



Evropská  
komise

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

# o elektromagnetických polích

Díl 1: Praktická příručka

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 1: Praktická příručka

**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 v této publikaci byly správné v době dokončení tohoto 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 pomůže  
odpovědět na otázky týkající se Evropské unie.

Bezplatná telefonní linka (\*):  
**00 800 6 7 8 9 10 11**

(\* ) Informace jsou poskytovány zdarma, stejně jako 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 978-92-79-45900-9

doi:10.2767/803528

© Evropská unie, 2015

Reprodukce povolena pod podmínkou uvedení zdroje.

## SHRNUTÍ

Tato praktická příručka byla vypracována s cílem pomoci zaměstnavatelům, zejména malým a středním podnikům, aby porozuměli tomu, jaké náležitosti musí splnit pro dosažení souladu se směrnicí o elektromagnetických polích (2013/35/EU). Obecná úprava umožňující zajistit bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků v rámci Evropské unie je stanovena v rámcové směrnici (89/391/EHS). Směrnice o elektromagnetických polích v podstatě uvádí další podrobnosti k tomu, jak dosahovat cílů rámcové směrnice, které se týkají konkrétních situací při práci s elektromagnetickými poli.

Ke vzniku elektromagnetických polí (dále též „EMP“) vede mnoho činností prováděných na moderních pracovištích, například používání elektrických zařízení a řady běžných komunikačních zařízení. Na většině pracovišť jsou však úrovně expozice velmi nízké a nebudou pro pracovníky představovat žádné riziko. Dokonce i v případě, že jsou vytvářena silná pole, s rostoucí vzdáleností od zdroje zpravidla rychle slábnou, takže pokud se pracovníci nemusí přiblížit blízko k předmětnému zařízení, nepodstupují žádné riziko. Vzhledem k tomu, že většina polí vzniká průchodem elektrického proudu, při vypnutí napájení zmizí.

Rizika pro pracovníky mohou vyplývat jak z přímých účinků pole na tělo, tak z nepřímých účinků, které vyplývají z přítomnosti předmětů v tomto poli. Přímé účinky mohou být buď netepelné, nebo tepelné povahy. Někteří pracovníci mohou být elektromagnetickými poli mimořádně ohroženi. Patří mezi ně pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, pracovníci s pasivními zdravotnickými prostředky, pracovníci, kteří používají zdravotnické prostředky nošené na těle, a těhotné pracovnice.

Abyste pomohla zaměstnavatelům při počátečním hodnocení jejich pracoviště, obsahuje tato příručka tabulku běžných pracovních situací. Ve třech sloupcích jsou uvedeny situace vyžadující zvláštní hodnocení, pokud jde o pracovníky s aktivními implantáty, jiné zvláště ohrožené pracovníky a všechny ostatní pracovníky. Tato tabulka by měla většinu zaměstnavatelů pomoci stanovit, že se na jejich pracovištích nevyskytují žádná rizika vyplývající z EMP.

Dokonce i v případě pracovníků s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky bude za normálních okolností dostačující, když budou dodržovat praktické pokyny, které jim poskytne jejich tým ošetřujících lékařů. Příručka obsahuje dodatek, který pomůže zaměstnavatelům vyhodnotit případné riziko pro zvláště ohrožené pracovníky.

Poslední sloupec tabulky označuje pracovní situace, v nichž se předpokládá vznik silných polí a ve kterých bude zpravidla nutné, aby zaměstnavatelé dodržovali podrobnější postup hodnocení. Tato pole budou často představovat riziko pouze pro zvláště ohrožené pracovníky, v několika málo případech však mohou přímé nebo nepřímé účinky EMP znamenat riziko pro všechny pracovníky. V takových případech bude nutné, aby zaměstnavatel zvážil zavedení dalších ochranných nebo preventivních opatření.

Tato praktická příručka poskytuje poradenství při hodnocení rizik, které by mělo být v souladu s řadou běžně používaných postupů hodnocení rizik včetně nástroje OiRA, který poskytuje Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci.

Při hodnocení rizik může být někdy nezbytné, aby zaměstnavatelé porovnali informace o polích vyskytujících se na pracovišti s referenčními hodnotami a s nejvyššími přípustnými hodnotami stanovenými ve směrnici o elektromagnetických polích. Tam, kde jsou pole na pracovišti slabá, nebudou taková srovnání zpravidla zapotřebí a příručka radí zaměstnavatelům, aby se namísto nich spolehli na obecné informace, jako jsou například výše zmíněné tabulky.

V případě, že je nutné provést porovnání s referenčními hodnotami nebo s nejvyššími přípustnými hodnotami, jsou zaměstnavatelé vybízeni k využití informací dostupných od výrobců nebo v databázích, a k tomu, aby se pokud možno vyhnuli provádění vlastního hodnocení. Zaměstnavatelům, kteří vlastní hodnocení provádět musí, poskytuje tato příručka rady ohledně metod a pokyny týkající se konkrétních otázek, jako je například postup v případě nehomogenních polí, součtu multifrekvenčních polí a uplatnění metody filtrace v časové oblasti.

Tam, kde je nutné, aby zaměstnavatelé zavedli další ochranná nebo preventivní opatření, poskytuje příručka další rady ohledně možností, které mohou být k dispozici. Je třeba zdůraznit, že neexistuje jednotné řešení pro všechna rizika EMP, a zaměstnavatelé by měli zvážit všechny dostupné možnosti a zvolit tu z nich, která je v jejich situaci nejvhodnější.

Je již nějakou dobu známo, že využití zobrazování na principu magnetické rezonance ve zdravotnictví může mít za následek expozice pracovníků, které překračují nejvyšší přípustné hodnoty uvedené ve směrnici o elektromagnetických polích. Zobrazování na principu magnetické rezonance je významná lékařská technika, která má zásadní význam pro diagnózu a léčbu nemocí. Proto směrnice o elektromagnetických polích stanoví podmíněnou odchylku od požadavku dodržení nejvyšších přípustných hodnot. Dodatek k této příručce vypracovaný po konzultaci s příslušnými zúčastněnými subjekty obsahuje praktický návod pro zaměstnavatele týkající se dosažení souladu s podmínkami této odchylky.

Díl 2 obsahuje dvanáct případových studií, které ukazují zaměstnavatelům, jak přistupovat k hodnocení a ilustrují některá preventivní a ochranná opatření, která by bylo možné zvolit a realizovat. Případové studie jsou prezentovány ve vztahu k obecným pracovištím, ale byly vypracovány podle reálných pracovních situací. V řadě situací posuzovaných v případových studiích došlo ke vzniku silných polí. V některých případech se riziko týkalo jen zvláště ohrožených pracovníků, jimž by mohl být zamezen přístup do místa, kde se nachází silné pole. V dalších případech existovala potenciální rizika pro všechny pracovníky, avšak nebylo nutné, aby byli v místě vzniku silného pole přítomni.

Kromě zobrazování na principu magnetické rezonance (zmiňovaném výše) byly identifikovány ještě další dvě situace, které by mohly běžně vést ke vzniku expozice pracovníků přesahující nejvyšší přípustné hodnoty.

Nejčastější z nich bylo odporové svařování. Při tomto procesu jsou používány velmi vysoké proudy a často dochází k vyvolání magnetické indukce, jejíž velikost se blíží k referenčním hodnotám uvedeným ve směrnici o elektromagnetických polích nebo je překračuje. U postupů ručního svařování se obsluha nutně nachází v blízkosti zdroje pole. V situacích zkoumaných v případových studiích i jinde někdy došlo k dočasnému překročení těchto nízkých referenčních hodnot. Ve všech případech však buď nedošlo k překročení vysokých referenčních hodnot, nebo z modelování vyplynulo, že nedošlo k překročení nejvyšších přípustných hodnot. Proto je ve většině případů možné řídit rizika na základě jednoduchých opatření, jakými jsou například poskytování informací a školení pracovníků tak, aby byli informováni o rizicích a o tom, jak minimalizovat expozici tím, že budou zařízení používat určeným způsobem. Je však možné, že malé procento úkonů při ručním odporovém svařování může mít za následek expozice přesahující nejvyšší přípustné hodnoty stanovené ve směrnici o elektromagnetických polích. Představitelé odvětví, která využívají tyto technologie, se pravděpodobně budou muset obrátit na vlády jednotlivých členských států, aby jim udělily výjimku pro další používání tohoto zařízení na přechodnou dobu, s cílem získat čas na výměnu zařízení.

Druhá situace, v níž docházelo k vysoké expozici, bylo použití transkraniální magnetické stimulace v medicíně. Tento postup je méně obvyklý než zobrazování na principu magnetické rezonance, ale přesto je významným a často využívaným nástrojem jak v léčbě, tak v diagnostice. V průběhu léčby je aplikátor zpravidla upevněn ve vhodném stojanu nad hlavou pacienta. Vzhledem k tomu, že terapeut se nemusí při provozu zařízení nacházet v jeho těsné blízkosti, mělo by být snadné omezit expozici pracovníků.

Naproti tomu při diagnostických aplikacích se v současné době s aplikátory manipuluje ručně, což nevyhnutelně vede k vysoké expozici pracovníků. Kdyby bylo vyvinuto vhodné zařízení, které by bylo možno ovládat na dálku, umožnilo by to expozici pracovníků snížit.

Na závěr je třeba uvést, že příručka byla koncipována tak, že se skládá z jednotlivých modulů, aby se minimalizovala zátěž pro většinu zaměstnavatelů, kterým by mělo stačit přečíst si pouze první oddíl. Někteří zaměstnavatelé budou muset zohlednit zvláště ohrožené pracovníky, a těm je určen navíc i druhý oddíl. Zaměstnavatelé, na jejichž pracovištích se nacházejí silná pole, budou potřebovat i oddíl třetí, a v případě, že jejich pole představují rizika, budou muset vzít v úvahu i oddíl poslední. Celá příručka klade důraz na jednoduché přístupy, a to jak z hlediska hodnocení, tak z hlediska preventivních a ochranných opatření.





# OBSAH

## ODDÍL 1 — VŠICHNI ZAMĚSTNAVATELÉ

<b>1.</b>	<b>ÚVOD A ÚČEL TÉTO PŘÍRUČKY .....</b>	<b>12</b>
1.1	Jak používat tuto příručku .....	13
1.2	Seznámení se směrnicí o elektromagnetických polích .....	15
1.3	Oblast působnosti této příručky .....	15
1.4	Soulad se směrnicí 2013/35/EU.....	16
1.5	Vnitrostátní předpisy a zdroje dalších informací.....	17
<b>2.</b>	<b>ÚČINKY NA ZDRAVÍ A BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ Z EXPOZICE ELEKTROMAGNETICKÝM POLÍM.....</b>	<b>18</b>
2.1	Přímé účinky .....	18
2.2	Dlouhodobé účinky .....	18
2.3	Nepřímé účinky .....	19
<b>3.</b>	<b>ZDROJE ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ .....</b>	<b>20</b>
3.1	Zvláště ohrožení pracovníci.....	21
3.1.1	Pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky.....	22
3.1.2	Ostatní zvláště ohrožení pracovníci.....	22
3.2	Požadavky na hodnocení u běžných pracovních činností, zařízení a pracovišť.....	23
3.2.1	Pracovní činnosti, zařízení a pracoviště, která budou pravděpodobně vyžadovat zvláštní hodnocení.....	27
3.3	Pracovní činnosti, zařízení a pracoviště, které nejsou v této kapitole uvedeny .....	28

## ODDÍL 2 — ROZHODNUTÍ, ZDA JE NUTNÉ PŘIJMOUT DALŠÍ OPATŘENÍ

<b>4.</b>	<b>STRUKTURA SMĚRNICE O ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍCH.....</b>	<b>30</b>
4.1	Článek 3 – Nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty .....	32
4.2	Článek 4 – Hodnocení rizik a určení expozice .....	32
4.3	Článek 5 – Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik .....	33
4.4	Článek 6 – Informování a školení pracovníků .....	33
4.5	Článek 7 – Konzultace s pracovníky a jejich účast .....	33
4.6	Článek 8 – Zdravotní dohled .....	34
4.7	Článek 10 – Odchytky .....	34
4.8	Shrnutí .....	34
<b>5.</b>	<b>HODNOCENÍ RIZIK V KONTEXTU SMĚRNICE O ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍCH.....</b>	<b>35</b>
5.1	Platforma on-line interaktivního hodnocení rizik (OiRA) .....	36
5.2	Krok 1 – Příprava .....	36
5.3	Krok 2 – Určení nebezpečí a ohrožených osob.....	37
5.3.1	Určení nebezpečí .....	37
5.3.2	Určení stávajících preventivních a předběžných opatření.....	38
5.3.3	Určení ohrožených osob .....	38
5.3.4	Zvláště ohrožení pracovníci .....	38
5.4	Krok 3 – Hodnocení rizik a stanovení jejich priorit.....	39
5.4.1	Hodnocení rizika.....	39
5.4.1.1	Přímé účinky .....	40
5.4.1.2	Nepřímé účinky.....	40
5.4.1.3	Zvláště ohrožení pracovníci.....	41
5.5	Krok 4 – Rozhodování o preventivním opatření.....	41

5.6	Krok 5 – Přijetí opatření .....	42
5.7	Dokumentace hodnocení rizik .....	42
5.8	Sledování a přezkum hodnocení rizik .....	42

### ODDÍL 3 — POSOUZENÍ SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ

<b>6.</b>	<b>POUŽÍVÁNÍ NEJVYŠŠÍCH PŘÍPUSTNÝCH HODNOT A REFERENČNÍCH HODNOT .....</b>	<b>44</b>
6.1	Referenční hodnoty pro přímé účinky .....	46
6.1.1	Referenční hodnoty pro elektrická pole (1 Hz–10 MHz) .....	48
6.1.2	Referenční hodnoty pro magnetická pole (1 Hz–10 MHz) .....	49
6.1.3	Referenční hodnoty pro elektrické a magnetické pole (100 kHz–300 GHz) .....	50
6.1.4	Referenční hodnoty pro indukovaný proud procházející končetinami (10–110 MHz) .....	50
6.2	Referenční hodnoty pro nepřímé účinky .....	50
6.2.1	Referenční hodnoty pro statická magnetická pole .....	50
6.2.2	Referenční hodnoty pro kontaktní proud (do 110 MHz) .....	51
6.3	Nejvyšší přípustné hodnoty .....	52
6.3.1	Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání a na zdraví .....	52
6.3.2	Nejvyšší přípustné hodnoty (0–1 Hz) .....	52
6.3.3	Nejvyšší přípustné hodnoty (1 Hz–10 MHz) .....	53
6.3.4	Nejvyšší přípustné hodnoty (100 kHz–300 GHz) .....	53
6.4	Odchylky .....	53
6.4.1	Odchylka pro MRI .....	54
6.4.2	Odchylka pro vojenské účely .....	55
6.4.3	Obecná odchylka .....	55
<b>7.</b>	<b>POUŽÍVÁNÍ DATABÁZÍ A ÚDAJŮ VÝROBCŮ O EMISÍCH .....</b>	<b>56</b>
7.1	Využití informací získaných od výrobců .....	56
7.1.1	Základ pro hodnocení výrobce .....	57
7.2	Databáze hodnocení .....	58
7.3	Poskytování informací ze strany výrobců .....	58
7.3.1	Normy hodnocení .....	58
7.3.2	Pokud neexistuje příslušná norma .....	59
<b>8.</b>	<b>VÝPOČET NEBO MĚŘENÍ EXPOZICE .....</b>	<b>61</b>
8.1	Požadavky směrnice o elektromagnetických polích .....	61
8.2	Hodnocení na pracovišti .....	61
8.3	Zvláštní případy .....	62
8.4	Získání další pomoci .....	62

### ODDÍL 4 — JSOU NUTNÁ DALŠÍ OPATŘENÍ?

<b>9.</b>	<b>OCHRANNÁ A PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ .....</b>	<b>66</b>
9.1	Zásady prevence .....	66
9.2	Odstranění nebezpečí .....	67
9.3	Nahrazování méně nebezpečnými postupy nebo zařízeními .....	67
9.4	Technická opatření .....	68
9.4.1	Stínění .....	68
9.4.2	Kryt .....	69
9.4.3	Blokovací spínače .....	70
9.4.4	Senzorická ochranná zařízení .....	71
9.4.5	Dvouruční ovladače .....	71
9.4.6	Nouzové zastavení .....	72
9.4.7	Technická opatření zabraňující jiskrovým výbojům .....	72
9.4.8	Technická opatření zabraňující kontaktním proudům .....	73

9.5	Organizační opatření.....	73
9.5.1	Vymezení prostor a omezení přístupu .....	73
9.5.2	Bezpečnostní značky a upozornění .....	75
9.5.3	Písemné postupy .....	77
9.5.4	Informace o bezpečnosti na pracovišti .....	77
9.5.5	Dohled a řízení.....	78
9.5.6	Výuka a školení.....	78
9.5.7	Návrh a dispozice pracovišť a pracovních míst .....	79
9.5.8	Přijetí správných pracovních postupů.....	80
9.5.9	Programy preventivní údržby.....	82
9.5.10	Omezení pohybu ve statických magnetických polích.....	82
9.5.11	Koordinace a spolupráce mezi zaměstnavateli.....	82
9.6	Osobní ochranné prostředky.....	83
10.	<b>PŘIPRAVENOST NA MIMOŘÁDNÉ SITUACE.....</b>	<b>84</b>
10.1	Příprava plánů .....	84
10.2	Reakce na nežádoucí příhody.....	84
11.	<b>RIZIKA, PŘÍZNAKY A ZDRAVOTNÍ DOHLED .....</b>	<b>86</b>
11.1	Rizika a příznaky.....	86
11.1.1	Statická magnetická pole (0 až 1 Hz) .....	86
11.1.2	Nízkofrekvenční magnetická pole (1 Hz až 10 MHz).....	87
11.1.3	Nízkofrekvenční elektrická pole (1 Hz až 10 MHz).....	87
11.1.4	Vysokofrekvenční pole (100 kHz až 300 GHz).....	87
11.2	Zdravotní dohled .....	89
11.3	Lékařská prohlídka.....	89
11.4	Záznamy .....	90

## ODDÍL 5 — REFERENČNÍ MATERIÁLY

Dodatek A	Povaha elektromagnetických polí.....	92
Dodatek B	Účinky elektromagnetických polí na zdraví.....	96
Dodatek C	Veličiny a jednotky u elektromagnetických polí.....	101
Dodatek D	Hodnocení expozice .....	108
Dodatek E	Nepřímé účinky a zvláště ohrožení pracovníci.....	153
Dodatek F	Pokyny pro zobrazování na principu magnetické rezonance.....	160
Dodatek G	Požadavky dalších evropských dokumentů.....	170
Dodatek H	Evropské a mezinárodní normy .....	176
Dodatek I	Zdroje.....	178
Dodatek J	Slovníček a zkratky.....	182
Dodatek K	Seznam literatury .....	186
Dodatek L	Směrnice 2013/35/EU .....	188



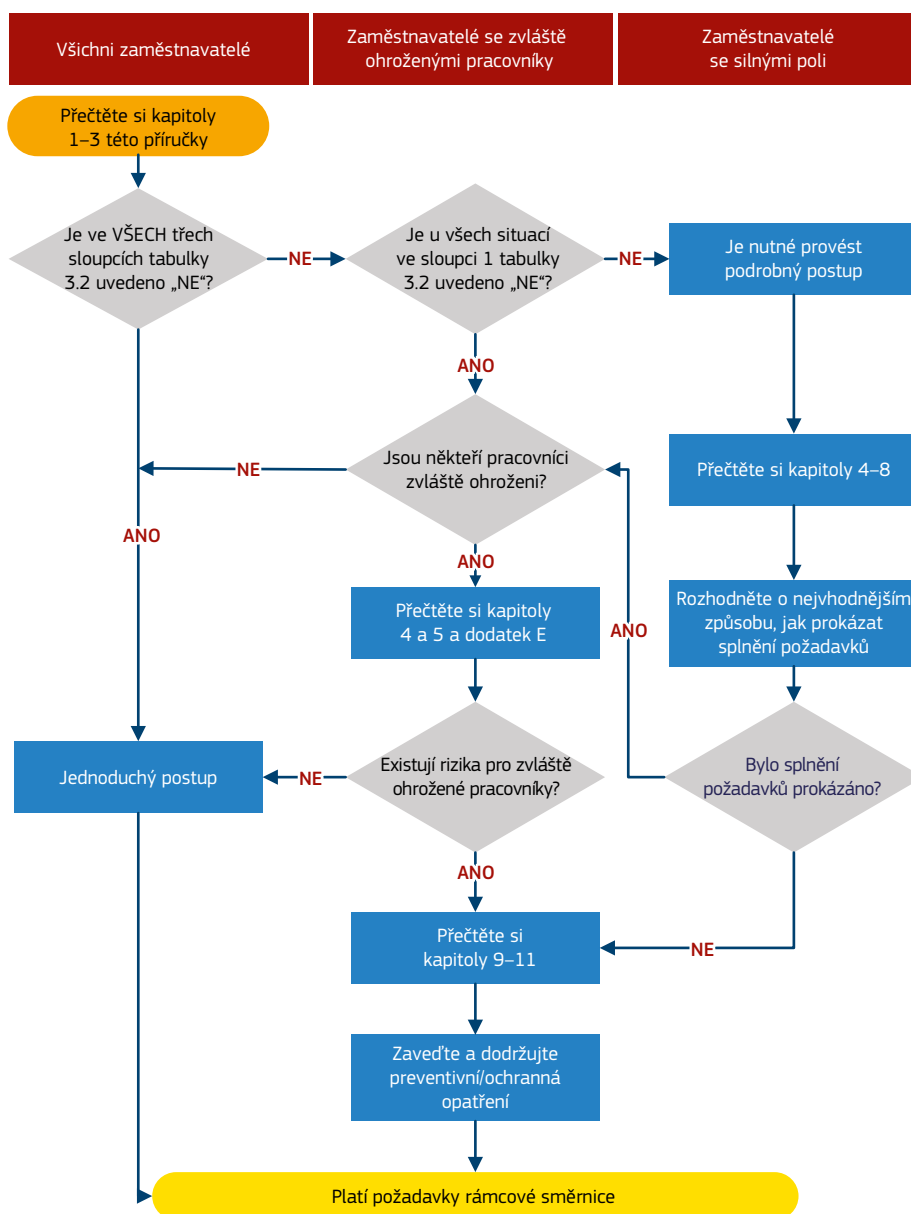
Oddíl 1

# VŠICHNI ZAMĚSTNAVATELÉ

# 1. ÚVOD A ÚČEL TÉTO PŘÍRUČKY

Přítomnost elektromagnetických polí (EMP), na něž se vztahuje směrnice o elektromagnetických polích (směrnice 2013/35/EU), je v rozvinutém světě běžnou součástí života vzhledem k tomu, že tato pole vznikají při každém použití elektrické energie. Pro většinu pracovníků je intenzita těchto polí na úrovni, která nezpůsobuje žádné nežádoucí účinky. Na některých pracovištích však intenzita polí může představovat riziko a úkolem směrnice o elektromagnetických polích je zajistit bezpečnost a ochranu zdraví pracovníků v těchto situacích. Jednou z hlavních obtíží, s níž se zaměstnavatelé potýkají, je jakým způsobem rozpoznat, zda je nutno přijmout další konkrétní opatření či nikoli.

**Obrázek 1.1** Postup, jak používat tuto příručku



## 1.1 Jak používat tuto příručku

Tato příručka je určena především zaměstnavatelům a týká se zejména malých a středních podniků. Může však být užitečná i pro pracovníky, zástupce pracovníků a regulační orgány v členských státech.

Příručka vám usnadní počáteční hodnocení rizik vyplývajících z EMP na vašem pracovišti. Na základě výsledků tohoto hodnocení vám pomůže rozhodnout, zda je nutné přijmout další opatření podle směrnice o elektromagnetických polích. Pokud tomu tak bude, poskytne vám praktické rady týkající se opatření, která můžete přijmout.

Tato příručka je koncipována s cílem pomoci vám porozumět tomu, jak se na vaši práci může vztahovat směrnice o elektromagnetických polích. Není právně závazná a neobsahuje výklad konkrétních právních požadavků, které případně musíte dodržovat. Z toho důvodu je nutné ji číst spolu se směrnicí o elektromagnetických polích (viz příloha L), s rámcovou směrnicí (89/391/EHS) a s příslušnými vnitrostátními právními předpisy.

Směrnice o elektromagnetických polích stanoví minimální požadavky na bezpečnost, pokud jde o expozici pracovníků rizikům způsobeným elektromagnetickými poli. Jen málo zaměstnavatelů však bude muset provádět výpočty či měření úrovní elektromagnetického pole na svých pracovištích. Ve většině případů jsou rizika vzhledem k povaze prováděné práce nízká a tuto skutečnost lze poměrně snadno stanovit. Struktura této příručky je navržena tak, aby zaměstnavatelé, kteří již požadavky směrnice splňují, mohli tuto skutečnost rychle zjistit, aniž by museli číst celou příručku.

Postup, jak používat tuto příručku, je znázorněn na vývojovém diagramu na obrázku 1.1. Z něj přirozeně vyplývá rozčlenění této příručky na čtyři oddíly.

1. První oddíl (kapitoly 1 až 3) je určen všem čtenářům a obsahuje obecný úvod, návod, jak používat tuto příručku, nastíní hlavních dopadů na bezpečnost a účinků na zdraví a vysvětlení zdrojů EMP. Důležitou součástí je kapitola 3, která obsahuje seznam obecných zařízení, činností a situací, u nichž se předpokládají tak nízká EMP, že nebude nutné, aby zaměstnavatelé přijímali jakákoli další opatření. Většinu zaměstnavatelů, kteří již dodržují požadavky rámcové směrnice, by tato tabulka měla pomoci určit, že své povinnosti již splnili. U takových zaměstnavatelů tato příručka tímto splní svůj účel a není nutné, aby se jí dále zabývali.
2. Druhý oddíl (kapitoly 4 a 5) je určen těm zaměstnavatelům, kteří nebyli schopni dospět k závěru, že již nemusejí provádět žádná další opatření. Tito zaměstnavatelé budou potřebovat lépe porozumět požadavkům směrnice o elektromagnetických polích a provést zvláštní hodnocení rizik elektromagnetických polí. U některých tomu tak bude proto, že zaměstnávají pracovníky, kteří jsou elektromagnetickými poli zvláště ohroženi. Podle výsledku tohoto hodnocení mohou být tyto zaměstnavatelé odkázáni přímo až na čtvrtý oddíl. U jiných zaměstnavatelů může být elektromagnetické pole natolik silné, že bude představovat riziko pro všechny pracovníky. Těchto zaměstnavatelů se pak bude týkat také třetí oddíl.
3. Třetí oddíl (kapitoly 6, 7 a 8) je určen zaměstnavatelům, kteří potřebují zjistit, zda dojde k překročení referenčních hodnot a v některých případech i nejvyšších přípustných hodnot. Často bude možné prokázat, že tomu tak není a že stávající pracovní postupy jsou vyhovující. I přesto však bude nutné, aby tyto zaměstnavatelé provedli podrobnější hodnocení rizik a přesnější odhad expozice. Pro řadu z nich bude dostačující dočíst jen do kapitoly 7, ale pro některé zaměstnavatele může být přínosné přečíst si i kapitolu 8.
4. Čtvrtý oddíl (kapitoly 9, 10 a 11) je určen malé části zaměstnavatelů, kteří zjistí expozice, jež přesahují nejvyšší přípustné hodnoty, nebo jiná rizika, která bude nutno snížit. Tito zaměstnavatelé budou muset provést změny na ochranu pracovníků a měli by již být seznámeni s předchozími kapitolami této příručky.

Cílem této příručky je předvést uživateli logický postup posuzování rizik vyplývajících z expozice pracovníků elektromagnetickým polím.

### **Tabulka 1.1 Postup při hodnocení rizik vyvolaných elektromagnetickými poli s použitím této příručky**

Pokud jsou všechna rizika spojená s elektromagnetickými poli na pracovišti nízká, není nutno provádět žádná další opatření.

Zaměstnavatelé by měli provést zápis o tom, že provedli přezkum svých pracovišť a dospěli k tomuto závěru.

Pokud nejsou rizika plynoucí z elektromagnetických polí nízká nebo pokud je riziko neznámé, měli by zaměstnavatelé provést postup posouzení rizika a v případě nutnosti přijmout vhodná opatření.

Kapitola 4 popisuje požadavky směrnice o elektromagnetických polích, zatímco kapitola 5 vysvětluje navrhovanou metodiku hodnocení rizik vyplývajících z EMP. Jedním z možných závěrů je, že neexistuje žádné významné riziko. V takovém případě by měl být proveden zápis tohoto hodnocení a celý proces zde končí.

Kapitola 6 vysvětluje používání nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot. Zabývá se rovněž odchylkami.

Zaměstnavatelé mohou při obecném hodnocení rizik i při konkrétním hodnocení, zda byly dodrženy referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty, potřebovat informace o úrovni EMP. Ty lze získat buď z databází nebo od výrobců (kapitola 7) nebo na základě výpočtů nebo měření (kapitola 8).

Kapitola 9 podrobně rozvádí preventivní a ochranná opatření v případech, kdy jsou nezbytná ke snížení rizik.

Kapitola 10 poskytuje pokyny ohledně připravenosti na mimořádné situace a kapitola 11 poskytuje poradenství týkající se rizik, příznaků a zdravotního dohledu.

Snažili jsme se, aby kapitoly této příručky byly co nejkratší, tak aby jejich používání pro zaměstnavatele znamenalo co nejmenší zátěž. Další informace pro zaměstnavatele a jiné osoby, které mohou být zapojeny do procesu hodnocení rizik, lze nalézt v dodatcích k této příručce (tabulka 1.2):

### **Tabulka 1.2 Dodatky k této příručce**

A – Povaha EMP

B – Účinky EMP na zdraví

C – Veličiny a jednotky EMP

D – Hodnocení expozice

E – Nepřímé účinky a zvláště ohrožení pracovníci

F – Pokyny týkající se použití MRI

G – Požadavky jiných evropských dokumentů

H – Evropské a mezinárodní normy

I – Zdroje

J – Slovníček pojmů, zkratky a symboly ve vývojových diagramech

K – Bibliografie

L – Směrnice 2013/35/EU



## 1.2 Seznámení se směrnicí o elektromagnetických polích

Všichni zaměstnavatelé mají povinnost vyhodnotit veškerá rizika plynoucí z práce, kterou provádějí, a zavést ochranná nebo preventivní opatření s cílem zjištěná rizika snížit. Tyto povinnosti jim ukládá rámcová směrnice. Směrnice o elektromagnetických polích byla zavedena s cílem pomoci zaměstnavatelům při dodržování obecných povinností stanovených v rámcové směrnici v konkrétním případě EMP na pracovišti. Vzhledem k tomu, že zaměstnavatelé již nyní nejspíše dodržují požadavky rámcové směrnice, většina z nich zjistí, že v plném rozsahu splňují rovněž požadavky směrnice o elektromagnetických polích a že není nutné, aby přijímali jakákoli další opatření.

Elektromagnetická pole jsou ve směrnici o elektromagnetických polích definována jako statická elektrická, statická magnetická a časově proměnná elektrická, magnetická a elektromagnetická pole s frekvencemi do 300 GHz. Tato příručka tuto terminologii využívá pouze v případech, kdy je to jednoznačně přínosné.

Elektromagnetická pole jsou vytvářena širokou škálou zdrojů, s nimiž mohou pracovníci přijít na pracovišti do styku. Obecně jsou vytvářena a používána při mnoha pracovních činnostech včetně výrobních procesů, výzkumu, komunikace, v lékařství, ve výrobě, přenosu a distribuci elektrické energie, ve vysílání, v letecké a námořní navigaci a v oblasti bezpečnosti. Elektromagnetická pole mohou rovněž vznikat náhodně, např. v blízkosti kabelů, které rozvádějí elektrickou energii v budovách, nebo při používání elektrických zařízení a přístrojů. Jelikož většina těchto polí vzniká působením elektřiny, po vypnutí napájení zaniká.

Směrnice o elektromagnetických polích se zabývá známými přímými a nepřímými účinky elektromagnetických polí; nezabývá se předpokládanými dlouhodobými zdravotními účinky (viz oddíl 2.2). Přímé účinky jsou rozděleny na netepelné účinky, jako je stimulace nervů, svalů nebo smyslových orgánů, a tepelné účinky, jako je zahřívání tkání (viz oddíl 2.1). Nepřímé účinky vznikají, pokud se přítomnost předmětu v elektromagnetickém poli může stát příčinou bezpečnostního nebo zdravotního rizika (viz oddíl 2.3).

## 1.3 Oblast působnosti této příručky

Cílem této příručky je poskytnout praktické rady, které pomohou zaměstnavatelům dosáhnout souladu se směrnicí o elektromagnetických polích. Je zaměřena na všechny podniky, kde se mohou pracovníci setkat s elektromagnetickými poli. Ačkoli směrnice o elektromagnetických polích výslovně nevylučuje žádný konkrétní druh činnosti nebo technologií, elektromagnetická pole na mnoha pracovištích jsou natolik slabá, že nepředstavují žádné riziko. Tato příručka obsahuje obecný seznam pracovních činností, zařízení a pracovišť, u nichž se předpokládá, že elektromagnetická pole budou natolik slabá, že zaměstnavatelé nebudou muset podnikat žádné další kroky. Příručka se nezabývá otázkami elektromagnetické kompatibility, které jsou řešeny na jiném místě.

Směrnice o elektromagnetických polích vyžaduje, aby se zaměstnavatelé soustředili na pracovníky, kteří by mohli být zvláště ohroženi, zejména na pracovníky s aktivními nebo pasivními implantabilními zdravotnickými prostředky, jako jsou např. kardiostimulátory, na pracovníky se zdravotnickými prostředky nošenými na těle, jako jsou např. inzulinové pumpy, a na těhotné pracovníce. Tato příručka poskytuje rady k těmto situacím.

Mohou nastat určité scénáře expozice, které jsou vysoce specifické nebo velmi komplexní, a proto přesahují rámec působnosti této příručky. Některá výrobní odvětví se specifickými scénáři expozice mohou ke směrnici o elektromagnetických polích vypracovat vlastní pokyny, k nimž by mělo být v případě potřeby přihlíženo (viz dodatek I). Zaměstnavatelé, u nichž vznikají komplexní scénáře expozice, by měli vyhledat další poradenství k hodnocení (viz kapitola 8 a dodatek I).

## 1.4 Soulad se směrnicí 2013/35/EU

Tato příručka byla vypracována tak, aby splňovala článek 14 směrnice o elektromagnetických polích. Tabulka 1.3 ukazuje, které články směrnice o elektromagnetických polích odpovídají jednotlivým kapitolám této příručky.

**Tabulka 1.3 Přehled, které články směrnice o elektromagnetických polích odpovídají jednotlivým oddílům této příručky**

Články a jednotlivá ustanovení	Oddíl příručky
<b>Článek 2: Definice</b>	
Základní informace	Dodatky A, B
Veličiny a jednotky užívané ve směrnici o EMP	Dodatek C
Pojmy a zkratky	Dodatek J
<b>Článek 3: Nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty</b>	
Omezení expozice	Oddíl 6.3
Uplatnění referenčních hodnot	Oddíly 6.1, 6.2
Požadovaná opatření	Oddíly 9.4, 9.5
<b>Článek 4: Hodnocení rizik a určení expozice</b>	
Hodnocení rizik	Kapitola 5
Nepřímé účinky a zvláště ohrožení pracovníci	Oddíly 5.3, 5.4 a dodatek E
Hodnocení expozice na základě dostupných informací	Kapitola 7
Hodnocení expozice na základě měření nebo výpočtu	Kapitola 8 a dodatek D
<b>Článek 5: Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik</b>	
Zásady prevence	Oddíl 9.1
Technická opatření	Oddíl 9.4
Organizační opatření	Oddíl 9.5
Osobní ochranné prostředky	Oddíl 9.6
<b>Článek 6: Informování a školení pracovníků</b>	
Informování pracovníků	Oddíl 9.5 a dodatek E
Školení pracovníků	Oddíl 9.5 a dodatky A, B
<b>Článek 7: Konzultace s pracovníky a jejich účast</b>	
Konzultace s pracovníky a jejich účast	Kapitola 4
<b>Článek 8: Zdravotní dohled</b>	
Příznaky	Oddíl 11.1
Zdravotní dohled	Oddíl 11.2
Lékařská prohlídka	Oddíl 11.3
<b>Článek 10: Odchytky</b>	
Odchytky	Oddíl 6.4 a dodatek F

## 1.5 Vnitrostátní předpisy a zdroje dalších informací

Použití této příručky nemusí nutně zaručovat soulad se zákonnými požadavky na ochranu před elektromagnetickými poli v různých členských státech EU. Právní předpisy, jejichž prostřednictvím členské státy směrnicí 2013/35/EU provedly, mají vždy přednost. Tyto právní předpisy mohou jít nad rámec minimálních požadavků směrnice o elektromagnetických polích, z nichž vychází tato příručka. Podrobnější informace lze získat u vnitrostátních regulačních orgánů, které jsou uvedeny v dodatku I.

Výrobci mohou dále přispět k provádění požadavků směrnice o elektromagnetických polích tím, že budou konstruovat své výrobky tak, aby minimalizovali vznikající elektromagnetické pole. Mohou také poskytovat informace o polích a rizicích spojených s normálním používáním jejich výrobků. Využívání informací od výrobce je podrobněji popsáno v kapitole 7.

V dodatcích této příručky jsou uvedeny zdroje dalších informací. Konkrétně v dodatku I jsou uvedeny údaje o vnitrostátních organizacích a profesních sdruženích a dodatek J obsahuje slovníček pojmů, seznam zkratk a vysvětlení symbolů užívaných ve vývojových diagramech v rámci této příručky. Dodatek K pak uvádí bibliografii užitečných publikací.

## 2. ÚČINKY NA ZDRAVÍ A BEZPEČNOSTNÍ RIZIKA VYPLÝVAJÍCÍ Z EXPOZICE ELEKTROMAGNETICKÝM POLÍM

Druh účinku elektromagnetických polí na člověka závisí v první řadě na jejich frekvenci a intenzitě: v některých situacích mohou být důležité také další faktory, jako je například tvar průběhu vlny. Některá pole způsobují stimulaci smyslových orgánů, nervů a svalů, zatímco jiná způsobují zahřívání. Účinky způsobené zahříváním označuje směrnice o elektromagnetických polích jako *tepelné účinky*, všechny ostatní účinky se označují jako *netepelné*. Další podrobnosti o účincích expozice elektromagnetickým polím na zdraví jsou uvedeny v dodatku B.

Důležité je, že všechny tyto účinky mají prahovou hodnotu, pod níž elektromagnetická pole nepředstavují riziko, a expozice pod touto prahovou hodnotou nejsou žádným způsobem kumulativní. Účinky způsobené expozicí jsou přechodné, jsou omezeny dobou trvání expozice a končí nebo se snižují, jakmile expozice pomine. To znamená, že jakmile expozice ustane, nejsou zde žádná další zdravotní rizika.

### 2.1 Přímé účinky

Přímé účinky jsou změny, k nimž dochází u člověka v důsledku expozice elektromagnetickému poli. Směrnice o elektromagnetických účincích se zabývá pouze řádně pochopenými účinky, které jsou založeny na známých mechanismech. Rozlišuje mezi smyslovými účinky a zdravotními účinky, které jsou považovány za závažnější.

Přímé účinky jsou:

- závratě a nevolnost způsobené statickými magnetickými poli (zpravidla souvisejí s pohybem, ale mohou vznikat také v případech, kdy k pohybu nedochází),
- účinky na smyslové orgány, nervy a svaly způsobené nízkofrekvenčními poli (do 100 kHz),
- zahřívání celého těla nebo jeho částí způsobené vysokofrekvenčními poli (10 MHz a více); u frekvencí převyšujících několik GHz je zahřívání v rostoucí míře omezeno na povrch těla,
- účinky na nervy, svaly a zahřívání způsobené mezifrekvencemi (100 kHz–10 MHz).

Tyto pojmy jsou znázorněny na obrázku 2.1. Více informací o přímých účincích viz dodatek B.

### 2.2 Dlouhodobé účinky

Směrnice o elektromagnetických polích se nevztahuje na předpokládané dlouhodobé účinky expozice elektromagnetickým polím, protože v současné době neexistují podložené vědecké důkazy příčinné souvislosti. Pokud se však takové podložené vědecké důkazy vyskytnou, Evropská komise zváží nejhodnější prostředky, jak k těmto účinkům přistupovat.

**Obrázek 2.1 Účinky EMP v různých frekvenčních pásmech (frekvenční intervaly nejsou znázorněny v měřítku)**



## 2.3 Nepřímé účinky

Nepřímé účinky mohou být způsobeny přítomností předmětů v elektromagnetickém poli, což se může stát příčinou bezpečnostního nebo zdravotního rizika. Směrnice o elektromagnetických polích neupravuje rizika spojená s dotykem vodičů pod napětím.

Nepřímé účinky jsou:

- interference s elektronickými zdravotnickými zařízeními a jinými prostředky,
- interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky nebo zařízeními, např. kardiostimulátory nebo defibrilátory,
- interference se zdravotnickými prostředky nošenými na těle, jako jsou např. inzulinové pumpy,
- interference s pasivními implantáty (umělé klouby, čepy, dráty nebo destičky vyrobené z kovu),
- účinky na střepiny, piercing, tetování a ozdoby těla,
- rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole,
- neúmyslný zážeh detonátorů,
- požáry či exploze v důsledku vznícení hořlavých či výbušných materiálů,
- elektrické šoky nebo popáleniny způsobené kontaktními proudy v případech, kdy se osoba dotkne vodivého předmětu v elektromagnetickém poli a předmět je uzemněn, zatímco osoba nikoli, nebo naopak.

Kapitola 5 a dodatek E obsahují další informace o nepřímých účincích a o možnostech řízení těchto rizik na pracovišti.

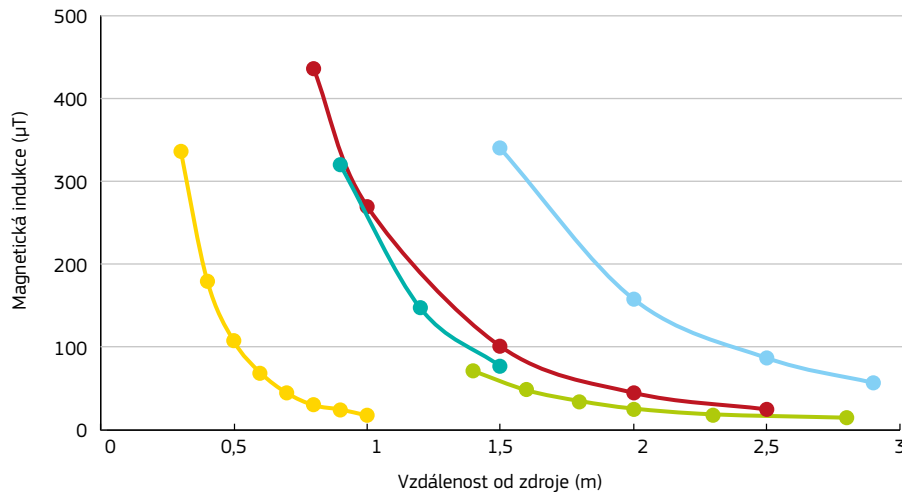


### Nejdůležitější informace: účinky elektromagnetických polí

Elektromagnetická pole na pracovišti mohou způsobovat přímé nebo nepřímé účinky. Přímé účinky jsou ty, které vznikají vzájemným působením polí a těla, a mohou mít buď netepelnou, nebo tepelnou povahu. Nepřímé účinky jsou výsledkem přítomnosti předmětu v poli, což je příčinou bezpečnostního nebo zdravotního rizika.



**Obrazek 3.2** Pokles magnetické indukce s rostoucí vzdáleností u různých zdrojů síťového kmitočtu: bodová svářečka (●—●); 0,5 m demagnetizační cívka (●—●); 180 kW indukční pec (●—●); 100 kVA šňůvová svářečka (●—●); 1 m demagnetizační cívka (●—●)



Cílem zbývající části této kapitoly je pomoci zaměstnavatelům odlišit zařízení, činnosti a situace, které pravděpodobně nepředstavují nebezpečí, od zařízení, činností a situací, u kterých může být nutné přijmout ochranná nebo preventivní opatření na ochranu pracovníků.

### 3.1 Zvláště ohrožení pracovníci

Některé skupiny pracovníků (viz tabulka 3.1) jsou považovány za mimořádně ohrožené elektromagnetickými poli. Tito pracovníci nemusí být dostatečně chráněni ani při dodržení referenčních hodnot, které jsou stanoveny ve směrnici o elektromagnetických polích, a proto je nutné, aby zaměstnavatelé hodnotili expozici těchto pracovníků odděleně od expozice ostatních pracovníků.

Zvláště ohrožení pracovníci budou za normálních okolností dostatečně chráněni, pokud budou dodrženy referenční úrovně uvedené v doporučení Rady 1999/519/ES (viz dodatek E). Avšak pro velice nepatrnou část z nich nemusí ani tyto referenční úrovně zajišťovat odpovídající ochranu. Těmto jednotlivcům poskytne vhodná doporučení jejich ošetřující lékař a tato doporučení by zaměstnavateli měla pomoci určit, zda je daná osoba na pracovišti v ohrožení.

**Tabulka 3.1** Zvláště ohrožení pracovníci, které uvádí směrnice o elektromagnetických polích

Zvláště ohrožení pracovníci	Příklady
Pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky	Kardiostimulátory, srdeční defibrilátory, kochleární implantáty, implantáty do mozkového kmene, protězy vnitřního ucha, neurostimulátory, síťnicové kamery, implantabilní infuzní pumpy
Pracovníci, kteří používají pasivní implantabilní zdravotnické prostředky obsahující kovy	Kloubní náhrady, čepy, destičky, šrouby, chirurgické spony, aneurysmatické cévní svorky, cévní výztuže (stenty), náhrady srdečních chlopní, anuloplastické prstence, kovové antikoncepční implantáty a některé případy aktivních implantabilních zdravotnických prostředků
Pracovníci, kteří používají zdravotnické prostředky nošené na těle	Externí hormonální infuzní pumpy
Těhotné pracovníce	

*Poznámka:* Při zvažování otázky, zda jsou pracovníci zvláště ohrožení, by zaměstnavatelé měli vzít v úvahu frekvenci pole, úroveň a délku trvání expozice.

### 3.1.1 Pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky

Jednou ze skupin zvláště ohrožených pracovníků jsou pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (AIMD). Důvodem je, že silná elektromagnetická pole mohou narušovat normální fungování těchto aktivních implantátů. Je stanoven právní požadavek, podle něž mají výrobci prostředků zaručit, aby jejich výrobky měly přiměřenou odolnost vůči interferencím a byly rutinně podrobovány zkouškám odolnosti vůči intenzitám polí, se kterými by se mohly dostat do styku ve veřejném prostředí. Intenzity polí až do výše referenčních úrovní stanovených v doporučení Rady 1999/519/ES by proto neměly fungování těchto prostředků nepříznivě ovlivnit. Intenzity polí, které tyto referenční úrovně přesahují *v bodě umístění prostředku nebo jeho snímacích vodičů* (jsou-li přítomny), mohou způsobit selhání prostředku, které by mohlo ohrozit osoby, jež tyto prostředky používají.

Ačkoli některé z pracovních situací, o nichž pojednává tato kapitola, mohou být příčinou vzniku silných polí, v mnoha případech budou tato pole vysoce lokalizovaná. Riziku lze proto zamezit tím, že se zaručí, aby nedocházelo k vytváření silných polí v bezprostřední blízkosti implantátu. Např. pole vytvořené mobilním telefonem by mohlo narušovat fungování kardiostimulátoru, pokud by byl telefon držen v jeho těsné blízkosti. Nicméně lidé, kteří mají kardiostimulátory, mohou přesto mobilní telefony používat, aniž by byli ohroženi. Jednoduše musí dbát na to, aby telefon drželi dále od hrudníku.

Sloupec 3 tabulky 3.2 uvádí výčet situací, při kterých je vyžadováno zvláštní hodnocení s ohledem na pracovníky, kteří používají aktivní implantáty, neboť existuje možnost, že v bezprostřední blízkosti prostředku nebo jeho snímacích vodičů (jsou-li přítomny) by mohla vzniknout silná pole. Výsledkem takového hodnocení často může být konstatování, že dotčení pracovníci by se jednoduše měli řídit pokyny, které jim poskytl zdravotnický tým po implantaci.

Pokud mají na pracoviště přístup pracovníci nebo jiné osoby, které používají aktivní implantáty, zaměstnavatel bude muset zvážit, zda není vyžadováno podrobnější hodnocení. V této souvislosti je třeba poznamenat, že u řady pracovních situací, které jsou uvedeny v tabulce 3.2, se rozlišuje mezi osobou, která osobně provádí určitou činnost, a činností prováděnou na daném pracovišti. Ve druhém případě je nepravděpodobné, že dojde ke vzniku silného pole v bezprostřední blízkosti implantátu, a proto v tomto případě hodnocení obvykle není vyžadováno.

V několika málo situacích (např. při indukčním tavení) vznikají velmi silná pole. V takových případech bývá oblast, nad kterou mohou být překročeny referenční hodnoty podle doporučení Rady 1999/519/ES, zpravidla mnohem větší. Hodnocení bude tím pádem pravděpodobně složitější (viz dodatek E) a může být nutné zavést omezení přístupu.

### 3.1.2 Ostatní zvláště ohrožení pracovníci

Pro ostatní skupiny zvláště ohrožených pracovníků (viz tabulka 3.1) vysoce lokalizovaná silná pole obvykle nepředstavují riziko. Tito pracovníci jsou však ohroženi v případech, kdy při pracovních činnostech mohou vznikat pole, která přesahují referenční úrovně podle doporučení Rady 1999/519/ES, a to v oblastech, které jsou obecněji přístupné. Běžné situace, kdy k tomu může dojít, jsou uvedeny v sloupci 2 tabulky 3.2, a budou vyžadovat zvláštní hodnocení.

Pokud je vyžadováno hodnocení pro zvláště ohrožené pracovníky, měli by zaměstnavatelé nahlédnout do dodatku E.





### Nejdůležitější informace: zvláště ohrožení pracovníci

Pracovníci s aktivními implantáty mohou být ohroženi silnými poli na pracovišti. Tato pole bývají často vysoce lokalizovaná a rizika je možné odpovídajícím způsobem zvládnout uplatněním několika jednoduchých preventivních opatření založených na doporučení ošetřujících lékařů dotčených pracovníků.

Ačkoli silná pole mohou představovat zvláštní rizika i pro jiné skupiny pracovníků (pracovníci s pasivními implantáty, pracovníci se zdravotnickými prostředky nošenými na těle a těhotné pracovníce), je to pravděpodobně pouze v omezeném počtu situací (viz tabulka 3.2).

## 3.2 Požadavky na hodnocení u běžných pracovních činností, zařízení a pracovišť

Tabulka 3.2 uvádí výčet mnoha běžných pracovních činností, zařízení a pracovišť a také informace o tom, zda je pravděpodobné, že bude požadováno hodnocení s ohledem na:

- pracovníky s aktivními implantáty,
- ostatní zvláště ohrožené pracovníky,
- pracovníky, kteří nejsou zvláště ohroženi.

Informace v této tabulce vycházejí z toho, zda v určité situaci může dojít ke vzniku polí o intenzitě, která přesahuje referenční úroveň podle doporučení Rady 1999/519/ES, a pokud ano, zda budou tato pole vysoce lokalizovaná či nikoli.

Tabulka 3.2 předpokládá používání zařízení, které vyhovuje nejnovějším normám, bylo správně udržováno a je používáno v souladu s pokyny výrobce. Pokud je při práci používáno velmi staré, nestandardní nebo špatně udržované zařízení, nemusí být pokyny uvedené v tabulce 3.2 použitelné.

Pokud je u každé z činností na pracovišti uvedeno „Ne“ ve všech třech sloupcích, nemělo by být nutné provádět zvláštní hodnocení ve vztahu ke směrnici o elektromagnetických polích, jelikož lze předpokládat, že elektromagnetická pole v takových případech nepředstavují žádné riziko. V těchto situacích obvykle nejsou požadovány žádné další kroky. Bude však nutné provést obecné hodnocení rizik v souladu s požadavky rámcové směrnice. Zaměstnavatelé by měli zachovat obezřetnost vůči měnícím se okolnostem, jak to vyžaduje rámcová směrnice, a měli by přezkoumávat potřebu zvláštních hodnocení elektromagnetických polí s přihlédnutím k veškerým zjištěným změnám.

Obdobně by nemělo být nutné provádět zvláštní hodnocení v souvislosti se směrnicí o elektromagnetických polích na pracovištích, kam nemají přístup pracovníci s aktivními implantáty nebo jiní zvláště ohrožení pracovníci, pokud je u každé z činností v relevantních sloupcích uvedeno „Ne“. I v těchto případech však bude nutné provést obecné hodnocení rizik, jak to vyžaduje rámcová směrnice. Zaměstnavatelé by rovněž měli zachovat obezřetnost vůči měnícím se okolnostem, a to zejména pokud jde o přístup zvláště ohrožených pracovníků do některých prostor.



### Nejdůležitější informace: Hodnocení EMP

Pokud na pracovišti dochází pouze k situacím, jejichž výčet je uveden v tabulce 3.2 a u kterých je ve všech relevantních sloupcích uvedeno „Ne“, zpravidla nebude nutné provádět zvláštní hodnocení elektromagnetických polí. I v těchto případech však bude nutné provést obecné posouzení rizik v souladu s požadavky rámcové směrnice a zaměstnavatelé by měli zachovat obezřetnost vůči měnícím se okolnostem.

**Tabulka 3.2** Přehled případů, kdy je požadováno zvláštní hodnocení elektromagnetických polí u běžných pracovních činností, zařízení a pracovišť

Druh zařízení nebo pracoviště	Je nutné hodnocení provést (v případě následujících kategorií)?		
	Pracovníci, kteří nejsou zvláště ohroženi*	Zvláště ohrožení pracovníci (s výjimkou pracovníků s aktivními implantáty)**	Pracovníci s aktivními implantáty***
	(1)	(2)	(3)
<b>Prostředky bezdrátové komunikace</b>			
Telefony, bezšňůrové (včetně základnových stanic telefonů standardu DECT (digitální evropský bezšňůrový telefon) – používání	Ne	Ne	Ano
Telefony, bezšňůrové (včetně základnových stanic telefonů standardu DECT (digitální evropský bezšňůrový telefon) – pracoviště, kde se nacházejí	Ne	Ne	Ne
Telefony, mobilní – používání	Ne	Ne	Ano
Telefony, mobilní – pracoviště, kde se nacházejí	Ne	Ne	Ne
Bezdrátová komunikační zařízení (např. Wi-Fi nebo Bluetooth) včetně přístupových míst pro WLAN – používání	Ne	Ne	Ano
Bezdrátová komunikační zařízení (např. Wi-Fi nebo Bluetooth) včetně přístupových míst pro WLAN – pracoviště, kde se nacházejí	Ne	Ne	Ne
<b>Kancelář</b>			
Audiovizuální přístroje (např. televizory, DVD přehrávače)	Ne	Ne	Ne
Audiovizuální přístroje obsahující radiofrekvenční vysílače	Ne	Ne	Ano
Komunikační zařízení a pevné sítě	Ne	Ne	Ne
Počítače a IT vybavení	Ne	Ne	Ne
Ohřívače s ventilátorem, elektrické	Ne	Ne	Ne
Ventilátory, elektrické	Ne	Ne	Ne
Kancelářské vybavení (např. kopírky, skartovačky, elektrické sešivačky)	Ne	Ne	Ne
Telefony (pevné linky) a faxy	Ne	Ne	Ne
<b>Infrastruktura (budovy a pozemky)</b>			
Poplašné systémy	Ne	Ne	Ne
Antény základnových stanic, uvnitř vymezené výlučné zóny operátora	Ano	Ano	Ano
Antény základnových stanic, mimo vymezenou výlučnou zónu operátora	Ne	Ne	Ne
Zahradní přístroje (elektrické) – používání	Ne	Ne	Ano
Zahradní přístroje (elektrické) – pracoviště, kde se nachází	Ne	Ne	Ne
Topná zařízení (elektrická) pro vytápění místností	Ne	Ne	Ne
Domácí a profesionální spotřebiče, např. chladnička, pračka, sušička, myčka, trouba, opékač topinek, mikrovlnná trouba, žehlička, které neobsahují zařízení pro přenos dat, jako je například WLAN, Bluetooth nebo mobilní telefony	Ne	Ne	Ne
Osvětlovací zařízení, např. osvětlení prostor a stolní lampy	Ne	Ne	Ne
Osvětlovací zařízení, radiofrekvenční nebo mikrovlnná	Ano	Ano	Ano
Pracoviště přístupná široké veřejnosti, která splňují referenční úroveň stanovené v doporučení Rady 1999/519/ES	Ne	Ne	Ne

Bezpečnost			
Systémy sledování zboží a RFID (radiofrekvenční identifikace)	Ne	Ne	Ano
Výmazová zařízení, kazety nebo pevné disky	Ne	Ne	Ano
Detektory kovů	Ne	Ne	Ano
Elektrické napájení			
Elektrický obvod, kde se vodiče nacházejí blízko u sebe a jejich výsledný proud je 100 A nebo nižší – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ne	Ne	Ne
Elektrický obvod, kde se vodiče nacházejí blízko u sebe a jejich výsledný proud je vyšší než 100 A – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ano	Ano	Ano
Elektrické obvody v rámci zařízení se jmenovitým fázovým proudem 100 A nebo nižším pro jednotlivý obvod – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ne	Ne	Ne
Elektrické obvody v rámci zařízení se jmenovitým fázovým proudem vyšším než 100 A pro jednotlivý obvod – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ano	Ano	Ano
Elektrická zařízení se jmenovitým fázovým proudem vyšším než 100 A – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ano	Ano	Ano
Elektrická zařízení se jmenovitým fázovým proudem 100 A nebo nižším – včetně vedení, rozvaděčů, transformátorů, atd. – expozice magnetickým polím	Ne	Ne	Ne
Generátory a nouzové generátory – práce s nimi	Ne	Ne	Ano
Invertory včetně inverterů na fotovoltaických systémech	Ne	Ne	Ano
Nadzemní neizolovaný vodič se jmenovitým napětím do 100 kV nebo trolejové vedení do 150 kV nad pracovištěm – expozice elektrickým polím	Ne	Ne	Ne
Nadzemní neizolovaný vodič se jmenovitým napětím vyšším než 100 kV nebo trolejové vedení s napětím vyšším než 150 kV <sup>1</sup> nad pracovištěm – expozice elektrickým polím	Ano	Ano	Ano
Nadzemní neizolované vodiče jakéhokoli napětí – expozice magnetickým polím	Ne	Ne	Ne
Podzemní nebo izolovaný kabelový obvod dimenzovaný na jakékoli napětí – expozice elektrickým polím	Ne	Ne	Ne
Větrné turbíny, práce s nimi	Ne	Ano	Ano
Lehký průmysl			
Obloukové svařování, ruční (včetně MIG, MAG, WIG) při dodržování správných postupů, kdy se kabel neopírá o tělo	Ne	Ne	Ano
Nabíječky baterií, průmyslové	Ne	Ne	Ano
Nabíječky baterií, velké profesionální	Ne	Ne	Ano
Zařízení na povrchovou úpravu a nátěry	Ne	Ne	Ne
Ovládací zařízení neobsahující rádiové vysílače	Ne	Ne	Ne
Zařízení na korónovou povrchovou úpravu	Ne	Ne	Ano
Dielektrický ohřev	Ano	Ano	Ano

<sup>1</sup> U nadzemního vedení nad 150 kV bude intenzita elektrického pole zpravidla, nikoli však vždy, nižší než referenční úroveň uvedená v doporučení Rady 1999/519/ES.

Dielektrické svařování	Ano	Ano	Ano
Zařízení na elektrostatické nanášení nátěrových hmot	Ne	Ano	Ano
Pece s odporovým ohřevem	Ne	Ne	Ano
Tavné pistole (přenosné) – pracoviště, kde se nacházejí	Ne	Ne	Ne
Tavné pistole (přenosné) – používání	Ne	Ne	Ano
Horkovzdušné pistole (přenosné) – pracoviště, kde se nacházejí	Ne	Ne	Ne
Horkovzdušné pistole – používání	Ne	Ne	Ano
Hydraulické rampy	Ne	Ne	Ne
Indukční ohřev	Ano	Ano	Ano
Systémy indukčního ohřevu, automatizované, kde diagnostika a oprava poruch předpokládají těsnou blízkost u zdroje EMP	Ne	Ano	Ano
Indukční těsnící zařízení	Ne	Ne	Ano
Indukční pájení	Ano	Ano	Ano
Obráběcí stroje (například stojanové vrtačky, brusky, soustruhy, frézky, pily)	Ne	Ne	Ano
Zkoušení svarů magnetickou práškovou metodou (detekce trhlin)	Ano	Ano	Ano
Magnetizéry/demagnetizéry, průmyslové (včetně výmazových zařízení na kazety)	Ano	Ano	Ano
Měřicí zařízení a přístroje neobsahující rádiové vysílače	Ne	Ne	Ne
Mikrovlňný ohřev a sušení v dřevozpracujícím průmyslu (sušení, tváření a lepení dřeva)	Ano	Ano	Ano
Plazmové zařízení RF včetně vakuového nanášení a naprašování	Ano	Ano	Ano
Nářadí (elektrické ruční a přenosné, například vrtačky, brusky, kotoučové pily a úhlové brusky) – používání	Ne	Ne	Ano
Nářadí (elektrické ruční a přenosné) – pracoviště, kde se nachází	Ne	Ne	Ne
Svařovací systémy, automatizované, diagnostika, oprava poruch a výuka předpokládá těsnou blízkost u zdroje EMP	Ne	Ano	Ano
Svařování, ruční odporové (bodové svařování, švové svařování)	Ano	Ano	Ano
<b>Těžký průmysl</b>			
Elektrolýza, průmyslová	Ano	Ano	Ano
Pece, obloukové tavení	Ano	Ano	Ano
Pece, indukční tavení (menší pece mají obvykle vyšší přístupná pole než větší pece)	Ano	Ano	Ano
<b>Stavební průmysl</b>			
Stavební stroje (např. míchačky betonu, vibrátory, jeřáby, atd.) – práce v těsné blízkosti	Ne	Ne	Ano
Mikrovlňné sušení, ve stavebním průmyslu	Ano	Ano	Ano
<b>Zdravotnictví</b>			
Lékařská zařízení, která nevyužívají EMP pro diagnostiku nebo léčbu	Ne	Ne	Ne
Lékařská zařízení, která využívají EMP pro diagnostiku nebo léčbu (například krátkovlnná diatermie, transkraniální magnetická stimulace)	Ano	Ano	Ano
<b>Doprava</b>			
Motorová vozidla a zařízení – práce v těsné blízkosti startéru, alternátoru a zapalování	Ne	Ne	Ano

Radar – pro řízení letového provozu, vojenský, meteorologický a radar dlouhého dosahu	Ano	Ano	Ano
Vlaky a tramvaje, elektricky poháněné	Ano	Ano	Ano
<b>Různé</b>			
Nabíječky baterií, induktivní nebo bezkontaktní vazba	Ne	Ne	Ano
Nabíječky baterií, neinduktivní vazba určená pro použití v domácnosti	Ne	Ne	Ne
Vysílací systémy a zařízení (rozhlas a televize: LF, MF, HF, VHF, UHF)	Ano	Ano	Ano
Zařízení vytvářející statické magnetické pole > 0,5 mT, ať už vytvořené elektricky nebo na bázi permanentních magnetů (například magnetická sklíčka, stoly a dopravníky, zvedací magnety, magnetické držáky, štítky se jménem, odznaky)	Ne	Ne	Ano
Zařízení uvedené na evropský trh v souladu s doporučením Rady 1999/519/ES nebo s harmonizovanými normami pro EMP	Ne	Ne	Ne
Sluchátka vytvářející silná magnetická pole	Ne	Ne	Ano
Indukční kuchyňská zařízení, profesionální	Ne	Ne	Ano
Neelektrická zařízení všech typů kromě zařízení obsahujících permanentní magnety	Ne	Ne	Ne
Přenosná zařízení (na baterie) neobsahující radiofrekvenční vysílače	Ne	Ne	Ne
Radiopřijímače umožňující obousměrnou komunikaci (například vysílačky, autorádia)	Ne	Ne	Ano
Vysílače, na baterie	Ne	Ne	Ano

- Poznámka:
- \* Je nezbytné provést hodnocení porovnáním s platnými referenčními hodnotami nebo nejvyššími přípustnými hodnotami (viz kapitola 6).
  - \*\* Hodnotit v porovnání s referenčními úrovněmi dle doporučení Rady (viz oddíl 5.4.1.3 a dodatek E).
  - \*\*\* Lokalizovaná osobní expozice může překročit referenční úroveň uvedené v doporučení Rady – to bude nutné zohlednit při hodnocení rizik, do něhož by měly být zahrnuty informace poskytnuté týmem zdravotníků odpovědným za implantaci zařízení a/nebo následnou péči (viz oddíl 5.4.1.3 a dodatek E).

### 3.2.1 Pracovní činnosti, zařízení a pracoviště, která budou pravděpodobně vyžadovat zvláštní hodnocení

Pracoviště, na nichž se nacházejí zařízení, která využívají velký proud nebo vysoké napětí, mohou v určitých zónách vytvářet silná elektromagnetická pole. To je pravděpodobné také v případě zařízení, která jsou záměrně konstruována tak, aby při vysokém výkonu přenášela elektromagnetické záření. Tato silná pole mohou přesáhnout referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty expozice, které jsou stanoveny ve směrnici o elektromagnetických polích, nebo mohou představovat nepřijatelné riziko v důsledku nepřímých účinků.

Sloupec 1 tabulky 3.2 uvádí výčet situací, při nichž mohou vznikat silná pole, která budou obvykle vyžadovat zvláštní hodnocení elektromagnetických polí. Tato tabulka vychází ze skutečnosti, že stávající naměřené údaje pro příklady těchto situací ukazují, že pole mohou být natolik silná, že se blíží k referenčním hodnotám a v některých případech tyto referenční hodnoty dokonce překračují. S ohledem na tuto skutečnost hodnota „Ano“ ve sloupci 1 neznámá, že vytvářené pole nutně přesáhne nejvyšší přípustnou hodnotu expozice. Spíše znamená, že vzhledem k rozmezí variací, které se na pracovišti mohou vyskytnout nelze s jistotou očekávat, že nejvyšší přípustná hodnota expozice bude vždy dodržena. Proto se doporučuje provádět hodnocení, které je pro každé pracoviště specifické.

Je třeba zdůraznit, že tabulka 3.2 uvádí příklady situací, které na pracovišti běžně nastávají. Nelze ji však považovat za vyčerpávající seznam a je možné, že existují jiná speciální zařízení či méně obvyklé postupy, které do seznamu nebyly zařazeny. Seznam by však měl zaměstnavatelům pomoci určit druhy situací, které budou pravděpodobně vyžadovat další podrobné hodnocení.

### 3.3 Pracovní činnosti, zařízení a pracoviště, které nejsou v této kapitole uvedeny

Pokud zaměstnavatelé zjistí, že na jejich pracovišti nastávají situace, které podle všeho nejsou popsány v tabulce 3.2, nejprve shromáždí co nejvíce informací z příruček a jiných dokumentů, které mají k dispozici. Dále se pokusí zjistit, zda jsou k dispozici informace z externích zdrojů, např. od výrobců zařízení nebo obchodních sdružení (viz kapitola 7 této příručky).

