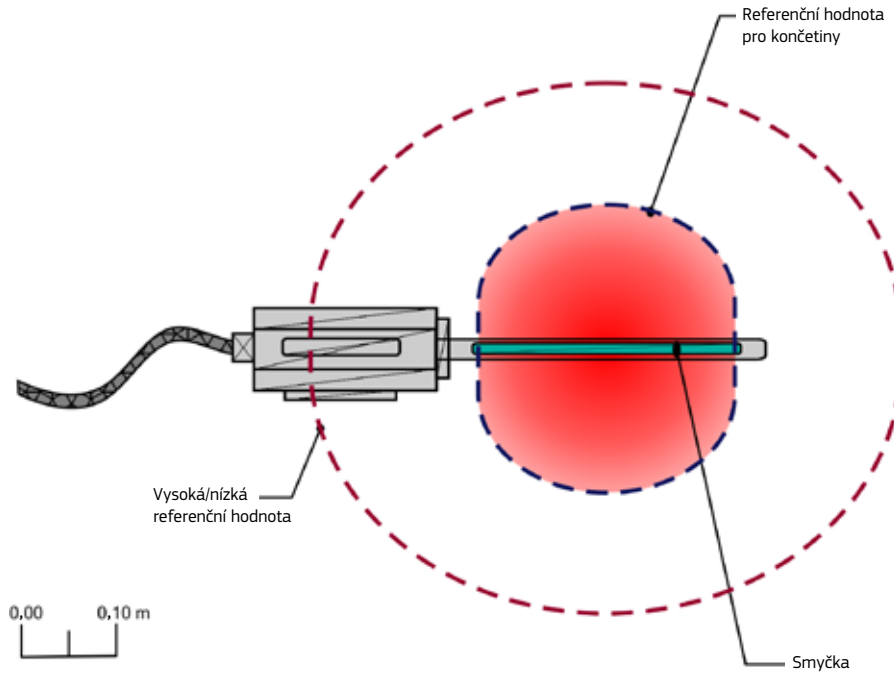
6.6.1 Výsledky hodnocení expozice u bodových svářeček v autodílně

Obrázky 6.8 až 6.11 ukazují rozsah oblastí kolem jednotlivých svářecích kleští, kde jsou překročeny referenční hodnoty pro končetiny a/nebo vysoké a nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích. Na obrázku 6.11 je rovněž znázorněn rozsah oblasti v okolí „X-kleští“ s 550 mm elektrodami, kde byly překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Ve všech případech představují indukční čáry v okolí kleští 100 % příslušných úrovní, přičemž modrá představuje referenční hodnoty pro končetiny, červená představuje vysoké a nízké referenční hodnoty a zelená představuje referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Tabulka 6.1 pak znázorňuje rozsah oblastí, v nichž jsou překročeny příslušné referenční hodnoty v okolí kabelu svářecích „C-kleští“.

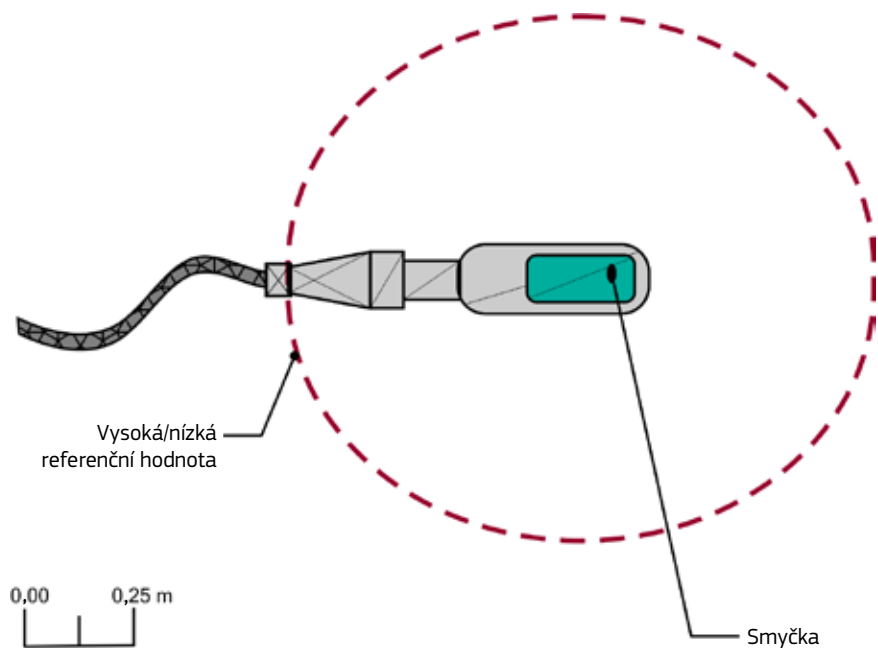
Obrázek 6.8 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí svářecích „C-kleští“ se 160mm ramenem mohlo v autodílně dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá) a vysoké/nízké referenční hodnoty (červená)



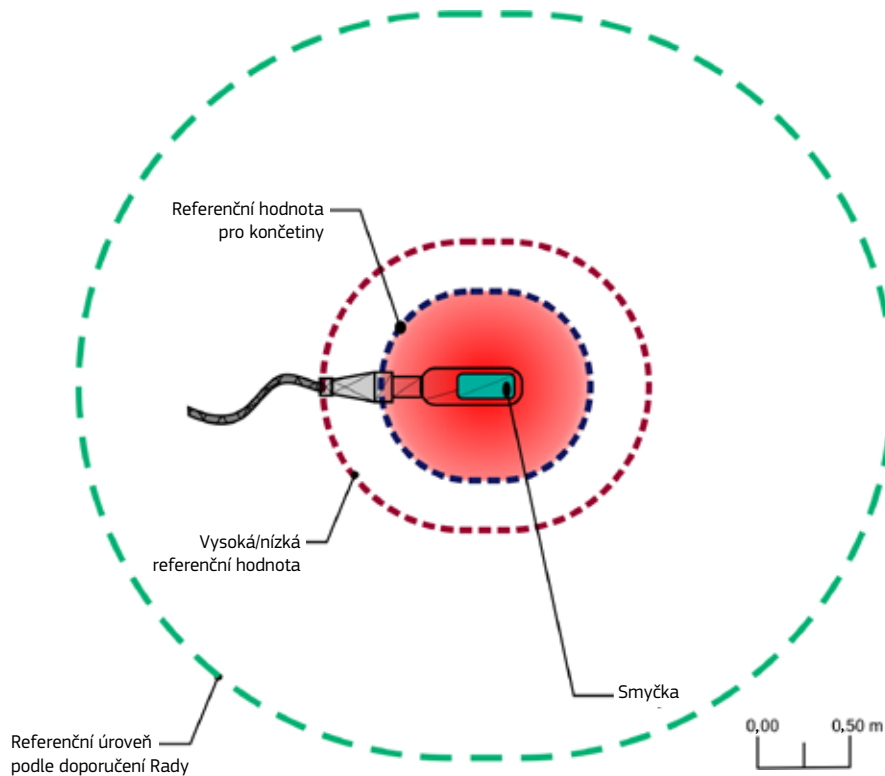
Obrázek 6.9 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí svářecích „C-kleští“ s 550mm ramenem mohlo v autodílně dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá) a vysoké/nízké referenční hodnoty (červená)



Obrázek 6.10 Půdorysné zobrazení znázorňující oblast, ve které by v okolí svářecích „X-kleští“ se 160mm elektrodami mohlo v autodílně dojít k překročení vysoké/nízké referenční hodnoty (červená)



Obrázek 6.11 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí svářecích „X-kleští“ s 550mm elektrodami mohlo v autodílně dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá), vysokých/nízkých referenčních hodnot (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



Tabulka 6.1 Výsledky měření na kabelu mezi „C-kleštěmi“ a řídicí jednotkou

Druh svorky	Proud (A)	% vysoké/nízké referenční hodnoty ¹ 10 cm od kabelu	% vysoké/nízké referenční hodnoty ¹ 12 cm od kabelu	% referenční hodnoty pro končetiny ² 8 cm od kabelu
160 mm „C-kleště“	8 000	180	100	100

¹ Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 2 kHz: 150 μ T

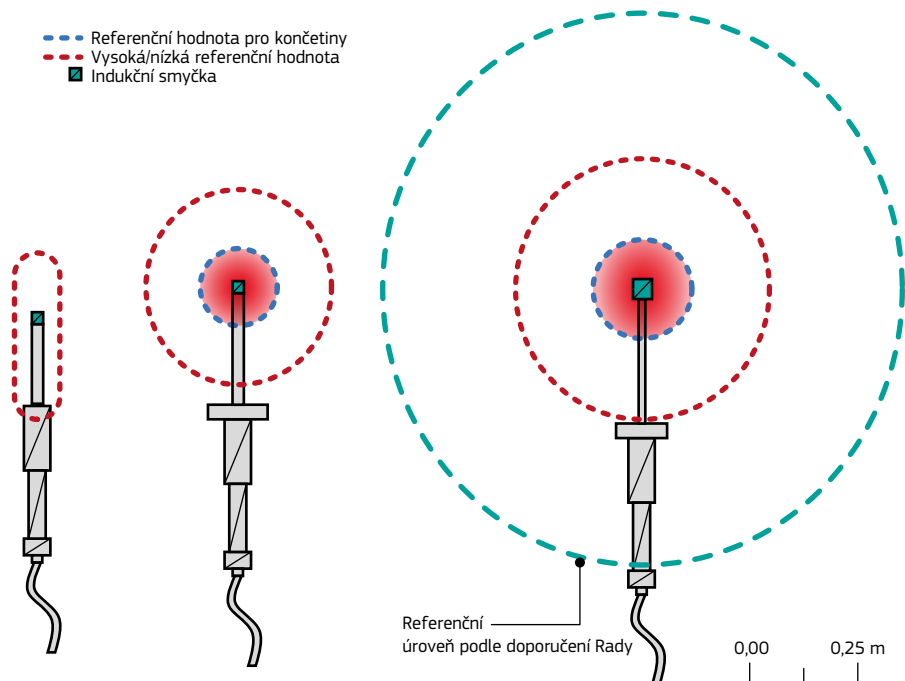
² Referenční hodnota pro končetiny pro magnetickou indukci při frekvenci 2 kHz: 450 μ T

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ± 10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

6.6.2 Výsledky hodnocení expozice indukčních ohřivačů v autodílně

Na obrázku 6.12 jsou znázorněny ohřivací články tří indukčních ohřivačů, vlevo pro ohřivač o výkonu 1 kW, uprostřed pro ohřivač o výkonu 4 kW a vpravo pro ohřivač o výkonu 10 kW. Ve všech případech představují indukční čáry v okolí ohřivacích článků 100 % příslušných úrovní, přičemž modrá představuje referenční hodnoty pro končetiny podle směrnice o elektromagnetických polích, červená představuje vysoké a nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích a zelená představuje referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES).

Obrázek 6.12 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí tří indukčních ohřivačů (1kW vlevo, 4kW uprostřed a 10kW vpravo) mohlo v autodílně dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá), vysokých/nízkých referenčních hodnot (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)

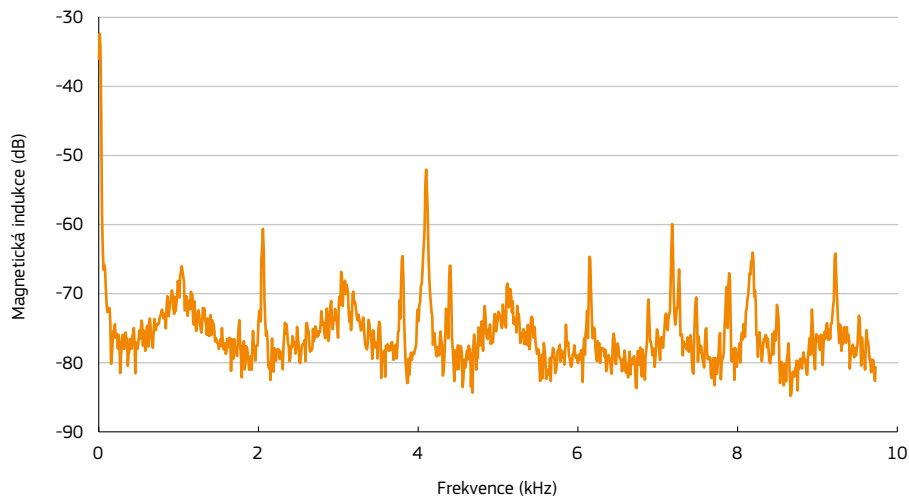


6.7 Závěry hodnocení expozice

V závislosti na typu kleští byly referenční hodnoty pro končetiny podle směrnice o elektromagnetických polích překročeny ve vzdálenosti od 10 do 22 cm od svorky a vysoké a nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích byly překročeny ve vzdálenosti od 20 do 32 cm od svorky. Provedená měření prokázala překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) až do vzdálenosti několika metrů od svorky.

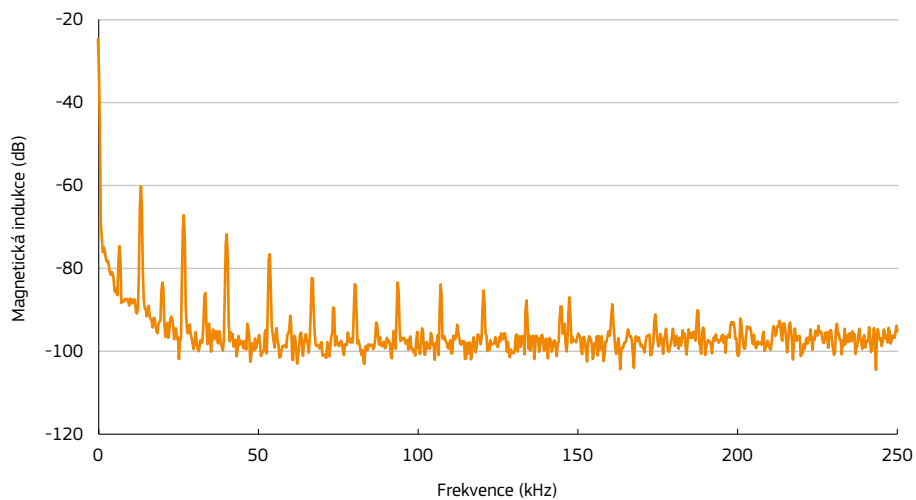
Autoři hodnocení zjistili, že přívodní kabely „C-kleští“ vytvářely kolem sebe magnetické pole, které překračuje referenční hodnoty pro končetiny a vysoké a nízké referenční hodnoty, zatímco kabely „X-kleští“ tyto hodnoty nepřekračují. Referenční hodnoty pro končetiny byly překračovány do vzdálenosti 8 cm od kabelů a vysoké a nízké referenční hodnoty do vzdálenosti 12 cm od kabelů. To přisuzují autoři skutečnosti, že v případě „C-kleští“ přivádí kabely svařovací proud z řídicí jednotky, zatímco v případě „X-kleští“, které mají zabudovaný transformátor, prochází kabelem pouze proud ze sítě o frekvenci 50/60Hz.

Bylo potvrzeno, že základní frekvence svařovacího proudu bodových svářeček používaných v autodílně je 2 kHz, i když na celkové expozici se významně podílela řada harmonických kmitů. Jako doklad může posloužit spektrální rozložení vlnové křivky na obrázku 6.13 získané měřením pro svářečku s „C-kleštěmi“ se 160mm rameny.

Obrázek 6.13 Spektrální rozložení vlnové křivky „C-kleští“ se 160mm rameny

Pokud jde o indukční ohřivače, byly v závislosti na výkonu jednotlivých ohřivačů překročeny referenční hodnoty pro končetiny ve vzdálenosti 7 až 11 cm od ohřivacího članku směrem k ruce obsluhujícího pracovníka a vysoké a nízké referenční hodnoty byly překročeny ve vzdálenosti 13 až 18 cm od středu ohřivacího članku ve všech směrech.

Základní frekvence ohřivačů se liší. Základní frekvence 1kW ohřivače je 15kHz a 4kW a 10kW ohřivače pracují při frekvenci 36kHz. Stejně jako u svářeček se na celkové expozici významně podílí řada harmonických kmitů. Jako doklad může posloužit spektrální rozložení vlnové křivky na obrázku 6.14 získané měřením 1kW indukčního ohřivače.

Obrázek 6.14 Spektrální rozložení vlnové křivky 1kW indukčního ohřivače

6.8 Hodnocení rizik

Na základě naměřených výsledků dospěli autoři hodnocení k závěru, že vzhledem k tomu, že obsluhující pracovník drží kleště bodových svářeček v ruce v blízkosti svého těla, překročí jeho expozice magnetickým polím příslušné referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích a možná i příslušné nejvyšší přípustné hodnoty. Z měření v okolí kabelů „C-kleští“ lze rovněž usuzovat, že tyto kabely mají potenciál způsobit expozice přesahující příslušné referenční hodnoty.

Autoři hodnocení dále konstatují, že došlo k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) až do vzdálenosti několika metrů od svářecích kleští. Tyto referenční úrovně mohou sloužit jako obecný ukazatel nepřímých účinků expozice zvláště ohrožených osob (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Pokud jde o indukční ohříváče, autoři hodnocení dospěli k závěru, že obsluhující pracovníci nejsou vystaveni polím přesahujícím referenční hodnoty, protože ohřívací články jsou při provozu v dostatečné vzdálenosti od jejich rukou i těla. Magnetická pole však byla dostatečně silná na to, aby došlo k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) do vzdálenosti 0,5 m od 10 kW ohříváče. Autoři hodnocení proto doporučují, aby bylo zváženo riziko nepřímých účinků expozice magnetickým polím vytvářeným těmito ohříváči pro zvláště ohrožené osoby (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Na základě těchto závěrů vypracovali odborní konzultanti zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro bodové svářečky a indukční ohříváče, a to v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Cílem tohoto hodnocení bylo stanovit, jaká opatření by měla být přijata na ochranu pracovníků před expozicí magnetickým polím přesahujícím referenční hodnoty. Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí je popsáno v tabulce 6.2.

6.9 Dříve přijatá preventivní opatření

Žádná.

Tabulka 6.2 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro ruční bodové svářečky a indukční ohřívače

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika	Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné			
Přímé účinky nízkých frekvencí	Žádná. Ruce i tělo jsou často během sváření v blízkosti svářecí svorky s ohledem na celkovou hmotnost svářecích kleští	Pracovníci dílny	✓			✓	Nízké	Změna pracovního postupu při svařování – použití vyvažovačů k odlehčení kleští, jež umožní obsluze pracovat v pozici, kdy jsou ruce i tělo ve větší vzdálenosti od svařovacích elektrod
	Ohřívací články indukčních ohřívačů drží obsluha obvykle v napřažené paži		✓			✓	Nízké	Standardní provozní postupy pro svářečské práce Výstražné značky na svářečkách a ohřívačích Školení obsluhy ohledně nebezpečí vyplývajících z elektromagnetických polí
		Těhotné pracovnice	✓		✓		Nízké	Svářečky/ohřívače nesmějí být obsluhovány těhotnými ženami, ani nesmějí být používány v jejich blízkosti
Nepřímé účinky nízkých frekvencí (interference s aktivními implantačními zdravotnickými prostředky)	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci	✓		✓		Nízké	Svářečky/ohřívače nesmějí být obsluhovány pracovníky s aktivními implantačními zdravotnickými prostředky ani nesmějí být používány v jejich blízkosti. Školení pracovníků ohledně nebezpečí vyplývajících z elektromagnetických polí

6.10 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedených hodnocení

Na základě výsledků hodnocení rizik se vedoucí pracovník rozhodl realizovat tato preventivní opatření:

- přijetí takových opatření, aby pracovníci, kdykoli je to možné, pracovali v pozici, kdy budou mít ruce a tělo dále od kleští bodové svářečky a v případě potřeby i dále od vodičů a napájecích kabelů. Vedoucí pracovník například rozhodl o zavedení vyvažovačů sloužících k zavěšení kleští pro bodové svařování. Díky tomu už nemusí obsluhující pracovníci nést váhu kleští a v důsledku toho mohou vždy stát za kleštěmi a držet pouze jejich zadní část, aby zajistili správnou polohu během svařování,
- umístění výstražných značek na svářečky a ohřívače varujících před silným magnetickým polem a zakazujících používání svářeček a ohřívačů osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a dalšími zvláště ohroženými osobami, jako například těhotnými ženami, či v jejich přítomnosti. Obrázek 6.15 uvádí ukázky těchto výstražných značek umístěných na svářečkách v autodílně,

Obrázek 6.15 Příklady výstražných značek varujících před silným magnetickým polem a zakazujících používání svářeček osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky či v jejich přítomnosti



- poskytnutí informací pracovníkům, včetně výsledků hodnocení rizik,
- poskytnutí příručky pracovníkům, jak se uchránit před expozicemi, které by překračovaly referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích,
- zajištění – prostřednictvím programů školení –, aby byli i ostatní pracovníci informováni o nebezpečí magnetických polí, která vytvářejí svářečky a ohřívače,
- pravidelně prováděný přezkum hodnocení rizik.

6.11 Bodové svářečky používané při výrobě automobilů

Ačkoli světoví výrobci automobilů nemohou být považováni za malé nebo střední podniky, význam bodového sváření pro toto odvětví je takový, že se autoři rozhodli na tomto místě uvést hodnocení vybraných bodových svářeček používaných jedním předním výrobcem automobilů, jež provedl odborný konzultant.

6.11.1 Hodnocení bodových svářeček používaných ve výrobě

Byly posuzovány tři svářečky: „C-kleště“ s ramenem o délce 400 mm, „X-kleště“ s elektrodami o délce 130 mm a „X-kleště“ s elektrodami o délce 700 mm. Dvoje menší kleště pracují se svařovacím proudem 8 400 A a největší kleště s proudem 10 200 A. Všechny troje kleště pracují při frekvenci 50 Hz a jsou napájeny ze vzdálených transformátorů pomocí kabelů zhotovených tak, aby minimalizovaly expozici magnetickým polím. „C-kleště“ s ramenem o délce 400 mm a „X-kleště“ s elektrodami o délce 700 mm jsou zachyceny na obrázcích 6.16 a 6.17.