Pokud není možné získat informace o elektromagnetických polích jinde, může být nutné provést hodnocení na základě měření nebo výpočtu (viz kapitola 8).

Oddíl 2

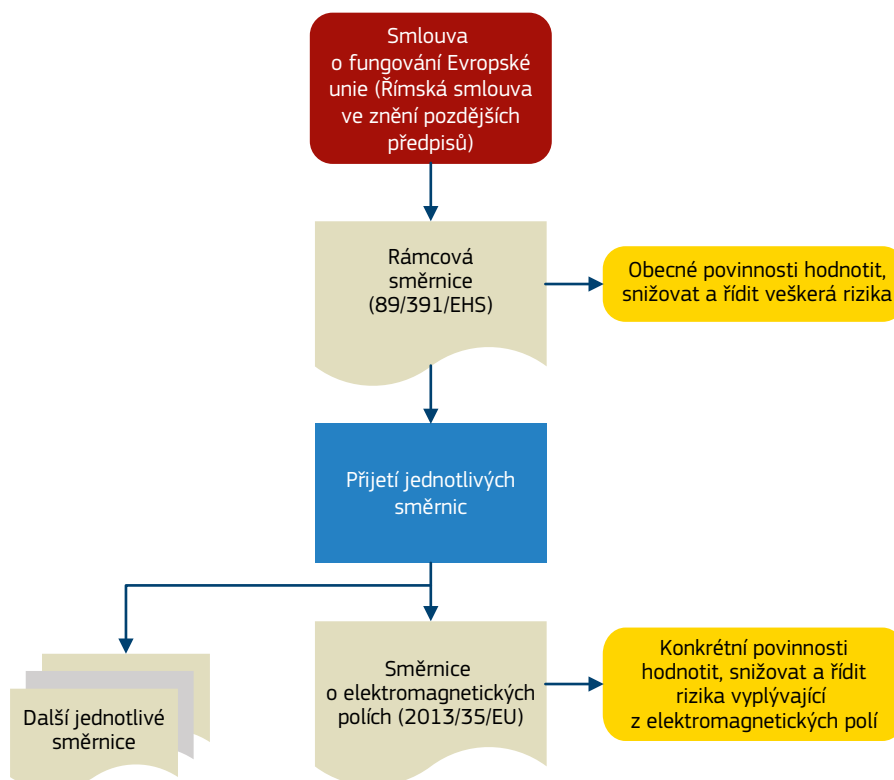
**ROZHODNUTÍ, ZDA  
JE NUTNÉ PŘIJMOUT  
DALŠÍ OPATŘENÍ**

## 4. STRUKTURA SMĚRNICE O ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍCH

Úplný text směrnice o elektromagnetických polích (2013/35/EU) je uveden v dodatku L této příručky. Tato kapitola vysvětluje, jak a proč byla směrnice o elektromagnetických polích zavedena, a uvádí souhrn jejích klíčových požadavků.

Římská smlouva (nyní Smlouva o fungování Evropské unie) stanoví cíl podpory zlepšování pracovního prostředí, pokud jde o zdraví a bezpečnost pracovníků. K dosažení tohoto cíle umožňuje zavádění směrnic za účelem stanovení minimálních požadavků. V roce 1989 byla zavedena rámcová směrnice (89/391/EHS) jako zastřešující směrnice pro tuto oblast. Tato rámcová směrnice stanoví obecné požadavky na hodnocení a snižování rizik, připravenost na mimořádné situace, informování pracovníků, jejich účast a školení, povinnosti pracovníků a zdravotní dohled. Stanoví rovněž zavádění jednotlivých směrnic, které v zásadě stanoví podrobnější pokyny k tomu, jak dosahovat cílů rámcové směrnice v konkrétních situacích. Směrnice o elektromagnetických polích je dvacátou takovou samostatnou směrnicí. Obrázek 4.1 znázorňuje její zasazení do širšího legislativního kontextu.

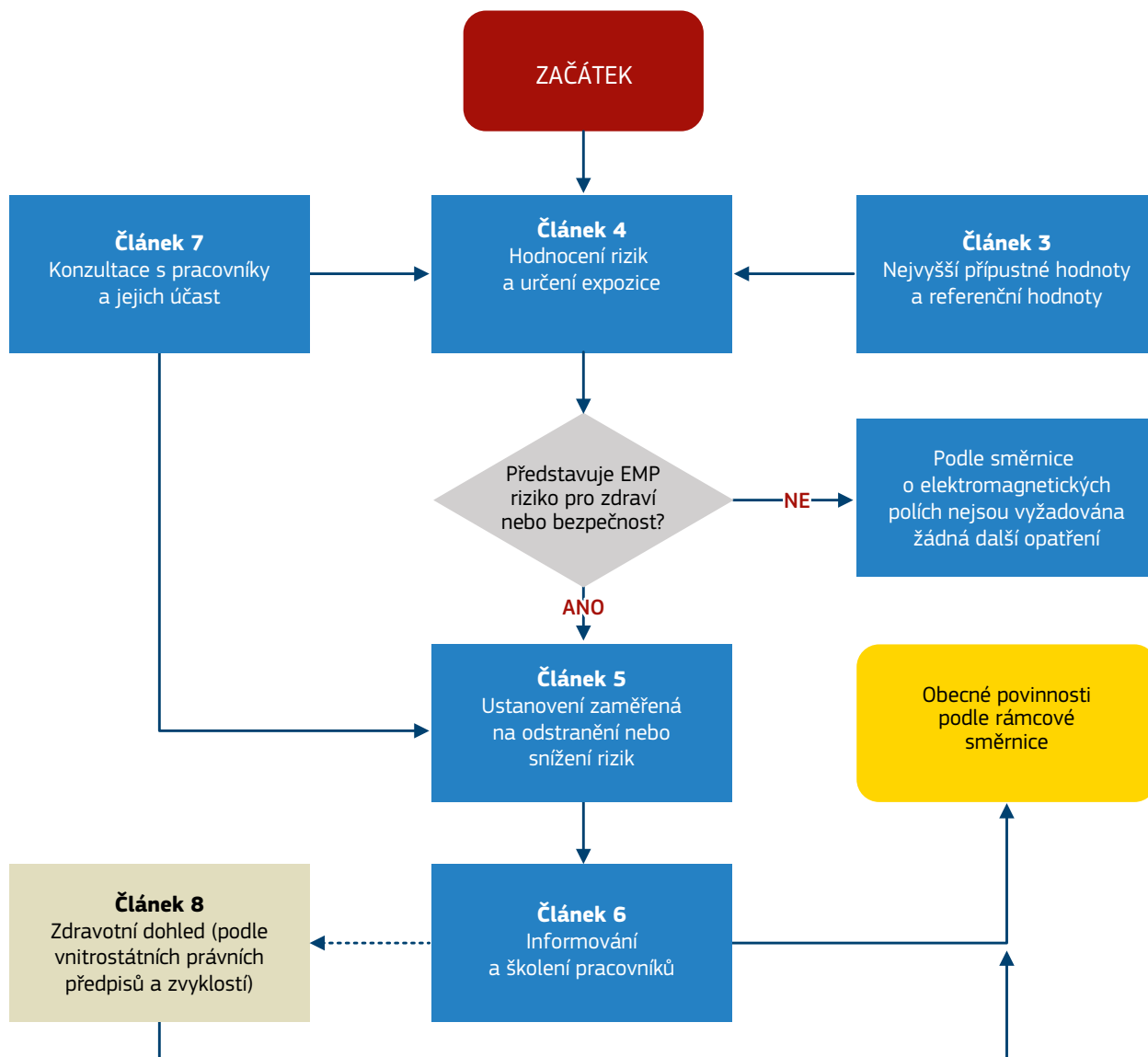
**Obrázek 4.1** Schematické znázornění legislativního prostředí pro směrnici o elektromagnetických polích





Obrázek 4.2 uvádí přehled hlavních článků směrnice o elektromagnetických polích, které jsou relevantní pro zaměstnavatele, a jejich vzájemného provázání.

**Obrázek 4.2 Schematické znázornění vzájemného provázání článků směrnice o elektromagnetických polích**



Jak je vysvětleno výše, záměrem směrnice o elektromagnetických polích je pomoci zaměstnavatelům, aby splnili své povinnosti vyplývající z rámcové směrnice v konkrétní situaci, která zahrnuje expozici EMP. Z toho vyplývá, že řada požadavků směrnice o elektromagnetických polích odráží požadavky obecnější rámcové směrnice, a proto by tyto dvě směrnice měly být používány společně. Směrnice o elektromagnetických polích klade hlavní důraz na hodnocení rizik způsobených elektromagnetickými poli na pracovišti a následně podle potřeby na zavádění opatření k jejich snížení. Jedním z důsledků propojení těchto dvou směrnic však je, že většina zaměstnavatelů, kteří již plní své povinnosti podle rámcové směrnice, by měla dospět k závěru, že již není nutné, aby pro dosažení souladu se směrnicí o elektromagnetických polích prováděli výraznější opatření.

Směrnice o elektromagnetických polích usiluje o zavedení *minimálních* požadavků na zdraví a bezpečnost ve vztahu k práci s EMP. V souladu se Smlouvou o fungování Evropské unie se mohou jednotlivé členské státy rozhodnout, že zachovávají stávající právní předpisy nebo zavedou právní předpisy nové s přísnějšími požadavky, než jsou požadavky uvedené ve směrnici o elektromagnetických polích.

## 4.1 Článek 3 – Nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty

Článek 3 omezuje maximální expozice stanovením nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání a pro účinky na zdraví. Ty jsou definovány v příloze II (netepelné účinky) a III (tepelné účinky) směrnice o elektromagnetických polích. Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví je nutno vždy dodržet. Je však přijatelné dočasně překročit nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky za předpokladu, že pracovníkům budou poskytnuty informace a budou zavedena další opatření, jak je uvedeno v článku 3.



### Nejdůležitější informace: Definice

Řada pojmů používaných ve směrnici o elektromagnetických polích je definována v článku 2. Některé pojmy, jako například „dočasně“ nebo „odůvodněný“, však definovány nejsou a mohou být používány různě v závislosti na kontextu. Tam, kde směrnice o elektromagnetických polích neuvádí výslovné definice pojmů, budou je definovat členské státy při provádění, a to buď v právních předpisech, nebo jinými prostředky.

Nejvyšší přípustné hodnoty jsou ve většině případů stanoveny ve vazbě na veličiny definované uvnitř těla, které není možné přímo změřit nebo jednoduše vypočítat. Z tohoto důvodu zavádí článek 3 referenční hodnoty stanovené ve vztahu k veličinám definovaným ve vnějších polích, které lze snadněji zjistit měřením nebo výpočtem. Tyto referenční hodnoty jsou definovány v přílohách II a III směrnice o elektromagnetických polích. Za předpokladu, že nedojde k překročení těchto referenčních hodnot, lze předpokládat, že expozice budou v souladu s nejvyššími přípustnými hodnotami a další hodnocení nebude nutné. Za určitých okolností může být přijatelné překročení některých referenčních hodnot a příslušná pravidla tohoto překročení jsou v článku 3 uvedena.

Praktické uplatnění referenčních hodnot a nejvyšších přípustných hodnot je složité a podrobněji se jím zabývá kapitola 6 této příručky.

## 4.2 Článek 4 – Hodnocení rizik a určení expozice

Prvním krokem k vytvoření bezpečnějšího pracoviště je provést hodnocení rizik, která se tam nacházejí. Kapitola 5 této příručky obsahuje další informace o hodnocení rizik vyplývajících z EMP na pracovišti. To zahrnuje i diskusi o otázkách, které je nutno vzít v úvahu, aby byl splněn článek 4. Je důležité vzít v úvahu, že nestačí pouze prokázat dodržení referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot vzhledem k tomu, že to samo o sobě nemusí být dostačující pro zajištění odpovídající ochrany zvláště ohrožených pracovníků nebo pro odstranění bezpečnostních rizik vyplývajících z nepřímých účinků.

Při posuzování rizik vyplývajících z EMP na pracovišti je nutné chápat povahu polí, která se zde nacházejí. Proto článek 4 navíc vyžaduje, aby zaměstnavatelé určovali a vyhodnocovali EMP na pracovišti. Umožňuje však zaměstnavatelům zohlednit informace poskytnuté jinými osobami a vyžaduje od nich, aby pole hodnotili sami pouze v případě, kdy není možné prokázat dodržení jiným způsobem.

Přijatelnost používání údajů poskytnutých výrobcem nebo publikovaných v databázích obecného hodnocení je důležitá, protože pro většinu zaměstnavatelů bude představovat zdaleka nejjednodušší způsob hodnocení EMP na pracovišti. Použití informací poskytnutých jinými osobami je blíže popsáno v kapitole 7 této příručky a je ilustrováno v některých případových studiích v dílu 2.

I v případě, že je nutné, aby zaměstnavatelé hodnotili pole sami, článek 4 jim umožňuje volbu, zda to chtějí provést na základě měření nebo výpočtu. Tato flexibilita umožní zaměstnavatelům, aby zvolili nejjednodušší přístup vhodný pro jejich konkrétní situaci. Existuje celá řada faktorů ovlivňujících přístup, který je nutno zvolit, a o nich dále pojednává kapitola 8 této příručky, zatímco další informace jsou uvedeny v dodatku D.

### 4.3 Článek 5 – Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik

Za předpokladu, že nejsou překročeny referenční hodnoty a že lze vyloučit další účinky, nemusí zaměstnavatelé provádět žádná jiná opatření kromě toho, že zajistí, aby i nadále plnili své povinnosti vyplývající z rámcové směrnice. To bude zahrnovat pravidelnou kontrolu hodnocení rizik s cílem zajistit, že stále odpovídá situaci.

V případě překročení referenčních hodnot se zaměstnavatel může pokusit prokázat dodržení nejvyšších přípustných hodnot a absenci dalších bezpečnostních rizik vyplývajících z EMP, pokud je to možné. V řadě případů však může být jednodušší a levnější zavést opatření vedoucí k odstranění rizik, než prokazovat dodržení nejvyšší přípustné hodnoty. Pokud se týče dalších aspektů směrnice o elektromagnetických polích, měly by se obecné přístupy k odstraňování a snižování rizik řídit přístupy rámcové směrnice. Většina zaměstnavatelů bude mít k dispozici řadu možností a na jejich konkrétní situaci bude záviset, která bude nejvhodnější. O společných přístupech pojednává kapitola 9 této příručky, která zahrnuje některá opatření specifická pro rizika vyplývající z EMP.

Jak je uvedeno výše v oddíle 4.1, článek 3 umožňuje dočasné překročení nízkých referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání v závislosti na podmínkách. Článek 5 stanoví preventivní opatření, která musí být v těchto situacích přijata.

I v případě, že k překročení referenčních hodnot nedojde, bude zaměstnavatel muset vzít na vědomí, že tato skutečnost nemusí nutně znamenat, že je zajištěna dostatečná ochrana, pokud jde o zvláště ohrožené pracovníky, nebo že neexistují žádná bezpečnostní rizika vyplývající z nepřímých účinků. Pro řízení těchto rizik je opět často k dispozici celá řada možností, kterými se rovněž podrobněji zabývá kapitola 9.

### 4.4 Článek 6 – Informování a školení pracovníků

Obdobně jako u jiných aspektů směrnice o elektromagnetických polích jsou požadavky článku 6 do značné míry podobné odpovídajícím článkům v rámcové směrnici. V případě zjištění rizik by pak měly být poskytnuty odpovídající informace a školení. Je však pravda, že řada pracovníků nemusí být obeznámena s povahou nebezpečí spojených s EMP, s možnými příznaky nebo s pojmy jako nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty, a proto by to vše mělo být výslovnou součástí každého školení. Pracovníkům bude rovněž nutno poskytnout konkrétní informace o výsledcích hodnocení na jejich konkrétním pracovišti.

Stejně tak je důležité, aby byla rizika zasazena do souvislosti. Pracovníci by si měli být vědomi toho, že řada zdrojů elektromagnetických polí na pracovišti nepředstavuje pro jejich zdraví nebo bezpečnost žádné riziko. Naopak mnoho z nich, jako jsou například mobilní telefony nebo zdvihací zařízení, mohou zlepšit jejich podmínky nebo jim značně usnadnit práci. Poskytováním informací a školení se podrobněji zabýváme v kapitole 9 této příručky.

### 4.5 Článek 7 – Konzultace s pracovníky a jejich účast

Článek 7 směrnice o elektromagnetických polích odkazuje přímo na článek 11 rámcové směrnice.

## 4.6 Článek 8 – Zdravotní dohled

Článek 8 směrnice o elektromagnetických polích vychází z požadavků článku 14 rámcové směrnice. Členskými státy je výslovně povoleno přizpůsobit tyto požadavky systémům, které již mají zavedeny, a tak se praktická realizace tohoto článku bude pravděpodobně v jednotlivých zemích lišit. Některé pokyny týkající se zdravotního dohledu jsou uvedeny v kapitole 11 této příručky.

## 4.7 Článek 10 – Odchylky

Článek 10 uvádí jednu pevně stanovenou odchylku a dvě odchylky založené na vlastním uvážení. Odchylkou se rozumí zmírnění legislativního požadavku. V tomto případě to znamená, že zaměstnavatelé nemusí za určitých okolností dodržet některé požadavky směrnice o elektromagnetických polích za předpokladu, že pracovníci jsou i přesto dostatečně chráněni.

Pevně stanovená odchylka se týká montáže, testování, používání, vývoje a údržby zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance (MRI) ve zdravotnictví, nebo výzkumu souvisejícího s používáním tohoto zařízení. Tato odchylka stanoví, že expozice mohou překročit nejvyšší přípustné hodnoty, pokud jsou splněny určité podmínky. Těmito podmínkami se podrobněji zabývá dodatek F této příručky společně s pokyny pro zaměstnavatele k tomu, jak prokázat jejich dodržování.

První odchylka založená na vlastním uvážení umožňuje členským státům povolit použití alternativního systému ochrany pracovníků působících ve vojenských zařízeních zapojených do vojenských činností nebo pracovníků, kteří se účastní společných mezinárodních vojenských cvičení. Tato odchylka je podmíněna tím, že nesmí docházet k poškození zdraví a ohrožení bezpečnosti.

Druhá odchylka založená na vlastním uvážení je obecná odchylka, která umožňuje členským státům za určitých podmínek povolit dočasné překročení nejvyšších přípustných hodnot v konkrétních odvětvích nebo v případě konkrétních činností.

Těmito odchylkami se podrobněji zabývá oddíl 6.4 této příručky.

## 4.8 Shrnutí

Záměrem směrnice o elektromagnetických polích je pomoci zaměstnavatelům dosáhnout souladu s požadavky rámcové směrnice, pokud jde o konkrétní rizika spojená s EMP. Většina zaměstnavatelů již pravděpodobně splňuje své povinnosti podle rámcové směrnice, a tudíž bude mít splněny i všechny své povinnosti podle směrnice o elektromagnetických polích. U některých pracovišť, kde se vyskytují silnější pole, však může vyvstat potřeba, aby zaměstnavatelé provedli podrobnější hodnocení a zavedli další opatření vedoucí k odstranění nebo snížení těchto rizik. Bude rovněž nutné, aby zaměstnavatelé poskytli svým pracovníkům informace a školení, aby zapojili pracovníky do řízení rizik a aby dodržovali vnitrostátní praxi v oblasti zdravotního dohledu.

Na zobrazování na principu magnetické rezonance ve zdravotnictví se vztahuje pevně stanovená odchylka. Další odchylky umožňují členským státům, aby přijaly alternativní systém ochrany u vojenských činností a aby za určitých podmínek umožňovaly dočasné překročení nejvyšších přípustných hodnot v jiných odvětvích.

## 5. HODNOCENÍ RIZIK V KONTEXTU SMĚRNICE O ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍCH

Hodnocení rizik je základním požadavkem rámcové směrnice, což se odráží v článku 4 směrnice o elektromagnetických polích. To navozuje řadu konkrétních otázek, které je nutno při posuzování rizik vyplývajících z EMP zohlednit. Tato kapitola poskytuje návod, jak přistupovat k hodnocení rizik vyplývajících z elektromagnetických polí. Toto poradenství si mohou jednotliví zaměstnavatelé upravit tak, aby bylo v souladu s jejich stávajícími systémy hodnocení rizik.

Obecně neexistují žádná pevná pravidla určující, jak provádět hodnocení rizik, i když vždy je vhodné ověřit si situaci u vnitrostátních orgánů pro případ, že by existovaly konkrétní požadavky jednotlivých států. Nejúčinnější budou zpravidla strukturované přístupy k hodnocení rizik vzhledem k tomu, že umožňují systematickou identifikaci rizik a ohrožených pracovníků. Pomohou tak zajistit, že nebude docházet k neúmyslnému opomenutí rizik. Složitost hodnocení se bude měnit v závislosti na povaze úkolů, které budou předmětem hodnocení, ale ze zkušeností vyplývá, že většinou je nejlépe, aby bylo hodnocení co nejjednodušší.

Stejně tak jako neexistují pevná pravidla, jak provádět hodnocení rizik, může se lišit i užívaná terminologie. Tato kapitola používá pojmy a definice doporučené Evropskou agenturou pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (tabulka 5.1).

**Tabulka 5.1 Termíny a definice používané v této příručce ve vztahu k hodnocení rizik**

<b>Nebezpečí</b>	Charakteristická vlastnost nebo schopnost potenciálně způsobit škodu
<b>Riziko</b>	Pravděpodobnost, že potenciálu pro způsobení škody bude dosaženo za daných podmínek použití a/nebo expozice, a možný rozsah této škody
<b>Hodnocení rizik</b>	Proces hodnocení rizika pro zdraví a bezpečnost pracovníků při práci vyplývajících z okolností výskytu nebezpečí na pracovišti

Hodnocení rizik v plném rozsahu bude muset zohlednit veškerá nebezpečí spojená s pracovní činností. Pro účely těchto pokynů se však budeme zabývat pouze nebezpečím plynoucím z EMP. Některé příklady hodnocení rizik specifických pro EMP jsou uvedeny v případových studiích v dílu 2 této příručky. V některých případech uplatnění poskytne příslušné informace výrobce produktu a bude možné dospět k závěru, že riziko je náležitě řízeno. Proto není nutné, aby byl proces hodnocení rizik mimořádně náročný. Hodnocení musí být uchováno v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

Za hodnocení rizik odpovídá vedení, ale mělo by být provedeno po konzultaci s pracovníky, kteří by měli být o výsledku hodnocení informováni.

## 5.1 Platforma on-line interaktivního hodnocení rizik (OiRA)

Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci ve snaze pomoci mikropodnikům a malým podnikům vytvořila platformu on-line interaktivního hodnocení rizik (OiRA). Lze ji nalézt na speciální webové stránce ([www.oiraproject.eu](http://www.oiraproject.eu)), která umožňuje přístup k nástrojům OiRA. Ty jsou poskytovány zdarma a jsou koncipovány tak, aby pomáhaly zaměstnavatelům při zavádění procesu postupného hodnocení rizik. Vzhledem k tomu, že se jedná o nástroje specifické pro každé odvětví, pomáhají zaměstnavatelům identifikovat nejběžnější rizika v jejich příslušných odvětvích.

Existují čtyři hlavní etapy procesu OiRA, které jsou uvedeny níže v tabulce 5.2.

**Tabulka 5.2 Etapy procesu OiRA**

<b>Příprava</b>	Tato etapa poskytuje přehled konkrétního hodnocení, které se právě chystáte provést, a může vám umožnit hodnocení ještě více přizpůsobit konkrétní povaze vašeho podnikání.
<b>Určení</b>	OiRA představí řadu potenciálních zdravotních a bezpečnostních nebezpečí nebo problémů, jež by mohly na vašem pracovišti existovat. Odpovězením na tyto výroky/otázky buď „ano“, nebo „ne“ uvádíte, zda tato nebezpečí či problémy existují. Můžete se také rozhodnout, že na otázku prozatím neodpovíte a odpověď odložíte na pozdější etapu.
<b>Vyhodnocení</b>	Zde budete moci stanovit míru rizika spojeného s jednotlivými položkami, které jste ve fázi určení označili jako „je nutno řešit“.
<b>Akční plán</b>	Ve čtvrté etapě hodnocení se můžete rozhodnout, jaké kroky provedete za účelem řešení rizik, která jste předtím určili, a jaké zdroje by k tomu mohly být nezbytné. Na tomto základě bude v dalším kroku automaticky vytvořena zpráva.

Pokyny, které jsou popsány níže, jsou v souladu s procesem OiRA a měly by být užitečné pro osoby, které využívají nástrojů OiRA. Je však zřejmé, že ne všichni zaměstnavatelé budou mít o využívání nástrojů OiRA zájem. Někteří z nich mohou mít systémy hodnocení rizik již zavedeny, zatímco jiní mohou používat systémy řízení zdraví a bezpečnosti, jako je například OHSAS 18001. Záměrem proto je, aby rady uvedené v této kapitole byly relevantní ve všech těchto případech.

## 5.2 Krok 1 – Příprava

Prvním krokem při každém hodnocení rizik je shromáždit informace o pracovních činnostech, včetně:

- popisu pracovních úkolů,
- informací o osobě, která práci vykonává,
- informací o způsobu, jakým je práce vykonávána,
- informací o zařízení využívaném k plnění pracovních úkolů.

V této etapě jsou obzvláště důležité konzultace s pracovníky a pozorování pracovních činností. Způsob, jakým se pracovní činnost provádí v praxi, se může lišit od teorie jejího provádění.

Je také důležité zajistit, aby se hodnocení zabývalo jak běžnými činnostmi, tak činnostmi, které nejsou běžné nebo jsou přerušované. Mezi takové činnosti může patřit:

- čištění,
- údržba,
- servis,
- opravy,
- nové instalace,
- uvedení do provozu,
- vyřazení z provozu.

## 5.3 Krok 2 – Určení nebezpečí a ohrožených osob

### 5.3.1 Určení nebezpečí

Prvním krokem k určení nebezpečí vyplývajících z EMP je identifikace činností a zařízení, která vedou ke vzniku elektromagnetických polí na pracovišti. Bude užitečné porovnat tento seznam s tabulkou 3.2 v kapitole 3, protože v mnoha případech je povaha této činnosti nebo konstrukce tohoto zařízení taková, že vede pouze ke vzniku slabých polí. Tato slabá pole nebudou nebezpečná ani v případě, že se bude v jejich těsné blízkosti odehrávat více různých činností nebo nacházet více různých zařízení.

Směrnice o elektromagnetických polích uznává, že u některých veřejně přístupných pracovišť již mohlo být hodnocení provedeno s ohledem na doporučení Rady o omezení vystavení veřejnosti elektromagnetickým polím EMP (1999/519/ES). Za předpokladu, že tato pracoviště jsou v souladu s doporučením Rady 1999/519/ES a lze vyloučit zdravotní a bezpečnostní rizika, není již požadováno žádné další hodnocení expozice. Tyto podmínky se považují za splněné, pokud:

- je zařízení určené pro veřejnost používáno určeným způsobem,
- je zařízení v souladu se směrnicemi týkajícími se výrobků, které stanoví přísnější úroveň bezpečnosti, než jsou úroveň stanovené směrnicí o elektromagnetických polích,
- nepoužívá se žádné jiné zařízení.

Tabulka 3.2 v kapitole 3 bude užitečná rovněž pro identifikaci činností a zařízení, které budou pravděpodobně vyžadovat podrobné hodnocení.

Některé zdroje povedou ke vzniku silnějších polí, která nejsou při běžném používání přístupná vzhledem ke krytu zařízení nebo zabezpečení pracovních prostor. V těchto situacích bude důležité posoudit, zda by pracovníci mohli mít přístup k silným polím v průběhu údržby, servisu nebo oprav.

Výrobci a dodavatelé zařízení budou muset zohlednit, že zkoušky nedokončeného zařízení mohou pracovníkům umožnit přístup k silným polím, která by za normálních okolností nebyla přístupná.

### 5.3.2 Určení stávajících preventivních a předběžných opatření

Na většině pracovišť již bude existovat celá řada preventivních a předběžných opatření směřujících k odstranění nebo snížení rizika na pracovišti. Tato opatření mohou být zavedena zejména v souvislosti s elektromagnetickými poli. V jiných případech může jejich zavedení souviset s jinými nebezpečími, ale budou sloužit také k omezení přístupu k EMP.

Je proto důležité určit stávající preventivní a předběžná opatření, protože představují údaje využitelné pro proces hodnocení rizik.

### 5.3.3 Určení ohrožených osob

Je nutné určit osoby, které by mohly být předmětnými nebezpečími poškozeny. Přitom je důležité vzít v úvahu všechny pracovníky na pracovišti. Určení osob, které provádějí pracovní činnosti nebo používají zařízení vytvářející silná pole, by mělo být jednoznačné. Je však důležité vzít v úvahu i osoby, které provádějí jiné úkoly nebo pracují s jiným zařízením, ale mohou být těmto polím rovněž vystaveny. Například z hodnocení polí u stolní bodové svářečky v případové studii týkající se výroby (díl 2 této příručky) vyplývá, že toto pole není nejsilnější v místě, kde se nachází obsluha, ale podél boční části tohoto zařízení. Pokud by svářečka přiléhala k vyhrazenému průchodu, pak by jiní pracovníci, kteří by procházeli kolem, mohli být vystaveni působení silnějších polí než obsluha.

Je rovněž důležité posoudit rizika pro osoby, které nejsou přímo zaměstnanci, ale které mohou být přesto na pracovišti přítomny. Může se jednat například o návštěvníky, servisní techniky, další dodavatele a pracovníky pověřené doručováním.

### 5.3.4 Zvláště ohrožení pracovníci

Jedním z požadavků je zohlednit pracovníky, kteří mohou být zvláště ohroženi, přičemž směrnice o elektromagnetických polích konkrétně stanoví čtyři skupiny pracovníků, kteří spadají do této kategorie (další podrobnosti viz tabulka 3.1):

- pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky,
- pracovníci, kteří používají pasivní implantabilní zdravotnické prostředky,
- pracovníci, kteří používají zdravotnické prostředky nošené na těle,
- těhotné pracovnice.

Pracovníci, kteří spadají do některé z těchto skupin, mohou být ohroženi elektromagnetickými poli více než obecná pracující populace a mělo by u nich být prováděno zvláštní hodnocení rizik (viz oddíl 5.4.1.3 níže). Z toho může někdy vyplynout, že dané riziko je stále tolerovatelné, v jiných případech však může být nezbytné upravit pracovní podmínky těchto pracovníků za účelem snížení tohoto rizika.



## 5.4 Krok 3 – Hodnocení rizik a stanovení jejich priorit

### 5.4.1 Hodnocení rizika

Hodnocení rizika může zahrnovat různé stupně složitosti od jednoduchého posouzení, zda se jedná o riziko nízké, střední nebo vysoké, až po vysoce kvantitativní analýzu. Jednoduché hodnocení bude zpravidla namíště v případě, že všechna pole budou mít nízkou hodnotu, jako například tehdy, bude-li u všech činností a zařízení ve všech sloupcích tabulky 3.2 uvedeno „ne“. Avšak v případech, že se předpokládají silnější pole, bude toto hodnocení pravděpodobně složitější a může zahrnovat prvek kvantitativního hodnocení s cílem stanovit rozsah případného nebezpečí.

Hodnocení rizika by mělo zohlednit jak závažnost nebezpečné události, tak pravděpodobnost, že tato událost nastane.

Přiřazení kategorie závažnosti rizika by mělo odrážet očekávaný výsledek nebezpečné události. Na základě interakcí s elektromagnetickými poli na pracovišti může nastat celá řada možných výsledků různé závažnosti. Příklady některých možných výsledků a jejich závažnosti jsou uvedeny níže. V praxi bude přiřazení kategorie závažnosti záviset na úsudku hodnotitele a bude ovlivněno silou přístupného pole a dalšími místními podmínkami.

**Tabulka 5.3 Příklady možných výsledků a závažnosti vyplývajících z interakcí s EMP na pracovišti**

Výsledek	Závažnost
Pocity závratě a nevolnosti Vjemy světelných záblesků (fosfeny) Pocit mravenčení nebo bolesti (nervová stimulace) Malé zvýšení teploty tkání Mikrovlonné slyšení (slyšení různých zvuků)	Méně závažné
Vymrštění feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole Interference s implantovanými zdravotnickými prostředky Velké zvýšení teploty tkání	Závažné
Zapálení hořlavého prostředí Zážeh detonátorů	Smrtelné

Při hodnocení pravděpodobnosti bude nutno zohlednit řadu faktorů včetně přístupu k danému poli a povahy vykonávaných pracovních úkolů. Přístup k silným polím je často omezen z jiných důvodů, jako jsou například mechanická nebezpečí nebo nebezpečí elektrického šoku. Za těchto okolností nebude nutné zavádět další omezení. Hodnocení pravděpodobnosti by měla rovněž zohlednit postup prací. Například indukční pec může fungovat na plný výkon v průběhu počáteční fáze zahřívání, ale pracovníci se v této části cyklu zpravidla nemohou nacházet v těsné blízkosti pece. Později, jakmile se vsázka roztaví, může pec fungovat při sníženém výkonu, takže pole budou mnohem slabší.

Hodnocení rizika bude muset zohlednit všechna stávající preventivní nebo předběžná opatření, která jsou již zavedena (viz oddíl 5.3.2).

Elektromagnetická pole mohou vést ke vzniku rizik vyplývajících jak z přímých, tak z nepřímých interakcí a tato rizika by měla být hodnocena odděleně. Někteří pracovníci mohou být navíc zvláště ohroženi (viz oddíl 5.3.4 výše) a rizika pro tyto pracovníky bude nutno hodnotit zvlášť.



### Nejdůležitější informace: hodnocení rizik

Není nutné, aby hodnocení rizik bylo složité, a zaměstnavatelé mohou použít tabulku 3.2 jako pomůcku při rozhodování o nezbytné úrovni podrobnosti. Toto hodnocení by mělo zohlednit jak závažnost nebezpečné události, tak pravděpodobnost, že tato událost nastane.

#### 5.4.1.1 Přímé účinky

Bude nutné, aby hodnocení rizik vyplývajících z přímých interakcí elektromagnetických polí s pracovníky zohlednilo vlastnosti dostupných polí. Hlavními faktory ovlivňujícími rozsah jednotlivých nebezpečí bude (budou) přítomné (přítomné) frekvence a intenzita pole. Důležité však mohou být i další faktory, jako je například průběh vlny, prostorová homogenita a změny intenzity pole v průběhu času.

Klíčové pro tento aspekt hodnocení je zjistit, zda může expozice pracovníků přesáhnout nejvyšší přípustné hodnoty (viz kapitola 6). V případech, kdy tyto hodnoty expozice překročit nelze, nenastane nebezpečí přímých účinků.

Obecně platí, že pro časově proměnná pole s frekvencemi v rozmezí od 1 Hz do 6 GHz nelze nejvyšší přípustné hodnoty snadno změřit nebo vypočítat a většina zaměstnavatelů bude považovat za snazší vyhodnotit, zda dostupná pole překračují referenční hodnoty pro přímé účinky. Pokud nedojde k překročení referenčních hodnot, nemůže dojít ani k překročení nejvyšších přípustných hodnot.

Směrnice o elektromagnetických polích nevyžaduje, aby zaměstnavatelé prováděli výpočty nebo měření, kterými prokážou, že referenční hodnoty nebyly překročeny, s výjimkou případů, kdy tato informace není k dispozici z žádného jiného zdroje. Řada zaměstnavatelů zjistí, že u všech jejich činností a zařízení je ve všech třech sloupcích tabulky 3.2 uvedeno „ne“. V takovém případě nedojde k překročení referenčních hodnot ani tehdy, bude-li se v těsné blízkosti odehrávat více činností nebo nacházet více zařízení. I v případě, že dané činnosti nebo zařízení v tabulce 3.2 uvedeny nebudou, mohou být informace potvrzující, že nedošlo k překročení referenčních hodnot, dostupné jinde (viz kapitola 7).

V případech, kdy zaměstnavatelé nemohou prokázat dodržení referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot na základě snadno dostupných informací, mohou buď provést podrobnější hodnocení (viz kapitola 8), nebo mohou zvážit, zda by bylo možno zavést opatření omezující přístup k daným polím (viz kapitola 9).

#### 5.4.1.2 Nepřímé účinky

Elektromagnetická pole mohou vést k ohrožení bezpečnosti a zdraví na základě interakce s předměty, které se v daném poli nacházejí. Směrnice o elektromagnetických polích vyžaduje, aby byla hodnocena i tato rizika, a stanoví, že by měla být hodnocena odděleně od rizik vyplývajících z přímých účinků.

Směrnice o elektromagnetických polích identifikuje řadu nepřímých účinků, které může být nutné vyhodnotit:

- interference s elektronickými zdravotnickými zařízeními a prostředky (včetně kardiostimulátorů a jiných implantátů či zdravotnických prostředků nošených na těle),
- rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole,
- zážeh elektroexplozivních zařízení (detonátory),

- požáry a exploze v důsledku zapálení hořlavých materiálů jiskrami způsobenými indukovanými poli, kontaktními proudy nebo jiskrovými výboji,
- kontaktní proudy.

Řada těchto nepřímých účinků nastane pouze v určitých situacích, a proto bude pro většinu zaměstnavatelů prvním krokem posoudit, zda je pravděpodobné, že se tato rizika na jejich pracovišti vůbec vyskytnou.

Směrnice o elektromagnetických polích specifikuje referenční hodnoty, které mohou zaměstnavatelům pomoci při hodnocení rizik u dvou z těchto nepřímých účinků: u rizik spojených s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole a u kontaktních proudů. Pokud nedojde k překročení referenční hodnoty, je riziko nízké a nejsou nutná žádná další preventivní ani předběžná opatření.

Pro zbývající nepřímé účinky nejsou stanoveny žádné referenční hodnoty, ale evropské normy obsahují dodatečné pokyny týkající se hodnocení rizik. Touto otázkou se podrobněji zabývá dodatek E této příručky.

### 5.4.1.3 Zvláště ohrožení pracovníci

U zvláště ohrožených pracovníků (viz tabulka 3.1) je hodnocení obecně složitější. Referenční hodnoty pro přímé účinky nemusí poskytovat přiměřenou ochranu těmto pracovníkům a je nutné provést samostatné hodnocení.

Pracovníci s implantabilními zdravotnickými prostředky nebo se zdravotnickými prostředky nošenými na těle mohou mít již z dřívějška k dispozici konkrétní informace o bezpečné intenzitě polí. V takovém případě tyto informace poslouží jako kritéria pro hodnocení, přičemž by měly mít přednost před veškerými obecnějšími informacemi, které jsou případně k dispozici. Například hodnocení týkající se nositele kardiostimulátoru u případové studie RF plazmových zařízení (díl 2) pracuje s údaji od výrobce.

Pokud nejsou k dispozici konkrétní informace ve vztahu k lékařským implantátům nebo zdravotnickým prostředkům nošeným na těle a k těhotným pracovnícím, měli by zaměstnavatelé využívat pokyny uvedené v dodatku E této příručky.



#### Nejdůležitější informace: otázky, které je nutno zohlednit

Při provádění hodnocení rizik vyplývajících z EMP by zaměstnavatelé měli zohlednit rizika plynoucí jak z přímých, tak z nepřímých účinků. Někteří pracovníci mohou být zvláště ohroženi elektromagnetickými poli (viz tabulka 3.1), což je nutno rovněž zohlednit.

## 5.5 Krok 4 – Rozhodování o preventivním opatření

Pokud jsou určena rizika, je v prvním kroku nutno si položit otázku, zda je lze odstranit. Bylo by možné snížit intenzitu pole na úroveň, která nepředstavuje riziko, případně je možné zabránit přístupu k tomuto poli?

V případech, kdy to možné je, by měla být u nových procesů nebo zařízení přijata rozhodnutí o preventivním opatření již ve fázi návrhu nebo nákupu.

Kapitola 9 této příručky obsahuje pokyny o preventivních a ochranných opatřeních, která je možno využít při minimalizaci rizik vyplývajících z elektromagnetických polí. Kolektivní ochrana by měla mít vždy přednost před ochranou osobní.

## 5.6 Krok 5 – Přijetí opatření

V případě, že je nutno přijmout opatření, je důležité stanovit priority provádění preventivních nebo ochranných opatření. Za normálních okolností by měly být priority stanoveny na základě rozsahu rizika a závažnosti důsledků v případě, že dojde k nebezpečné události. Může se stát, že nebude možné zavést všechna nová opatření ihned. V takovém případě bude třeba posoudit, zda lze zavést některá dočasná opatření, která umožní pokračovat v práci až do zavedení trvalých preventivních opatření. Případně lze rozhodnout o přerušení práce, dokud nebudou zavedena nová opatření.

## 5.7 Dokumentace hodnocení rizik

Výsledky hodnocení rizik je nutné zdokumentovat. To by mělo umožnit identifikaci klíčových prvků hodnocení rizik, jimiž jsou například zjištěná nebezpečí, pracovníci vystavení riziku a výsledek hodnocení. V případě, že byli identifikováni zvláště ohrožení pracovníci, mělo by to být rovněž zaznamenáno. Požadavky na jakákoli nová preventivní nebo předběžná opatření by měly být zdokumentovány společně s opatřeními pro následný přezkum hodnocení.

## 5.8 Sledování a přezkum hodnocení rizik

Je důležité provádět pravidelný přezkum hodnocení rizik, kterým se zjistí, zda bylo hodnocení adekvátní a zda byla preventivní nebo ochranná opatření účinná. Tento přezkum by měl zohlednit výsledky veškerých pravidelných kontrol stavu zařízení vzhledem k tomu, že každé zhoršení by mohlo ovlivnit závěry hodnocení rizik. Je rovněž nezbytné přezkoumat hodnocení rizik v případě, že dojde ke změně používaného zařízení nebo k úpravě pracovních postupů.

Zaměstnavatelé by měli mít rovněž na paměti, že se může měnit stav pracovníků. Pracovníkovi může být například voperován lékařský implantát, případně pracovníce může otěhotnět. Na základě takové změny by mělo dojít k přezkumu hodnocení rizika, aby se určilo, zda je i nadále vyhovující.

V případech, kdy jsou pracovníci dočasně vystaveni magnetickým polím, jejichž nízká referenční hodnota byla překročena (tabulka B2 přílohy II směrnice o elektromagnetických polích), nebo některým nejvyšším přípustným hodnotám pro účinky na smyslové vnímání, mohou se u nich projevit přechodné příznaky. Takovými příznaky mohou být:

- závrať nebo nevolnost v důsledku expozice statickým a nízkofrekvenčním magnetickým polím,
- smyslové vjemy, jako jsou světelné záblesky (fosfeny) nebo menší změny funkce mozku v důsledku expozice nízkofrekvenčnímu EMP,
- smyslové vjemy, jako je například „mikrovlonné slyšení“, v důsledku expozice impulzním radiofrekvenčním polím za určitých podmínek (viz oddíl B5).

V případech, kdy pracovníci uvádějí takové příznaky, by měl zaměstnavatel přezkoumat hodnocení rizik a v případě potřeby ho aktualizovat. Na jeho základě pak může zvolit další preventivní nebo ochranná opatření.

Oddíl 3

# POSOUZENÍ SPLNĚNÍ POŽADAVKŮ

## 6. POUŽÍVÁNÍ NEJVYŠŠÍCH PŘÍPUSTNÝCH HODNOT A REFERENČNÍCH HODNOT

Jak je uvedeno v kapitole 2, expozice elektromagnetickým polím může vyvolat různé účinky v závislosti na frekvenci. V důsledku této skutečnosti stanoví směrnice o elektromagnetických polích nejvyšší přípustné hodnoty pro:

- netepelné účinky (0 MHz–10 MHz) v příloze II,
- tepelné účinky (100 kHz–300 GHz) v příloze III.

Z toho vyplývá, že pro výběr správné nejvyšší přípustné hodnoty je obecně nutné znát frekvenci (nebo frekvence) elektromagnetického pole. Je zřejmé, že se výše uvedená dvě pásma překrývají. Proto v mezifrekvenčním pásmu (100 kHz–10 MHz) může dojít jak k tepelným, tak k netepelným účinkům, a je proto nutno zohlednit obě nejvyšší přípustné hodnoty.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro frekvence mezi 1 Hz a 6 GHz jsou stanoveny ve vazbě na veličiny definované ve vnitřním prostředí těla, které nelze snadno změřit ani vypočítat. Směrnice o elektromagnetických polích proto uvádí také referenční hodnoty stanovené pro veličiny definované ve vnějších polích, které lze relativně jednoduše změřit nebo vypočítat. Tyto referenční hodnoty jsou odvozeny od nejvyšších přípustných hodnot na základě konzervativních předpokladů a dodržení příslušné referenční hodnoty proto bude vždy zárukou, že bude dodržena i příslušná nejvyšší přípustná hodnota. Je však možné překročit referenční hodnotu a i přesto dodržet nejvyšší přípustnou hodnotu. Touto otázkou se podrobněji zabývá oddíl 6.1. Na obrázku 6.1 je znázorněn proces rozhodování o tom, zda je třeba hodnotit dodržování referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot.

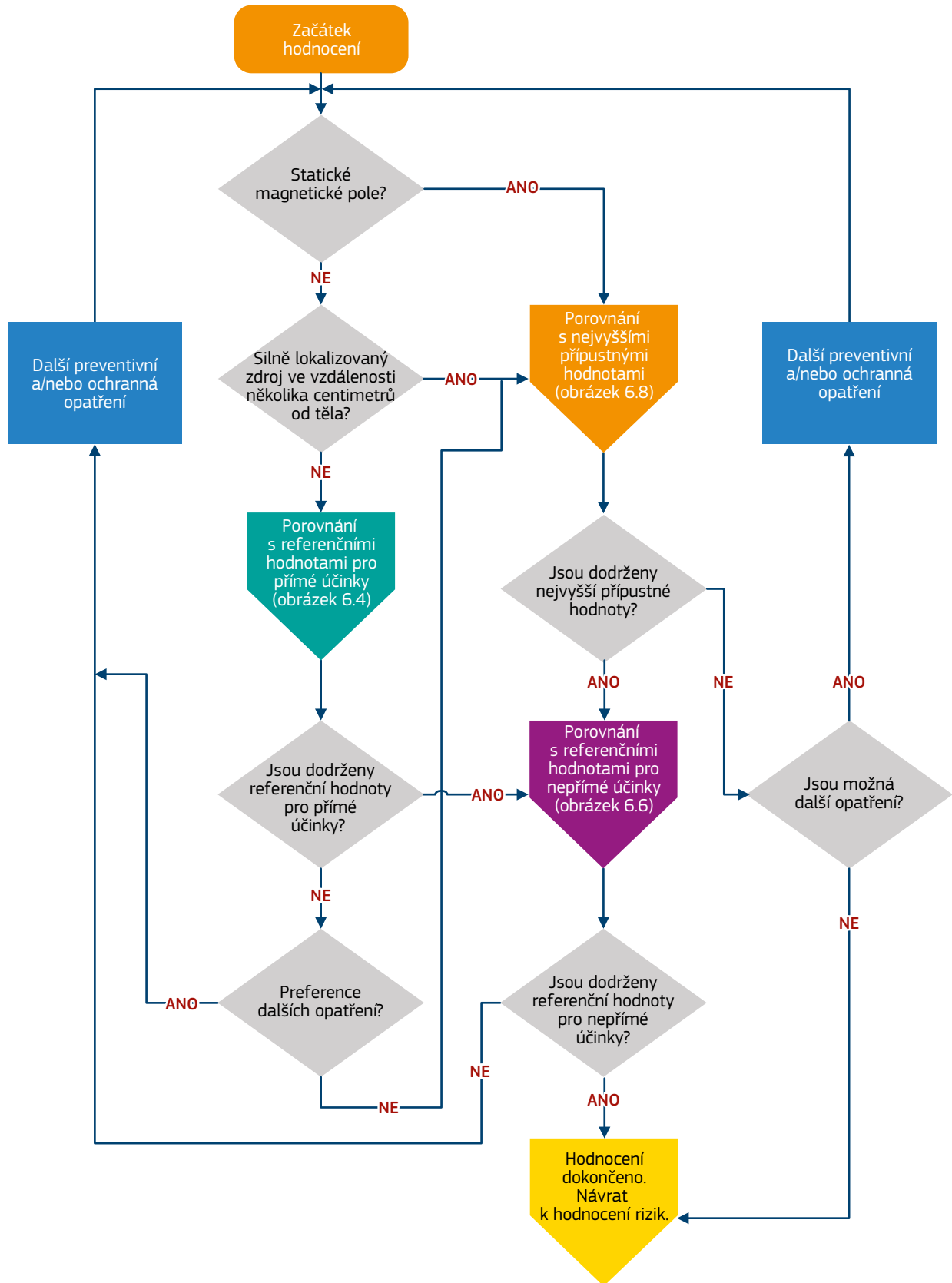
Porovnání s referenčními hodnotami nebo s nejvyššími přípustnými hodnotami představuje vstup do procesu hodnocení rizik. Pokud nelze prokázat dodržení referenčních hodnot, mohou se zaměstnavatelé rozhodnout, že místo toho budou provádět hodnocení na základě nejvyšších přípustných hodnot. Takové hodnocení však bude pravděpodobně složitější, a tudíž i nákladnější. V mnoha případech může být možné zavést další opatření, jejichž cílem bude dodržení referenčních hodnot, nebo nejvyšších přípustných hodnot. Jakmile zaměstnavatel buď prokáže dodržení těchto hodnot, nebo vyčerpá všechny proveditelné možnosti dalších opatření, měl by pokračovat v procesu hodnocení rizik (viz kapitola 5).

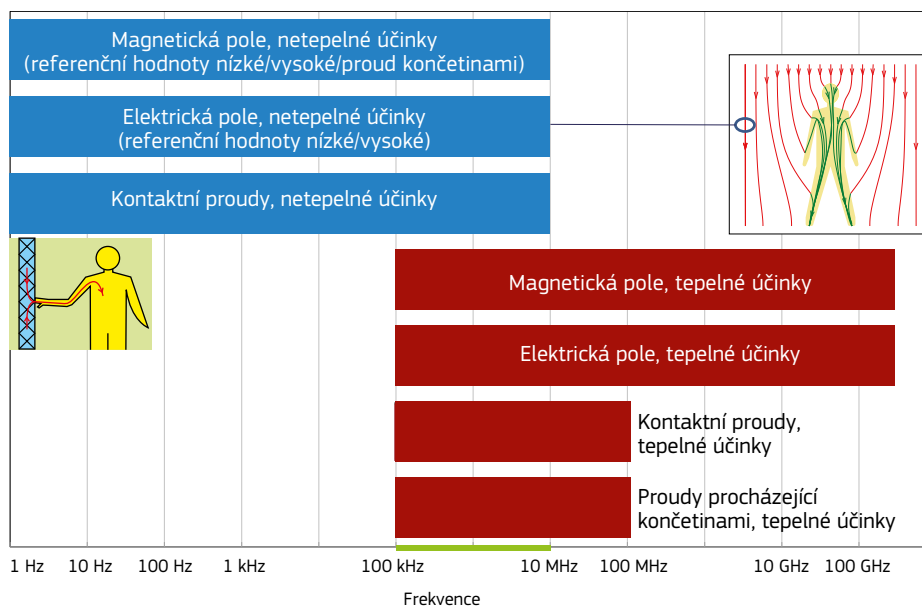
Hodnocení expozice pracovníků v plném rozsahu a její porovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami může být složité a může přesahovat oblast působnosti této příručky. Některé další informace o hodnoceních jsou uvedeny v dodatku D této příručky. Hlavním účelem informací uvedených v této kapitole však je objasnit, jak funguje systém nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot v praxi, aby se zaměstnavatelé mohli rozhodnout, zda provedou hodnocení sami nebo za asistence odborníka.

Směrnice definuje řadu různých referenčních hodnot, přičemž více těchto hodnot lze uplatnit současně. Referenční hodnoty se vztahují buď k přímým, nebo k nepřímým účinkům. Při nízkých frekvencích lze elektrická a magnetická pole považovat za nezávislá (tzv. kvazistatická aproximace) a jedna i druhá budou indukovat v těle elektrická pole. Z tohoto důvodu byly při nízkých frekvencích stanoveny referenční hodnoty pro elektrická i magnetická pole. Byly stanoveny rovněž referenční hodnoty pro kontaktní proud.

Při zvyšování frekvence se vazba polí stále zvyšuje a interakce s tělem se mění, což vede k ukládání energie, jehož důsledkem jsou tepelné účinky. Pro tyto frekvence byly stanoveny referenční hodnoty pro elektrická i magnetická pole. U frekvencí nad 6 GHz byla stanovena další referenční hodnota pro hustotu zářivého toku, která se vztahuje k intenzitě elektrického i magnetického pole. Jsou stanoveny rovněž referenční hodnoty pro indukovaný proud procházející končetinami, které se týkají rovněž tepelných účinků, a pro kontaktní proudy. Systém referenčních hodnot je znázorněn na obrázku 6.2.

**Obrázek 6.1** Postup rozhodování o tom, zda se má hodnotit dodržování referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot



**Obrázek 6.2** Rozsah frekvencí, u nichž lze uplatnit jednotlivé referenční hodnoty

Modré pruhy znázorňují netepelné účinky a červené pruhy účinky tepelné. Tam, kde je frekvenční pásmo zvýrazněno zeleně, je nutno dodržet hodnoty jak pro netepelné účinky (elektrické pole, magnetické pole a kontaktní proudy), tak pro účinky tepelné (elektrické a magnetické pole).

Nejvyšší přípustné hodnoty a související referenční hodnoty vycházejí z pokynů zveřejněných Mezinárodní komisí pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP). Další informace o výchozím principu se nacházejí v uvedených pokynech, které jsou k dispozici na adrese [www.icnirp.org](http://www.icnirp.org) (viz zdroje v dodatku I).

Směrnice o elektromagnetických polích vyžaduje, aby členské státy včlenily tyto nejvyšší přípustné hodnoty do svých vnitrostátních právních předpisů, a zaměstnavatelé tak byli ze zákona povinni je dodržovat. Směrnice o elektromagnetických polích obsahuje ustanovení umožňující Komisi v případě potřeby upravit referenční hodnoty.



### Nejdůležitější informace: referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty

Pro většinu zaměstnavatelů bude jednodušší prokázat dodržení referenčních hodnot než dodržení nejvyšších přípustných hodnot, i když vzdálenosti pro jejich dodržení mohou být u referenčních hodnot často vyšší než u nejvyšších přípustných hodnot. Referenční hodnoty jsou uváděny i u některých, ale ne u všech nepřímých účinků. Referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty zpravidla nebudou poskytovat dostatečnou ochranu zvláště ohroženým pracovníkům.

## 6.1 Referenční hodnoty pro přímé účinky

Jak bylo uvedeno výše, jsou referenční hodnoty pro přímé účinky odvozeny od příslušných nejvyšších přípustných hodnot s využitím počítačového modelování a předpokládají nejhorší možné scénáře interakcí. To znamená, že dodržování referenčních hodnot bude zárukou, že bude dodržena i příslušná nejvyšší přípustná hodnota. V řadě případů však bude možné překročit referenční hodnotu, a i přesto



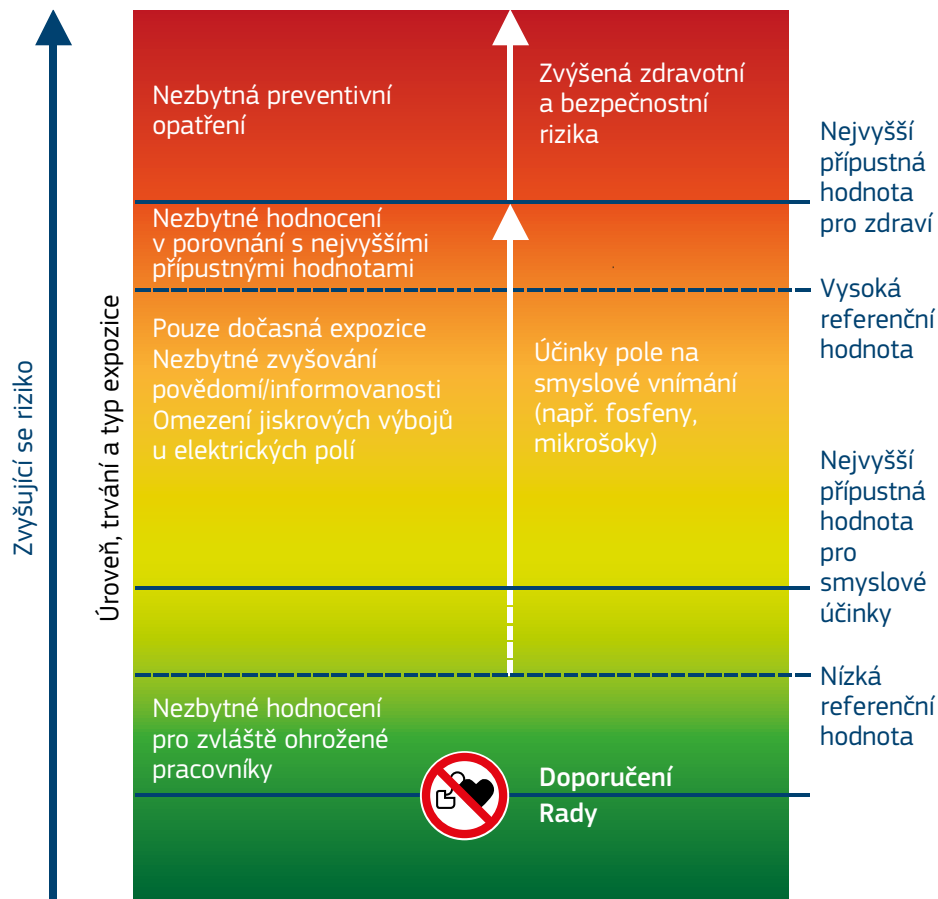
dodržet nejvyšší přípustnou hodnotu. Vztah mezi referenční hodnotou a nejvyšší přípustnou hodnotou je znázorněn na obrázku 6.3. Pro většinu zaměstnavatelů a ve většině situací znamenají referenční hodnoty pro přímé účinky poměrně jednoduchý způsob, jak prokázat dodržení příslušných nejvyšších přípustných hodnot.

Všechny referenční hodnoty jsou uvedeny pro pole, která nejsou zkreslena přítomností těla pracovníka.

Pokud není možné prokázat dodržení referenčních hodnot, mají zaměstnavatelé na výběr – mohou buď zavést ochranná a preventivní opatření, nebo přímo vyhodnotit dodržování dané nejvyšší přípustné hodnoty. Při tomto rozhodování budou zaměstnavatelé muset vzít v úvahu, že pokud provedou hodnocení podle nejvyšší přípustné hodnoty, může být jeho výsledkem i nadále nutnost zavést ochranná a preventivní opatření.

Postup výběru referenčních hodnot pro přímé účinky je znázorněn na vývojovém diagramu na obrázku 6.4.

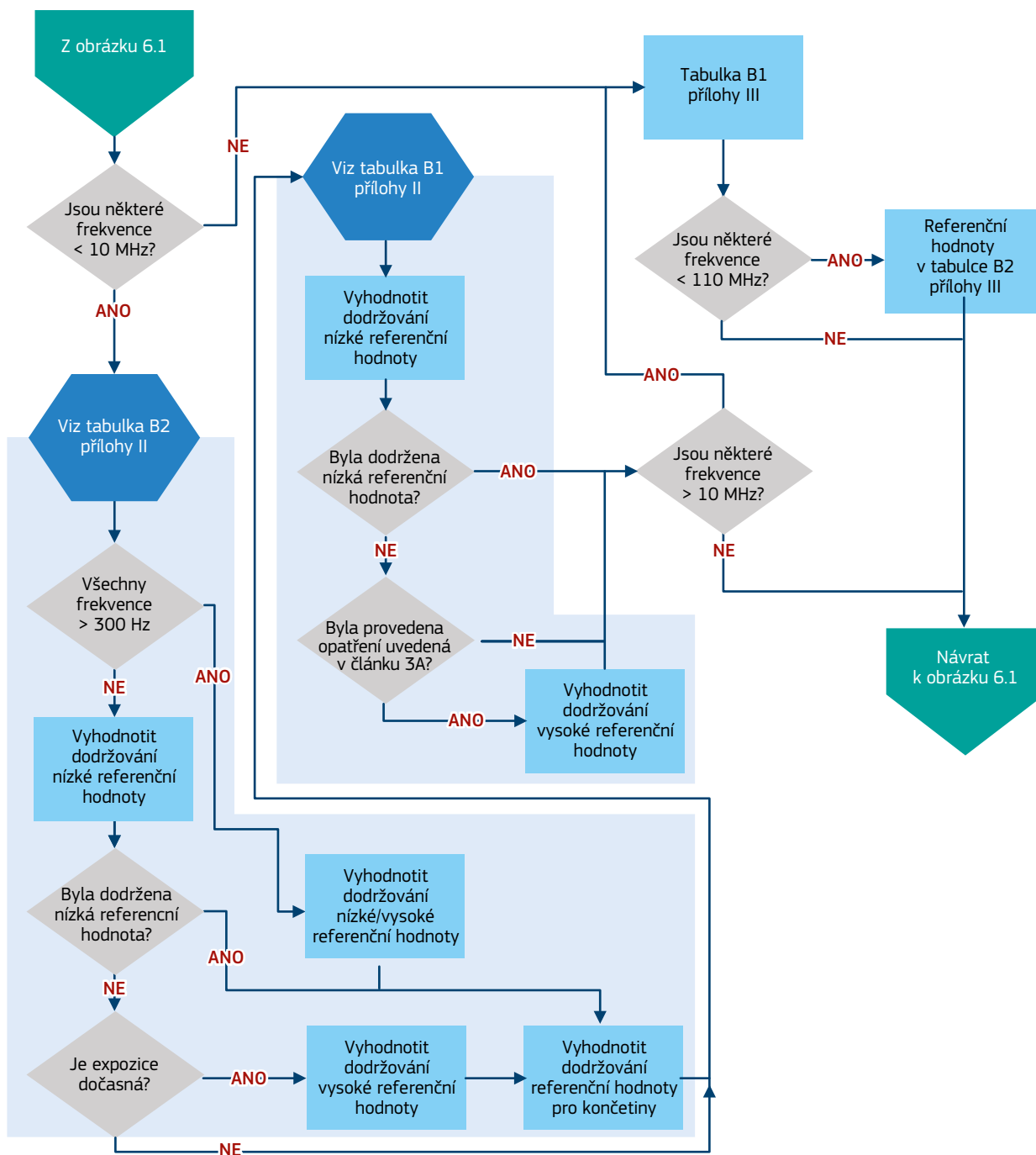
**Obrázek 6.3 Schematické znázornění vztahu mezi nejvyššími přípustnými hodnotami expozice a referenčními hodnotami**



### 6.1.1 Referenční hodnoty pro elektrická pole (1 Hz–10 MHz)

Směrnice o elektromagnetických polích definuje dvě referenční hodnoty nízkofrekvenčních elektrických polí: nízkou a vysokou. Pojem nízkých a vysokých referenčních hodnot je znázorněn na obrázku 6.3 výše. Dodržování nízkých referenčních hodnot zajistí, že nebude překročena žádná z příslušných nejvyšších přípustných hodnot a nebude docházet ani k rušivým jiskrovým výbojům v pracovním prostředí.

**Obrázek 6.4** Vývojový diagram výběru referenčních hodnot pro přímé účinky („přílohami“ jsou míněny přílohy směrnice o elektromagnetických polích)



Pokud intenzita elektrických polí nepřekročí nízkou referenční hodnotu, nebude překročena ani žádná z příslušných nejvyšších přípustných hodnot. Pokud však intenzita elektrických polí překročí nízkou referenční hodnotu, nebude dodržování vysoké referenční hodnoty samo o sobě dostačující k tomu, aby nedocházelo k rušivým jiskrovým výbojům. Proto je v takové situaci nutné zavést další technická, organizační a v případě potřeby i osobní ochranná opatření omezující jiskrové výboje.

### 6.1.2 Referenční hodnoty pro magnetická pole (1 Hz–10 MHz)

Směrnice o elektromagnetických polích definuje tři referenční hodnoty pro nízkofrekvenční magnetická pole: nízké, vysoké a pro končetiny.

Nízké referenční hodnoty jsou odvozeny od nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání (viz oddíl 6.3.1) tak, že jejich dodržování je zárukou dodržování nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání i pro účinky na zdraví. Nízké referenční hodnoty mají stejnou hodnotu jako vysoké referenční hodnoty pro frekvence nad 300 Hz.

Dodržování vysokých referenčních hodnot bude zárukou dodržování nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví, od nichž jsou odvozeny, ale nezajistí dodržování nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky při frekvencích pod 300 Hz. Směrnice o elektromagnetických polích umožňuje překročení nízkých referenčních hodnot, pokud je možné prokázat, že buď nedošlo k překročení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky, nebo pokud k němu došlo, že bylo pouze dočasné. Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví však překročeny být nesmí. Pracovníci musí být navíc informováni o možných přechodných příznacích a vjemech. Pokud pracovníci nahlásí přechodné příznaky, musí zaměstnavatel, pokud je to třeba, přijmout opatření za účelem aktualizace hodnocení rizik a preventivních opatření.

Dodržování referenčních hodnot pro končetiny zajistí dodržování nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví, od kterých jsou první jmenované hodnoty odvozeny. Referenční hodnoty pro končetiny zohledňují slabší vazbu pole na končetiny, a jsou proto méně restriktivní než vysoké referenční hodnoty. Používání referenčních hodnot pro končetiny by bylo odůvodněné jen tehdy, pokud by nebylo pravděpodobné, že dojde k expozici těla při stejné intenzitě pole. Jejich použití by tedy bylo možno odůvodnit v případě, že by pracovník držel přístroj vytvářející EMP, avšak nikoli v případě, že by byl tento přístroj při používání držen blízko těla (obrázek 6.5). V případě, že se provádí hodnocení expozice proudu končetinami v porovnání s referenční hodnotou pro končetiny, bylo by běžnou praxí hodnotit podle potřeby rovněž expozici těla v porovnání s nízkou nebo vysokou referenční hodnotou.

**Obrázek 6.5 Pracovník s elektrickým přístrojem drženým blízko u těla. V této situaci bude expozice těla i končetin obdobná a dodržování nízkých/vysokých referenčních hodnot bude omezující**



### 6.1.3 Referenční hodnoty pro elektrické a magnetické pole (100 kHz–300 GHz)

U frekvencí mezi 100 kHz a 6 GHz definuje směrnice o elektromagnetických polích referenční hodnoty pro intenzitu elektrického pole a pro magnetickou indukci, které jsou odvozeny od nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví. Vzhledem k tomu, že příslušné nejvyšší přípustné hodnoty jsou hodnotami časově zprůměrovanými, měla by být druhá mocnina referenční hodnoty zprůměrována přes kterýkoli šestiminutový interval.

U frekvencí nad 6 GHz definuje směrnice o elektromagnetických polích referenční hodnoty pro intenzitu elektrického pole, pro magnetickou indukci a pro hustotu zářivého toku. Referenční hodnota pro hustotu zářivého toku by se měla průměrovat přes kterýchkoli 20 cm<sup>2</sup> exponované plochy pod podmínkou, že maximální průměrná hodnota hustoty zářivého toku vztažená ke kterémukoli 1 cm<sup>2</sup> by neměla překročit dvacetinásobek této referenční hodnoty. Referenční hodnota pro hustotu zářivého toku se průměruje rovněž časově přes kterýkoli šestiminutový interval pro frekvence do 10 GHz a přes kterýkoli interval o délce  $68/f^{1.05}$  minut pro vyšší frekvence (kde  $f$  je frekvence vyjádřená v GHz). Při vyšších hodnotách se doba průměrování se stoupající frekvencí snižuje, což odráží klesající hloubku vniku.