Obrázek 6.16 „C-kleště“ s ramenem o délce 400 mm používané ve výrobním podniku. Svorka je udržována v pracovní poloze pomocí rukojetí v horní části kleští, z nichž jedna je vidět v pravé horní části obrázku (z leštěného chromu). Podle toho lze usuzovat na pozici obsluhujícího pracovníka vůči svorce během svařování



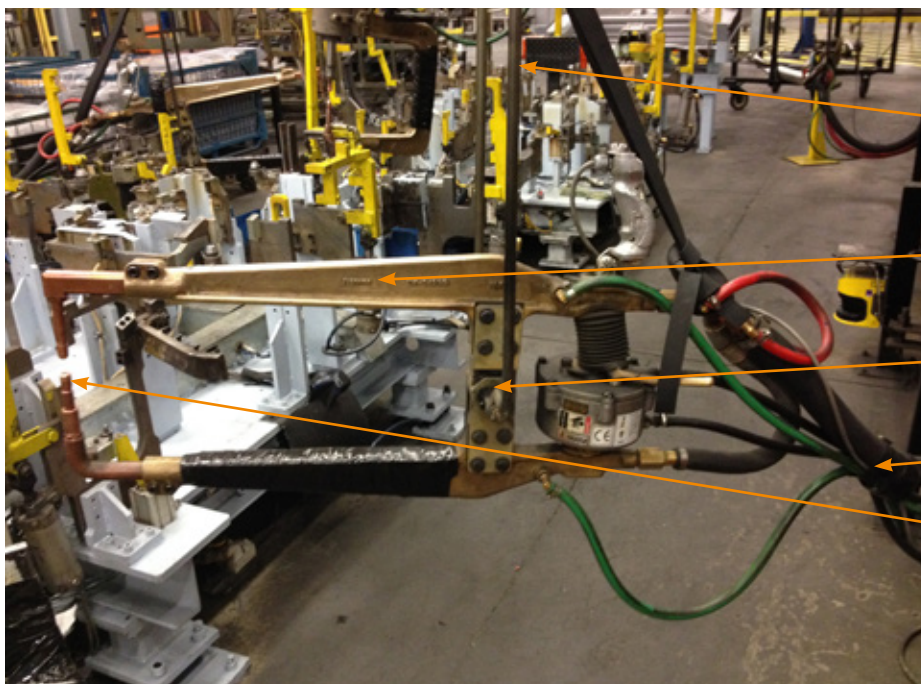
● Pravá rukojeť a
aktivační spouštěč

● Levá rukojeť

● „C“-rameno

● Elektrody

Obrázek 6.17 „X-kleště“ s elektrodami o délce 700 mm používané ve výrobním podniku. I když jsou kleště zavěšeny ve vyvažovači, s ohledem na jejich velikost je obsluhující pracovník nucen běžně stát v blízkosti elektrod, aby je umístil do správné polohy



● Vyvažovač

● Paže

● Závěs

● Napájecí kabel

● Elektrody

Byla provedena měření časově proměnné magnetické indukce v okolí svářeček pomocí izotropní (trojosé) sondy. Díky zabudovanému elektronickému filtru udává měřicí přístroj výsledek jako procentuální hodnotu získanou pomocí metody filtrace v časové oblasti, která umožňuje přímé srovnání s referenčními hodnotami podle směrnice o elektromagnetických polích. Přístroj měl rovněž vestavěný spektrograf, který umožňoval analýzu harmonické složky vlny.

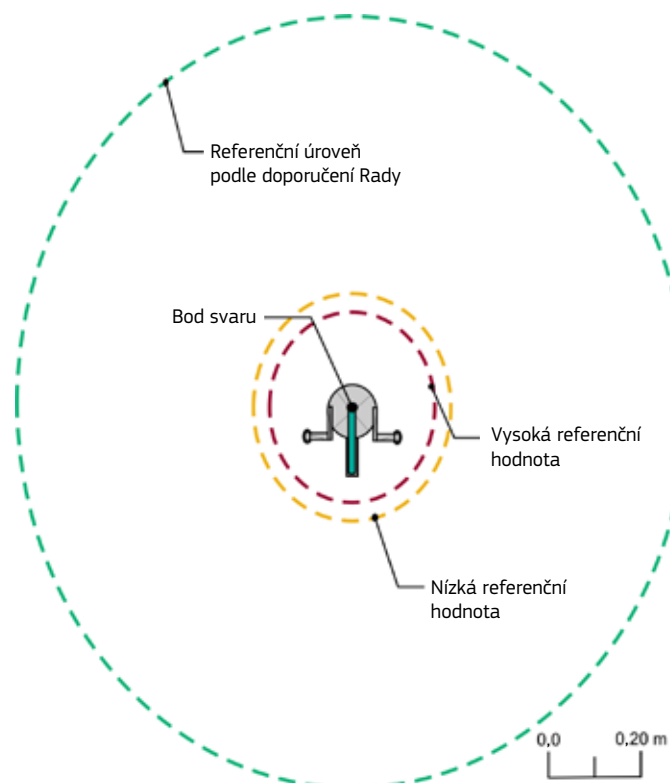
Svářečky fungují při frekvenci 50 Hz. Při tomto frekvenčním rozsahu jsou vysoké a nízké referenční hodnoty ve směrnici o elektromagnetických polích značně odlišné. Naměřené hodnoty intenzity magnetického pole kolem kleští jsou uváděny jako procentuální podíl vysoké a nízké referenční hodnoty.

6.11.2 Výsledky měření bodových svářeček používaných ve výrobě

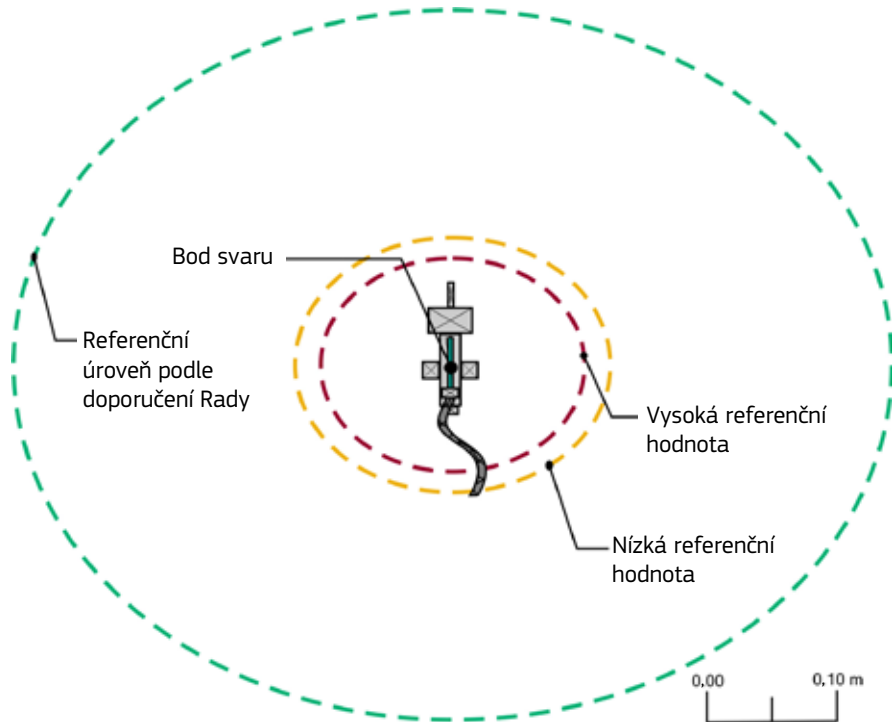
Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce níže. Ve všech případech byla měření prováděna v situacích, kdy byly svářečky používány způsobem, který odpovídal běžně vykonávané práci.

Na obrázcích 6.18 až 6.20 je rovněž znázorněn rozsah oblasti kolem jednotlivých kleští, kde byly překročeny vysoké a nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích a referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Ve všech případech představují indukční čáry v okolí kleští 100 % příslušných úrovní, kde žlutá představuje vysoké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích, červená představuje nízké referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích a zelená představuje referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Kromě těchto údajů ukazuje tabulka 6.3 výsledky měření v okolí kabelu svářecích „X-kleští“.

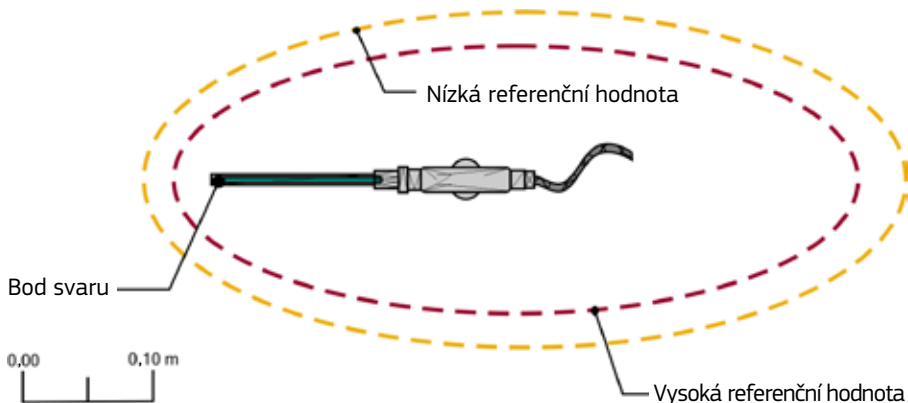
Obrázek 6.18 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí 400mm svářecích „C-kleští“ ve výrobním podniku mohlo dojít k překročení nízké referenční hodnoty (žlutá), vysoké referenční hodnoty (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



Obrázek 6.19 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí 130mm svářecích „X-kleští“ ve výrobním podniku mohlo dojít k překročení nízké referenční hodnoty (žlutá), vysoké referenční hodnoty (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



Obrázek 6.20 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí 700mm svářecích „X-kleští“ ve výrobním podniku mohlo dojít k překročení nízké referenční hodnoty (žlutá) a vysoké referenční hodnoty (červená). V tomto případě zasahuje obrys těchto oblastí i za kleště, protože pole jsou vytvářena vodiči v zadní části kleští



Tabulka 6.3 Výsledky měření kabelu mezi „X-kleštěmi“ a visutým transformátorem

Druh svorky	Proud (A)	% nízké referenční hodnoty ¹ 10 cm od kabelu
130mm „X-kleště“	8400	12

¹ Nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvencích v rozsahu 25 až 300 Hz: 1000 μ T

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ± 10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) je výsledek vyjádřen jako přímý procentuální podíl referenční hodnoty.

6.11.3 Výsledky měření bodové svářečky ve výrobním podniku v souvislosti s referenčními hodnotami

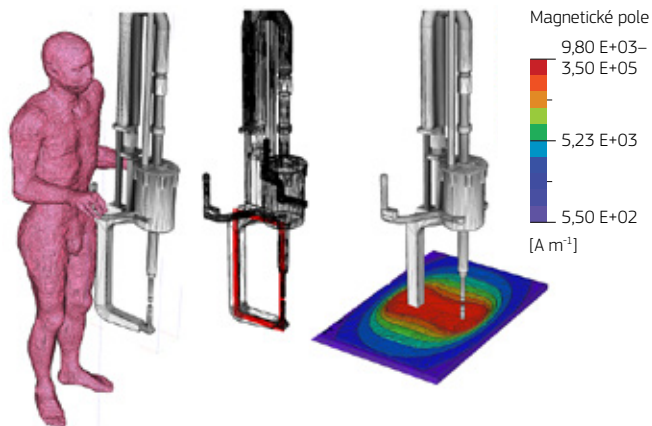
V závislosti na typu kleští byly nízké referenční hodnoty překročeny ve vzdálenosti od 37 do 147 cm od kleští a vysoké referenční hodnoty ve vzdálenosti od 27 do 125 cm od kleští. Je třeba připomenout, že velikost oblastí přesahujících referenční hodnoty kolem 700 mm „X-kleští“ (obrázek 6.20) není dána pouze elektrodami, ale také vodiči v zadní části kleští. Došlo navíc k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) do vzdálenosti několika metrů od svářecích kleští (viz dodatek E dílu 1 příručky). Konstrukce napájecích kabelů kleští minimalizuje expozici magnetickým polím, a proto – jak vyplývá z údajů v tabulce 6.3 – expozice z těchto kabelů byla daleko pod úrovní nízké referenční hodnoty.

6.11.4 Výsledky měření bodové svářečky ve výrobním podniku v souvislosti s nejvyššími přípustnými hodnotami

Z výsledků vyplývá, že je pravděpodobné, že pracovníci budou vystaveni expozici výrazně přesahující příslušné referenční hodnoty, jestliže se budou nacházet ve vzdálenosti 10 až 20 cm od kleští. Přestože zaměstnavatel přijal řadu opatření popsaných v oddíle 6.10 této případové studie, nebylo možné zajistit, aby se pracovníci za všech okolností zdržovali mimo oblasti, v nichž dochází k překračování referenčních hodnot. V souladu čl. 4 odst. 3 směrnice o elektromagnetických polích vytvořil odborný konzultant počítačový model s cílem stanovit, zda skutečně došlo k překročení příslušných nejvyšších přípustných hodnot.

Na základě naměřených hodnot a pozorování byl vytvořen model pro 400 mm „C-kleště“. Tento model byl následně použit k výpočtu magnetických polí v oblastech v okolí kleští, včetně oblasti, kde se nachází obsluhující pracovník, který byl následně do modelu doplněn. Na obrázku 6.21 jsou znázorněny hotové modely kleští a obsluhujícího pracovníka, podél modelu kleští je zobrazena (červeně označená) proudová smyčka, použitá k simulaci tvorby magnetického pole, a vypočtená intenzita magnetických polí ve vybrané rovině x-y.

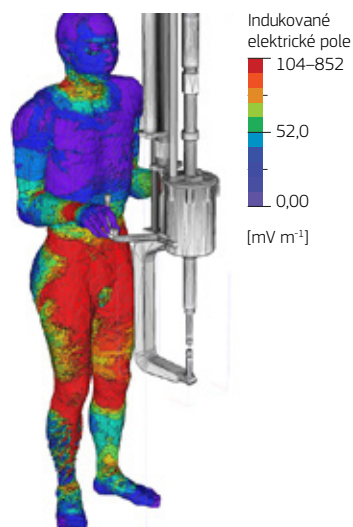
Obrázek 6.21 Modely 400mm svařovacích „C-kleští“ a obsluhujícího pracovníka (vlevo), proudová smyčka („C“-rameno – červeně) vytvářející magnetické pole (uprostřed) a magnetické pole kolem kleští během provozu (vpravo)



Jakmile byl vytvořen model kleští a pracovníka, byly provedeny numerické výpočty vnitřních elektrických polí indukovaných v těle. Výsledky těchto výpočtů odpovídají situaci, kdy je tělo obsluhujícího pracovníka vzdáleno 15 cm od ramene kleští, jak je znázorněno na obrázku 6.22. Červená barva označuje poměrně intenzivní elektrické pole, zatímco fialovou barvou jsou označeny nízké hodnoty. Z výsledků je patrné, že pole je absorbováno především v oblasti pasu a stehna obsluhujícího pracovníka, které jsou nejbližší proudové smyčce.

Ve vzdálenosti 15 cm nebyly nejvyšší přípustné hodnoty překročeny, a proto byly provedeny další výpočty s cílem stanovit vzdálenost, v níž by k překročení nejvyšších přípustných hodnot došlo. Výsledky těchto dalších výpočtů jsou uvedeny v tabulce 6.4.

Obrázek 6.22 Prostorové rozložení maximálních indukovaných elektrických polí v modelu lidského těla při expozici magnetickým polím vytvořeným „C-kleštěmi“ s ramenem o délce 400 m



Tabulka 6.4 Maximální intenzita vnitřního elektrického pole jako podíl příslušných nejvyšších přípustných hodnot

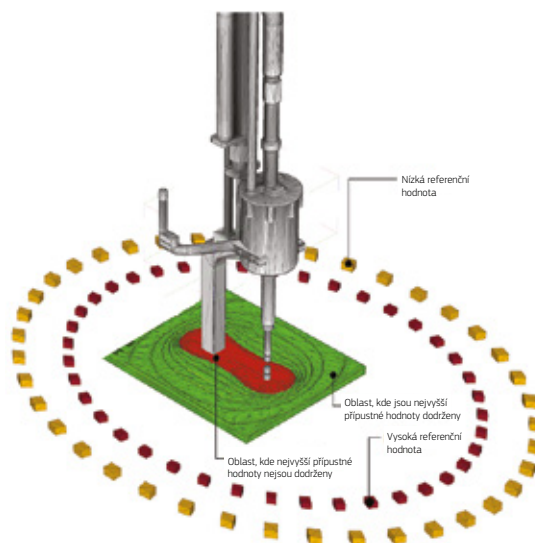
Vzdálenost trupu od kleští (cm)	15	7	4
Maximální intenzita indukovaného elektrického pole v těle (mVm^{-1})	287	611	811
Procentuální podíl nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (%)¹	37	79	104
Maximální indukované elektrické pole v centrálním nervovém systému (mVm^{-1})	52	84	92
Procentuální podíl nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (%)²	53	85	93

¹ Nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na zdraví při frekvenci 50 Hz je 778 mVm^{-1} (RMS)

² Nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na smyslové vnímání při frekvenci 50 Hz je 99 mVm^{-1} (RMS)

Z údajů v tabulce 6.4 vyplývá, že když pracovník při práci drží kleště ve vzdálenosti 15 cm od svého těla, činí hodnota maximálního indukovaného elektrického pole 287 mVm^{-1} , což představuje 37 % nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví. U tkáně centrálního nervového systému v hlavě činí hodnota maximálního indukovaného elektrického pole 52 mVm^{-1} , což představuje 53 % nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání. Z výsledků vyplývá, že nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví jsou překročeny pouze v případě, že se tělo dostane do vzdálenosti 4 cm od kleští. To znamená, že i když jsou pracovníci vystaveni magnetickým polím, která přesahují referenční hodnoty, vnitřní indukovaná elektrická pole nepřesahují nejvyšší přípustné hodnoty. Rozdílné velikosti oblastí, v nichž jsou překročeny referenční hodnoty, v porovnání s velikostí oblastí, v nichž u pracovníka skutečně dochází k překročení nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví, jsou znázorněny na obrázku 6.23 níže.

Obrázek 6.23 Vizuální znázornění oblastí v okolí 400mm „C-kleští“, ve kterých by mohlo dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (červená oblast uvnitř zeleného pole) spolu s ohraničením oblastí vysokých a nízkých referenčních hodnot (červená, resp. žlutá) z obrázku 6.18



Celkově lze v této situaci říct, že podle konzervativních odhadů lze na základě referenčních hodnot předpokládat nadměrnou expozici a že tato expozice ve skutečnosti splňuje požadavky směrnice o elektromagnetických polích.

7. SVAŘOVÁNÍ

7.1 Pracoviště

Tato případová studie se týká kovodělné dílny, v níž se používají různé odporové svářečky.

7.2 Povaha práce

Pracovníci používají bodové svářečky a švové svářečky ke svařování drátů a ocelových plechů. V dílně je umístěno několik těchto zařízení.

7.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

Odporové svařování se provádí pomocí dvou elektrod, které k sobě tlačí díly určené ke svařování. Proud prochází přes elektrody a díly, přičemž teplo potřebné ke svařování vzniká v důsledku elektrického odporu svařovaných dílů. Zařízení je nastaveno tak, aby odpovídalo vlastnostem svařovaných dílů.

7.3.1 Bodové svářečky

Bodové svářečky jsou tvořeny dvěma malými válcovými elektrodami, které k sobě tlačí svařované díly a pomocí silného proudu vytváří bodový svar. V daném výrobním podniku jsou používány dva druhy bodových svářeček: stolní bodové svářečky a přenosné závěsné bodové svářečky.

Stolní bodová svářečka (obrázek 7.1) se běžně používá ke svařování kulatých drátů z nerezové oceli o průměru 1,2 mm. Konstrukce tohoto zařízení počítá s umístěním na pracovním stole, přičemž pracovník obsluhuje zařízení zepředu. Obvykle zařízení pracuje s proudem, který dosahuje 19 % hodnoty maximálního svařovacího proudu (3 500 A), tj. 665 A, a je provozováno se zdrojem napájení o frekvenci 50 Hz. Přenosná závěsná bodová svářečka (obrázek 7.2) se používá ke svařování plechů. Svářečku tvoří ramena s elektrodami, které přitisknou hroty elektrod proti sobě na díl určený ke svaření. Zařízení obvykle pracuje s proudem 7 000 A a je provozováno se zdrojem napájení o frekvenci 2 kHz.

Obrázek 7.1 Stolní bodová svářečka**Svářecí elektrody****Obrázek 7.2 Přenosná závěsná bodová svářečka**

7.3.2 Švová svářečka

Švová svářečka se používá ke svařování kovových dílů. Elektrody mají tvar kotoučů, které se otáčejí, zatímco svařovaný materiál prochází mezi nimi, a tím postupně vytvářejí švový svar. Zařízení obvykle pracuje se svařovacím proudem 7 000 A a je provozováno se zdrojem napájení o frekvenci 50 kHz (obrázek 7.3).

Obrázek 7.3 Švová svářečka – přední a boční pohled

7.4 Jakým způsobem se zařízení používají

Pracovník obsluhující svařovací stroj při svařování obvykle stojí nebo sedí vedle stroje, přičemž nejbližší u stroje se nachází jeho ruce. Při používání stolní bodové svářečky a švové svářečky obsluhující pracovník svařovaný materiál drží, takže se jeho ruce mohou dostat až do vzdálenosti 10 cm od svařovacích elektrod. Při používání přenosné závěsné bodové svářečky je svařovaný materiál upevněn a obsluhující pracovník stojí u bodové svářečky, kterou drží v potřebné poloze. Veškerá svařovací zařízení se nachází v dílně spolu s dalšími přístroji a nástroji používanými při výrobě kovových dílů.

7.5 Metoda hodnocení expozice

Společnost prozkoumala údaje výrobce pro každé ze zařízení. Některé provozní příručky obsahovaly údaje, z nichž vyplývalo, že by zařízení mohlo vytvářet magnetická pole představující nebezpečí pro osoby s kardiostimulátorem. Pracovníci společnosti však nenalezli žádné informace o rozsahu tohoto nebezpečí (např. do jaké vzdálenosti od zařízení toto nebezpečí vzniká) nebo o intenzitě magnetických polí ve vztahu k referenčním hodnotám podle směrnice o elektromagnetických polích. K některým starším vybavením nebylo možné dohledat žádné údaje od výrobce.

Svařovací zařízení se nachází v dílně, do které má přístup většina pracovníků a do níž mohou vstoupit i externí dodavatelé a návštěvníci. Z tohoto důvodu se společnost rozhodla provést další hodnocení rizik. Vzhledem k chybějícím informacím od výrobce zařízení se společnost rozhodla zvolit odborného konzultanta, který provede posouzení.

Pro účely dalšího hodnocení byly vybrány tři různé druhy odporových svářeček, aby bylo možné si z výsledků vytvořit jasnou představu o nebezpečích spojených s podobným zařízením v dílně. Odborný konzultant provedl měření magnetické indukce v okolí zařízení pomocí přístroje se zabudovaným elektronickým filtrem, který uvádí výsledky v procentech odvozené pomocí metody filtrace v časové oblasti umožňující přímé srovnání s referenčními hodnotami.

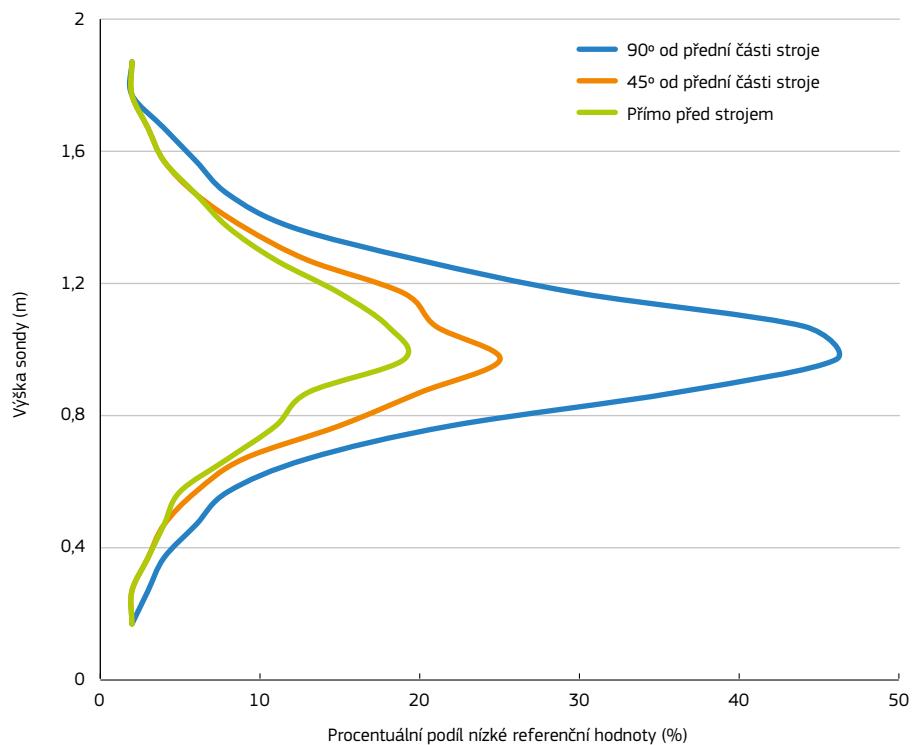
7.6 Výsledky hodnocení expozice

7.6.1 Stolní bodová svářečka

Konzultant pozoroval obsluhu stolní bodové svářečky při práci. Bylo zjištěno, že hlava a trup obsluhujícího pracovníka jsou během svařování ve vzdálenosti nejméně 30 cm od elektrod a že je možné, aby pracovník obsluhoval zařízení ze strany a nikoli zepředu. Byla proto provedena měření ve třech polohách ve vzdálenosti 30 cm od elektrod: přímo před elektrodami, v úhlu 45° (nalevo) od přední strany elektrod a v úhlu 90° (nalevo) od přední strany elektrod. V každé z uvedených poloh byla provedena měření v různých výškách.

Bylo zjištěno, že magnetická indukce nepřesáhla v žádné z těchto potenciálních poloh obsluhujícího pracovníka úroveň odpovídající 50 % nízké referenční hodnoty (obrázek 7.4).

Obrázek 7.4 Magnetická indukce jako procentuální podíl nízké referenční hodnoty v různých výškách v poloze obsluhujícího pracovníka (ve vzdálenosti 30 cm od elektrod)



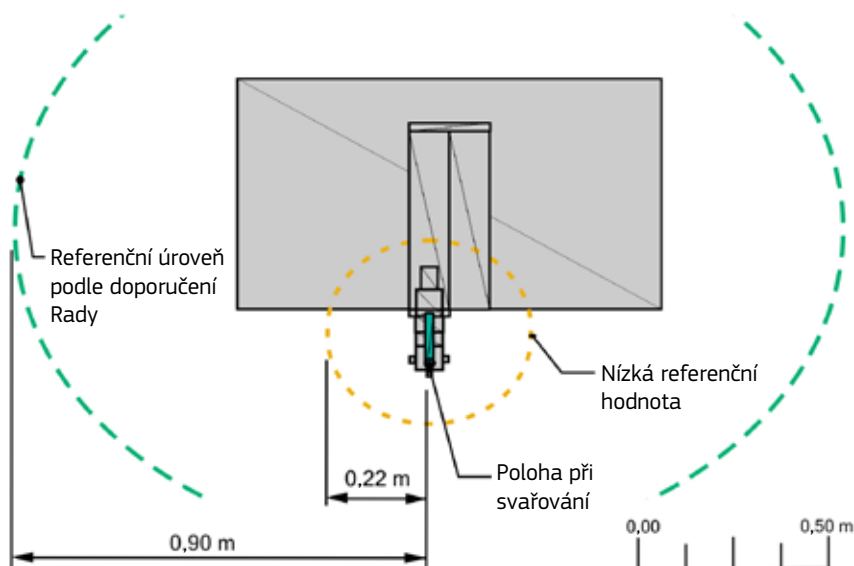
Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

Pozice, ve které magnetická indukce odpovídá nízké referenční hodnotě, byla přibližně 22 cm od elektrod ve výšce, kde se elektrody setkávají. Oblast, ve které může dojít k překročení nízké referenční hodnoty, je znázorněna na obrázku 7.5.

Bylo zjištěno, že ruce obsluhujícího pracovníka se během svařování nacházejí nejméně ve vzdálenosti 10 cm od elektrod. V této poloze činila magnetická indukce méně než 8 % referenční hodnoty pro končetiny.

Odborný konzultant provedl měření v dalších polohách v okolí zařízení a výsledky srovnal s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES). Tyto úrovně mohou sloužit jako obecný ukazatel expozice zvláště ohrožených pracovníků (viz dodatek E dílu 1 příručky). Bylo zjištěno, že k překročení referenčních úrovní může dojít až do vzdálenosti 1 m od elektrod. Tato oblast je vyznačena na obrázku 7.5 a je znázorněna zelenou čarou.

Obrázek 7.5 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí stolní bodové svářečky mohlo dojít k překročení nízké referenční hodnoty (žlutá) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)

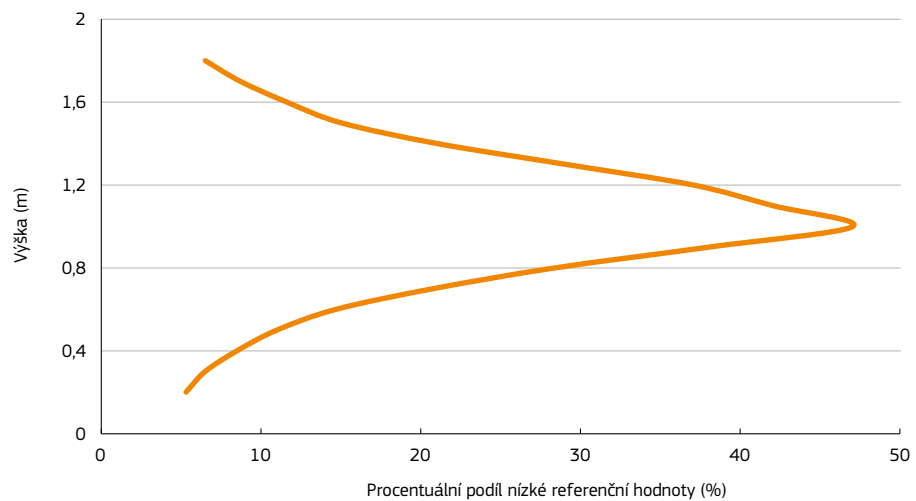


7.6.2 Přenosná závěsná bodová svářečka

Přenosnou závěsnou bodovou svářečku drží obsluhující pracovník během svařování v potřebné poloze. S ohledem na délku ramen s elektrodami (75 cm) stojí obsluhující pracovník ve vzdálenosti přibližně 1 m od hrotů elektrod. V této vzdálenosti byla provedena měření, a to v různých výškách.

Nejvyšší hodnota byla naměřena ve výšce, kde se elektrody setkávají (tj. v případě tohoto hodnocení 1 m od země). Bylo zjištěno, že v poloze obsluhujícího pracovníka nepřekročila magnetická indukce úroveň odpovídající 50 % referenčních hodnot (obrázek 7.6).

Obrázek 7.6 Magnetická indukce jako procentuální podíl vysoké a nízké referenční hodnoty v různých výškách v poloze obsluhujícího pracovníka (ve vzdálenosti 1 m od hrotů elektrod)



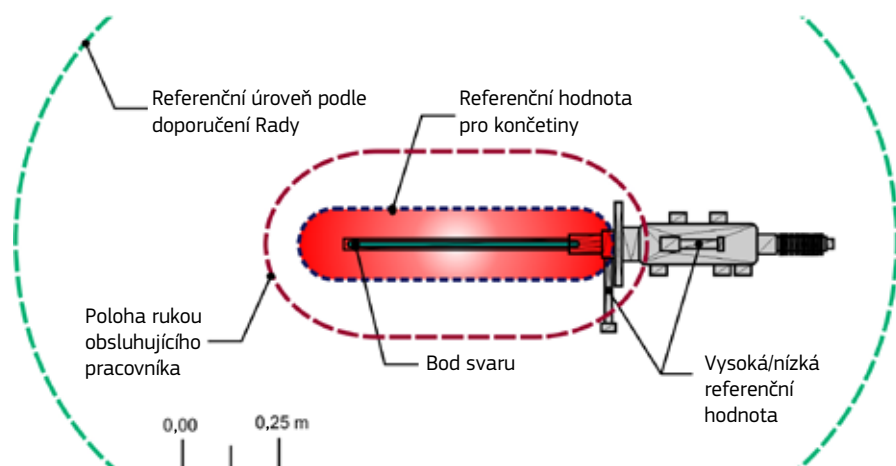
Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

Byla provedena měření v poloze, kde má obsluhující pracovník ruce (obrázek 7.2). V této poloze dosahovala magnetická indukce úroveň odpovídající 88 % referenční hodnoty pro končetiny.

Odborný konzultant provedl měření v dalších polohách v okolí zařízení a výsledky srovnal s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES). Bylo zjištěno, že k překročení referenčních úrovní může dojít nejvýše do vzdálenosti 1,3 m od zařízení.

Oblasti, ve kterých by mohlo dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny, vysokých a nízkých referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) jsou znázorněny na obrázku 7.7, a to modře, červeně a zeleně pro příslušné hodnoty ve výše uvedeném pořadí.

Obrázek 7.7 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí přenosné závěsné bodové svářečky mohlo dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá), vysokých a nízkých referenčních hodnot (červená) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)

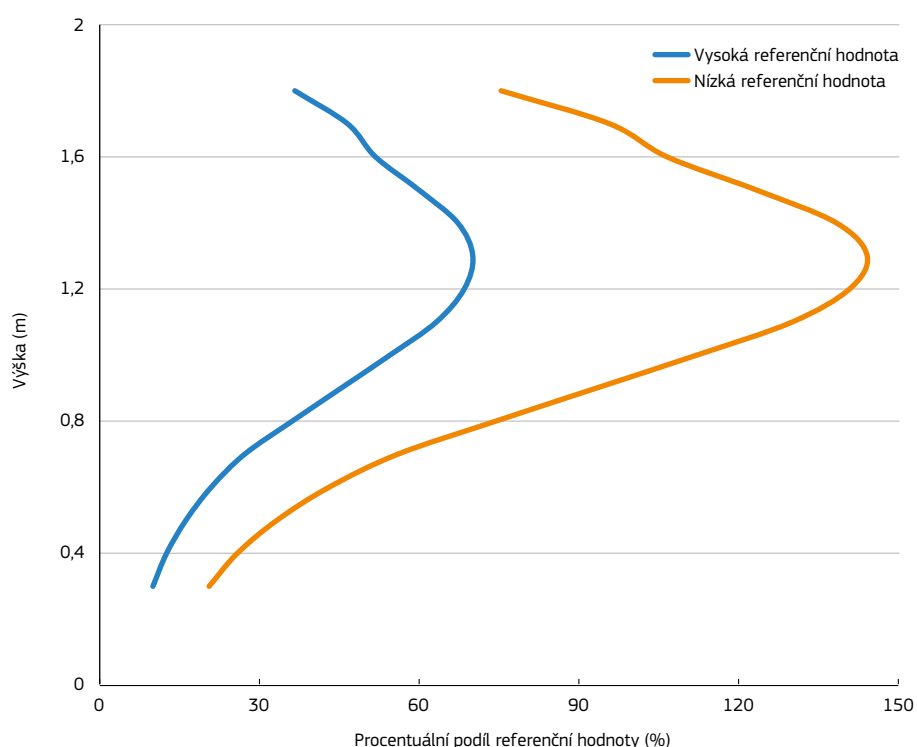


7.6.3 Švová svářečka

Obsluhující pracovník stojí vedle zařízení, přičemž jeho hlava a trup jsou během svařování ve vzdálenosti 50 cm od středu elektrod. V této vzdálenosti byla provedena měření, a to v různých výškách.

Nejvyšší naměřená hodnota byla ve výšce, kde se elektrody setkávají (tj. v případě tohoto hodnocení 130 cm od země). V této poloze nebyla vysoká referenční hodnota překročena, avšak naměřená magnetická indukce dosáhla úrovně odpovídající přibližně 140 % nízké referenční hodnoty (obrázek 7.8).

Obrázek 7.8 Magnetická indukce jako procentuální podíl vysoké a nízké referenční hodnoty v různých výškách v poloze obsluhujícího pracovníka (ve vzdálenosti 50 cm od elektrod, bokem od zařízení)



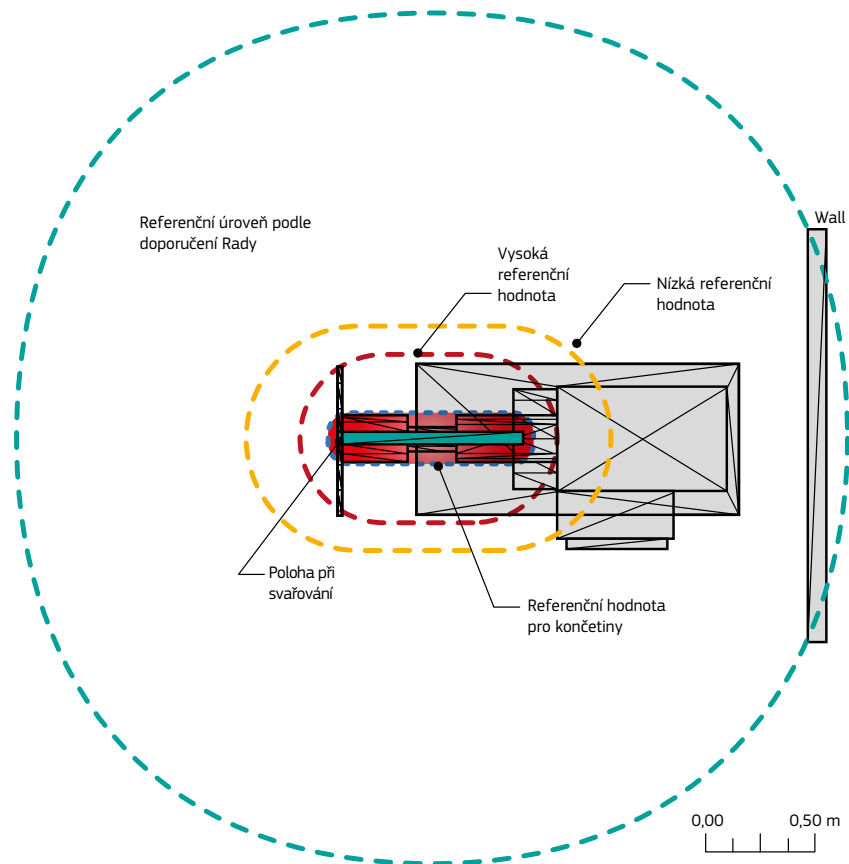
Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 10\%$ a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

Byla provedena měření v poloze, kde má obsluhující pracovník ruce nejbližší elektrodám (přibližně 10 cm od svařovacího bodu). V této poloze dosahovala magnetická indukce necelých 67 % referenční hodnoty pro končetiny. Bylo však zjištěno, že tato referenční hodnota by mohla být překročena, pokud se končetiny obsluhujícího pracovníka nacházejí za svařovacími elektrodami a nikoli po stranách.

Podobně jako u bodové svářečky provedl odborný konzultant měření v dalších polohách v okolí zařízení a výsledky srovnal s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES). Bylo zjištěno, že k překročení referenčních úrovní může dojít až do vzdálenosti 2,45 m od elektrod.

Oblasti, kde by mohlo dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny, vysoké a nízké referenční hodnoty a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES), jsou znázorněny na obrázku 7.9.

Obrázek 7.9 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí švové svářečky mohlo dojít k překročení referenční hodnoty pro končetiny (modrá), vysoké referenční hodnoty (červená), nízké referenční hodnoty (žlutá) a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES) (zelená)



7.7 Hodnocení rizik

Společnost vypracovala zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro svařovací zařízení na základě údajů uvedených v návodech k obsluze příslušných zařízení a na základě měření provedených odborným konzultantem (tabulky 7.1, 7.2 a 7.3). Tato hodnocení byla vypracována v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vplynuly tyto závěry:

- v obvyklé poloze obsluhujícího pracovníka nedojde k překročení vysoké referenční hodnoty a referenční hodnoty pro končetiny,
- v poloze obsluhujícího pracovníka při práci se švovou svářečkou může dojít k překročení nízké referenční hodnoty,
- v okolí všech svařecích strojů může dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES).

Společnost na základě hodnocení rizik vypracovala akční plán i odpovídající dokumentaci.

Tabulka 7.1 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro stolní bodovou svářečku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika	Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné			
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>Může dojít k překročení nízké referenční hodnoty do vzdálenosti 22 cm od elektrod</p> <p>Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1 m od elektrod</p>	<p>Obvyklá poloha obsluhujícího pracovníka je ve vzdálenosti více než 30 cm od elektrod, což znamená, že nízká referenční hodnota by v této poloze obsluhujícího pracovníka neměla být překročena</p>	<p>Obsluhující pracovníci</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓			✓	Nízké	<p>Poskytnutí informací a školení obsluhujícím pracovníkům a dalším pracovníkům pracujícím v dílně</p> <p>Umístění výstražných značek na zařízení</p> <p>Vyznačení čáry na podlaze vymezující oblast, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)</p> <p>Vydání zákazu používání zařízení těhotnými pracovníci a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1 m od elektrod</p>	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci	✓			✓	Nízké	<p>Sdělení informací o tomto nebezpečí všem pracovníkům</p> <p>Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu</p> <p>Umístění výstražných a zákazových značek na zařízení</p> <p>Vydání zákazu používání přístroje osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>

Tabulka 7.2 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro přenosnou závěsnou bodovou svářečku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>Může dojít k překročení vysoké a nízké referenční hodnoty do vzdálenosti 33 cm od ramen elektrod</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1,3 m od zařízení</p>	<p>Žádná. Avšak oblasti, v nichž dochází k překročení vysokých a nízkých referenčních hodnot, jsou jen lokálně omezené.</p>	<p>Obsluhující pracovníci</p> <p>Další pracovníci</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓				✓	Nízké	<p>Poskytnutí informací a školení obsluhujícím pracovníkům a dalším osobám pracujícím v dílně</p> <p>Umístění výstražných značek na zařízení</p> <p>Vyznačení čáry na podlaze vymezující oblast, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)</p> <p>Vydání zákazu používání zařízení těhotnými pracovníci a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 1,3 m od elektrod</p>	<p>Žádná</p>	<p>Zvláště ohrožení pracovníci</p>	✓				✓	Nízké	<p>Sdělení nebezpečí o tomto nebezpečí všem pracovníkům</p> <p>Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu</p> <p>Umístění výstražných a zákazových značek na zařízení</p> <p>Vydání zákazu používání přístroje osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>

Tabulka 7.3 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro švovou svářečku

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
<p>Přímé účinky elektromagnetického pole:</p> <p>V poloze obsluhujícího pracovníka dochází k překročení nízké referenční hodnoty</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 2,45 m od elektrod</p>	Žádná	<p>Obsluhující pracovníci</p> <p>Další pracovníci</p> <p>Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)</p>	✓				✓	Nízké	<p>Poskytnutí informací a školení obsluhujícím pracovníkům a dalším pracovníkům ohledně možných účinků na smyslové vnímání a nutnosti ohlásit výskyt těchto účinků</p> <p>Umístění výstražných značek na zařízení</p> <p>Vyznačení čáry na podlaze vymezující oblast, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)</p> <p>Vydání zákazu používání zařízení těhotnými pracovníci a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>
<p>Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky):</p> <p>Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) mohou být překročeny do vzdálenosti 2,45 m od elektrod</p>	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci	✓			✓		Nízké	<p>Sdělení nebezpečí o tomto nebezpečí všem pracovníkům</p> <p>Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu</p> <p>Umístění výstražných a zákazových značek na zařízení</p> <p>Vydání zákazu používání přístroje osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti v době používání zařízení</p>

7.8 Dříve přijatá preventivní opatření

Před vyhodnocením měření provedených odborným konzultantem nebyla přijata žádná konkrétní preventivní opatření za účelem omezení expozice elektromagnetickým polím.

7.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Na základě posouzení naměřených hodnot a po vyhodnocení nebezpečí spojených s používáním uvedeného vybavení vypracovala společnost akční plán a rozhodla se přijmout tato opatření:

- informování pracovníků o nebezpečí elektromagnetických polí vznikajících při používání svařovacího zařízení,
- vyznačení čáry na podlaze vymežující oblast kolem zařízení, kde by mohlo dojít k překročení referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES),
- vydání zákazu používání přístroje těhotnými pracovníci a osobami s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a pobytu těchto osob ve vymezené oblasti,
- umístění výstražných značek varujících před silným magnetickým polem a zakazujících vstup osobám s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky (obrázek 7.10) na svařovací zařízení,
- zajištění – prostřednictvím vhodných programů školení ve spojení s dodavateli –, aby byly osoby, které mají přístup do dílny, informovány o příslušných rizicích.

Obrázek 7.10 Příklady výstražných značek pro silná magnetická pole a zákazového symbolu pro osoby s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky



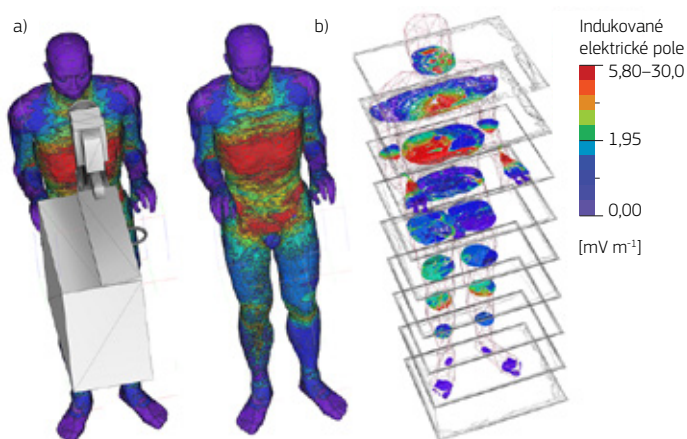
7.10 Odkazy na zdroje dalších informací

Z počítačového modelu vytvořeného na základě výsledků měření v okolí všech tří svářeček vyplývá, že indukovaná elektrická pole nepřekračovala nejvyšší přípustné hodnoty.

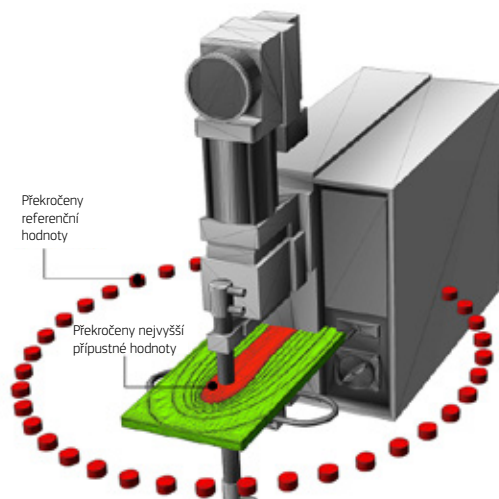
7.10.1 Stolní bodová svářečka

U stolní bodové svářečky bylo zjištěno, že expozice obsluhujícího pracovníka je nižší než 1 % nejvyšší přípustné hodnoty (obrázek 7.11). Nejvyšší přípustná hodnota může být překročena pouze v případě, že by se tělo obsluhujícího pracovníka nacházelo během provozu zařízení v mezeře mezi elektrodami a skříní svářečky nebo ve vzdálenosti kratší než 1 cm od samotných elektrod (obrázek 7.12).