U frekvencí nad 6 GHz jsou referenční hodnoty pro intenzitu elektrického pole a pro magnetickou indukci odvozeny od nejvyšší přípustné hodnoty pro hustotu zářivého toku. Proto by se podmínky prostorového a časového průměrování pro referenční hodnotu pro hustotu zářivého toku ( $S$ ) měly z důvodu jednotnosti vztahovat rovněž na referenční hodnotu pro intenzitu elektrického pole ( $E$ ) [referenční hodnota ( $E$ )]<sup>2</sup> a na referenční hodnotu pro magnetickou indukci ( $B$ ) [referenční hodnota ( $B$ )]<sup>2</sup> při frekvencích nad 6 GHz, i když to ve směrnici o elektromagnetických polích není výslovně uvedeno.

### 6.1.4 Referenční hodnoty pro indukovaný proud procházející končetinami (10–110 MHz)

Směrnice o elektromagnetických polích specifikuje referenční hodnoty pro velikost radiofrekvenčního proudu indukovaného v končetinách pracovníka vystaveného radiofrekvenčnímu poli. Vzhledem k tomu, že se tato referenční hodnota vztahuje k zahřívání tkání, měla by být druhá mocnina příslušné nejvyšší přípustné hodnoty zprůměrována přes kterýkoli šestiminutový interval.

## 6.2 Referenční hodnoty pro nepřímé účinky

Směrnice o elektromagnetických polích specifikuje referenční hodnoty s cílem poskytnout ochranu před některými nepřímými účinky souvisejícími s EMP. Postup výběru referenčních hodnot pro nepřímé účinky je znázorněn na vývojovém diagramu na obrázku 6.6.

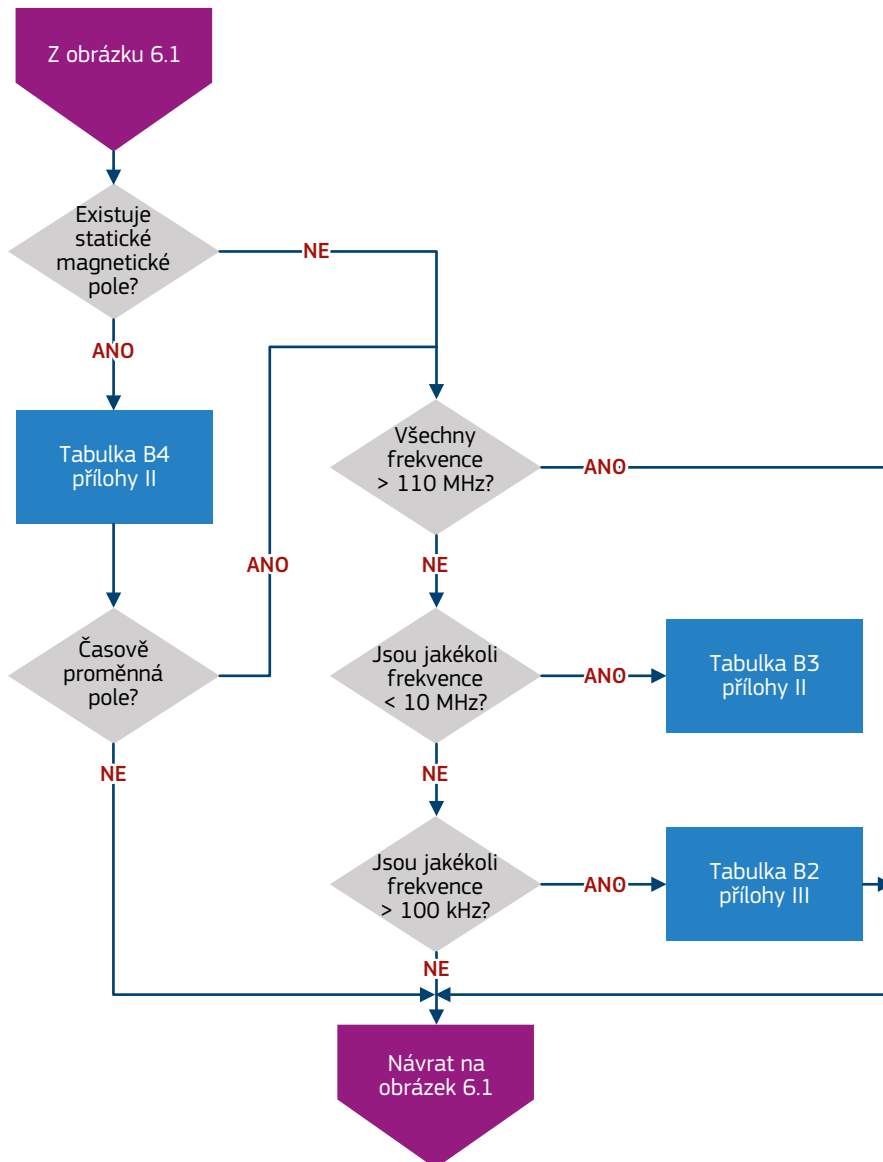
### 6.2.1 Referenční hodnoty pro statická magnetická pole

Za účelem omezení interference s funkcí aktivních implantabilních zdravotnických prostředků je specifikována referenční hodnota 0,5 mT. Směrnice o elektromagnetických polích rovněž uvádí referenční hodnotu 3 mT za účelem omezení rizik vymrštění feromagnetických předmětů působením silného pole (> 100 mT).

## 6.2.2 Referenční hodnoty pro kontaktní proud (do 110 MHz)

Směrnice o elektromagnetických polích specifikuje referenční hodnoty pro ustálené kontaktní proudy s cílem omezit riziko elektrického šoku a popálení v případech, kdy se osoba dotkne vodivého předmětu v elektromagnetickém poli a předmět je uzemněn, zatímco osoba nikoli, nebo naopak.

**Obrázek 6.6** Vývojový diagram výběru referenčních hodnot pro nepřímé účinky („přílohami“ jsou míněny přílohy směrnice o elektromagnetických polích)

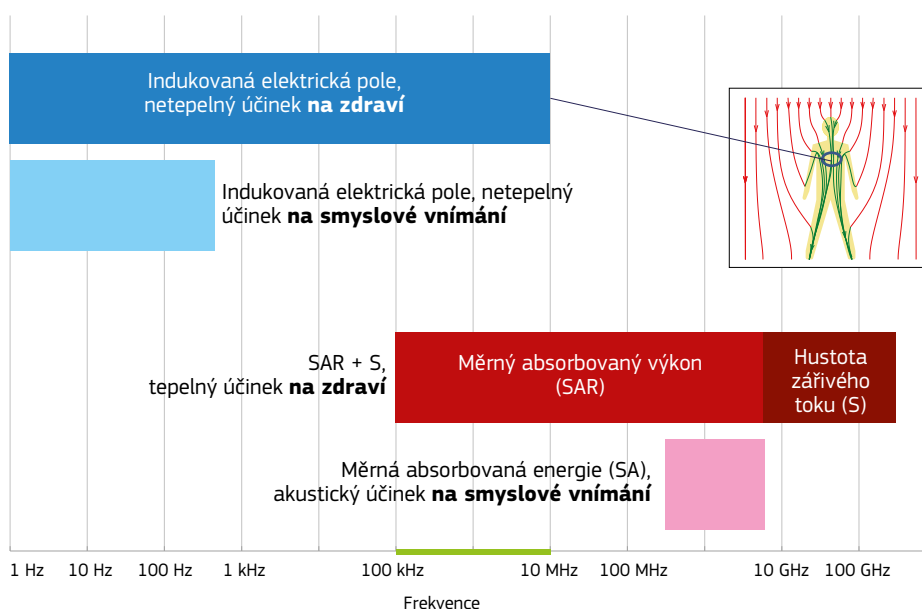


## 6.3 Nejvyšší přípustné hodnoty

### 6.3.1 Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání a na zdraví

Směrnice o elektromagnetických polích definuje zvláště nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání a pro účinky na zdraví (obrázek 6.7). Nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky se týkají pouze určitých frekvenčních pásem (0–400 Hz a 0,3–6 GHz). U nízkých frekvencí dochází ke vnímání pole při úrovních expozice nižších než úroveň způsobující účinky na zdraví. Nejvyšší přípustná hodnota pro tepelné účinky na smyslové vnímání je založena na vyloučení účinku „mikrovlňného slyšení“, k němuž dochází pouze za určitých podmínek (viz dodatek B). Naproti tomu nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví se vztahují na všechny frekvence. Obecně platí, že je přípustné dočasné krátkodobé překročení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky za předpokladu, že jsou splněny určité podmínky.

**Obrázek 6.7** Frekvenční pásmo, u něhož se uplatňují různé nejvyšší přípustné hodnoty



Modré pruhy znázorňují netepelné účinky a červené pruhy účinky tepelné.

### 6.3.2 Nejvyšší přípustné hodnoty (0–1 Hz)

Nejvyšší přípustné hodnoty pro frekvenční pásmo 0–1 Hz jsou definovány jako hodnoty vnější magnetické indukce (tabulka A1 přílohy II směrnice o elektromagnetických polích). Nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky jsou nastaveny tak, aby zabránily vzniku závratí a jiným účinkům na vnímání. Ty vznikají především v důsledku elektrických polí indukovaných v tkáních, když se tělo pohybuje v silném statickém magnetickém poli, i když se nyní objevily určité důkazy, že mohou vznikat i v případě, že se nepohybuje. Proto může být v řízeném pracovním prostředí, kde je pohyb v poli omezen a pracovníkům byly poskytnuty příslušné informace, přípustné dočasné překročení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky, pokud je to odůvodněno příslušnou praxí nebo postupem. V takovém případě nesmí expozice překročit nejvyšší přípustnou hodnotu pro účinky na zdraví.

### 6.3.3 Nejvyšší přípustné hodnoty (1 Hz–10 MHz)

Nejvyšší přípustné hodnoty pro frekvenční pásmo 1 Hz–10 MHz jsou definovány jako hodnoty vnitřních elektrických polí, která jsou indukovaná v těle (tabulka A2 a A3 přílohy II směrnice o elektromagnetických polích).

Pro frekvence do 400 Hz jsou stanoveny jak nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky, tak nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví. Účelem nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky je zabránit sítnicovým fosfenům a drobným přechodným změnám mozkových funkcí. Proto se vztahují pouze na tkáň centrální nervové soustavy (CNS) v hlavě exponovaného pracovníka.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví platí pro všechny frekvence mezi 1 Hz a 10 MHz a jejich záměrem je předcházet stimulaci periferních a centrálních nervů. Proto tyto nejvyšší přípustné hodnoty platí pro všechny tkáň v celém těle exponovaného pracovníka.

### 6.3.4 Nejvyšší přípustné hodnoty (100 kHz–300 GHz)

U frekvencí v pásmu 100 kHz–6 GHz závisí stupeň zahřívání vyplývající z expozice na rychlosti, s níž je energie absorbována v tkáních. Ta je definována měrným absorbovaným výkonem (SAR), který se používá ke stanovení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví se samostatnými hodnotami pro celé tělo a pro lokální expozice (tabulka A1 přílohy III směrnice o elektromagnetických polích). Celotělové hodnoty chrání před ohřevem tkáň a tepelným šokem a jsou vyjádřeny střední hodnotou SAR zprůměrovanou pro celé tělo. Lokální hodnoty chrání před tepelným poškozením určitých tkání a jsou vyjádřeny hodnotou SAR zprůměrovanou přes kterýchkoli 10 g souvislé (nebo propojené) tělesné tkáň. Jak celotělový, tak lokální SAR se průměruje přes šestiminutový interval.

U frekvencí v pásmu 300 MHz–6 GHz jsou stanoveny rovněž nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky, jejichž záměrem je zabránit jevům „mikrovlnného slyšení“ způsobených expozicemi pulzním polím (tabulka A2 přílohy III směrnice o elektromagnetických polích). Ty jsou uváděny jako hodnoty měrné absorbované energie (SA) zprůměrované přes 10 g tkáň v hlavě.

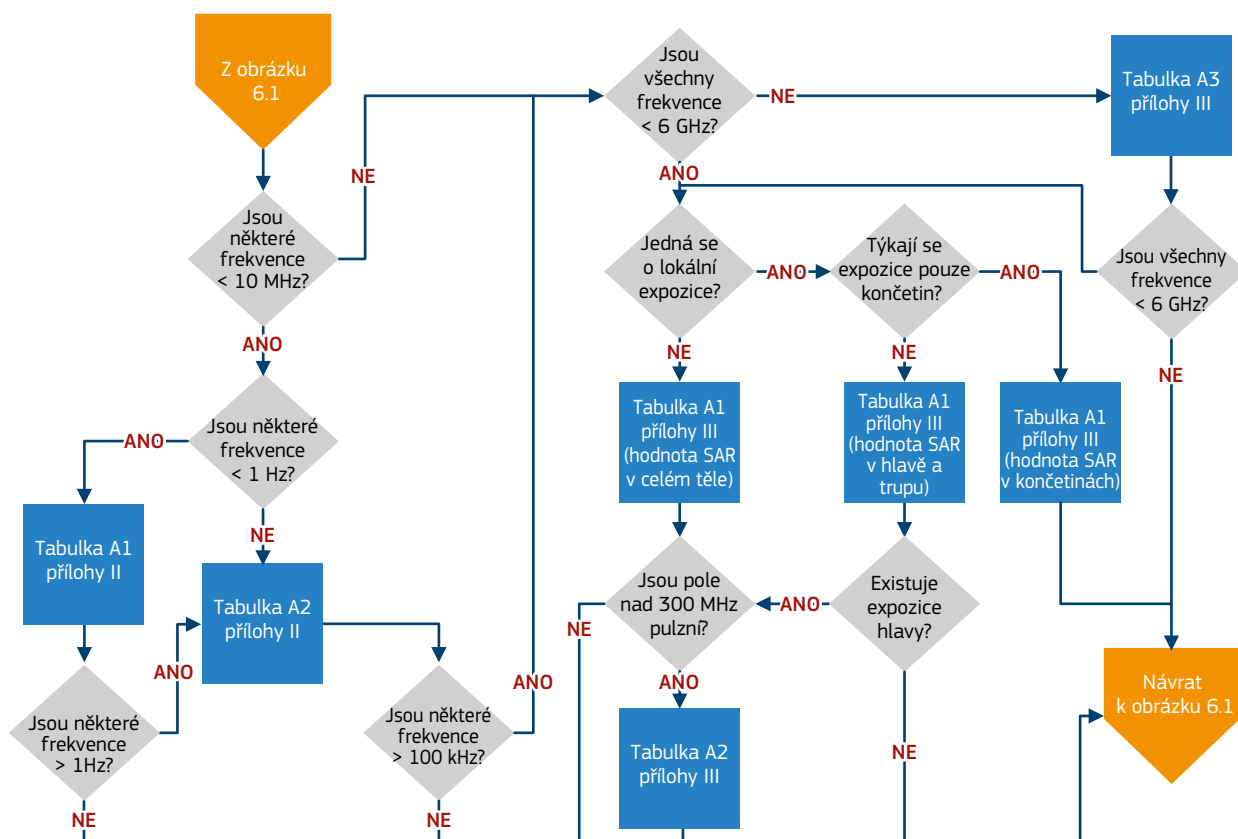
Vnik EMP do těla se snižuje spolu s frekvencí radiofrekvenčního pásma, takže u frekvencí nad 6 GHz je pole absorbováno převážně na povrchu těla. To znamená, že u těchto frekvencí je mnohem vhodnější omezit hustotu zářivého toku dopadajícího na povrch těla než rychlost, s níž je energie absorbována ve hmotě tkáň. Hustota zářivého toku se průměruje přes 20 cm<sup>2</sup> s omezením maxima průměrovaného přes kterýkoli 1 cm<sup>2</sup>. U frekvencí v pásmu 6–10 GHz se hustota zářivého toku průměruje přes kterýkoli šestiminutový interval. Při vyšších hodnotách se doba průměrování se stoupající frekvencí snižuje, což odráží klesající hloubku vniku (tabulka A3 přílohy III směrnice o elektromagnetických polích).

## 6.4 Odchytky

Článek 10 směrnice o elektromagnetických polích stanoví podmíněnou odchylku od článku 3 (nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty) ve třech situacích. Článek 10 nemá vliv na obecnou povinnost zaměstnavatelů podle čl. 5 odst. 1, která spočívá v zajištění toho, aby byla rizika způsobená elektromagnetickými poli na pracovišti odstraněna nebo snížena na minimum.

První odchylka, která se vztahuje k používání zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance (MRI), je pevně stanovena. Zbývající odchylky záleží na uvážení členských států.

Obrázek 6.8 Vývojový diagram výběru nejvyšších přípustných hodnot



### 6.4.1 Odchylka pro MRI

Expozice související s montáží, testováním, používáním, vývojem, údržbou nebo výzkumem zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance (MRI) určených pacientům ve zdravotnictví, může překročit nejvyšší přípustné hodnoty, jsou-li splněny tyto podmínky:

- hodnocení rizik ukázalo, že jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty;
- byla uplatněna veškerá technická nebo organizační opatření odpovídající současnému stavu vývoje;
- okolnosti řádně odůvodňují překročení expozice;
- zohlednily se charakteristické rysy pracoviště, pracovního vybavení nebo pracovních postupů;
- zaměstnavatel prokáže, že jsou pracovníci nadále chráněni proti nepříznivým účinkům na zdraví a bezpečnostním rizikům, přičemž mimo jiné zajistí, aby byly dodržovány pokyny pro bezpečné používání poskytnuté výrobcem.

Další pokyny pro zaměstnavatele ohledně dodržování odchylky pro MRI jsou uvedeny v dodatku F této příručky.



## 6.4.2 Odchylka pro vojenské účely

Členské státy mohou povolit uplatňování rovnocenných systémů ochrany pro potřeby pracovníků působících v operačních vojenských zařízeních nebo zapojených do vojenských činností. Tato odchylka je podmíněna tím, že nesmí docházet k poškození zdraví a ohrožení bezpečnosti.

## 6.4.3 Obecná odchylka

Členské státy mohou povolit, aby byly nejvyšší přípustné hodnoty dočasně překročeny v konkrétních odvětvích a v případě konkrétních činností mimo oblast působnosti druhých dvou odchylek za předpokladu, že jsou tyto okolnosti řádně zdůvodněny. Aby byly tyto okolnosti řádně zdůvodněny, musí být splněny tyto podmínky:

- i) na základě hodnocení rizik se ukázalo, že jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty;
- ii) byla uplatněna veškerá technická nebo organizační opatření odpovídající současnému stavu vývoje;
- iii) byly zohledněny zvláštní charakteristické rysy pracoviště, pracovního vybavení nebo pracovních postupů;
- iv) zaměstnavatel prokáže, že pracovníci jsou nadále chráněni proti nepříznivým účinkům na zdraví a bezpečnostním rizikům, přičemž jsou mimo jiné uplatňovány srovnatelné, specifičtěji zaměřené a mezinárodně uznávané normy a pokyny.

## 7. POUŽÍVÁNÍ DATABÁZÍ A ÚDAJŮ VÝROBCŮ O EMISÍCH

Informace o expozicích lze získat od výrobců zařízení. Státní instituce, profesní subjekty nebo obchodní sdružení navíc mohou vytvářet a udržovat databáze obecných hodnocení expozic. Pokud je tento typ informací k dispozici a je relevantní, bude pro zaměstnavatele představovat nejjednodušší prostředek, jak prokázat dodržování směrnice o elektromagnetických polích. Z toho vyplývá, že většina zaměstnavatelů bude mít zájem nejprve prozkoumat tuto možnost a až poté zvažovat hodnocení expozic na základě měření nebo výpočtu.

### 7.1 Využití informací získaných od výrobců

Je důležité, aby si zaměstnavatelé uvědomovali, že jejich povinnosti vyplývající ze směrnice o elektromagnetických polích se týkají celkové expozice pracovníků, a nikoli jen expozice, kterou vytváří určité zařízení. Při hodnocení bude proto nutno zohlednit expozice vytvářené všemi zdroji nacházejícími se v pracovním prostředí. Případné informace získané od výrobců se však budou týkat daného konkrétního zařízení, které vyrábějí.

U většiny typů zařízení intenzita pole se vzdáleností od zdroje velmi rychle klesá (viz obrázek 3.2). To znamená, že v mnoha případech bude mít na expozici pracovníků převládající vliv jedno nebo v nejhorsím případě několik zařízení v bezprostřední blízkosti jejich pracovního místa. V důsledku toho budou mít zaměstnavatelé často zájem o informace o tom, jak se snižuje intenzita polí se vzdáleností od zařízení. Při posuzování expozice pracovníků, na niž se podílí více zdrojů, by zaměstnavatelé neměli zapomínat na pole vytvářené pomocnými zařízeními, jako jsou například napájecí kabely, zdroje napájení a spínače.

I když informace od výrobců mohou potenciálně nabídnout jednoduché řešení problému hodnocení expozice, zaměstnavatelé i přesto musí při jejich používání zachovávat určitou opatrnost. Existuje mnoho důvodů, proč výrobci poskytují informace o EMP související s jejich zařízeními. Výrobce například může poskytnout informaci o intenzitě pole vytvářené daným zařízením, protože je důležitá pro jeho funkci a z toho důvodu je zahrnuta do specifikace. Informace lze poskytovat rovněž proto, aby se prokázalo dodržení požadavků na elektromagnetickou kompatibilitu uvedených v evropských směrnících o výrobcích (viz dodatek G). Tyto informace sice mohou mít význam z hlediska bezpečnosti v souvislosti s interferencí, avšak nelze je použít pro účely hodnocení expozice.

Nejužitečnější informace z hlediska zaměstnavatele by představovalo hodnocení typických expozic pracovníků při běžném používání zařízení společně s informací, jak se intenzita polí se vzdáleností snižuje. Také údaj o intenzitě magnetických polí ve vztahu k referenčním hodnotám na několika přístupných pozicích v blízkosti zařízení by zaměstnavatelům umožnil provést jejich vlastní hodnocení dodržování expozic při používání zařízení.



### Nejdůležitější informace: informace z databází a od výrobců

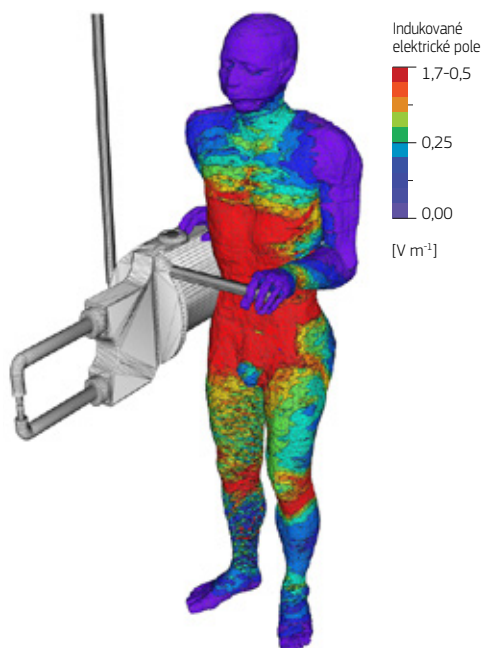
Pokud jsou k dispozici informace z databází a od výrobců, znamená to pro zaměstnavatele mnohem jednodušší způsob, jak prokázat dodržení přípustných hodnot expozice, než kdyby prováděl zvláštní hodnocení. Dodavatelé strojních zařízení mají ze zákona povinnost zajistit, aby emise nepředstavovaly nebezpečí pro člověka (viz dodatek H). Jsou také povinni poskytnout informace o zbytkových rizicích a pravděpodobných emisích, které mohou způsobit poškození osob, včetně osob s implantabilními zdravotnickými prostředky.

#### 7.1.1 Základ pro hodnocení výrobce

Někteří výrobci zveřejňují hodnocení svých zařízení provedené na základě standardizovaných postupů. Řada norem pro měření je však koncipována spíše z hlediska emisí než z hlediska expozice člověka. Tyto emisní normy jsou vyvinuty proto, aby poskytovaly standardizované postupy pro laboratorní testování úrovně EMP vytvářené konkrétními typy elektrických zařízení. Jsou zaměřeny na hodnotu pole v určitém bodě v prostoru a jsou užitečné při porovnávání různých přístrojů nebo zařízení. Jejich vypovídací hodnota z hlediska hodnocení expozice ve vztahu k referenčním hodnotám nebo k nejvyšším přípustným hodnotám při běžném užívání však může být jen omezená.

V současné době harmonizovaná norma pro ověřování shody zařízení pro svařování například doporučuje měření polí 20 cm od svařovacího kabelu, protože tak lze dosáhnout větší opakovatelnosti měření. Při každodenním používání však může být kabel v kontaktu s tělem pracovníka a může se nacházet v blízkosti citlivých tkání v hlavě pracovníka. Obrázek 7.1 znázorňuje pistoli pro bodové svařování, kterou pracovník drží blízko těla ve vzdálenosti mnohem kratší než uvedených 20 cm. Má se za to, že tento nedostatek bude vyřešen v budoucích vydáních této normy.

**Obrázek 7.1 Rozložení indukovaného elektrického pole vytvořeného přenosnou pistolí pro bodové svařování v modelu lidského těla. Jedná se o příklad situace, kdy je vzdálenost elektromagnetického pole od těla podstatně kratší než 20 cm**



**Poznámka:** Příklad na tomto obrázku je uveden pouze pro názornost a neměl by být extrapolován na žádnou konkrétní situaci.

Z toho vyplývá, že před použitím údajů zveřejněných výrobcí je důležité mít povědomí o tom, která norma byla použita a za jakým účelem byly příslušné údaje vytvořeny.

## 7.2 Databáze hodnocení

Velmi užitečné mohou být databáze obecných hodnocení pro konkrétní průmyslová odvětví. Tyto databáze by mohly vytvářet státní instituce, profesní sdružení nebo obchodní sdružení. Prvořadým cílem by ve všech případech bylo ušetřit jednotlivým zaměstnavatelům čas a náklady na provádění zvláštních hodnocení. V případě poměrně standardních zařízení a pracovních postupů se jedná o pragmatický nákladově efektivní přístup.

Při zvažování, zda využívat informace získané z databází, by si zaměstnavatelé měli ověřit, jestli je dané zařízení používáno určeným způsobem jak v hodnocení uvedeném v databázi, tak na jejich vlastním pracovišti. Údaje uvedené v hodnocení navíc nemusí být relevantní, pokud se výrazně liší stáří daného zařízení nebo pokud zařízení nebylo řádně udržováno.

Evropská komise podporuje práci na vytvoření softwarového balíčku, jehož cílem je pomoci zaměstnavatelům provádět hodnocení svařování a podobných postupů. Další informace o tomto projektu jsou k dispozici na internetových stránkách EMP pro svařování ([www.emfweld.com](http://www.emfweld.com)).

## 7.3 Poskytování informací ze strany výrobců

Výrobci, kteří dodávají zařízení spadající do oblasti působnosti směrnice o strojních zařízeních (viz dodatek G), mají specifické povinnosti v souvislosti s poskytováním informací. Výrobci jsou v zájmu splnění základních požadavků povinni zejména poskytovat informace o případných zbytkových rizicích a o veškerých ochranných opatřeních, která má uživatel provést.

Konkrétněji tam, kde je pravděpodobné, že strojní zařízení bude vyzařovat neionizující záření, které může poškodit zejména osoby s implantabilními zdravotnickými prostředky, je výrobce povinen poskytnout informace o emisích ve vztahu jak k obsluze, tak i ke všem ostatním exponovaným osobám.

### 7.3.1 Normy hodnocení

Výbory pro normalizaci aktivně vytvářejí normy s cílem poskytovat výrobcům pokyny, jak postupovat při hodnocení emisí ve vztahu k referenčním hodnotám a nejvyšším přípustným hodnotám stanoveným ve směrnici o elektromagnetických polích. V některých případech tyto normy také stanoví, jak by měly být výsledky tohoto hodnocení sdělovány kupujícím příslušných zařízení.

Každý výrobce by proto měl nejdříve zjistit, zda byla příslušná norma zveřejněna a zda se vztahuje ke stávající směrnici o elektromagnetických polích. Pokud příslušná norma existuje a obsahuje rady týkající se sdělování výsledků hodnocení, pak by ji měl daný výrobce dodržovat.

Výrobci se také mohou rozhodnout, že budou poskytovat další informace, které nejsou uvedené v této normě, pokud nabydou dojmu, že budou kupujícím užitečné.

### 7.3.2 Pokud neexistuje příslušná norma

V případě, že neexistuje příslušná norma, která by mohla sloužit jako vodítko pro výrobce, umožní následující informace o hodnocení kupujícímu provést příslušná hodnocení na vlastním pracovišti.

První tři informace by měly poskytnout kupujícímu základní údaje o předpokládaných druzích účinků a o způsobu, jakým bylo hodnocení provedeno. Pro kupujícího bude zejména důležité vědět, zda provozní podmínky hodnocení odpovídají způsobu, jakým bude zařízení používat.

Další dvě informace budou užitečné pro zjištění, jaká bude pravděpodobná expozice obsluhy a zda bude nutno zavést omezení nebo zajistit školení pracovníků.

Poslední dvě informace lze použít pro účely jednoduchého hodnocení vlivu umístění více zařízení do stejné oblasti. Zaměstnavatelé mohou využít indukční čáry znázorňující procento referenční hodnoty nebo procento referenčních úrovní uvedených v doporučení Rady 1999/519/ES za účelem provedení jednoduchého hodnocení kumulativního účinku umístění zařízení v těsné blízkosti.

Častým důsledkem tohoto přístupu bude nadhodnocení výsledné intenzity polí. Je tomu tak proto, že ne všechny zdroje musí působit současně a často dojde ke vzájemnému vyrušení polí v důsledku fázových rozdílů. Uplatnění tohoto přístupu je však jednoduché a většinou kupujících usnadní prokázání souladu.

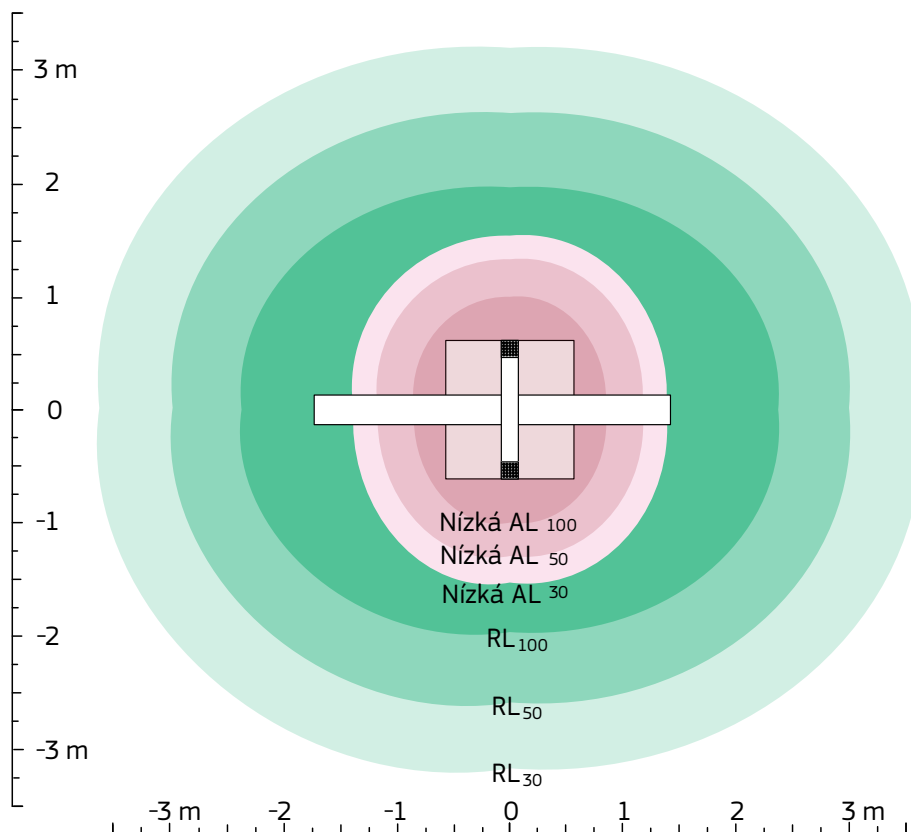
#### Tabulka 7.1 Navrhované informace, které musí výrobci poskytnout

Otázky, které je třeba při hodnocení pracoviště zohlednit:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• netepelné účinky</li> <li>• tepelné účinky</li> <li>• nepřímé účinky (nutno upřesnit)</li> </ul>
Provozní podmínky, za nichž bylo hodnocení provedeno:	<ul style="list-style-type: none"> <li>• maximální kapacita zdroje energie</li> <li>• nejhorší nastavení (nutno upřesnit)</li> <li>• typické nastavení (nutno upřesnit)</li> </ul>
Průměrování uplatněné na výsledek hodnocení	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• prostorové</li> <li>• časové</li> </ul>	
Překročí expozice v normální poloze obsluhy při používání určeným způsobem následující hodnoty?	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nízká referenční hodnota</li> <li>• vysoká referenční hodnota</li> <li>• referenční hodnota pro</li> </ul>	<p style="text-align: center;">} NEBO {</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nejvyšší přípustná hodnota účinků na smyslové vnímání</li> <li>• nejvyšší přípustná hodnota účinků na zdraví</li> </ul>
Překročí expozice při normální poloze obsluhy a při používání určeným způsobem příslušné hodnoty uvedené v doporučení Rady 1999/519/ES pro:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• referenční úroveň</li> <li>• základní omezení</li> </ul>	
V případě, že intenzita polí může překročit jednu nebo více referenčních hodnot, uveďte maximální vzdálenosti, v optimálním případě i nákres indukčních čar, pro následující podíly této referenční hodnoty:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 %</li> <li>• 50 %</li> <li>• 30 %</li> </ul>	
Tam, kde může intenzita polí překročit jednu nebo více referenčních úrovní, uveďte maximální vzdálenosti, v optimálním případě i nákres indukčních čar, pro následující podíly této referenční úrovně:	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 100 %</li> <li>• 50 %</li> <li>• 30 %</li> </ul>	

Obecně bude počet jednotek, které bude možné umístit ve vzájemné těsné blízkosti, omezen fyzikálními faktory. Vzhledem k tomu, že intenzita polí se vzdáleností zpravidla rychle klesá (viz kapitola 3), není pravděpodobné, že se zařízení umístěné ve větší vzdálenosti bude na expozici významně podílet.

Obrázek 7.2 znázorňuje nákresy indukčních čar, které by mohlo být možné pro zařízení poskytnout.

**Obrázek 7.2 Příklad grafů indukčních čar, které by výrobci mohli poskytnout s cílem pomoci uživatelům zajistit, že kumulativní účinek více zařízení na pracovišti nezpůsobí překročení referenčních hodnot**



Příklad ukazuje obecné zařízení s indukčními čarami znázorňujícími vzdálenosti, při kterých se hodnota pole rovná 100 %, 50 % a 30 % (označené indexy) příslušné referenční hodnoty. Obdobné indukční čáry jsou uvedeny pro referenční úroveň v doporučení Rady 1999/519/ES (označeny jako RL) s cílem pomoci při hodnocení zvláště ohrožených pracovníků.

## 8. VÝPOČET NEBO MĚŘENÍ EXPOZICE

Hodnocení expozic EMP je specializovaná problematika a jen málo zaměstnavatelů bude mít odborné znalosti potřebné k tomu, aby tato hodnocení mohli provádět sami. Alternativní možnost zajistit toto hodnocení od externího dodavatele však může být nákladná.

Obecně bude nutné, aby zaměstnavatelé porovnali tyto náklady s náklady na zavedení jednoduchých ochranných nebo preventivních opatření (viz kapitola 9). Při zvažování dostupných možností je důležité mít na paměti, že výsledkem jakéhokoli hodnocení by tak či tak mohl být požadavek na zavedení ochranných nebo preventivních opatření. Jak je uvedeno výše v této příručce, intenzita polí se vzdáleností často rychle klesá, takže levným a účinným opatřením může být pouhé omezení přístupu do bezprostřední blízkosti zařízení.

### 8.1 Požadavky směrnice o elektromagnetických polích

Směrnice o elektromagnetických polích obsahuje jednoznačný požadavek, aby zaměstnavatelé vyhodnocovali veškerá rizika pro pracovníky způsobená elektromagnetickými poli na pracovišti. Zaměstnavatel je v rámci hodnocení těchto rizik povinen určit a vyhodnotit EMP na pracovišti. To však nemusí vždy zahrnovat výpočet nebo měření vzhledem k tomu, že zaměstnavatelé mají právo zohlednit emise a další bezpečnostní údaje, které poskytnou výrobci nebo distributoři. Zaměstnavatelé mají povinnost provést měření nebo výpočty pouze v případě, že dodržení nejvyšších přípustných hodnot není možno spolehlivě stanovit jinými prostředky,

V případě, že výrobci poskytnou údaje o expozici nebo hodnocení rizik, bude to obecně znamenat jednodušší a levnější způsob, jak prokázat dodržování příslušných hodnot. Obdobně v případě, že obecné údaje o hodnocení poskytnou státní instituce, profesní sdružení nebo obchodní sdružení, budou zaměstnavatelé zpravidla považovat za snazší použít tyto údaje než provádět hodnocení expozice. Oběma těmito možnostmi se podrobněji zabývá kapitola 7.

### 8.2 Hodnocení na pracovišti

V případě, že se zaměstnavatelé rozhodnou, že je nezbytné provést hodnocení expozice na pracovišti, mají často k dispozici celou řadu možností. Nejprve budou muset rozhodnout o tom, zda provedou hodnocení expozice na základě výpočtu nebo měření. Oba tyto přístupy jsou z hlediska prokázání dodržování směrnice o elektromagnetických polích přijatelné a oba mohou obsahovat celou řadu různých možností, které se od sebe vzájemně liší z hlediska složitosti.

Jednoduché metody hodnocení bývají často založeny na předpokladech nebo aproximacích, které ve svém důsledku povedou k nadhodnocení expozice. Složitější metody hodnocení proto pravděpodobně povedou k přesnějšímu stanovení vzdáleností pro dodržení přípustných hodnot expozice, ale téměř jistě budou časově i finančně náročnější. Z toho vyplývá, že konečná volba bude záviset na konkrétních okolnostech dané práce a pracoviště. Pro řadu zaměstnavatelů však bude relativně jednoduché hodnocení naprosto dostačující.

Hodnocení expozice EMP jsou často složitá. V důsledku toho bude nutné, aby zaměstnavatelé, kteří navrhnou, že provedou hodnocení expozic sami, posoudili odbornou způsobilost osob, které tuto práci budou provádět. Jen málo zaměstnavatelů bude mít k dispozici vlastního interního pracovníka s potřebnými znalostmi a dovednostmi. Pro většinu z nich bude získání osoby s těmito dovednostmi vyžadovat značné investice.

U hodnocení na základě měření vzniknou další investice související s pořízením potřebných přístrojů a jejich průběžnou kalibrací. Je nutné, aby byly osoby, které budou hodnocení provádět, informovány o požadovaných technických parametrech těchto přístrojů, tak aby byly schopny zajistit vhodné zařízení. Je rovněž nutné, aby tyto osoby tento přístroj dokázaly používat „v terénu“ a aby si byly vědomy hrozcích úskalí. Musí si také uvědomovat, že měření představují stav k určitému okamžiku, který je závislý na provozních parametrech zařízení v době, kdy je měření prováděno. V případech, kdy hodnocení nejsou prováděna často, mohou zaměstnavatelé dospět k závěru, že cenově výhodnější variantu představuje pronájem přístroje od renomovaného dodavatele.

V neposlední řadě pak je důležité si uvědomit, že hodnocení není pouze otázkou měření polí. Je zapotřebí vyhodnotit povahu prováděné práce tak, aby bylo možno určit umístění jednotlivých pracovníků. U frekvencí, kde je povoleno časové průměrování, je rovněž nezbytné zaznamenávat pracovní cykly zařízení a odhadnout dobu obsazení prostor.

### 8.3 Zvláštní případy

Existuje celá řada situací, v nichž může docházet k nebývale složitým expozicím. Některými z nich se dále zabývá dodatek D, jak je uvedeno v tabulce 8.1.

**Tabulka 8.1 Další pokyny týkající se hodnocení složité expozice**

Scénář hodnocení	Dodatek
Nehomogenní expozice	D2
Expozice polím s frekvencemi mezi 100 kHz a 10 MHz	D3
Současná expozice složkám s různými frekvencemi	D3
Expozice nesinusovým polím	D3
Hodnocení polí s frekvencemi od 0 do 1 Hz	D4

### 8.4 Získání další pomoci

Pokud zaměstnavatelé nemají k dispozici odborníky s příslušnými znalostmi a v případě měření i přístroje potřebné k provedení hodnocení, bude k jejich získání nezbytné vynaložit významné investice. V případě některých zaměstnavatelů to může být vhodné řešení, ale u většiny tomu tak nebude.

Zaměstnavatelé, kteří se snaží získat vnější pomoc, by si měli být vědomi toho, že může existovat celá řada různých poskytovatelů. Potřebnými odbornými znalostmi a přístroji mohou disponovat následující typy organizací:

- vnitrostátní zdravotní a bezpečnostní instituce,
- některé místní nebo vnitrostátní orgány nabízejí zaměstnavatelům v dané oblasti finančně nenáročné služby v souvislosti s hodnocením,
- výzkumné instituce (například univerzity),
- výrobci měřicích přístrojů nebo jejich zástupci,
- specializované obchodní poradenské společnosti.

Když zaměstnavatel osloví externího poskytovatele se žádostí o pomoc, bude chtít mít jistotu, že tento poskytovatel má k poskytnutí požadované služby dostatečnou kvalifikaci. Zaměstnavatelé by měli vyžadovat, aby poskytovatel služeb prokázal, že:



- jim dá k dispozici pracovníky, kteří mají znalosti a zkušenosti v oblasti uplatňování příslušných nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot a veškerých potřebných metod výpočtu,
- jim dá k dispozici pracovníky, kteří mají znalosti a zkušenosti s požadovaným typem hodnocení,
- bude používat přístroje schopné měřit příslušná pole s přihlédnutím k faktorům, jako jsou například složky frekvence, charakteristiky pulzů a průběhy vlny,
- je schopen prokázat zpětnou zjistitelnost kalibrace podle příslušné vnitrostátní normy,
- je schopen odhadnout míru nejistoty veškerých provedených měření.

Zaměstnavatel je závislý na tom, zda externí poskytovatel zvolí vhodné referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty a vytvoří údaje, které budou vhodné ke srovnání. Bude nutné, aby poskytovatelé měli k dispozici systém zajištění kvality jakosti, aby byli schopni zajistit spolehlivost údajů. Bude rovněž nutno, aby zaměstnavateli předložili písemnou zprávu s vysvětlením, co hodnocení znamená, a s jednoznačnými závěry. V případě potřeby by tato zpráva měla obsahovat rovněž doporučení dalších opatření.



#### **Nejdůležitější informace: měření nebo výpočet expozice**

Hodnocení expozice na základě měření nebo výpočtu je obecně složité a mělo by od něj být upuštěno, pokud jsou k dispozici informace z jiných zdrojů, jako například od výrobců nebo z databází. V případě, že je nutné hodnocení provést, měli by zaměstnavatelé pečlivě zvážit, zda jsou schopni je provést vlastními silami.

Pro mnoho zaměstnavatelů může být nákladově efektivnější zajistit si externí asistenci, v takových případech by se však měli ujistit, že poskytovatelé těchto služeb mají k dispozici přístrojové vybavení, schopnosti a zkušenosti nezbytné k tomu, aby mohli toto hodnocení provést.



Oddíl 4

# JSOU NUTNÁ DALŠÍ OPATŘENÍ?

## 9. OCHRANNÁ A PREVENTIVNÍ OPATŘENÍ

Výběr vhodných ochranných nebo preventivních opatření pro jednotlivé konkrétní situace by se měl řídit výsledkem hodnocení rizik. Z něho vyplynou informace o způsobech, jakými by mohlo dojít ke vzniku nebezpečných expozic. Bude nutné, aby výběr opatření pro řízení rizik zohlednil také povahu práce, která má být provedena.

Jak je uvedeno v kapitole 6, pokud lze určit, že referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty nebudou překročeny a že nehrozí významná rizika vyplývající z nepřímých účinků ani významná rizika pro zvláště ohrožené pracovníky, nebude nutné provádět žádná další opatření.

U prostor, kde existuje riziko překročení referenčních hodnot nebo nejvyšších přípustných hodnot nebo riziko nepřímých účinků, bude zaměstnavatel muset posoudit, zda jsou dané prostory přístupné v době, kdy se v nich vyskytují pole. Pokud je přístup do těchto prostor již přiměřeně omezen z jiných důvodů (například v důsledku vysokého napětí), nebude většinou potřebné provádět žádná další opatření. Pokud tomu tak není, bude zpravidla nutné, aby zaměstnavatel zavedl dodatečná opatření.

Pokud jsou zavedena dodatečná ochranná či preventivní opatření, měly by být přezkoumány související aspekty hodnocení rizik s cílem zjistit, zda již byla všechna rizika odstraněna nebo snížena na minimum.

Obecně lze říci, že zavedení ochranných nebo preventivních opatření při uspořádání a instalaci pracovišť nebo zařízení může přinést značné výhody z hlediska bezpečnosti a provozu. Jejich pozdější zavedení může mít významné dopady na náklady.

### 9.1 Zásady prevence

V případě, že je nutno provést ochranná a preventivní opatření, upřesňuje článek 6 rámcové směrnice zásady prevence, které by měly být uplatněny pro všechna rizika (viz tabulka 9.1)

**Tabulka 9.1 Zásady prevence stanovené v rámcové směrnici**

#### Zásady prevence:

Vyhýbat se rizikům

Vyhodnotit nevyhnutelná rizika

Odstraňovat rizika u zdroje

Přizpůsobit práci jednotlivci, zejména s ohledem na uspořádání pracovních míst, výběr pracovního zařízení a volbu pracovních a výrobních metod

Přizpůsobovat se technickému pokroku

Nahrazovat nebezpečné bezpečným nebo méně nebezpečným

Zavést komplexní systém prevence rizik, který zahrnuje výrobní postup, organizaci práce, pracovní podmínky, sociální vztahy a vliv pracovního prostředí

Dávat přednost prostředkům kolektivní ochrany před prostředky individuální ochrany

Udílet pracovníkům vhodné pokyny

## 9.2 Odstranění nebezpečí

Nejúčinnějším prostředkem omezení rizik je nebezpečí zcela odstranit. To může znamenat přechod na alternativní proces, který nemá za následek vytváření silných EMP. Jako příklad může posloužit přechod z elektrického odporového svařování na svařování laserem. To však evidentně nebude vždy proveditelné. Situace bude často taková, že nebude existovat žádný vhodný alternativní proces, případně dostupné alternativy mohou být spojeny s jinými typy nebezpečí (ve výše uvedeném příkladu je to přítomnost laserového paprsku s vysokým výkonem), které budou pro pracovníky představovat stejné nebo i větší riziko.

Odstranění nebezpečí bude často předpokládat přepracování celého procesu a značné investice do nového zařízení. Proto bude často proveditelné pouze během počátečního uspořádání nebo významné reorganizace. V těchto fázích je však nutno zvážit, zda by bylo možné dosáhnout stejného cíle alternativními prostředky, aniž by vznikalo silné EMP.

## 9.3 Nahrazování méně nebezpečnými postupy nebo zařízeními

Efektivní přístup ke snižování rizik souvisejících s EMP spočívá v nahrazení stávajících procesů nebo zařízení procesy nebo zařízeními, které vytvářejí slabší EMP. Například při dielektrickém svařování plastů v nejjednodušší podobě může docházet k vysoké expozici obsluhy vyzařovanému radiofrekvenčnímu EMP, a existuje dokonce i nebezpečí popálení při dotyku odhalených elektrod. Zpravidla bude možné navrhnout zařízení tak, aby bylo vybaveno stíněním omezujícím velikost vyzařovaného pole, často v kombinaci s automatizací, aby se minimalizoval kontakt obsluhy s elektrodami.

I když nahrazení stávajícího zařízení více automatizovaným a lépe odstíněným zařízením obvykle zvýší účinnost procesu, nese s sebou i značné kapitálové náklady. Z tohoto důvodu bude tato možnost zpravidla proveditelná pouze jako součást pravidelného cyklu výměny zařízení.



### Nejdůležitější informace: opatření pro snížení rizik

V případech, kdy rizika nelze snížit jejich úplným odstraněním nebo nahrazením, bude nutné zavést dodatečná opatření. Zaměstnavatelé mají k dispozici celou řadu možností, jak tohoto cíle dosáhnout; obecně lze říci, že vhodnější budou technická a organizační opatření, protože poskytují kolektivní ochranu. Řada těchto opatření, která by bylo možné použít ke snížení rizik vyplývajících z EMP, je podobná opatřením, kterými jsou ošetřena jiná nebezpečí na pracovišti.

## 9.4 Technická opatření

Tam, kde je možné zavést technická opatření, bude to mít tu výhodu, že tato opatření poskytují kolektivní ochranu a zpravidla jimi bude dosaženo odstranění rizik u zdroje. Kromě toho budou zpravidla spolehlivější než organizační opatření, protože se nespolehají na jednání osob. Řada technických opatření může být účinná z hlediska prevence nebo omezení přístupu k EMP; těmi se podrobněji zabýváme níže.

### 9.4.1 Stínění

Stínění může být účinným prostředkem pro snížení elektromagnetických polí vytvářených určitým zdrojem a často bude součástí konstrukce zařízení za účelem omezení emisí. Dobrým příkladem je mikrovlnná trouba. Mřížka v jejím okénku je propojena s kovovým krytem trouby tak, že tvoří souvislý štít, který omezuje emise mikrovlnného záření. Stínění lze použít rovněž v místnostech za účelem vytvoření slabého elektromagnetického prostředí, i když to se zpravidla provádí spíše z důvodu ochrany citlivého elektrického zařízení než ochrany osob.

V praxi je stínění u radiofrekvenčních a nízkofrekvenčních elektrických polí založeno na uzavření zdroje uvnitř vodivého povrchu (Faradayova klec). Ta je obvykle vyrobena z plechu nebo z kovového pletiva, i když lze použít i jiné materiály, jako je například keramika, plasty a sklo s jedním nebo více kovovými nátěry, případně do ní lze vložit kovové pletivo. Posledně jmenovaný případ je vhodný u oken v situacích, kdy je nezbytné daný proces sledovat. V případech, kdy je nezbytné proudění vzduchu, například z důvodu chlazení, toho lze obvykle dosáhnout použitím kovového pletiva nebo voštinových materiálů.

Aby bylo stínění účinné, je třeba zajistit, aby bylo skutečně souvislé. Veškeré mezery nebo spoje musí být mnohem menší než vlnová délka (viz dodatek A) elektromagnetického pole. Z tohoto důvodu všechny panely, které jsou součástí štítu, budou zpravidla zajištěny šrouby nebo svorníky umístěnými v těsných rozestupech. V případě, že je nutné panel vyjmout, je nutno při jeho opětovném sestavení správně umístit veškerý spojovací materiál s cílem minimalizovat únik. Dveře a přístupové panely budou zpravidla po celém obvodu vybaveny kontaktní lištou. Kromě mezer a spojů závisí účinnost stínění i na materiálu, z něhož je vyrobeno, jeho tloušťce, na tvaru stínění a na frekvenci pole.

Kabely a další vlnovody užívané pro přenos radiofrekvenčních polí jsou stíněny standardním způsobem. Je tomu tak v první řadě proto, aby se zabránilo vyzařování energie radiofrekvenčního pole, což by mělo za následek velké ztráty, slouží to však rovněž k omezení velikosti vnějších polí. Jakákoli ztráta celistvosti stínění může mít za následek únik, a proto je nutno zohlednit i možné opotřebení spojů nebo ohybů.

Stínění statických a nízkofrekvenčních (méně než cca 100 kHz) magnetických polí je složitější. Tato pole je možné stínit speciálními kovovými slitinami, jako je například MU-METAL (slitina Ni, Fe, Cu a Mo), ale toto řešení má celou řadu omezení a je zpravidla vyhrazeno jen pro specializované aplikace.

Vzhledem k tomu, že pasivní stínění magnetického pole je obtížné, užívá se místo něho často stínění aktivní, a to zejména pro statická pole (viz případová studie přístroje NMR v dílu 2 této příručky). Při aktivním stínění je použita další cívka, zpravidla ve tvaru solenoidu, k vytvoření magnetického pole s opačným nábojem. Vzájemné vyrušení těchto polí má za následek rychlé snížení magnetické indukce směrem od zdroje.

## 9.4.2 Kryt

Levným a účinným prostředkem omezení přístupu do oblastí, kde se nacházejí silná pole, může být kryt. Jak je uvedeno v kapitole 3, intenzita pole obvykle rychle klesá se vzdáleností od zdroje pole, takže použití krytu k omezení přístupu do bezprostřední blízkosti bude často praktickým řešením. Se znalostí rozložení pole by měla být kterákoli osoba kvalifikovaná v oblasti konstrukce a montáže strojů schopna zajistit efektivní řešení.

Při instalaci krytů v silných polích je nutno zohlednit vazbu polí na materiál krytu. Proto může být vhodné použití nekovových materiálů, například plastových zábran u NMR přístrojů se silnými statickými magnetickými poli. Instalace kovového krytu může navíc vyžadovat zohlednění jiskrových výbojů a kontaktních proudů a příslušné uzemnění (oddíl 9.4.7 a 9.4.8).

Tam, kde není v běžném provozu nezbytný přístup do vyhrazených prostor, jsou často nejjednodušším a nejlevnějším řešením pevné kryty. Tyto kryty jsou připevněny takovým způsobem, že jsou snímatelné pouze za pomoci nářadí.

Vzhledem ke snímatelnosti pouze za pomoci nářadí nebudou pevné ochranné kryty vhodné v prostorách, do nichž je nezbytný častý přístup. V takovém případě může být přijatelným řešením odnímatelný kryt. Takový kryt bývá zpravidla zabezpečen blokovacím spínačem hlídajícím polohu krytu vzhledem ke zdroji pole, i když přijatelný může být i kryt, který není takto zabezpečen (obrázek 9.1), a to v případě, že riziko je relativně nízké.

**Obrázek 9.1 Příklad jednoduchého odnímatelného krytu používaného pro omezení přístupu k silnému magnetickému poli. V tomto případě není kryt spojen se zdrojem, ale je doplněn výstražnými značkami a organizačními opatřeními**



Tam, kde jsou silná pole a přístup pouze pomocí pevných vertikálních žebříků, například v případě vysoce výkonných antén instalovaných na střeše (viz případová studie v díle 2 této příručky), pak může být levným a účinným prostředkem omezení přístupu kryt žebříku (obr. 9.2).

**Obrázek 9.2** Použití krytu žebříku pro omezení přístupu k silným polím na střeše



### 9.4.3 Blokovací spínače

Pokud se k omezení přístupu k silným polím používají odnímatelné kryty, měl by být daný kryt zdroje EMP spojen s blokovacím spínačem. Blokovací spínač bude sledovat polohu krytu a zabráni vytvoření EMP vždy, když kryt nebude zcela uzavřen.

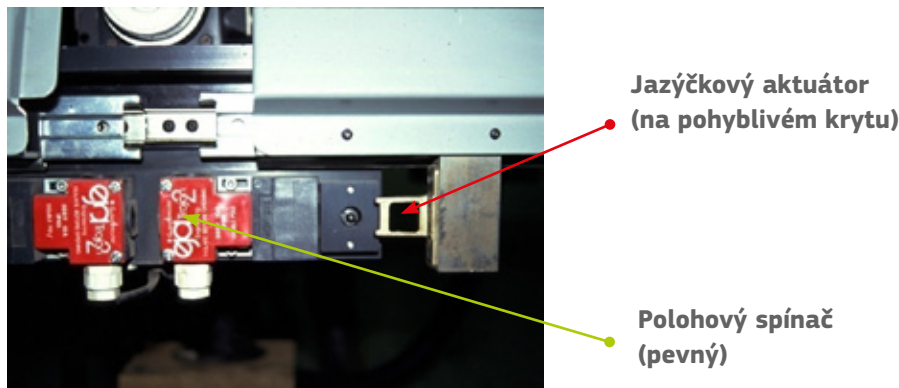
Existuje celá řada různých typů blokovacích spínačů, z nichž každé má své výhody a nevýhody (viz tabulka 9.2). Výběr vhodného spínače bude záviset na konkrétních okolnostech a měl by se řídit výsledky hodnocení rizik.

**Tabulka 9.2** Přehled různých typů blokovacích spínačů

Druh	Popis	Příklady
1	Mechanicky ovládaný spínač bez kódování	Otočný vačkový spínač připojený k závěsu krytu Posuvný vačkový spínač ovládaný vodící tyčí posuvného krytu Spínač je namontován uvnitř závěsu
2	Mechanicky ovládaný spínač s kódováním	Jazýčkem ovládaný polohový spínač Zámkový systém s jazýčkem (klíčem)
3	Bezkontaktní polohový spínač bez kódování	Spínač založený na indukční, magnetické, ultrazvukové, kapacitní nebo optické detekci pohybu
4	Bezkontaktní polohový spínač s kódováním	Bezkontaktní snímač polohy s magnetickým kódováním Polohový spínač s RFID kódováním



**Obrázek 9.3** Jazýčkem ovládaný polohový spínač, příklad blokovacího spínače typu 2



Vzhledem k přítomnosti silných elektromagnetických polí bude nutno zohlednit riziko interference s funkcí blokovacího spínače a případných přidružených obvodů. Mechanicky ovládané spínače bývají elektromagnetickou interferencí ovlivněny méně.

Blokovací spínače by měly splňovat příslušné evropské normy a měly by být instalovány pomocí upevňovacího materiálu, který lze odejmout pouze za pomoci nářadí.

Vzhledem k tomu, že za normálních okolností se předpokládá, že otevřením krytu dojde k okamžitému přerušení působení silného pole, obvykle nejsou potřeba uzamykatelné kryty (tzn. kryty, které zůstanou uzamčeny, dokud nebezpečí nepomine).

#### 9.4.4 Sensorická ochranná zařízení

Tam, kde není možná instalace pevného nebo odnímatelného ochranného krytu, může být další alternativou používání sensorických ochranných zařízení. Jedná se například o taková zařízení, jako jsou bezpečnostní světelné závory, skenovací snímače a rohože citlivé na tlak. Tato zařízení dokážou detekovat vstup osoby do prostor, kde se nacházejí silná pole, nebo její přítomnost v této oblasti, a mohou zabránit spuštění přístroje vytvářejícího elektromagnetické pole.

Sensorická ochranná zařízení využívají celou řadu detekčních technologií, jejichž vhodnost se bude v jednotlivých konkrétních situacích lišit. Zaměstnavatelé by měli při výběru vhodných systémů využívat odborné poradenství. Pozornost je nutno věnovat zejména riziku interference se silnými elektromagnetickými poli.

#### 9.4.5 Dvouruční ovladače

Další možností je instalace dvouručního ovladače (obrázek 9.4), jehož použití vyžaduje současné zapojení obou rukou obsluhujícího pracovníka. To může být užitečné, je-li třeba zajistit, aby se obsluha nacházela v určité poloze nebo aby se její ruce dostaly mimo prostor silného pole. Takové řešení však neposkytuje žádnou ochranu ostatním pracovníkům.

**Obrázek 9.4** Dvouruční ovladač používaný k zajištění bezpečné vzdálenosti pracovníka od indukčního ohřívače



### 9.4.6 Nouzové zastavení

V případě, že pracovníci mají přístup k potenciálně nebezpečnému prostředí, je nezbytné zajistit možnost nouzového zastavení. Většina lidí zná červená hřibovitá tlačítka nouzového zastavení. Nouzové zastavení musí reagovat rychle, zastavit veškerý provoz v dané prostře a zabránit jeho opětovnému spuštění dříve, než bude opětně nastaven.

Tlačítka nouzového zastavení by měla být rozmístěna kolem dané prostory v dostatečném počtu tak, aby bylo vždy některé z nich snadno na dosah, a v každém případě tak, aby nebyla přístupná jen přes nebezpečnější prostor. Při zajišťování velkých prostor je často výhodné používat spínače se záchytným drátem místo tlačítek.

### 9.4.7 Technická opatření zabráňující jiskrovým výbojům

K jiskrovým výbojům může docházet u silných elektrických polí, kdy se osoba dotkne vodivého předmětu, který má odlišný elektrický potenciál, protože předmět je uzemněn, zatímco osoba nikoli, nebo naopak. Jiskrovým výbojům lze zabránit eliminací těchto rozdílných potenciálů. Toho lze dosáhnout technickými opatřeními, jako je například uzemnění vodivých předmětů a ochranného propojení pracovníků s vodivými pracovními předměty (ekvipotenciální pospojování).

Komplexní provedení těchto technických opatření v praxi může být složité vzhledem k obtížnosti dosažení účinného uzemnění nebo ochranného pospojování pohyblivých objektů. Proto bude zpravidla nutné zkombinovat technická opatření s vhodnými opatřeními organizačními, zejména se školením pracovníků a případně s používáním osobních ochranných prostředků.

#### 9.4.8 Technická opatření zabraňující kontaktním proudům

Pokud je osoba v kontaktu s vodivým předmětem v radiofrekvenčním poli a jeden z nich není uzemněn, může radiofrekvenční proud protékat danou osobou do země. To může mít za následek elektrický šok nebo popálení. Pro omezení kontaktních proudů lze přijmout celou řadu opatření. Snížením intenzity rozptylových polí se sníží velikost radiofrekvenčního proudu, který může procházet tělem, a dalších zlepšení lze dosáhnout také izolací a uzemněním. A konečně je třeba uvést, že možnost kontaktu sníží i organizační opatření, jako je například odstranění zbytečných vodivých předmětů, zejména velkých.

### 9.5 Organizační opatření

V některých situacích nemusí být možné prostřednictvím technických opatření minimalizovat rizika vyplývající z EMP. V těchto situacích bude následovat další etapa, kterou je prozkoumání možnosti využití organizačních opatření. Ta by měla i nadále poskytovat kolektivní ochranu, ale protože se obecně spoléhají na to, že určité osoby vykonají určitou činnost na základě obdržených informací, budou jen tak účinná, jako bude účinná činnost těchto osob. Organizační opatření však i přesto hrají důležitou úlohu a za určitých okolností, jako je například uvádění do provozu a servis, mohou představovat hlavní kontrolní opatření.

Volba organizačních opatření závisí na povaze rizika a na způsobu provádění dané práce. Tato opatření mohou zahrnovat vymezení prostor a omezení přístupu, značky, návěsti, signály a štítky, pověření určitých osob dohledem nad danými prostory nebo pracovními činnostmi a písemně vypracované postupy.

#### 9.5.1 Vymezení prostor a omezení přístupu

V určitých situacích nemusí být omezení přístupu do prostor, kde se nacházejí silná pole, proveditelné na základě technických opatření, jako je například zabezpečení krytem. V těchto situacích lze k vymezení těchto prostor a omezení přístupu nebo činností použít řadu organizačních opatření. Zpravidla se bude jednat o výstražné značky a upozornění, jejichž smyslem je upozornit pracovníky na dané riziko, často v kombinaci s označeními na podlaze, která vymezují prostory, kde se nacházejí silná pole.

**Tabulka 9.3** Příklady omezení přístupu nebo jiných omezení, která mohou být nezbytná v prostorách, kde se nacházejí silná EMP

Kritéria	Omezení
<b>Netepelné účinky</b> Překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví Překročení vysoké referenční hodnoty Překročení referenční hodnoty pro končetiny	Zákaz vstupu do prostor, kde jsou přítomna pole
<b>Teplné účinky</b> Překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví Překročení referenční hodnoty expozice Překročení referenční hodnoty indukovaného proudu procházejícího končetinami	Omezení přístupu za účelem omezení expozice zprůměrované v čase
Dočasné překročení nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky Dočasné překročení nízké referenční hodnoty	Přístup omezen na vyškolené pracovníky Mohou se uplatnit další omezení
Rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením silného statického magnetického pole	Omezení vnášení feromagnetických materiálů do daných prostor
Rizika pro zvláště ohrožené pracovníky	Omezení přístupu do prostor se silnými poli Informace týkající se přístupu na dané pracoviště
Riziko jiskrových výbojů ze silných elektrických polí	Přístup omezen na vyškolené pracovníky
Riziko kontaktních proudů	Přístup omezen na vyškolené pracovníky Zákaz vodivých předmětů, které nejsou nezbytné

V některých situacích, kdy se na podlaze již nachází označení upozorňující na jiná rizika a omezení, může být možné využít i jiné způsoby vymezení prostor, jako například označení na stěnách nebo umístění plánů prostor s vyznačenými oblastmi.

V případech, kdy jsou EMP přítomna jen v určitých fázích pracovního cyklu zařízení, může být užitečné signalizovat, kdy jsou pole přítomna, pomocí vizuálních (například světelný majáček), nebo zvukových (například siréna) varovných signálů.

V případech, kdy je přístup omezen jen na některé pracovníky, musí existovat postup formálního schvalování osob, kterým bude přístup povolen.

V některých případech může být nezbytné stanovit dočasná omezení přístupu. To by bylo vhodné u dočasného zařízení nebo u prací souvisejících s uvedením trvalého zařízení do provozu, avšak před instalací pevných ochranných krytů. V těchto situacích je obvykle přijatelné rozmístění dočasných zábran. Na těch budou zpravidla umístěny výstražné značky. U situací s krátkou dobou trvání, ale s vysokým rizikem může být také vhodné pověřit pracovníky dohledem nad hranicemi daných prostor s cílem zajistit, aby nikdo tyto zábrany nepřekonal.

**Obrázek 9.5** Dočasné zábrany a výstražné značky omezující přístup do silných polí vytvářených dočasným zařízením



Tam, kde existuje riziko vznícení hořlavého prostředí nebo zážehu elektroexplozivních zařízení, je běžnou praxí vymezit prostory, kde hrozí primární nebezpečí (hořlavé prostředí nebo elektro-explozivní zařízení), a poté zavést omezení pro všechny zdroje vznícení nebo zážehu, včetně EMP, v těchto prostorech.

### 9.5.2 Bezpečnostní značky a upozornění

Tvoří významnou součást každého systému organizačních opatření. Bezpečnostní značky a oznámení jsou účinné pouze v případě, že jsou jasné a jednoznačné. Měly by být umístěny v úrovni očí s cílem maximalizovat jejich viditelnost. Měly by jednoznačně uvádět povahu nebezpečí. Příklady piktogramů týkajících se EMP jsou uvedeny na obrázcích 9.6 až 9.8 společně s jejich uznávaným významem. Pro lepší pochopení bude zpravidla vhodné k nim připojit dodatečné textové upozornění. To je důležité zejména ve vztahu k povinným značkám požadujícím nošení izolační nebo vodivé obuvi nebo rukavic.

**Obrázek 9.6** Standardní výstražné značky často užívané v souvislosti s EMP



**Výstraha: magnetické pole**

**Výstraha: neionizující záření**

**Obrázek 9.7** Standardní značky zákazu často užívané v souvislosti s EMP

**Zákaz vstupu osobám s aktivními implantabilními kardiostimulátory**



**Zákaz vstupu osobám s kovovými implantáty**

**Obrázek 9.8** Standardní značky příkazu často užívané v souvislosti s EMP

**Používejte bezpečnostní obuv**



**Používejte ochranné rukavice**



**Používejte ochranné brýle**



**Obecná značka příkazu**

Pokud jsou elektromagnetická pole přítomna jen přerušovaně, měly by být výstražné značky použity pouze v případech, kdy je pole aktivní, jinak je lze ignorovat. Toho lze v praxi dosáhnout obrácením značky (umístěné na háčku nebo v děrované liště) nepopsanou stranou ven, jakmile nebezpečná situace pomine.