Obrázek 7.11 Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla, jehož trup je od elektrod vzdálen 20 cm a ruce přibližně 8 cm. Obrázek rovněž znázorňuje prostorové rozložení maximálních elektrických polí při expozici způsobené bodovou svářečkou indukovaných a) na povrchu těla obsluhujícího pracovníka a b) v různých horizontálních řezech tělem obsluhujícího pracovníka



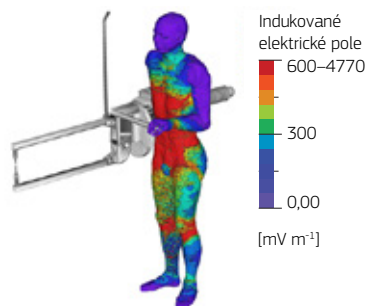
Obrázek 7.12 Vizuální znázornění oblastí v okolí stolní bodové svářečky, kde může dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (červená oblast). Dále jsou zde znázorněny oblasti, kde nedochází k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (zelená oblast a dále) a oblasti, kde by mohlo dojít k překročení nízkých referenčních hodnot (červené kruhy)



7.10.2 Přenosná závěsná bodová svářečka

U přenosné závěsné bodové svářečky bylo zjištěno, že v poloze obsluhujícího pracovníka nedochází k překročení referenčních hodnot. Rozložení indukovaného elektrického pole je znázorněno na obrázku 7.13.

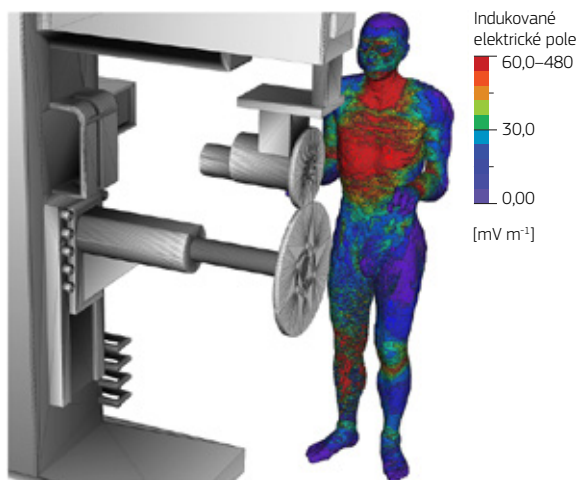
Obrázek 7.13 Prostorové rozložení maximálních indukovaných elektrických polí v modelu lidského těla při expozici způsobené přenosnou závěsnou bodovou svářečkou



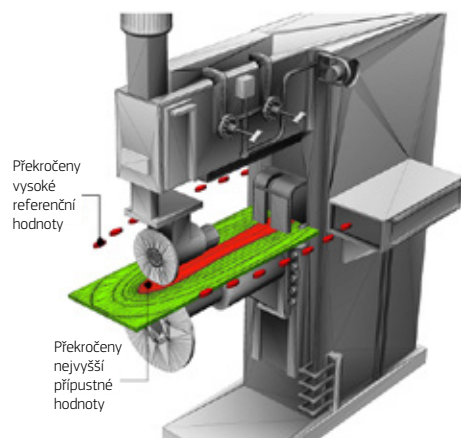
7.10.3 Švová svářečka

V poloze obsluhujícího pracovníka dochází k překročení nízké referenční hodnoty. Z počítačového modelu však vyplývá, že expozice v poloze obsluhujícího pracovníka dosahuje méně než 50 % nejvyšší přípustné hodnoty. Rozložení indukovaného elektrického pole je znázorněno na obrázku 7.14. Bylo zjištěno, že nejvyšší přípustné hodnoty mohou být překročeny pouze v případě, že by se tělo obsluhujícího pracovníka nacházelo během provozu zařízení v mezeře mezi elektrodami a skříní svářečky nebo ve vzdálenosti kratší než 5 cm od samotných kruhových elektrod. Tato oblast je vyznačena červeně na obrázku 7.15.

Obrázek 7.14 Prostorové rozložení maximálních vnitřních elektrických polí v modelu lidského těla při expozici způsobené švovou svářečkou



Obrázek 7.15 Vizualní znázornění oblastí v okolí švové svářečky, kde může dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (červená oblast). Dále jsou zde znázorněny oblasti, kde nedochází k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (zelená oblast a dále) a oblasti, kde by mohlo dojít k překročení vysoké referenční hodnoty (červené čárky)



8. HUTNÍ VÝROBA

Zdroji elektromagnetického pole v této případové studii jsou:

- indukční pece,
- obloukové pece,
- analyzátor pro stanovení obsahu uhlíku a síry s malou pecí.

8.1 Pracoviště

V podniku, který vyrábí speciální kovy a slitiny pro různá průmyslová odvětví, jsou zdroje elektromagnetických polí používány na řadě pracovišť. Případová studie se týká těchto pracovišť:

- úsek maloobjemové výroby slitin,
- úsek výroby ferotitanu,
- velká tavírna s elektrickými pecemi,
- tavírna s obloukovými pecemi,
- analytická laboratoř.

8.2 Povaha práce

Na řadě míst výrobního závodu se provádí zpracování surovin na speciální kovy a slitiny a společnost provádí rovněž analytické zkoušky v laboratoři.

Většina prací, které byly předmětem této případové studie, spočívala v ručním plnění pecí – většinou za provozu, v závislosti na vybavení.

Veškerá údržba a opravy probíhají pouze tehdy, pokud je zařízení vypnuto, a to kvůli dalším rizikům, jako je úraz elektrickým proudem, popálení, úrazy způsobené pohybujícími se částmi strojního zařízení atd.

8.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí, a jejich použití

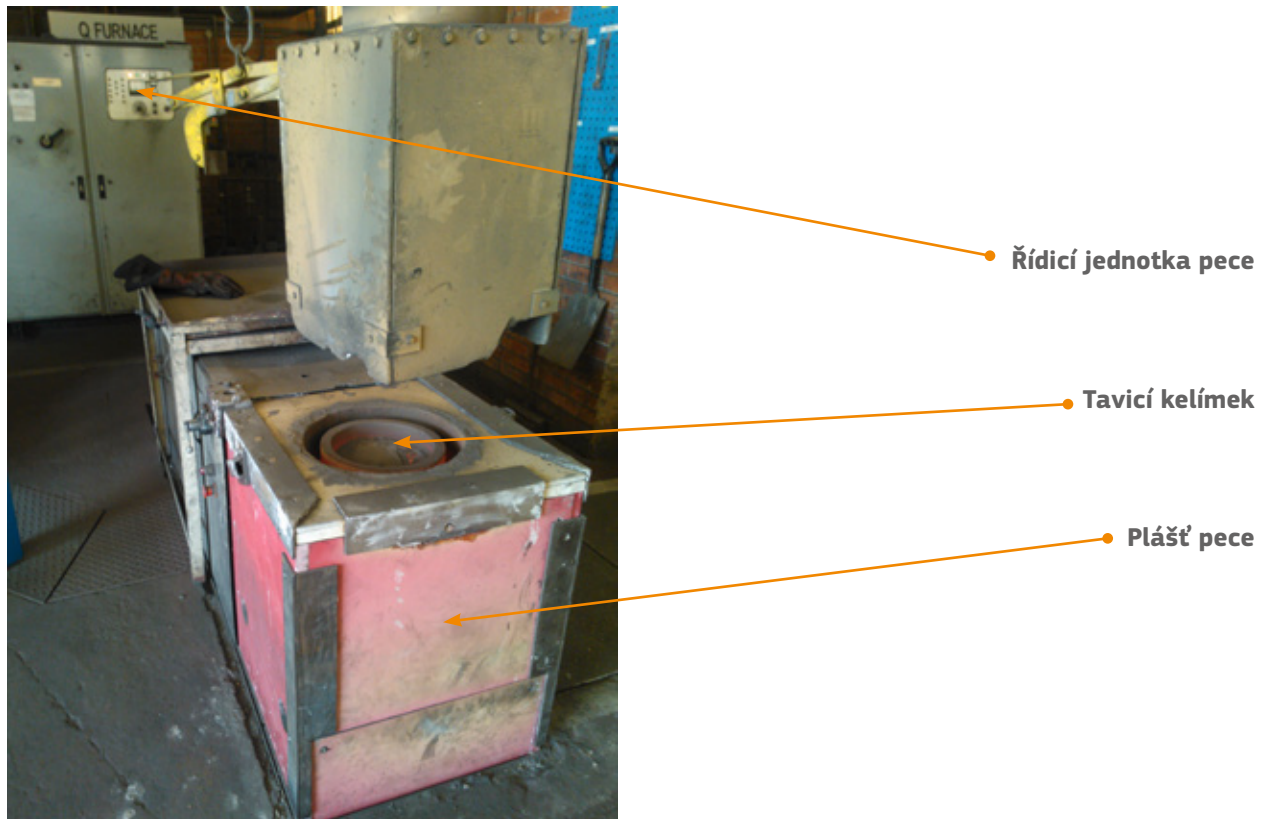
8.3.1 Úsek maloobjemové výroby slitin

V tomto zařízení se vyrábí slitiny v malé indukční peci (přibližně 30 cm v průměru). Indukční pec pracuje při frekvencích od 2,4 do 2,6 kHz o výkonu 60 až 160 kW. Pec je zobrazena na obrázku 8.1 a způsob jejího provozu je popsán níže:

- tavicí kelímek obsahující 45 kg suroviny se naloží do pece,
- obsluhující pracovník nastaví výkon přibližně na 60 kW a zapne pec při frekvenci 2,42 kHz,

- během přibližně 25 minut se výkon automaticky zvýší na 160 kW,
- během této doby se rovněž zvýší frekvence na 2,6 kHz,
- po přibližně 25 minutách obsluhující pracovník sníží výkon na 80 kW,
- po dalších 5 minutách obsluhující pracovník pec vypne a vyjme tavicí kelímek.

Obrázek 8.1 Indukční pec v úseku maloobjemové výroby slitin



8.3.2 Úsek výroby ferotitanu

V tomto výrobním zařízení se nachází dvě indukční pece s kapacitou 1,5 tuny napájené z jediné řídicí jednotky proměnného indukčního výkonu. Pece pracují při frekvencích od 217 do 232 Hz o výkonu 600 kW. Tavicí kelímky jsou nakládány ručně, obvykle při zapnuté peci.

8.3.3 Velká tavírna s elektrickými pecemi

V tomto zařízení se nachází 10 indukčních pecí, každá s kapacitou 1,5 tuny, které pracují při frekvenci 50 Hz. Tavicí kelímky jsou opatřeny indukčními cívkami, které přivádí energii a udržují kov během lití roztavený.

Tavicí kelímky jsou umístěny na pecní plošině, do které jsou zapuštěny po okraj, a obsluhující pracovníci je obvykle během procesu tavení plní ručně. Na konci tavicího procesu se tavicí kelímky naklopí a tavenina se vylije.

Tavicí pece pracují o výkonu od 70 do 1 300 kW. Výkon potřebný pro provoz pece se v průběhu tavicího procesu mění – ke konci se snižuje, protože jakmile dojde k úplnému roztavení kovu, jeho uchování v roztaveném stavu už vyžaduje nižší výkon.

Pece jsou napájeny z transformátorů umístěných ve sklepích pod pecemi. Transformátory a přípojnice jsou umístěny v klecích a přístup k nim je omezen prostřednictvím systému chyceného klíče. Řídicí jednotky proměnného indukčního výkonu jsou umístěny na řídicím stanovišti na pecní plošině.

8.3.4 Tavná s elektrickými obloukovými pecemi

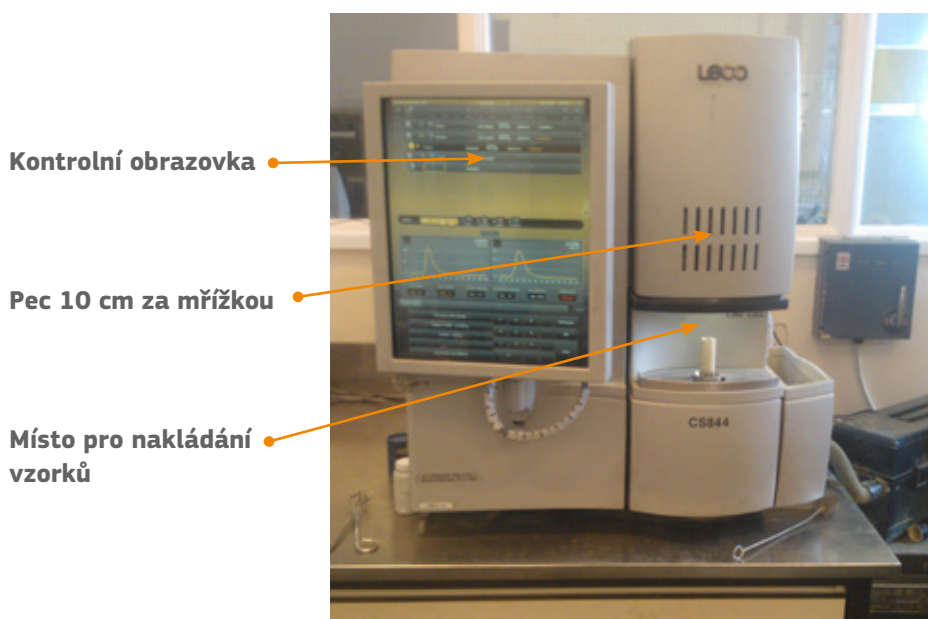
V zařízení se nachází dvě obloukové pece na výrobu slitin na bázi niklu a boru / chromu a boru, které pracují při frekvenci 50 Hz. Jedná se o pece s kontinuálním dávkovým procesem, z každé dávky je získána přibližně 1 tuna slitiny. Tyto pece se nakládají ručně a jsou řízeny z řídicích stanovišť.

Tavicí pece pracují o výkonu od 500 do 1 000 kW. Transformátory a přípojnice, kterými je elektrická energie dodávána do pecí, jsou umístěny v klecích a přístup k nim je omezen prostřednictvím systému chyceného klíče.

8.3.5 Analytická laboratoř

V této laboratoři je používán stolní analyzátor pro stanovení obsahu uhlíku a síry. Analyzátor má v sobě zabudovanou malou pec o výkonu 2,2 kW, která pracuje při frekvenci 18 MHz. Vzorky, které do analyzátorů vkládá laboratorní pracovník, jsou vsouvány do středu pecní cívky, která je umístěna uvnitř analyzátoru, přibližně 10 cm uvnitř pláště. Následně je pec zapnuta přibližně na jednu minutu, kdy probíhá analýza. Vzorek se následně vytáhne ven z pece a laboratorní pracovník jej odebere. Celý proces od nakládání vzorku po jeho odebrání zajišťuje automatický podavač a laboratorní pracovník se nemusí během provozu nacházet v blízkosti analyzátoru. Zařízení je znázorněno na obrázku 8.2.

Obrázek 8.2 Analyzátor pro stanovení obsahu uhlíku a síry v analytické laboratoři



Kontrolní obrazovka

Pec 10 cm za mřížkou

Místo pro nakládání vzorků

8.4 Metoda hodnocení expozice

Měření expozice provedl odborný konzultant pomocí speciálních přístrojů. Vzhledem k velikosti objektu a množství pracovišť, kde by se mohlo vyskytnout elektromagnetické pole, byl proveden prvotní průzkum s cílem stanovit oblasti, kde by mohlo dojít k překročení referenčních hodnot. Těmto oblastem pak byla věnována pozornost a byla provedena další a podrobnější měření, aby mohl být vypracován akční plán. Všechna měření byla prováděna v místech, kam mají pracovníci přístup v době provozu zařízení.

Tato měření se zaměřila na magnetická pole vytvářená zařízeními, neboť je pravděpodobné, že právě tato pole budou mít na expozici pracovníků největší podíl.

Při hodnocení expozice zvláště ohrožených pracovníků bylo provedeno srovnání s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES) (viz dodatek E dílu 1 příručky).

8.4.1 Úsek maloobjemové výroby slitin

Měření byla prováděna na různých místech po celém výrobním zařízení v průběhu procesu tavení. Místa, kde bylo provedeno měření:

- v blízkosti pece,
- v blízkosti řídicí jednotky,
- v blízkosti napájecích kabelů řídicí jednotky,
- v blízkosti kabelů vedoucích z řídicí jednotky k peci,
- v kabině obsluhujícího pracovníka.

8.4.2 Úsek výroby ferotitanu

Měření byla prováděna na různých místech po celém výrobním zařízení v průběhu procesu tavení. Místa, kde bylo provedeno měření:

- v blízkosti pecí,
- v blízkosti řídicí jednotky proměnného indukčního výkonu,
- v blízkosti napájecích kabelů řídicí jednotky,
- v blízkosti kabelů vedoucích z řídicí jednotky k peci,
- u ovládacího pultu obsluhujícího pracovníka.

8.4.3 Velká tavírna s elektrickými pecemi

Byla prováděna měření na různých místech po celém výrobním zařízení během provozu pecí. Místa, kde bylo provedeno měření:

- v poloze obsluhujícího pracovníka při nakládce pece z plošiny pece,
- v poloze obsluhujícího pracovníka při manipulaci s mechanismem pro nakládání tavicího kelímku,
- v blízkosti tavicího kelímku během nakládání,

- na řídicím stanovišti,
- v blízkosti řídicích jednotek proměnného indukčního výkonu,
- v blízkosti napájecích kabelů řídicích jednotek,
- v blízkosti kabelů vedoucích z řídicích jednotek k pecím,
- v okolí klecí v podzemních místnostech s transformátory,
- v nejbližším přístupném bodě pod sběrnicemi.

8.4.4 Tavírna s elektrickými obloukovými pecemi

Byla prováděna měření na různých místech po celém výrobním zařízení během provozu pecí. Místa, kde bylo provedeno měření:

- v poloze obsluhujícího pracovníka při nakládce pecí,
- na řídicím stanovišti,
- v blízkosti řídicích jednotek,
- v nejbližším přístupném bodě kolem základny pecí,
- v nejbližším přístupném bodě pod sběrnicemi,
- v okolí klecí s transformátory,
- na chodnících kolem pece.

8.4.5 Analytická laboratoř

Byla provedena měření v okolí analyzátoru během provozu pece. Zvláštní pozornost byla věnována prostoru kolem pece a místu, kde stojí obsluhující pracovník během probíhající analýzy.

8.5 Výsledky hodnocení expozice

8.5.1 Prvotní hodnocení expozice

Výsledky měření expozice byly porovnány s vysokými i nízkými referenčními hodnotami a referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES). Pokud bylo zjištěno, že výsledky na některém z pracovišť překračují referenční hodnoty, byla provedena další měření s cílem stanovit vzdálenost, v níž magnetická indukce dosahuje 100 % referenční hodnoty, aby mohlo být rozhodnuto o provedení podrobnějšího posouzení na základě pravděpodobnosti pohybu pracovníků v prostorách, kde došlo k překročení referenční hodnoty. Shrnutí důležitých závěrů prvotního hodnocení expozice je uvedeno v tabulce 8.1.

Tabulka 8.1 Shrnutí důležitých závěrů prvotního hodnocení expozice

Pracovní úsek	Zařízení	Oblasti s nejvyšší expozicí a hranice vymezující dosažení referenční hodnoty (pokud je to relevantní)	Úroveň expozice vyjádřená jako procentuální podíl:		
			nízké referenční hodnoty	vysoké referenční hodnoty	referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES)
Úsek maloobjemové výroby slitin	Indukční pec (2,42 až 2,6 kHz)	50 cm od okraje pláště pece	190 % ¹	190 % ¹	3 500 % ²
		80 cm od okraje pláště pece	100 % ¹	100 % ¹	1 800 % ²
Úsek výroby ferotitanu	Dvě indukční pece (217 až 232 Hz)	Poloha trupu obsluhujícího pracovníka v blízkosti řídicí jednotky proměnného indukčního výkonu	7,8 % ³	6,0 % ⁴	360 % ⁵
Velká tavírna s elektrickými pecemi	10 indukčních pecí (50 Hz)	30 cm od kabelů k tavicímu kelímku během nakládění	40 % ³	6,7 % ⁶	400 % ⁷
Tavírna s obloukovými pecemi	Dvě obloukové pece (50 Hz)	Poloha trupu obsluhujícího pracovníka co nejbližší k základně pece	70 % ³	12 % ⁶	700 % ⁷
Analytická laboratoř	Analyzátor pro stanovení obsahu uhlíku a síry s RF pecí (18 MHz)	20 cm od povrchu pláště analyzátoru	110 % ⁸		230 % ⁹
		22 cm od povrchu pláště analyzátoru	100 % ⁸		220 % ⁹

¹ Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 2,6 kHz: 115 µT² Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) při frekvenci 2,6 kHz: 6,25 µT³ Nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvencích v rozsahu 25 až 300 Hz: 1 000 µT⁴ Vysoká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 230 Hz: 1 300 µT⁵ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) při frekvenci 230 Hz: 21,7 µT⁶ Vysoká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 50 Hz: 6000 µT⁷ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) při frekvenci 50 Hz: 100 µT⁸ Referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvencích v rozsahu 10 až 400 MHz: 0,2 µT⁹ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) při frekvencích v rozsahu 10 až 400 MHz: 0,092 µT

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ±10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

Z výsledků prvotního hodnocení expozice získala společnost tyto informace:

- vysoké a nízké referenční hodnoty jsou překračovány až do vzdálenosti 80 cm od indukční pece v úseku maloobjemové výroby slitin, přičemž tyto prostory jsou v průběhu tavicího procesu pracovníkům snadno přístupné,
- byly překročeny referenční hodnoty u analyzátoru pro stanovení obsahu uhlíku a síry v analytické laboratoři až do vzdálenosti 22 cm, přičemž pracovníci se během provozu pece nedostali do této oblasti žádnou částí těla,
- na všech posuzovaných pracovních úsecích byly překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) v prostorách snadno přístupných pracovníkům.

Například u analyzátoru pro stanovení obsahu uhlíku a síry byla oblast, v níž byly překročeny referenční hodnoty, malá, takže způsob, jakým je tento analyzátor provozován, zajišťuje, že pracovníci nebudou s největší pravděpodobností vystaveni elektrickým a magnetickým polím přesahujícím referenční hodnoty.

Na základě zjištění prvotního hodnocení expozice provedl konzultant podrobnější posouzení indukční pece v úseku maloobjemové výroby slitin.

8.5.2 Podrobné hodnocení expozice způsobené indukční pecí v úseku maloobjemové výroby slitin

Odborný konzultant provedl hodnocení expozice, které zahrnovalo i pozorování obsluhy pece, aby mohlo být nalezeno praktické řešení problému.

Byla provedena řada měření magnetické indukce na různých místech kolem pece. Výsledky těchto měření umožnily stanovit obrysy oblastí, kde jsou překračovány referenční hodnoty a referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Rozsah oblastí, v nichž jsou překračovány referenční hodnoty, byl rovněž vyznačen na podlaze (obrázek 8.3). Shrnutí důležitých závěrů podrobného hodnocení expozice je uvedeno v tabulce 8.2. Na obrázku 8.4 je v odpovídajícím měřítku znázorněna pec a obrysy oblastí, kde jsou překračovány referenční hodnoty a referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES).

Tabulka 8.2 Shrnutí důležitých závěrů podrobného hodnocení expozice způsobené indukční pecí v úseku maloobjemové výroby slitin

Místo měření:	Úroveň expozice vyjádřená jako procentuální podíl:		
	vysoké a nízké referenční hodnoty ¹	referenční hodnoty pro končetiny ²	referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) ³
45 cm od okraje pláště pece (vzdálenost pro referenční hodnotu pro končetiny)	300 %	100 %	5 500 %
80 cm od okraje pláště pece (vzdálenost pro referenční hodnotu pro končetiny)	100 %	33 %	1 800 %
300 cm od okraje pláště pece (vzdálenost pro referenční úroveň podle doporučení Rady 1999/519/ES)	5,4 %	1,8 %	100 %
Poloha trupu obsluhujícího pracovníka u řídicí jednotky	3,5 %	1,2 %	64 %
450 cm od okraje pláště pece (poloha trupu obsluhujícího pracovníka stojícího v kabině)	2,0 %	0,67 %	37 %

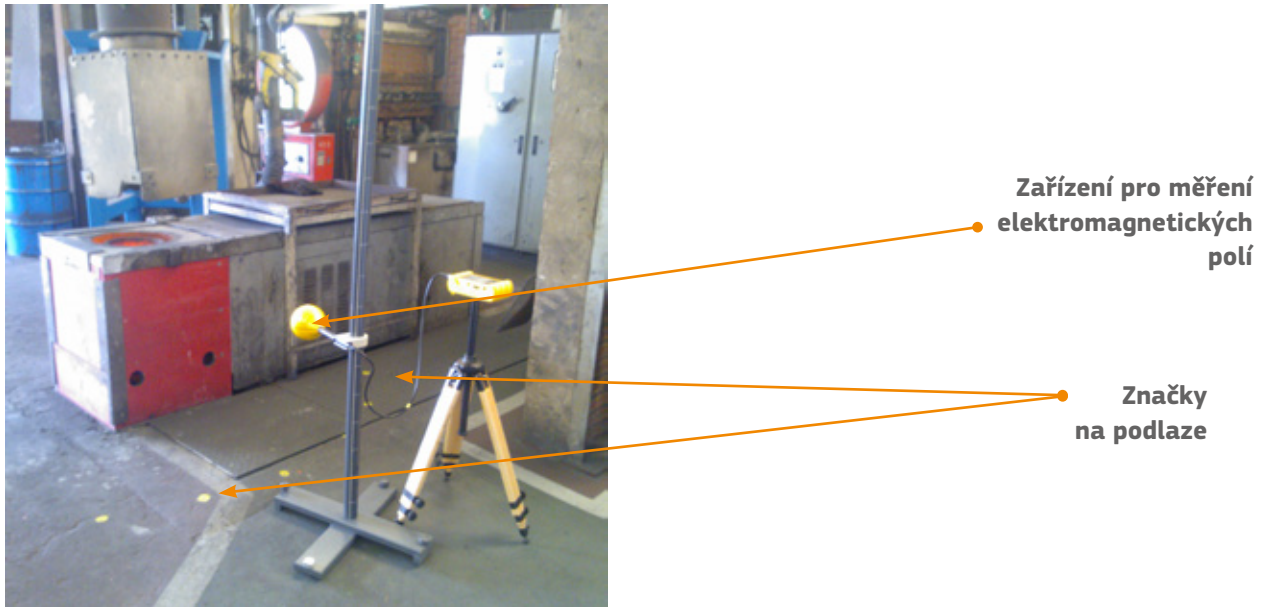
¹ Vysoká a nízká referenční hodnota pro magnetickou indukci při frekvenci 2,6 kHz: 115 μ T

² Referenční hodnota pro končetiny pro magnetickou indukci při frekvenci 2,6 kHz: 346 μ T

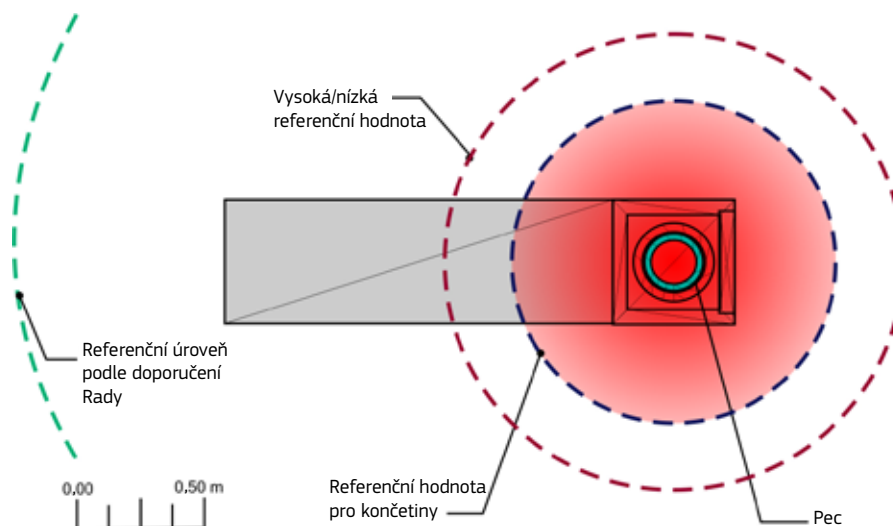
³ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) při frekvenci 2,6 kHz: 6,25 μ T

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ± 10 % a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky vyjádřeny jako přímý procentuální podíl referenčních hodnot.

Obrázek 8.3 Značky na podlaze pro vyznačení oblastí, v nichž jsou překračovány vysoké i nízké referenční hodnoty



Obrázek 8.4 Půdorysné zobrazení znázorňující oblasti, ve kterých by v okolí indukční pece v úseku maloobjemové výroby slitin mohlo dojít k překročení referenčních hodnot a referenčních úrovní podle doporučení Rady (1999/519/ES)



Obrysy znázorněné na obrázku 8.4 mají podobu kruhů soustředných kolem středu pece. Bylo zjištěno, že obsluhující pracovník nemusí vstupovat do oblastí vyznačených obrysem pro vysokou a nízkou referenční hodnotu, pokud je pec zapnutá, protože veškeré činnosti, které vyžadují přístup do této oblasti (naložení tavicího kotlíku do pece před zahájením tavicího procesu a jeho vyjmutí po skončení tavicího procesu) se provádí, když je pec vypnutá (obrázek 8.5). Z toho vyplývá, že zabránění přístupu do oblasti bylo nejlepším opatřením v zájmu omezení expozice silným magnetickým polím. K tomu je však třeba dodat, že se nedoporučuje namontování zábran kolem pece, protože by mohly překážet pohybu a zvyšovat riziko vážnějších nehod při manipulaci s tavicími kelímkami.

Obrázek 8.5 Činnosti, které vyžadují přístup do blízkosti pece, se provádí, když je pec vypnutá



8.6 Hodnocení rizik

Na základě hodnocení expozice provedeného odborným konzultantem společnost vypracovala zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro toto pracoviště v souvislosti s expozicí elektromagnetickým polím. Hodnocení bylo vypracováno v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vyplynuly tyto závěry:

- zvláště ohrožení pracovníci mohou být vystaveni nebezpečí na kterémkoli úseku pracoviště,
- v úseku maloobjemové výroby slitin měli pracovníci, včetně zvláště ohrožených pracovníků, neomezený přístup do prostor, kde byly překročeny referenční hodnoty.

Společnost na základě hodnocení rizik vypracovala akční plán i odpovídající dokumentaci.

Příklad zvláštního hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro toto pracoviště je uveden v tabulce 8.3.

Tabulka 8.3 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro pracoviště hutní výroby

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky magnetického pole	Žádná	Pracovníci úseku maloobjemové výroby slitin	✓				✓	Střední	Zabránění přístupu do prostor, kde jsou překračovány referenční hodnoty Umístění vhodných výstražných značek na pracovních úsecích, kde jsou překračovány referenční hodnoty
		Pracovníci v ostatních posuzovaných úsecích	✓			✓		Nízké	Zvláštní výstražné upozornění v rámci bezpečnostního školení pro pracovníky
		Návštěvníci	✓				✓	Nízké	Umístění vhodných výstražných značek pro osoby se zdravotnickými implantáty u vstupu do dalších pracovních úseků
		Zvláště ohrožení pracovníci (včetně těhotných žen)		✓			✓	Střední	Výstražné upozornění v rámci bezpečnostních informací pro návštěvníky a dodavatele
Nepřímé účinky magnetického pole (interference se zdravotnickými implantáty)	Žádná	Zvláště ohrožení pracovníci		✓			✓	Střední	Viz výše

8.7 Dříve přijatá preventivní opatření

Přístup k transformátorům a přípojnicím, jež jsou k zařízení připojeny, byl omezen s ohledem na nebezpečí úrazu elektrickým proudem, čímž byl rovněž do jisté míry omezen přístup k potenciálně silným magnetickým polím, ačkoli před provedením tohoto hodnocení expozice odborným konzultantem nebyla přijata žádná konkrétní preventivní opatření v souvislosti s expozicí elektromagnetickým polím.

Jedním ze zajímavých poznatků bylo, že navzdory podstatně vyššímu výkonu nedošlo v běžně přístupných prostorách v okolí velkých pecí ani v jejich řídicích jednotkách k překročení žádné referenční hodnoty. To může být dáno fyzickým rozměrem zařízení, který neumožňuje přístup k potenciálně silným magnetickým polím. Oblasti, kde může dojít k překročení referenčních hodnot, se nacházejí v blízkosti menších zařízení, a to jednoduše proto, že tato zařízení vzhledem ke své malé velikosti umožňují přístup na kratší vzdálenost.

8.8 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Na základě výsledků hodnocení expozice mohla společnost zavést ochranná a preventivní opatření s cílem zajistit, aby pracovníci, včetně zvláště ohrožených osob, nebyli vystavováni elektromagnetickým polím v takové míře, která by mohla být škodlivá. Některá dodatečná preventivní opatření byla přijata bezprostředně po prvotním hodnocení expozice. Tato opatření zahrnují:

- zákaz přístupu do těchto pracovních úseků osobám se zdravotnickými implantáty,
- instruktážní video společnosti, které se promítá v rámci školení v oblasti ochrany zdraví a bezpečnosti práce, bylo doplněno o výstražné upozornění na přítomnost silných magnetických polí a výstražné upozornění pro osoby se zdravotnickými implantáty,
- u vstupu do příslušných pracovních úseků byly umístěny výstražné značky s piktogramy upozorňujícími na magnetické pole a zákaz vstupu týkající se zdravotnických implantátů, obsahující příslušný text (obrázek 8.6).

Další ochranná a preventivní opatření byla přijata na základě podrobnějšího hodnocení expozice:

- na podlaze byla vyznačena oblast kolem úseku maloobjemové výroby slitin, v níž došlo k překročení referenčních hodnot (obrázek 8.7), a pracovníkům byl vydán pokyn, aby do tohoto prostoru během provozu pece nevstupovali,
- v okolí indukční pece byly umístěny výstražné značky s piktogramy upozorňujícími na silné magnetické pole a zákaz vstupu, obsahující příslušný text (obrázek 8.7).

Obrázek 8.6 Ukázky výstražných značek umístěných u vstupu do jednotlivých úseků pracoviště



Pozor!
Silná magnetická pole



**Zákaz vstupu osobám s
aktivními implantabilními
zdravotnickými prostředky**

Obrázek 8.7 Značení na podlaze společně s výstražným upozorněním vymezují oblast, kde může dojít k překročení referenčních hodnot



Silná magnetická pole



**Nevstupujte do žlutě
šrafovaného prostoru,
pokud je pec zapnutá**

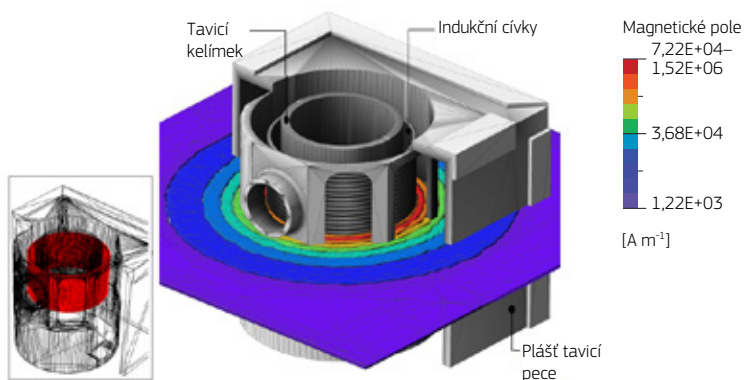
8.9 Odkazy na zdroje dalších informací

Pro úplnost společnost požádala odborného konzultanta, aby vypracoval počítačový model potenciální expozice pracovníka, který se nachází uvnitř šrafované oblasti během provozu pece v úseku maloobjemové výroby slitin, pokud jde o nejvyšší přípustné hodnoty.

Počítačový model byl vypracován s cílem posoudit vnitřní elektrická pole indukovaná v těle obsluhujícího pracovníka, který se nachází bezprostřední blízkosti pece v provozu. Hodnoty parametrů počítačového modelu byly stanoveny tak, aby výsledné hodnoty intenzity magnetického pole odpovídaly hodnotám naměřeným v rámci hodnocení expozice.

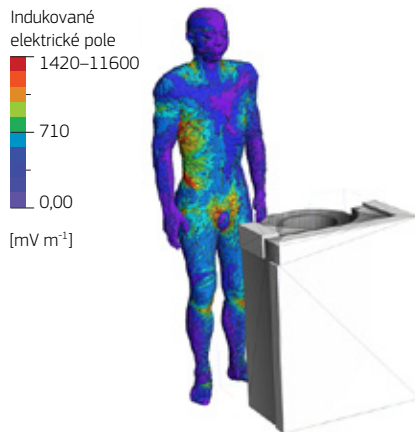
Prostorové rozložení magnetického pole v rovině x-y kolem indukční pece, jež vyplynulo z modelu, je znázorněno na obrázku 8.8. Tyto vypočítané hodnoty pole odpovídaly do značné míry hodnotám naměřeným v rámci hodnocení expozice a také prokázaly, že ačkoli je intenzita magnetických polí v blízkosti indukční cívky pece relativně vysoká, s rostoucí vzdáleností tyto hodnoty velmi rychle klesají.

Obrázek 8.8 Prostorové rozložení magnetického pole v rovině x-y znázorněné na příčném řezu indukční pece, vytvořené na základě počítačového modelu. Indukční cívka je znázorněna červeně (detailní pohled)



Výpočty vnitřních elektrických polí indukovaných v těle byly prováděny pro pracovníka stojícího 65 cm od středu indukční pece. Rozložení indukovaného elektrického pole v modelu lidského těla je znázorněno na obrázku 8.9. Nejvyšší hodnota elektrického pole v těle vypočtená pro tento případ expozice činí 916 mV m^{-1} (v kostní tkáni), což představuje 83 % nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví při frekvenci 2,43 kHz.

Obrázek 8.9 Prostorové rozložení maximálních vnitřních elektrických polí indukovaných v modelu lidského těla při expozici způsobené indukční pecí

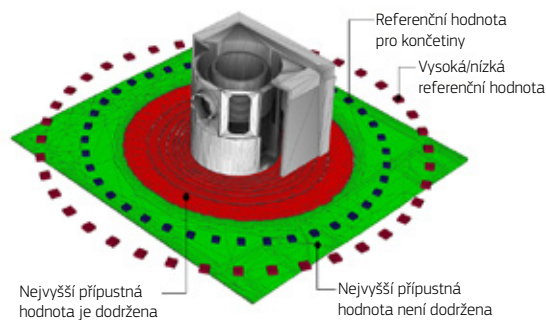


Oblast, ve které by mohlo dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví v důsledku expozice způsobené indukční pecí, by mohla být stanovena na základě simulací expozice s využitím modelu lidského těla v různých vzdálenostech od pece.

Bylo zjištěno, že nejvyšší přípustné hodnoty mohou být překročeny pouze v případě, že se tělo nachází v okruhu přibližně 60 cm od středu pece během jejího provozu. Tato oblast je na obrázku 8.10 vyznačena červeně. Rovněž jsou znázorněny oblasti, ve kterých by mohlo dojít k překročení referenčních hodnot (obrázek 8.4).

Jelikož pec je zabudována v ochranném plášti o rozměrech přibližně 63 cm x 63 cm (okraj pláště se tedy nachází ve vzdálenosti 31,5 cm od středu pece), došlo by k překročení nejvyšších přípustných hodnot pouze v případě, že by obsluhující pracovník stál v bezprostřední blízkosti pláště, což je považováno za nepravděpodobný scénář expozice. Společnost tak nabyla přesvědčení, že vyznačení na podlaze je dostatečným preventivním opatřením.

Obrázek 8.10 Vyznačení oblastí kolem indukční pece, kde může dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (červená oblast). Dále jsou zde znázorněny oblasti, kde nedochází k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (zelená oblast a dále), a oblasti, kde by mohlo dojít k překročení referenčních hodnot (modročervená oblast)



9. ZAŘÍZENÍ VYUŽÍVAJÍCÍ RADIOFREKVENČNÍ PLAZMU

Zařízení využívající radiofrekvenční plazmu se obvykle používají při výrobě polovodičových součástek či integrovaných obvodů. Jsou rovněž využívána v dalších odvětvích k čištění optických součástí, ve spektroskopických zařízeních a ve výzkumu. Tato případová studie se zabývá zařízeními využívajícími radiofrekvenční plazmu v procesu výroby destiček pro polovodičové součástky v prostředí čisté místnosti. Zaměstnavatel byl znepokojen nebezpečím, jemuž by mohl být vystaven pracovník s kardiostimulátorem, který se připravoval k návratu na pracoviště. Výrobce kardiostimulátoru poskytl zaměstnavateli podrobné informace o bezpečných mezních hodnotách expozice kardiostimulátorů elektromagnetickým polím.

9.1 Povaha práce

Náplň práce pracovníka, kterému byl implantován kardiostimulátor, obvykle spočívá ve vkládání destiček do zařízení využívajícího radiofrekvenční plazmu a v obsluze tohoto zařízení (obrázek 9.1).

Obrázek 9.1 Prostor pro vkládání destiček



Obrázek 9.2 Reakční komora v pracovním úseku



9.2 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

Zařízení využívající radiofrekvenční plazmu obvykle tvoří radiofrekvenční zdroj a vakuovaná reakční komora (obrázek 9.2). Některá zařízení na pracovišti mají více radiofrekvenčních zdrojů a/nebo více reakčních komor. Vytvářené radiofrekvenční pole slouží k vytvoření a udržování plazmového výboje, který se používá k procesům jako např. leptání, depozice či odstraňování starých povlaků (stripping) z polovodičových destiček uvnitř komory. Vytvářené rádiové frekvence se mohou pohybovat od několika stovek kHz až po několik GHz. Běžně používané frekvence jsou 400 kHz, 13,56 MHz a 2,45 GHz.

U tohoto typu zařízení bývá radiofrekvenční pole obvykle odstíněno krytem zařízení a kovovou reakční komorou. K úniku radiofrekvenčních vln může dojít např. v případě, že jsou v krytu zařízení mezery, třeba v důsledku prohnutých nebo nesprávně upevněných panelů, chybějících šroubů, vadných kabelových konektorů či poškozených pružných vlnodů. Jakékoli netěsnosti v reakční komoře nebo u vlnodů se pravděpodobně projeví ztrátou vakua. Některé komory mají zabudována průhledová okna s ochrannými sítěmi, a pokud tyto sítě chybí nebo jsou poškozené, může to mít za následek únik radiofrekvenčních vln.

Některá zařízení mají v sobě zabudovány silné magnety, v důsledku čehož vytvářejí statická magnetická pole.

9.3 Jakým způsobem se zařízení používá

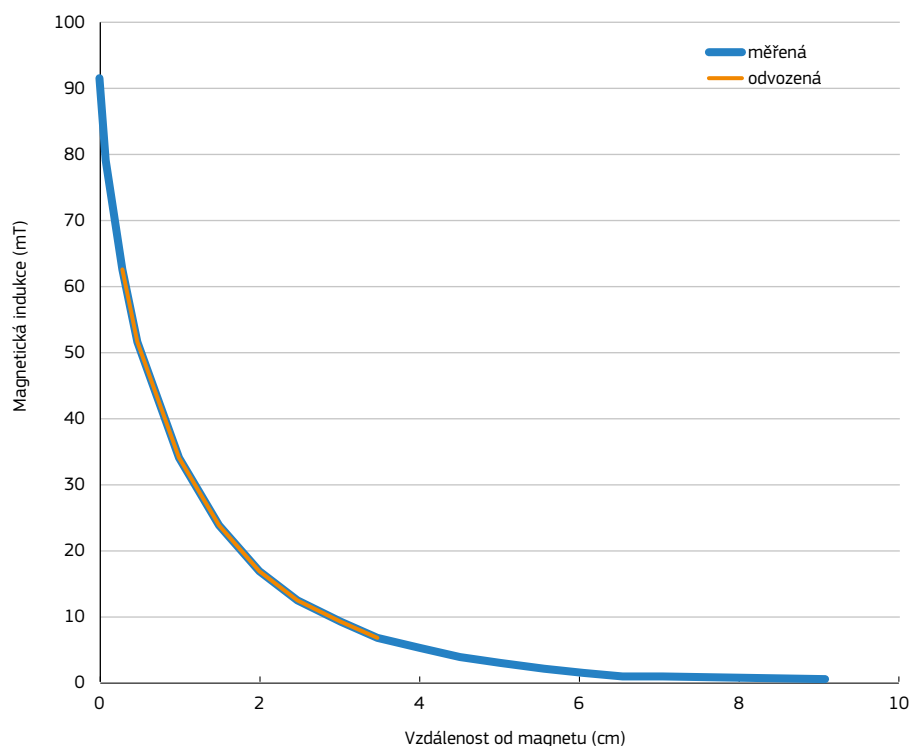
Uživatel kardiostimulátoru se obvykle zdržuje ve výrobním úseku čisté místnosti, kde obsluhuje zařízení a nakládá destičky. Reakční komory a generátory radiofrekvenčních vln, jež jsou spojené se všemi jednotlivými zařízeními, se nacházejí v servisním úseku. Pracovník může sice do servisního úseku vstupovat, avšak neprovádí žádné servisní ani údržbářské úkony.

9.4 Metoda hodnocení expozice

Bylo by možné provést měření elektromagnetických polí v okolí tohoto zařízení. Vyžádalo by si to však služby odborného konzultanta a použití speciálních zařízení. Vzhledem k tomu, že zařízení pracuje s různými frekvencemi, bude třeba použít více různých měřicích přístrojů. Kromě toho bude v případě mezifrekvenčních polí (např. 400 kHz a 13,56 MHz) třeba provést měření v „blízkém poli“. Elektrická a magnetická pole musí být měřena zvlášť. V případě vyšších frekvencí (2,45 GHz) budou měření obvykle prováděna ve „vzdáleném poli“. Zde se elektrická a magnetická pole šíří v podobě elektromagnetických vln, a je proto běžnější měřit pouze elektrické pole. Magnetické pole lze následně odvodit, protože obě pole spolu souvisí.

V rámci hodnocení expozice zaměstnavatel nejprve oslovil výrobce zařízení využívajících radiofrekvenční plazmu a požádal je o informace ohledně potenciálního úniku radiofrekvenčních polí ze zařízení a vzdálenosti, do jaké by mohla tato pole představovat nebezpečí.

Jeden z výrobců poskytl zaměstnavateli graf (obrázek 9.3), z něhož vyplývá, že úroveň statického magnetického pole klesá se vzdáleností od silných magnetů zabudovaných v zařízení, a informoval zaměstnavatele, že ve vzdálenosti 10 cm od magnetů magnetická indukce klesne pod hodnotu 0,5 mT.