Je běžnou praxí umístit výstražné štítky s totožným piktogramem na veškerá zařízení vytvářející EMP.

### 9.5.3 Písemné postupy

V případě, že je nutné se při řízení rizik vyplývajících z EMP spolehnout na organizační opatření, měla by být tato opatření zdokumentována v posouzení rizik tak, aby bylo jednoznačně pochopitelné, co je požadováno. Měly by zahrnovat:

- popis všech prostor s konkrétními omezeními přístupu nebo činností,
- podrobné informace o případných podmínkách vstupu do daných prostor nebo provádění určité činnosti,
- konkrétní požadavky na školení pracovníků (například školení nezbytné pro dočasné překročení nízké referenční hodnoty),
- jména osob oprávněných vstupovat do daných prostor,
- jména pracovníků odpovědných za dohled nad prací nebo za dodržování omezení přístupu,
- identifikace jakýchkoli skupin, kterým je přístup do daných prostor výslovně zakázán, jako jsou například zvláště ohrožení pracovníci,
- v případě potřeby podrobné informace o nouzových opatřeních.

V příslušných prostorách by měly být k dispozici k nahlédnutí kopie písemných postupů, které se v nich uplatňují, a měly by být poskytnuty každému, kdo jimi může být ovlivněn.

### 9.5.4 Informace o bezpečnosti na pracovišti

Je běžnou praxí poskytnout informace o bezpečnosti nebo bezpečnostní pokyny osobám, které na dané pracoviště vstupují poprvé. Pokud se na tomto pracovišti vyskytují prostory, u nichž je omezen přístup nebo konkrétní činnosti, bude správný postup zahrnovat vysvětlení této skutečnosti v informacích o bezpečnosti na daném pracovišti.

**Obrázek 9.9** Informace o bezpečnosti na pracovišti poskytnuté návštěvníkům by měly vysvětlovat veškerá omezení vstupu do jednotlivých prostor, a zejména rizika pro zvláště ohrožené pracovníky





Důležité je zejména upozornit na případné prostory, v nichž by mohla existovat rizika pro zvláště ohrožené pracovníky. Měly být identifikovány skupiny, které budou uznány jako „ohrožené“ a veškeré osoby, které budou do některé z těchto skupin spadat, by měly být osobou, která je sem přivedla, o této skutečnosti poučeny. Tyto informace by měly obsahovat varování pro osoby spadající do těchto skupin, aby věnovaly pozornost dodatkovým výstražným značkám.

### 9.5.5 Dohled a řízení

Bezpečnost z hlediska EMP by měla být řízena pomocí téže struktury řízení ochrany zdraví a bezpečnosti jako jiné potenciálně nebezpečné činnosti. Detaily organizačních opatření se mohou lišit v závislosti na velikosti a struktuře organizace.

Tam, kde jsou pole dostatečně silná, aby vyžadovala zvláštní řízení, bude zpravidla vhodné pověřit dohledem nad každodenními aspekty bezpečnosti v souvislosti s EMP na pracovišti kvalifikovaného pracovníka.

### 9.5.6 Výuka a školení

Článek 6 směrnice o elektromagnetických polích se zabývá konkrétně informováním a školením pracovníků, u nichž je pravděpodobné, že budou při práci vystaveni elektromagnetickým polím. Požadovaný obsah tohoto školení je uveden v tabulce 9.4.

Úroveň poskytovaného informování nebo školení by měla být přiměřená rizikům spojeným s EMP na pracovišti. V případě, že z počátečního hodnocení (viz kapitola 3) vyplynulo, že intenzita přístupných polí je tak nízká, že nejsou nutná žádná zvláštní opatření, mělo by to být dostatečným potvrzením, že tomu tak skutečně je. I v této situaci však bude důležité upozornit pracovníky nebo jejich zástupce na možnost, že někteří pracovníci by mohli být zvláště ohroženi. Kterýkoli pracovník spadající do některé ze skupin uznaných za „ohrožené“ by měl být vyzván, aby tuto skutečnost oznámil vedení.

**Tabulka 9.4 Obsah informování a školení podle směrnice o elektromagnetických polích**

Opatření přijatá při uplatňování směrnice o elektromagnetických polích
Hodnoty a pojmy nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot, jakož i možná rizika, která jsou s nimi spojena, a přijatá preventivní opatření
Možné nepřímé účinky expozice
Výsledky hodnocení, měření nebo výpočtů úrovní expozice elektromagnetickým polím provedených podle článku 4 směrnice o elektromagnetických polích
Způsoby, jak rozpoznat zdraví škodlivé účinky expozice polím a jak je ohlašovat
Možnost přechodných příznaků a vjemů souvisejících s účinky na centrální nebo periferní nervovou soustavu
Okolnosti, za nichž mají pracovníci nárok na zdravotní dohled
Bezpečné pracovní postupy k minimalizaci rizik vyplývajících z expozice
Zvláště ohrožení pracovníci

Pokud bylo nutné zavést v souvislosti s EMP zvláštní technická nebo organizační opatření, pak bude zpravidla vhodné zajistit některé prvky formálnějšího školení. Pokud byla rizika odstraněna nebo snížena na úplné minimum pomocí technických opatření, pak by k jejich zajištění měly dostačovat bezpečnostní pokyny nebo operativní



instruktáž na pracovišti (tzv. „toolbox talk“). Ty poslouží k upozornění pracovníků na rizika a k objasnění technických opatření, která byla zavedena na jejich ochranu. Školení by mělo zdůraznit důležitost nahlášení veškerých zjevných chyb či nedostatků ochranných opatření, aby bylo možné je řešit.

V případě, že je řízení rizik spojených s EMP závislé na podstatné složce organizačních opatření nebo na používání osobních ochranných prostředků, pak bude zpravidla nutné, aby školení bylo formálnější a podrobnější.

Při stanovení podrobnosti, rozsahu a trvání požadovaného školení by měl zaměstnavatel zohlednit otázky uvedené v tabulce 9.5. Je důležité, aby na všech školeních byla rizika spojená s EMP uvedena do souvislosti s dalšími riziky na pracovišti.

### **Tabulka 9.5 Otázky, které je nutno zohlednit při rozhodování o úrovni požadovaného školení**

Výsledek hodnocení rizik
Aktuální odbornost pracovníků a jejich povědomí o rizicích vyplývajících z EMP
Stupeň zapojení pracovníků do řízení rizik vyplývajících z EMP
Povaha pracovního prostředí a to, zda je stabilní, nebo se často mění
Zda se jedná o školení nových pracovníků nebo o doškolení pracovníků stávajících

V případě, že existuje riziko jiskrových výbojů nebo kontaktních proudů, bude nutné, aby školení tato rizika výslovně identifikovalo. Bude rovněž nutné, aby vysvětlilo opatření prováděná ke snížení rizik, zejména v případech, kdy vyžadují zásah ze strany pracovníků.

Poskytnutí školení by mělo být zdokumentováno.

## **9.5.7 Návrh a dispozice pracovišť a pracovních míst**

Rizika spojená s EMP lze často minimalizovat s vynaložením jen malých nebo žádných nákladů promyšleným návrhem dispozic pracoviště jako celku, a zejména jednotlivých pracovních míst.

Zařízení vytvářející silná pole lze například často umístit daleko od společných průchodů a dalších vysoce frekventovaných prostor. V každém případě je nutno zajistit takové uspořádání zařízení, které by umožňovalo přiměřené omezení přístupu v případě, že není možné zajistit dodržování nejvyšších přípustných hodnot.

Zařízení vytvářející silná pole by měla být umístěna tak, aby zvláště ohrožení pracovníci nemuseli procházet poli, která by je mohla ohrozit. Proto by taková pole neměla nikdy zasahovat do společných průchodů ani do jiných prostor s výjimkou případů, kdy bude možné vyloučit přítomnost takovýchto pracovníků v těchto prostorech.

Zaměstnavatelé by při zvažování dispozic svých pracovišť měli mít na paměti, že magnetická pole obvykle nebudou zeslabena dělicími stěnami, a budou tedy muset brát v úvahu přístup do přilehlých prostor. To je znázorněno na příkladu zařízení pro zkoušení magnetickou metodou užitém v případové studii strojírenské dílny v dílu 2 této příručky.

Často je důležitá rovněž dispozice pracovních míst. V příkladu na obrázku 9.10 je pole před bodovou svářečkou v místě, kde se nachází obsluha, slabší než pole po straně svářečky. Proto je v takovýchto situacích nezbytné uspořádat pracovní místo tak, aby obsluha seděla nebo stála v určené oblasti (obr. 9.10), a rovněž zohlednit, kde se nacházejí pracovníci, kteří vykonávají jiné úkoly.

**Obrázek 9.10** Ilustrace správného a nesprávného postupu při uspořádání pracovního místa u bodové svářečky a zohlednění místa, kde se nachází obsluha



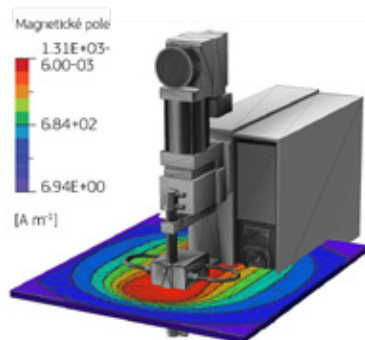
**Správný postup:**

Po stranách bodové svářečky je pole silnější než před ní. Při tomto uspořádání stojí svářeč před zařízením. Expozice pracovníka je proto setrvale na nízké úrovni.



**Nesprávný postup:**

Při tomto uspořádání musí svářeč stát po straně zařízení. Tato skutečnost povede k vyšší expozici pracovníka.



Tento obrázek znázorňuje, že magnetické indukční čáry jsou od sebe více vzdáleny po stranách svářečky.

## 9.5.8 Přijetí správných pracovních postupů

Často je možné, aby pracovníci minimalizovali vytváření silných polí nebo snížili svou expozici pouze prostřednictvím jednoduchých změn pracovních postupů. Například pokud napájecí a zpětný proud protékají oddělenými vodiči, měly by být tyto vodiče všude tam, kde je to možné, umístěny těsně vedle sebe. Tím lze obvykle dosáhnout podstatného snížení vytvářeného pole vzhledem k tomu, že proudy s opačným znaménkem budou mít za následek vyrušení pole.

Pracovníci by měli dbát na to, aby byly kabely všude tam, kde je to možné, vedeny v co největší vzdálenosti od těla, zejména v případech, kdy se jedná o samostatné napájecí a zpětné kabely. Vyobrazení na obrázku 9.11 ukazují příklady správného a nesprávného

postupu při svařování. Svařovací kabely jsou těžké a obvykle omezují pohyb svařovací pistole. Proto si svářeči běžně přehazují kabel přes rameno, nebo dokonce kolem krku. Tento postup nevyhnutelně vede k tomu, že se zdroj silného pole ocitá v blízkosti mozku a míchy. Jiný způsob podepření kabelu by vedl nejen ke snížení expozice, ale byl by vhodnější i z ergonomického hlediska.

**Obrázek 9.11 Příklady správných a nesprávných postupů vedení kabelu u obloukového svařování**



**Správný postup:**

Kabel je veden směrem od těla pracovníka tak, aby byla expozice příslušnému poli setrvale na nízké úrovni.

Napájecí a zpětný kabel jsou umístěny co nejbližší u sebe tak, aby se díky vyrušení polí snížila velikost polí v pracovním prostředí.



**Nesprávný postup:**

V tomto příkladu si pracovník opírá svařovací kabel o rameno. Vzhledem k tomu se však kabel nachází těsně u hlavy a těla, čímž se zvyšuje expozice.

● Kabel přehozený přes rameno



**Nesprávný postup:**

V tomto příkladu má pracovník svařovací kabel přehozen přes ramena tak, že tvoří smyčku. Vzhledem k tomu se však kabel nachází těsně u hlavy a těla, čímž se zvyšuje expozice.

● Kabel ovinutý kolem krku

Obdobně v případě zkoušení magnetickou práškovou metodou je obvyklé zakončit celý úkon spuštěním demagnetizačního cyklu, což zpravidla vytváří silnější počáteční pole než zkušební cyklus. Na rozdíl od zkušebního cyklu však není nutné, aby se kontrolor při demagnetizaci nacházel v blízkosti obrobku, a správný postup by tedy předpokládal, že v této fázi tohoto procesu bude stát stranou.

V některých případech bude demagnetizace provedena pomocí demagnetizační cívky (viz případová studie strojírenské dílny v dílu 2 této příručky). Tyto cívky jsou obvykle vybaveny kolejničkou a vozíkem, na který lze obrobek upevnit. Použití tyčí na protlačení obrobku na vozíku cívkou minimalizuje expozici obsluhy.

### 9.5.9 Programy preventivní údržby

U zařízení vytvářejících EMP by měl být prováděn pravidelný program preventivní údržby a v případě potřeby i kontrola zajišťující, že stále účinně fungují. Vhodná údržba je požadavkem podle směrnice o pracovním zařízení (viz dodatek G) a bude sloužit k minimalizaci jakéhokoli zvýšení emisí v důsledku znehodnocení zařízení.

Průběžná údržba, kontrola a zkoušení by měly být prováděny rovněž u technických opatření vedoucích k omezení emisí nebo k omezení přístupu k silným polím s cílem zajistit, že jsou i nadále plně účinná.

Četnost takové údržby a kontrolních činností bude záviset na povaze zařízení, způsobu jeho používání a na prostředí, ve kterém je umístěno. Výrobci zařízení zpravidla doporučí vhodné intervaly údržby, což bude ve většině případů uspokojivým vodítkem. Neobvykle náročné prostředí nebo časté používání zařízení však mohou jeho opotřebení urychlit a v takových případech bude zpravidla smluvně zajištěna častější údržba a kontrola.

### 9.5.10 Omezení pohybu ve statických magnetických polích

Pohyb v silných statických magnetických polích může mít za následek indukci nízkofrekvenčních elektrických polí v těle, která mohou vyvolat celou řadu účinků. Tyto účinky lze minimalizovat omezením rozsahu a rychlosti pohybu v těchto polích. To je důležité zejména u pohybu částí těla, jako je například otáčení hlavy. Pracovníci se mohou na základě školení a/nebo praxe naučit, jak své pohyby omezit, a tím minimalizovat případné účinky.

### 9.5.11 Koordinace a spolupráce mezi zaměstnavateli

Pokud je nutné, aby na stejném pracovišti působili pracovníci více zaměstnavatelů, měla by mezi zaměstnavateli proběhnout výměna informací tak, aby byla všem pracovníkům zajištěna dostatečná ochrana. Tato situace obvykle nastává během instalace zařízení, jeho uvedení do provozu a servisu, může však nastat i v jiných situacích. Je například obvyklé, že zaměstnavatelé externě zadají řadu podpůrných činností, jako je například úklid, správa nemovitostí, skladování a logistika, ochrana zdraví při práci a IT služby.

V souvislosti s EMP by tato výměna informací měla obsahovat podrobnosti o veškerých omezeních přístupu nebo činnosti v určitém prostoru, která budou případně nutná, a o případných rizicích pro zvláště ohrožené pracovníky. Bude nutné, aby zaměstnavatelé tato omezení mezi sebou odsouhlasili a každý zaměstnavatel by měl zajistit, že je jeho pracovníci budou dodržovat.

## 9.6 Osobní ochranné prostředky

Ze zásad prevence v rámci směrnici (viz tabulka 9.1) je zřejmé, že kolektivní ochrana by měla mít vždy přednost před prostředky ochrany individuální. Ne vždy však je možné provést technická nebo organizační opatření poskytující dostatečnou kolektivní ochranu. V takových situacích může být nutné spolehnout se na osobní ochranné prostředky.

Jak je uvedeno výše v oddíle týkajícím se technických opatření, je poměrně jednoduché odstínit elektrická pole, ale je obtížné zajistit účinnou ochranu proti polím magnetickým. Proto obvykle prostředky osobní ochrany neposkytují ochranu proti magnetickým polím. Účinnost prostředků osobní ochrany je závislá na frekvenci pole, takže není pravděpodobné, že ochranné prostředky vhodné pro jedno frekvenční pásmo budou vhodné i pro pásma jiná.

Volba vhodných prostředků bude záviset na konkrétní situaci a na povaze rizika, jemuž má být zabráněno. Proto může být podle situace při snižování rizik účinná buď izolační, nebo naopak vodivá obuv, holínky nebo rukavice. Pokud je nutno použít izolační obuv, bude obvykle dostačující zajistit pevné pracovní holínky nebo boty s tlustou gumovou podrážkou. Pokud z hodnocení vyplývá, že tato obuv dostačující nebude, může nastat potřeba zajistit specializovanější zdroj bezpečnostního vybavení.

Je možné použít ochranné brýle, které zajišťují ochranu očí před vysokofrekvenčními poli. V některých případech může být nezbytné použití úplných ochranných obleků, ale je nutno mít na paměti, že s sebou mohou nést další rizika, neboť brání svému nositeli v pohybu nebo zabraňují úniku tepla.

Osobní ochranné prostředky by měly být řádně udržovány a pravidelně kontrolovány s cílem zajistit, že stále slouží svému účelu.

Je třeba posoudit, zda jsou osobní ochranné prostředky užívané k ochraně proti jiným rizikům kompatibilní s přítomností silných elektromagnetických polí. Například použití bezpečnostní obuvi s ocelovou špičkou může být nevhodné v prostředí se silnými statickými magnetickými poli a nízkofrekvenční magnetická pole, která budou dostatečně silná, zase zahřejí ocelovou vložku. Některé ochranné obleky obsahují elektronické součástky a ty mohou být zdrojem interference v silných polích. S obdobnými problémy se lze setkat i u aktivních chráničů sluchu.

## 10. PŘIPRAVENOST NA MIMOŘÁDNÉ SITUACE

V případech, kdy zaměstnavatelé provozují taková zařízení nebo provádějí takové činnosti, které by mohly vést ke vzniku nežádoucí příhody, měli by zavést havarijní plány pro řešení jejich následků. V této souvislosti by nežádoucí příhody zahrnovaly i situace, kdy dojde ke zranění nebo k onemocnění, případy, kdy téměř došlo k havárii nebo jiné nežádoucí okolnosti. Nežádoucí příhody by mohly zahrnovat situace, kdy byla překročena nejvyšší přípustná hodnota expozice, ale nedošlo ke zranění (a na tyto případy se nevztahuje žádná odchylka). Jako příklad by mohl posloužit montér antén, který nevědomky vstoupí do zakázané zóny vysokého výkonu vysílače dříve, než bude vysílač vypnut.

Nežádoucí příhody by mohly rovněž vyplynout z nepřímých účinků, jako je například interference s implantovaným zdravotnickým prostředkem nebo vznícení hořlavého prostředí. Dalším příkladem může být feromagnetický předmět, který je přitahován do vývrtu přístroje NMR silným statickým magnetickým polem (tzv. „účinek vymrštění“).

### Tabulka 10.1 Scénáře, které je třeba řešit v pohotovostních plánech

<b>Pohotovostní plány by měly řešit opatření a odpovědnost v následujících případech:</b>
Faktická expozice pracovníka převyšující nejvyšší přípustnou hodnotu (nelze uplatnit žádnou odchylku)
Faktická nežádoucí příhoda vyplývající z nepřímého účinku
Podezření na expozici pracovníka převyšující nejvyšší přípustnou hodnotu
Případy, kdy téměř došlo k havárii, nebo nežádoucí následek vyplývající z nepřímého účinku

### 10.1 Příprava plánů

Hodnocení rizik vypracované v souladu s článkem 4 směrnice o elektromagnetických polích by mělo zaměstnavateli umožnit určení rozumně předvídatelných nežádoucích příhod (viz kapitola 5 této příručky). Poté, co zaměstnavatel určí a pochopí povahu těchto potenciálních nežádoucích příhod, bude možné vypracovat plány řešení jejich následků. V některých případech mohou výrobci ve své dokumentaci stanovit nouzové postupy, které by měly být použity přednostně.

Většina zaměstnavatelů již bude mít zavedené obecné havarijní plány a může být schopna řešit potenciální nežádoucí příhody spojené s EMP na základě těchto již existujících opatření. Havarijní plány mohou zahrnovat opatření týkající se poskytnutí první pomoci a následného lékařského vyšetření (viz kapitola 11 této příručky). V každém případě bude míra podrobnosti a složitost těchto plánů záviset na daném riziku. Obecně lze říci, že správný postup zahrnuje nácvič havarijních plánů s cílem identifikovat nedostatky a mít je stále na paměti.

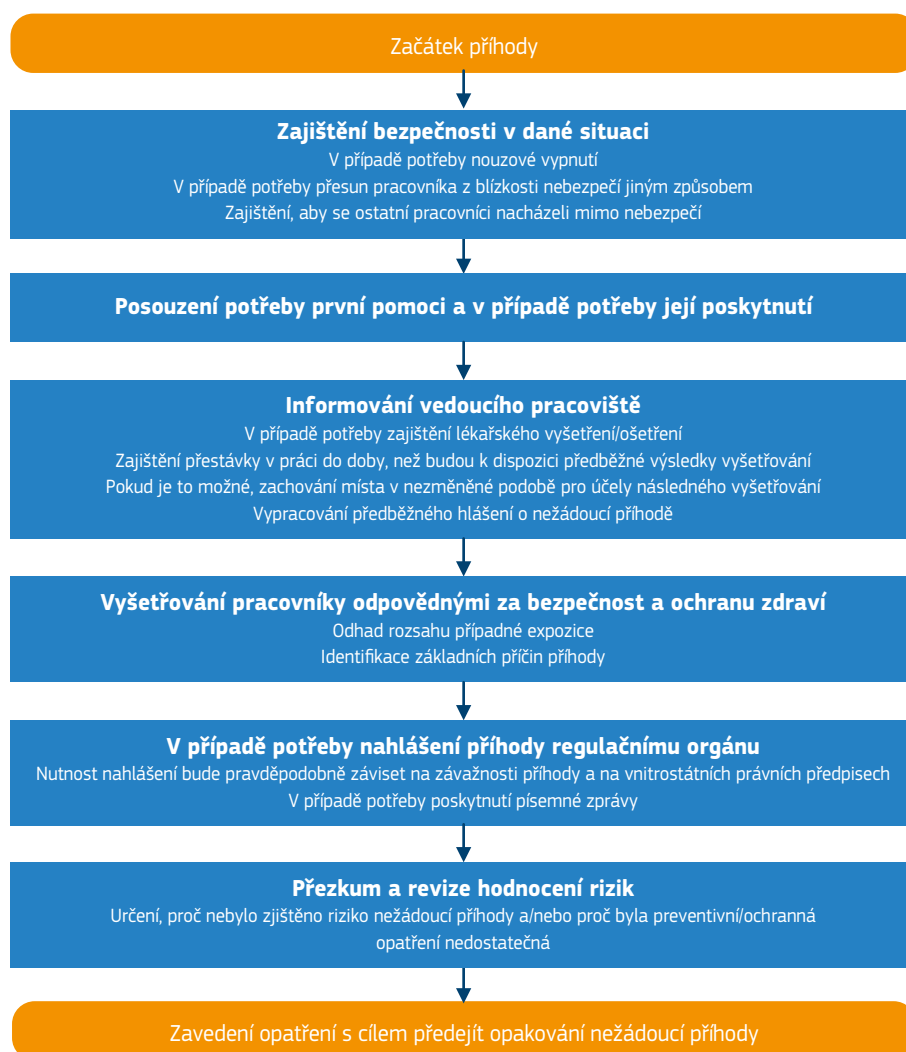
### 10.2 Reakce na nežádoucí příhody

Reakce na případné nežádoucí příhody musí být nutně dynamická a závislá na jejich povaze a závažnosti. Obrázek 10.1 znázorňuje typický sled událostí v reakci na takovou příhodu. Ne všechna tato opatření musí být vhodná pro každou nežádoucí příhodu.

Počáteční hlášení nežádoucí příhody by mělo poskytnout co nejvíce informací usnadňujících následné šetření. Toto hlášení bude zpravidla zahrnovat:

- popis povahy nežádoucí příhody,
- jak k nežádoucí příhodě došlo,
- podrobné údaje o všech zúčastněných pracovnících, a kde se nacházeli v době, kdy k nežádoucí příhodě došlo,
- podrobnosti o případných zraněních,
- vlastnosti předmětného zdroje EMP
  - frekvence
  - výkon
  - provozní proudy a napětí
  - pracovní cyklus (v relevantních případech).

**Obrázek 10.1 Sled událostí typické reakce na příhodu**



Další informace týkající se řízení náhodné expozice radiofrekvenčním polím jsou uvedeny ve zprávě organizace Finnish Institute of Occupational Health (Alanko et al., 2014). Její dodatek obsahuje vzor počátečního hlášení příhody a technické zprávy.



# 11. RIZIKA, PŘÍZNAKY A ZDRAVOTNÍ DOHLED

Článek 8 směrnice o elektromagnetických polích se týká zdravotního dohledu nad pracovníky, který by se měl řídit požadavky článku 14 rámcové směrnice. Opatření zdravotního dohledu v souvislosti s elektromagnetickými poli budou pravděpodobně přizpůsobena podle systémů, které jsou v členských státech již zavedeny. Poskytování a dostupnost zdravotních záznamů by měly být v souladu s vnitrostátními právními předpisy a postupy.

## 11.1 Rizika a příznaky

Účinky expozice elektromagnetickým polím jsou shrnuty v kapitole 2 a další podrobnosti o účincích na zdraví jsou popsány v dodatku B. Expozice přesahující nejvyšší přípustné hodnoty mohou mít v případě nízkofrekvenčních polí účinky na nervové tkáně a svaly, v případě vysokofrekvenčních polí mohou vyvolat zahřívání. Styk s kovovými předměty v obou frekvenčních pásmech může způsobit elektrické šoky a popáleniny. Obecně platí, že ke vzniku fyzického poranění je nutné, aby expozice polím výrazně překračovala referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty. Referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty počítají s určitou bezpečnostní rezervou, takže jedině krátké vystavení těsně nad jejich hranicí nemusí mít negativní důsledky.

### 11.1.1 Statická magnetická pole (0 až 1 Hz) <sup>(1)</sup>

Statická magnetická pole s magnetickou indukcí nad 0,5 mT mohou způsobovat interferenci s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky, jako jsou například kardiostimulátory a defibrilátory, nebo se zdravotnickými prostředky nošenými na těle, jako jsou například inzulínové infuzní pumpy. Taková interference by mohla mít velmi závažné důsledky.

Expozice statickým magnetickým polím značně překračujícím nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví může mít za následek změny průtoku krve v končetinách a/nebo srdečního tepu. Tyto účinky v současnosti dosud nejsou zcela prozkoumány a nemusí představovat zdravotní riziko.

Přítomnost nebo pohyb v silných statických magnetických polích může způsobovat závratě, nevolnost a jiné účinky na smyslové vnímání. Může docházet také k méně patrným změnám pozornosti, soustředění nebo jiných duševních funkcí, které by mohly mít negativní dopad na výkonnost a bezpečnost práce. Při rychlých pohybech při expozici celého těla přesahující 8 T nebo v situacích, kdy dochází k rychlým změnám indukce, může dojít k indukci nervové stimulace a k mimovolným svalovým kontrakcím. Tyto účinky jsou reverzibilní, takže je nepravděpodobné, že by příznaky přetrvávaly i po skončení expozice.

<sup>(1)</sup> Z vědeckého hlediska mají statická magnetická pole frekvenci 0 Hz, ale pro účely směrnice o elektromagnetických polích se předpokládá, že mají frekvenci 0–1 Hz.



### 11.1.2 Nízkofrekvenční magnetická pole (1 Hz až 10 MHz)

Expozice nízkofrekvenčním polím na úrovni pod nízkou referenční hodnotou mohou způsobit interferenci s normální funkcí aktivních implantabilních zdravotnických prostředků nebo zdravotnických prostředků nošených na těle. Jakákoli porucha by zde mohla mít potenciálně závažné důsledky. Přítomnost pasivních kovových implantátů může mít za následek vznik lokalizovaných oblastí silnějších elektrických polí v těle a může dojít i indukčnímu zahřátí implantátu samotného, což může potenciálně způsobit tepelné poškození.

Prvním příznakem nadměrné expozice u jiných pracovníků může být situace, kdy si pracovník stěžuje, že vidí neurčité blikající obrazy (fosfeny), které mohou odvádět pozornost nebo rušit. Nejvyšší hodnota citlivosti však byla zaznamenána při 16 Hz. Velmi vysoká intenzita polí způsobuje fosfeny i při jiných frekvencích, přičemž jejich úroveň výrazně překračuje úroveň, s nimiž se pracovníci běžně setkávají. Pracovníci mohou navíc trpět pocitem nevolnosti nebo závratěmi a během expozice může dojít k mírným změnám uvažování, řešení problémů a rozhodování, což má škodlivý vliv na výkonnost a bezpečnost práce. Při expozici statickým magnetickým polím jsou tyto účinky reverzibilní, takže není pravděpodobné, že přetrvají i po ukončení expozice.

Může dojít ke stimulaci nervů, která vede k pocitům brnění nebo k bolesti, přičemž může dojít i k mimovolným záškubům nebo jiným svalovým kontrakcím, a to může ve velmi silných vnějších polích vést dokonce až k účinkům na srdce (arytmie). V praxi tyto účinky pravděpodobně nastanou jen při mnohem vyšší intenzitě polí, než jaká se běžně vyskytuje na pracovištích.

Při expozicích blížících se horní hranici tohoto frekvenčního pásma bude navíc docházet k tepelným účinkům (viz oddíl 11.1.4).

### 11.1.3 Nízkofrekvenční elektrická pole (1 Hz až 10 MHz)

Nízkofrekvenční elektrická pole budou mít podobné účinky na nervové tkáně a svaly jako pole magnetická. Prvními náznaky upozorňujícími na silná elektrická pole však bude pohyb nebo vibrace chloupků na těle a to, že pracovníci začnou dostávat elektrické šoky po styku s neuzemněnými vodivými předměty nacházejícími se v daném poli. Vibrace ochlupení může být rušivá a obtěžující a elektrické šoky mohou být dráždivé, nepříjemné či bolestivé v závislosti na intenzitě daného pole. Dotyk předmětů v silných polích může rovněž způsobit popáleniny.

### 11.1.4 Vysokofrekvenční pole (100 kHz až 300 GHz)

Expozice vysokofrekvenčním polím, která nedosahuje příslušné referenční hodnoty, může způsobit interferenci s normální funkcí aktivních implantabilních zdravotnických prostředků nebo zdravotnických prostředků nošených na těle. Jakákoli porucha by mohla mít potenciálně závažné důsledky. Pasivní lékařské implantáty, které jsou vyrobeny z kovu, mohou působit jako absorbující antény, což může vést k lokálnímu zvýšení expozice tkání RF a k možnému zranění.

Prvními náznaky upozorňujícími na expozici vysokofrekvenčním polím může být pocit tepla vzniklý v důsledku toho, že dané pole zahřívá pracovníkovo tělo nebo jeho část. Nemusí však tomu tak být vždy a pocit tepla nepředstavuje spolehlivý varovný signál. Je také možné „slyšet“ impulsní pole mezi 300 kHz a 6 GHz, takže exponovaní pracovníci mohou slyšet cvakavé, bzučivé nebo syčivé zvuky.

Dlouhodobá expozice celého těla může mít za následek zvýšení tělesné teploty. Zvýšení teploty o pouhých několik stupňů může vést ke zmatenosti, únavě, bolestem hlavy a dalším příznakům ohřevu tkáně. Pravděpodobnost těchto účinků zvyšuje velká fyzická zátěž nebo práce v horkém a vlhkém prostředí. Závažnost těchto příznaků závisí také na fyzickém stavu pracovníka, na tom, zda je dehydratován či nikoli, a na oděvu, který má na sobě.

Částečná expozice těla může vést k lokalizovanému ohřevu svalů nebo vnitřních orgánů (tzv. „hot spots“) a rovněž způsobit povrchové popáleniny, které se projeví okamžitě při expozici. Může ale dojít i k závažnému vnitřnímu poranění bez viditelných popálenin na kůži. Silná lokální nadměrná expozice může způsobit poškození svalů a okolní tkáně exponovaných končetin (tzv. medial compartment syndrom), k němuž dochází okamžitě nebo nejpozději během několika dnů. Obecně lze říci, že většina tkání je schopna bez poškození snášet krátkodobé zvýšení teploty, avšak při teplotě 41 °C po dobu více než 30 minut již k poškození dochází.

U expozic, které způsobují silný ohřev varlat, může dojít k dočasnému snížení počtu spermií, a zahřívání může zvýšit rovněž riziko potratu na počátku těhotenství.

Je známo, že oči jsou citlivé na teplo, a velmi vysoká expozice silně přesahující nejvyšší přípustnou hodnotu může způsobit zánět bělimy, duhovky nebo spojivky. Mezi příznaky může patřit zarudnutí, bolest očí, citlivost na světlo a zúžení zornice. Vzácným, ale možným pozdním účinkem expozice může být šedý zákal (zakalení čočky), k jehož vzniku může dojít týdny nebo i měsíce po expozici. Nebyly hlášeny žádné účinky, k nimž by docházelo v řádu let po expozici.

U polí s vyšší frekvencí (přibližně 6 GHz a vyšší) se absorpce energie přesouvá stále více k povrchu. Oční rohovka tato pole absorbuje, ale ke způsobení popálenin by bylo zapotřebí expozice značně převyšující nejvyšší přípustnou hodnotu. Tato vysokofrekvenční pole absorbuje i pokožka a při dostatečně vysokých expozicích mohou mít za následek bolest a popálení.

Pracovníci mohou utrpět elektrický šok nebo kontaktní popáleniny, pokud se dotknou antén, které jsou v provozu, nebo kontaktem s velkými kovovými neuzemněnými předměty, jako jsou například automobily, které se nacházejí v poli. K obdobným účinkům může dojít, pokud se neuzemněný pracovník dotkne uzemněného kovového předmětu. Tyto popáleniny mohou být jak povrchové, tak zasahovat hluboko do těla. Kovové implantáty včetně zubních výplní a piercingu (stejně jako šperky a některé pigmenty pro tetování) mohou dané pole soustředit, což může vést k lokálnímu zahřívání a k tepelným popáleninám. Vysoká expozice ruky může rovněž vést k poškození nervů.

Z kazuistik pracovníků vystavených nadměrné expozici vyplývá, že se mohou projevit i další příznaky. Patří mezi ně bolesti hlavy, střevní nevolnost, letargie a dlouhotrvající pocity mravenčení v exponovaných tkáních.

Se skutečnou nebo předpokládanou nadměrnou expozicí mohou být spojeny stresové reakce.

**Tabulka 11.1 Účinky a příznaky související s expozicí překračující nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví**

Pole	Frekvence	Možné účinky a příznaky
Statická magnetická pole	0 Hz–1 Hz	Interference se zdravotnickými prostředky Nevolnost a závratě. Účinky na krevní oběh, srdeční tep, funkci mozku (potenciálně nad 7 T) Stimulace nervů a kontrakce svalů (rychlé pohyby)
Nízkofrekvenční magnetická pole	1 Hz–10 MHz	Interference se zdravotnickými prostředky Vizuální vjemy Stimulace nervů vedoucí k pocitům brnění nebo bolesti Kontrakce svalů, srdeční arytmie
Nízkofrekvenční elektrická pole	1 Hz–10 MHz	Elektrický šok a povrchové popáleniny (na základě dotyku předmětů)
Vysokofrekvenční pole	100 kHz a vyšší	Interference se zdravotnickými prostředky Pocit tepla Ohřev tkáně Elektrický šok a povrchové nebo hluboké popáleniny (na základě styku s předměty) Jiné potenciální příznaky

Mezifrekvenční pole (100 kHz–10 MHz) povedou ke vzniku příznaků, které budou směsí příznaků způsobených nízkými a vysokými frekvencemi

## 11.2 Zdravotní dohled

V případě, že to vyžadují vnitrostátní právní předpisy nebo zvyklosti, by měl být nad pracovníky vykonáván pravidelný zdravotní dohled. Pokud však neexistují žádná známá rizika nebo příznaky vyplývající z expozice elektromagnetickým polím na úrovni nedosahující nejvyšších přípustných hodnot, není důvod provádět pravidelné lékařské prohlídky. Dohled může být odůvodněn na základě jiných skutečností.

Mezi pracovníky, kteří jsou zvláště ohroženi expozicí elektromagnetickým polím, patří těhotné ženy a osoby s aktivními nebo pasivními implantabilními zdravotnickými prostředky nebo s prostředky nošenými na těle. Tito pracovníci by měli absolvovat pravidelné konzultace se svým poskytovatelem zdravotní péče v oblasti ochrany zdraví při práci s cílem zajistit, že daný pracovník v plném rozsahu chápe veškerá dodatečná omezení, která se na něj mohou v rámci jeho pracovního prostředí vztahovat. Tyto konzultace pracovníkům rovněž umožní nahlásit veškeré nežádoucí nebo neočekávané účinky na zdraví, aby bylo možno danou situaci pravidelně kontrolovat.

Lékařská prohlídka může být vhodná rovněž pro pracovníky, u nichž došlo k neočekávanému nebo nežádoucímu účinku na zdraví.

## 11.3 Lékařská prohlídka

Případy náhodné nadměrné expozice, při níž dojde ke zranění nebo k újmě, by měly být řešeny stejně jako jiné pracovní úrazy v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

V případě, že pracovník utrpí šok a/nebo popáleniny, trpí bolestmi nebo se zvýší jeho tělesná teplota, může být nezbytný okamžitý zásah příslušného zdravotnického pracovníka. Tyto účinky by měly být ošetřeny běžným způsobem v souladu s platnými systémy zavedenými na daném pracovišti. Pracovníci, kteří utrpěli šok nebo popáleniny, by měli být následně vyšetřeni klinickým lékařem s příslušnou kvalifikací. Jiným pracovníkům může provést další vyšetření jejich praktický lékař nebo závodní lékař.

Neexistují žádná konkrétní šetření, která by bylo nutno provádět po nadměrné expozici elektromagnetickému poli. Neexistuje například žádný důkaz, že expozice EMP způsobuje změnu krevních hodnot, jako je například krevní obraz, močovina a elektrolyty nebo funkce jater. V případě nadměrné expozice vysokofrekvenčním polím však může být vhodné provést vyšetření zraku, které by se mělo za normálních okolností opakovat nejpozději do tří měsíců po prvním vyšetření. Toto vyšetření zpravidla provádí oční lékař.

## 11.4 Záznamy

Pracovníkům, u nichž expozice skutečně nebo dle předpokladu přesáhla nejvyšší přípustné hodnoty, by měla být umožněna lékařská prohlídka. Pracovníci by za tato vyšetření neměli platit a měla by jim být umožněna v pracovní době. Vedení záznamů by mělo být v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

Záznamy by měly obsahovat souhrn provedených opatření a jejich forma by měla být taková, aby umožňovala do nich později nahlížet s ohledem na zachování důvěrnosti. Jednotliví pracovníci by měli mít na vyžádání ke svým záznamům přístup.

Podrobné informace o nadměrné expozici nebo podezření na tuto expozici by měly být zaznamenány pokud možno co nejdříve poté, co k dané události došlo. V tomto záznamu by měla být uvedena intenzita a doba trvání expozice a frekvence pole (aby bylo možné odhadnout hloubku vniku pole do tkáně těla). Je také nutné určit, zda se expozice týkala celého těla nebo jen jeho určitých částí a zda byl pracovník vybaven kardiostimulátorem nebo jiným zdravotnickým prostředkem. Příklady těchto záznamů uvádí Finnish Institute of Occupational Health ve své zprávě o práci v elektromagnetických polích s kardiostimulátorem (Alanko et al., 2013).

Oddíl 5

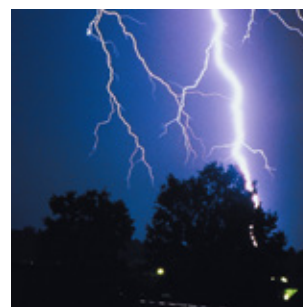
# REFERENČNÍ MATERIÁLY

## DODATEK A

# POVAHA ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ

Pravděpodobně nejběžněji se setkáváme s elektromagnetickými poli, která se vyskytují v přírodě. Má se za to, že magnetické pole Země, které jsme schopni detekovat na zemském povrchu, je vytvářeno elektrickými proudy vznikajícími hluboko v roztaveném železném zemském jádru. I když dosud zcela nechápeme původ tohoto pole, je jeho působení na magnetické materiály v kompasech již po staletí využíváno pro účely navigace. Obdobně elektrický náboj vznikající v bouřkových mracích má za následek vznik velmi vysokého napětí mezi mraky a zemským povrchem. Toto napětí vytváří mezi mraky a zemí elektrická pole, v jejichž důsledku může docházet k silným a rychlým výbojům elektrického proudu mezi mrakem a zemí, které známe jako blesk.

**Obrázek A1** Přírodní zdroje elektromagnetických polí: a) kompas sloužící k určení směru zemského statického magnetického pole a b) výboje vysokého napětí mezi mrakem a zemí, známé jako „blesk“



### A.1 Objev elektromagnetismu

Účinky statické elektřiny a magnetismu znali lidé již od starověku. Cesta k pochopení elektromagnetických jevů však pravděpodobně začala až v roce 1780, kdy Luigi Galvani objevil, že lze dosáhnout toho, aby sebou žabí stehýnka škubala působením elektřiny, která vzniká mezi předměty ze dvou různých kovů ve vlhkém prostředí. Tento princip využil o deset let později Alessandro Volta k sestrojení elektrického článku – Voltova sloupu.

V Evropě docházelo ve stále rychlejším sledu k dalším objevům – kolem roku 1820 prokázal Hans Christian Oersted souvislost mezi elektrickými proudy a magnetickými poli tak, že pomocí vodiče pod proudem dokázal vychýlit stříčku kompasu. André Marie Ampère objevil, že vodiče, kterými protéká elektrický proud, na sebe vzájemně působí, a Michael Faraday se zabýval magnetickou indukcí.

O několik let později formuloval James Clerk Maxwell teorii elektromagnetismu na matematickém základě a v roce 1873 publikoval svůj Traktát o elektřině a magnetismu. Maxwellova představa elektromagnetického vlnění tvoří dodnes základ elektromagnetické teorie.

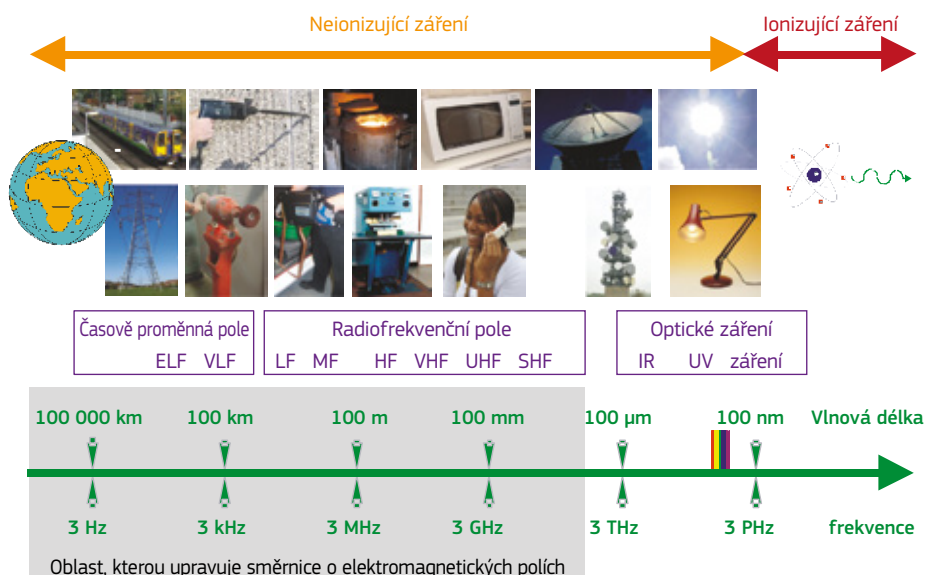
Heinrich Hertz v roce 1885 potvrdil Maxwellovy teorie generováním a detekcí elektromagnetických vln a Guglielmo Marconi o deset let později využil tohoto objevu k odesílání zpráv na velké vzdálenosti pomocí rádiových signálů. Velký význam v oblasti výroby elektrické energie měl první generátor střídavého proudu, který v roce 1892 sestrojil Nikola Tesla.

V současné době představují elektromagnetická pole běžnou součást moderního světa. Jen těžko bychom si dokázali představit moderní společnost bez elektrických spotřebičů. Ve dvacátém století došlo k výraznému nárůstu využívání elektrické energie pro průmyslové i domácí účely. K obdobnému růstu došlo u rozhlasového a televizního vysílání a na konci dvacátého a na počátku jedenadvacátého století proběhla revoluce v odvětví telekomunikací, která zahájila využívání mobilních telefonů a dalších bezdrátových zařízení, jež jsou nyní všeobecně rozšířena. Elektromagnetická pole jsou rovněž často využívána ve specializovaných aplikacích, jako je například radiová navigace a lékařské aplikace.

## A.2 Elektromagnetické spektrum

Elektromagnetické spektrum, jak je uvedeno na obrázku A2, zahrnuje širokou škálu záření různých frekvencí a vlnových délek. Vztah mezi frekvencí a vlnovou délkou je objasněn v dodatku C. Část tohoto spektra, na kterou se vztahuje směrnice o elektromagnetických polích, se pohybuje od statických polí (0 Hz) po časově proměnná elektromagnetická pole s frekvencí do 300 GHz (0,3 THz). V tomto intervalu se nacházejí statická pole, časově proměnná pole a rádiové vlny (včetně mikrovlnného záření). K částem elektromagnetického spektra, na něž se nevztahuje směrnice o elektromagnetických polích, patří optické záření (infračervené, viditelné a ultrafialové) a ionizující záření. První z těchto oblastí se zabývá směrnice o optickém záření z umělých zdrojů (2006/25/EU), druhou pak směrnice o základních bezpečnostních standardech (2013/59/Euratom).

**Obrázek A2** Elektromagnetické spektrum

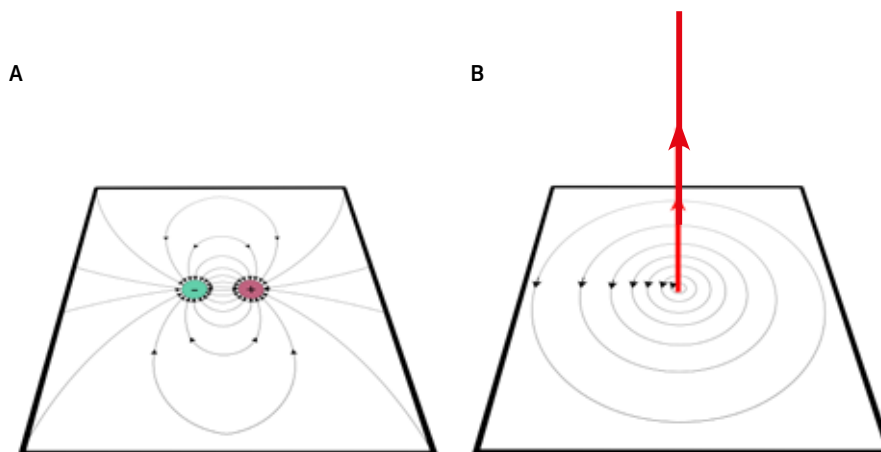


Elektromagnetické záření ve frekvenčním pásmu, na které se vztahuje směrnice o elektromagnetických polích, nenesou energii dostatečnou k vytržení elektronů z atomů materiálu, a je proto klasifikováno jako neionizující. Rentgenové paprsky a gama paprsky představují elektromagnetické záření s tak vysokou energií, že postačuje k odstranění elektronů z elektronového obalu, a jsou proto klasifikovány jako záření ionizující.

### A.3 Vytváření elektromagnetických polí

Elektrické náboje vytvářejí elektrické pole. Když se pohybují a vytvářejí elektrický proud, dochází při tom rovněž ke vzniku pole magnetického. Směrnice o elektromagnetických polích se zabývá zdravotními a bezpečnostními riziky plynoucími z těchto elektrických a magnetických polí na pracovišti.

**Obrázek A3** Zobrazení indukčních čar kolem: a) elektrických nábojů a b) procházejícího elektrického proudu, který je zobrazen jako červená čára



K vytvoření magnetického pole kolem permanentního magnetu dochází na základě součtu všech magnetických polí vytvořených na základě uspořádání pohybu elektronů v materiálu. U nemagnetického materiálu k takovému uspořádání nedochází, a tak se nepatrná magnetická pole vytvořená kolem jednotlivých atomů vzájemně vyruší.

#### A.3.1 Časově proměnná pole

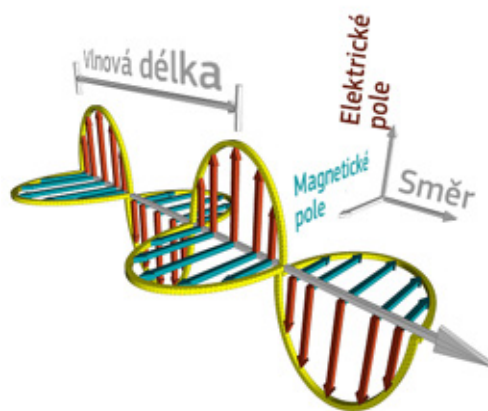
Pokud se elektrický náboj určitého předmětu mění v čase nebo proud mění směr, dojde ke vzniku časově proměnných polí. Povaha časově proměnných polí se řídí frekvencí těchto kmitů. Při nízkých frekvencích lze elektrická a magnetická pole považovat za nezávislá. Se zvyšováním frekvence do radiofrekvenční oblasti se zvyšuje vzájemná vazba polí; časově proměnné elektrické pole indukuje pole magnetické a opačně. Právě tato souhra mezi elektrickými a magnetickými poli umožňuje přenos elektromagnetického záření na dlouhé vzdálenosti.



### A.3.2 Vyzařující elektromagnetická pole

Interakce mezi elektrickými a magnetickými poli u rádiových frekvencí umožňuje vyzařování energie směrem od místa vzniku. Ve vzdáleném poli kmitají obě složky, elektrické a magnetické pole, proti sobě v pravém úhlu a kolmo ke směru, ve kterém se pohybuje vlna. K tomu dochází při stejné rychlosti, jako je rychlost světla. V závislosti na konstrukci vysílače může být záření vysíláno všemi směry nebo může být soustředěno určitým směrem.

**Obrázek A4** Elektromagnetické záření se skládá z magnetického a elektrického pole, která vůči sobě kmitají v pravém úhlu a pohybují se rychlostí světla



# DODATEK B

## ÚČINKY ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ NA ZDRAVÍ

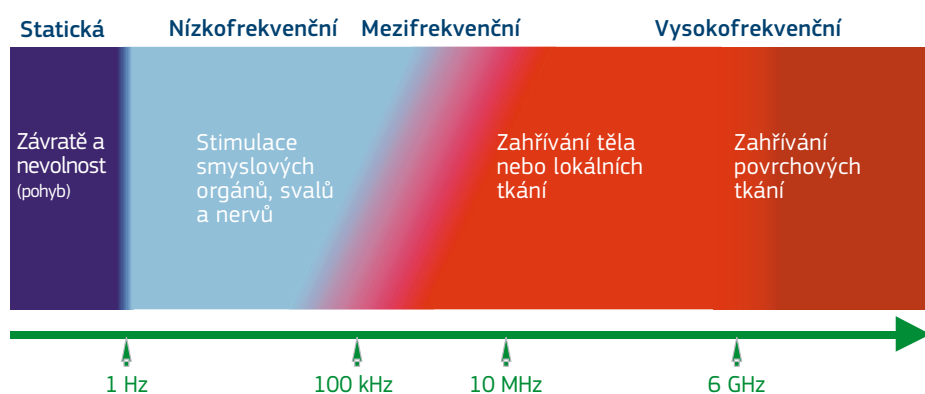
### B.1 Úvod

Povaha jakékoli reakce způsobené expozicí elektromagnetickému poli závisí především na frekvenci příslušného pole. Je tomu tak proto, že interakce jednotlivých frekvencí s tělem se od sebe navzájem liší, takže účinky nízkofrekvenčního pole nejsou stejné jako účinky vyšších frekvencí: nízkofrekvenční pole způsobují stimulaci nervů a svalů, zatímco vysokofrekvenční pole způsobují zahřívání.

Podle interakce s lidským tělem lze elektromagnetická pole rozdělit do čtyř rozsáhlých skupin (obrázek B1): pole s frekvencí 0 až 1 Hz (statická pole); pole s frekvencí 1 Hz až 100 kHz (nízkofrekvenční pole); pole s frekvencí 100 kHz až 10 MHz (mezifrekvenční pole); a pole s frekvencí přes 10 MHz (vysokofrekvenční pole). Při frekvenci více než několika GHz se zahřívání stále více omezuje na povrch těla.

Směrnice o elektromagnetických polích považuje účinky vzniklé v důsledku působení na nervovou soustavu za netepelné účinky, zatímco účinky zahřívání vzniklé v důsledku expozice polím nad 100 kHz za účinky tepelné.

**Obrázek B1 Schematické zobrazení hlavních přímých účinků EMP znázorňující hlavní kritické frekvence užívané při definici nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot ve směrnici o elektromagnetických polích**



Rozsah reakce při jakékoli frekvenci závisí na intenzitě pole, přičemž slabší pole vedou především ke vjemovým nebo smyslovým účinkům, zatímco reakce na silnější pole jsou závažnější. Při jakékoli frekvenci dojde k reakci pouze tehdy, je-li překročena prahová hodnota expozice.

Směrnice o elektromagnetických polích poskytuje ochranu exponovaným pracovníkům tím, že pro každé frekvenční pásmo stanoví sérii nejvyšších přípustných hodnot. Pro každé frekvenční pásmo je stanovena nižší hodnota pro omezení účinků na smyslové vnímání a vyšší hodnota pro omezení účinků na zdraví (viz tabulka B1). Tyto hodnoty vycházejí z doporučení Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením

(ICNIRP) a zohledňují pouze krátkodobé účinky expozice, které jsou založeny na podložených biofyzikálních mechanizmech interakce.

**Tabulka B1 Shrnutí relevantních účinků na zdraví a na smyslové vnímání užívaných pro omezení expozice v jednotlivých frekvenčních pásmech**

Pole a frekvence	Účinky na smyslové vnímání	Účinky na zdraví
Statické magnetické pole 0 Hz–1 Hz	Závratě, nevolnost, kovová chuť v ústech	Změna průtoku krve v končetinách, změny mozkových funkcí Změna funkce srdce
Nízkofrekvenční pole 1 Hz–10 MHz	Fosfeny (vnímané jako světelné záblesky); (Menší změny mozkových funkcí 1–400 Hz)	Pocit mravenčení nebo bolesti (nervová stimulace) Svalové záškuby Poruchy srdečního rytmu
Vysokofrekvenční pole 100 kHz–6 GHz	Účinek mikrovlnného slyšení (200 MHz–6,5 GHz)	Přílišné zahřívání celého těla nebo lokální zahřívání nebo popáleniny
Vysokofrekvenční pole 6 GHz–300 GHz		Lokální tepelné poškození očí nebo kůže

Poznámka: Účinky mezifrekvenčních polí (100 kHz–10 MHz) jsou kombinací účinků nízkofrekvenčních polí a vysokofrekvenčních polí.

Přestože nelze vyloučit, že opakovaná dlouhodobá expozice může mít za následek dosud neidentifikovaná zdravotní rizika, směrnice o elektromagnetických polích uvádí, že se nevztahuje na žádné předpokládané dlouhodobé účinky.

## B.2 Statická magnetická pole (0–1 Hz)

Osoby, které se nacházejí v klidu, statická magnetická pole zpravidla neovlivňují, snad s výjimkou velmi vysoké intenzity, kdy může dojít k účinkům na srdce nebo mozek (viz tabulka B1). K účinkům však dochází, pokud se osoby v těchto polích pohybují. Pohyb způsobuje vznik elektrických polí ve tkáních, což může ovlivnit nervové tkáně. Některé nedávné výsledky naznačují, že k těmto účinkům může dojít i v klidu. Rozsah indukovaného elektrického pole závisí na časovém a prostorovém gradientu.

Obzvláště citlivé je rovnovážné ústrojí v uchu, což může vést k pocitům točení hlavy (závratím) při procházení polem nebo při rychlých pohybech hlavy v poli. Postižen může být i jazyk, kde vznikají chuťové vjemy, a při práci se stroji na principu MRI byla hlášena i nevolnost a další příznaky. Všechny tyto účinky jsou přechodné a při přerušení nebo zpomalení pohybu vymizí.

Neexistuje žádný důkaz o tom, že by expozice způsobovala trvalé poškození nebo závažné nežádoucí účinky. Těmto účinkům se lze vyhnout pomalým pohybem v poli a pracovníky lze chránit omezením vnější magnetické indukce na 2 T.

## B.3 Nízkofrekvenční pole (1 Hz–100 kHz)

### B.3.1 Nízkofrekvenční elektrická pole

Nízkofrekvenční elektrická pole vně těla mohou indukovat elektrická pole uvnitř tkání těla. Povrch těla však do velké míry zajišťuje stínění, takže velikost pole indukovaného v těle je mnohem menšího rozsahu než vnější pole.

Indukovaná elektrická pole by mohla vyvolat v zásadě podobné účinky jako pole vzniklá expozicí nízkofrekvenčním magnetickým polím (viz oddíl B3.2). Důsledkem stínícího účinku však je, že indukované elektrické pole je u typických vnějších elektrických polí, která se vyskytují na pracovišti, zpravidla příliš slabé na to, aby vyvolalo nežádoucí účinky.

Nízkofrekvenční elektrická pole mají navíc na rozdíl od magnetických polí ještě další účinek. Pokud pracovník stojí v elektrickém poli o dostatečné intenzitě, může u něho dojít k pocitům svědění nebo mravenčení na kůži; k tomu může někdy dojít za suchých povětrnostních podmínek pod vedením vysokého napětí. Dochází k tomu proto, že nízkofrekvenční elektrické pole způsobí, že se povrch těla nabije, a tento elektrický náboj způsobí pohyb a vibrace chlupů v pokožce (dvojnásobnou frekvencí oproti nízkofrekvenčnímu poli). Obdobné pocity mohou být způsobeny také dotykem vibrujících chloupků s oděvem.

### B.3.2 Nízkofrekvenční magnetická pole

Nízkofrekvenční magnetická pole budou v lidském těle indukovat elektrická pole, která mohou způsobit stimulaci smyslových orgánů při nižších hodnotách polí, nebo stimulaci nervů a svalů (zejména v horních a dolních končetinách) v případě silnějších polí. Účinky na smyslové orgány nejsou škodlivé, ale mohou být pro pracovníky nepříjemné nebo rušivé, zatímco účinky silnějších polí by mohly být nepříjemné nebo dokonce bolestivé.

Různé tkáně vykazují nejvyšší citlivost při různých frekvencích, a účinky na tyto tkáně se proto v závislosti na frekvenci také mění.

**Tabulka B2 Místa interakce a špičkové hodnoty citlivosti u různých účinků**

Účinek	Místo interakce	Špičková hodnota citlivosti (Hz)
Kovová příchut'	Receptory na jazyku	< 1 Hz
Závratě, nevolnost Stimulace svalů a nervů	Vnitřní ucho (vestibulární systém) Elektrická pole indukovaná průtokem krve ve tkáních	< 0,1–2 Hz
Fosfeny	Buňky sítnice v oku	~ 20 Hz
Hmatové vjemy a pocit bolesti Indukované kontrakce svalů Účinky na srdce	Periferní nervy Periferní nervy a svaly Srdce	~ 50 Hz

Jako velmi citlivé na účinky indukovaných elektrických polí se jeví oči, a nejčastěji uváděným účinkem expozice jsou fosfeny, což jsou prchavé, blikající zrakové vjemy na okraji zorného pole (poněkud podobný účinek lze vyvolat jemnou masáží zavřených očí). Omezení vlivu indukovaného elektrického pole na nervový systém těmito účinkům zabrání a poskytne pracovníkovi ochranu.

Tyto účinky povrchového náboje však nejsou omezeny na osoby a elektricky nabitě mohou být i jakékoli kovové nebo vodivé předměty, jako například vozidla nebo ploty, které nejsou uzemněny. Každý, kdo se těchto předmětů dotkne, je zasažen malým

elektrickým šokem. Zatímco jeden šok může být překvapivý, opakované šoky vyvolané dotykem daného předmětu již mohou být nepříjemné nebo mít ještě horší důsledky. Zásah šokem je možný i tehdy, když se neuzemněná osoba dotkne uzemněného předmětu. Pro zajištění potřebné ochrany může být nezbytné zvláštní školení osob pracujících v těchto podmínkách, jakož i odpovídající kontrola uzemnění předmětů a pracovníků a používání izolační obuvi, rukavic a ochranného oděvu.

## B.4 Mezifrekvenční pole

Mezifrekvenční pole představují oblast přechodu mezi nízkofrekvenčními a vysokofrekvenčními poli. V této oblasti dochází k postupnému přechodu od účinků na nervovou soustavu k účinkům zahřívání, přičemž účinky prvního typu převládají při 100 kHz a účinky druhého typu převládají při 10 MHz.



### Nejdůležitější informace: mezifrekvenční pole

Tato příručka definuje mezifrekvenční pole jako pole s frekvencí mezi 100 kHz a 10 MHz, která mohou vytvářet jak netepelné, tak tepelné účinky.

Jinde mohou být užívány i jiné definice mezifrekvenčních polí. Například Světová zdravotnická organizace definuje mezifrekvenční pole jako pole s frekvencí mezi 300 Hz a 10 MHz.

## B.5 Vysokofrekvenční pole

Expozice osob polím s frekvencemi nad 100 kHz způsobuje zahřívání v důsledku absorpce energie. Jeho důsledkem může být podle situace buď zahřátí celého těla, nebo lokalizované zahřátí částí těla, jako jsou například končetiny nebo hlava.

Zdravý dospělý je zpravidla schopen velmi účinně regulovat svou celkovou tělesnou teplotu a udržet rovnováhu mezi mechanismem vzniku tepla a mechanismem tepelných ztrát. Pokud je však rychlost absorpce energie příliš vysoká, nemusí být normální mechanismy tepelných ztrát schopny se s ní vypořádat, což vede k postupnému a konstantnímu zvyšování tělesné teploty o 1 °C nebo i více a k následnému ohřevu tkáně. Tato skutečnost bude mít vliv nejen na bezpečnost práce dané osoby, ale dlouhodobé zvýšení teploty tělesného jádra o několik nebo i více stupňů může být velmi nebezpečné.

Omezení rychlosti absorbované energie (měrného absorbovaného výkonu neboli SAR) zabrání poruchám vzniklým v souvislosti s teplem a zajistí ochranu pracovníka. Vzhledem k tomu, že zahřívání není otázkou okamžiku a tělo je schopno krátkodobě zvládnout vyšší tepelnou zátěž, průměrují se nejvyšší přípustné hodnoty přes šestiminutové intervaly. To rovněž umožňuje krátkodobé vystavení pracovníků vyšším hodnotám SAR za předpokladu, že nedojde k překročení tohoto průměru.

Nejvyšší přípustné hodnoty jsou navíc nastaveny s dostatečnou obezřetností tak, že není nutné zohledňovat jiné faktory, které mohou ovlivnit regulaci teploty, jako je vysoký podíl ruční práce nebo práce v horkém a vlhkém prostředí.

V mnoha situacích v oblasti průmyslu však expozice nebude homogenní a energie bude absorbována pouze určitými částmi těla, jako jsou například ruce a zápěstí. Pokud by v těchto situacích byla použita nejvyšší přípustná hodnota pro celé tělo, mohlo by dojít k tepelnému poškození exponovaných míst (vzhledem k tomu, že by absorbovaná energie byla soustředěna do mnohem menšího množství tkáně). Proto směrnice o elektromagnetických polích uvádí rovněž hodnoty omezující expozici jednotlivých částí těla.

Tyto hodnoty jsou nastaveny tak, aby předcházely nadměrnému zahřívání částí těla, které jsou citlivé na teplo, což je oko (čočka) a varlata (u mužů). Zvláště citlivý na účinky hypertermie u matky je rovněž vyvíjející se plod a těhotné pracovnice by měly být považovány za zvláště ohrožené osoby.

U nejvyšších frekvencí, tj. 6 GHz a vyšších, nedochází k významnému vniku polí do těla, a zahřívání je do značné míry omezeno na kůži. Ochrana spočívá v omezení výkonu absorbovaného malou plochou pokožky.

Pulzní radiofrekvenční pole mohou způsobit smyslový vjem v podobě tzv. „mikrovlnného slyšení“. Osoby s normálním sluchem jsou schopny vnímat pulzně modulované pole s frekvencemi mezi cca 200 MHz a 6,5 GHz. Tento vjem je obvykle popisován jako bzučivé, cvakavé nebo praskavé zvuky v závislosti na modulačních vlastnostech daného pole. K tomu, aby bylo možno toto pole vnímat, je obvykle nezbytná doba trvání pulzů v řádu několika desítek mikrosekund.

Stejně jako u nízkofrekvenčních elektrických polí existuje nebezpečí šoku nebo popálení, pokud se osoba nacházející se ve vysokofrekvenčním poli dotkne vodivého předmětu. Směrnice o elektromagnetických polích řeší i toto riziko.

# DODATEK C

## VELIČINY A JEDNOTKY U ELEKTROMAGNETICKÝCH POLÍ

Rizika spojená s elektromagnetickými poli jsou závislá především na frekvenci a intenzitě daného pole. Aby bylo možno posoudit nebezpečí, které představuje určité elektromagnetické pole, je nutné, aby bylo toto pole možno charakterizovat na základě zavedených fyzikálních veličin. Veličiny užívané ve směrnici o elektromagnetických polích jsou popsány v následujících oddílech.

Veličiny EMP lze vyjádřit různými způsoby. To platí zejména pro displeje měřicích přístrojů, kde je často k dispozici jen omezený prostor. Seznámení se s různými způsoby zápisu jednotek umožní lepší využití veškerých poskytnutých informací. Dále uvádíme některé příklady.

- K vyjádření řádu jednotky lze použít předpony, takže například 1 volt, 1 V, 1 000 mV a 1 000 000  $\mu$ V představují stejnou hodnotu. Běžně používané předpony jsou uvedeny v tabulce C1.
- Použití horního číselného indexu (symbol mocniny) za číslem nebo jednotkou označuje, na jakou hodnotu bylo toto číslo nebo jednotka umocněno. Například  $m^2$  znamená metr čtvereční a jeho použití naznačuje, že se jedná o měření plochy.
- Jednotky mohou být vyjádřeny různými způsoby. Tzn. například označení 100 voltů na metr, 100 V/m, 100  $V \cdot m^{-1}$ , 100  $Vm^{-1}$  a 100  $Vm^{-1}$  vyjadřují všechna tutéž hodnotu.

**Tabulka C1 – Předpony užívané pro jednotky SI**

Název	Značka	Koeficient
tera	T	$10^{12}$ , tj. 1 000 000 000 000
giga	G	$10^9$ , tj. 1 000 000 000
mega	M	$10^6$ , tj. 1 000 000
kilo	k	$10^3$ , tj. 1 000
mili	m	$10^{-3}$ , tj. 0,001
mikro	$\mu$	$10^{-6}$ , tj. 0,000001
nano	n	$10^{-9}$ , tj. 0,000000001



### Nejdůležitější informace: způsob zápisu používaný ve směrnici o elektromagnetických polích

Jednotky mohou být vyjádřeny v různých formátech. Ve směrnici o elektromagnetických polích jsou jednotky vyjádřeny ve formátu  $Vm^{-1}$ . Tento způsob zápisu používá i tato příručka.