Obrázek 9.3 Graf magnetické indukce klesající se vzdáleností

Výrobce kardiostimulátorů poskytl údaje o bezpečných mezích hodnotách jednotlivých zdrojů elektromagnetické interference (tabulka 9.1). Zaměstnavatel si byl vědom toho, že hodnota statických magnetických polí byla uvedena v gaussech a že je třeba ji převést na jednotku militesla, kterou používá směrnice o elektromagnetických polích.

Tabulka 9.1 Bezpečné mezí hodnoty stanovené výrobcem kardiostimulátoru (specifické pro konkrétní kardiostimulátor daného pracovníka)

Zdroj elektromagnetické interference	Mezní hodnota intenzity elektromagnetického pole (RMS)
Frekvence střídavého proudu z elektrické sítě (50/60 Hz)	10 000 V/m (6 000 V/m; mimo nominální)
Vysoká frekvence (150 kHz a vyšší)	141 V/m
Statická magnetická pole (stejnoseměrný proud)	10 gaussů
Modulovaná magnetická pole	80 A/m do 10 kHz a 1 A/m pro frekvence vyšší než 10 kHz

Zaměstnavateli se nepodařilo získat od výrobce informace ohledně radiofrekvenčních polí, a proto se rozhodl vybrat konzultanta, který provede měření v okolí vybraných zařízení využívajících radiofrekvenční plazmu.

9.5 Výsledky hodnocení expozice

Zaměstnavatel převedl příslušné mezní hodnoty, které poskytl výrobce kardiostimulátoru (tabulka 9.1), na jednotky, které používá směrnice o elektromagnetických polích (tabulka 9.2). Porovnáním výsledků měření s těmito mezními hodnotami bylo prokázáno, že mezní hodnoty pro kardiostimulátor nebyly v okolí radiofrekvenčního plazmového zařízení určeného k leptání překročeny.

Tabulka 9.2 Mezní hodnoty pro kardiostimulátor (údaje poskytnuté výrobcem kardiostimulátoru)

Frekvence	Mezní hodnota
Elektrická pole 150 kHz a vyšší	141 Vm ⁻¹
Statická magnetická pole (stejnoseměrný proud)	1 mT
Magnetická pole v pásmu vyšším než 10 kHz	1,25 μT

Výsledné naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulkách níže. Tabulka 9.3 zachycuje výsledky měření prováděných v okolí radiofrekvenčního plazmového zařízení určeného k leptání, pracujícího při frekvenci 400 kHz. Měření byla provedena kolem celého zařízení, avšak nejvyšší hodnoty elektrických i magnetických polí byly zjištěny v okolí spojů pláště radiofrekvenčního generátoru. Z výsledků měření vyplývá, že referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích nebyly překročeny.

Tabulka 9.3 Výsledky měření prováděných v okolí radiofrekvenčního plazmového zařízení určeného k leptání

Poloha	Frekvence	Magnetická indukce (μT)	Referenční hodnota (μT)	Intenzita elektrického pole (Vm ⁻¹)	Referenční hodnota (Vm ⁻¹)
Skříň generátoru radiofrekvenčního pole	400 kHz	0,05	5	0,06	610

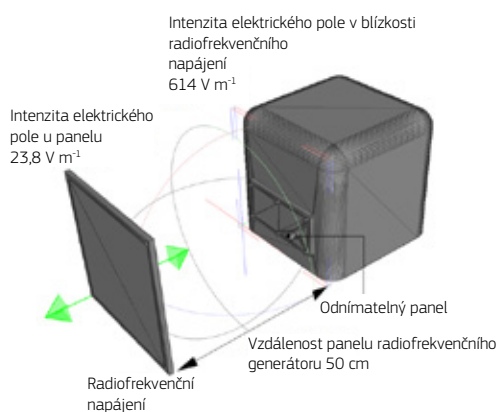
Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ±2,7 dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami.

Tabulka 9.4 ukazuje výsledky měření provedených v okolí jednotky pro fyzikální vakuové napařování pracující při frekvenci 13,56 MHz. Z výsledků měření vyplývá, že referenční hodnoty podle směrnice o elektromagnetických polích, stejně jako mezní hodnoty pro kardiostimulátor uvedené v tabulce 9.2, byly překročeny v blízkosti vstupu radiofrekvenčního napájení do komory. Obě poslední zmíněné polohy měření jsou znázorněny na obrázku 9.4.

Tabulka 9.4 Výsledky měření v okolí jednotky pro fyzikální vakuové napařování

Poloha	Frekvence generátoru	Magnetická indukce (μT)	Referenční hodnota (μT)	Intenzita elektrického pole ($\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$)	Referenční hodnota ($\text{V}\cdot\text{m}^{-1}$)
Horní povrch komory	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
Pod komorou, v blízkosti vstupu radiofrekvenčního napájení do komory	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Poloha odnímatelného panelu ve vzdálenosti 0,5 m od radiofrekvenčního napájení	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 2,7$ dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami.

Obrázek 9.4 Poloha měření provedených v blízkosti radiofrekvenčního napájení jednotky pro fyzikální vakuové napařování

9.6 Hodnocení rizik

Pokud jde o statická magnetická pole v okolí magnetů, bylo zjištěno, že by do vzdálenosti 10 cm od magnetu mohlo dojít k překročení referenční hodnoty 0,5 mT pro expozice aktivních implantabilních zdravotnických prostředků. Výrobce kardiostimulátoru však byla mezní hodnota pro daný kardiostimulátor stanovena na méně omezující úroveň, a sice 1 mT (tabulka 9.2). Zaměstnavatel proto v hodnocení rizik použil tuto mezní hodnotu. Podle grafu, který poskytl výrobce zařízení (obrázek 9.3), by mohlo dojít k překročení mezní hodnoty pro kardiostimulátor (1 mT) ve vzdálenosti kratší než 10 cm od magnetu (odhadem přibližně 6 cm).

Pokud jde o radiofrekvenční elektromagnetická pole, bylo zjištěno, že k překročení mezních hodnot stanovených výrobcem kardiostimulátoru i k překročení referenčních hodnot může dojít v blízkosti vstupu radiofrekvenčního napájení do komory jednotky pro fyzikální vakuové napařování. Ve vzdálenosti 0,5 metrů od radiofrekvenčního napájení hodnoty klesají pod úroveň mezních hodnot pro kardiostimulátor i pod úroveň referenčních hodnot.

Hodnoty statických magnetických polí i radiofrekvenčních polí klesají pod úroveň mezních hodnot pro kardiostimulátor i pod úroveň referenčních hodnot po krátké vzdálenosti.

Na základě těchto informací vypracoval zaměstnavatel zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí (tabulka 9.5) s cílem zjistit rizika pro osoby s kardiostimulátory i ostatní pracovníky, a to v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik).

Na základě tohoto hodnocení rizik dospěl zaměstnavatel k rozhodnutí, že v případě pracovníka s kardiostimulátorem nebude třeba měnit jeho pracovní náplň; tato osoba se nepodílí na údržbě zařízení, a nemá proto důvod zdržovat se v oblasti (tj. velmi blízko zařízení), kde by mohlo dojít k překročení mezních hodnot pro kardiostimulátor. Bylo rozhodnuto, že přístup do servisního úseku není třeba zakazovat, protože vysoké hodnoty polí jsou značně lokálně omezené. Hodnocení rizik však uvádí, že by mělo být zváženo přijetí opatření pro další pracovníky (např. servisní techniky) a externí dodavatele, kteří mohou mít aktivní implantabilní zdravotnický prostředek.

9.7 Dříve přijatá preventivní opatření

Na základě revize zařízení a přezkoumání postupů společnosti zaměstnavatel zjistil, že v minulosti byla přijata tato preventivní opatření:

- kolem vstupu radiofrekvenčního napájení do komory byl umístěn kryt, který brání v přístupu do těchto prostor (pro účely měření hodnot v okolí jednotky pro fyzikální vakuové napařování byl tento kryt odstraněn),
- společnost dbá na to, aby veškeré zakoupené zařízení mělo patřičnou konstrukci. Například průhledová okna jsou řádně odstíněná, aby zabránila expozici radiofrekvenčnímu poli.

Tabulka 9.5 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro zařízení využívajících radiofrekvenční plazmu

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné		
Přímé účinky elektromagnetického pole: Může dojít k překročení referenčních hodnot v blízkosti radiofrekvenčního napájení v servisním úseku	Umístění krytu na jednotku pro fyzikální vakuové napařování, který brání přístupu do prostoru, kde by mohlo dojít k překročení referenčních hodnot	Obsluhující pracovníci Servisní technici	✓		✓		Nízké	Poskytnutí informací a školení servisním technikům a obsluhujícím pracovníkům Umístění vhodných výstražných značek na zařízení
Nepřímé účinky elektromagnetického pole (účinky na aktivní implantabilní zdravotnické prostředky): Může dojít k překročení mezních hodnot pro kardiostimulátor v blízkosti statických magnetů a v blízkosti radiofrekvenčního napájení v servisním úseku	Umístění krytu na jednotku pro fyzikální vakuové napařování, který brání přístupu do prostoru, kde by mohlo dojít k překročení mezních hodnot pro kardiostimulátor Pole, ve kterých dochází k překročení mezních hodnot pro kardiostimulátor v okolí statických magnetů, jsou značně lokálně omezená	Zvláště ohrožení pracovníci	✓		✓		Nízké	Sdělení nebezpečí o tomto nebezpečí všem pracovníkům Výstražná upozornění v rámci bezpečnostních informací v objektu Umístění vhodných výstražných a zákazových značek na zařízení

9.8 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Na základě výsledků hodnocení rizik se zaměstnavatel rozhodl realizovat tato preventivní opatření:

- umístění výstražných značek varujících před silným magnetickým polem, případně před silným radiofrekvenčním polem, stejně jako značek zakazujících přístup osobám s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky, na zařízení obsahující silné magnety a na odnímatelné panely umožňující přístup k potenciálně vysokým úrovním radiofrekvenčních polí (obrázek 9.5),

Obrázek 9.5 Příklady výstražných značek pro silná magnetická pole a silná radiofrekvenční pole a zákazového symbolu pro osoby s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky



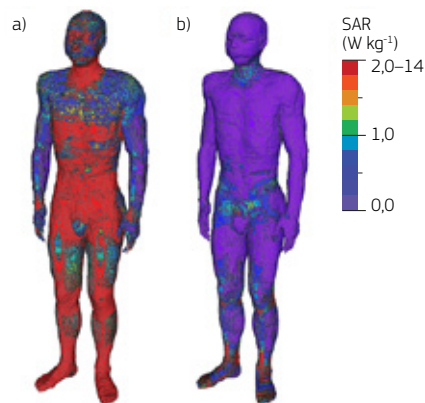
- poskytnutí informací včetně výsledků hodnocení rizik osobě s kardiostimulátorem a závodnímu lékaři,
- informování ostatních pracovníků a návštěvníků prostřednictvím vhodných programů školení ve spojení s dodavateli,
- informování pracovníků, že zařízení nesmí být používáno, není-li kryt na svém místě, a že jakékoli poškození pláště zařízení, vlnovodů nebo odstíněných oken musí být nahlášeno nadřízenému.

9.9 Další informace

Naměřené výsledky byly použity jako základ pro vytvoření počítačového modelu expozice obsluhujícího pracovníka ve vztahu k nejvyšším přípustným hodnotám podle směrnice o elektromagnetických polích (obrázek 9.5). Z vypracovaného modelu vyplývá, že by mohlo dojít k překročení nejvyšších přípustných hodnot v blízkosti vstupu radiofrekvenčního napájení; měrný absorbovaný výkon (SAR), vyjádřený jako průměrná hodnota pro celé tělo, dosahoval úrovně 211 % nejvyšší přípustné hodnoty pro ohřev tkáně pro celé tělo a nejvyšší lokální hodnota SAR, vyjádřená jako průměr na 10 g souvislé tělesné tkáně v končetinách, dosahovala úrovně 147 % nejvyšší přípustné hodnoty pro ohřev tkáně v končetinách. Nejvyšší přípustné hodnoty pro lokální ohřev tkáně v hlavě a v trupu nebyly překročeny; nejvyšší lokální hodnota SAR, vyjádřená jako průměr na 10 g souvislé tělesné tkáně v hlavě a v trupu, dosahovala úrovně 89 % nejvyšší přípustné hodnoty pro lokální ohřev tkáně v hlavě a v trupu.

Ve vzdálenosti 0,5 m od radiofrekvenčního napájení nepřekračovala naměřená intenzita elektrického pole referenční hodnoty, a proto model podle očekávání ukázal, že hodnoty SAR pro celé tělo i lokální hodnoty SAR byly podstatně nižší než nejvyšší přípustné hodnoty (méně než 0,5 %).

Obrázek 9.6 Prostorové rozložení SAR u člověka a) v blízkosti radiofrekvenčního napájení a b) v blízkosti odnímatelného panelu, ve vzdálenosti 50 cm od radiofrekvenčního generátoru



10. STŘEŠNÍ ANTÉNY

10.1 Pracoviště

Střešní konstrukce budov často nabízí vhodný prostor pro montáž různých telekomunikačních antén, které tak využívají výhodné vyvýšené polohy a lepší viditelnosti. Tato případová studie se týká jedné takové budovy (obrázek 10.1), která v nedávné době změnila majitele. Nový majitel chtěl vyhovět zákonným povinnostem a posoudit veškerá nebezpečí, jimž jsou vystaveni pracovníci na střeše.

Obrázek 10.1 Sektorové antény mobilního operátora a mikrovlnná parabolická anténa na střeše výtahové strojovny



10.2 Povaha práce

Střešní prostory musí být přístupné pro pracovníky provádějící různé stavební kontroly a údržbu. Mezi ně mohou patřit umývači oken, střešní dělníci, technici zajišťující chod systémů klimatizace, inspektoři pojišťoven a montéři antén. Techničtí pracovníci nejspíše absolvovali podrobné školení v oblasti bezpečnosti radiofrekvenčního záření a mohou být vybaveni poplašným zařízením pro osobní expozici. Naproti tomu umývači oken nebo dělníci vykonávající práce na střeše pravděpodobně žádným školením neprošli, a mohou tedy mít o této problematice jen nedostatečné informace.

Správným postupem by bylo, aby operátoři už při instalaci antén uplatňovali zásadu bezpečné polohy. To znamená, že antény by měly být umístovány tak, aby se pracovníci, kteří se pohybují po prostorách střech určených k pohybu osob, nemohli bezděčně dostat do ochranné zóny antény. Ochrannou zónou antény se rozumí prostor v blízkosti antény, kde by expozice mohla překročit referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES).

Ochranná zóna antény by měla být přístupná pouze pracovníkům vybaveným příslušnými pomůckami pro výstup do výšky, jako jsou žebříky nebo lešení. Je-li třeba, aby pracovníci do této ochranné zóny vstoupili, může to vyžadovat vypnutí antény. Pokud ochranná zóna antény zasahuje do plochy střechy určené k pohybu osob, měla by být tato plocha střechy odpovídajícím způsobem označena.

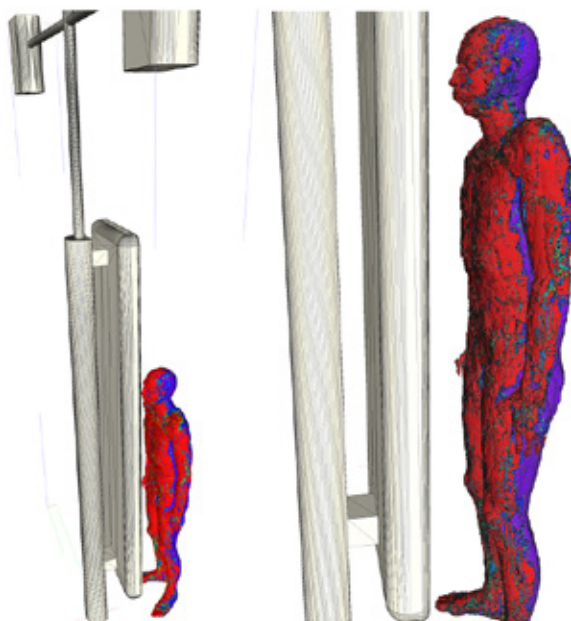
10.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

Antény instalované na střeše jsou běžné antény mobilních telekomunikačních systémů, jež zahrnují základnové stanice mobilních telefonů a pagerový systém. Kromě sektorových antén obsahovala základnová stanice mobilních telefonů rovněž dvoubodové datové spoje. Majitel domu si byl vědom skutečnosti, že různé druhy antén představují různou úroveň nebezpečí a že obecně vzato:

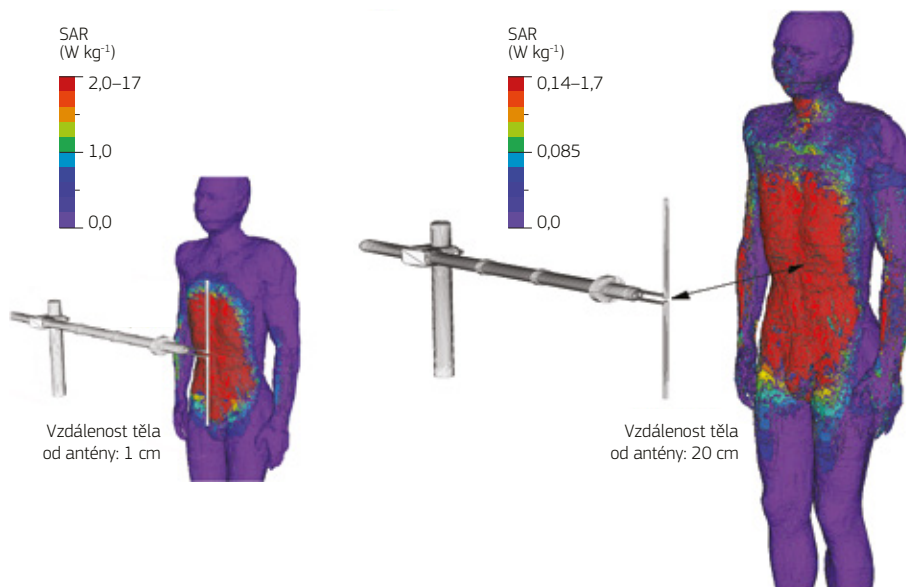
- sektorové antény pro mobilní telefony (800–2 600 MHz) mohou představovat nebezpečí ve směru z přední strany do vzdálenosti několika metrů a v menší míře i z bočních stran a zezadu (obrázek 10.2),
- mikrovlnné parabolické antény (10–30 GHz) spojené se základnovými stanicemi mobilních telefonů obvykle nepředstavují významné nebezpečí,
- dipólové a kolineární (prutové) antény (80–400 MHz) mohou představovat nebezpečí do vzdálenosti 1 až 2 m od antény.

Poslední uvedená skutečnost byla prokázána na počítačovém modelu dipólové antény o frekvenci 400 MHz odpovídající polovině vlnové délky (obrázek 10.3). Z tabulky 10.1 vyplývá, že zvýšíme-li vyzářený výkon z 25 W na 100 W a následně na 400 W, jsou nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví překračovány ve stále větší vzdálenosti od antény.

Obrázek 10.2 Rozložení měrného absorbovaného výkonu v těle pracovníka nacházejícího se vedle zapnuté sektorové antény pro mobilní telefony



Obrázek 10.3 Rozložení měrného absorbovaného výkonu v modelu lidského těla v důsledku expozice způsobené dipólovou anténou odpovídající polovině vlnové délky o výkonu 25 W ve vzdálenosti 20 cm od trupu. Detailní obrázek: 1 cm od trupu. V obou případech jsou vypočítané hodnoty SAR nižší než příslušné nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví



Tabulka 10.1 Modelové hodnoty celotělového měrného absorbovaného výkonu (WBSAR) a maximální lokální hodnoty SAR vyjádřené jako průměr na 10 g souvislé tělesné tkáně (SAR_{10g cont}) v případě dipólové antény odpovídající polovině vlnové délky o výkonu 5 W, 25 W, 100 W a 400 W. Hodnoty SAR, které přesahují odpovídající nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví, jsou uvedeny červeně

Vzdálenost (cm)	Modelový SAR (Wkg ⁻¹)							
	anténa 5 W		anténa 25 W		anténa 100 W		anténa 400 W	
	WBSAR	SAR _{10g cont}	WBSAR	SAR _{10g cont}	WBSAR	SAR _{10g cont}	WBSAR	SAR _{10g cont}
0,1	0,0225	1,61	0,113	8,05	0,450	32,2	1,80	129
1	0,0194	1,28	0,0968	6,38	0,387	25,5	1,55	102
2	0,0168	1,04	0,0840	5,18	0,336	20,7	1,34	82,8
4	0,0133	0,715	0,0663	3,58	0,265	14,3	1,06	57,2
6	0,0110	0,525	0,0548	2,63	0,219	10,5	0,876	42,0
8	0,00945	0,406	0,0473	2,03	0,189	8,12	0,756	32,5
10	0,00845	0,332	0,0423	1,66	0,169	6,63	0,676	26,5
12	0,00770	0,272	0,0385	1,36	0,154	5,44	0,616	21,8
14	0,00725	0,234	0,0363	1,17	0,145	4,68	0,580	18,7
16	0,00690	0,208	0,0345	1,04	0,138	4,16	0,552	16,6
18	0,00670	0,163	0,0335	0,815	0,134	3,26	0,536	13,0
20	0,00660	0,177	0,0330	0,883	0,132	3,53	0,528	14,1

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro frekvence v rozsahu od 100 kHz do 6 GHz pro průměrnou hodnotu SAR pro celé tělo: 0,4 Wkg⁻¹ a pro lokální SAR v hlavě a v trupu vyjádřené jako průměr na 10 g souvislé tělesné tkáně: 10 Wkg⁻¹

10.4 Jakým způsobem se zařízení používá

Zařízení je automatizováno a ovládáno na dálku pracovníkem obsluhy. Základnová stanice mobilních telefonů upravuje svůj výstupní výkon podle počtu přenášených hovorů až do výše nejvyššího počtu v souladu s licenčními podmínkami. V důsledku toho není majitel domu schopen vždy odhadnout skutečný výkon k určitému okamžiku. Výstupní frekvence jsou rovněž stanoveny v licenčních podmínkách využívání frekvenčního spektra.

Úpravy instalovaných zařízení a příležitostné údržby provádí subdodavatelé stanovení operátorem.

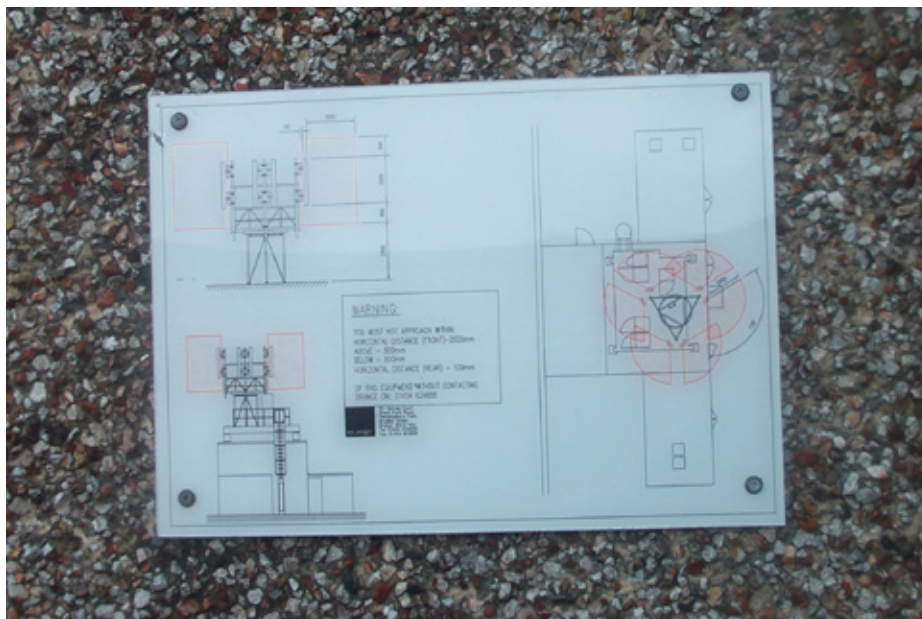
10.5 Metoda hodnocení expozice

Podrobné teoretické hodnocení expozice by vyžadovalo množství údajů o řadě činitelů, včetně typu antény, vlastností emisí (např. frekvence, vyzářený výkon, parametry signálu, pracovní cyklus, počet přenášených kanálů), pozici pracovníka v poli záření, doby trvání expozice a podílu jiných zdrojů.