Směrnice o elektromagnetických polích se rozchází s vědeckou konvencí tím, že k oddělení desetinných míst používá čárku. (Pozn. překl.: Tato věta se netýká české verze příručky.)

## C.1 Frekvence (f)

Referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty uvedené ve směrnici o elektromagnetických polích jsou specifikovány podle frekvence elektromagnetického pole. Frekvence je zpravidla označována písmenem  $f$ .

Frekvence elektromagnetického pole vyjadřuje, kolikrát projde maximum elektromagnetické vlny určitým místem za sekundu. Vyjadřuje počet kmitů za sekundu a představuje základní vlastnost každé vlny.

Jednotkou frekvence je hertz, který se označuje zkratkou Hz.

Frekvence úzce souvisí s vlnovou délkou elektromagnetického pole, která je označována symbolem  $\lambda$ . Vlnová délka se měří v metrech, které jsou označovány zkratkou m.

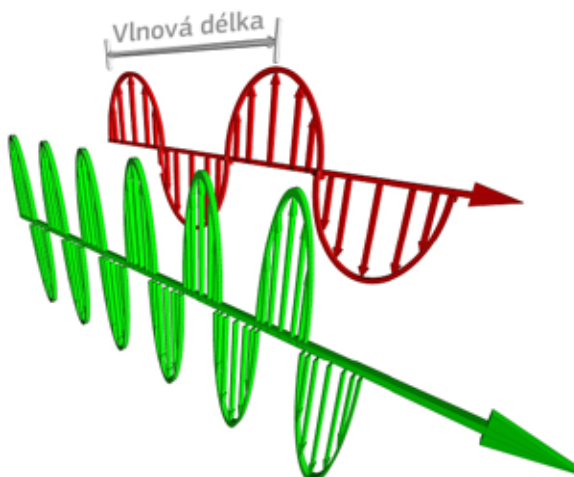
Počet špičkových hodnot (maxima) vlny procházejících daným bodem za sekundu je závislý na vlnové délce, protože všechny elektromagnetické vlny se ve vakuu pohybují stejnou rychlostí. Proto budou mít pole s delšími vlnovými délkami nižší frekvence (Obrázek C1).

Vztah frekvence k vlnové délce je vyjádřen rovnicí

$$f = \frac{c}{\lambda}$$

kde  $c$  označuje rychlost světla ve vakuu ( $3,0 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ ).

**Obrázek C1** Elektromagnetické vlny s uvedenou vlnovou délkou. Vlna s delší vlnovou délkou má nižší frekvenci (červená), vlny s kratší vlnovou délkou mají vyšší frekvenci (zelená)





## C.2 Intenzita elektrického pole (E)

Intenzita elektrického pole v daném bodě elektrického pole je síla působící na těleso s kladným jednotkovým elektrickým nábojem umístěné v tomto bodě. Je to vektorová veličina a vyjadřuje jak velikost, tak směr. Intenzitu nebo sílu elektrického pole si lze představit jako svah kopce. Čím větší je sklon svahu, tím větší je síla, která způsobuje, že se předměty valí z kopce. U elektrického pole platí, že čím větší je intenzita elektrického pole, tím větší síla bude působit na nabitou částici.

Intenzita elektrického pole se zpravidla označuje písmenem  $E$  a vyjadřuje se ve voltech na metr, zkráceně  $\text{Vm}^{-1}$ .

Elektrická pole se mohou nacházet jak vně, tak uvnitř těla. Referenční hodnoty pro elektrická pole pod 10 MHz a pro elektromagnetická pole nad 100 kHz jsou uváděny jako intenzita vnějšího elektrického pole. Nejvyšší přípustné hodnoty pro netepelné účinky uvedené v příloze II směrnice o elektromagnetických polích jsou uváděny jako intenzita vnitřního elektrického pole uvnitř těla.

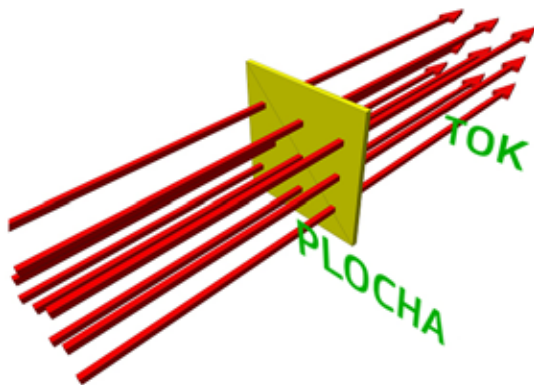
## C.3 Magnetická indukce (B)

Magnetická indukce měří magnetický tok procházející určitou oblastí (obrázek C2). Magnetická indukce je vyšší, pokud se v dané oblasti nachází více indukčních čar, takže hustota indukčních čar je vysoká. Výsledkem magnetické indukce je síla, která působí na pohybující se částice s nábojem.

Magnetický tok je mírou „množství magnetismu“. Je to skalární veličina, která zohledňuje intenzitu a velikost magnetického pole.

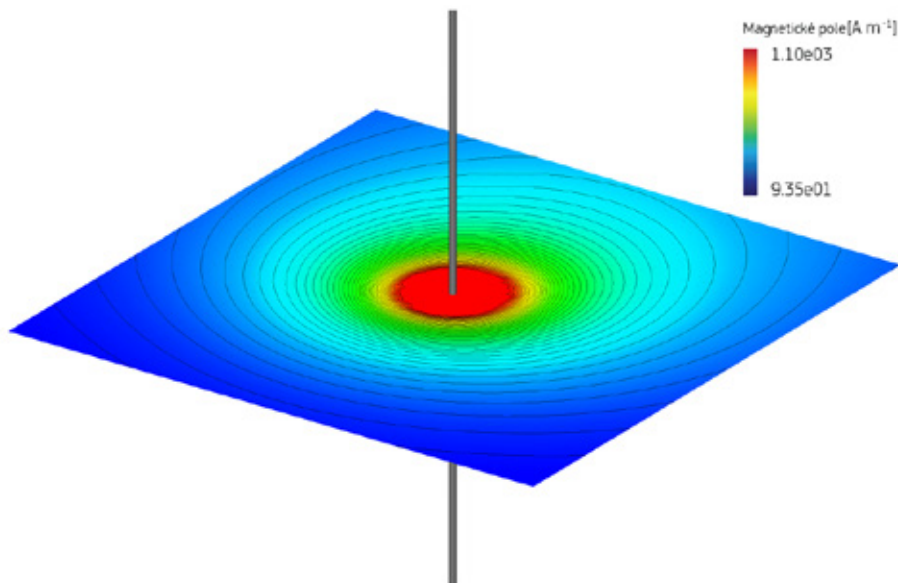
Magnetická indukce se zpravidla označuje písmenem  $B$  a vyjadřuje se v jednotkách tesla, zkráceně  $T$ .

**Obrázek C2** Magnetická indukce (červená), procházející určenou oblastí (žlutá). Magnetická indukce představuje intenzitu magnetického toku na jednotku plochy a vyjadřuje se v jednotkách tesla



Nejvyšší přípustné hodnoty pro expozici polím mezi 0 a 1 Hz jsou uváděny jako magnetická indukce, stejně jako referenční hodnoty pro magnetická pole mezi 1 Hz a 10 MHz a pro elektromagnetická pole nad 100 kHz.

**Obrázek C3** Prostorové rozložení intenzity magnetického pole o frekvenci 50 Hz okolo kabelu, jímž protéká proud o velikosti 70 A



#### C.4 Intenzita magnetického pole (H)

Obdobně jako magnetická indukce je i intenzita magnetického pole měřítkem velikosti magnetického pole. Intenzita magnetického pole se označuje písmenem H a vyjadřuje se v ampérech na metr ( $\text{Am}^{-1}$ ). Ačkoli směrnice o elektromagnetických polích intenzitu magnetického pole nepoužívá, používají ji pokyny ICNIRP a také řada měřičů magnetického pole uvádí výsledky v této veličině.

Ve volném prostoru lze intenzitu magnetického pole převést na ekvivalentní magnetickou indukci za pomoci následující rovnice:

$$B [\mu\text{T}] \approx H \times 1,25 [\text{Am}^{-1}]$$

Pokud se tedy hodnota H rovná  $800 \text{ Am}^{-1}$

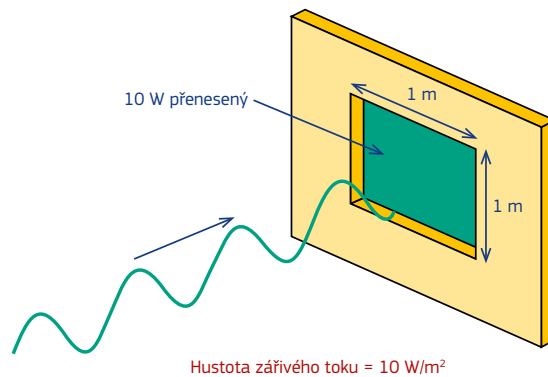
pak B se rovná přibližně  $800 \times 1,25 \mu\text{T} = 1\,000 \mu\text{T} = 1 \text{ mT}$

#### C.5 Hustota zářivého toku rádiového záření (S)

Při velmi vysokých frekvencích (nad 6 GHz), u kterých je hloubka vniku do tkáně těla nízká, se nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty vyjadřují hustotou zářivého toku a mají stejnou číselnou hodnotu. Hustota zářivého toku je definována jako zářivá energie vyjádřená ve wattech, která dopadá na povrch měřený v metrech čtverečních. Označuje se písmenem S a vyjadřuje se ve wattech na metr čtvereční ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

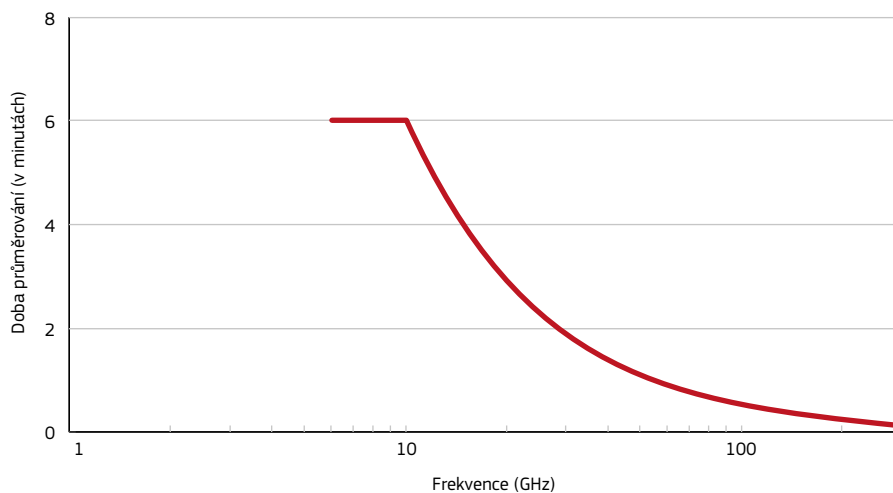
Při porovnávání hustoty zářivého toku s příslušnou nejvyšší přípustnou hodnotou a referenční hodnotou ji lze průměrovat přes kterýchkoli  $20 \text{ cm}^2$  exponované plochy s tou podmínkou, že maximální průměrná hodnota hustoty zářivého toku vztažená ke kterémukoli  $1 \text{ cm}^2$  exponované plochy by neměla překročit dvacetinásobek nejvyšší přípustné hodnoty nebo referenční hodnoty (tj.  $1\,000 \text{ Wm}^{-2}$ ).

**Obrázek C4** Hustota zářivého toku představuje vyzářenou energii na jednotku plochy



Hustotu zářivého toku lze rovněž průměrovat přes časový interval, který je závislý na frekvenci záření. Vzorec pro tento interval je uveden v poznámkách A3-1 a B1-4 v příloze III směrnice o elektromagnetických polích a graficky je znázorněn na obrázku C5.

**Obrázek C5** Graf znázorňující závislost průměrování časového intervalu pro hustotu zářivého toku na frekvenci



## C.6 Měrný absorbovaný výkon (SAR)

Měrný absorbovaný výkon (SAR) představuje způsob vyčíslení rychlosti, kterou jednotka hmotnosti tělesné tkáně absorbuje energii z elektromagnetického záření. Rychlost absorpce energie souvisí s tepelnými účinky EMP.

Měrný absorbovaný výkon se vyjadřuje ve wattch na kilogram, zkráceně  $\text{Wkg}^{-1}$ .

Měrný absorbovaný výkon je užitečný pro odhad výšky teploty tělesného jádra, která je důsledkem expozice celého těla. V této situaci se SAR průměruje na hmotnost těla daného pracovníka. Se zvyšujícím se SAR se zvyšuje i možnost zahřívání tkání, z čehož vyplývají nepříznivé účinky na zdraví. SAR zprůměrovaný pro celé tělo pracovníka má tendenci dosahovat nejvyšších hodnot při dosažení rezonanční frekvence těla daného pracovníka. Tato rezonanční frekvence je závislá na velikosti a tvaru lidského těla

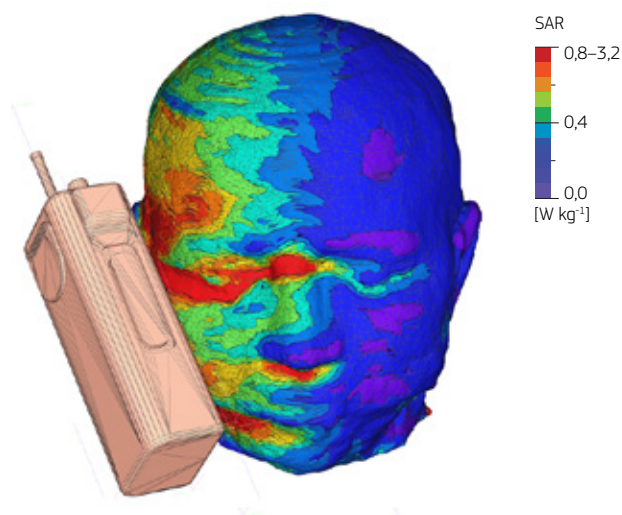
a rovněž na jeho orientaci vůči dopadajícímu elektromagnetickému poli. U pracovníka průměrné výšky a hmotnosti k rezonanci dochází přibližně při 65 MHz, pokud je pracovník izolován od země a dopadající pole je vertikálně polarizované.

Lokální hodnoty SAR lze použít, pokud k absorpci dopadajícího elektromagnetického pole dochází jen v malé části těla, například při expozici hlavy radiovysílače TETRA (obrázek 6). Lokální hodnota SAR se průměruje přes 10 g souvislé nebo propojené tělesné tkáň. Tato hodnota SAR pro 10 g souvislé tkáň představuje přesnější vyjádření lokální absorpce energie a lepší měřítko rozložení SAR v těle.

Když tělesné tkáň absorbují energii z vyzařovaného pole, potřebují určitý čas pro dosažení tepelné rovnováhy. Z tohoto důvodu se jak celotělový, tak lokální SAR průměrují přes konkrétní interval (šest minut).

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro expozici elektromagnetickým polím v pásmu od 100 kHz do 6 GHz jsou vyjádřeny jako celotělový a lokální SAR.

**Obrázek C6 Rozložení měrného absorbovaného výkonu (SAR) v hlavě v důsledku expozice záření z vysílačky TETRA (digitální komunikační rádiová síť, Terrestrial Trunked Radio) o frekvenci 380 MHz**



## C.7 Měrná absorbovaná energie (SA)

Měrná absorbovaná energie (SA) je definována jako energie absorbovaná jednotkou hmotnosti biologické tkáň. Vyjadřuje se v joulech na kilogram ( $\text{Jkg}^{-1}$ ). Ve směrnici o elektromagnetických polích se používá pro specifikaci nejvyšších přípustných hodnot pro impulsní mikrovlnné záření.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro smyslové účinky u expozice elektromagnetickým polím v pásmu od 300 MHz do 6 GHz jsou ve směrnici uvedeny jako lokální SA, které se průměrují přes 10 g tkáň.

## C.8 Kontaktní proud ( $I_c$ )

Při kontaktu s pasivními vodivými předměty v elektromagnetických polích může v těle vzniknout proud, který může mít za následek buď šok a popálení, nebo lokalizovaný ohřev. Byly stanoveny referenční hodnoty pro omezení tohoto účinku. Kontaktní proudy se označují zkratkou  $I_c$  a vyjadřují se v miliampérech (mA).

## C.9 Proud procházející končetinami ( $I_L$ )

Indukovaný proud procházející končetinami je elektrický proud procházející do země přes osobu vystavenou elektrickému poli, která se však nedotýká žádného vodivého předmětu. Lze ho měřit buď měřičem klešťového typu nasazeným na končetinu (obrázek C7), nebo měřením proudu protékajícího do země. Označuje se zkratkou  $I_L$  a vyjadřuje se v miliampérech (mA).

**Obrázek C7** Proudové kleště používané k měření proudu procházejícího končetinami při používání 27MHz dielektrické svářečky



## DODATEK D

# HODNOCENÍ EXPOZICE

Tato příloha poskytuje zaměstnavatelům přehled postupu hodnocení účinků expozice na pracovišti s ohledem na směrnici o EMP, včetně zvláštních případů expozice různým frekvencím a nehomogenní expozice. Záměrem není definovat protokoly podrobného měření pro ověřování jednotlivých částí zařízení nebo procesů na pracovišti. Technické normy pro tyto účely včas připraví CENELEC a další normalizační orgány.

Elektromagnetická pole jsou složitými fyzikálními jevy, které se mění v čase a prostoru. V závislosti na konkrétní situaci na pracovišti může převažovat expozice elektrické nebo magnetické složce vlny. Vlna může kmitat s jednou frekvencí nebo být tvořena mnoha frekvencemi s nepravidelnými kmity čili pulzy. Kromě toho se frekvence i amplituda vlny mohou během provozního cyklu měnit v čase.

V některých průmyslových situacích bude nutné provádět měření pro srovnání s referenčními hodnotami směrnice o EMP a v některých situacích používat metody výpočetní techniky pro hodnocení expozice s ohledem na nejvyšší přípustné hodnoty směrnice o EMP. Náročnější metody hodnocení obecně vyžadují více času a větší náklady, ale poskytují lepší odhady expozice, na jejichž základě lze zkrátit stanovené vzdálenosti pro dodržení přípustných hodnot expozice.

Při zjišťování, zda dané pracoviště odpovídá směrnici o EMP nebo nikoli, musí hodnocení bez ohledu na konkrétní situaci zohlednit případ nejhorší expozice.

### D.1 Hodnocení expozice – obecné zásady

Obrázky D1 (netepelné účinky) a D2 (tepelné účinky) společně s oddíly D1.1 až D1.3 znázorňují možný postup hodnocení dodržení stanovených hodnot ve třech hlavních fázích. Pro zohlednění různých způsobů vlivu polí na člověka je třeba pro nízkofrekvenční a vysokofrekvenční EMP používat různé postupy.

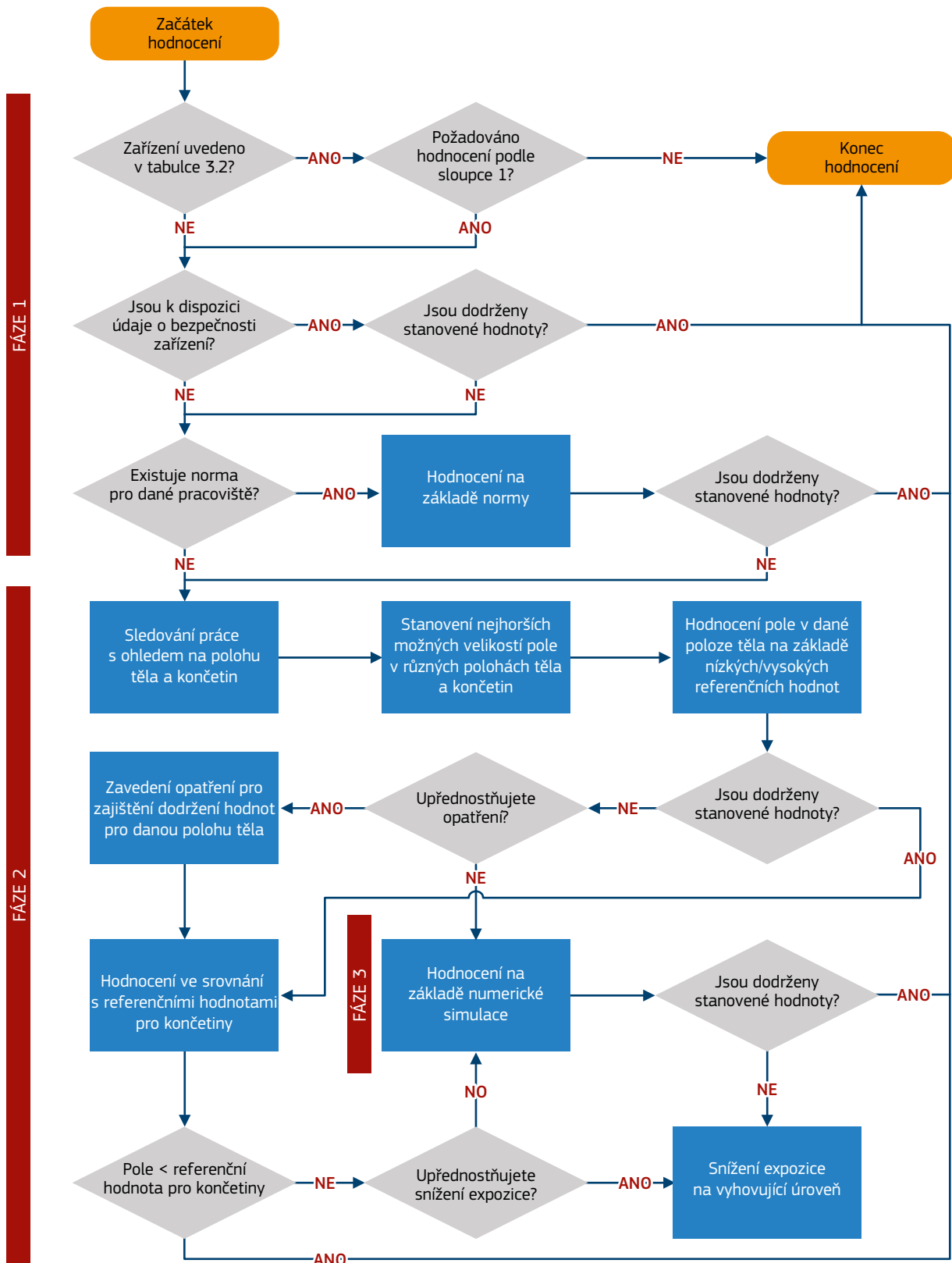
#### D.1.1 Fáze 1 – Počáteční hodnocení

Pro prokázání souladu se směrnicí o EMP mohou zaměstnavatelé používat údaje nebo databáze výrobců o generickém hodnocení, jsou-li tyto informace k dispozici. Díky tomu by zaměstnavatelé měli být schopni provádět hodnocení s využitím vlastních zdrojů a v co nejmenší možné míře být nuceni využívat služeb specializovaných externích subjektů, jako např. bezpečnostních organizací, poradenských a výzkumných institucí.

Prvním krokem je určení a inventarizace všech zařízení, situací a činností na pracovišti, které by mohly produkovat elektromagnetické pole. Následuje hodnocení, které z nich jsou v souladu se směrnicí o EMP a které budou vyžadovat podrobnější (fáze 2 a/nebo fáze 3) hodnocení. To lze provést srovnáním s tabulkou v kapitole 3.

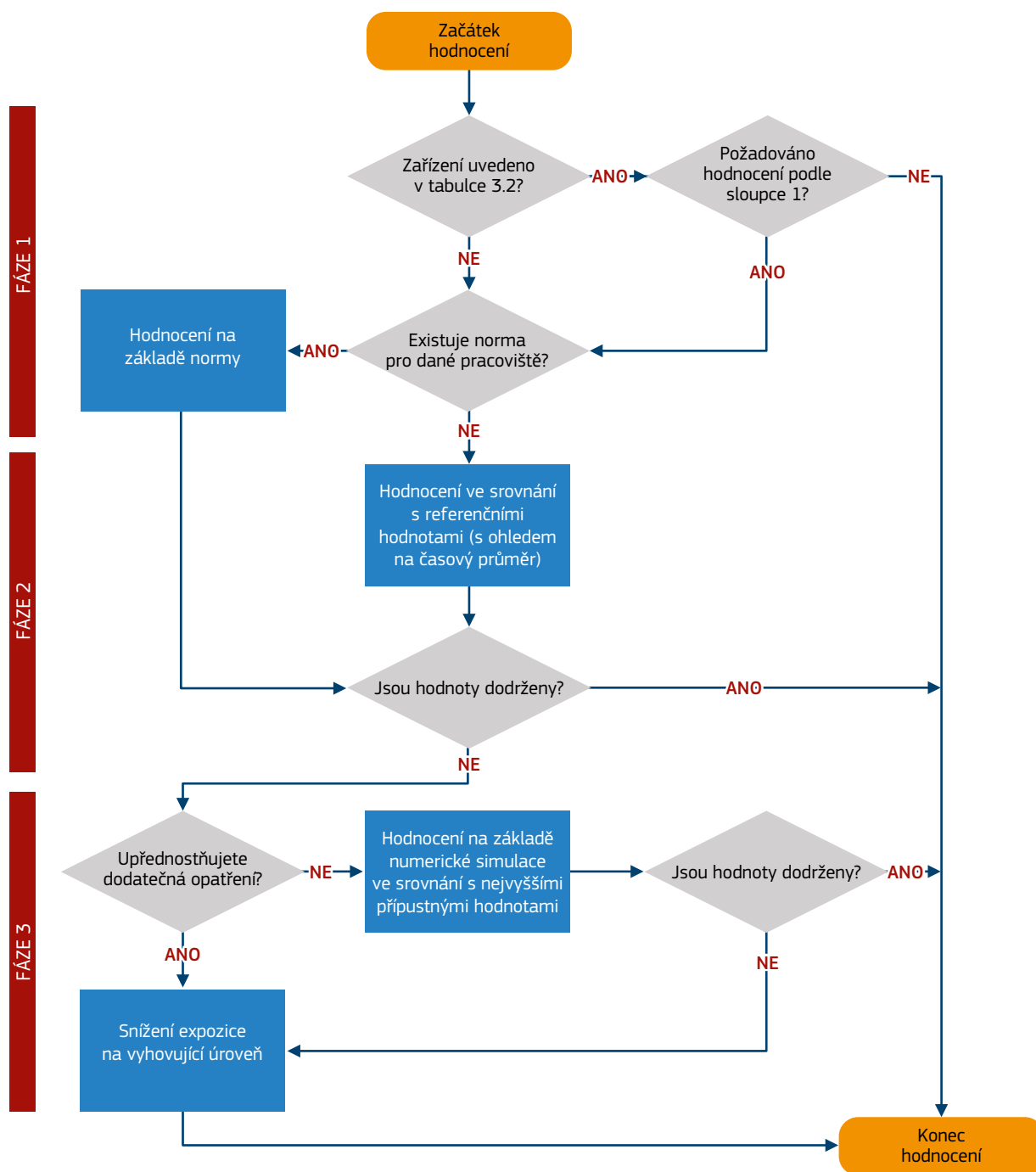
Většina zařízení, činností a situací nevyžaduje fázi 2 nebo fázi 3 hodnocení, protože nebude existovat žádné pole nebo budou mít tato pole velmi nízkou úroveň.

**Obrazek D1 Vývojový diagram zobrazuje různé fáze hodnocení elektromagnetického pole na pracovišti z hlediska netepečných účinků**



Pozn.: Vývojový diagram pro referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty pro netepečné účinky podle přílohy II směrnice o EMP.  
Hodnocení se musí provádět zvlášť pro elektrická a zvlášť pro magnetická pole.

**Obrázek D2** Vývojový diagram zobrazuje různé fáze hodnocení elektromagnetického pole na pracovišti z hlediska tepelných účinků



Pozn.: Vývojový diagram pro tepelné účinky podle přílohy III směrnice o EMP. Hodnocení se musí provádět zvlášť pro elektrická a zvlášť pro magnetická pole.

Výrobci strojních zařízení mají zvláštní povinnosti podle směrnice o strojních zařízeních (viz dodatek G) poskytovat informace o potenciálně nebezpečných polích vytvářených jejich zařízeními. Výrobci zařízení však nemusí prokazovat soulad s požadavky směrnice o EMP. Mnozí výrobci si však zpravidla uvědomují komerční výhodnost poskytování informací, jež jejich zákazníci potřebují, aby mohli prokázat soulad se směrnicí o EMP.



V budoucnu budou pravděpodobně vytvořeny normy pro účely prokazování souladu se směrnicí o EMP. I když budou mít tyto normy spíše informativní než normativní charakter, měly by být základem pro informace, které budou výrobci poskytovat. Informace přinášené výrobcí by obvykle měly být součástí návodů poskytovaných se zařízením. V opačném případě by bylo třeba kontaktovat výrobce nebo dodavatele zařízení a zjistit všechny dostupné informace od něj.

Aby bylo zařízení považováno za vyhovující ve fázi 1, musí být instalováno, používáno a udržováno podle pokynů výrobce. Rovněž je třeba posoudit pravděpodobnost, zda bude situace expozice odlišná během údržby/servisu/opravy, což by vyžadovalo další podrobnější hodnocení ve fázi 2.

Pracoviště, která vyhovují ve fázi 1, nevyžadují další hodnocení než zaznamenání závěrů jako součást celkového hodnocení rizik. Nelze-li prokázat, že pracoviště vyhovuje ve fázi 1, bude nutné hodnocení ve fázi 2, případně fázi 3.

## D.1.2 Fáze 2 – Hodnocení na základě referenčních hodnot

Některé typy zařízení, činností a situací, jako např. ty, které jsou označeny „Ano“ ve sloupci 1 tabulky 3.2, vyžadují další podrobnější hodnocení. Lze je provádět na základě informací dostupných od výrobců nebo jiných zdrojů. Nejsou-li však tyto informace pohotově k dispozici, bude obvykle třeba ověřit dodržení hodnot pomocí měřicích nebo výpočetních technik. Pro hodnocení dodržení referenčních hodnot se obecně používají měřicí postupy, kdežto pro hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot je zapotřebí složitější numerické modelování.

### D.1.2.1 Přípravná fáze

Při přípravě hodnocení ve fázi 2 je nejprve třeba zvážit, co je o zařízení, činnosti nebo situaci známo. Zaznamenejte údaje o způsobu provedení prací a případné informace poskytnuté výrobcem nebo dodavatelem.

Klíčem ke zjištění správného postupu hodnocení je jasné porozumění způsobu provádění práce a pochopení vlastností zařízení vytvářejícího pole. Patří sem informace o frekvenci, napětí, výkonu a pracovním cyklu.

- Nahlédněte do návodu k použití a technických specifikací dodaných od výrobce se zařízením, abyste se se zařízením a jeho použitím seznámili.
- Promyslete způsob provádění práce a pozici obsluhy a dalších pracovníků na pracovišti. Zvažte také pozice pracovníků během údržby a opravy, které si mohou vyžádat jiné hodnocení.
- Zvažte, kdo bude přítomen v pracovní oblasti; máte zprávy, že jsou některé pracovnice těhotné, mají pracovníci lékařské implantáty nebo používají lékařská zařízení?

### D.1.2.2 Fáze vymezení měření

Ve většině situací bude nutné provést na pracovišti vymezení nebo pilotní měření pro zjištění povahy posuzovaného pole. Tato měření se provádějí na začátku průzkumu pracoviště a pomáhají určit typy měření a potřebné přístroje pro řádné hodnocení polí. V tabulce D1 jsou uvedeny některé příklady faktorů, které je třeba ve vymezení fázi zvážit.

**Tabulka D1 Otázky pro vymezení měření ve fázi 2**

Vlastnost EMP	Příklady otázek	Důsledky pro hodnocení
Příslušné fyzikální veličiny	Jde o pole magnetické, elektrické nebo o obě?	Určuje typ přístroje pro provádění měření.
Frekvence a amplituda	Mění se pole jako spojitá vlna s jedinou frekvencí nebo jde o vlnění složené z více vln s různými frekvencemi?	Určuje typ přístroje pro provádění měření. Jednoduché sinusové vlny s jedinou konkrétní frekvencí lze hodnotit pomocí jednoduchých širokopásmových přístrojů a výsledky porovnávat přímo s referenčními hodnotami. Složené vlny mohou vyžadovat použití náročných spektrálních technik pro stanovení různých frekvenčních složek a složitých analýz, jako např. postupů RMS, hledání maxim nebo váženého průměru pro srovnání s referenčními hodnotami (viz část D3).
Prostorové vlastnosti	Mění se intenzita pole ve zkoumané oblasti (což by znamenalo, že expozice bude pravděpodobně nehomogenní)?	Zvažte velikost sondy, její umístění a počet měření. Měření je třeba provádět tak, aby byly zjištěny situace nejvyšší expozice (viz část D2).
Časové vlastnosti	Mění se frekvence a intenzita pole během provozního cyklu?	Určuje potřebné přístrojové vybavení a časování a trvání měření. Lze používat záznamové měřiče, přičemž je třeba zvážit vzorkovací frekvenci a integrační dobu měření. Měření je třeba provádět tak, aby byly zjištěny situace nejvyšší expozice. Cílem je zaznamenávat pole po dostatečně dlouhou dobu a s dostatečnou vzorkovací frekvencí, aby byla zjištěna maximální hodnota pole.

### D.1.2.3 Příslušné fyzikální veličiny

Při nízkých frekvencích je třeba posuzovat elektrické a magnetické pole odděleně. V rámci mnoha různých průmyslových procesů se používají silnoproudá zařízení, která vytvářejí magnetická pole. Silná elektrická pole bývají na pracovišti méně běžná, protože poměrně málo aplikací používá vysokonapěťové nebo otevřené (nestíněné) vodiče. Zjišťování magnetických polí je daleko obtížnější.

Rovněž je důležité zjistit, zda expozice probíhá ve vzdáleném poli, v místě vzdáleném od zdroje nebo v oblasti blízkého pole. Kde se hranice vzdálené pole – blízké pole nachází, to záleží zejména na vlnové délce pole a velikosti zdroje. Ve vzdáleném poli existuje jednoduchý vztah mezi elektrickým a magnetickým polem daný charakteristickou impedancí, proto lze pro určení celkové expozice posuzovat buď elektrické, nebo magnetické pole.

Předpovídat vztah mezi magnetickým a elektrickým polem v oblasti blízkého pole nedaleko zdroje je mnohem nesnadnější, protože pole mohou být na velmi krátké vzdálenosti značně proměnlivá, a to natolik, že je třeba je hodnotit odděleně. Měření v blízkém poli jsou obecně obtížná, protože úroveň pole se mohou na velmi krátké vzdálenosti měnit a i vlastní snímač může vytvářet s polem vazbu, a ovlivňovat tak výsledek měření. V průmyslových situacích, jejichž součástí jsou přenos energie a tepelné procesy, je vzhledem k velikosti zdroje a frekvenci signálu třeba hodnotit elektrické a magnetické pole odděleně.

V blízkém poli nemusí být smysluplná měření proveditelná, což znamená, že je třeba provádět alternativní postup hodnocení ve fázi 3, který vychází z numerického modelování.

#### D.1.2.4 Prostorové variace

V první fázi šetření je důležité určit, jak je pole rozloženo ve vztahu k poloze pracovníka a jak se pole v rámci pracoviště mění. Při hodnocení je třeba zohlednit, kde má pole maximální intenzitu ve vztahu k poloze pracovníka, a v mnoha situacích pole se vzrůstající vzdáleností od zdroje rychle slábne.

Pokud se pole na velmi krátké vzdálenosti značně mění, je třeba pečlivě zvážit velikost sondy, protože velké sondy mohou v těchto případech poskytovat nesprávné výsledky. Za takových okolností mohou být vhodnější referenční hodnoty týkající se expozice končetin v závislosti na vystavené části těla a tyto hodnoty jsou méně omezující než jiné referenční hodnoty.

Postupy prostorového průměrování a prokázání dodržení hodnot v situacích nehomogenní expozice jsou rozebrány v části D2 tohoto dodatku.

#### D.1.2.5 Popis tvaru vlny

Mnoho elektromagnetických polí zjištěných na pracovišti se šíří v podobě spojitě vlny s konstantní frekvencí, což umožňuje použít relativně jednoduché hodnocení za pomoci zcela jednoduchého širokopásmového přístroje. Některé typy průmyslových zařízení vytvářejí vlny složitých tvarů, které jsou tvořeny řadou frekvencí. V těchto případech je třeba ke vzorkování signálu používat náročné přístrojové vybavení, jako např. spektrální analyzátor nebo přístroj na zachycování vln.

Hodnocení zahrnující vícenásobné frekvence a složité tvary vln jsou podrobně představena v části D3 tohoto dodatku.

#### D.1.2.6 Časové variace

Důležité je zjistit, jak se frekvence a/nebo intenzita (amplituda) pole mění v čase. V některých situacích se může pole během provozního cyklu měnit a v tomto případě musí hodnocení zohlednit změny intenzity a frekvence pole a určit dobu, kdy má pole nejvyšší intenzitu (maximum).

Časové změny mohou být záměrné, např. komunikační signály jsou modulovány pro přenášení informací v telekomunikačních systémech, nebo náhodné, např. harmonické signály vznikající během indukčních tepelných procesů nebo použití usměrnění střídavého proudu či rychlého vypínání proudu při řízení dodávky elektřiny k určitým typům průmyslových zařízení. Důležité je zjistit, zda vznikají harmonické signály, protože referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty se mění s frekvencí. Způsob jak vyjádřit expozici při vícenásobných frekvencích v rámci hodnocení expozice je představen v části D3.

Mnoho moderních přístrojů má záznamové zařízení, které dokáže zachycovat pole v předem stanovených vzorkovacích intervalech po dobu až několika hodin. Vzorkovací frekvence se vybírá podle toho, jak rychle se pole mění v čase. Je-li vzorkovací frekvence ve srovnání s proměnlivostí pole příliš pomalá, nemusí být nejvyšší úroveň zjištěna a expozice může být podhodnocena. Rovněž je třeba pečlivě zvážit integrační dobu přístroje, tj. dobu, kterou měřič potřebuje pro zpracování a zaznamenání signálu, protože může dojít k podhodnocení nebo nadhodnocení expozice, pokud se pole během integrační doby rychle mění. Nejmodernější přístroje vyžadují integrační dobu nejméně jednu sekundu, proto pokud se pole mění rychleji, je vhodné zjišťovat nejvyšší signál nebo celý tvar vlny.

### D.1.2.7 Statická magnetická pole

Směrnice o EMP obsahuje nejvyšší přípustné hodnoty pro vnější magnetická pole od 0 Hz do 1 Hz. Pohyb ve statických magnetických polích vytváří uvnitř těla indukovaná elektrická pole podobná polím vytvářeným nízkofrekvenčními poli proměnlivými v čase. Hodnocení elektromagnetického pole, které je nezbytné v tomto případě, je představeno v části D4.

### D.1.2.8 Hlavní fáze šetření

#### *Bezpečnostní hlediska provádění měření*

Kromě běžných bezpečnostních opatření na pracovišti je třeba dbát na to, aby osoba provádějící měření nebyla sama vystavena elektromagnetickým polím, která přesahují referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty, a nebyla ohrožena nepřímými vlivy. Správné je začínat měření v určité vzdálenosti od zdroje polí. Tím je zaručeno, že osoba provádějící měření nebude vystavena polím přesahujícím referenční hodnotu nebo nejvyšší přípustnou hodnotu a přístroj bude chráněn před poškozením ve vysokých polích, která se mohou vyskytovat poblíž silného zdroje.

Zvláštní pozornost je třeba věnovat statickým magnetickým polím, aby bylo vyloučeno riziko vymrštění feromagnetických předmětů, a silným elektrickým polím, kde je třeba zabránit přílišným mikrošokům a kontaktním proudům.

Předem je třeba provést vhodné hodnocení rizik a přijmout příslušná ochranná nebo preventivní opatření. Tato opatření mohou být převážně organizační povahy.

#### *Postup šetření*

Místo, čas a trvání měření je třeba pečlivě zvážit. Obvykle se začíná rozhovorem s pracovníky, kterým se zjistí, jaké úkoly provádějí, a určitou dobou, po kterou jsou sledováni při práci, aby bylo možno určit příslušné polohy těla a končetin pro měření. Posuzování by mělo zohlednit rozsah běžně prováděných činností, včetně normální obsluhy, čištění, odstraňování zablokování, údržby a servisu/opravy, provádí-li se v podniku.

Nejběžnějším postupem šetření je použití bodových měření v přesně vymezených místech na pracovišti nebo na speciálních místech kolem zdroje elektromagnetického pole. Měření by měla pokrývat oblasti, ve kterých se pracovník vyskytuje při vykonávání pracovních činností. Je však třeba poznamenat, že referenční hodnoty stanovené ve směrnici jsou hodnoty za nepřítomnosti těla, takže by pracovník během skutečného měření neměl být přítomen (viz níže). Při provádění bodových měření lze záznamové měřiče nastavit na zaznamenávání pole v různých místech, aby byly zohledněny případné variace pole v čase.

Osvědčeným postupem při hodnocení je opakování měření na stejném místě v různých intervalech pro získání jistoty, že měření jsou stabilní a měřiče fungují správně.

Měření elektrických polí je obtížnější než měření magnetických polí, protože elektrická pole jsou snadno narušována okolními předměty, včetně lidského těla. Směrnice o EMP definuje nerušené referenční hodnoty, proto je třeba dbát na to, aby těla pracovníků nebo osob provádějících měření byla v dostatečné vzdálenosti od měřicí sondy (a sonda v dostatečné vzdálenosti od kovových předmětů).

#### *Přístroje*

Aby bylo hodnocení platné, je třeba při měření používat vhodné přístroje, což závisí na povaze posuzovaného elektromagnetického pole. Je třeba zvážit technické specifikace přístroje a přesvědčit se, že je vhodný pro měření příslušného signálu. V některých případech může být potřebné měřit elektrické i magnetické pole. Je-li známo, že zdroj pracuje při frekvencích vyšších než několik desítek MHz a obsluha se vyskytuje ve

vzdáleném poli, lze intenzitu elektrického a magnetického pole vzájemně převádět pomocí hodnoty impedance vakua ( $Z_0 = 377$  ohmů ( $\Omega$ )). Dalším důležitým požadavkem je, aby byly přístroje kalibrovány podle sledovatelných norem a poskytovaly záruku správné funkce. Šetření vždy začínejte s přístrojem nastaveným na nejvyšší rozsah měření, abyste minimalizovali riziko jeho přetížení.

Přístroje s jednoosým snímačem měří pouze jednu složku pole, proto je při použití tohoto typu snímače důležité, aby byl v místě měření použit ve třech pravouhlých orientacích, aby bylo možno vypočítat výsledné pole. Vyspělejší přístroje mají tři ortogonální snímače, které mohou měřit výsledné pole. Rovněž je důležité dobře zvážit velikost sondy, protože sonda musí být menší než objem, ve kterém se pole mění. Další informace o vhodných velikostech sond jsou uvedeny v normě IEC61786 1.

Mnoho moderních přístrojů lze nastavit tak, aby měřily špičkové hodnoty nebo efektivní hodnoty (RMS) pro přímé srovnání s mezními hodnotami podle směrnice o EMP. Referenční hodnoty ve směrnici o EMP jsou obvykle uváděny jako efektivní hodnoty. Zařízení pro měření efektivních hodnot však nemusí být vhodná pro měření polí vytvářených zařízeními pro bodové sváření nebo pro identifikaci na rádiové frekvenci (RFID), kde může být signál pulzní a změny pole jsou mnohem rychlejší než časový interval, přes nějž přístroj průměruje. V situacích se složitými signály se upřednostňuje hodnocení expozice podle metody filtrace v časové oblasti (viz část D3).

Některé z hlavních faktorů, které se posuzují při výběru vhodného přístrojového vybavení, jsou shrnuty v tabulce D2.

**Tabulka D2 Faktory zvažované při výběru vhodného přístrojového vybavení**

Posuzovaná vlastnost EMP	Požadavky na přístroje
Frekvence	Přístroj musí být schopen reagovat na celý rozsah frekvencí zastoupených v posuzovaném signálu.
Amplituda	Přístroje musí mít dostatečně velký dynamický rozsah pro měření intenzity polí, která přicházejí v úvahu.
Modulační vlastnosti	Přístroj musí být schopen zjišťovat různá modulační schémata.
Časové variace / provozní cyklus	Zohlednění vzorkovací frekvence a integrační doby přístroje a také doby trvání záznamu.
Prostorové variace	Sonda musí být menší než objem, ve kterém se pole mění.
Umístění: vnitřek/vnějšek/obojí Hmotnost/životnost přístroje	Venkovní šetření bez připojení na zdroj elektřiny mohou vyžadovat velkou kapacitu baterie. Je přístroj vhodný pro venkovní šetření?

### Parametry záznamu

Příklady hlavních parametrů zaznamenávaných jako součást hodnocení pracoviště jsou uvedeny v tabulce D3.

Pokud z hodnocení ve fázi 2 vyplývá, že vnější pole dosahují hodnot nižších než referenční hodnoty, je pracoviště v souladu se směrnicí o EMP a hodnocení lze uzavřít (obrázek D1).

Mohou-li být překročeny nejvyšší přípustné hodnoty nebo referenční hodnoty statického pole, musí zaměstnavatel přijmout příslušná preventivní nebo ochranná opatření.

Jsou-li při nízkých frekvencích překročeny nízké referenční hodnoty, musí zaměstnavatel provést další hodnocení s ohledem na vysoké referenční hodnoty. Jsou-li měření nižší než vysoké referenční hodnoty, může se zaměstnavatel rozhodnout, zda přijme ochranná

nebo preventivní opatření, včetně školení pracovníků, nebo provede hodnocení ve fázi 3, aby prokázal dodržení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání.

**Tabulka D3 Příklad parametrů zaznamenávaných do protokolu šetření**

Parametr	Poznámka
Datum a čas šetření	Odkaz
Jméno kontaktní osoby / údaje o místě / struktura místa	Odkaz
Posuzované pracoviště	Údaje o přítomném zařízení, včetně přehledu provozních specifikací
Posuzovaný úkol nebo činnost pracovníka	Rutiní obsluha, údržba nebo čištění
Příslušná fyzikální veličina	Elektrické pole, magnetické pole nebo hustota zářivého toku
Údaje o měřicích přístrojích	Širokopásmový nebo úzkopásmový měřič, frekvenční odezva, dynamický rozsah, vzorkovací frekvence, datum kalibrace a nejistota měření.
Strategie měření	Špičková hodnota / efektivní hodnota (RMS) Výsledné hodnoty, x, y, z Bodová nebo rozšířená měření Vzorkovací místa (případně včetně diagramu nebo plánu) Vzorkovací frekvence

Pokud měřená pole přesahují vysoké referenční hodnoty, je třeba posoudit prostorový rozsah pole ve vztahu k vystavené části těla pracovníka a v případě potřeby porovnat pole s referenčními hodnotami pro končetiny. Není-li expozice lokalizována nebo lokalizovaná expozice přesahuje referenční hodnoty pro končetiny, má zaměstnavatel dvě možnosti. Může buď přijmout ochranná a/nebo preventivní opatření, nebo pokračovat hodnocením ve fázi 3 pro ověření dodržení nejvyšších přípustných hodnot (viz oddíl D1.3).

Pokud vnější pole při vysokých frekvencích přesahují referenční hodnoty, může zaměstnavatel opět buď přijmout ochranná a/nebo preventivní opatření, nebo pokračovat hodnocením ve fázi 3.

Jsou-li pro kontaktní proud překročeny referenční hodnoty, musí zaměstnavatel přijmout příslušná ochranná nebo preventivní opatření.

### D.1.3 Fáze 3 – Hodnocení na základě nejvyšších přípustných hodnot

#### D.1.3.1 Úvod

Směrnice o EMP definuje nejvyšší přípustné hodnoty, které jsou primárně určeny k omezení indukovaných elektrických polí a měrného absorbovaného výkonu (SAR) v těle. Tyto hodnoty nejsou snadno měřitelné, a proto se při hodnocení ve fázi 3 za účelem zjištění dodržení nejvyšších přípustných hodnot obvykle používají složité postupy numerického modelování, ačkoli určité měřicí postupy jsou také k dispozici.

Referenční hodnoty poskytují konzervativní odhady maximálních vnějších polí, kterým může být celé tělo pracovníka vystaveno, aniž jsou překročeny příslušné nejvyšší přípustné hodnoty. Pokud se měřením zjistí, že v určité situaci expozice může být referenční hodnota překročena, může být potřeba provést dozimetrické hodnocení, aby bylo zjištěno, zda jsou dodrženy nejvyšší přípustné hodnoty.

Numerické simulace lze používat pro hodnocení toho, zda elektromagnetická pole vytvářená určitým zařízením mají za následek překročení nejvyšších přípustných hodnot. Simulace a použití výpočetní dozimetrie poskytují vztah mezi referenčními hodnotami (externě měřená nerušená elektromagnetická pole) a nejvyššími přípustnými hodnotami (modelované dávkové veličiny představující interakci elektromagnetického pole a lidského těla). Tyto simulace se používají pro převedení hodnot elektromagnetického pole naměřených za nepřítomnosti těla na dávkové veličiny v těle.

Dávkové veličiny v rámci nejvyšších přípustných hodnot zahrnují intenzitu indukovaného elektrického pole, měrný absorbovaný výkon (SAR) a hustotu zářivého toku. Zdravotní účinky, a tedy dávkové veličiny závisí na frekvenci působícího pole. V případě nízkých frekvencí stanoví směrnice nejvyšší přípustné hodnoty pro intenzitu indukovaného elektrického pole, zatímco u vyšších frekvencí se pole posuzuje podle měrného absorbovaného výkonu a hustoty zářivého toku (tabulka D4).

**Tabulka D4 Potenciální negativní biologické účinky, veličiny používané pro definování nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot**

Frekvence	Potenciální negativní biologický účinek	Dávkové veličiny pro definování nejvyšších přípustných hodnot (numericky simulované)	Veličiny pro definování referenčních hodnot expozice (obvykle měřené)
1 Hz až 10 MHz	Účinky na centrální nervový systém (CNS) a periferní nervový systém (PNS)	Indukovaná elektrická pole ve stimulovaných tkáních ve V/m	Intenzita elektrického pole, magnetická indukce, indukovaný a kontaktní proud
100 kHz až 6 GHz	Zahřívání tkání	Měrný absorbovaný výkon ve W/kg měrná absorbovaná energie v J/kg	(Intenzita elektrického pole) <sup>2</sup> , (magnetická indukce) <sup>2</sup> , indukovaný a kontaktní proud
6 GHz až 300 GHz	Zahřívání povrchu	Hustota zářivého toku ve W/m <sup>2</sup>	(Intenzita elektrického pole) <sup>2</sup> , (magnetická indukce) <sup>2</sup> a hustota zářivého toku

### D.1.3.2 Interakce elektromagnetického pole s lidskou tkání

#### Nízkofrekvenční pole

Při nízkých frekvencích lze elektrické a magnetické pole považovat za vzájemně nezávislá (kvazistatická aproximace), a lze je proto posuzovat odděleně.

#### Vnější elektrické pole

Lidské tělo výrazně narušuje nahodilé nízkofrekvenční elektrické pole. Ve většině případů expozice je vnější elektrické pole orientováno svisle k zemi. Lidské tělo je dobrým vodičem při nízkých frekvencích a vnitřní elektrická pole indukovaná v těle jsou o mnoho řádů menší než vnější působící pole.

Rozložení nábojů indukovaných na povrchu těla při expozici vnějšímu elektrickému poli je nerovnoměrné. Výsledkem je většinou svislá orientace vnitřních proudů indukovaných v těle. Dalším faktorem, který silně ovlivňuje velikost a prostorové rozložení indukovaných elektrických polí v těle, je kontakt mezi člověkem a zemí. Nejvyšší vnitřní elektrická pole jsou indukována, má-li tělo výborný kontakt se zemí oběma nohama. Čím je tělo od země izolovanější, tím nižší jsou indukovaná elektrická pole v tkáních. Proto může nošení izolující pracovní obuvi v některých případech zajišťovat určitý stupeň ochrany před účinky nízkofrekvenčních polí.



### *Vnější magnetické pole*

Na rozdíl od elektrického pole lidské tělo působící magnetické pole neruší. Magnetické pole v lidské tkáni je stejné jako vnější magnetické pole. Důvodem je skutečnost, že magnetická permeabilita tkání je stejná jako permeabilita vzduchu. Magnetické materiály (např. magnetit) mohou být přítomné v tkáni; ale z praktických důvodů lze taková malá množství zanedbat.

Hlavní interakcí vnějšího magnetického pole s tělem je tok proudu ve vodivé lidské tkáni plynoucí z Faradayova zákona indukce. V heterogenních tkáních tvořených různě vodivými oblastmi rovněž vznikají proudy na rozhraních mezi těmito oblastmi.

### *Vysokofrekvenční pole*

Při vysokých frekvencích lze lidské tělo považovat za nedokonale vodivou anténu. V tkáních těla se indukují elektrická pole a proudy. Stojí-li tělo na uzemněné základně, proudí indukované proudy tělem ve svislém směru nohama do země. Indukovaná elektrická pole a proudy vyvolávají v lidských tkáních tepelné účinky, a to místní i v celém těle. Velikost a prostorové rozložení těchto indukovaných elektrických polí velmi závisí na konfiguraci a frekvenci expozice.

Tělo má přirozenou rezonanční frekvenci související s jeho výškou. Radiofrekvenční elektromagnetická pole jsou absorbována účinněji při frekvencích blízkých této rezonanční frekvenci. Při frekvencích nižších než přibližně 1 MHz lidské tělo absorbuje velmi málo radiofrekvenční energie. K významné absorpci dochází při rezonanční frekvenci 60–80 MHz, je-li lidské tělo izolováno, a 30–40 MHz, je-li uzemněno. Kromě toho mohou rezonovat i určité části těla. Hlava dospělého člověka rezonuje při zhruba 400 MHz. Zaujme-li tělo sedící polohu, mohou mít horní a dolní polovina těla každá vlastní rezonanční frekvenci. Proto frekvence, při níž je absorbováno maximální množství radiofrekvenční energie, závisí na velikosti a poloze těla. Obecně k menšímu radiofrekvenčnímu zahřívání dochází s frekvencí vzrůstající nad rezonanční oblast. Zahřívání při vyšších frekvencích se však zpravidla více soustředí na povrchu těla, protože hloubka pronikání působícího pole klesá.

### **D.1.3.3 Nejvyšší přípustné hodnoty**

Nejvyšší přípustné hodnoty představují dávkové veličiny v těle, které jsou stanoveny pro ochranu proti nepříznivým zdravotním účinkům při expozici člověka elektromagnetickým polím. Používané nejvyšší přípustné hodnoty závisí na frekvenci příslušného pole.

#### *Nízká frekvence*

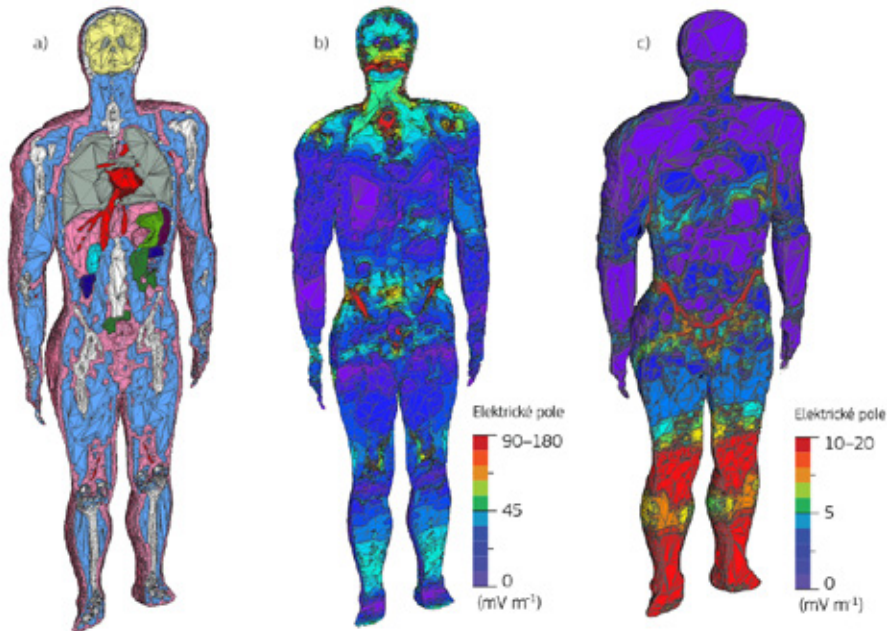
Při nízkých frekvencích (1 Hz až 10 MHz) je primární dozimetrickou veličinou vnitřní elektrické pole indukované v lidském těle. Důvodem je skutečnost, že mezní hodnoty stimulace lidské nervové tkáně jsou definovány velikostí a prostorovými variacemi těchto vnitřních elektrických polí. Indukované elektrické pole se udává ve voltech na metr ( $\text{Vm}^{-1}$ ).

Při expozici nízkofrekvenčním elektrickým polím jsou v těle vytvářena vnitřní elektrická pole, která výrazně ruší působící pole. Vnější elektrické pole indukuje na povrchu těla nehomogenní náboje a uvnitř těla se vytvářejí vnitřní elektrická pole, což může vést ke vzniku proudů v těle.

Při expozici nízkofrekvenčním magnetickým polím jsou vnitřní elektrická pole vytvářena magnetickým polem, které v lidské tkáni indukuje elektrické pole a související proudy. Pole jsou rovněž vytvářena proudy tekoucími mezi oblastmi s různou tkáňovou vodivostí v těle. Obrázek D3 znázorňuje, jak jsou tato indukovaná elektrická pole absorbována v těle při expozici vnějšímu nízkofrekvenčnímu elektrickému a magnetickému poli.



**Obrázek D3** Nízkofrekvenční expozice: řezy lidským tělem zobrazují a) vnitřní orgány v těle, b) vnitřní elektrická pole vytvářená při expozici vnějším nízkofrekvenčním magnetickému poli a c) vnitřní elektrická pole při expozici vnějším nízkofrekvenčním elektrickému poli

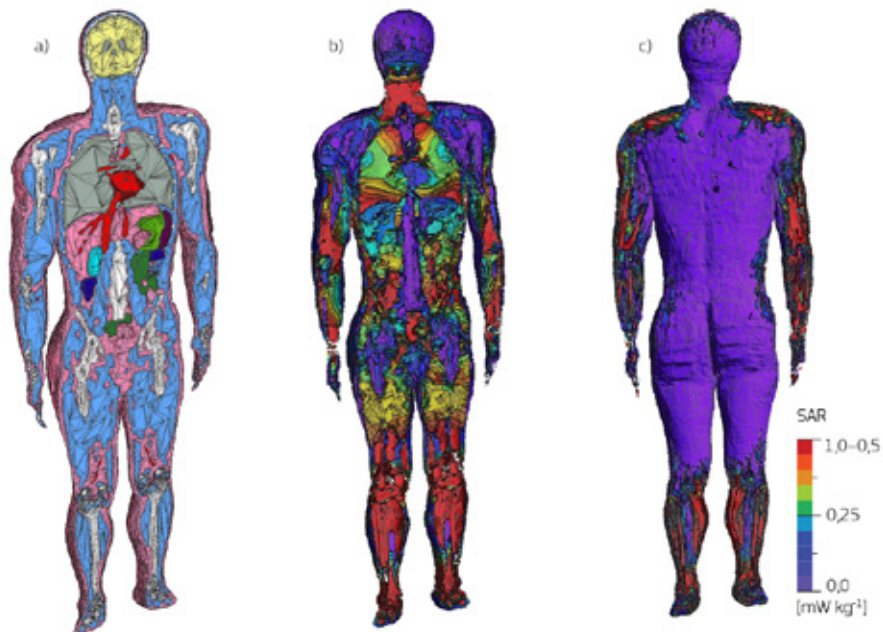


### Vysoká frekvence

Při vysokých frekvencích (100 kHz až 300 GHz) je primární dozimetrickou veličinou absorpce elektromagnetického pole měrný absorbovaný výkon (SAR). Důvodem jsou dominantní nepříznivé biologické účinky při expozici elektromagnetickým polím s těmito frekvencemi, které jsou vyvolávány zvýšením teploty v tkáních.

Měrný absorbovaný výkon lze definovat jako výkon absorbovaný na jednotku hmotnosti. Uvádí se ve wattech na kilogram (Wkg<sup>-1</sup>). Používá se jako dávková veličina ve směrnici o EMP, protože úzce souvisí s růstem teploty v lidské tkáni. Obrázek D4 znázorňuje, jak je SAR rozložen v lidském těle při expozici vysokofrekvenčnímu elektromagnetickému poli.

**Obrázek D4** Vysokofrekvenční expozice: řezy lidským tělem zobrazují vnitřní orgány v těle, b) SAR v tkáních při expozici elektromagnetickému poli 40 MHz a c) SAR v tkáních při expozici elektromagnetickému poli 2 GHz



Vnitřní dávkové veličiny (elektrická pole a SAR), které se používají pro definování nejvyšších přípustných hodnot, nelze měřením přesně posoudit, protože intenzitu pole v lidském těle nelze měřit neinvazivně. Dávkové veličiny nejvyšší přípustné hodnoty byly měřeny na zvířatech, avšak údaje jsou omezené a přesnost těchto měření je relativně špatná. Kromě toho nelze přímo použít extrapolaci studií na zvířatech na lidi z důvodu fyziologických rozdílů mezi těmito druhy v mnoha oblastech. Přímé posouzení vnitřních dávkových veličin umožňují numerické simulace lidské elektromagnetické absorpce, a tedy dodržení nejvyšších přípustných hodnot podle směrnice o EMP.

#### D.1.3.4 Hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot

Pro výpočet dávkových veličin v těle požadovaných pro srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami je třeba použít model představující lidské tělo, numerickou metodu schopnou modelovat interakci elektromagnetického pole s biologickými tkáněmi a model představující zdroj elektromagnetického pole.

##### *Model lidského těla*

Lidské tělo lze při expozici elektromagnetickým polím považovat za přijímající anténu. Proto jsou anatomické, geometrické a elektrické vlastnosti těla při posuzování dodržení nejvyšších přípustných hodnot mimořádně důležité.

Jako náhražky těla se při hodnocení vnitřních dávkových veličin tradičně používají jednoduché homogenní objekty jako koule, elipsoidy, válce, kotouče a krychle. Pro tyto homogenní tvary se používá jedna hodnota vodivosti a permitivity představující průměrnou hodnotu celého těla, která obvykle nezávisí na frekvenci. Použití těchto jednoduchých objektů usnadňuje numerickou simulaci expozice elektromagnetickým polím. Výsledky těchto postupů jsou však nepřesné a výrazně nadhodnocují skutečnou expozici.

**Obrázek D5 Model lidského těla: příklad heterogenního, anatomicky realistického modelu mužského těla. Vyznačena je kostra a vnitřní orgány (vlevo), svalová vrstva (střed) a kožní vrstva (vpravo)**



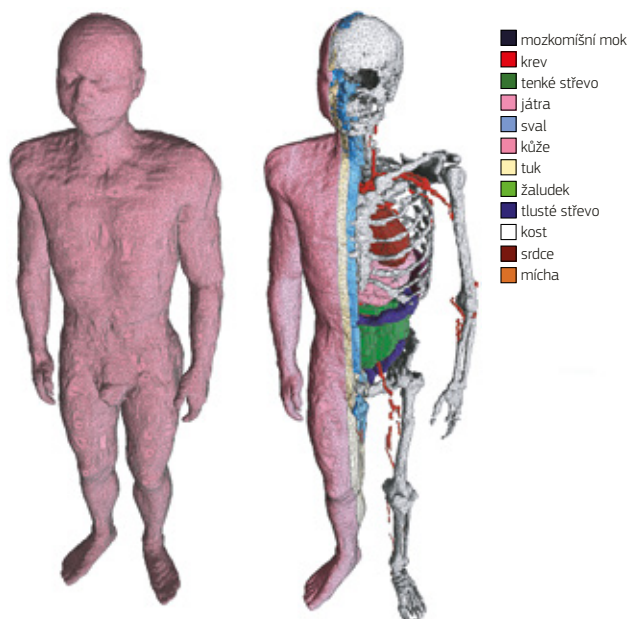
Pro hodnocení expozice elektromagnetickým polím se doporučuje používat heterogenní, anatomicky realistické modely lidského těla. V současné době řada organizací vyvinula nejrůznější heterogenní modely lidského těla (mužské, ženské, těhotné, polohované atd.) s realistickou anatomii a četnými identifikovanými tkáněmi. Z důvodu investic nezbytných pro výrobu takového modelu jsou s jejich použitím obvykle spojeny určité náklady. Kromě toho budou mezi různými dostupnými modely nevyhnutelně existovat rozdíly, takže budou s největší pravděpodobností poskytovat mírně odlišné výsledky.

Anatomicky realistické modely se zpravidla vyvíjejí počítačovou segmentací údajů z obrazů magnetické rezonance těla v různých typech tkání. Zvláštní pozornost je věnována anatomické realističnosti těchto modelů. Příklady heterogenních mužských dospělých modelů jsou zobrazeny na obrázcích D5 a D6. Tyto modely jsou běžně tvořeny více než 30 různými tkáněmi a orgány. Model může být vytvořen na bázi voxelů (objemových pixelů) nebo povrchu.

Je-li model lidského těla používán v simulacích s numerickými metodami, jako např. s metodou konečných diferencí v časové oblasti, je typicky představován kubickými buňkami (voxely) o rozměru 1 až 2 mm. Voxelům je přiřazena hodnota vodivosti a permitivity na základě naměřených hodnot pro různé orgány a tkáně.

Pro výpočet dávkových veličin v zobrazených lidských modelech je třeba určit dielektrické vlastnosti tkání, z nichž jsou tyto modely vytvořeny. Za předpokladu, že jsou různé tkáně většinou homogenní, lze elektrické vlastnosti popsat dvěma parametry, a to vodivostí ( $\sigma$ ) a permitivitou ( $\epsilon$ ). Tyto vlastnosti se u biologických tkání mění s frekvencí. Obecně se se zvyšováním frekvence vodivost tkáně zvyšuje a permitivita snižuje.

**Obrázek D6 Model lidského těla: řez heterogenním modelem lidského těla zachycující vybrané typy tkání**



Dielektrické vlastnosti se značně liší v závislosti na konkrétní tkáni (viz <http://niremf.ifac.cnr.it/tissprop/>). Tkáně s velkým podílem vody, např. tělesné tekutiny, nevykazují téměř žádnou závislost na frekvenci u frekvencí pod 100 kHz. Podíl vody nebo tekutin přítomných v lidské tkáni je významný pro projevované dielektrické vlastnosti a způsob, jak se mění s frekvencí. V důsledku toho lze tkáně, které projevují podobné chování při vystavení elektromagnetickým polím, rozdělit podle jejich obsahu vody. Například krev nebo mozkomíšní mok mají vysoký obsah vody a mohou relativně dobře vést proud. Plíce, kůže a tuk jsou relativně špatné vodiče, zatímco játra, slezina a svaly mají střední vodivost.

### *Numerické metody*

Pro hodnocení absorpce elektromagnetického pole v heterogenních, anatomicky realistických modelech lidského těla se používají různé numerické metody. Vhodné numerické metody jsou omezeny vysoce heterogenními elektrickými vlastnostmi lidského těla a stejně složitými tvary vnějších a vnitřních orgánů.