Bylo by také možné provést měření expozice na střeše, což by si však vyžádalo služby odborného konzultanta a použití speciálních přístrojů. Majitel domu věděl o možnosti pronajmout si nebo zakoupit levné přístroje na internetu, byl si však vědom toho, že tyto přístroje nemusí poskytovat spolehlivé údaje a mohou být citlivé i vůči jiným signálům. Majitel domu si byl dále vědom skutečnosti, že použití služeb odborného konzultanta bude nákladné a poskytne pouze přehled o okamžité situaci v době měření.

Místo toho tedy provedl základní vizuální kontrolu střechy a zaznamenal jednotlivé antény a jejich operátory do plánů střechy. Následně se obrátil na jednotlivé operátory a požádal je, aby objekt navštívili, označili své antény a poskytli mu odpovídající údaje týkající se bezpečnosti svých zařízení. Následně majitel domu prozkoumal návštěvní deník, zjistil, kdo měl přístup na střechu, a pokusil se na základě povahy práce určit, kde práce probíhaly. Pomocí těchto informací byly stanoveny pozice, kde by mohli pracovníci vstupovat do oblastí rizikových polí nebo ochranné zóny (obrázek 10.4). Osvědčeným postupem je, aby se pracovníci nepřibližovali k vyzářujícím anténám, kde by mohli být potenciálně vystaveni expozicím přesahujícím referenční hodnoty, a rozhodně by neměli mít možnost se vyzářujících antén dotýkat.

Obrázek 10.4 Schéma znázorňující rozsah ochranné zóny na střeše



10.6 Výsledky hodnocení expozice

Na základě vizuální kontroly a setkání s operátory získal majitel domu soubor příslušných bezpečnostních informací, které poskytl pracovníkům provádějícím práce na střeše. Tyto informace zahrnují podrobné údaje o anténě: o typu antény (např. sektorová anténa, mikrovlnná parabolická anténa, skládaná dipólová), operátorovi, poloze (umístění, výška, orientace), provozních parametrech, rozsahu ochranné zóny a datu instalace (tabulka 10.2).

Tabulka 10.2 Přehled údajů o střešní anténě získaných majitelem domu

Typ antény	Provozovatel	Poloha na střeše	Provozní parametry	Ochranná zóna	Datum instalace
Sektorové antény pro mobilní telefony (6 vypnutých)	Vodafone	Výložník na střeše výtahové strojovny, výška 6 m 0°, 120°, 240°	Frekvence 2110–2170 MHz Výkon 56 dBm na signál Vyzařovací úhel 85° Zisk 17 dBi	2,5 m zepředu 0,25 m zezadu 0,3 m nad a pod anténou	červen 2006
Mikrovlnná parabolická anténa, 0,3 m	Vodafone	Montážní stožár na střeše výtahové strojovny, výška 5,5 m 220°	Frekvence 26 GHz Výkon 3 mW Vyzařovací úhel 1° Zisk 44,5 dBm	Žádná	červen 2006
Skládaná dipólová anténa	Pager Telecom	Blízko prostoru určeného pro pohyb po střeše u vstupu na střechu, výška 2 m	Frekvence 138 MHz Výkon 100 W Všesměrová Zisk 2,15 dBi	2,5 m kolem antény	Nezjištěno

10.7 Hodnocení rizik

Majitel domu si byl vědom požadavku posoudit všechna rizika pro pracovníky, kteří mají přístup na střechnu (mezi něž může patřit obecné riziko uklouznutí, zakopnutí a pádu, kouř z komínů, průduchů a šachet, stejně jako elektromagnetická pole). Proces posuzování byl strukturován podle metodiky, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik) a v rámci přípravy byly zjištěny veškeré dostupné informace od operátora nebo výrobců jednotlivých antén. Kvantitativní údaje týkající se intenzity elektrického pole vyzařovaného z antény či schematické nákresy všech ochranných zón umožnily majiteli domu provést vyhodnocení míry rizika. Jestliže na některých přístupných místech došlo k překročení referenčních hodnot, bylo zapotřebí vypracovat a provést akční plán za účelem řešení těchto rizik.

Příklad zvláštního hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí je uveden v tabulce 10.3.

Tabulka 10.3 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro střešní antény

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné		
Přímé účinky radiofrekvenčního pole	Zamykání přístupových dveří na střechnu a dohled nad klíčem	Umývači oken	✓			✓	Nízké	Přemístění antény pro systém pageru (skládaná dipólová) mimo prostory vymezené pro pohyb po střeše Vytvoření mechanických zárážek, aby zavěšená pracovní lávka pro čištění oken nemohla být vyzdvižena až do výšky sektorové antény Vypracování písemných bezpečnostních postupů, které si musí všichni pracovníci přečíst (a podepsat) dříve, než jim bude umožněn přístup na střechnu
	Výstražné a zákazové značky	Dělníci vykonávající práce na střeše	✓			✓	Nízké	
	Sektorové antény jsou nainstalovány v horní části výtahové strojovny a související ochranné zóny jsou nepřístupné	Technici zajišťující chod systémů klimatizace	✓			✓	Nízké	
	Žebřík umožňující přístup na střechnu je uzamčen	Inspektoři pojištěvoen	✓			✓	Nízké	
	Parabolické antény jsou nainstalovány v horní části stožárů, záření je z dosahu	Montéři antén	✓			✓	Nízké	
		Zvláště ohrožení pracovníci (těhotné ženy)	✓			✓	Nízké	
Nepřímé účinky radiofrekvenčního pole (interference s elektronickými zdravotnickými prostředky)	Viz výše	Zvláště ohrožení pracovníci		✓	✓		Nízké	Viz výše. Bezpečnostní postupy obsahují varování pro osoby s elektronickými zdravotnickými prostředky

10.8 Dříve přijatá preventivní opatření

Na základě vizuální kontroly střechy majitel domu zjistil, že:

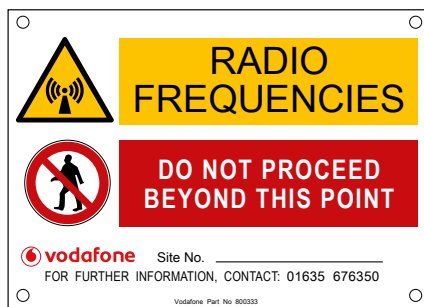
- přístupové dveře na střechu byly zamčené a klíč byl uschován u správce budovy. Na vnitřní stranu dveří byla umístěna výstražná značka o přítomnosti radiofrekvenčních antén (obrázek 10.5a),
- sektorové antény byly nainstalovány v horní části výtahové strojovny, takže související ochranné zóny jsou nepřístupné. Na montážní stožáry (obrázek 10.5b) a na pouzdra antén (obrázek 10.5c) byly upevněny výstražné značky,
- žebřík umožňující přístup na střechu výtahové strojovny byl uzamčen a opatřen výstražným upozorněním (obrázek 10.5d),
- mikrovlnné parabolické antény byly nainstalovány v horní části stožárů, takže jejich záření je mimo dosah (majitel domu má od operátora písemný doklad o tom, že nebyla stanovena žádná ochranná zóna).

Obrázek 10.5 Výstražné značky

a) na přístupových dveřích na střechu



b) na montážním stožáru antény



c) na pouzdrech antén



d) na žebříku umožňujícím přístup na střechu výtahové strojovny



10.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Majitel domu nebyl ve všech ohledech spokojen se způsobem správy instalací umístěných na střeše a rozhodl se provést tato dodatečná preventivní opatření:

- požadovat od operátora, aby anténa pro systém pageru (skládaná dipólová) byla přemístěna mimo prostory vymezené pro pohyb po střeše (obrázek 10.6a) a byla k ní umístěna výstražná značka (obrázek 10.6b),
- umístit mechanické zarážky zajišťující, aby zavěšená pracovní lávka pro čištění oken nemohla být vyzdvížena do výšky sektorové antény (obrázek 10.6c),
- vypracovat písemné bezpečnostní postupy, které si musí všichni pracovníci přečíst (a podepsat) dříve, než je jim umožněn přístup na střechu. Sem patří rovněž vypracování pohotovostního plánu pro nehody a mimořádné události, které lze rozumně předvídat.

Obrázek10.6

a) anténa pro systém pageru příliš blízko prostoru pro pohyb po střeše



b) nová výstražná značka



c) zavěšená pracovní lávka pro čištění oken se už nedostane až do prostoru před antény



11. PŘÍRUČNÍ KRÁTKOVLNNÉ VYSÍLAČKY

11.1 Pracoviště

Tato případová studie se týká malé stavební firmy, jejíž pracovníci pobývají na staveništích. Stavbyvedoucí se doslechl o nové směrnici o elektromagnetických polích a zajímalo ho, zda pracovníci nebudou muset při používání příručních krátkovlnných vysílaček učinit nějaká preventivní opatření.

11.2 Povaha práce

Pracovníci spolu na staveništi vzájemně komunikují pomocí příručních krátkovlnných vysílaček, které fungují v nelicencovaném frekvenčním pásmu pro soukromé přenosné vysílačky kolem 446 MHz (obrázek 11.1). Přístroje jsou k dispozici pro použití všem pracovníkům na staveništi.

Obrázek 11.1 Pracovník na staveništi používající příruční krátkovlnnou vysílačku



Nahlédnutím do pokynů výrobce stavbyvedoucí zjistil, že tyto příruční přístroje fungují na frekvenci kolem 446 MHz. V pokynech ani v ES prohlášení o shodě (obrázek 11.2) však nebyly uvedeny žádné informace o efektivním vyzářeném výkonu (ERP) ani o vhodných způsobech používání.

Na internetu našel stavbyvedoucí informace od regulačního orgánu této služby, kde bylo uvedeno, že „rádiové zařízení PMR 446 musí být přenosné, mít zabudovanou anténu, maximální efektivní vyzářený výkon musí dosahovat nejvýše 500 mW a zařízení být v souladu s normou ETS 300 296“.

Obrázek 11.2 ES prohlášení o shodě poskytované s přístrojem

EC Declaration of Conformity

We the manufacturer / Importer

Declare under our sole responsibility that the following product

Type of equipment: Private Mobile Radio

Model Name: _____

Country of Origin: _____

Brand: _____

complies with the essential protection requirements of R&TTE Directive 1999/5/EC on the approximation of the laws of the Council Directive 2004/108/EC on the approximation of the laws of the Member States relating to *electromagnetic compatibility (EMC)* and the European Community Directive 2006/95/EC relating to *Electrical Safety*.

Assessment of compliance of the product with the requirements relating to the essential requirements according to Article 3 R&TTE was based on Annex III of the Directive 1999/105/EC and the following standards:


EMC&RF:

EN 301-489-5 V1.3.1:(2002-08)
EN 301-489-1 V1.8.1:(2008-04)

EN 300-296-1 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-296-2 V1.1.1:(2001-03)
EN 300-341-1 V1.3.1(200012)
EN 300-341-2 V1.1.1(200012)

Electrical Safety:

EN 60950-1:2006

 Waste electrical products must not be disposed of with household waste. This equipment should be taken to your local recycling centre for safe treatment.

The product is labelled with the European Approval Marking CE as show. Any Unauthorized modification of the product voids this Declaration.

Manufacturer / Importer
(signature of authorized person)

CE

Signature: (_____) _____ London, _____

Signature: _____ Place & Date: 8th Aug, 2010

11.3 Jakým způsobem se zařízení používá

Pracovníci nebyli ohledně používání zařízení nijak školeni. Stavbyvedoucí provedl neformální průzkum polohy při používání, který odhalil, že pracovníci drží příruční krátkovlnné vysílačky buď před obličejem, nebo vedle obličeje. Pracovníci také uváděli, že komunikace mezi nimi bývají krátké a obvykle netrvají déle než několik desítek vteřin za přenos.

11.4 Metoda hodnocení expozice

Při hodnocení expozice způsobené vysílači umístěnými v blízkosti těla je ke zjištění, zda jsou dodrženy nejvyšší přípustné hodnoty, nutné použít počítačový model. Ideálně by tak měl učinit výrobce. Pokud však nejsou tyto údaje k dispozici, lze hodnocení provést pomocí zveřejněných informací o obdobných přístrojích. (Je také vhodné zkontrolovat v tabulce 3.2 v kapitole 3 dílu 1 příručky, zda není zařízení považováno za a priori v souladu se směrnicí o elektromagnetických polích.)

11.5 Výsledky hodnocení expozice

Na základě telefonátů do vládních agentur se stavbyvedoucí dozvěděl o zveřejněných údajích získaných pomocí počítačového modelu provedeného pro obdobný přístroj pracující na podobných frekvencích (Dimbylow a kol.). Podle těchto výsledků je maximální měrný absorbovaný výkon (SAR) na 10 g souvislé tělesné tkáně pro jakoukoli možnou pracovní polohu v blízkosti obličeje roven $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$ na jeden watt výstupního výkonu.

Pro porovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami pro účinky na zdraví pro lokální expozici v hlavě při dané frekvenci (10 Wkg^{-1}) je nutné expozici zprůměrovat přes interval 6 minut. Jelikož dochází k obousměrným konverzacím, stavbyvedoucí vzal v úvahu maximální pracovní cyklus přenosu odpovídající 50 %. Na základě údajů získaných pomocí počítačového modelu dospěl stavbyvedoucí k závěru, že k překročení nejvyšších přípustných hodnot by přístroj musel dosahovat efektivního vyzářeného výkonu přesahujícího 5 W.

Od výrobce nebyly k dispozici žádné informace o efektivním vyzářeném výkonu příručních krátkovlnných vysílaček, avšak regulátor již stanovil, že by přístroje neměly překračovat výkon 0,5 W. Stavbyvedoucí tedy mohl učinit závěr, že expozice prostřednictvím přístrojů nepřekročí nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví podle směrnice o elektromagnetických polích.

11.6 Hodnocení rizik

Z výsledků hodnocení expozice vyplývá, že při používání příručních krátkovlnných vysílaček nedochází k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví podle směrnice o elektromagnetických polích. Existuje však možnost, že by mohlo docházet k interferenci se zdravotnickými prostředky, které mají pracovníci implantovány nebo které nosí. Všichni pracovníci se zdravotnickými prostředky by měli projít individuálním hodnocením rizik s cílem stanovit a provést preventivní opatření doporučená lékařem.

11.7 Dříve přijatá preventivní opatření

Neexistují žádná dříve přijatá preventivní opatření.

11.8 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

Stavbyvedoucí se rozhodl provést několik jednoduchých opatření:

- s pracovníky byl proveden pohovor, který zahrnoval doporučení, kdy a jak příruční krátkovlnné vysílačky používat, a také doporučené polohy držení přístroje,
- stávající pracovníci byli požádáni, aby nahlásili, pokud se jich týká zvláštní ohrožení, např. mají-li implantován kardiostimulátor,
- u všech nových pracovníků se nyní ověřuje, zda nespádají do kategorie zvláště ohrožených osob.

12. LETIŠTĚ

Zdroje elektromagnetického pole v této případové studii jsou:

- letištní přehledový radar,
- nesměrový radiomaják,
- zařízení pro měření vzdálenosti.

12.1 Pracoviště

Na mezinárodním letišti pro osobní i nákladní dopravu se používá radar, nesměrový radiomaják (NDB) a zařízení pro měření vzdálenosti (DME). Případová studie se týká těchto pracovišť na letišti:

- kabiny radiolokačních zařízení, ve které je umístěn radiofrekvenční generátor,
- ocelové příhradové věže, na které je namontována anténa radaru,
- věže řízení letového provozu,
- kabiny zařízení NDB, ve které je umístěn radiofrekvenční generátor,
- ohrazeného prostoru, v němž je umístěna anténa NDB,
- požární stanice letiště, která se nachází v blízkosti NDB,
- kabiny DME, ve které je umístěn radiofrekvenční generátor,
- prostoru kolem kabiny DME, kde je namontována anténa.

12.2 Povaha práce

12.2.1 Radar

Většinu práce s radarem provádí technici řízení letového provozu v kabině zařízení. Tito pracovníci musí také příležitostně provádět práce na anténě. Radiofrekvenčnímu záření z antény by mohli být vystaveni také jiní pracovníci letiště ve věži řízení letového provozu, nacházející se ve vzdálenosti přibližně 80 m od radaru a v obdobné výšce, kteří v tomto směru vyjadřovali určité obavy.

12.2.2 Nesměrový radiomaják

Většinu práce s NDB provádí technici v kabině zařízení. Tito pracovníci musí též příležitostně vstupovat do ohrazeného prostoru NDB, aby radiomaják vyladili a zajistili tak, aby splňoval správné specifikace výstupu; toto ladění se provádí ve skříni umístěné několik metrů od antény. Krátká vzdálenost NDB od požární stanice letiště byla zároveň příčinou obav požárních letiště.

12.2.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

Většinu práce s DME provádí technici v kabině zařízení. Tito pracovníci musí jen zřídka pracovat na samotné anténě, ale jiní pracovníci letiště vyjádřili určité obavy ohledně toho, že anténa se nachází pouhých 2,5 m nad zemí bez jakéhokoli omezení přístupu.

12.3 Informace o zařízeních, která jsou zdrojem elektromagnetických polí

12.3.1 Radar

Radar se skládá z radiofrekvenčního generátoru, produkujícího pulzy radiofrekvenčního záření, a z otočné antény. Radiofrekvenční generátor je instalován v kabině zařízení a anténa je namontována na vrchol ocelové příhradové věže. Signál z radiofrekvenčního generátoru je do antény přenášen obdélníkovým vlnovodem. Příklad letištního přehledového radaru je znázorněn na obrázku 12.1 a technické specifikace radaru uvádí tabulka 12.1.

Obrázek 12.1 Příklad letištního přehledového radaru



Tabulka 12.1 Technické specifikace letištního přehledového radaru

Provozní parametr	Hodnota
Jmenovitá vysílací frekvence	3 GHz
Maximální jmenovitý výstupní výkon	480 až 580 kW
Průměrný jmenovitý výstupní výkon	430 W
Doba trvání impulsu	0,75 až 0,9 μ s
Opakovací frekvence impulsů	995 Hz
Rychlost otáčení antény	15 otáček/min.

12.3.2 Nesměrový radiomaják

Nesměrový radiomaják (NDB) se skládá z radiofrekvenčního generátoru, který produkuje amplitudově modulovaný radiofrekvenční signál o frekvenci 343 kHz s maximálním výkonem 100 W, a ze samonosného vysílače ve formě 15 m vysokého příhradového stožáru. Anténa je instalována uvnitř ohrazeného prostoru, obsahujícího také skříň, v níž je umístěno ladicí zařízení. Radiofrekvenční generátor je instalován v kabině zařízení mimo ohrazený prostor s anténou.

12.3.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

Zařízení pro měření vzdálenosti (DME) se skládá z radiofrekvenčního generátoru a antény, jež je namontována na kabině zařízení. Zařízení DME vysílá pulzy radiofrekvenčního záření v odezvě na signály přijaté od letadla, které se blíží k letišti. Radiofrekvenční signály se vysílají na frekvencích v rozsahu 978 až 1213 MHz s dobou trvání impulsu 3,5 μ s. Interval mezi impulsy je 12 až 36 μ s.

12.4 Jakým způsobem se zařízení používají

Radar, nesměrový radiomaják i zařízení pro měření vzdálenosti jsou automatizované a ovládané na dálku. Úpravy zařízení a občasnou údržbu provádí technici, kteří mohou příležitostně potřebovat přístup k anténám. Radiofrekvenční generátor je v každém případě vypnut, kdykoli je nutný přístup k anténě.

12.5 Metoda hodnocení expozice

Měření expozic provedl odborný konzultant za použití speciálních přístrojů (přijímací antény s hřebenovým vlnovodem připojené k analyzátoru spektra pro podrobné hodnocení expozice pulzním radarovým signálem v konkrétních místech a trojosé sondy radiofrekvenčních rizik). Měření byla provedena v místech, kam mají pracovníci přístup v době, kdy zařízení vysílá.

12.5.1 Radar

Vzhledem k povaze vysílání radarového signálu (radiofrekvenční signál tvoří krátké impulsy a anténa se otáčí) není expozice v žádném místě stálá, a tak bylo nutné provést podrobné hodnocení expozice z hlediska dvou veličin:

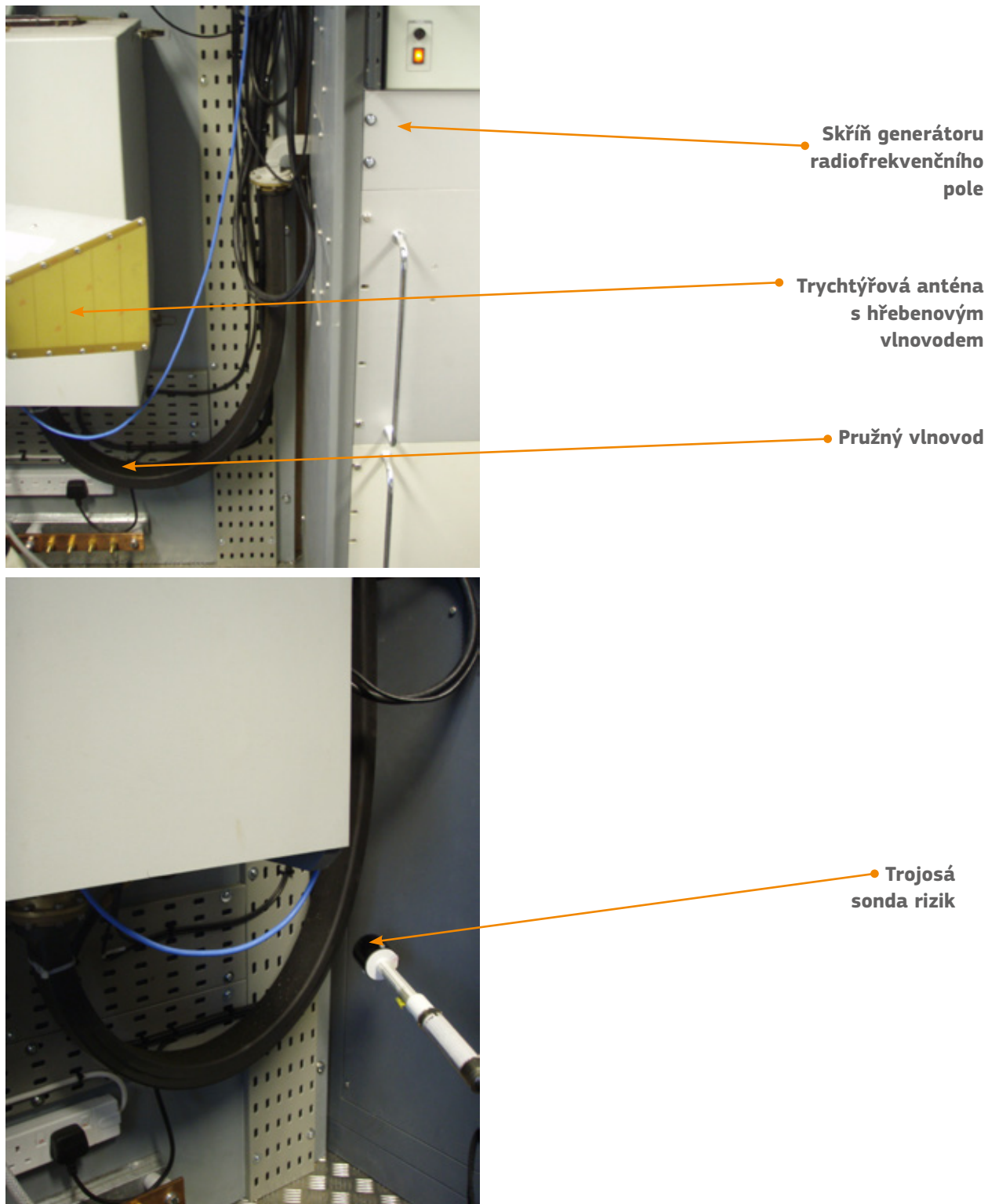
- maximální hustoty zářivého toku, což je míra expozice, již by pracovník mohl být vystaven od každého jednotlivého impulsu radiofrekvenčního signálu,
- průměrné hustoty zářivého toku, která se vypočte z maximální hustoty zářivého toku a je mírou expozice zprůměrované přes interval několika minut při zohlednění pulzní povahy radarového signálu a doby otočení antény.

Měření hustot zářivého toku byla provedena na čtyřech místech ve věži řízení letového provozu pomocí antény s hřebenovým vlnovodem a analyzátoru spektra.

Na několika místech byla provedena také měření intenzity elektrického pole pomocí sondy radiofrekvenčních rizik.

Měření byla provedena v kabině zařízení, na anténní věži, v blízkosti vlnovodu (zvláštní pozornost byla věnována spojovacím přírubám a všem částem pružného vlnovodu (obrázek 12.2)), ve věži řízení letového provozu a v jiných prostorách kolem radaru přístupných pracovníkům, včetně zvláště ohrožených pracovníků.

Obrázek 12.2 Měření prováděná kolem pružného vlnovodu v kabině zařízení radaru



12.5.2 Nesměrový radiomaják

Měření intenzity elektrického pole byla provedena pomocí sondy radiofrekvenčních rizik v místech kolem NDB přístupných pracovníkům, přičemž zvláštní pozornost byla věnována prostorám, kde se zdržují technici řízení letového provozu a požárníci letiště.

12.5.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

Měření intenzity elektrického pole byla provedena pomocí sondy radiofrekvenčních rizik uvnitř kabiny zařízení a v nejbližším bodě přístupu k anténě mimo kabinu, tzn. v místě, kde by stál pracovník, pokud by se ze země chtěl vestoje rukou dotknout antény.

12.6 Výsledky hodnocení expozice

Výsledky měření byly porovnány s příslušnými referenčními hodnotami, přičemž podstatné závěry hodnocení expozice jsou uvedeny v tabulkách 12.2, 12.3 a 12.4. Při hodnocení expozice zvláště ohrožených pracovníků bylo provedeno srovnání s referenčními úrovněmi podle doporučení Rady (1999/519/ES) (viz dodatek E dílu 1 příručky).

Tabulka 12.2 Souhrn výsledků hodnocení expozice způsobené radarem

Místo	Měřená veličina	Výsledek	Úroveň expozice vyjádřená jako procentuální podíl:	
			příslušné referenční hodnoty ^{1,2}	referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES) ³
Střecha věže řízení letového provozu	Maximální hustota zářivého toku	33 000 Wm ⁻²	66 %	330 %
	Průměrná hustota zářivého toku	0,012 Wm ⁻²	0,024 %	0,12 %
Kabina zařízení	Maximální intenzita elektrického pole	< 0,1 Vm ⁻¹	< 0,1 %	< 0,2 %
10 cm od pružného vlnovodu vně kabiny zařízení		29 Vm ⁻¹	21 %	48 %
Poloha trupu obsluhujícího pracovníka v nejbližším bodě přístupu k anténě na anténě věži		31 Vm ⁻¹	22 %	51 %

¹ Vzhledem k tomu, že směrnice o elektromagnetických polích nestanoví žádné referenční hodnoty pro hustotu zářivého toku radiofrekvenčního záření při frekvenci nižší než 6 GHz, což je zvláště významné pro pulzní radiofrekvenční signály, odkázal konzultant v souladu s 15. bodem odůvodnění směrnice o elektromagnetických polích na pokyny stanovené Mezinárodní komisí pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP) ohledně posuzování expozice pulznímu radiofrekvenčnímu záření radaru, a to následovně:

Referenční úroveň pro expozici na pracovišti pro maximální hustotu zářivého toku v případě pulzního radiofrekvenčního záření při frekvencích v rozsahu 2 až 300 GHz: 50 000 Wm⁻²

Referenční úroveň pro expozici na pracovišti pro průměrnou hustotu zářivého toku v případě pulzního radiofrekvenčního záření při frekvencích v rozsahu 2 až 300 GHz: 50 Wm⁻²

² Referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 2 až 6 GHz: 140 Vm⁻¹

³ Referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES):

Maximální hustota zářivého toku v případě pulzního radiofrekvenčního záření při frekvencích v rozsahu 2 až 300 GHz: 10 000 Wm⁻²

Průměrná hustota zářivého toku v případě pulzního radiofrekvenčního záření při frekvencích v rozsahu 2 až 300 GHz: 10 Wm⁻²

Intenzita elektrického pole při frekvencích v rozsahu 2 až 300 GHz: 61 Vm⁻¹

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na ±2,7 dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

Tabulka 12.3 Souhrn výsledků hodnocení expozice způsobené zařízením NDB

Místo	Maximální intenzita elektrického pole (Vm^{-1})	Úroveň expozice vyjádřená jako procentuální podíl:		
		nízké referenční hodnoty ¹	vysoké referenční hodnoty ²	referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) ³
Kabina zařízení	100	59 %	17 %	120 %
Místnost protipožární jednotky	< 0,1	< 0,1 %	< 0,1 %	< 0,2 %
Hraniční plot ohrazeného prostoru NDB	270	160 %	45 %	310 %

¹ Nízká referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 3 kHz až 10 MHz: $170 Vm^{-1}$

² Vysoká referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 3 kHz až 10 MHz: $610 Vm^{-1}$

³ Referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu 150 kHz až 1 MHz: $87 Vm^{-1}$

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 2,7$ dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

Tabulka 12.4 Souhrn výsledků hodnocení expozice způsobené zařízením DME

Místo	Maximální intenzita elektrického pole (Vm^{-1})	Úroveň expozice vyjádřená jako procentuální podíl:	
		referenční hodnoty ¹	referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) ²
Kabina zařízení	< 0,1	< 0,2 %	< 0,3 %
2,5 m nad zemí, 0,6 m od antény	14	15 %	33 %

¹ Nejpřísnější referenční hodnota pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu vysílání DME 978 až 1213 MHz: $94 Vm^{-1}$

² Nejpřísnější referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES) pro intenzitu elektrického pole při frekvencích v rozsahu vysílání DME 978 až 1213 MHz: $43 Vm^{-1}$

Pozn.: Nejistota měření se odhaduje na $\pm 2,7$ dB a v souladu s metodou „sdíleného rizika“ (viz dodatek D5 dílu 1 příručky) jsou výsledky přímo porovnávány s referenčními hodnotami / referenčními úrovněmi.

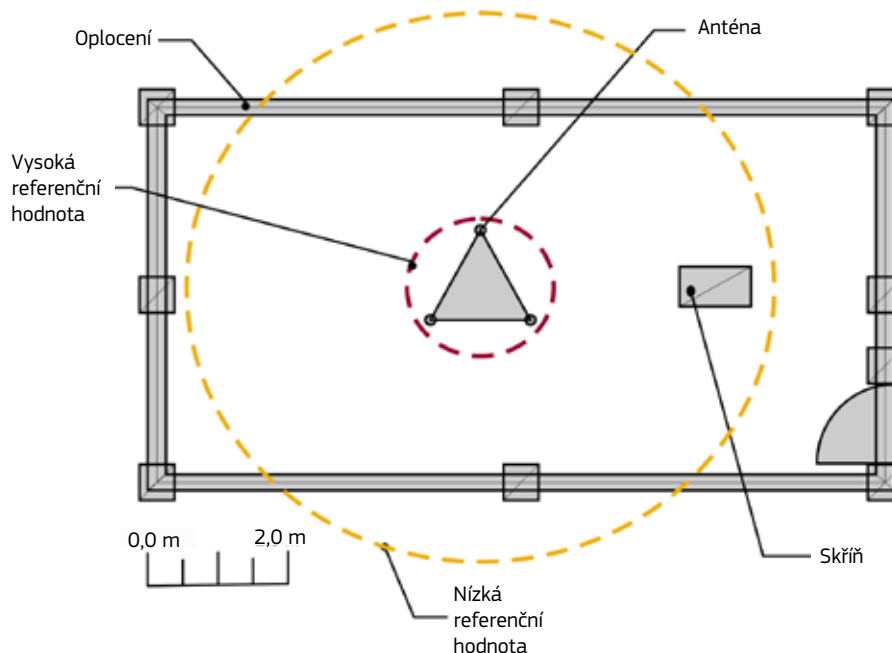
12.6.1 Radar

Z výsledků hodnocení expozice vyplývá, že expozice radiofrekvenčnímu záření radaru byla nižší než referenční hodnoty uvedené ve směrnici o elektromagnetických polích. Hodnocení však upozornilo na některé prostory, ve kterých byly překročeny referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES), ačkoli je nepravděpodobné, že by se v těchto prostorách zdržovali zvláště ohrožení pracovníci.

12.6.2 Nesměrový radiomaják

Z výsledků hodnocení expozice vyplývá, že expozice radiofrekvenčnímu záření v případě NDB přesahovala v prostorách vně plotu kolem NDB nízkou referenční hodnotu elektrického pole (obrázek 12.3) i referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES). V těchto prostorách by se mohli zdržovat pracovníci, včetně zvláště ohrožených pracovníků.

Obrázek 12.3 Půdorysné zobrazení znázorňující oblast kolem nesměrového radiomajáku, ve které by referenční hodnoty mohly být překročeny



12.6.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

Z výsledků hodnocení expozice vyplývá, že expozice radiofrekvenčnímu záření v případě DME byla ve všech přístupných prostorách kolem DME nižší než referenční hodnota a nižší než referenční úroveň podle doporučení Rady (1999/519/ES).

12.7 Hodnocení rizik

Provozovatel letiště provedl hodnocení rizik radaru, NDB a DME na základě hodnocení expozice vypracovaného konzultantem. Hodnocení bylo vypracováno v souladu s metodikou, již poskytuje OiRA (platforma Evropské agentury pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci EU-OSHA pro on-line interaktivní hodnocení rizik). Z hodnocení rizik vyplynuly tyto závěry:

- zvláště ohrožení pracovníci mohou být vystaveni nebezpečí způsobenému radarem na střeše věže řízení letového provozu,
- pracovníci, včetně zvláště ohrožených pracovníků, měli neomezený přístup do prostor kolem NDB, ve kterých byla překročena nízká referenční hodnota pro účinky na smyslové vnímání, jelikož hraniční plot byl postaven příliš blízko vysílače,
- bylo nepravděpodobné, že by pracovníci byli vystaveni nebezpečí v souvislosti s DME.

Provozovatel letiště vypracoval na základě hodnocení rizik akční plán i odpovídající dokumentaci.

Příklady zvláštních hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro radar, NDB a DME ukazují tabulky 12.5, 12.6 a 12.7.

Tabulka 12.5 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro letištní přehledový radar

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné		
Přímé účinky rádiové frekvence	Fyzické omezení přístupu k anténě věži, když je radar v provozu	Technici	✓			✓	Nízké	Fyzické omezení přístupu na střechu věže řízení letového provozu pouze na pověřené pracovníky
	Zámky na skříni radiofrekvenčního generátoru	Pracovníci letiště	✓			✓	Nízké	Umístění vhodných výstražných značek o nebezpečí rádiové frekvence na dveře vedoucí na střechu věže řízení letového provozu
	Zabezpečení zajišťující, že se radiofrekvenční generátor vypne, když se radar přestane otáčet							
	Jednoduchý postup zajišťující, že se radiofrekvenční generátor vypne, kdykoli je nutný přístup k anténě	Zvláště ohrožení pracovníci (včetně těhotných žen)		✓		✓		Nízké
	Výstražné značky o nebezpečí rádiové frekvence umístěné na vstupních branách do ohrazeného prostoru kolem antény a radaru							
	Školení pracovníků							
Nepřímé účinky rádiové frekvence (interference se zdravotnickými implantáty)	Přístupová brána do ohrazeného prostoru kolem radaru je uzamčená a přístup je omezen pouze na pověřené pracovníky	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓	Nízké	Viz výše
	Výstražné značky kolem ohrazeného prostoru kolem radaru							
	Všem pracovníkům byl vydán pokyn, aby provozovatele letiště informovali, pokud používají zdravotnický implantát							

Tabulka 12.6 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro nesměrový radiomaják

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika			Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné	Možné		
Přímé účinky rádiové frekvence	Fyzické zabránění přístupu neoprávněných osob do ohrazeného prostoru kolem vysílače	Technici	✓				✓	Nízké	Přemístění hraničního plotu tak, aby zahrnoval celý prostor, ve kterém intenzita elektrického pole překračuje nízkou referenční hodnotu
	Jednoduchý postup zajišťující, že je vysílač vypnut, kdykoli je nutný přístup do blízkosti antény	Pracovníci letiště	✓				✓	Nízké	Zařazení zvláštních výstražných upozornění do informací o bezpečnosti na pracovišti
	Pouze výstražné značky o nebezpečí úrazu elektrickým proudem	Zvláště ohrožení pracovníci (včetně těhotných žen)	✓				✓	Nízké	Umístění vhodných výstražných značek o nebezpečí rádiové frekvence v bodech přístupu do ohrazeného prostoru kolem NDB Vypracování postupu ladění NDB Zajištění informačního školení o otázkách bezpečnosti rádiové frekvence pro techniky, kteří provádějí ladění signálu NDB
Nepřímé účinky rádiové frekvence (interference se zdravotnickými implantáty)	Pouze výstražné značky o nebezpečí úrazu elektrickým proudem Všem pracovníkům byl vydán pokyn, aby provozovatele letiště informovali, pokud používají zdravotnický implantát	Zvláště ohrožení pracovníci	✓				✓	Střední	Viz výše

Tabulka 12.7 Zvláštní hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí pro zařízení pro měření vzdálenosti

Nebezpečí	Stávající preventivní a bezpečnostní opatření	Ohrožené osoby	Závažnost rizika		Pravděpodobnost rizika		Hodnocení rizika	Nová preventivní a bezpečnostní opatření
			Méně závažné	Závažné	Smrtelné	Nepravděpodobné		
Přímé účinky rádiové frekvence	Jednoduchý postup zajišťující, že je vysílač vypnut, kdykoli je nutný přístup do blízkosti antény	Technici	✓		✓		Nízké	Žádná
		Pracovníci letiště	✓		✓		Nízké	
		Zvláště ohrožení pracovníci (včetně těhotných žen)	✓		✓		Nízké	
Nepřímé účinky rádiové frekvence (interference se zdravotnickými implantáty)	Všem pracovníkům byl vydán pokyn, aby provozovatele letiště informovali, pokud používají zdravotnický implantát	Zvláště ohrožení pracovníci		✓		✓	Nízké	Žádná

12.8 Dříve přijatá preventivní opatření

12.8.1 Radar

S radarem bylo spojeno mnoho různých ochranných a preventivních opatření, mimo jiné následující:

- kabina zařízení a anténní věž byly uzavřeny v prostoru ohrazeném bezpečným obvodovým oplocením,
- dveře kabiny zařízení a brána ohrazeného prostoru byly v době bez dohledu uzamčeny a přístup ke klíčům byl omezen pouze na pověřené pracovníky,
- schodiště na anténní věž bylo uvnitř ohrazeného prostoru uzamčeno za samostatnou bránu,
- na bráně ohrazeného prostoru kolem radaru a bráně schodiště na anténní věž byly upevněny výstražné značky (obrázek 12.4),
- skříň radiofrekvenčního generátoru v kabině zařízení byla vybavena zámky,
- jednoduchý postup zajišťoval vypnutí radiofrekvenčního generátoru, kdykoli je nutný přístup k anténě,
- zabezpečení zajišťovalo vypnutí radiofrekvenčního generátoru, když se radar přestane otáčet,
- všem pracovníkům byl vydán pokyn, aby provozovatele letiště informovali, pokud používají zdravotnický implantát.

Obrázek 12.4 Výstražné značky na bráně ohrazeného prostoru kolem radaru (vlevo) a na bráně anténní věže (vpravo)



12.8.2 Nesměrový radiomaják

Před hodnocením expozice provedeným konzultantem bylo zavedeno jen velmi málo ochranných a preventivních opatření. Jednalo se pouze o:

- hraniční plot kolem vysílače,
- upevnění výstražných značek o nebezpečí úrazu elektrickým proudem na plot kolem NDB,
- jednoduchý postup zajišťující vypnutí radiofrekvenčního generátoru, kdykoli je nutný přístup k anténě,
- pokyn všem pracovníkům, aby provozovatele letiště informovali, pokud používají zdravotnický implantát.

12.8.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

Před hodnocením expozice byl zaveden jednoduchý postup zajišťující vypnutí radiofrekvenčního generátoru, kdykoli je nutný přístup do blízkosti antény.

12.9 Dodatečná preventivní opatření vyplývající z provedeného hodnocení

12.9.1 Radar

Stávající ochranná a preventivní opatření zajišťovala, že expozice pracovníků letiště byla v prostorách, ve kterých byla provedena měření, obecně nižší než příslušné referenční hodnoty a referenční úrovně podle doporučení Rady (1999/519/ES). Jedinou výjimkou byla střecha věže řízení letového provozu, kde mohou být zvláště ohroženi pracovníci vystaveni nebezpečí expozice radiofrekvenčnímu záření emitovanému radarem, ačkoli bylo považováno za nepravděpodobné, že by se od takových pracovníků vyžadovalo, aby do tohoto prostoru vstupovali.

Na základě hodnocení expozice provedl provozovatel letiště na radu konzultanta některá méně významná opatření:

- na dveře umožňující přístup na střechnu věže řízení letového provozu byly umístěny výstražné značky s piktogramem vyzařující antény a se slovy „Pozor, neionizující záření!“,
- pracovníkům letiště bylo připomenuto, že je důležité informovat provozovatele letiště, pokud používají zdravotnický implantát,
- do informací o bezpečnosti na pracovišti byla zahrnuta výstražná upozornění konkrétně se vztahující k nebezpečí neionizujícího záření spojenému s radarem.

Ačkoli se tak v tomto případě nestalo, je vhodné poznamenat, že pokud by bylo při hodnocení expozice zjištěno významné riziko expozice radiofrekvenčnímu záření radaru, bylo by možné zvážit dodatečné ochranné opatření známé jako „potlačení sektoru“, při němž je vysílání radaru pro předem určenou oblast otáčení provozováno se sníženým výkonem. To by vyžadovalo naprogramování radaru tak, aby snížil výkon nebo vypnul radiofrekvenční záření po dobu svého otáčení, během níž je anténa namířena na problémovou oblast. Použití potlačení sektoru je však nutné velmi důkladně zvážit, přičemž výhody tohoto opatření je třeba porovnat s veškerými riziky spojenými s nedostatkem získaných dat, k němuž by v důsledku snížení výkonu radaru došlo.

12.9.2 Nesměrový radiomaják

Stávající ochranná a preventivní opatření byla shledána nedostatečnými a bylo zavedeno několik nových opatření.

V důsledku hodnocení expozice provedl provozovatel letiště na radu konzultanta několik opatření:

- hraniční plot obklopující NDB byl přesunut dále od vysílače tak, aby zahrnul oblast, ve které intenzita elektrického pole překračuje nízkou referenční hodnotu. Bylo sice zvažováno, že by alternativou přesunu hraničního plotu bylo poskytnout školení pracovníkům, od nichž může být požadováno, aby do prostoru vstoupili, ale přemístění hraničního plotu bylo shledáno jednodušším a účinnějším řešením,
- na bráně ohrazeného prostoru kolem NDB byly umístěny výstražné značky s piktogramem vyzařující antény a se slovy „Pozor, neionizující záření!“,
- byl vypracován postup ladění signálu NDB,
- technikům, od kterých může být požadováno, aby prováděli ladění NDB uvnitř ohrazeného prostoru, bylo poskytnuto informační školení o radiofrekvenčním záření,
- pracovníkům letiště bylo připomenuto, že je důležité informovat provozovatele letiště, pokud používají zdravotnický implantát,
- do informací o bezpečnosti na pracovišti byla zahrnuta výstražná upozornění konkrétně se vztahující k nebezpečí neionizujícího záření spojeného s NDB.

12.9.3 Zařízení pro měření vzdálenosti

- Nebyla provedena žádná další ochranná a preventivní opatření, neboť stávající opatření byla shledána dostatečnými.

Směrnice 2013/35/EU stanoví minimální požadavky na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s elektromagnetickými poli. Účelem této praktické příručky je vysvětlit zaměstnavatelům, a to zejména malým a středním podnikům, co je třeba učinit pro splnění požadavků zmíněné směrnice. Může však být užitečná i zaměstnancům, zástupcům zaměstnanců a regulačním orgánům v členských státech. Obsahuje dva díly a zvláštní příručku určenou pro malé a střední podniky.

Díl 1 praktické příručky obsahuje pokyny pro hodnocení rizik a další informace o tom, jak mohou zaměstnavatelé postupovat, když musí provést dodatečná ochranná nebo preventivní opatření.

Díl 2 uvádí dvanáct případových studií, na nichž je ilustrováno, jakým způsobem mohou zaměstnavatelé hodnocení provádět, a které názorně popisují některá z možných preventivních a ochranných opatření. Případové studie vycházejí z konkrétních reálných situací, jsou však zobecněny a prezentovány v kontextu běžného pracoviště.

V příručce pro malé a střední podniky naleznete pokyny, jak na vašem pracovišti provést prvotní hodnocení rizik plynoucích z elektromagnetických polí. Podle výsledku tohoto hodnocení se potom můžete snaže rozhodnout, zda je třeba učinit nějaká další opatření vyplývající z požadavků směrnice o elektromagnetických polích.

Tato publikace je k dispozici v elektronické podobě ve všech úředních jazycích EU.

Naše publikace můžete stahovat nebo zdarma objednávat na adrese

<http://ec.europa.eu/social/publications>

Chcete-li získávat pravidelné aktuální informace o Generálním ředitelství pro zaměstnanost, sociální věci a sociální začleňování, přihlaste se k odběru bezplatného elektronického bulletinu Social Europe e-newsletter na adrese

<http://ec.europa.eu/social/e-newsletter>



<https://www.facebook.com/socialeurope>



https://twitter.com/EU_Social