K metodám, které byly úspěšně použity pro dozimetrii elektromagnetického pole s vysokým rozlišením, patří metoda konečných diferencí (FD) ve frekvenční oblasti a časové oblasti (FDTD), metoda konečných prvků (FEM) a metoda konečných integrálů (FIT).

Tyto metody poskytují přímé řešení Maxwellových „rotačních“ rovnic. Rozdělují zpravidla výpočetní oblast na 3D mřížku buněk nebo povrchů, kterým jsou přiřazeny diskrétní elektrické vlastnosti. V případě metod konečných diferencí se výpočetní kód opakuje v čase a prostoru a vyhodnocuje hodnoty polí v každé buňce, až je dosaženo konvergence řešení.

Každá metoda má určité nevýhody a omezení. Všechny metody a některé výpočetní kódy prodělaly rozsáhlé ověřování porovnáváním s analytickými řešeními a experimentálními výsledky, aby bylo ověřeno, že výsledky poskytované těmito metodami jsou reprezentativní pro široké spektrum situací elektromagnetické expozice.

### **D.1.3.5 Průměrování: indukované elektrické pole s 99. percentilem, WBSAR a lokální SAR**

#### *Indukované elektrické pole s 99. percentilem*

Při omezování nepříznivých účinků místních elektrických polí indukovaných v těle pracovníka je důležité definovat oblast, přes níž se průměruje místní elektrické pole. Jako praktický kompromis, který vyhovuje požadavkům na spolehlivý biologický základ a výpočetním omezením, se doporučuje definovat místní elektrické pole jako vektorový průměr elektrického pole v malém objemu souvislé tkáně o rozměrech  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$ .

Numerické metody používané pro výpočet indukovaných elektrických polí v těle často využívají model lidského těla rozdělený na buňky nebo voxely. Používá-li se však metoda, která nevyužívá buněk, je třeba připravit vhodný algoritmus pro zjišťování průměrné hodnoty, který počítá elektrické pole v objemu  $2 \times 2 \times 2 \text{ mm}^3$  v numerickém kódu. Pro speciální tkáň je 99. percentil elektrického pole vhodnou hodnotou pro porovnání s nejvyšší přípustnou hodnotou (ICNIRP 2010).

#### *Průměrná hodnota SAR v celém těle (WBSAR)*

Nejvyšší přípustná hodnota WBSAR chrání proti účinkům zahřívání celého těla. Pro výpočet SAR pro celé tělo se sečtou absorpční dávky ve všech voxelech modelu lidského těla a potom vydělí hmotností těla.

#### *Lokální SAR*

Ve směrnici o EMP jsou uvedeny nejvyšší přípustné hodnoty lokálního SAR na ochranu proti lokálnímu zahřívání v lidském těle, zejména v důsledku expozice blízkým zdrojům polí elektromagnetického záření.

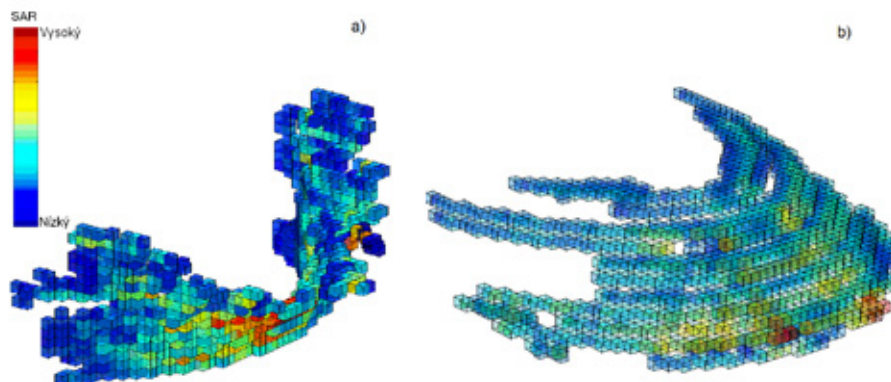
Pro výpočet lokálního SAR při expozici elektromagnetickým polím mezi 100 kHz až 6 GHz směrnice o EMP stanoví, že průměrná hmotnost oblasti by měla být jakýchkoli 10 g souvislé (tj. propojené) tkáně. Maximální hodnota lokálního SAR v těle by měla být použita pro odhad expozice.

Postup výpočtu lokálního SAR v souvislé oblasti 10 g je následující. Ve vodorovném řezu modelu lidského těla se vybere buňka s maximálním SAR. Poté se mezi šesti sousedními buňkami, které se dotýkají jejích stěn, vybere ta s nejvyšším absorbovaným výkonem. Následně se sečtou výkony a hmotnosti. Mezi příslušnými sousedními buňkami, které se jí dotýkají, se vyhledá souvislá oblast buněk, u kterých se hmotnost rovná 10 g, a pro tuto souvislou oblast se vypočítá SAR. Při rozlišení voxelů o velikosti 2 mm se v tomto postupu používá přibližně 1 000 buněk (v závislosti na hustotě daného typu tkáně), protože objem každé buňky je  $0,008 \text{ cm}^3$ . Tento postup se opakuje pro každý vodorovný řez a nakonec se zvolí maximální hodnota SAR jakékoli související oblasti v celém modelu lidského těla.

Na obrázku D7 jsou uvedeny příklady lokálního SAR jako průměrné hodnoty pro souvislou oblast 10 g. Tento obrázek představuje nejvyšší hodnoty souvislých oblastí SAR o hmotnosti 10 g vypočítané na modelu lidského těla při expozici elektromagnetickému poli s rovinnou vlnou 100 MHz a 3,4 GHz.



**Obrázek D7** Souvislé oblasti: průměrná hodnota SAR pro souvislé (spojené) oblasti 10 g na modelu lidského těla při expozici elektromagnetickému poli a) 100 MHz a b) 3,4 GHz. Barevná mapa má hodnoty od tmavě modré (nízký SAR) po tmavě červenou (vysoký SAR)



## D.2 Prokazování dodržení hodnot v případě nehomogenní expozice

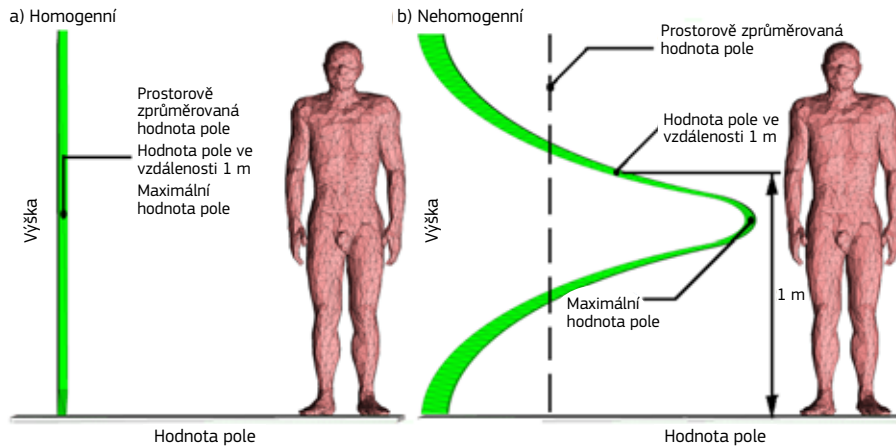
### D.2.1 Úvod

Expozici elektromagnetickým polím lze popsat jako homogenní nebo nehomogenní. Homogenní elektromagnetické pole je při vysokých frekvencích definováno jako vlna, která se rozšířila do takové vzdálenosti, kde má stejně velkou amplitudu v kterémkoli místě roviny kolmé ke směru jejího šíření. Homogenní pole je idealizací, která umožňuje popisovat vlnu tak, jakoby se šířila jen v jednom směru. Při nízkých frekvencích je homogenní takové pole, které je konstantní v určitém definovaném objemu, např. elektrické pole mezi dvěma nekonečnými rovnoběžnými rovinami.

U homogenního elektromagnetického pole je určení hodnoty pole pro hodnocení dodržení referenčních hodnot triviální, protože hodnota je stejná podél přímky kolmé ke směru šíření vlny (obrázek D8). Je-li pole takto homogenní nebo relativně homogenní (do 20 %), mělo by postačovat měření pole v jednom místě prostoru, kde se pracovník nachází.

Zařízení, která jsou zdrojem elektromagnetického záření, mohou vytvářet podmínky nehomogenní expozice podél výšky těla, pokud se nacházejí poblíž osoby nebo v prostředí, kde se vytvářené pole mění působením odrazu od země/rozptylu na sousedních předmětech.

**Obrázek D8 Příklady homogenní a nehomogenní expozice: proměnlivost pole se vzdáleností od země pro a) homogenní pole, b) typický dipól. Zobrazena je prostorově zprůměrovaná hodnota pole, maximální hodnota pole a hodnota pole ve vzdálenosti 1 m**



Určení jediné hodnoty pole pro porovnání s referenčními hodnotami není triviální, pokud se pole v prostoru, kde se pracovník nachází, výrazně mění. Při tomto typu expozice lze použít maximální hodnotu pole v poloze pracovníkova těla, ale důsledkem bude konzervativní hodnocení. Některé organizace navrhly používat jedinou hodnotu pole ve výšce 1 m; tato hodnota je však také často nereprezentativní.

V těchto nehomogenních situacích je třeba definovat vhodnou metodu zjištění jediné hodnoty pole. Směrnice stanoví, že v takových případech lze použít prostorové průměrování pole. Prostorově zprůměrovaná měření nebo výpočty se doporučují, protože poskytují reprezentativnější vyjádření expozice v situacích, kdy se pole mění podél výšky lidského těla.

## D.2.2 Otázky týkající se nehomogenní expozice

Směrnice stanoví referenční hodnoty jako jediné hodnoty pro konkrétní frekvenci. Velikost těchto referenčních hodnot se zjišťuje proto, aby byl zaručen soulad s příslušnými nejvyššími přípustnými hodnotami nebo aby bylo možné určit, jaká preventivní nebo ochranná opatření podle článku 5 je třeba přijmout.

Pokud je však pole v oblasti, kde se pracovník nachází, nehomogenní (jako na obrázku D8 b)), intenzita elektrického pole nebo magnetická indukce se mění v závislosti na poloze, ve které se pole posuzuje. Základní otázkou tedy je, jaká jediná hodnota pole má být porovnáována s referenčními hodnotami?

V těchto situacích směrnice doporučuje provést měření maximálního pole v příslušném objemu nebo prostorové průměrování. V případech, kdy je v blízkosti těla velmi lokalizovaný zdroj, by se mělo dodržení nejvyšších přípustných hodnot zjišťovat dozimetricky.

V poznámce B1-3 a B2-3 přílohy II pro netepelné účinky směrnice uvádí:

„Referenční hodnota představuje maximální vypočtené nebo naměřené hodnoty v pozici těla pracovníka. Výsledkem je konzervativní hodnocení expozice a automatické dodržení nejvyšších přípustných hodnot ve všech expozičních podmínkách. S cílem zjednodušit hodnocení nehomogenní expozice, prováděné v souladu s článkem 4 hodnoty v konkrétních podmínkách, budou v praktických pokynech podle článku 14 stanovena kritéria pro prostorové průměrování. V případě velmi lokalizovaného zdroje ve vzdálenosti několika centimetrů od těla se indukované elektrické pole stanoví dozimetricky, případ od případu.“

V poznámce B1-3 přílohy III pro tepelné účinky směrnice uvádí:

„Referenční hodnota (E) a referenční hodnota (B) představují maximální vypočtené nebo naměřené hodnoty v pozici těla pracovníka. Výsledkem je konzervativní hodnocení expozice a automatické dodržení nejvyšších přípustných hodnot ve všech expozičních podmínkách. S cílem zjednodušit hodnocení nehomogenní expozice prováděné v souladu s článkem 4 v konkrétních podmínkách budou v praktických pokynech podle článku 14 stanovena kritéria pro prostorové průměrování. V případě velmi lokalizovaného zdroje ve vzdálenosti několika centimetrů od těla se dodržení nejvyšších přípustných hodnot stanoví dozimetricky, případ od případu.“

### D.2.2.1 Maximální hodnota pole

Jedná se o nejjednodušší způsob hodnocení dodržení mezních hodnot uvedených ve směrnici; je to však také metoda, která představuje nejkonzervativnější odhad pracovníkovy expozice polím. Prostorové průměrování se neprovádí. Měření nebo výpočet nerušeného pole, tj. bez přítomnosti pracovníka, se provádí na jednom místě v oblasti, kde se pracovník nachází a kde má pole maximální intenzitu. Pole se posuzuje bez přítomnosti pracovníka, protože jeho přítomnost může v některých případech expozice narušit hodnotu pole. Při nízkých frekvencích je přítomností pracovníka ovlivňováno pouze elektrické pole. Lidské tělo nemá magnetické pole a indukované proudy nejsou dostatečné, aby pole ovlivnily.

V pokynech ICNIRP z roku 2010 se v oddíle „Prostorové průměrování vnějších elektrických a magnetických polí“ uvádí:

„Pro podmínky expozice, kdy je proměnlivost elektrického nebo magnetického pole v prostoru, kde se nachází pracovník, relativně malá, byly stanoveny referenční úrovně. Ve většině případů je však vzdálenost od zdroje pole tak malá, že rozložení pole je nehomogenní nebo lokalizované do malé části těla. V těchto případech má měření maximální intenzity pole v části prostoru, kde se nachází tělo, za následek vždy bezpečné, ačkoli velmi konzervativní hodnocení expozice.“

### D.2.2.2 Prostorové průměrování

Prostorové hodnocení pole pro nehomogenní expozici lze provádět mnoha různými způsoby. Třemi běžně používanými postupy v pořadí podle klesající složitosti je prostorové průměrování pole podle

- objemu, který zaujímá celé tělo pracovníka nebo jeho část,
- průřezové oblasti, kterou pokrývá celé tělo pracovníka nebo jeho část,
- přímkou v oblasti, kterou pokrývá celé tělo pracovníka nebo jeho část.

Podrobnosti o těchto postupech jsou uvedeny v různých mezinárodních normách a pokynech, např. IEEE C95.3 (2002), CENELEC EN 50357 (2001), IEC 62226 (2001), IEC 62233 (2005), IEC 62110 (2009). Čím je postup průměrování složitější, tím přesnější je aproximace nehomogenního pole. Pro účely hodnocení dodržení hodnot se však vychází z toho, že zjišťování hodnot pole v projektovaném objemu nebo oblasti může být obtížné, protože tyto postupy vyžadují mnoho měřicích bodů. Metody průměrování podle přímkou jsou schopny poskytnout dobrou představu o nehomogenním elektromagnetickém poli, a v následujících částech jsou proto doporučovány.



a) *Expozice elektrickým a magnetickým polím od 1 Hz do 10 MHz*

Prostorově zprůměrované hodnoty intenzity elektrického pole ( $E_{avg}$ ) nebo magnetické indukce ( $B_{avg}$ ) se vypočítají z těchto vzorců:

$$E_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n E_i \quad \text{(rovnice 1)}$$

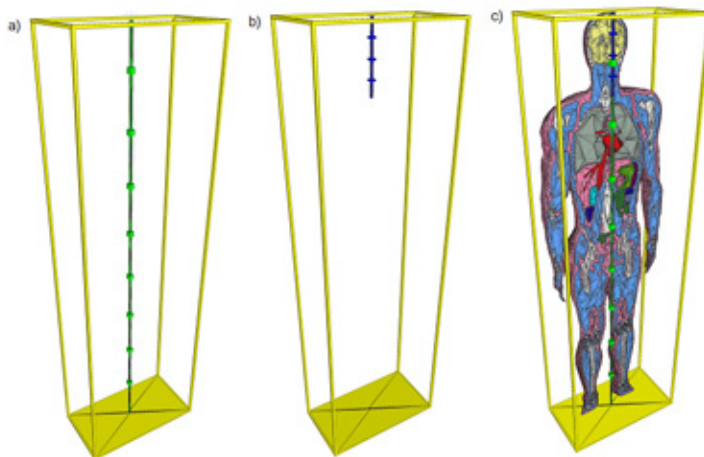
$$B_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n B_i \quad \text{(rovnice 2)}$$

kde  $n$  je počet míst,  $E_i$  a  $B_i$  jsou v daném pořadí intenzita elektrického pole a magnetická indukce, měřené v  $i$ -tém místě.

Poloha přímky, podle které se pole průměruje, závisí na tom, zda má být výsledná prostorově zprůměrovaná hodnota porovnávána s nízkou referenční hodnotou, vysokou referenční hodnotou nebo referenční hodnotou pro končetiny. Vysoké referenční hodnoty jsou určeny na ochranu proti stimulaci periferních nervů v hlavě a trupu. Má-li být proto hodnota  $E_{avg}$  nebo  $B_{avg}$  porovnávána s vysokou referenční hodnotou, postačí zpravidla jednoduché lineární snímání polí podél výšky hlavy a trupu, středem projektované oblasti. Nízké referenční hodnoty jsou určeny na ochranu proti smyslovým účinkům v centrálním nervovém systému v hlavě. Má-li být proto hodnota  $E_{avg}$  nebo  $B_{avg}$  porovnávána s nízkou referenční hodnotou, běžně postačuje jednoduché lineární snímání polí podél výšky hlavy, středem projektované oblasti. Referenční hodnoty pro končetiny jsou určeny na ochranu proti stimulaci nervů v končetinách. Má-li být proto hodnota  $B_{avg}$  porovnávána s nízkou referenční hodnotou, postačí zpravidla jednoduché lineární snímání polí podél výšky končetiny, středem projektované oblasti.

Na základě doporučení obvykle postačuje průměr série nejméně tří měření prováděných v jednotných rozestupech pro prostorové průměrování podél oblastí hlavy, hlavy a trupu nebo končetin. Lze provést i doplňková měření pole, např. pomocí zařízení pro záznam údajů nebo prostorové průměrování, která mohou poskytnout více údajů o prostorovém rozložení pole.

**Obrázek D9** a) **prostorové průměrování pole podél kolmice v oblasti, kde se pracovník nachází, b) prostorové průměrování pole podél kolmice v oblasti pracovníkovy hlavy, c) body průměrování v příčném řezu tělem pracovníka na místě**



b) *Expozice elektrickým a magnetickým polím od 100 kHz do 300 GHz*

Prostorově zprůměrované hodnoty intenzity elektrického pole ( $E_{avg}$ ), magnetické indukce ( $B_{avg}$ ) a hustoty zářivého toku ( $W_{avg}$ ) se vypočítají z těchto vzorců:

$$E_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[ \sum_{i=1}^n E_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(rovnice 3)}$$

$$B_{avg} = \frac{1}{\sqrt{n}} \left[ \sum_{i=1}^n B_i^2 \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(rovnice 4)}$$

$$W_{avg} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n W_i \quad \text{(rovnice 5)}$$

kde  $n$  je počet míst,  $E_i$ ,  $B_i$  a  $W_i$  jsou v daném pořadí intenzita elektrického pole, magnetická indukce a hustota zářivého toku, měřené v  $i$ -tém místě.

Referenční hodnoty pro expozici elektrickým a magnetickým polím od 100 kHz do 300 GHz jsou určeny na ochranu proti škodlivým zdravotním účinkům v důsledku zahřívání v těle. Má-li být proto hodnota  $E_{avg}$  nebo  $B_{avg}$  porovnávána s referenční hodnotou pro tepelné účinky, postačí jednoduché lineární snímání polí prováděné podél kolmice s jednotnými rozestupy od úrovně země do výšky 2 m, středem projektované oblasti.

Na základě doporučení by pro většinu případů expozice měl postačovat průměr série nejméně deseti měření prováděných v jednotných rozestupech pro prostorové průměrování podél výšky pracovníka. Místa měření intenzity pole jsou zobrazena na obrázku D9 a) jako zelené krychle. Lze provést i doplňková měření intenzity pole, např. pomocí zařízení pro záznam údajů nebo prostorové průměrování, která mohou poskytnout více údajů o prostorovém rozložení pole.

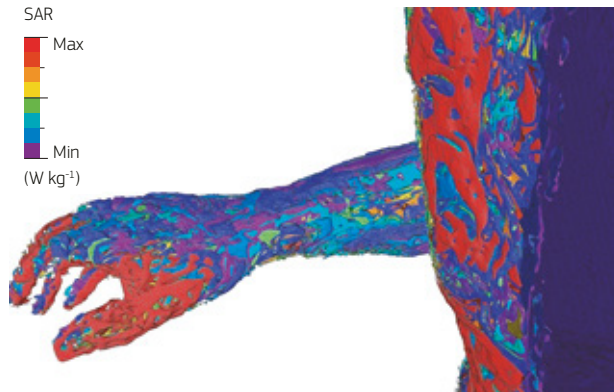
V těchto situacích by měla být měření prováděna pomocí snímačů pole umístěných nejméně 0,2 m od předmětu nebo osoby, aby nedocházelo k účinkům vazby polí. Prostorově zprůměrované hodnoty rovněž závisí na prostorových vlastnostech radiofrekvenčních polí ve vztahu k poloze pracovníka vystaveného působení pole.

### D.2.2.3 Dozimetrické hodnocení pro přímé srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami

Je-li zdroj elektromagnetického pole ve vzdálenosti několika centimetrů od těla, směrnice doporučuje, aby bylo dodržení hodnot zjišťováno dozimetricky pro přímé srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami.

Zjišťování indukovaných elektrických polí v těle při nízkých frekvencích, nebo SAR a hustoty zářivého toku při vysokých frekvencích lze provádět přesně pouze numerickými výpočty. Postup výpočtu vnitřních dávkových veličin byl uveden v předchozích částech tohoto dodatku. Příklad dozimetrického hodnocení pomocí numerických výpočtů je uveden na obrázku D10.

**Obrázek D10** Zjišťování dávkových veličin, v tomto případě SAR, v ruce a trupu při expozici nestíněnému kabelu pro přímé srovnání s nejvyššími přípustnými hodnotami. Směrnice doporučuje tento postup pro ověření dodržení hodnot u velmi lokalizovaných zdrojů elektromagnetického pole do několika centimetrů od těla



#### D.2.2.3.1 Základní dozimetrické koncepce

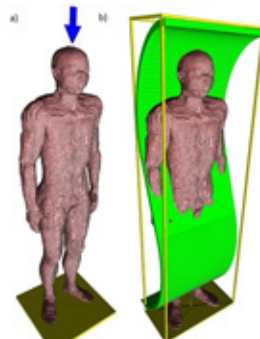
Koncepci a přesnost technik hodnocení nehomogenní expozice lze ověřovat pomocí příkladů.

##### *a) Příklad 1: Prostorové průměrování pole při expozici odražené rovinné vlně*

Pokud odražená elektromagnetická vlna interferuje s přicházející vlnou, může vzniknout stojaté vlnění. V některých místech se intenzita pole vyruší, zatímco maxima stojatých vln elektrického pole jsou dvojnásobná. Tato situace je zobrazena na obrázku D11.

Zde je pracovník vystaven horizontálně polarizovanému poli shora, přičemž vektor pole má orientaci zřepředu dozadu. Vlna se odráží od vodivé uzemněné plochy zpět do oblasti, kde se nachází pracovník. Je-li v této oblasti provedeno jediné měření, je získána hodnota mezi nulou a maximální hodnotou pole. Je tedy velmi pravděpodobné, že toto jediné měření bude s ohledem na situaci expozice nereprezentativní. Na obrázku D12 je zobrazen výsledek působení tohoto stojatého vlnění při frekvenci 200 MHz na pracovníka. Je patrné, že poloha absorpce je určena především polohami maxim a minim stojatých vln.

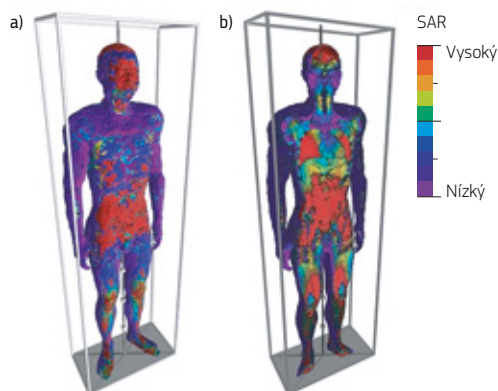
**Obrázek D11 Příklad 1: model lidského těla vystavený elektromagnetickému poli odraženému zpět do oblasti, kde se nachází člověk. Tato oblast je zobrazena jako žluté pole. Stojaté vlnění je znázorněno zeleně**



$$E_{spa} = \left[ \frac{\int E^2(z) dz}{\int dz} \right]^{\frac{1}{2}} \quad \text{(rovnice 6)}$$

Integrál v rovnici 6 nám dává přesnou odpověď na hodnotu lineárně zprůměrovaného pole v oblasti, kde se nachází pracovník.

**Obrázek D12 Příklad 1 Diagramy SAR: rozložení SAR a) v celém těle a b) v řezech modelem lidského těla při expozici vodorovně polarizovanému elektrickému poli orientovanému zpředu dozadu, ozáření rovinnou vlnou při 200 MHz shora při uzemnění**



Jelikož se pro výpočet prostorově zprůměrovaného pole používá konečný počet měření, lze očekávat, že čím více měření je provedeno, tím je tato hodnota bližší přesnému řešení vypočítanému pomocí integrálu. Toto platí obecně, avšak pro hodnocení dodržení hodnot postačí přibližně deset měření. Rozdíly mezi přesnou hodnotou prostorově zprůměrovaného elektrického pole a hodnotou vypočítanou pomocí  $x$  měření jsou zpravidla malé, a to i při provedení pouze několika měření. Výjimkou je případ, kdy se poblíž měřené hodnoty nachází uzel stojaté vlny.

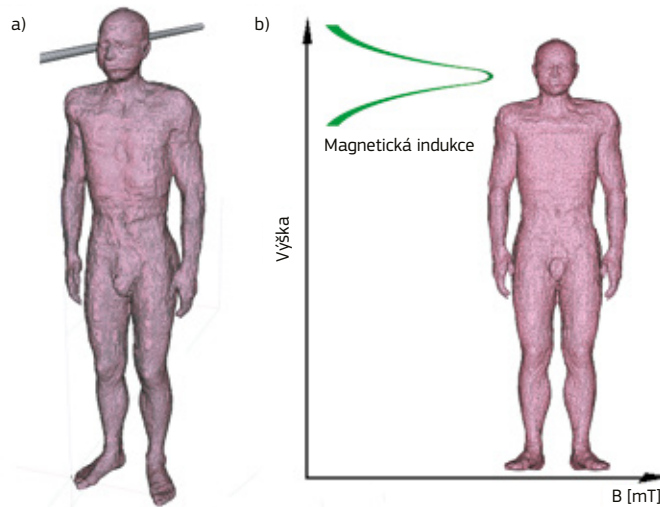
I když lze prostorově zprůměrované pole vyjádřit pomocí deseti měření, více měření poskytuje přesnější hodnotu pro velikost tohoto pole. Proto se doporučuje používat pokud možno moderní měřicí zařízení, které je schopno provádět 200 až 300 měření podél délky těla (např. sonda pohybující se 10 sekund s použitím záznamové frekvence 32 datových bodů za sekundu poskytuje 320 měření), protože je zřejmé, že čím více měření, tím větší je stupeň přesnosti.

Je-li zdroj elektromagnetického pole umístěn poblíž těla, výsledné pole v oblasti, kde se tělo nachází, může být nehomogenní. Příkladem je vodič umístěný v blízkosti hlavy (obrázek D13).

**b) Příklad 2: Prostorové průměrování pole při expozici vodiči 50 Hz**

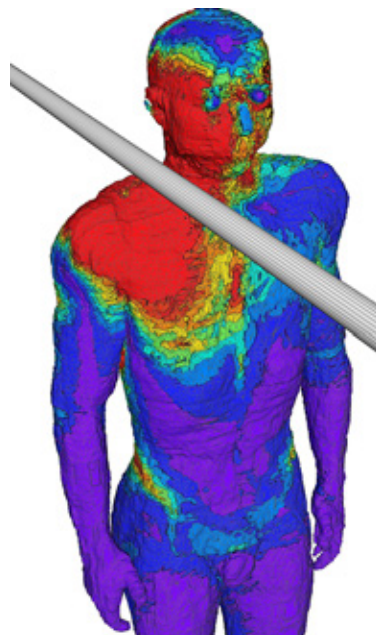
Na obrázku D14 je zobrazeno rozložení indukovaného elektrického pole při expozici rovnému vodiči 50 Hz v úrovni hlavy. Jak je vidět, absorpce elektromagnetického pole je většinou lokalizována v oblasti hlavy a ramen.

**Obrázek D13 Příklad 2: a) model lidského těla vystavený rovnému vodiči, b) proměnlivost výsledného pole v závislosti na výšce**



Výzkum ukázal, že doporučení provádět tři měření postačuje v rozsahu nejvyšších přípustných hodnot pro lokalizované zdroje. Rozdíl při použití tří bodů v oblasti hlavy a nekonečného počtu bodů pro tento příklad 50 Hz je přibližně 8 %. Tento rozdíl lze samozřejmě v případě potřeby zlepšit provedením více měření podél kolmice s jednotnými rozestupy.

**Obrázek D14 Příklad 2: rozložení indukovaného elektrického pole při expozici vodiči 50 Hz umístěnému poblíž hlavy**





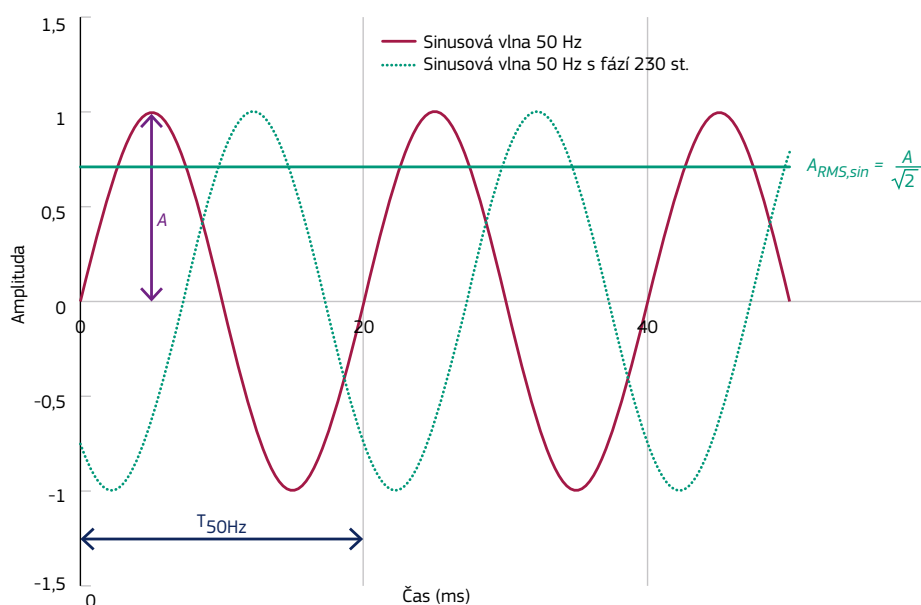
### Nejdůležitější informace: prostorové průměrování

Pro účely prostorového průměrování obvykle postačují tři měřicí body v případě hodnocení expozice nízké frekvenci nebo deset měřicích bodů v případě radiofrekvenčních polí. S každým dalším měřicím bodem lze dosáhnout jen čím dál menšího zlepšení přesnosti, takže obecně není nutné používat více než deset bodů. Je-li prostorové průměrování podél přímky pro danou situaci expozice obtížné, lze použít jedinou maximální naměřenou intenzitu pole.

## D.3 Hodnocení expozice více frekvencím

Jak bylo uvedeno v kapitole 3 a dodatku A, vnější časově proměnná, nízkofrekvenční elektrická a magnetická pole indukují vnitřní elektrická pole. Změna pole v průběhu času je popsána tvarem vlny. Pro vnější pole popsané jednoduchou sinusovou vlnou (obrázek D15) je indukované elektrické pole v těle úměrné amplitudě vnějšího pole a jeho frekvenci.

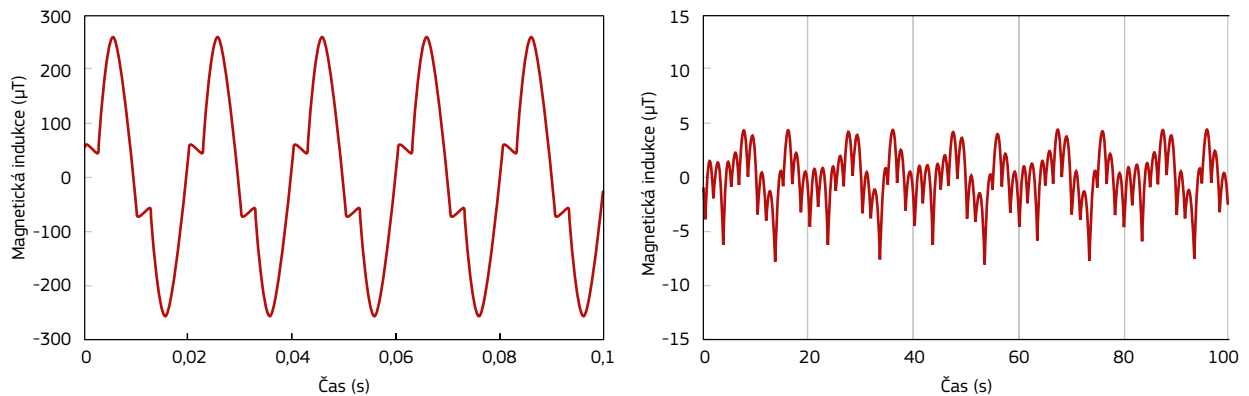
**Obrázek D15 Sinusová vlna o frekvenci 50 Hz. Sinusové vlny jsou periodické a mají frekvenci  $f$  odpovídající  $1/T$ , kde  $T$  je perioda tvaru vlny (např.  $T = 20$  ms pro sinusovou vlnu 50 Hz). Efektivní hodnota (RMS) sinusové vlny je dána maximální amplitudou dělenou  $\sqrt{2}$ . Účinkem fáze sinusové vlny je její posunutí podél časové osy**



Zdroje elektrického a magnetického pole s frekvencí nižší než 10 MHz mají poměrně často tvar vlny, který se odlišuje (někdy podstatně) od dokonalé sinusoidy (obrázek D15), nicméně je ale periodický (obrázek D16). To znamená, že tvar vlny se v čase opakuje. Tyto složité tvary vln vznikají složením řady sinusových vln s různými frekvencemi, které se zpravidla označují jako spektrální složky. Pro daný tvar vlny je každá z těchto spektrálních složek popsána amplitudou a fází. Analogicky lze určitou barvu rozložit na různá množství primárních barev (červená, zelená a modrá). Barva představuje tvar vlny, červená, zelená a modrá jsou spektrální složky a intenzita každé primární barvy je amplitudou každé spektrální složky. Vlnové spektrum poskytuje spektrální informace (frekvence, amplitudy, fáze) a obvykle se získává Fourierovou analýzou tvaru vlny nebo

přímo měřením pomocí úzkopásmových přístrojů (i když druhá možnost nemusí nutně poskytnout informace o fázi).

**Obrázek D16** Příklad složitých tvarů vln magnetické indukce kolem systémů na zjišťování prasklin. Vpravo byla perioda 20 ms zvýrazněna svíslými tečkovanými linkami mřížky



### D.3.1 Netepelné účinky (> 1 Hz až 10 MHz)

Hodnocení dodržení referenčních hodnot (a nejvyšších přípustných hodnot) v nízkofrekvenčním pásmu (pod 10 MHz) lze provádět různými způsoby, přičemž některé metody jsou konzervativnější než jiné, ale jednodušší.



#### Nejdůležitější informace: hodnocení vícenásobných frekvencí

Metoda filtrace v časové oblasti je referenční metodou doporučenou směrnici o EMP, i když lze používat alternativní metody, pokud poskytují široce ekvivalentní (nebo konzervativnější) výsledky, jako např. metoda vícenásobných frekvencí popsána v oddíle D3.1.2.

#### D.3.1.1 Metoda filtrace v časové oblasti

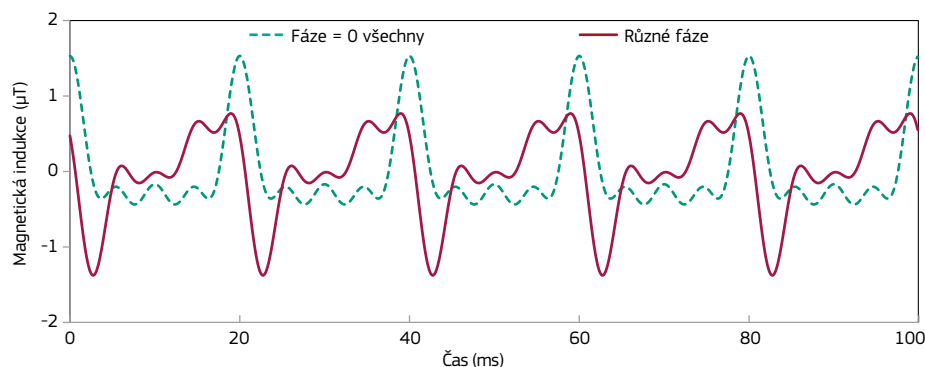
Metoda filtrace v časové oblasti je metodou, která zohledňuje amplitudu i fáze spektrálních složek, které vytvářejí signál (viz obrázek D17, který zobrazuje účinek fází složek spektra na tvar vlny a index expozice). Nazývá se metodou filtrace v časové oblasti, protože tvar vlny je vážen podle frekvenčně závislých referenčních hodnot a maximální amplituda váženého tvaru vlny udává index expozice. Vážení (nebo filtrování) lze provádět buď ve frekvenční oblasti, nebo v časové oblasti. Tato metoda je rovněž vhodná pro hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky i nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví.



#### Nejdůležitější informace: index expozice (EI)

Index expozice představuje pozorovanou expozici vydělenou mezní hodnotou. Je-li index expozice menší než jedna, znamená to, že expozice nepřekračuje stanovené hodnoty.

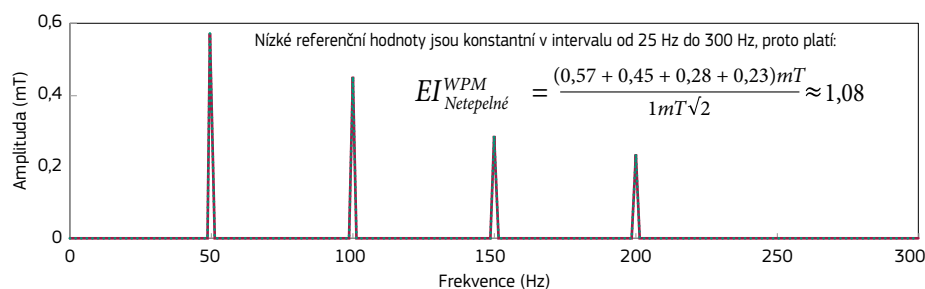
**Obrázek D17** Příklad účinku fází spektrálních složek na tvar vlny (horní graf). Obě vlny jsou složeny z kosinových vln o frekvencích 50 Hz, 100 Hz, 150 Hz a 200 Hz (dolní graf). Jediným rozdílem mezi oběma tvary vln je, že u jedné byly všechny fáze čtyř spektrálních složek nastaveny na hodnotu 0 (tečkovaná zelená čára), kdežto fáze tří spektrálních složek druhé vlny (souvislá červená čára) byly změněny (prostřední graf)



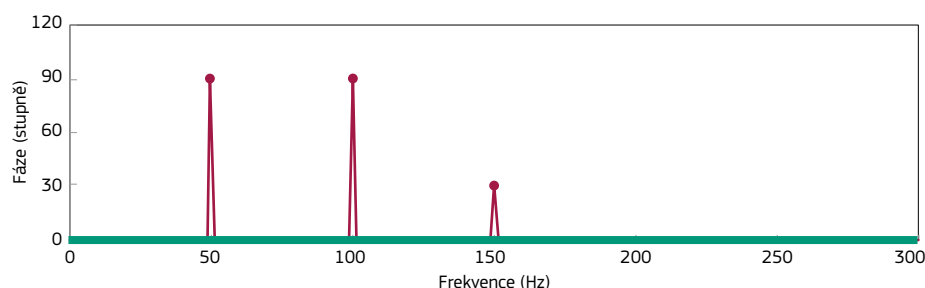
Nízké referenční hodnoty jsou konstantní v intervalu od 25 Hz do 300 Hz, proto pro nízké referenční hodnoty platí:

$$\text{Všechny fáze 0: } EI_{\text{Netepelné}}^{\text{WPM}} = \frac{1,53\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 1,08 \Rightarrow \text{Stanovené hodnoty nejsou dodrženy}$$

$$\text{Různé fáze: } EI_{\text{Netepelné}}^{\text{WPM}} = \frac{1,38\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 0,97 \Rightarrow \text{Stanovené hodnoty jsou dodrženy}$$



$$\text{Nízké referenční hodnoty jsou konstantní v intervalu od 25 Hz do 300 Hz, proto platí: } EI_{\text{Netepelné}}^{\text{WPM}} = \frac{(0,57 + 0,45 + 0,28 + 0,23)\text{mT}}{1\text{mT}\sqrt{2}} \approx 1,08$$

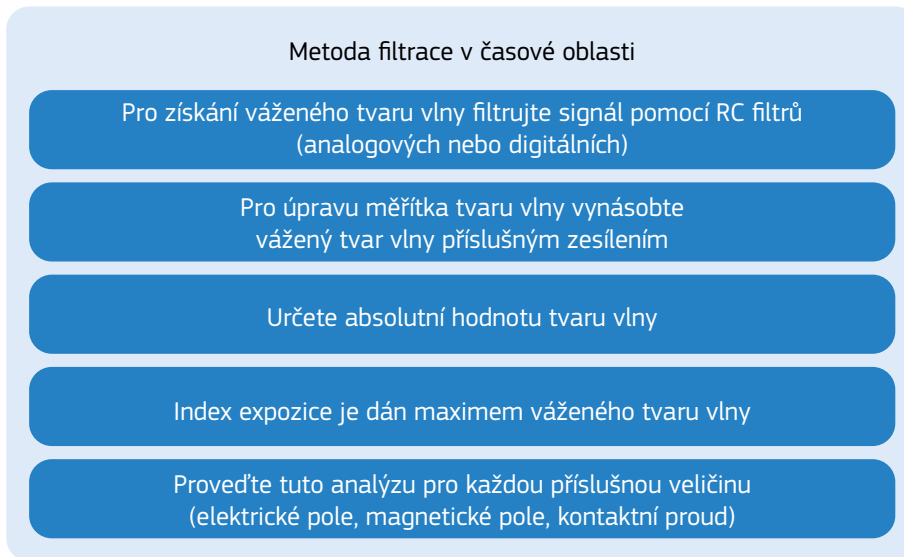


### Metoda filtrace v časové oblasti

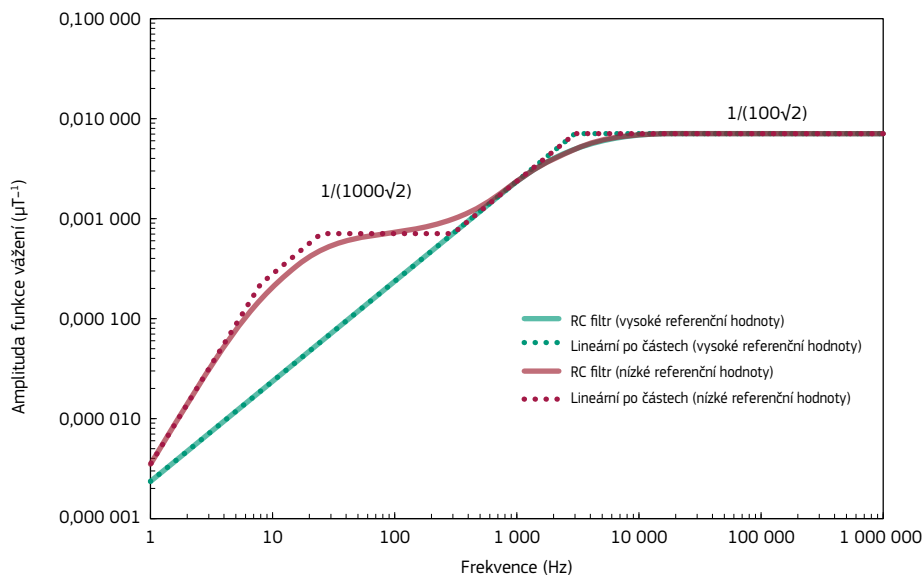
Při použití metody filtrace v časové oblasti se vážení provádí pomocí RC filtrů s frekvenčně závislým zesilováním, které odrážejí závislost referenčních hodnot na amplitudě a frekvenci (obrázek D18). Při použití RC filtrů se sice na rozdíl od po částech lineárních hodnot uvedených ve směrnici (1) (obrázky D19 a D20) vyskytují mírné rozdíly v amplitudě a fázi filtru, avšak tyto filtry poskytují realističtější znázornění biologického chování, přičemž ICNIRP tyto rozdíly považuje za přijatelné [ICNIRP 2010, Jokela 2000].

(1) Po částech lineární amplituda filtru je dána inverzí referenční hodnoty, zatímco po částech lineární fáze filtru je dána rovnicí 7.

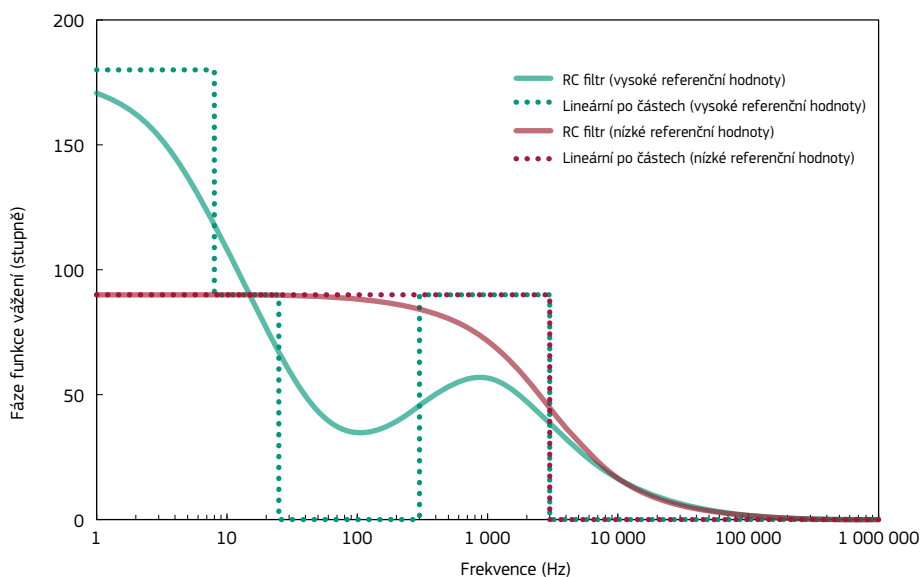


**Obrázek D18** Kroky výpočtu při aplikaci metody filtrace v časové oblasti

Filtrování v časové oblasti lze provádět pomocí následného zpracování naměřeného tvaru vlny nebo digitálně, např. pomocí nějakého běžně dostupného zařízení s touto filtrační schopností (funkce je někdy nazývána tvarovanou časovou oblastí). Při použití běžně dostupného zařízení by měl uživatel zajistit, aby toto zařízení používalo příslušnou sadu referenčních hodnot (na rozdíl od jiných standardů nebo metod expozice).

**Obrázek D19** Amplituda funkce vážení pro metodu filtrace: po částech lineární hodnoty používané ve frekvenční oblasti (definované v následující části) a přibližné hodnoty (RC filtr) používané v časové oblasti

**Obrázek D20** Fáze funkce vážení pro metodu filtrace: po částech lineární hodnoty používané ve frekvenční oblasti (definované v následující části) a přibližné hodnoty (RC filtr) používané v časové oblasti



### Metoda filtrace ve frekvenční oblasti

Jednotlivé kroky metody filtrace ve frekvenční oblasti jsou zobrazeny na obrázku D21 a popsány v pokynech ICNIRP 2010 (ICNIRP2010). Pro výpočet váženého tvaru vlny je amplituda každé spektrální složky vydělena příslušnými referenčními hodnotami (nebo nejvyššími přípustnými hodnotami, patří-li sledované amplitudy vnitřním elektrickým polím) a k fázi každé spektrální složky je přidána fáze. Vážený spektrální údaj je potom převeden zpět do časové oblasti takto:

$$EI_{non-thermal}^{WP} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_f \frac{|A_f|}{AL_f \sqrt{2}} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{rovnice 7}$$

Kde  $|A_f|$  a  $\theta_f$  jsou špičková amplituda (intenzita elektrického pole nebo magnetická indukce) a fáze spektrální složky při frekvenci  $f$  a  $AL_f$  je příslušná referenční hodnota při této frekvenci. Fáze  $\varphi_f$  je funkcí frekvence a je definována v dodatku pokynů ICNIRP 2010 (ICNIRP 2010):

$$\varphi_f = \begin{cases} 180^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f^2 \\ 90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto 1/f \\ 0^\circ, f \text{ or } AL_f = \text{konstantní } (\propto f^0) \\ -90^\circ, f \text{ or } AL_f \propto f \end{cases} \quad \text{rovnice 8}$$

### Obrázek D21 Kroky výpočtu při aplikaci metody filtrace ve frekvenční oblasti



Jedná se o hodnoty lineární po částech, jak je znázorněno na obrázku D20. Jak bylo zmíněno výše, tato metoda je vhodná pro hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky i nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví. Pro hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot jsou  $|A_f|$  a  $\theta_f$  amplituda a fáze indukovaných (vnitřních) elektrických polí a referenční hodnoty jsou nahrazeny nejvyššími přípustnými hodnotami v rovnici 7 a rovnici 8. Stejně jako ve výpočtech netepelných účinků je při použití nejvyšších přípustných hodnot z rovnice odstraněna hodnota  $\sqrt{2}$ , protože nejvyšší přípustné hodnoty jsou definovány jako špičkové hodnoty, nikoli jako efektivní hodnoty.

#### D.3.1.2 Alternativní metoda: pravidlo vícenásobných frekvencí

Alternativní metodou k metodě filtrace je pravidlo vícenásobných frekvencí, které je jednodušší, ale konzervativnější než metoda filtrace. Je-li pravděpodobné, že expozice bude při nízkých frekvencích blízka referenčním hodnotám (nebo nejvyšším přípustným hodnotám), nemusí být tato metoda vhodná, protože často vede k velmi konzervativnímu hodnocení, jelikož nebere v úvahu fáze spektrálních složek a předpokládá, že sinusové vlny spektrálních složek se ve stejný časový okamžik překrývají, takže se celkové pole silně mění v závislosti na čase [ICNIRP 2010].

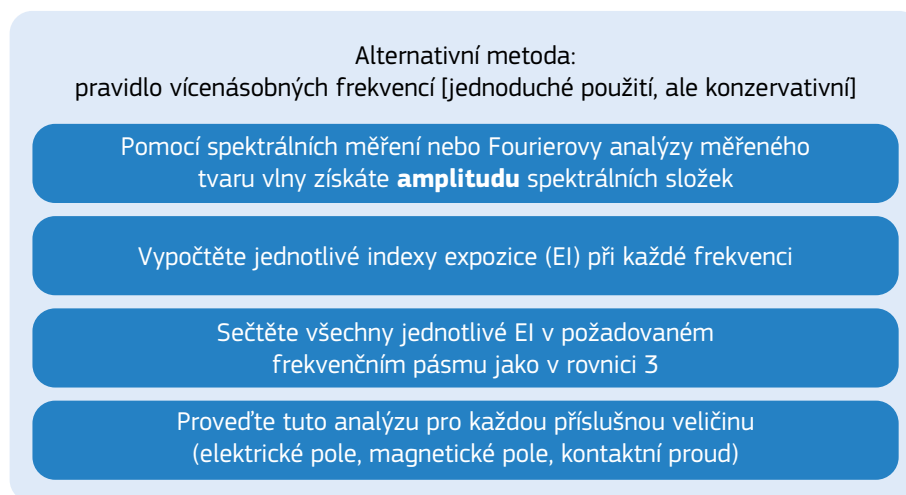
Pro metodu vícenásobných frekvencí se použijí rovnice 3 až 6 uvedené v pokynech ICNIRP [ICNIRP 2010], i když místo referenčních úrovní a základních omezení je třeba v daném pořadí používat referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty:

$$EI_{non-thermal, X}^{MFR} = \sum_{f=1 \text{ Hz}}^{10 \text{ MHz}} \frac{X_f}{AL(X)_f} \quad \text{rovnice 9}$$

kde  $X_f$  je amplituda (efektivní hodnota) vnější naměřené (nebo vypočtené) veličiny při frekvenci  $f$  a  $AL(X)_f$  je příslušná referenční hodnota při frekvenci  $f$ . Příslušnou referenční hodnotou se rozumí referenční hodnota při frekvenci spektrální složky, ale rovněž druh referenční hodnoty potřebný pro hodnocení (intenzita elektrického pole, magnetická indukce, nízká referenční hodnota, vysoká referenční hodnota, referenční hodnota pro kontaktní proud), jak je vymezeno v tabulce B2 v příloze II směrnice. Při posuzování

na základě nejvyšších přípustných hodnot je  $X_f$  amplituda intenzity indukovaného elektrického pole (**špičkové hodnoty**, nikoli efektivní hodnoty) při frekvenci  $f$  a za  $AL(X_f)$  se dosadí  $ELV_f$ . Obrázek D22 zobrazuje kroky výpočtu indexu expozice pomocí metody sčítání vícenásobných frekvencí.

### Obrázek D22 Kroky výpočtu pro pravidlo vícenásobných frekvencí



Metoda sčítání vícenásobných frekvencí je poměrně jednoduchá a existuje řada přístrojů, jež toto hodnocení umí v souladu s pokyny ICNIRP provádět automaticky. Tyto přístroje jsou vhodné pro hodnocení dodržení referenčních hodnot za předpokladu, že pracují s odpovídající sadou referenčních hodnot. Tato metoda je rovněž vhodná pro hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky i nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví.

Tabulky 5a až 5d poskytují srovnání indexů expozice získaných pomocí metody filtrace ve frekvenční oblasti (WPM), a pravidla vícenásobných frekvencí (MFR), a rovněž indexů expozice naměřených přímo pomocí běžně dostupné sondy s funkcí STD (metoda filtrace v časové oblasti).

### Tabulka D5a Bodová svářečka 50 Hz (50 kVA). Měření byla prováděna ve vzdálenosti 0,3 m ve stejné výšce jako bod sváření

Metoda	Nízké referenční hodnoty	Vysoké referenční hodnoty	Referenční hodnoty pro končetiny
MFR <sup>a</sup>	3,18	1,70	0,57
WPM <sup>a</sup>	0,94	0,45	0,15
STD <sup>b</sup>	0,83	0,34	0,13

<sup>a</sup> Výpočty byly prováděny ve frekvenční oblasti ze záznamu s  $N = 4\,096$ ,  $T = 0,84$  s (tj. maximální uvažovaná frekvence byla zhruba 2 kHz).

<sup>b</sup> Měření STD bylo prováděno pomocí zařízení s frekvenčním rozsahem 1 Hz až 400 kHz.

**Tabulka D5b Svářečka 2 kHz (měření byla prováděna ve vzdálenosti 0,33 m od středu svařovací svorky)**

Metoda	Nízké referenční hodnoty	Vysoké referenční hodnoty	Referenční hodnoty pro končetiny
MFR <sup>a</sup>	4,52	3,44	1,15
WPM <sup>a</sup>	1,08	0,81	0,27
STD <sup>b</sup>	—	1,00	—

<sup>a</sup> Výpočty byly prováděny ve frekvenční oblasti ze záznamu s N = 4 096, T = 0,5 s (tj. maximální uvažovaná frekvence byla 4 kHz).

<sup>b</sup> Měření STD bylo prováděno pomocí zařízení s frekvenčním rozsahem 1 Hz až 400 kHz.

**Tabulka D5c Transkraniální magnetický stimulátor (TMS)**

Metoda	Nízké referenční hodnoty	Vysoké referenční hodnoty	Referenční hodnoty pro končetiny
MFR <sup>a</sup>	21,88	21,81	7,27
WPM <sup>a</sup>	13,43	13,23	4,41
STD <sup>b</sup>	—	12,22	4,11

<sup>a</sup> Výpočty byly prováděny ve frekvenční oblasti ze záznamu s T = 5 ms (tj. maximální uvažovaná frekvence byla 409 kHz).

<sup>b</sup> Měření STD bylo prováděno pomocí zařízení s frekvenčním rozsahem 1 Hz až 400 kHz.

**Tabulka D5d Švová svářečka 100 kVA (měření byla prováděna ve vzdálenosti 28 cm před a pod bodem sváření)**

Metoda	Nízké referenční hodnoty	Vysoké referenční hodnoty	Referenční hodnoty pro končetiny
MFR <sup>a</sup>	4,30	2,59	0,86
WPM <sup>a</sup>	1,09	0,61	0,20
STD <sup>b</sup>	1,13	0,59	0,16

<sup>a</sup> Výpočty byly prováděny ve frekvenční oblasti ze záznamu s T = 333 ms (maximální uvažovaná frekvence byla 6,1 kHz).

<sup>b</sup> Měření STD bylo prováděno pomocí zařízení s frekvenčním rozsahem 1 Hz až 400 kHz.

Existují-li nezanedbatelné spektrální složky o frekvenci za hranicí 100 kHz, je třeba zohlednit tepelné účinky a posuzovat je nezávisle na netepelných účincích. Toto téma bude námětem další části.

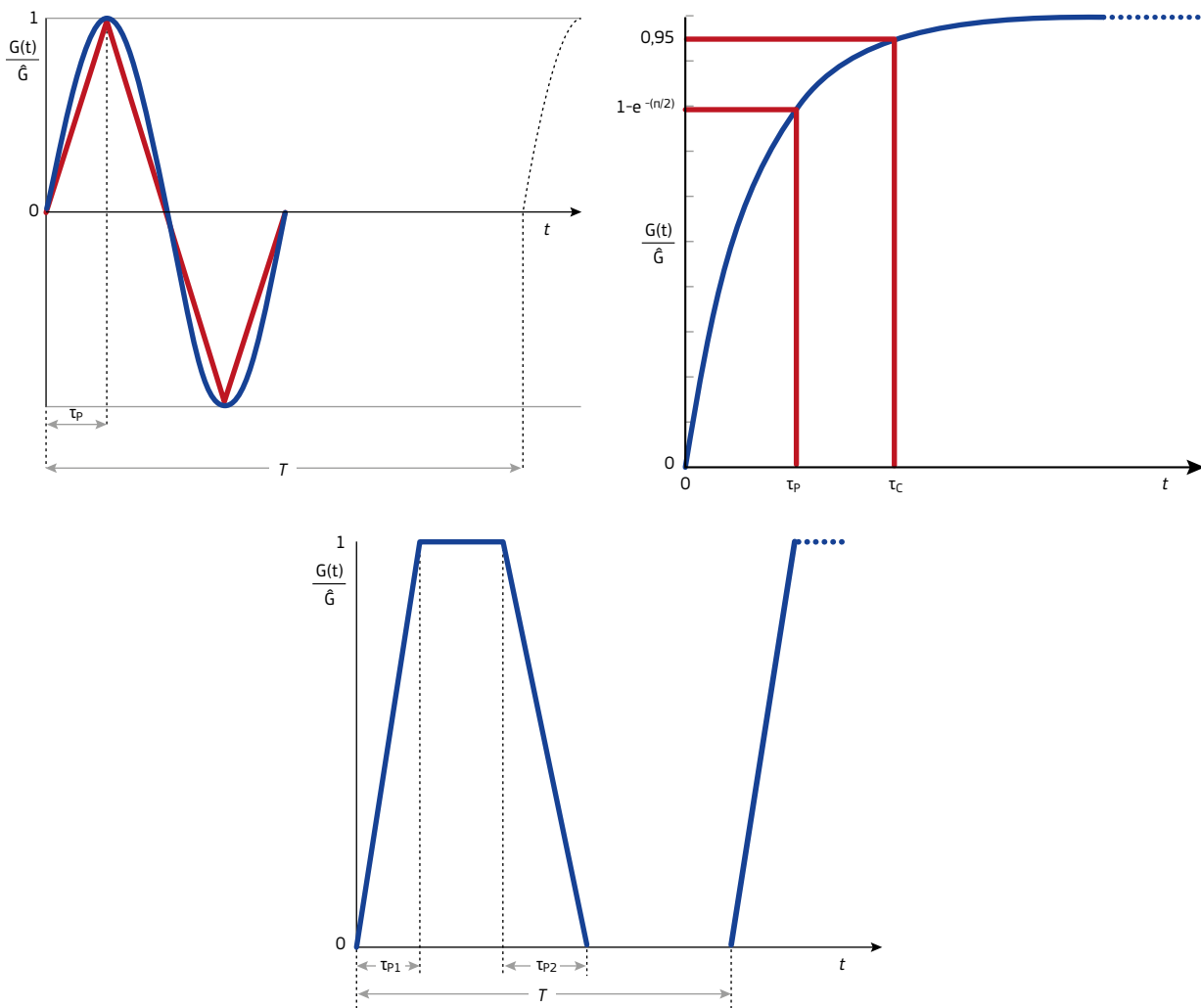
### D.3.1.3 Alternativní metoda: Jednoduché hodnocení na fyziologickém základě

V časové oblasti lze pulzní pole rozdělit na části sinusových, lichoběžníkových, trojúhelníkových nebo exponenciálních jednoduchých, vícenásobných nebo konstantních složek polí (viz obrázek D23). S ohledem na tuto skutečnost lze provádět zjednodušené hodnocení v nízkofrekvenční oblasti pomocí níže popsaných parametrů (Heinrich, 2007). Metoda je založena na fyziologii, zejména na mechanismu stimulace, takto:

- 1) Stimulační účinky připadají v úvahu pouze při překročení dobře definované mezní hodnoty.
- 2) Pulzy pod touto mezní hodnotou nemohou vytvářet žádné podněty, i když jsou velmi dlouhé.
- 3) Jsou-li pulzy velmi krátké, jsou potřebné vyšší intenzity.

Postup hodnocení je uveden v předpise o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci německé profesní organizace Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung (BGV B11, 2001). Je však třeba poznamenat, že v tomto předpise z roku 2001 nejsou použity referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty, s nimiž pracuje nová směrnice 2013/35/EU.

**Obrázek D23** Křivky signálů (pulzy) sinusového (vlevo nahoře), exponenciálního (vpravo nahoře) a lichoběžníkového nebo trojúhelníkového (dole) tvaru



Pole související s těmito typy křivek signálu (obrázek D23) jsou popsána následujícími dodatečnými parametry:

$G$  Místo veličiny  $G$  se použije intenzita elektrického pole  $E$ , intenzita magnetického pole  $H$  nebo magnetická indukce  $B$ .

$G(t)$  označuje funkci času,  $\hat{G}$  špičkovou hodnotu.

$T$  Trvání pulzu nebo šířka pulzu s následujícím přerušením

$\tau_p$  Trvání změny pole pro sinusové, trojúhelníkové nebo lichoběžníkové křivky signálu od nuly do kladné nebo záporné špičkové hodnoty nebo od kladné nebo záporné špičkové hodnoty do nuly. Zjišťování hodnoty  $\tau_p$  pro exponenciální křivky signálu se provádí podle výše uvedeného grafu. Pokud se jednotlivé doby trvání  $\tau_{pi}$  liší, použijí se všechny tyto hodnoty  $\tau_{pi}$  pro další výpočty.

$T_I$	Integrační doba, kde $T_I = \begin{cases} T & \text{kde } T \leq 1 \text{ s} \\ 1 \text{ s} & \text{ve všech ostatních případech} \end{cases}$
$\tau_{pmin}$	Nejmenší hodnota ze všech dob trvání $\tau_{pi}$ : $\tau_{pmin} = \min_i(\tau_{pi})$
$\tau_c$	Pomocná veličina pro definování exponenciálních křivek signálu. Pokud se jednotlivé doby trvání $\tau_{ci}$ liší, použijí se všechny tyto hodnoty $\tau_{ci}$ pro další výpočty.
$\tau_D$	Součet časů všech změn pole i během časového intervalu $T_I$ pro: — sinusové, trojúhelníkové, lichoběžníkové křivky signálu: $\tau_D = \sum_i \tau_{pi}$ — exponenciální křivky signálu: $\tau_D = \sum_i \tau_{ci}$
$f_p$	Frekvence změny pole, kde: $f_p = \frac{1}{4 \cdot \tau_{pmin}}$
$V, V_{max}$	Faktor vážení, maximální faktor vážení $V = \begin{cases} \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} & \text{kde } \sqrt{\frac{T_I}{\tau_D}} \leq V_{max} \\ V_{max} = 2.6 & \text{ve všech ostatních případech} \end{cases}$
$\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max}$	Maximální hodnota časové derivace magnetické indukce $\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,max} = \omega \hat{B} \cdot V = 2\pi \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$
$\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean}$	Střední hodnota časové derivace magnetické indukce $\left  \frac{dB(t)}{dt} \right _{p,mean} = \frac{\omega \hat{B} \cdot V}{\pi/2} = 4 \cdot f_p \sqrt{2} \cdot B \cdot V$

**Tabulka D6 Referenční hodnoty maximální hodnoty časové derivace magnetické indukce  $\left| \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$  v (T/s) podle tabulky B2 směrnice 2013/35/EU**

Frekvenční pásmo	Nízká referenční hodnota	Vysoká referenční hodnota	Referenční hodnota pro expozici končetin lokálnímu magnetickému poli
1 Hz < $f_p$ < 8 Hz	$1,8 \cdot V/f_p$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
8 Hz < $f_p$ < 25 Hz	$0,2 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
25 Hz < $f_p$ < 300 Hz	$0,01 \cdot f_p \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
300 Hz < $f_p$ < 3 kHz	$2,7 \cdot V$	$2,7 \cdot V$	$8 \cdot V$
3 kHz < $f_p$ < 10 MHz	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,001 \cdot f_p \cdot V$	$0,003 \cdot f_p \cdot V$

**Tabulka D7** Referenční hodnoty střední hodnoty časové derivace magnetické indukce  $\left. \frac{dB(t)}{dt} \right|_{p,mean}$  v (T/s) podle tabulky B2 směrnice 2013/35/EU, zprůměrováno přes časový interval  $\tau_p$

Frekvenční pásmo	Nízká referenční hodnota	Vysoká referenční hodnota	Referenční hodnota pro expozici končetin lokálnímu magnetickému poli
1 Hz < $f_p$ < 8 Hz	$1,15 \cdot V/f_p$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
8 Hz < $f_p$ < 25 Hz	$0,13 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
25 Hz < $f_p$ < 300 Hz	$6 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
300 Hz < $f_p$ < 3 kHz	$1,7 \cdot V$	$1,7 \cdot V$	$5,1 \cdot V$
3 kHz < $f_p$ < 10 MHz	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$6 \cdot 10^{-4} \cdot f_p \cdot V$	$2 \cdot 10^{-3} \cdot f_p \cdot V$

Použití referenčních hodnot pro tento postup znamená, že budou dodrženy nejvyšší přípustné hodnoty podle směrnice 2013/35/EU.

Faktory vážení  $V$ ,  $V_{max}$  a tabulky referenčních hodnot pro tento postup hodnocení jsou přizpůsobeny požadavkům směrnice 2013/35/EU.

### D.3.2 Tepelné účinky (100 kHz až 300 GHz)

#### D.3.2.1 Hodnocení na základě referenčních hodnot

Pro elektromagnetická pole s nezanedbatelnými spektrálními složkami o frekvenci vyšší než 100 kHz se tepelné účinky považují za významné a celkový EI pro tepelný účinek vyplývá z [ICNIRP 1998]:

$$EI_{thermal,X} = \sum_{f=100 \text{ kHz}}^{300 \text{ GHz}} \frac{X_f^2}{AL(X)_{thermal,f}^2} \quad \text{rovnice 10}$$

kde  $X_f$  je amplituda (efektivní hodnota) při frekvenci  $f$ , a  $X$  je intenzita elektrického pole, magnetická indukce nebo kontaktní proud.  $AL(X)_{thermal,f}$  je referenční hodnota pro tepelné účinky při frekvenci  $f$  podle definice v tabulce B1, B2 a B3 přílohy III směrnice. Hodnotí-li se intenzita pole, musí  $X_f^2$  být průměrem v intervalu šesti minut pro frekvence nižší než 6 GHz nebo po dobu trvání danou  $\tau = 68/f^{1.05}$  (kde  $f$  se uvádí v GHz) pro frekvence nad 6 GHz. V případě kontaktních proudů se součet provádí pouze pro frekvence od 100 kHz do 110 MHz a nevyžaduje se žádné časové průměrování.

Strmost tvaru vlny EMP neovlivňuje zahřívání tkání, a proto se pro hodnocení dodržení referenčních hodnot pro zabránění tepelným účinkům nepoužívá metoda filtrace.

U RF pulzů s nosnými frekvencemi nad 6 GHz musí mít nejvyšší hustota zářivého toku zprůměrovaná přes šířku pulzu hodnotu nižší než  $50 \text{ kWm}^{-2}$ , což je tisícnásobek referenční hodnoty pro hustotu zářivého toku (tabulka B1, příloha III směrnice).

Stejně jako v případě výpočtu netepelných účinků, kdy se vnější pole podél výšky těla pracovníka značně mění, může být nutné použít prostorové průměrování hodnot expozice platných pro danou část těla, jež se u použité mezní hodnoty uvádí. Toto téma bylo námětem předchozího oddílu (oddíl D2).



### Hodnocení na základě referenčních hodnot pro proud končetinami (10 MHz–110 MHz)

Pro hodnocení proudu končetinami se použije stejná rovnice jako pro elektrická a magnetická pole s tím rozdílem, že se posuzují pouze frekvence od 10 MHz do 110 MHz. Hodnota  $I_{L,f}^2$  tj. druhá mocnina proudu končetinami při frekvenci  $f$ , musí být průměrována přes interval šesti minut.

#### D.3.2.2 Hodnocení na základě nejvyšších přípustných hodnot

### Hodnocení na základě nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (100 kHz–300 GHz)

Jak je popsáno v pokynech ICNIRP [ICNIRP 1998], index expozice pro tepelné účinky na zdraví je dán rovnicí:

$$EI_{thermal,ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=100\text{ kHz}}^{6\text{ GHz}} W_i \langle SAR_f \rangle + \frac{1}{ELV(S)} \sum_{f>6\text{ GHz}}^{300\text{ GHz}} \langle S_f \rangle \quad \text{rovnice 11}$$

kde:

$\langle SAR_f \rangle$  je měrný absorbovaný výkon (SAR) při frekvenci  $f$  (ve W/kg) průměrovaný pro interval šesti minut.

$ELV(SAR)$  je nejvyšší přípustná hodnota pro měrný absorbovaný výkon (SAR) ve  $W\text{ kg}^{-1}$ , jak je uvedeno v tabulce A1 přílohy III směrnice.

$\langle S_f \rangle$  je hustota zářivého toku při frekvenci  $f$  (ve  $Wm^{-2}$ ) průměrovaná přes kterýchkoli 20  $cm^2$  exponované plochy a přes interval daný výrazem  $\tau = 68/f^{1.05}$  minutes (kde  $f$  je v GHz).

$ELV(S)$  je nejvyšší přípustná hodnota pro hustotu zářivého toku odpovídající 50  $Wm^{-2}$ , jak je uvedeno v tabulce A1 přílohy III směrnice.

Při hodnocení lokálního SAR je třeba tuto veličinu zprůměrovat přes kterýchkoli 10 g souvislé tělesné tkáně, a nikoli přes celou výšku těla. Tímto způsobem zjištěná nejvyšší hodnota SAR se dosadí do rovnice 10. Více informací o průměrování naleznete v části D2.

### Hodnocení na základě nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky (300 MHz–6 GHz)

Smyslové sluchové účinky mohou být důsledkem expozice hlavy pulznímu mikrovlnnému záření s frekvencí od 300 MHz do 6 GHz. Aby k těmto účinkům nedocházelo, musí být dodrženy nejvyšší přípustné hodnoty pro měrnou absorbovanou energii, kdy je index expozice dán rovnicí:

$$EI_{auditory\ ELV} = \frac{1}{ELV(SAR)} \sum_{f=300\text{ MHz}}^{6\text{ GHz}} SA_f \quad \text{rovnice 12}$$

kde:

$SA_f$  je měrná absorbovaná energie (SA) při frekvenci  $f$  v hlavě (v  $J\text{ kg}^{-1}$ ). Tato hodnota se rovná nejvyšší z hodnot průměrovaných přes 10 g tkáně, a  $ELV(SA)$  je rovna 10  $mJ\text{ kg}^{-1}$ .

### D.3.3 Hodnocení EMP s frekvencemi od 100 kHz do 10 MHz

Při výskytu RF signálů s frekvencemi od 100 kHz do 10 MHz, včetně harmonických základních signálů s frekvencemi pod 100 kHz, je třeba prokázat dodržení mezních hodnot u netepelných i tepelných účinků. Lze to provádět porovnáním hodnot vnitřních polí s příslušnými nejvyššími přípustnými hodnotami, i když běžnější je porovnání hodnot vnějších polí s příslušnou referenční hodnotou.

Na obrázcích 6.2 a 6.7 je uvedeno, jaká hodnocení jsou požadována v závislosti na frekvenčním pásmu zdroje (aby byly dodrženy referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty). Vzhledem k frekvenčním vlastnostem zdroje přichází v mnoha případech v úvahu pouze jeden typ účinku (tepelný nebo netepelný), ale v případech, kdy se elektromagnetické pole zdroje nachází ve frekvenčním pásmu od 100 kHz do 10 MHz (zobrazeno červeně na obrázcích 6.2 a 6.7), přicházejí v úvahu oba účinky, a proto je požadováno dodržení mezních hodnot pro tepelné i netepelné účinky, jak je znázorněno v tabulce D8 (pro referenční hodnoty).

Uvažujme např. prostředí, kde byla prokázána expozice pracovníka základnímu signálu 75 kHz společně s významným zastoupením harmonických složek o frekvencích 225 kHz, 375 kHz a 525 kHz. Protože jsou všechny tyto frekvence nižší než 10 MHz, musí být zahrnuty do hodnocení indexu netepelné expozice pro elektrická pole, magnetická pole a případně kontaktní proudy ve všech stanovených frekvencích ve frekvenčním pásmu od 1 Hz do 10 MHz. Mohou sem patřit i příspěvky signálů síťové frekvence (50/60 Hz) a příslušné vyšší harmonické. Navíc musí být do hodnocení indexu tepelné expozice pro toto prostředí zahrnuty signály 225 kHz, 375 kHz a 525 kHz, protože tyto frekvence leží ve frekvenčním pásmu od 100 kHz do 300 GHz. Do výpočtu indexu tepelné expozice musí být zahrnuty i všechny ostatní frekvence zjištěné v tomto pásmu. Dodržení referenčních hodnot pro tepelné účinky lze posoudit pomocí hodnot pro intenzitu vnějšího elektrického nebo magnetického pole, avšak v relevantních případech se provádí i hodnocení indexu expozice kontaktního proudu. Všechny indexy expozice (netepelné, tepelné a kontaktní proud) musí být menší než jedna. V opačném případě musí být na pracovníka nebo zdroj uplatněna omezení, aby bylo zajištěno dodržení příslušných mezních hodnot. Je možné, že pokud nelze prokázat dodržení referenčních hodnot, lze přesto zjistit, že jsou dodrženy nejvyšší přípustné hodnoty, ačkoli náklady na tento postup mohou být značné.

**Tabulka D8 Neúplný seznam příkladů a souvisejících požadavků na dodržení referenčních hodnot na základě frekvenčního pásma zdroje. Zkratky a rovnice jsou vysvětleny v následujících částech**

Frekvenční pásmo zdroje	Měřené veličiny	Rovnice, které je třeba použít	Požadavky na dodržení referenčních hodnot	Příklad zdroje
1 Hz až 100 kHz	$B, E, I_c$	Eqn 6 nebo Eqn 8	$EI_{non-thermal,X}^M \leq 1$ $X = \{B, E, I_c\}$ a_ $M = \{(1) \text{ nebo } (2)\}$	Energetická přenosová vedení, indukce magnetických částic
100 kHz až 10 MHz	$B, E, I_c$	Eqn 6 nebo Eqn 8 a Eqn 9	<i>Stejně jako výše plus:</i> $EI_{thermal,X} \leq 1$ Pro $X = \{B, E, I_c\}$	Elektronický systém hlídání zboží, pozemní rozhlasové stanice AM, komunikační systémy po elektrické síti (PLC)
10 MHz až 110 MHz	$B, E, I_c, I_L$	Eqn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ Pro $X = \{B, E, I_c, I_L\}$	Pozemní rozhlasové stanice FM, svářečka plastů
110 MHz až 300 GHz	$B, E$ (pokud ve vzdáleném poli, pak $B$ nebo $E$ )	Eqn 9	$EI_{thermal,X} \leq 1$ Pro $X = \{B, E\}$ (pokud ve vzdáleném poli, pak $X = \{B \text{ nebo } E\}$ )	Mobilní komunikační pozemní stanice, vojenské radary

Je třeba zdůraznit, že netepelné účinky jsou okamžité, kdežto termoregulační procesy v těle znamenají, že tepelné účinky závisejí na trvání nebo zátěži expozice. Pro hodnocení netepelných účinků na zdraví se proto používá maximální okamžitá expozice, kdežto pro hodnocení tepelných účinků na zdraví směrnice o EMP umožňuje časové průměrování expozice v intervalu šesti minut a v intervalu  $\tau = 68/f^{0.05}$  minutes (kde  $f$  se udává v GHz) pro frekvence pod a nad 10 GHz v uvedeném pořadí. Prováděli se hodnocení na základě referenčních hodnot pro intenzitu magnetického pole, magnetickou indukci nebo proud končetinami, používá se časové průměrování s druhými mocninami hodnot.

## D.4 Hodnocení expozice statickým magnetickým polím

### D.4.1 Úvod

Hlavními účinky vyvolanými pohybem těla nebo částí těla ve statickém magnetickém poli jsou stimulace periferních nervů a přechodné smyslové účinky jako závrať, nevolnost, kovová chuť a zrakové vjemy jako sítnicové fosfeny.

Směrnice o EMP stanoví mezní hodnoty pro statická magnetická pole pro dva typy pracovních podmínek:

- normální (nekontrolované) a
- kontrolované, kde byla přijata preventivní opatření, jako např. kontrola pohybů a poskytnutí informací pracovníkům.

Hodnocení dodržení příslušných hodnot pro pohyb ve statických magnetických polích závisí na pracovním prostředí, tzn., zda se jedná o běžné pracovní podmínky nebo o kontrolované pracovní podmínky, a případně je třeba také vzít v úvahu různé účinky. Proces je znázorněn vývojovým diagramem na obrázku D24: Dodržení hodnot za běžných pracovních podmínek zaručuje, že hodnoty jsou dodrženy i za kontrolovaných pracovních podmínek. V kontrolovaném pracovním prostředí je však třeba prokazovat pouze dodržení nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot pro stimulaci periferních nervů.

Nejvyšší přípustné hodnoty uvedené v tabulce A1 v příloze II směrnice o EMP pro magnetickou indukci vnějšího pole platí pro statická magnetická pole. Pohyb ve směru gradientu statického magnetického pole indukce nízkofrekvenční elektrická pole v těle. V tomto případě by se jako základ hodnocení expozice měly použít nejvyšší přípustné hodnoty v tabulkách A2 a A3 a referenční hodnoty z tabulky B2 v příloze II směrnice o EMP. Byly zveřejněny další pokyny pro omezenou expozici elektrickým polím indukovaným pohybem ve statických magnetických polích (ICNIRP, 2014). Tyto pokyny jsou založeny na nejlepších dostupných důkazech, avšak v době sepsání této příručky nebyly tyto pokyny ještě zahrnuty ve směrnici o EMP. Přehled hodnot je uveden v tabulce D9.

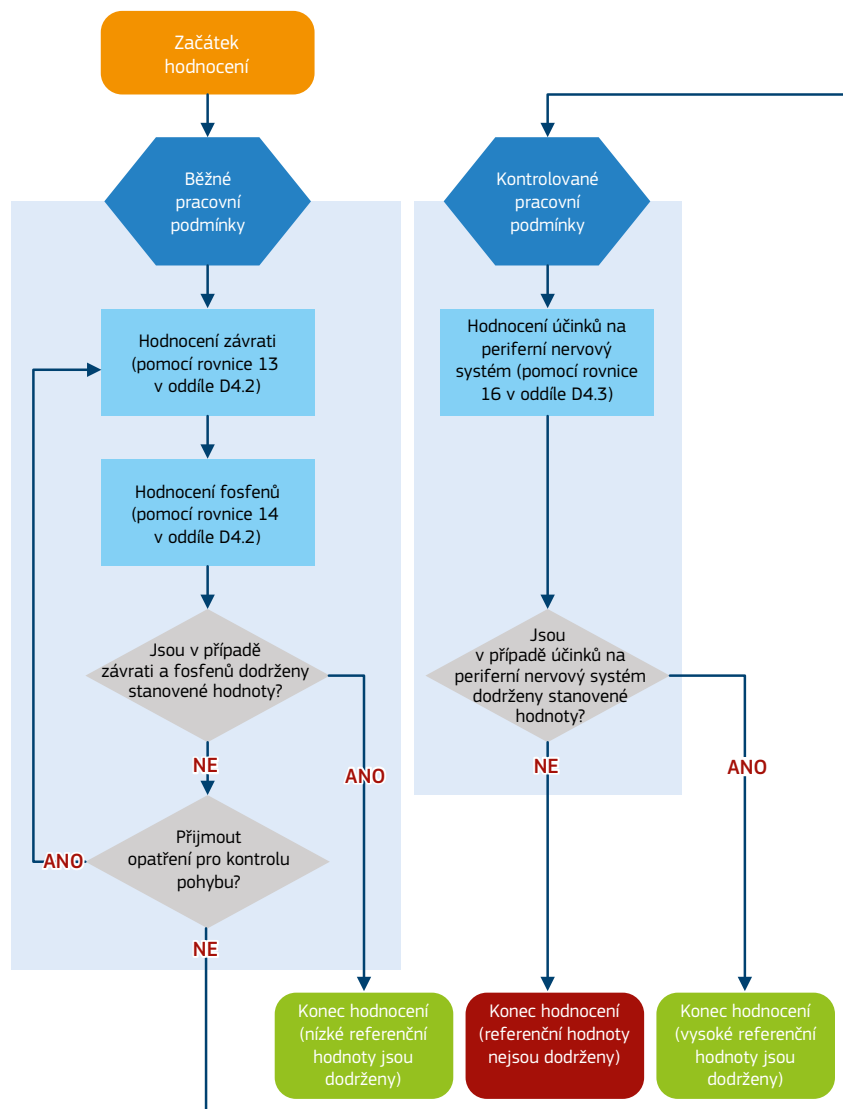
Pokyny ICNIRP jsou nezávazné a používají odlišnou terminologii než směrnice o EMP. Základním omezením jsou množství, která by neměla být překročena a která koncepčně odpovídají nejvyšším přípustným hodnotám ve směrnici o EMP. Referenční úrovně jsou konzervativně odvozeny ze základních omezení, ale jsou vyjádřeny veličinami, které se snaže posuzují. Referenční úrovně koncepčně odpovídají referenčním hodnotám používaným ve směrnici o EMP.

**Tabulka D9 Základní omezení a referenční úrovně pro omezení expozice na pracovišti při pohybu ve statických magnetických polích (ICNIRP, 2014)**

Frekvence [Hz]	Základní omezení Intenzita vnitřního elektrického pole ( $Vm^{-1}_{(peak)}$ )		Referenční hodnoty Časová derivace magnetické indukce ( $Ts^{-1}_{(peak)}$ )	
	Smyslové účinky <sup>1</sup>	Zdravotní účinky <sup>2</sup>	Smyslové účinky <sup>1</sup>	Zdravotní účinky <sup>2</sup>
0–0,66	1,1	1,1	2,7	2,7
0,66–1	0,7/f	1,1	1,8/f	2,7

Poznámka: 1 – Omezení pro minimalizaci vjemů fosfenů za běžných pracovních podmínek.  
 2 – Omezení pro minimalizaci účinků na periferní nervový systém za kontrolovaných pracovních podmínek.  
 3 – Pro předcházení závratím při pohybu ve statickém magnetickém poli by maximální změna magnetické indukce  $\Delta B$  ve kterémkoli intervalu tří sekund neměla překročit 2 T. Za kontrolovaných pracovních podmínek může být tato hodnota překročena (ICNIRP 2014).

**Obrázek D24 Postup hodnocení souladu v případě pohybu ve statických magnetických polích**



## D.4.2 Běžné pracovní podmínky

Za běžných pracovních podmínek jsou omezení pro expozici při pohybu ve statických magnetických polích založena na smyslových účincích jako závrať, nevolnost a fosfeny. Spektrum pohybově indukovaných polí dosahuje frekvence až 25 Hz a mělo by být posuzováno při výběru nejvyšších přípustných hodnot pro smyslové účinky (příloha II, tabulka A3 ve směrnici o EMP) a základních omezení podle ICNIRP (tabulka D9). Obecně je vhodné porovnávat expozice s nízkými referenčními hodnotami (příloha II, tabulka B2 ve směrnici o EMP) a referenčními úrovněmi podle ICNIRP (tabulka D9).

### Minimalizace účinku závratí

Vznik smyslových účinků, jako např. závratí a nevolnosti, při pohybu ve statickém magnetickém poli lze minimalizovat co nejpomalejším pohybem v poli. Má-li být tedy pravděpodobnost závratí nebo nevolnosti co nejmenší, neměla by změna magnetické indukce  $\Delta B$  během kteréhokoli intervalu tří sekund překročit 2 T:

$$|\Delta B|_{3s} \leq 2 \text{ T} \quad \text{rovnice 13}$$

### Minimalizace fosfenů

Pro minimalizaci vjemů fosfenů je třeba používat nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (příloha II, tabulka A3) a základní omezení (tabulka D9) pro intenzitu vnitřního elektrického pole  $E_i$ . Protože intenzitu vnitřního elektrického pole nelze snadno určit, je obecně jednodušší posoudit dodržení stanovených hodnot pomocí referenčních hodnot (tabulka D9) a časové derivace nízkých referenčních hodnot (příloha II, tabulka B2).

Elektrické pole indukované pohybem ve statickém magnetickém poli je nesinusové se spektrem dosahujícím hodnoty až 25 Hz. Proto je třeba zohlednit přítomné frekvenční složky pomocí metody filtrace (viz dodatek D3).

Index expozice pro  $dB/dt$  je dán následující rovnicí využívající frekvenčně závislé a fázově související funkce vážení:

$$EI_{\text{movement}}^{\text{phosphene}} = \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} \frac{|A_f|}{RL_f} * \cos(2\pi f t + \theta_f + \varphi_f) \right| \right\} \quad \text{rovnice 14}$$

kde  $|A_f|$  a  $\theta_f$  jsou amplituda a fáze spektrální složky časové derivace magnetické indukce  $dB/dt$  při frekvenci  $f$  a  $RL_f$  je referenční hodnota pro účinky na smyslové vnímání při této frekvenci. Fáze  $\varphi_f$  (tzv. fázový úhel filtru) je funkce frekvenční závislosti  $RL_f$  a má hodnoty  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  a  $90^\circ$  ve frekvenčních pásmech 0–0,66 Hz, 0,66–8 Hz a 8–25 Hz v uvedeném pořadí, kde frekvenční závislost  $RL_f$  má hodnoty  $f^0$ ,  $1/f$  a  $f^0$ . Fázové hodnoty funkce filtru pro  $dB/dt$  jsou definovány v dodatku pokynů ICNIRP 2010 (ICNIRP, 2010) a vysvětleny v dodatku D3.

Při použití výše uvedené rovnice pro výpočet indexu expozice pro dB/dt je třeba dbát na to, že referenční úrovně pro nejvyšší hodnotu dB/dt (peak dB/dt) jsou k dispozici pouze pro frekvence nižší než 1 Hz. Pro frekvence vyšší než 1 Hz jsou referenční hodnoty k dispozici (příloha II, tabulka B2) jako efektivní hodnoty magnetické indukce, ale nikoli jako derivace času. Tyto referenční hodnoty lze však používat pro výpočet ekvivalentní hodnoty  $RL_f$  pro hodnotu peak dB/dt pro frekvence vyšší než 1 Hz:

$$\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak} = 2\sqrt{2}\pi f B_{lowAL,rms} \quad \text{rovnice 15}$$

kde  $B_{lowAL,rms}$  je efektivní hodnota nízké referenční hodnoty pro magnetickou indukci při frekvenci  $f$  a  $\left(\frac{dB}{dt}\right)_{RL,peak}$  je převrácená hodnota  $RL_f$  pro peak dB/dt při této frekvenci.

### D.4.3 Kontrolované pracovní podmínky

Jak bylo uvedeno výše v oddíle D4.2, indukované elektrické pole zahrnuje složky s frekvencemi až 25 Hz, což je třeba vzít v úvahu při výběru vhodných nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (příloha II, tabulka A2) a základních omezení (tabulka D9). Opět je obecně vhodnější porovnávat expozice s vysokými referenčními hodnotami (příloha II, tabulka B2) a referenčními hodnotami pro účinky na zdraví (tabulka D9).

#### Zabránění stimulaci periferních nervů

Pro zabránění stimulaci periferních nervů omezují základní omezení podle ICNIRP i nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví intenzitu vnitřního elektrického pole  $E_i$  na  $1,1 \text{ Vm}^{-1}$ . Příslušné referenční úrovně podle ICNIRP a časová derivace vysokých referenčních hodnot mají hodnotu  $2,7 \text{ Ts}^{-1}$ . Protože referenční úroveň i časová derivace vysoké referenční hodnoty jsou v příslušném frekvenčním pásmu konstantní, získává se index expozice součtem spektrálních složek při frekvencích do 25 Hz bez spektrálního vážení amplitudy (fáze filtru  $\varphi_f$  je pro všechny spektrální složky nastavena na nulu), ale jsou zohledněny fáze spektrálních složek dB/dt:

$$EI_{movement}^{PNS} = \frac{1}{2.7} * \text{Maximum} \left\{ \left| \sum_{f=0}^{25 \text{ Hz}} |A_f| * \cos(2\pi f t + \theta_f) \right| \right\} \quad \text{rovnice 16}$$

kde  $|A_f|$  a  $\theta_f$  jsou amplituda a fáze spektrální složky dB/dt při frekvenci  $f$ . Výraz v závorkách v rovnici 16 je ekvivalentem absolutní hodnoty tvaru vlny dB/dt (takže všechny hodnoty dB/dt jsou kladné). Index expozice je potom dán špičkovou hodnotou z tohoto tvaru vlny dělenou hodnotou  $2,7 \text{ Ts}^{-1}$ .

### D.5 Poznámky ohledně nejistoty

Účelem měření nebo výpočtu je určit „skutečnou hodnotu“ <sup>(1)</sup> příslušné veličiny a všechny odchylky se připisují nejistotě.

Směrnice požaduje, aby zaměstnavatelé posoudili nejistotu a zaznamenali ji jako součást celkového hodnocení expozice. Článek 4 stanoví, že „se při hodnocení zohlední možné nepřesnosti týkající se měření nebo výpočtů, jako jsou numerické chyby,

<sup>(1)</sup> I sama skutečná hodnota v sobě nese nejistotu, protože představuje odhad založený na aktuálních znalostech a údajích.

modelování zdrojů, fantomová geometrie a elektrické vlastnosti tkání a materiálů určené v souladu s příslušnými osvědčenými postupy“.

Jedním z nejobtížnějších úkolů pracovníků při hodnocení dodržení stanovených hodnot je prokázat přesnost měření a/nebo výpočtů s ohledem na referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty stanovené ve směrnici. Určení zdrojů nejistoty, vyčíslení jejich vlivu a prokázání, že je tento vliv v přijatelných mezích, jsou základem pro získání jistoty.

Mezinárodní normy, jako např. ISO/IEC Guide 98-3:2008, jsou dobrým zdrojem praktických pokynů ohledně nejistoty měření a CENELEC a další normalizační orgány zveřejnily normy, které popisují různé nejlepší postupy řešení nejistoty při porovnávání veličin elektromagnetické expozice s mezními hodnotami (viz dodatek H).

V ideálním případě by měla být celková nejistota malá v poměru k rozdílu mezi naměřenou a/nebo vypočítanou hodnotou a referenční hodnotou nebo nejvyšší přípustnou hodnotou. Je-li nejistota velmi velká, bude hodnocení dodržení či nedodržení stanovených hodnot expozice pravděpodobně méně důvěryhodné a může být žádoucí opakovat hodnocení s použitím přesnějších metod a/nebo přístrojů, jež míru nejistoty sníží.

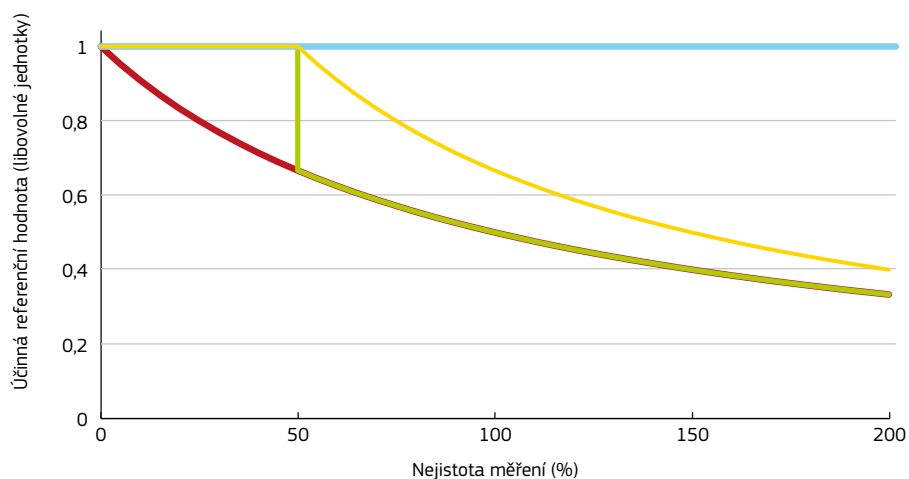
Existují dva uznávané obecné postupy, jak se vypořádat s nejistotou při hodnocení dodržení stanovených hodnot, přičemž každý z nich má své relativní přednosti i slabiny. Prvním postupem je přímé porovnání neboli metoda „sdíleného rizika“, kdy se naměřená nebo vypočítaná hodnota porovnává přímo s referenčními hodnotami nebo nejvyššími přípustnými hodnotami. Druhým postupem je aditivní metoda, kdy se hodnota nejistoty připočte k naměřené nebo vypočítané hodnotě, ještě než se provede porovnání s příslušnou referenční hodnotou nebo nejvyšší přípustnou hodnotou. Oba postupy obsahují pečlivé hodnocení nejistoty, avšak druhý je svou povahou transparentnější.

Je možné používat různé kombinace těchto dvou postupů, přičemž volba konkrétního postupu bude záležet spíše na faktorech, jako jsou národní zvyklosti a praxe či okolnosti expozice. Účinek těchto různých postupů je znázorněn na obrázku D25. Nemá-li nejistota nadměrně velká, lze použít různých postupů odůvodnit tím, že referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty jsou odvozeny z omezení, která zahrnují omezující faktory zajišťující dostatečné „bezpečnostní“ rozpětí, aby nedocházelo k účinkům na smyslové vnímání a zdraví.

### D.5.1 Nejistota měření

Nejistota při jakémkoli režimu měření je obvykle důsledkem kombinace faktorů, včetně *systematické chyby* související s výkonností měřicího přístroje a *náhodné chyby*, která může vyplývat ze způsobu provádění měření. Důležité je pochopit, že lze určit potenciální zdroje chyb a vyčíslit maximální nejistotu, která je s nimi spojena. Obecně se kvantitativní odhady nejistoty provádějí dvěma způsoby. Mohou být odvozeny ze statistického vyhodnocení opakovaných záznamů (známé jako vyhodnocení typu A) nebo mohou být odhadnuty pomocí řady nejrůznějších informací, jako např. minulých zkušeností, kalibračních osvědčení, specifikací výrobců, zveřejněných informací, výpočtů i prosté úvahy (známé jako vyhodnocení typu B).

**Obrázek D25 Srovnání různých postupů řešení nejistoty. Modrá čára znázorňuje účinek ignorování nejistoty. Červená čára znázorňuje účinek aditivní metody. Zelená čára znázorňuje příklad metody „sdíleného rizika“ – v tomto případě je naměřená hodnota porovnávána přímo, je-li nejistota menší než 50 % – pokud nejistota překračuje tuto hodnotu, použije se namísto toho aditivní metoda. Žlutá čára znázorňuje alternativní metodu „sdíleného rizika“ – pokud nejistota přesahuje 50 %, používá se od tohoto okamžiku aditivní metoda**



Jsou-li určeny všechny jednotlivé zdroje chyb a kvantifikována výsledná nejistota, lze vypočítat kumulativní účinek pomocí následujících stanovených pravidel pro „šíření nejistoty“. Je tím umožněn odhad celkové nejistoty spojené s měřením, kterou lze vyjádřit jako „interval spolehlivosti“. Použitím faktoru rozsahu  $k$ , který souvisí se zvonovitou křivkou pravděpodobnosti, lze získat spolehlivost vyjádřenou v procentech, jež souvisí s intervalem spolehlivosti. Hodnota 1 faktoru  $k$  odpovídá 68% spolehlivosti,  $k = 2$  znamená spolehlivost 95 %,  $k = 3$  pak 99,7 %.

Vyhodnocení nejistoty měření může být na mnoha pracovištích komplikované, protože neexistuje jednotný postup, který lze použít na všechny situace. Existují však různé obecně přijímané osvědčené postupy, jako např. použití přístrojů s nízkou nejistotou měření a zajištění sledovatelných kalibrací pro přístrojové vybavení (omezení systematické chyby). Pro omezení náhodné chyby lze při hodnocení používat dobré techniky měření, jako jsou opakovaná a průměrovací měření.

Mnoho výrobních norem CENELEC obvykle používá hybridní postup, při němž lze měření srovnávat přímo s mezními hodnotami, což zaručuje, že stanovená maximální hodnota nejistoty není překročena. Je-li maximální hodnota překročena, je nejistota zahrnuta přímo do měření nebo mezních hodnot, aby byla kritéria pro dodržení stanovených hodnot přísnější, a vykompenzovala tak větší nejistotu.

Maximální povolené hodnoty nejistoty pro měření elektromagnetického pole jsou obecně stejného řádu jako přesnost a hodnoty přesnosti, které jsou dosažitelné s běžně používanými typy měřících přístrojů a kalibračními postupy.

Technické normy jsou užitečným zdrojem informací o kombinování různých prvků nejistoty při vytváření celkového odhadu. Rozpočty nejistot mohou být užitečným nástrojem hodnocení nejistoty pro expozici elektromagnetickému poli. Tomuto tématu se věnuje několik různých výrobních norem týkajících se elektromagnetických polí. Jako dobrý příklad může posloužit norma EN 50413, která je základní normou pro



problematiku měření, již lze používat v situacích, kdy není k dispozici žádná konkrétní technologická nebo průmyslová norma specifická pro danou oblast.

Při výběru přípustného rozsahu nejistoty je třeba postupovat opatrně, aby bylo zaručeno, že expozice pracovníka nepřesáhne referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty stanovené ve směrnici. Jak je uvedeno v článku 5 směrnice, „expozice zaměstnanců nesmí překročit nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání, s výjimkou případů, kdy jsou splněny podmínky stanovené buď v čl. 10 odst. 1 písm. a) nebo c) nebo čl. 3 odst. 3 nebo v článku 4. Jsou-li navzdory opatřením přijatým zaměstnavatelem k dosažení souladu s touto směrnicí nejvyšší přípustné hodnoty expozice pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty expozice pro účinky na smyslové vnímání překročeny, musí zaměstnavatel neprodleně přijmout opatření k jejímu snížení pod nejvyšší přípustné hodnoty.“

## D.5.2 Nejistota při výpočtech expozice

Při výpočtech vnitřní a vnější expozice může existovat mnoho zdrojů numerických chyb, nejsou-li modely správně nastaveny. Proto je třeba prověřit nejistotu související s dozimetrií. Různé zdroje nejistoty lze rozdělit do tří skupin, které jsou popsány v následujících oddílech.

### D.5.2.1 Nejistota související s numerickými metodami

Příkladem mohou být chyby spojené s výpočtem vnitřní dávkové veličiny, jako např. SAR. Hodnota SAR vyžaduje správný výpočet elektrického pole v těle, jak z hlediska velikosti, tak rozložení SAR. Má-li být maximální prostorová hodnota průměrována přes určité množství hmoty, jako např. přes kterýchkoli 10 g souvislé tělesné tkáně, jak je uvedeno v příloze III směrnice, vznikají chyby, pokud je SAR vyhodnocován např. přes hmotu tkáně ve tvaru krychle. Jsou-li mezní podmínky numerické simulace nastaveny nesprávně, jsou do řešení vnášeny chyby v důsledku umělého odrazu elektromagnetického pole zpět do oblasti výpočtu. Diskretizace řešení představující např. situaci expozice ve tkáni ve tvaru krychle může navíc vést ke krokovým chybám, které mohou působit značné problémy při nízkofrekvenčních výpočtech.

### D.5.2.2 Nejistota související s modelem elektromagnetického zařízení

Pro simulaci situace expozice musí být vytvořen reprezentativní model zařízení vytvářejícího elektromagnetické pole. V těchto případech mohou do řešení vstupovat chyby, jsou-li rozměry, poloha, výstupní výkon, emisní charakteristiky atd. zařízení uváděny nesprávně. Poloha zařízení je zvláště důležitá, je-li zdroj pole umístěn v blízkosti těla, protože u většiny zařízení elektromagnetické pole s rostoucí vzdáleností rychle slábne.

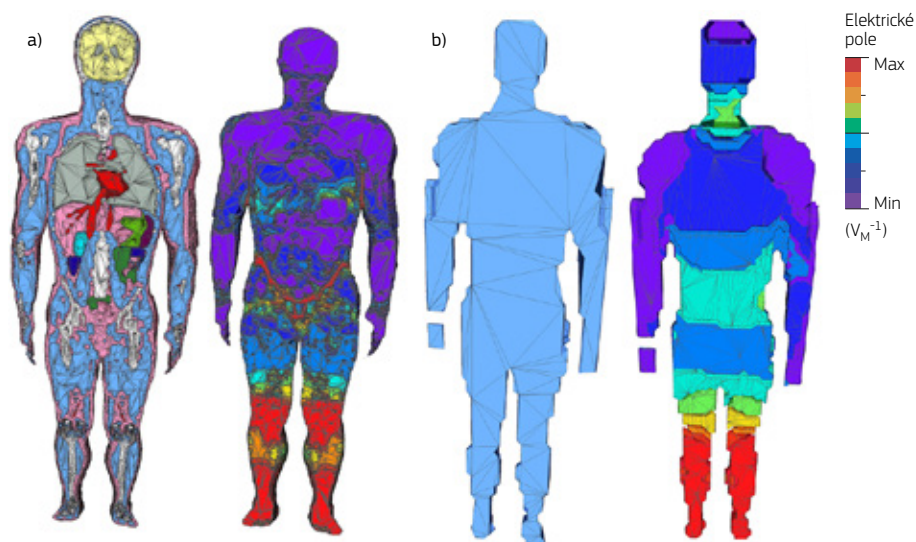
### D.5.2.3 Nejistota související s modelem lidského těla

Není-li model těla exponovaného pracovníka reprezentativní z hlediska anatomie a postojů atd., mohou do výsledků vstupovat chyby. Například jednoduchý homogenní model těla může poskytovat značně odlišné hodnoty vnitřních dávkových veličin, jako např. indukovaných elektrických polí a SAR, ve srovnání s výpočty prováděnými s anatomicky realistickými heterogenními modely. Tyto jednoduché lidské modely mohou navíc při použití v numerických simulacích (obrázek D26) vytvářet umělé jevy, jako např. vznik maximálního lokálního SAR nebo indukovaných elektrických polí hluboko v těle.

K doporučeným postupům pro zmenšování nepřesností při výpočtu dávkových veličin patří:

- srovnání výsledků získaných pomocí jiných numerických metod pro stejnou situaci expozice. Jsou-li získány podobné výsledky, lze toho využít k potvrzení výsledků numerické simulace použité pro konkrétní konfiguraci expozice;
- srovnání numerických výsledků s měřeními. Simulace veličin vnějšího pole, jako např. intenzity elektrického a magnetického pole, by za účelem ověření modelu zdroje elektromagnetického pole měly být srovnány s naměřenými hodnotami, jsou-li tyto k dispozici;
- srovnání výsledků z různých organizací (mezilaboratorní srovnání). Srovnání numerických výsledků s jinými zveřejněnými údaji pro stejnou nebo podobnou konfiguraci expozice může posuzovatelům poskytnout vyšší míru důvěry ve spolehlivost získaných výsledků;
- testy konvergence. Numerické metody používané pro výpočet vnitřních dávkových veličin v těle jsou často iterativní povahy (např. metoda FDTD, metoda SPFD, FEM atd.), a proto obvykle konvergují k řešení. Jsou-li konvergence a stabilita řešení špatné, je vysoce pravděpodobné, že výsledky získané ze simulace jsou nepřesné.

**Obrázek D26 — Rozložení indukovaného elektrického pole při expozici vnějšímu elektrickému poli o frekvenci 50 Hz v případě a) vysoce kvalitního heterogenního modelu lidského těla s rozlišením 2 mm, b) málo kvalitního homogenního modelu lidského těla s rozlišením 16 mm. Použití málo kvalitního, homogenního modelu lidského těla s nízkým rozlišením může do vypočítaných hodnot vnést chyby**



#### Nejdůležitější informace: nejistota

Veškerá měření a výpočty podléhají nejistotě, která by při interpretaci výsledků měla být vždy vyčíslena a zohledněna. Postup řešení nejistoty se liší podle vnitrostátních předpisů a zvyklostí. Často se používá metoda „sdíleného rizika“, ale některé orgány mohou požadovat použití aditivní metody.

# DODATEK E

## NEPŘÍMÉ ÚČINKY A ZVLÁŠTĚ OHROŽENÍ PRACOVNÍCI

Směrnice o EMP vyžaduje, aby zaměstnavatelé při hodnocení rizik vzali v úvahu nepřímé účinky i pracovníky spadající do kategorie zvláště ohrožených pracovníků. Avšak až na tři výjimky uvedené v tabulce E1 níže (další podrobnosti viz v oddíle 6.2) nestanoví žádné referenční hodnoty nebo jiné údaje o tom, za jakých podmínek nepředstavuje elektromagnetické pole žádné riziko. V tomto dodatku jsou uvedeny podrobnější informace ohledně potíží při vymezení podmínek, při nichž takové pole nepředstavuje žádné riziko, a také doplňující pokyny zaměstnavatelům, kteří musí posuzovat rizika v těchto situacích.

**Tabulka E1 Referenční hodnoty pro nepřímé účinky s odkazem na další informace v této příručce**

Referenční hodnoty pro nepřímé účinky	Oddíl
Interference statických magnetických polí s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky	6.2.1
Rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole	6.2.1
Kontaktní proudy časově proměnlivých polí < 110 MHz	6.2.2

### E.1 Nepřímé účinky

K nepřímým účinkům dochází v případě, kdy se předmět přítomný v elektromagnetickém poli stane příčinou bezpečnostního nebo zdravotního rizika. Směrnice o EMP stanoví pět nepřímých účinků, které by měly být zohledněny při každém hodnocení rizik:

- interference s elektronickými zdravotnickými přístroji a prostředky,
- rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole,
- zážeh elektroexplozivních zařízení (detonátorů),
- zapálení hořlavých prostředí,
- kontaktní proudy.

Je třeba zohlednit jakékoli další nepřímé účinky, k nimž může docházet (viz oddíl E1.6).

K nepřímým účinkům dochází obecně pouze za zvláštních podmínek a často je zřejmé, že tyto podmínky na konkrétním pracovišti neexistují, což již samo o sobě znamená, že riziko je minimální. Někdy tomu tak ale není a v těchto případech je požadováno podrobnější hodnocení.

#### E.1.1 Interference s elektronickými zdravotnickými přístroji a prostředky

EMP může potenciálně způsobit interferenci se správně fungujícím elektronickým zdravotnickým přístrojem, stejně jako ji může způsobit s jakýmkoli jiným elektronickým zařízením. Protože však může mít toto zařízení životně důležitou funkci v léčbě, mohou být důsledky interference závažné.

Od 30. června 2001 musí veškeré elektronické zdravotnické přístroje uvedené na trh nebo do provozu v Evropské unii odpovídat základním požadavkům směrnice o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS ve znění pozdějších předpisů). Ve skutečnosti však bude požadavkům směrnice o zdravotnických prostředcích vyhovovat i mnoho zařízení zprovozněných po 1. lednu 1995.

K těmto základním požadavkům patří podmínka, že zařízení musí být navržena a vyrobena tak, aby odstraňovala nebo minimalizovala rizika spojená s důvodně předvídatelnými podmínkami prostředí, jako např. magnetickými poli, vnějšími elektrickými vlivy a elektrostatickými výboji.

V praxi výrobci dosahují souladu se základními požadavky směrnice o zdravotnických prostředcích tak, že vyrábějí výrobky v souladu s příslušnou harmonizovanou normou. Pokud jde o odolnost vůči interferenci, je hlavní normou EN 60601-1-2, i když různé požadavky mohou být také v jiných konkrétních normách. Zatímco základní požadavky týkající se odolnosti vůči EMP jsou ve směrnici o zdravotnických prostředcích a směrnici o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích (viz níže) totožné, není tomu tak v případě interpretace v harmonizovaných normách. Jednotlivá znění normy EN60601-1-2 do jejího třetího vydání včetně (2007) požadovala, aby základní funkce zdravotnických prostředků nebyly ohroženy expozicí:

- magnetickým polím sítové frekvence do 3 A/m (3,8  $\mu$ T),
- elektrickým polím o intenzitě do 3 V/m při frekvencích od 80 MHz do 2,5 GHz (pole jsou typicky amplitudově modulovaná při frekvenci 1 kHz),
- u zařízení podporujících životní funkce je odolnost vůči elektrickým polím od 80 MHz do 2,5 GHz zvýšena na 10 V/m.

Tyto hodnoty jsou základem pro hodnocení potenciálu interference s elektronickými zdravotnickými zařízeními.

Čtvrté vydání (2014) normy EN60601-1-2 se zabývá problematikou shody mezi směrnici o zdravotnických prostředcích a směrnici o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích. Požaduje, aby výrobce určil vhodná prostředí k používání, a zvyšuje hodnoty odolnosti u zařízení určených k používání v prostředí domácí zdravotní péče.

Norma rovněž připouští, že dosažení těchto hodnot odolnosti je obtížné u zařízení určených ke sledování fyziologických parametrů. Pro tato zařízení tedy dovoluje nižší odolnost za předpokladu, že bude používáno v prostředí se slabým polem.

### **E.1.2 Rizika spojená s vymrštěním feromagnetických předmětů působením statického magnetického pole**

V silných statických magnetických polích mohou na feromagnetické předměty působit silné přitažlivé síly, které mohou vyvolávat jejich pohyb. Za odpovídajících podmínek může tento pohyb znamenat riziko vymrštění. Riziko pohybu závisí na řadě faktorů, včetně gradientu magnetického pole, hmotnosti a tvaru předmětu a materiálu, ze kterého je vyroben.

Směrnice o EMP stanoví referenční hodnotu 3 mT pro zabránění rizik spojených s vymrštěním feromagnetických předmětů působením silného statického magnetického pole (> 100 mT).

### **E.1.3 Zážeh elektroexplozivních zařízení (detonátorů)**

Je dobře známo, že za odpovídajících podmínek může EMP způsobit zážeh elektroexplozivních zařízení (detonátorů). Tento účinek závisí na přítomnosti elektroexplozivních zařízení i polí, která mají dostatečnou intenzitu pro jejich zážeh,

na pracovišti. Tato skutečnost tedy není pro většinu pracovišť problémem, ale někteří zaměstnavatelé ji mohou být nuceni posuzovat, například ve vojenském průmyslu.

Protože elektroexplozivní zařízení mohou představovat riziko i za nepřítomnosti silného EMP, je jejich skladování a používání obvykle přísně kontrolováno se současným omezením činností, které se mohou odehrávat v blízkosti, včetně vytváření EMP.

Evropská technická zpráva (CLC/TR 50426) poskytuje návod pro hodnocení rizika zážehu zařízení vodičových můstků. Zpráva přináší postupy hodnocení rizika, zda lze z pole získat dostatek energie pro vyvolání zážehu.

Další evropskou technickou zprávou, která může být užitečná, je CLC/TR 50404, která poskytuje návod pro hodnocení rizik a opatření pro zabránění zážehu explozivních materiálů statickou elektřinou.

#### E.1.4 Požáry a exploze ze zážehu hořlavých prostředí

Je dobře známo, že interakce elektromagnetických polí s předměty může vyvolat jiskrové výboje, které mají kapacitu zažehnout hořlavá prostředí. Protože tento účinek vyžaduje přítomnost hořlavého prostředí i pole s dostatečnou intenzitou pro jeho zažehnutí, je tato skutečnost pro většinu pracovišť nepravděpodobná, ale zaměstnavatelé v některých odvětvích ji mohou být nuceni posuzovat.

V hořlavých prostředích může existovat riziko zážehu od řady zdrojů, a proto je normálním postupem určit oblasti, kde tato prostředí mohou existovat, a pro činnosti v těchto oblastech stanovit omezení. Tyto předpisy obvykle zahrnují omezení vytváření EMP v dané oblasti.

Evropská technická zpráva (CLC/TR 50427) poskytuje návod pro hodnocení rizika náhodného zážehu hořlavých prostředí radiofrekvenčními EMP. Zpráva přináší postupy hodnocení energie, kterou lze získat z pole, a jejího srovnání s energií potřebnou pro zážeh různých tříd hořlavých materiálů.

Další evropskou technickou zprávou, která může být užitečná, je CLC/TR 50404, která poskytuje návod pro hodnocení rizik a opatření pro zabránění zážehu hořlavých prostředí statickou elektřinou.

#### E.1.5 Kontaktní proudy

Kontakt mezi osobou a vodivým předmětem v elektromagnetickém poli, v případech, kdy předmět je uzemněn, zatímco osoba nikoli, nebo naopak, může mít za následek vznik proudu do země bodem kontaktu. To může způsobit úrazy elektrickým proudem a popáleniny.

Směrnice o EMF stanoví referenční hodnoty pro kontaktní proud, které jsou určeny pro zabránění bolestivým elektrickým úrazům. Je možné, že osoba, která se dotkne předmětu, může vnímat interakci při kontaktních prouděch pod referenčními hodnotami. Ačkoli tento kontakt nemůže být škodlivý, může být nepříjemný a lze jej minimalizovat podle pokynů v oddíle 9.4.8.

#### E.1.6 Nespecifikované nepřímé účinky

Rovněž je třeba posoudit všechny další nepřímé účinky, k nimž může docházet. Měly by být posouzeny tyto interakce:

- interakce polí se stíněním nebo kovovými konstrukcemi v pracovním prostředí, která způsobuje zahřívání a tepelná rizika,
- interakce polí s elektronickými a řídicími systémy na pracovišti, která způsobuje interference a poruchy,

- interakce polí s kovovými předměty nebo součástmi nošenými poblíž těla,
- interakce polí s elektronickými součástmi nebo zařízením nošenými poblíž těla.

## E.2 Zvláště ohrožení pracovníci

Směrnice o EMP stanoví čtyři skupiny pracovníků, kteří mohou být zvláště ohroženi působením elektromagnetických polí na pracovišti:

- pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (AIMD),
- pracovníci, kteří používají pasivní implantabilní zdravotnické prostředky,
- pracovníci, kteří používají zdravotnické prostředky nošené na těle,
- těhotné pracovnice.

Zaměstnavatelé by rovněž měli zohlednit možnost zvláštních rizik u aktuálně neurčených skupin pracovníků (viz oddíl E2.5).

Je možné, že referenční hodnoty a nejvyšší přípustné hodnoty stanovené ve směrnici nepředstavují pro tyto pracovníky přiměřenou ochranu. V případech, kdy zaměstnavatelé zjistí, že tyto skupiny pracovníků mohou být vystaveny rizikům, měli by jim poskytnout informace při vstupním školení a informovat návštěvníky pracoviště. Součástí informací by měla být výzva, aby se tito pracovníci sami ohlásili vedení podniku, tak aby mohlo být provedeno zvláštní hodnocení rizik.

### E.2.1 Pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (AIMD)

#### E.2.1.1 Souvislosti

Existuje mnoho aktivních prostředků, které mohou mít lidé ze zdravotních důvodů implantovány v těle. Jsou to například:

- kardiostimulátory,
- defibrilátory,
- kochleární implantáty,
- implantáty do mozkového kmene,
- protetika ve vnitřním uchu,
- neurostimulátory,
- infuzní pumpy,
- sítnicové modulátory.

Prostředky, které mají vodiče pro připojení pacienta pro účely smyslového vnímání nebo stimulace, jsou obecně za normálních podmínek citlivější na interferenci než prostředky, které je nemají. Vodiče totiž tvoří smyčku, která může vytvořit vazbu s elektromagnetickým polem. I u prostředků s vodiči se může citlivost měnit v závislosti na funkci a uspořádání. Prostředky určené pro vnímání neurofyzilogických signálů v těle jsou na interferenci zřejmě nejcitlivější, protože jsou navrženy tak, aby byly vnímavé vůči malým změnám napětí na vodičích. Tyto změny napětí mohou být snadno vytvářeny interakcí s poli, ale velikost indukovaného napětí závisí na délce, typu a poloze vodičů v těle. Prostředky s jedním vodičem, který může vytvořit velkou účinnou smyčku,

vytvářejí obecně silnou vazbu k poli, zatímco dvoupólové prostředky jsou většinou méně citlivé, protože vytvářejí mnohem menší účinné smyčky.

Kardiostimulátory obvykle obsahují jazýčkový spínač (typ magnetického spínače), který může být aktivován silnými magnetickými poli a přepnout prostředek z pohotovostního do aktivního režimu. Některé AIMD jsou navrženy pro snímání radiofrekvenčních nebo indukovaných signálů pro účely programování, zatímco jiné, jako např. kochleární implantáty, mohou používat indukční vazbu jako součást normální funkce. Všechny tyto prostředky jsou s ohledem na účel svého použití citlivé vůči vnějším polím, takže v případě výskytu určitých polí může dojít k jejich ovlivnění.

Od 1. ledna 1995 musí AIMD uváděné na trh v Evropské unii odpovídat *základním požadavkům* směrnice o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích (90/385/EHS ve znění pozdějších předpisů). Jedním z nich je požadavek, aby tyto prostředky byly navrženy a vyrobeny tak, aby byla vyloučena nebo na nejnižší možnou úroveň omezena rizika spojená s důvodně předvídatelnými okolními podmínkami, jako jsou např. magnetická pole, vnější elektrické vlivy a elektrostatické výboje.

V praxi výrobci dosahují souladu se základními požadavky směrnice o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích tak, že vyrábějí výrobky v souladu s příslušnou harmonizovanou normou. K příslušným harmonizovaným normám patří norma EN45502-1 a řada jednotlivých norem EN45502-2-X. Požadavky na odolnost v těchto normách jsou založeny na referenčních hodnotách úrovních stanovených v doporučení Rady 1999/519/ES, ale vylučují jakékoli časové průměrování u radiofrekvenčních polí a předpokládají, že je zařízení implantováno v souladu s osvědčenými zdravotnickými postupy.

### E.2.1.2 Pokyny k hodnocení

#### *Základní postup*

Nejprve je třeba zjistit, jaká zařízení se na pracovišti nacházejí, jaké činnosti se zde provádějí a zda někteří z pracovníků používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky. Je třeba počítat s tím, že ne všichni pracovníci přiznají, že používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, a že až 50 % pracovníků může odmítnout sdělit tyto informace z obav o své pracovní místo. Při zjišťování těchto informací musí zaměstnavatel tuto neochotu vzít v úvahu.

V případě, že se na daném pracovišti jedná pouze o zařízení a činnosti uvedené ve sloupci 1 tabulky 3.2, nejsou další opatření obvykle nutná, nejsou-li zjištěni pracovníci, kteří používají mimořádně citlivé aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (viz níže).

Nelze-li zjistit, zda někteří pracovníci používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, nejsou další opatření obvykle nutná, avšak zaměstnavatelé by si stále měli být vědomi možnosti, že aktivní implantabilní zdravotnické prostředky mohou mít nově přibývalí pracovníci nebo návštěvníci, nebo že některému ze stávajících pracovníků může být aktivní implantabilní zdravotnický prostředek voperován někdy v budoucnu.

Jsou-li zjištěni pracovníci, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, měl by zaměstnavatel o těchto prostředcích zjistit co nejvíce informací. Pracovník by při tom měl spolupracovat a mělo by být využito pomoci závodního lékaře a/nebo osobního lékaře daného pracovníka.

Používá-li pracovník starší prostředek nebo obdržel-li zvláštní výstrahu, že je jeho aktivní implantabilní zdravotnický prostředek připojen tak, že bude mimořádně citlivý, je třeba provést zvláštní hodnocení. To by mělo vycházet ze známých charakteristik daného prostředku.

Ve většině ostatních případů by mělo být možné provést obecné hodnocení, jak je popsáno níže. Pokud toto hodnocení ukáže, že by pracovníkovy normální pracovní činnosti mohly způsobit jeho vystavení nebezpečným podmínkám, je obvykle nejjednodušším řešením úprava pracoviště nebo pracovních činností. Je-li to obtížné, může zaměstnavatel uznat za vhodné provést zvláštní hodnocení.



### *Starší aktivní implantabilní zdravotnické prostředky*

Starší aktivní implantáty z období před 1. lednem 1995 nemusí mít stejnou odolnost proti interferencím EMP jako moderní prostředky. Není jasné, kolik těchto starších prostředků se dosud používá. Baterie napájející aktivní implantabilní zdravotnické prostředky mají omezenou životnost a celé zařízení nebo jeho prvky mohou být vyměněny společně s bateriemi. Například u kardiostimulátorů je běžnou praxí vyměnit s bateriemi i celý generátor impulzů, přičemž ostatní prvky jako vodiče zůstávají obvykle na místě. Kardiostimulátory dosud představují většinu implantátů a určitě tomu tak bylo i před rokem 1995. Na tyto starší kardiostimulátory neměla s největší pravděpodobností vliv statická magnetická pole do 0,5 mT, nízkofrekvenční elektrická pole do 2 kV/m a nízkofrekvenční magnetická pole do 20  $\mu$ T.

### *Zvláštní upozornění*

Všichni pacienti, kteří používají aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, jsou obecně upozorňováni, aby se vyhýbali situacím, které mohou vést k interferencím. Tato upozornění by měla být dodržována, přitom ale nemají vliv na hodnocení rizik podle níže uvedeného obecného postupu hodnocení. Občas se však vyskytnou zdravotní důvody pro implantaci aktivních implantabilních zdravotnických prostředků v nestandardní konfiguraci nebo pomocí nestandardních nastavení, což může znamenat nutnost dodržování zvláštních upozornění. Může k tomu dojít také v důsledku klinického stavu pacienta. V případě vydání zvláštních upozornění je nezbytné provést zvláštní hodnocení.

### *Obecné hodnocení*

Postup obecného hodnocení vychází z postupu v normě EN50527-1 a je založen na požadavcích harmonizovaných norem na odolnost aktivních implantabilních zdravotnických prostředků. K interferenci by tedy nemělo docházet, pokud pole, kromě statických magnetických polí, nepřekračují okamžité hodnoty referenčních úrovní v doporučení Rady 1999/519/ES. Aktivní implantabilní zdravotnické prostředky by rovněž neměly být ovlivněny statickými magnetickými poli do 0,5 mT.

### *Zvláštní hodnocení*

V některých případech může být nutné provést zvláštní hodnocení. Nezbytné je to pravděpodobně v případech, kdy:

- pracovníci používají starší aktivní implantabilní zdravotnické prostředky (viz výše),
- pracovníci obdrželi zvláštní upozornění,
- je obtížné upravit pracoviště nebo pracovní činnost tak, aby bylo zaručeno, že expozice nepřesáhne referenční úrovně stanovené v doporučení Rady 1999/519/ES.

Další informace o zvláštním hodnocení jsou uvedeny v příloze A normy EN50527-1. Další pokyny jsou rovněž k dispozici v dokumentu BGI/GUV-I 5111 vydaném německou profesní organizací Deutsche Gesetzliche Unfallversicherung.

## **E.2.2 Pracovníci, kteří používají pasivní implantabilní zdravotnické prostředky**

Mnoho zdravotnických implantátů bývá vyrobeno z kovu. Patří sem umělé klouby, čepy, destičky, šrouby, chirurgické svorky, aneurismatické svorky, stenty, protetické srdeční chlopně, anuloplastické kroužky, antikoncepční implantáty, některé aktivní implantabilní zdravotnické prostředky a zubní výplně.

Jsou-li tato zařízení vyrobená z feromagnetických materiálů, mohou na ně v přítomnosti silných statických magnetických polí působit kroutící momenty a síly. Dosavadní zkušenosti potvrzují, že statická pole s magnetickou indukcí do 0,5 mT nejsou s to představovat zdravotní riziko (ICNIRP, 2009). To odpovídá referenční hodnotě stanovené ve směrnici o EMP, jejímž smyslem je zabránit interferencím aktivních implantabilních zdravotnických prostředků se statickými magnetickými poli.



V časově proměnlivých polích mohou kovové implantáty narušovat indukované elektrické pole v těle, důsledkem čehož může být vznik silných polí v lokálně omezených oblastech. Kovové implantáty se navíc mohou indukčně zahřívat, což může vést ke zvýšení teploty a následnému tepelnému poškození okolních tkání. A konečně může dojít k selhání implantátu.

Údajů, na kterých by bylo možno založit hodnocení rizika pro osoby s pasivními implantáty, je jen málo. Jedním posuzovaným faktorem je frekvence EMP, protože pronikání pole do těla se se vzrůstající frekvencí snižuje, takže mezi vysokofrekvenčními poli a většinou implantátů, které jsou umístěny v okolní tkáni, může vznikat jen málo interakcí nebo vůbec žádné.

Indukční zahřívání, které by mohlo způsobit tepelné poškození okolních tkání, závisí na příjmu dostatečné energie z pole. To je ovlivněno rozměry a hmotností implantátu i intenzitou a frekvencí dostupného pole. Za normálních podmínek je však možné předpokládat, že dodržení hodnot uvedených v doporučení Rady 1999/519/ES zajistí dostatečnou ochranu, zatímco za určitých podmínek mohou být silnější pole odůvodněná.

### E.2.3 Pracovníci, kteří používají zdravotnické prostředky nošené na těle

Zdravotnické prostředky nošené na těle spadají do oblasti působnosti směrnice o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS ve znění pozdějších předpisů). Při nedostatku konkrétnějších informací proto pro provádění hodnocení platí stejná východiska jako v případě interference s jinými elektronickými zdravotnickými prostředky, což bylo předmětem oddílu E1.1.

V případě prostředků nošených na těle však obecně nelze předpokládat, že by byly citlivější než aktivní implantabilní zdravotnické prostředky, přičemž zařízení, která nejsou určena ke snímání fyziologických parametrů, mohou být méně citlivá než některé aktivní implantabilní zdravotnické prostředky. Je tedy vždy vhodné kontaktovat výrobce a zjistit informace o odolnosti vůči interferenci.

### E.2.4 Těhotné pracovnice

Existují zprávy o nepříznivých účincích expozice těhotných žen nízkofrekvenčním magnetickým polím. Celkově jsou však důkazy o souvislosti mezi těmito účinky a expozicí nízkofrekvenčním polím považovány za velmi slabé (ICNIRP, 2010). Jedna skupina odborníků se nicméně domnívá, že vývoj nervového systému v děloze může být potenciálně citlivý vůči indukovaným časově proměnlivým elektrickým polím (NRPB, 2004). Stejná skupina došla k závěru, že omezení intenzity indukovaného elektrického pole na zhruba 20 mV/m by mělo zaručovat dostatečnou ochranu pro vývoj nervového systému v děloze. Bylo vypočteno, že by toho mohlo být dosaženo dodržením referenčních úrovní pro nízkofrekvenční pole uvedených v doporučení Rady 1999/519/ES.

Existují přesvědčivé důkazy, že zvýšená tělesná teplota těhotné ženy nepříznivě ovlivňuje průběh těhotenství, přičemž zvláště citlivý je zjevně centrální nervový systém. Dospělo se k závěru, že omezení průměrného SAR pro celé tělo na 0,1 W/kg je u těhotných žen přiměřenou ochranou (NRPB, 2004). Tato hodnota odpovídá základní mezní hodnotě radiofrekvenční expozice ve výši 0,08 W/kg, jež je uvedena v doporučení Rady 1999/519/ES.

Pragmatickým opatřením pro většinu zaměstnavatelů by tedy bylo omezit expozici těhotných pracovnic tak, že zajistí dodržení referenčních úrovní uvedených v doporučení Rady 1999/519/ES. To by mělo zaručit přiměřenou ochranu při nízkých i vysokých frekvencích.

### E.2.5 Neurčení pracovníci se zvláštním rizikem

Zaměstnavatelé by si rovněž měli být vědomi toho, že mohou existovat v daném okamžiku nespécifikované skupiny pracovníků, kteří spadají do kategorie zvláště ohrožených, jako např. pracovníci, kteří užívají určité léky na konkrétní zdravotní potíže.

## DODATEK F

# POKYNY PRO ZOBRAZOVÁNÍ NA PRINCIPU MAGNETICKÉ REZONANCE

Zobrazování na principu magnetické rezonance (dále jen „MRI“) je důležitou zdravotnickou technologií, která má zásadní význam pro diagnostiku a terapii chorob a je neocenitelným nástrojem lékařského výzkumu. Tato technika je v Evropské unii široce rozšířená, ročně jsou jejím prostřednictvím pořízeny desítky milionů snímků a představuje dobrovolné vystavení pacientů nebo dobrovolníků silným elektromagnetickým polím pro vytvoření podrobných obrazů, včetně mapování metabolismu a činnosti mozku. Ačkoli je MRI obdobou dalších zobrazovacích technologií, jako např. počítačové tomografie (CT), její výhodou je, že nezahnuje expozici ionizujícímu záření a nemá žádné známé dlouhodobé zdravotní účinky.

Expozice pacientů nebo dobrovolníků elektromagnetickému poli ve snímacím zařízení nespadá do oblasti působnosti směrnice o EMP. Rozložení elektromagnetického pole ve snímacím zařízení je primárně dáno potřebou účinnosti snímání a kvality obrazu. Výrobci se navíc snaží minimalizovat rozsah rozptylových polí mimo snímací zařízení, a omezit tak expozici pracovníků pohybujících se v blízkosti zařízení. Může se stát, že statická magnetická pole přesahují referenční hodnoty pro nepřímé účinky (viz kapitola 6). Kromě toho mohou být za určitých okolností pracovníci vystaveni polím nad rámec nejvyšší přípustné hodnoty (viz tabulka F1). Odvození nejvyšší přípustné hodnoty však počítá s určitým bezpečnostním rozpětím, což znamená, že expozice nad úroveň nejvyšší přípustné hodnoty nemusí mít nutně za následek účinky na pracovníky. Rutinní expozice pacientů a dobrovolníků intenzivním polím uvnitř snímacího zařízení MRI je považována za bezpečnou (ICNIRP 2004, 2009).

Význam MRI jako základní technologie ve zdravotnickém odvětví je obecně uznáván, přičemž článek 10 směrnice o EMP zaručuje podmíněnou odchylku z požadavku na dodržení nejvyšších přípustných hodnot. Tato příručka byla vypracována ve spolupráci se zúčastněnými stranami z oboru MRI, aby zaměstnavatelé měli v případě potřeby k dispozici praktický návod, jak příslušné podmínky splnit. Poskytovatelé zdravotní péče využívající MRI budou mít přístup k odborníkům na radiografii, radiologii a lékařskou fyziku, na něž by se měli obracet s dotazy ohledně toho, jak dosáhnout splnění podmínek daných směnicí. Příslušné odborníky, na něž by se měli obracet, budou mít k dispozici i výrobci a výzkumné instituce.

### F.1 Návrh a výroba zařízení MRI

Snímací zařízení MRI jsou určena k vytváření komplexního elektromagnetického prostředí ve vnitřním průměru zařízení se třemi hlavními součástmi:

- statická magnetická pole – většina systémů v klinickém užívání pracuje s hodnotami 1,5 nebo 3 T, i když otevřené systémy upřednostňované pro intervenční postupy obvykle pracují s nižšími hodnotami magnetické indukce (0,2–1 T) a existuje rovněž malé množství snímacích zařízení s vysokou intenzitou pole pracujících do hodnoty 9,4 T, která se používají především pro výzkumné účely,
- nízkofrekvenční spínaná gradientová magnetická pole – snímací zařízení využívají tři ortogonální gradienty, které se rychle zapínají a vypínají, a vytvářejí tak polohové informace vztahující se k měřeným signálům MR. Jedná se o složité pulzní tvary vln, které se mění podle typu prováděného snímání. Pulzní tvary vln odpovídají frekvencím v rozsahu 0,5–5 kHz,
- radiofrekvenční pole používaná při Larmorově frekvenci, která závisí na statické magnetické indukci (62–64 MHz a 123–128 MHz pro snímací zařízení 1,5 T a 3 T v uvedeném pořadí).

**Tabulka F1 Srovnání expozice pracovníků ze zařízení MRI s mezními hodnotami a výslednými účinky**

Příklady expozice pracovníků	Mezní hodnoty	Hlášené účinky
<b>Statické magnetické pole</b>		
1,0 T, 1,5 T, 3,0 T, 7,0 T	2 T, 8 T	Závrať v nehybném stavu
< 2 m/s ekvivalentní < 3 T/s 0,3 V/m (pk) v mozku nebo 2 V/m (pk) v těle	0,05 V/m (efektivní hodnota) (nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na smyslové vnímání) 0,8 V/m (efektivní hodnota) (nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na zdraví)	Závrať a nevolnost
<b>Spínaná gradientová pole</b>		
100–1 500 Hz Omezeno hodnotami pacientova periferního nervového systému, které odpovídají odhadovaným hodnotám pro dB/dt a efektivním hodnotám indukovaných elektrických polí v mozku a trupu V normálních místech pacientova těla < 40 T/s (efektivní hodnota) = 4 V/m v mozku < 40 T/s (efektivní hodnota) = 8 V/m v trupu V nejhůře přístupných místech pro intervenční pracovníky < 120 T/s (pk) = 8 V/m v mozku < 40 T/s (pk) = 2 V/m v trupu	0,8 V/m (efektivní hodnota)	Pocit brnění, bolesti nebo svalových kontrakcí při překročení mezních hodnot pro periferní nervový systém v kontrolovaném režimu, Pracovníci se zařízením MRI nehlásili žádné účinky na centrální nervový systém, hlášeny byly pouze účinky, pokud jde o zařízení TMS, a to v hodnotách > 500 T/s nebo > 50–100 V/m
<b>Radiofrekvenční pole</b>		
42, 64, 128, 300 MHz Hodnota SAR pro celé tělo omezená na < 4 W/kg v izocentru odpovídá hodnotě SAR pro celé tělo < 0,4 W/kg v poloze napůl uvnitř tunelu a < 0,1 W/kg u ústí tunelu	0,4 W/kg	Pocity tepla a pocení při expozicích > 2 W/kg

Údaje poskytl COCIR – další údaje o expozicích pracovníků k dispozici ve Stam, 2014.

Všechna snímací zařízení MRI určená pro diagnostiku a/nebo terapii lidí a uvedená na trh nebo zprovozněná v Evropské unii od 30. června 2001 musí vyhovovat *základním požadavkům* směrnice o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS), která obsahuje obecný požadavek, že by tato zařízení neměla ohrožovat bezpečnost a zdraví uživatelů nebo případně dalších osob. Výrobci musí volit nejmodernější projekční a výrobní řešení, která vylučují nebo co nejvíce omezují rizika. Z pověření Evropské komise vydal Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC) výrobní normu pro zařízení magnetické rezonance pro lékařskou diagnostiku (EN60601-2-33), která výrobcům poslouží jako podklad při plnění výše zmíněných základních požadavků.

Současná verze normy EN60601-2-33 obsahuje požadavek, aby výrobci poskytovali informace o prostorovém rozložení polí, přičemž se tyto informace obvykle uvedou v návodu ke snímacímu zařízení. Na základě těchto údajů, jež jsou k dispozici pro všechny systémy MR, by pracovníci měli být lépe schopni určit oblasti, kde by mohly být překročeny nejvyšší přípustné hodnoty. Snímací zařízení mají navíc před zahájením každého snímání poskytovat informace o gradientovém výstupu a radiofrekvenčním měrném absorbovaném výkonu (SAR). Snímací zařízení musí rovněž obsahovat ochranné prvky, které poskytují ochranu proti nadměrné expozici. Je možné, že požadavky podle tohoto odstavce nemusí platit v případě starších zařízení.

## F.2 Expozice pracovníků při provozu MRI ve zdravotnickém odvětví

Snímací zařízení MRI jsou určena k vytváření silných, ale pečlivě kontrolovaných polí uvnitř tunelu snímacího zařízení a současně k minimalizaci rozptylových polí mimo půdorys zařízení. Pole proto se vzdáleností od ústí snímacího zařízení velmi rychle klesají, poblíž snímacího zařízení jsou zpravidla vysoké prostorové gradienty pole a ve větších vzdálenostech jsou pole daleko slabší. Dostupné důkazy dokládají, že pouze práce v tunelu snímacího zařízení nebo v bezprostřední blízkosti jeho ústí způsobuje expozice přesahující nejvyšší přípustné hodnoty.

Protože expozice pracovníků, kteří se nemusí pohybovat v blízkosti ústí snímacího zařízení, bude vždy v souladu se stanovenými hodnotami, není třeba ji posuzovat. Hodnocení expozice u pracovníků, kteří mají přístup do blízkosti ústí tunelu snímacího zařízení nebo do něj vstupují, je složité. Vyžaduje podrobné znalosti prostorového rozložení polí uvnitř a vně snímacího zařízení a informace o tom, jak se pracovníci při práci pohybují ve vztahu ke snímacímu zařízení, což značně závisí na úkolech, které provádějí. V optimálním případě by hodnocení navíc mělo být založeno na technikách numerického modelování, aby bylo možno porovnávat expozici přímo s nejvyššími přípustnými hodnotami. Tato hodnocení jsou mimo možnosti většiny institucí, jež technologii MRI běžně používají.

Evropská komise založila hodnocení na čtyřech zařízeních magnetické rezonance v různých zemích, aby poskytla informace o expozici pracovníků u řady typických postupů a různých typů zařízení. Tento podrobný projekt posuzoval pohyby a polohy pracovníků při různých postupech společně s mapováním pole a výpočetní dozimetrií (Capstick et al., 2008). Výsledky této a dřívějších studií (recenzováno v Stam, 2008) jsou informativní, i když podrobným závěrům je třeba věnovat určitou pozornost. Výsledky mají vztah k předchozí směrnici o EMP a využívají různá měření expozice. Navíc jsou omezeny na relativně malý počet snímacích zařízení a scénářů expozice. Poslední analýzy ukazují, že za některých okolností mohou být nejvyšší přípustné hodnoty překročeny (Stam, 2014; McRobbie, 2012).

Zvláštní pozornost je třeba věnovat naměřeným údajům u spínaných gradientových polí, protože v mnoha případech jsou referenční hodnoty v současné směrnici o EMP méně přísné než hodnoty uvažované v dřívějších studiích expozice. Obecně platí, že srovnání s referenčními hodnotami má za následek konzervativní hodnocení ve vztahu k použití nejvyšších přípustných hodnot, takže druhá možnost je vhodnější, ale obecně vyžaduje odbornost v oboru komplexní výpočetní dozimetrie.

### F.2.1 Expozice ve vztahu k nejvyšším přípustným hodnotám

#### F.2.1.1 Statická magnetická pole

U všech snímacích zařízení se slabým polem (pracujících při hodnotě do 2 T) a většiny rutinních postupů se snímacími zařízeními pracujícími nad 2 T je expozice statickému magnetickému poli v souladu s nejvyššími přípustnými hodnotami pro účinky na smyslové vnímání. U všech ostatních postupů s použitím snímacích zařízení pracujících při hodnotách do 8 T je expozice statickému magnetickému poli v souladu s nejvyššími přípustnými hodnotami pro účinky na zdraví.

#### F.2.1.2 Pohyb statickými magnetickými poli

Pohyb silnými statickými magnetickými poli, jež jsou vytvářena snímacími zařízeními MRI, indukuje elektrická pole v tělesných tkáních, která mohou překračovat nejvyšší přípustné hodnoty stanovené ve směrnici o EMP. Při normálních rychlostech pohybu k tomu dochází pouze v tunelu snímacího zařízení a v krátké vzdálenosti jeho ústí (na základě dostupných informací obecně do 1 m). Tato situace nastává zejména při nastavování polohy pacienta, kdy obsluhující pracovník může být za určitých okolností nucen často otáčet hlavou.

### F.2.1.3 Spínaná gradientová pole

U většiny rutinních postupů nepřesahují expozice spínanému gradientovému poli nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky ani na smyslové vnímání, ani na zdraví. U většiny postupů, kdy mají pracovníci přístup do blízkosti ústí snímacího zařízení (obvykle do 1 m), však může potenciálně docházet k překročení nejvyšších přípustných hodnot, přičemž překročení těchto hodnot je velmi pravděpodobné jen v několika málo případech, a to zejména pokud se pracovník musí naklonit do snímacího zařízení. Skutečné expozice závisejí na řadě faktorů, včetně počtu gradientů, které jsou současně aktivní, a gradientových charakteristik, přičemž vysokorychlostní zobrazování má obecně za následek vyšší expozice. Tabulka F2 uvádí příklady postupů v obou kategoriích.

### F.2.1.4 Radiofrekvenční pole

Radiofrekvenční nejvyšší přípustné hodnoty jsou časově průměrované v intervalu šesti minut, přičemž v případech, kdy se pracovník musí naklonit do snímacího zařízení (např. aby sledoval pacienta), expozice obecně nepřekračují stanovené hodnoty, pokud tento úkon trvá pouze několik minut. Avšak i v případech delší expozice jsou stanovené hodnoty často dodrženy.

## F.3 Odchytky vztahující se na provoz zařízení MRI

Význam MRI jako základní technologie ve zdravotnickém odvětví je obecně uznáván, přičemž článek 10 směrnice o EMP zaručuje podmíněnou odchylku z požadavku na dodržení nejvyšších přípustných hodnot. Tato odchylka platí pro expozici pracovníků související s montáží, testováním, používáním, vývojem, údržbou nebo výzkumem zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance, jsou-li splněny všechny tyto podmínky:

- i) hodnocení rizik provedené podle článku 4 ukázalo, že jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty;
- ii) byla uplatněna veškerá technická nebo organizační opatření odpovídající současnému stavu vývoje;
- iii) okolnosti řádně odůvodňují překročení nejvyšších přípustných hodnot;
- iv) byly zohledněny charakteristické rysy pracoviště, pracovního vybavení nebo pracovních postupů;
- v) zaměstnavatel prokáže, že pracovníci jsou nadále chráněni proti nepříznivým účinkům na zdraví a bezpečnostním rizikům, přičemž mimo jiné zajistí, aby byly dodržovány pokyny pro bezpečné používání poskytnuté výrobcem v souladu se směrnicí o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS).

**Tabulka F2 Riziko překročení příslušné nejvyšší přípustné hodnoty pro expozice gradientovému poli během různých vyšetření MRI**

Riziko překročení nejvyšší přípustné hodnoty	Postup
Vysoké	Umístění vodičů drátu (se snímáním v reálném čase) Intervenční techniky, jako např. intervenční kardiovaskulární MRI Funkční MRI (fyzická stimulace pacienta uvnitř snímacího zařízení) Nastavení elektrod EEG (výzkumná činnost)
Střední	Celková anestezie (obsluhující pracovník je během sledování stavu pacienta při snímání v jeho těsné blízkosti) Stresový test srdce (obsluhující pracovník je během sledování stavu pacienta při snímání v jeho těsné blízkosti) Čištění/kontrola infekce uvnitř snímacího zařízení (bez snímání) Uklidňování dítěte při snímání (uklidňující osoba zůstává mimo snímací zařízení, ale do vzdálenosti 1 m od ústí tunelu)
Nízké	Rutinní snímání (pracovníci nejsou přítomni v místnosti se snímacím zařízením) Biopsie (pacient není ve snímacím zařízení / bez snímání) Ruční podání kontrastní látky (bez snímání)

Je třeba zmínit, že odchylka platí pouze pro nejvyšší přípustné hodnoty, které jsou určeny pro zabránění přímým účinkům elektromagnetických polí na lidi. Při obsluze zařízení MRI mohou vznikat další nebezpečí, která mohou způsobit bezpečnostní rizika s potenciálně vážnými důsledky. Obsluhující pracovníci by měli tato rizika řádně zohledňovat. K těmto dalším rizikům může patřit interference s:

- aktivními nebo pasivními implantabilními zdravotnickými prostředky,
- zdravotnickými prostředky nošenými na těle,
- elektronickými zdravotnickými prostředky,
- kosmetickými nebo implantabilními zdravotnickými prostředky.

K dalším rizikům rovněž patří:

- vymrštění feromagnetických předmětů působením silného magnetického pole,
- hluk,
- kapalné helium.

## F.4 Dodržování podmínek odchylky

Tato část poskytuje návod pro zaměstnavatele k hodnocení, zda jsou v souladu s podmínkami odchylky.

### F.4.1 Hodnocení rizik při zjišťování, zda jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty

Zvláštní návod pro hodnocení rizik v kontextu směrnice o EMP je uveden v kapitole 5. Zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance používá silná pole pro vytváření obrazů, a proto často může docházet k překročení nejvyšších přípustných hodnot. Intenzita elektrického pole však obecně překračuje nejvyšší přípustné hodnoty pouze uvnitř snímacího zařízení nebo v těsné blízkosti jeho ústí (viz část F1) a většina postupů MRI (odhadem zhruba 97 %) nevyžaduje, aby byli pracovníci při snímání v těchto místech přítomni.

Protože hodnocení expozice je zpravidla mimo možnosti většiny institucí provádějících rutinní postupy MRI, bude obvykle přijatelné spoléhat na veřejně dostupné údaje společně s informacemi o předpokládané expozici způsobené snímacími systémy.

Základem hodnocení rizik tak bude určení, zda musí pracovníci vstupovat do oblastí, kde mohou být nejvyšší přípustné hodnoty překročeny (obvykle do vzdálenosti 1 m od ústí tunelu). Během rutinních operací a péče o pacienta do nich pracovníci vstupují, ale obvykle nikoli v okamžiku, kdy systém provádí snímání. Musí-li se pracovníci přiblížit do vzdálenosti 1 m od ústí tunelu, měl by pomalý pohyb postačovat k tomu, aby pohybem indukovaná elektrická pole zůstávala pod úrovní příslušné nejvyšší přípustné hodnoty. Údaje v tabulce F2 a zveřejněné údaje o expozici (viz část F2) by měly zaměstnavatelům pomoci dospět k závěru, při kterých postupech může docházet k expozici nad rámec nejvyšší přípustné hodnoty spínaných gradientových polí a zda vůbec.

Pracovníci by se měli pokud možno vyhýbat vstupu do tunelu snímacího zařízení (viz oddíl F6.4). Je však třeba poznamenat, že v případech, kdy pracovníci do tunelu snímacího zařízení musí vstoupit při činnostech, jako je kontrola infekce, provádějí to při vypnutých gradientových a radiofrekvenčních polích, takže je třeba posoudit pouze expozici statickému magnetickému poli. Jak bylo uvedeno v části F2, u snímacích zařízení pracujících s magnetickou indukcí do 8 T nejsou nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví překročeny. Jsou-li přijata opatření pro informování pracovníků a zabránění bezpečnostním rizikům, je dočasné překročení nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání přijatelné.

## F.4.2 Uplatnění technických a organizačních opatření odpovídajících současnému stavu vývoje

### F.4.2.1 Technická opatření

Technická opatření pro omezení polí v tunelu snímacího zařízení jsou součástí jeho návrhu a konstrukce společně s provozními režimy pro omezení výstupu. Výrobci neustále vyvíjejí a zlepšují svá zařízení, včetně opatření pro omezení polí při zajišťování souladu s požadavky směrnice o zdravotnických prostředcích. Z těchto požadavků na zajištění souladu vyplývá, že v okamžiku výroby a montáže technická opatření integrovaná do snímacích zařízení odpovídají současnému stavu vývoje. Změny zařízení MR po montáži by byly technicky náročné a obvykle by vyžadovaly nové hodnocení s ohledem na dodržování souladu se směrnicí o zdravotnických prostředcích, což je obvykle mimo možnosti institucí používajících zařízení MRI.

V zásadě by bylo možné vybrat provozní parametry (jako např. gradientové charakteristiky nebo intenzita radiofrekvenčního pole) pro snížení expozice, když musí být pracovníci přítomni v tunelu nebo v blízkosti jeho ústí. V praxi je však výběr provozních parametrů snímacího zařízení veden primárně klinickou potřebou a postupy, k nimž patří naklání pracovníků do snímacího zařízení (např. intervenční postupy), budou často vyžadovat rychlé snímání při vysoké expozici. Proto je nepravděpodobné, že by byl dostatek prostoru pro snížení expozice tímto postupem, avšak tam, kde je místo pro flexibilitu, mohou rentgenologové volit pomalejší snímání a nižší radiofrekvenční expozici, mají-li se pracovníci pohybovat v blízkosti snímacího zařízení. Výběr vhodného nastavení snímacího zařízení však musí zůstat záležitostí klinického hodnocení.

### F.4.2.2 Organizační opatření

Zaměstnavatelé provozující snímací zařízení MRI by měli dodržovat doporučení uvedená v částech F5 a F6 níže.



### F.4.3 Okolnosti řádně odůvodňující překročení nejvyšší přípustné hodnoty

Okolnosti řádně odůvodňující překročení nejvyšší přípustné hodnoty závisejí na konkrétních aplikacích. U diagnostiky a terapie bude požadavek provádět zvláštní postupy vždy záležitostí klinického hodnocení. Pokud při postupech pracovníci vstupují do prostoru kolem ústí vyznačeného na plánu (viz oddíl F5.3 níže), měl by se zaměstnavatel s příslušnými odborníky na zdravotní péči poradit, zda existují jiné přijatelné prostředky dosažení požadovaného cíle při zohlednění klinických potřeb a pacientovy bezpečnosti.

Výrobci by měli při organizaci své práce uvažovat podobně, zejména by měli zohlednit skutečnost, že zařízení musí vytvářet obrazy přiměřené kvality pro klinické použití. Výzkumné instituce by měly postupovat analogicky s postupem přímé péče o pacienty a zohledňovat kvalitu získávaných údajů a bezpečnost dobrovolníků.

### F.4.4 Charakteristiky pracoviště, pracovního vybavení a pracovních postupů

Zaměstnavatelé by měli vzít na vědomí obsah části F1 výše a dodržovat doporučení uvedená v částech F5 a F6 níže.

### F.4.5 Ochrana pracovníků a bezpečné používání

Jak je uvedeno v části F1, zařízení MRI vyhovující normě EN60601-2-33 obsahuje ochrany proti nadměrné expozici. Nicméně všude, kde jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty, existuje riziko, že pracovníci, kteří jsou nejcitlivější na působení polí, mohou pocítovat příslušné účinky. Je tedy důležité, aby pracovníci, kteří musí vstupovat do oblasti kontrolovaného přístupu (viz oddíl F5.1), obdrželi informace o možných následcích expozice, aby mohli rozpoznat, zda k nim dochází, a přijmout vhodná opatření pro omezení své expozice.

Snímací zařízení MRI jsou složitá a vysoce technická lékařská nebo výzkumná přístroje a obsluhující pracovníci jsou rozsáhle školeni. Zařízení obsahuje četné bezpečnostní systémy včetně ochrany proti nadměrné expozici a automatických výstražných systémů. Pokud zaměstnavatelé používají systémy, které zaručují, že obsluha používá zařízení v souladu s pokyny výrobce a dbá pokynů automatických výstražných systémů, zařízení by mělo být bezpečné pro pacienty i pracovníky, jak požaduje směrnice o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS).

### F.4.6 Těhotné pracovnice

Jakmile pracovnice oznámí, že je těhotná, musí zaměstnavatel znovu ověřit, zda hodnocení stávajících rizik odpovídá svému účelu. Jsou-li nutné změny, je třeba provést zvláštní hodnocení rizik. Další pokyny jsou k dispozici v kapitole 5 a dodatku E této příručky.

## F.5 Organizace zařízení MRI

Instituce mohou minimalizovat expozici pracovníků přijetím strukturovaného postupu k organizaci zařízení MRI, a zejména rozdělením oblasti podle velikosti příslušných polí. Ušlechtlí to omezení přístupu do oblastí, kde je riziko expozice nad rámec nejvyšších přípustných hodnot vyšší. Většina zařízení MRI již obecně pracuje se systémem omezení přístupu na základě jiných nebezpečí (viz seznam v části F3). Níže uvedený postup je založen na návrzích jinde zveřejněných osvědčených postupů a rozvíjí stávající postupy



v souvislosti se směrnicí o EMP.

### F.5.1 Oblast kontrolovaného přístupu

EN60601-2-33 definuje koncepci oblasti kontrolovaného přístupu a vyžaduje ji pro každé zařízení MRI, které vytváří rozptylové pole přesahující 0,5 mT mimo svůj trvale připojený kryt a/nebo neodpovídá úrovni elektromagnetické interference stanovené v EN60601-1-2. Pojem oblasti kontrolovaného přístupu je již tedy ve zdravotnickém odvětví standardní praxí.

V oblasti kontrolovaného přístupu existuje riziko interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky a jiným zdravotnickým vybavením. Existuje rovněž riziko vymrštění feromagnetických předmětů nebo kroutících momentů působících na tyto předměty.

Přístup do této oblasti bude muset být omezen, ideálně pomocí kontrolovaných přístupových dveří s příslušným nápisem. Pro kontrolu vstupu do oblasti budou potřebná vhodná organizační opatření (viz část F6 níže).

### F.5.2 Místnost snímacího zařízení

Vstup do místnosti snímacího zařízení by měl být omezen na pracovníky, kteří v ní musí být přítomni z provozních důvodů. Osoby, které vstoupí do místnosti, by v ní neměly zůstat déle, než je nezbytně nutné pro provedení jejich povinností.

Prostorový gradient magnetického pole je maximální v oblasti bezprostředně kolem ústí snímacího zařízení. Spínaná gradientová pole v této oblasti mohou být rovněž dostatečně silná na to, aby existovalo riziko překročení nejvyšší přípustné hodnoty při provozu snímacího zařízení. Tato oblast by tedy měla být označena na plánu umístěném v místnosti snímacího zařízení. Určená oblast bude založena na nejvíce omezujícím prostorovém gradientu a spínaných gradientových polích a obvykle ji určuje výrobce. Nejsou-li tyto zvláštní informace k dispozici (např. u staršího snímacího zařízení), měla by být standardně označena oblast do vzdálenosti 1 m od ústí tunelu (měřeno od středové osy), protože je to obvykle postačující. Plán by měl informovat pracovníky o zvýšeném riziku při práci v této oblasti. Pracovníci by neměli do určené oblasti vstupovat, není-li to nutné pro provedení jejich povinností, a neměli by v ní zůstat déle, než je nutné. Všichni pracovníci, kteří musí vstupovat do určené oblasti, by měli dbát na to, aby se pohybovali dostatečně pomalu, a tím se vyhnuli nepříznivým účinkům.

### F.5.3 Rozvržení místnosti snímacího zařízení

Rozvržení místnosti snímacího zařízení by mělo být koncipováno tak, aby pracovníci pokud možno nemuseli pracovat v blízkosti snímacího zařízení. Proto by mělo být anestetické a jiné pohyblivé vybavení umístěno co nejdále od snímacího zařízení, pokud je to v souladu s osvědčenými zdravotnickými postupy. Podobně by mělo být podávání léků a kontrastních látek pokud možno automatizováno, i když je zřejmé, že tento postup nemusí být vždy bezpečný: toto je otázkou klinického hodnocení. Zejména ruční infuze se často považuje za bezpečnější alternativu u mladých nebo velmi nemocných pacientů a opět se vždy jedná o záležitost klinického hodnocení.

## F.6 Organizace práce

### F.6.1 Oblast kontrolovaného přístupu

Oblast kontrolovaného přístupu by měla být upravena vhodnými organizačními opatřeními, která by měla být zdokumentována. Na pracovní činnosti v oblasti by měl přímo dohlížet pracovník ve vedoucím postavení, jako např. vedoucí rentgenolog pro příslušný den.

Zdravotničtí pracovníci a návštěvníci v oblasti kontrolovaného přístupu by měli být trvale pod dohledem pracovníka MR.

Základním opatřením bude kontrola totožnosti těch, kteří jsou ohroženi v důsledku přítomnosti aktivních nebo pasivních implantátů nebo dalších rizikových faktorů, jako např. piercingu nebo tetování s vysokým obsahem železa. Kontrolní kritéria jsou stejná pro pacienty i zdravotnické pracovníky.

Rovněž bude třeba přijmout opatření pro kontrolu přístupu mimo normální pracovní dobu (např. úklidoví pracovníci, bezpečnostní pracovníci, požárníci a pracovníci údržby budovy).

Kontrola by se rovněž měla vztahovat na předměty přinášené do této oblasti, aby bylo zaručeno, že jsou feromagnetické předměty označeny jako bezpečné, nebo podmíněné z hlediska MR. Toto opatření by měly upravovat místní postupy.

### F.6.2 Školení pracovníků

Pracovníci pracující v oblasti kontrolovaného přístupu by měli být školeni v oblasti bezpečnosti MRI. Školení by mělo zahrnovat:

- povědomí o možných účincích pohybu v silném statickém magnetickém poli,
- povědomí o účincích silných spínaných gradientových polí,
- povědomí o účincích radiofrekvenčních polí,
- povědomí o riziku vymrštění předmětů z feromagnetických materiálů a rizicích krouticích momentů působících na tyto materiály,
- povědomí o riziku interference s aktivními implantabilními zdravotnickými prostředky,
- povědomí o riziku interference s elektronickými zdravotnickými prostředky,
- význam omezení přístupu a kontroly lidí nebo předmětů vstupujících do oblasti kontrolovaného přístupu,
- význam pomalého pohybu v blízkosti a uvnitř snímacího zařízení,
- povědomí o prostorovém rozložení polí v okolí snímacího zařízení,
- povědomí o dalších rizicích, včetně hluku a kryogenních plynů,
- evakuační postupy v případě ztráty vodivosti (quench) supravodivého magnetu,
- povědomí o postupech v nouzových případech.

Školení by mělo běžně odpovídat konkrétnímu zařízení a měla by je na místě provádět osoba s příslušnými znalostmi a zkušenostmi. Další informace o požadavcích na školení mají připravit příslušné evropské odborné orgány.

Mohou-li do oblasti kontrolovaného přístupu vstupovat další pracovníci, jako např. úklidoví pracovníci, bezpečnostní pracovníci, požárníci a pracovníci údržby budovy, měli by rovněž absolvovat informační školení pro oblasti, do kterých mohou případně vstupovat, i když nemusí být tak podrobné jako u pracovníků MR.

### F.6.3 Místnost snímacího zařízení

Pracovníci, kteří musí vstupovat do oblasti kolem ústí tunelu vyznačené na schématu, musí dbát na to, aby se pohybovali dostatečně pomalu, aby pro ně byly všechny přechodové účinky přijatelné. Další pokyny pro omezení pohybu ve statických magnetických polích byly zveřejněny (ICNIRP, 2014) a dále diskutovány v části D4. Pracovníci si musí uvědomovat účinky spínaných gradientových polí a dbát na to, aby nevstupovali do oblasti určené na plánu, není-li to nutné pro prováděný postup, a nezůstávali v této oblasti déle, než je nutné.

Pracovníci, kteří provádějí aktivní snímání v blízkosti nebo uvnitř tunelu, mohou vnímat stimulaci periferních nervů. Moderní snímací zařízení jsou navržena tak, aby omezovala simulaci periferních nervů u většiny lidí, ale nejcitlivější jednotlivci mohou přesto vnímat určité účinky a měli by mít vědomosti o příznacích, aby mohli přijmout opatření pro omezení těchto účinků. Pokud pracovníci vnímají účinky expozice, měli by je nahlásit vedení zařízení, které by mělo v případě potřeby aktualizovat hodnocení rizik a preventivní opatření.

Přímé účinky na pracovníky mohou mít za následek bezpečnostní rizika pro ostatní. Například závrať nebo poruchy zrakového vnímání vnímané pracovníky v důsledku rychlého pohybu ve statickém poli mohou ovlivnit schopnost poskytovat přiměřenou péči pacientům.

### F.6.4 Vstup do snímacího zařízení

Pracovníci by měli obdržet pokyny, aby nevstupovali do tunelu snímacího zařízení, není-li to absolutně nezbytné. Vstup do tunelu snímacího zařízení, například pro čištění snímacího zařízení nebo utišení pacienta, by měl být omezen na dobu nezbytně nutnou pro provedení úkolu. Pracovníci by měli zvážit, zda je postup nezbytný nebo zda je možné dosáhnout stejného cíle bez vstupu. Pracovníci, kteří nejsou obeznámeni s účinky pohybu v silných statických magnetických polích, mohou být vystaveni vyššímu riziku.

V mnoha případech lze pro činnosti, jako jsou sledování pacientů během snímání nebo kontrola tunelu snímacího zařízení, použít jednoduché postupy jako dálkové sledování (např. pomocí zrcadla). Obdobně mohou být pro některé čisticí postupy vhodné nástroje s dlouhými držadly. Citlivé užívání těchto postupů minimalizuje potřebu, aby pracovníci vstupovali do snímacího zařízení.

Je-li nevyhnutelné, aby pracovníci vstupovali do snímacího zařízení, musí být radiofrekvenční a spínaná gradientová pole vypnuta, není-li jejich zapnutí absolutně nezbytné. Je-li třeba zapnout spínaná gradientová pole, měla by být pokud možno omezena na jeden gradient a pomalou rychlost snímání, aby byla omezena velikost expozice. Obdobně je-li třeba zapnout radiofrekvenční pole, měla by být udržována na minimálním výkonu, který umožňuje splnění pracovního úkolu.

## F.7 MRI v oblasti výzkumu

Je zřejmé, že práce v oblasti výzkumu bývá méně rutinní a může nezbytně představovat vyšší stupeň aktivity pracovníka v blízkosti snímacího zařízení. Obecně by však mělo být možné dodržovat výše uvedené obecné zásady pro snímání pacientů a podle potřeby je přizpůsobit tak, aby vyhovovaly zvláštním požadavkům výzkumu. Podrobné pokyny pro bezpečný provoz MRI v oblasti výzkumu byly vypracovány Mezinárodní společností magnetické rezonance v lékařství (Calamante et al., 2014).

# DODATEK G

## POŽADAVKY DALŠÍCH EVROPSKÝCH DOKUMENTŮ

### G.1 Právní základ evropských právních předpisů

Evropské právo je utvářeno třemi základními smlouvami:

- Smlouva o Evropské unii (SEU),
- Smlouva o fungování Evropské unie (SFEU),
- Smlouva o založení Evropského společenství pro atomovou energii.

SFEU (původně Římská smlouva) poskytuje právní základ pro níže uvedené směrnice.

### G.2 Zdravotní a bezpečnostní směrnice

SFEU stanoví cíl podporovat zlepšování pracovního prostředí s ohledem na zdraví a bezpečnost pracovníků. Umožňuje přijímání směrnic stanovících minimální požadavky, aby pomáhala dosažení tohoto cíle.

#### G.2.1 Rámcová směrnice

V roce 1989 byla zavedena rámcová směrnice (89/391/EHS) jako překlenovací směrnice v této oblasti. Rámcová směrnice stanoví obecné zásady prevence a ochrany pracovníků s ohledem na pracovní úrazy a nemoci. Pro zaměstnavatele stanoví povinnosti, týkající se:

- hodnocení rizik (viz kapitola 5),
- prevence rizik (viz kapitola 9),
- předpisů pro první pomoc, hašení požárů, evakuaci a opatření v případě vážného a bezprostředního nebezpečí,
- uchovávání záznamů o úrazech,
- informování, účasti a školení pracovníků,
- zdravotního dozoru v souladu s vnitrostátními zvyklostmi a praktikami,
- ochrany zvláště citlivých rizikových skupin.

Rámcová směrnice rovněž stanoví pro pracovníky povinnosti:

- správně používat zařízení, látky a osobní ochranné prostředky,
- informovat zaměstnavatele o všech situacích, které představují vážné a bezprostřední nebezpečí, a o všech nedostacích v ochranných opatřeních,
- spolupracovat se zaměstnavatelem při provádění opatření na ochranu zdraví a bezpečnosti.

Rámcová směrnice počítá se zaváděním jednotlivých směrnic, které především poskytnou další podrobnosti pro dosahování cílů rámcové směrnice ve zvláštních

situacích. Směrnice o EMP je jednou z mnoha jednotlivých směrnic, které doplňují obecné požadavky rámcové směrnice. Některé z těchto dalších směrnic se mohou vztahovat k práci s EMP a jsou stručně uvedeny níže. Úplné informace o všech těchto směrnicích získáte v samotných směrnicích, ve vnitrostátních předpisech, které je provádějí, a v oficiálních návodech, které mohou být k dispozici.

## G.2.2 Směrnice o pracovních zařízeních

Směrnice o pracovních zařízeních (2009/104/ES) stanoví pro zaměstnavatele povinnost zajistit, aby pracovní zařízení, které poskytují pracovníkům, bylo bezpečné a přiměřené pro pracoviště, na kterém má být používáno. Dále stanoví pro zaměstnavatele povinnost zajistit přiměřenou údržbu pracovního zařízení, aby bylo vyhovující po celou dobu životnosti. Zaměstnavatel musí provádět kontroly a/nebo zkoušky, které by zaručovaly správnou instalaci a řádný provoz zařízení, a musí zaznamenávat výsledky.

Může-li být pracovní zařízení zdrojem zvláštních rizik, musí zaměstnavatel omezit jeho užívání na osoby, které je mají používat, a zajistit, aby opravu, úpravu, údržbu nebo servis prováděl pouze určený personál.

Zaměstnavatelé jsou povinni poskytnout pracovníkům informace o podmínkách používání pracovního zařízení, předvídatelných neobvyklých situacích a nebezpečích, která jsou s ním spojena. Pracovníci by měli rovněž absolvovat odpovídající školení.

## G.2.3 Směrnice o pracovištích

Směrnice o pracovištích (89/654/EHS) stanoví pro zaměstnavatele povinnost zajistit pracoviště, které je bezpečné, čisté a řádně udržované.

## G.2.4 Směrnice o bezpečnostních a/nebo zdravotních značkách

Směrnice o bezpečnostních a/nebo zdravotních značkách (92/58/EHS) stanoví pro zaměstnavatele povinnost zajistit bezpečnostní a/nebo zdravotní značky, nelze-li vyloučit nebo omezit rizika. Pracovníci a jejich zástupci musí být poučeni o významu značek a opatřeních, která je třeba přijmout při jejich použití.

Minimální požadavky na tyto značky jsou uvedeny v přílohách směrnice.

## G.2.5 Směrnice o těhotných pracovnicích

Směrnice o těhotných pracovnicích (92/85/EHS) stanoví pro zaměstnavatele povinnost provádět hodnocení rizik pro bezpečnost a zdraví při expozici řadě fyzických, biologických a chemických prostředků, včetně neionizujícího záření. Výsledky hodnocení a všechna opatření, která je třeba přijmout, musí být zpřístupněna pracovnícím, které jsou těhotné, nedávno porodily nebo kojí, a pracovnícím, které mohou být v některé z těchto situací. Případným zjištěným rizikům musí zaměstnavatel zabránit přizpůsobením pracovních podmínek, přesunutím pracovnice k jiné práci nebo poskytnutím dovolené.

Směrnice rovněž zajišťuje těhotným pracovnicím ochranu před povinností pracovat na nočních směnách, je-li to lékařsky indikováno, právo na mateřskou dovolenou a ochranu proti propuštění z důvodu těhotenství nebo mateřské dovolené.

## G.2.6 Směrnice o mladistvých pracovnících

Směrnice o mladistvých pracovnících (94/33/ES) zřizuje systém ochrany osob mladších 18 let. Až na některé definované výjimky musí členské státy chránit děti během povinné školní docházky (a v každém případě děti mladší 15 let) před prací.

Zaměstnavatelé jsou povinni provádět hodnocení rizik, které zvláště zohledňuje rizika plynoucí z nedostatku zkušeností, nevědomosti o skutečných nebo možných rizicích a ze skutečnosti, že mladí lidé nejsou plně vyzrálí. Zaměstnavatelé musí přijmout opatření na ochranu bezpečnosti a zdraví mladých lidí. Hodnocení musí být provedeno před tím, než mladí lidé začnou pracovat, a pokud se objeví jakýkoli větší problém v souvislosti s pracovními podmínkami. Mladiství pracovníci a jejich zástupci musí být informováni o výsledku hodnocení a přijatých opatřeních.

## G.2.7 Směrnice o používání osobních ochranných prostředků

Směrnice o používání osobních ochranných prostředků (89/656/EHS) stanoví pro zaměstnavatele povinnost zajistit používání osobních ochranných prostředků, nelze-li rizika vyloučit nebo dostatečně omezit technickými nebo organizačními prostředky. Všechny poskytované osobní ochranné prostředky musí odpovídat ustanovením EU o konstrukci a výrobě a musí:

- být přiměřené rizikům, aniž by samy riziko zvyšovaly,
- odpovídat stávajícím podmínkám na pracovišti,
- zohledňovat ergonomické požadavky a zdravotní stav pracovníka,
- bez jakékoli úpravy přesně vyhovovat osobě, která je používá.

Osobní ochranné prostředky musí být pracovníkům poskytovány zdarma, v dobrém provozním a hygienickém stavu. Zaměstnavatel musí provést hodnocení, které zajistí, že jsou vhodné a v případě potřeby slučitelné s jinými osobními ochrannými prostředky.

Pracovníci musí být příslušně vyškoleni v používání všech osobních ochranných prostředků, které jsou jim vydány.

## G.3 Směrnice o výrobcích

SFEU zakazuje kvantitativní omezení obchodu mezi členskými státy Evropské unie nebo opatření s podobným účinkem. Judikatura stanoví, že omezení volného pohybu výrobků v rámci Evropské unie lze zdůvodnit pouze na základě nesouladu se *základními požadavky*. To dále vedlo k nutnosti stanovení *základních požadavků* a normalizace hodnocení souladu.

Tyto otázky byly původně řešeny přijetím *nového přístupu* k předpisům o výrobcích, který stanovil tyto zásady:

- harmonizace předpisů musí být omezena na základní požadavky, které musí výrobky uváděné na trh EU splňovat, mají-li využívat možnosti volného pohybu v rámci EU,
- v harmonizovaných normách musí být stanoveny technické specifikace pro výrobky, které mají odpovídat základním požadavkům,
- na výrobky vyrobené v souladu s harmonizovanými normami se vztahuje předpoklad souladu s příslušnými základními požadavky,

- používání harmonizovaných nebo jiných norem je nadále dobrovolné; výrobci mohou pro splnění požadavků vždy používat jiné technické specifikace, ale musí potom prokázat, že tak učinili.

Nový přístup byl nyní nahrazen novým legislativním rámcem, který pozměnil a posílil aspekty dřívějšího systému.

Tento systém předpisů o výrobcích umožňuje regulaci širokých skupin výrobků, které sdílejí společné základní požadavky. V rámci tohoto systému bylo dosud přijato 27 směrnic, ale pouze několik z nich může mít nějaký význam pro bezpečnost EMP na pracovišti, a ty jsou uvedeny níže.

### G.3.1 Elektrická zařízení

Na elektrická zařízení uváděná na trh v Evropské unii se vztahují požadavky směrnice o nízkém napětí (2006/95/ES). Tato směrnice byla přepracována v roce 2014, protože členské státy požadovaly zavedení vnitrostátních předpisů pro provádění nové směrnice o nízkém napětí (2014/35/ES) do 20. dubna 2016. S určitými výjimkami platí směrnice o nízkém napětí pro elektrická zařízení určená k provozu se střídavým napětím od 50 do 1 000 V nebo se stejnosměrným napětím od 75 do 1 500 V.

Směrnice o nízkém napětí požadují, aby zařízení při řádné instalaci, údržbě a používání v souladu s určením neohrožovala zdraví a bezpečnost lidí, domácích zvířat nebo majetku. Zvláštní význam pro tuto příručku má požadavek na používání technických opatření, aby zařízení nebyla zdrojem záření, které může představovat riziko.

### G.3.2 Strojní zařízení

Na strojní zařízení uváděná na trh v Evropské unii se vztahují požadavky směrnice o strojních zařízeních (2006/42/ES). V širokém smyslu platí směrnice pro všechny sestavy navzájem spojených částí komponent, z nichž se alespoň jedna pohybuje, které jsou nebo mají být vybaveny hnacím systémem. S výjimkou zvedacích zařízení jsou zařízení poháněná výhradně silou lidí nebo zvířat z oblasti působnosti směrnice vyloučena. Existuje řada speciálních výjimek a dodatků tohoto širokého spektra.

Směrnice o strojních zařízeních má zajišťovat, aby strojní zařízení nepředstavovala riziko pro zdraví a bezpečnost. Zvláštní požadavky mají zaručit, aby byly vyloučeny nebo omezeny nežádoucí emise záření na úrovni, která nemá nebezpečné účinky na lidi. Emise neionizujícího záření během nastavení, provozu a čištění musí být omezeny na úroveň, která nemá nepříznivé účinky na lidi.

Výrobci strojních zařízení musí poskytovat informace o zbytkových rizicích v návodech dodávaných se strojními zařízeními. Výrobci rovněž musí poskytovat informace o možných emisích neionizujícího záření, které mohou mít škodlivé účinky na lidi, včetně osob s implantovanými zdravotnickými prostředky.

### G.3.3 Rádiová zařízení

Na rádiová zařízení uváděná na trh v Evropské unii se vztahují požadavky směrnice o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních (1999/5/ES). Od 13. června 2016 však bude tato směrnice zrušena a nahrazena směrnicí o rádiových zařízeních (2014/53/EU). Podle přechodných ustanovení mohou být rádiová zařízení, která jsou v souladu se směrnicí 1999/5/ES, přesto uváděna na trh do 13. června 2017. Směrnice o rádiových zařízeních platí pro veškerá zařízení, která jsou určena k záměrnému vysílání a/nebo přijímání rádiových vln pro účely rádiové komunikace a/nebo rádiového určování (použití rádiových vln pro zjišťování polohy, rychlosti nebo dalších charakteristik předmětu nebo informací o těchto vlastnostech). Směrnice

o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních má širší oblast působnosti a zahrnuje například i veškerá zařízení určená pro připojení k veřejné síti.

Obě směrnice obsahují stejné požadavky s ohledem na zdraví a bezpečnost jako směrnice o nízkém napětí (viz oddíl G3.1), ale bez jakéhokoli omezení rozsahů napětí.

### G.3.4 Zdravotnická zařízení

Na elektronická zdravotnická zařízení uváděná na trh v Evropské unii se vztahují požadavky buď směrnice o zdravotnických prostředcích (93/42/EHS), nebo směrnice o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích (90/385/EHS). Obě směrnice jsou zmíněny blíže v oddílech E2.1.1 (směrnice o aktivních implantabilních zdravotnických prostředcích) a E2.3 (směrnice o zdravotnických prostředcích).

### G.3.5 Osobní ochranné prostředky

Na osobní ochranné prostředky uváděné na trh v Evropské unii se vztahují požadavky směrnice o osobních ochranných prostředcích (89/686/EHS). Až na zvláštní odchylky jsou osobní ochranné prostředky široce definovány jako zařízení nebo přístroje určené k nošení nebo držení osobami na ochranu proti jednomu nebo více zdravotním a bezpečnostním rizikům.

Směrnice o osobních ochranných prostředcích požaduje, aby osobní ochranné prostředky byly uváděny na trh a používány pouze v případě, že při řádné údržbě a používání v souladu s určením chrání zdraví a zaručují bezpečnost uživatelů. Osobní ochranné prostředky nesmějí ohrožovat zdraví nebo bezpečnost jiných lidí, zvířat nebo zboží.

### G.3.6 Obecná bezpečnost výrobků

Účelem směrnice o obecné bezpečnosti výrobků (2001/95/ES) je zajišťovat bezpečnost výrobků určených k použití spotřebitelem. Pokud tyto výrobky náležejí do oblasti působnosti jedné ze směrnic nového přístupu nebo nového legislativního rámce, mají požadavky zvláštní směrnice obvykle přednost před požadavky směrnice o obecné bezpečnosti výrobků. I když je cílem směrnice o obecné bezpečnosti výrobků ochrana spotřebitelů, platí pro výrobky nakupované pro používání podnikem, pokud je tento výrobek určen k používání spotřebiteli.

Směrnice o obecné bezpečnosti výrobků požaduje, aby výrobky nepředstavovaly žádné nebo pouze minimální riziko slučitelné s předpokládaným použitím a považované za přijatelné (v souladu s vysokou úrovní ochrany zdraví a bezpečnosti). Tyto požadavky platí za všech rozumně předvídatelných podmínek použití, včetně instalace, uvedení do provozu a údržby.

### G.3.7 Elektromagnetická kompatibilita

Na zařízení, jež může způsobovat elektromagnetické rušení nebo může být takovým rušením ovlivněno, a které je uvedeno na trh nebo do provozu v Evropské unii, se vztahují požadavky směrnice o elektromagnetické kompatibilitě (2004/108/ES). Tato směrnice byla nedávno přepracována na novou směrnici o elektromagnetické kompatibilitě (2014/30/EU), která vstupuje v platnost 20. dubna 2016, přičemž stávající směrnice bude od stejného data zrušena. Veškerá zařízení uvedená na trh před 20. dubnem 2016, která jsou v souladu se směrnicí 2004/108/ES, mohou být po tomto datu nadále uváděna na trh. Existují určité výjimky z oblasti působnosti směrnic, včetně zařízení, která přísluší do oblasti působnosti směrnice o rádiových zařízeních a telekomunikačních koncových zařízeních (viz oddíl G3.3), a leteckých zařízení. Požadavky elektromagnetické kompatibility



pro letadla jsou stanoveny nařízením (ES) č. 216/2008, zatímco na vozidla se čtyřmi a více koly se vztahuje nařízení (ES) č. 661/2009.

Směrnice o elektromagnetické kompatibilitě neobsahují žádná ustanovení, která by se zvláště vztahovala k zajišťování zdraví a bezpečnosti lidí. Obsahují však požadavky na omezení elektromagnetických poruch, aby nedocházelo k interferenci s jinými zařízeními, a na zařízení, aby vykazovala takovou úroveň odolnosti vůči poruchám, která zajišťuje, že mohou pracovat v určeném prostředí bez nepříjemného zhoršení funkce. Tyto požadavky mohou mít důsledky pro bezpečnost s ohledem na některé nepříjemné účinky.

## G.4 Doporučení Evropské rady

Na ochranu široké veřejnosti vydala Rada Evropské unie doporučení o omezení expozice osob elektromagnetickým polím (1999/519/ES). Doporučení stanoví rámec ochrany osob proti zjištěným nepříznivým účinkům na zdraví, které mohou být důsledkem expozice elektromagnetickým polím. Netýká se ochrany pracovníků.

Doporučení Rady je nezávazné, ale stanoví systém základních omezení, což jsou hodnoty, které by neměly být překročeny a koncepčně odpovídají nejvyšším přípustným hodnotám používaným ve směrnici o EMP.

Protože základní omezení jsou většinou stanovena jako vnitřní veličiny v těle, které nelze snadno měřit, doporučení Rady rovněž stanoví systém referenčních úrovní na bázi veličin vnějšího pole, které lze posuzovat daleko snáze. Referenční úrovně jsou odvozeny ze základních omezení pomocí konzervativních postupů, jako např. není-li překročena referenční úroveň, není překročeno ani výchozí základní omezení. Protože je však odvození referenčních úrovní založeno na předpokladu nejhorší situace, je často možné, že jsou překročeny referenční úrovně, ale základní omezení přesto překročena nejsou. Z tohoto hlediska referenční úrovně koncepčně odpovídají referenčním hodnotám používaným ve směrnici o EMP.

Při používání systémů základních omezení a referenčních úrovní bylo členským státům doporučeno, aby posuzovaly rizika a přednosti technologií vytvářejících elektromagnetická pole. Dále bylo členským státům doporučeno, aby poskytovaly informace široké veřejnosti a podporovaly a sledovaly výzkum týkající se zdravotních účinků elektromagnetických polí.

Doporučení Rady rovněž vyzývá Evropskou komisi, aby přispívala k ochraně široké veřejnosti. Komise byla vyzvána k zaměření úsilí na vytvoření evropských norem, aby podporovala uvedený systém ochrany, povzbuzovala výzkum dlouhodobých i krátkodobých účinků expozice, napomáhala nalezení mezinárodní shody v této oblasti a trvale posuzovala záležitosti, na které se doporučení vztahuje.

Systém ochrany popisovaný v doporučení Rady byl široce přijat jako rámec ochrany široké veřejnosti. Především referenční úrovně uvedené v doporučení Rady byly použity jako základ pro řešení otázek expozice v mnoha veřejně přístupných oblastech. Referenční úrovně byly kromě toho použity jako zdroj informací při vývoji norem pro elektromagnetickou odolnost aktivních implantabilních zdravotnických prostředků.

## DODATEK H

# EVROPSKÉ A MEZINÁRODNÍ NORMY

Technické normy EMP vyvinuly orgány jako Mezinárodní elektrotechnická komise (IEC), Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice (CENELEC) a další normalizační orgány.

CENELEC již vytvořil řadu norem expozice při práci s ohledem na hodnocení EMP. Tyto normy však byly vytvořeny pro zajištění souladu ve vztahu k předchozí směrnici o EMP. Pro hodnocení souladu se stávajícími směrnici o EMP by se proto neměly používat normy vydané do roku 2013.

Některé stávající normy však umožňují hodnocení souladu na základě doporučení Rady (1999/519/ES). Podle čl. 4 odst. 6 směrnice o EMP zaměstnavatelé nemusí provádět hodnocení expozice u pracovišť, která jsou otevřená veřejnosti a u kterých hodnocení ukazuje, že jsou v souladu s doporučením Rady (1999/519/ES). Tato odchylka platí podmíněně pro expozici pracovníků při zohlednění expozice pro veřejnost a při nepřítomnosti zdravotních a bezpečnostních rizik.

CENELEC rovněž zveřejňuje normy pro výrobky, které jsou harmonizovány s různými směrnicemi o výrobcích (viz část G3). Na internetových stránkách Evropské komise jsou v části věnované podnikání zveřejněny seznamy harmonizovaných norem pro všechny směrnice o výrobcích. Tyto normy mohou používat výrobci a dodavatelé pro prokázání souladu s bezpečnostními požadavky týkajícími se EMP. Je-li zařízení určeno pro veřejné použití a je v souladu s přísnějšími bezpečnostními hodnotami požadovanými pro toto zařízení, má se za to, že je pracoviště v souladu s doporučením Rady (1999/519/ES), nepoužívá-li se již žádné další zařízení.

Jak bylo uvedeno výše, jsou-li k dispozici normy, lze je obecně rozdělit na dva druhy: normy emisí a normy expozice.

- Normy emisí se vztahují na emise ze zařízení a výrobci mohou na jejich základě prokázat, že pole vytvářené výrobkem nepřekračuje určitou hodnotu. Těmito hodnotami jsou obvykle buď referenční hodnoty, nebo nejvyšší přípustné hodnoty podle směrnice o EMP, nebo hodnoty uvedené v doporučení Rady (1999/519/ES). Důležité je, že tato hodnocení jsou založena na použití zařízení v souladu s určením. Není-li zařízení výrobcem používáno v souladu s určením, nemusí být hodnocení platné.
- Normy hodnocení expozice jsou obecně prostředkem hodnocení expozice v konkrétních odvětvích nebo pro konkrétní typy technologií. Hodnocení pracoviště by mělo zvážit, jak je zařízení používáno, a zahrnovat všechna hlediska práce se zařízením, včetně čištění a údržby.

Normy emisí mají obecně zaručovat, že celková expozice emisím ze zařízení je dostatečně nízká, aby používání i v blízkosti jiných zařízení vytvářejících emise EMP nevedlo k překračování mezních hodnot expozice.

Je třeba poznamenat, že se tyto normy vztahují na hodnocení jednotlivých položek zařízení, zatímco směrnice o EMP se vztahuje na expozici pracovníků ze všech zdrojů. Je možné, že expozice více než jednomu zdroji, který sám o sobě splňuje stanovené hodnoty expozice, může mít za následek kombinovanou expozici osob překračující referenční hodnotu nebo nejvyšší přípustnou hodnotu. Obecně však pole se vzdáleností rychle slábnou, takže jsou-li zařízení rozmístěna ve velkých odstupech, výsledná pole obvykle nepřekračují stanovené hodnoty.

CENELEC se aktuálně zabývá tvorbou nových technických norem, které budou zaměřeny na dosažení souladu se stávající směrnici o EMP. Tyto normy budou zveřejněny po schválení, ale bude tomu zřejmě o něco dříve, než bude vytvořen ucelený soubor norem. Všichni, kteří potřebují provést hodnocení, by se však měli přesvědčit, je-li k dispozici norma odpovídající stávající směrnici o EMP.

V rámci CENELEC se vývoji nových norem pro hodnocení expozice věnuje technický výbor CLC/TC106X: účinky elektromagnetických polí na člověka. Postup vývoje nových norem lze sledovat na internetových stránkách CENELEC v části věnované TC106X.

# DODATEK I

## ZDROJE

### I.1 Poradní/regulační orgány

#### I.1.1 Evropská unie

Země	Organizace	Webové stránky
Rakousko	Spolkové ministerstvo práce, sociálních věcí a ochrany spotřebitele	<a href="http://www.bmask.gv.at/site">www.bmask.gv.at/site</a>
Belgie	Federální veřejná správa pro zaměstnanost, práci a sociální dialog	<a href="http://www.employment.belgium.be">www.employment.belgium.be</a>
Bulharsko	Národní centrum veřejného zdraví a analýz	<a href="http://ncphp.government.bg/en">ncphp.government.bg/en</a>
Chorvatsko	Ministerstvo práce a důchodového systému	<a href="http://www.mrms.hr">www.mrms.hr</a>
Kypr	Ministerstvo práce a sociálního pojištění	<a href="http://www.mlsi.gov.cy">www.mlsi.gov.cy</a>
Česká republika	Ministerstvo práce a sociálních věcí	<a href="http://www.mpsv.cz/cs">www.mpsv.cz/cs</a>
Dánsko	Dánský úřad pro pracovní prostředí	<a href="http://www.at.dk">www.at.dk</a>
Estonsko	Inspektorát práce Estonska	<a href="http://www.ti.ee">www.ti.ee</a>
Finsko	Ministerstvo sociálních věcí a zdraví	<a href="http://www.riskithaltuun.fi">www.riskithaltuun.fi</a>
Francie	Ministerstvo práce, zaměstnanosti a sociálního dialogu	<a href="http://www.travail.gouv.fr">www.travail.gouv.fr</a>
Německo	Federální ministerstvo práce a sociálních věcí	<a href="http://www.bmas.bund.de">www.bmas.bund.de</a>
Řecko	Ministerstvo práce a sociálních věcí	<a href="http://www.mathra.gr">www.mathra.gr</a>
Maďarsko	Národní výzkumný institut pro radiobiologii	<a href="http://www.osski.hu">www.osski.hu</a>
Irsko	Úřad zdraví a bezpečnosti	<a href="http://www.hsa.ie">www.hsa.ie</a>
Itálie	Národní institut pro pojištění proti pracovním úrazům	<a href="http://www.inail.it">www.inail.it</a>
Lotyšsko	Státní inspektorát práce Lotyšské republiky	<a href="http://www.vdi.gov.lv">www.vdi.gov.lv</a>
Litva	Odbor práce, Ministerstvo sociálního zabezpečení a práce	<a href="http://www.socmin.lt/en">www.socmin.lt/en</a>
Lucembursko	Pracovní a důlní inspekce	<a href="http://www.itm.lu/de/home.html">www.itm.lu/de/home.html</a>
Malta	Úřad pro zdraví a bezpečnost při práci	<a href="http://www.ohsa.org.mt">www.ohsa.org.mt</a>
Nizozemsko	Národní institut pro veřejné zdraví a životní prostředí (RIVM)	<a href="http://www.rivm.nl">www.rivm.nl</a>
Polsko	Ústřední institut pro ochranu práce	<a href="http://www.ciop.pl">www.ciop.pl</a>
Portugalsko	Úřad pro pracovní podmínky	<a href="http://www.act.gov.pt">www.act.gov.pt</a>
Rumunsko	Národní výzkumný a vývojový institut pro bezpečnost práce	<a href="http://www.protectiamuncii.ro">www.protectiamuncii.ro</a>
Slovensko	Ministerstvo práce, sociálních věcí a rodiny	<a href="http://www.employment.gov.sk/en">www.employment.gov.sk/en</a>
Slovinsko	Ministerstvo práce, rodiny a sociálních věcí	<a href="http://www.gov.si">www.gov.si</a>
Španělsko	Národní institut bezpečnosti a hygieny při práci	<a href="http://www.meys.es">www.meys.es</a>
Švédsko	Švédský úřad pro pracovní prostředí	<a href="http://www.av.se">www.av.se</a>
Spojené království	Úřad pro zdraví a bezpečnost Veřejné zdraví Anglie	<a href="http://www.hse.gov.uk">www.hse.gov.uk</a> <a href="http://www.gov.uk/government/organisations/public-health-england">www.gov.uk/government/organisations/public-health-england</a>

## I.1.2 Mezinárodní organizace

Organizace	Webové stránky
Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícími zářeními	<a href="http://www.icnirp.de">www.icnirp.de</a>
Světová zdravotnická organizace	<a href="http://www.who.int">www.who.int</a>
Evropská konfederace odborových svazů	<a href="http://www.etuc.org">www.etuc.org</a>
Evropská aliance pro veřejné zdraví	<a href="http://www.ephra.org">www.ephra.org</a>
Evropská agentura pro bezpečnost a ochranu zdraví na pracovišti	<a href="http://osha.europa.eu">osha.europa.eu</a>
Mezinárodní komise pracovního zdraví	<a href="http://www.icohweb.org">www.icohweb.org</a>

## I.2 Obchodní sdružení

Organizace	Webové stránky
Rada evropských zaměstnavatelů kovoprůmyslu, strojírenského průmyslu a technologií	<a href="http://www.ceemet.org">www.ceemet.org</a>
Sdružení evropských výrobců automobilů	<a href="http://www.acea.be">www.acea.be</a>
Euro Chlor	<a href="http://www.eurochlor.org">www.eurochlor.org</a>
Evropská síť provozovatelů elektroenergetických přenosových soustav – ENTSO-E	<a href="http://www.entsoe.eu">www.entsoe.eu</a>
Evropský koordinační výbor radiologického, elektroléčebného a zdravotnického IT průmyslu (COCIR)	<a href="http://www.cocir.org">www.cocir.org</a>
Svaz elektrárenského průmyslu – EURELECTRIC	<a href="http://www.eurelectric.org">www.eurelectric.org</a>

### I.3 Vnitrostátní pokyny

Země	Dokumenty
Belgie	Ordinance No 7 for the minimal requirements for safety and health at work, State gazette No 88, 1999
Dánsko	The executive order no. 559 on 'The Performance of Work' The executive order no. 513 amending the executive order no. 559 on 'The Performance of Work' Ikke-ioniserende stråling, Vejledning om ikke-ioniserende stråling med frekvenser under 300 GHz D.6.1.1, Maj 2002  At-VEJLEDNING, ARBEJDSSTEDETS INDRETNING – A.1.8, Gravide og ammendes arbejdsmiljø
Estonsko	Töökeskkonna füüsikaliste ohutegurite piinormid ja ohutegurite parameetrite mõõtmise kord
Finsko	Toimintamalli RF-kenttien aiheuttamissa tapaturmaisissa ylialtistumistilanteissa, Tommi Alanko, Harri Lindholm, Soile Jungewelter, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen (2013), ISBN 978-952-261-349-3 (PDF, FI), ISBN 978-952-261-393-6 (PDF, EN)  Sydäntahdistimen häiriötön toiminta työympäristön sähkömagneettisissa kentissä, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko, Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-212-0 (print) ISBN 978-952-261-213-7 (pdf, FI), ISBN 978-952-261-295-3 (pdf, EN)  Turvallinen työskentely tukiasemien lähellä, Tommi Alanko, Maila Hietanen (2006), ISBN (vihko) 951-802-707-2, ISBN (PDF) 951-802-708-0  Sähkömagneettiset kentät työympäristössä – Opaskirja työntekijöiden altistumisen arvioimiseksi, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh, Tommi Alanko, ISBN 951-802-614-9, ISSN 1458-9311  Työntekijöiden altistuminen tukiasemien radiotaajuisille kentille, Tommi Alanko, Maila Hietanen, Patrick von Nandelstadh (2006), ISBN 951-802-667-X, ISSN 1458-9311  Sydäntahdistinpotilaan työhön paluun tukeminen – Sähkömagneettisten häiriöriskien hallinta, Maria Tiikkaja, Maila Hietanen, Tommi Alanko ja Harri Lindholm (2012), ISBN 978-952-261-204-5 (nid.) ISBN 978-952-261-205-2 (PDF)
Francie	Hygiène et sécurité du travail no 233 Décembre 2013 (Resistance Welding)  INRS, Exposition des travailleurs aux risques dus aux champs électromagnétiques, Guide d'évaluation des risques
Německo	BGV B11, Unfallverhütungsvorschrift, Elektromagnetische Felder  BGR B11, Berufsgenossenschaftliche Regel, Elektromagnetische Felder  BGI 5011, Beurteilung magnetischer Felder von Widerstandsschweißeinrichtungen  BGI/GUV-I 5111, Beeinflussung von Implantaten durch elektromagnetische Felder  IFA Report 4/2013, Elektromagnetische Felder an handgeführten Mittelfrequenz-/Inverter-Punktschweißzangen  IFA-Report 5/2011, Elektromagnetische Felder an Anlagen, Maschinen und Geräten  IFA-Report 2/2009, Electromagnetic fields at handheld spot-welding guns  Hannah Heinrich (2007). Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields, <i>Health Physics</i> , 92, (6)  BMAS-Forschungsbericht FB 400-E, Electromagnetic fields at workplace, ISSN 0174-4992

Řecko	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΠΕΔΙΟΥ ΣΤΑ ΠΛΑΙΣΙΑ ΤΗΣ ΑΣΦΑΛΕΙΑΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΟΥ ΣΤΟΥΣ ΧΩΡΟΥΣ ΤΟΥ ΠΥΡΗΝΙΚΟΥ ΜΑΓΝΗΤΙΚΟΥ ΣΥΝΤΟΝΙΣΜΟΥ (NMR), 50 Τακτικό Εθνικό Συνέδριο Μετρολογίας, Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 9-10 Μαΐου 2014
Lotyšsko	Atgādne par elektromagnētisko lauku, Aktualizēts 2011.gada jūnijā
Litva	Lithuanian Hygiene Norm (HN) 110: 2001 Electromagnetic field of 50 Hz frequency in work places. Permissible values of the parameters and measuring requirements' and labour No 660/174 of 21 December 2001  Lithuanian Hygiene Norm (HN) 80: 2011 Electromagnetic field in working places and living environment. Permissible values of the parameters and measuring requirements in the 10 kHz to 300 GHz radiofrequency zone, approved by the order of minister of health and No V-199 of 2 March 2011  Rules on determining electrostatic field strength permitted levels in working places approved by the order of minister of health and No 28 of 18 January 2001
Lucembursko	Conditions d'exploitation pour les émetteurs d'ondes électromagnétiques à haute fréquence, ITM-CL 179.4
Polsko	EU Directive, ICNIRP Guidelines and Polish Legislation on Electromagnetic Fields, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)</i> , 12(2), 125–136  Exposure of Workers to Electromagnetic Fields. A Review of Open Questions on Exposure Assessment Techniques, <i>International Journal of Occupational Safety and Ergonomics (JOSE)</i> , 15(1), 3–33
Rumunsko	MONITORUL OFICIAL AL ROMANIEI Anul 175 (XIX) – Nr. 645, Vineri, 21 septembrie 2007

## I.4 Odvětvové pokyny

Organizace	Dokument
Euro Chlor	Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units: Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions. HEALTH 3. 3rd edition, 2014

# DODATEK J

## SLOVNÍČEK A ZKRATKY

### J.1 Slovníček

Administrativní opatření	Bezpečnostní opatření netechnického typu, např.: kontrola klíčů, bezpečnostní školení a výstražná upozornění
Bezpečnostní zámek	Mechanický, elektrický nebo jiný typ zařízení, jehož účelem je zabránění provozu zařízení za stanovených podmínek
Dielektrikum	Elektrický izolant, který může být polarizován působícím elektrickým polem
Dipól	Anténa tvořená vodivou tyčí s přípojovacím vodičem uprostřed
Dozimetrie	Výpočet nebo hodnocení rozložení energie v lidském těle
Elektromagnetické spektrum	Elektromagnetické spektrum je souborem všech možných frekvencí elektromagnetického záření. Spektrum má rozsah od krátkých vlnových délek, jako rentgenové záření, přes viditelné záření po záření delších vlnových délek mikrovlnných trub, televizorů a rádiových vln
Elektromagnetické záření	Elektromagnetické záření je formou záření se složkami elektrického a magnetického pole, které lze popsat jako vlny šířící se rychlostí světla. Za určitých okolností lze elektromagnetické záření považovat za soubor částic zvaných fotony
Fosfeny	Světelné záblesky vnímané osobou, aniž jí do očí dopadá světlo
Frekvence	Počet cyklů kmitání za jednotku času. Symbol: $f$ . Jednotka: Hz
Hustota proudu	Elektrický proud nebo tok elektrického náboje vodivým prostředím, jako např. tkání, na jednotku průřezové plochy. Jednotka: ampér na metr čtvereční. Symbol: $A/m^2$
Hustota zářivého toku	Výkon záření dopadajícího na jednotku plochy ( $W/m^2$ )
Index expozice	Pozorovaná expozice vydělená mezní hodnotou. Je-li index expozice menší než jedna, je expozice v souladu
Indukce	Indukce (elektromagnetická) je vytváření napětí v elektrickém vodiči, který je vystaven časově proměnlivému magnetickému poli
Joule	Jednotka energie, ekvivalentní práci vykonané silou jednoho newtonu, která pohybuje předmětem po dráze jednoho metru. Symbol: J
Kontaktní proud	Elektrický proud, který protéká osobou, když se dotkne vodivého předmětu v elektromagnetickém poli
Magnetická prášková kontrola	Metoda zjišťování trhlin a jiných defektů v magnetickém materiálu pomocí magnetického prášku a magnetických polí
Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP)	Orgán nezávislých vědeckých odborníků, který se zaměřuje na rozšiřování informací a poradenství v oblasti možných zdravotních rizik expozice neionizujícímu záření
Napětí	Jednotka rozdílu elektrických potenciálů, symbol: V
Nebezpečí	Cokoli, co má potenciál způsobit škodu. Může se jednat o nebezpečí ve vztahu k lidem, majetku nebo životnímu prostředí
Neionizující záření	Záření, které nevytváří ionizaci v biologické tkáni. Příklady jsou ultrafialové záření, světlo, infračervené záření a radiofrekvenční záření
Odchyłka	Částečné zrušení zákona nebo předpisu za zvláštních okolností
Odolný proti selhání	Součást odolná proti selhání je taková, jejíž porucha nezvyšuje nebezpečí, tj. nenarušuje bezpečný stav. V režimu poruchy je systém neprovozuschopný nebo není nebezpečný
Ortogonální	Vzájemně kolmé (90 stupňů)



Průmyslová elektrolyza	Postup používaný ve velkém měřítku, kdy elektrický proud stimuluje jinak nespontánní chemickou reakci
Přenos	Průchod záření prostředím. Není-li veškeré záření pohlceno, to, které jím projde, nazýváme přenesené záření. Závisí na vlnové délce, polarizaci, intenzitě záření a přenášejícím materiálu
Přenosná vysílačka	Ruční dvousměrné komunikační zařízení, které pracuje v nelicencovaných radiofrekvenčních pásmech. Formálněji známé jako ruční radiostanice
Přiměřeně předvídatelná událost	Výskyt události, kterou lze za daných okolností poměrně přesně předvídat a jejíž pravděpodobnost výskytu nebo frekvence není nízká nebo velmi nízká
Radiofrekvenční záření	Elektromagnetické záření často definované jako záření s frekvencemi od 100 kHz do 300 GHz
Riziko	Pravděpodobnost zranění, újmy nebo poškození
Rizikový faktor	Míra pravděpodobnosti výskytu rizikové události a následek nebo újma, které z ní vyplývají
Sinusový	Průběh, který lze popsat trigonometrickou funkcí sinus
Technická kontrola	Cílené bezpečnostní opatření technického rázu, které se používá jako základní způsob omezení expozice záření. Fyzický prostředek zabránění přístupu k záření
Technická norma	Dokument, který stanoví normalizovaný postup výrobního procesu
Vlnová délka	Vzdálenost mezi podobnými body v následných cyklech vlny. Jednotka metr, symbol: m
Výrobní norma	Dokument, který stanoví základní vlastnosti výrobku a umožňuje jednotnou výrobu a vzájemnou slčitelnost
Watt	Jednotka výkonu, odpovídá energii jednoho joulu za sekundu. Symbol: W
Wi-Fi	Systém pro připojování elektronických zařízení, jako např. počítačů, k místní síti pomocí radiofrekvenční komunikace
Zámek (viz Bezpečnostní zámek)	Mechanický, elektrický nebo jiný typ zařízení, jehož účelem je zabránění provozu zařízení za stanovených podmínek
Zařízení vodičových mŕstvkŕ	Detonátor, který používá elektrický proud pro odpaření vodiče: následný úder a teplo vedou k detonaci okolního výbušného materiálu
Zobrazování magnetickou rezonancí	Zdravotnická zobrazovací technika, která využívá silná magnetická pole a vysokofrekvenční elektromagnetická pole pro vytváření podrobných obrazŕ v těle

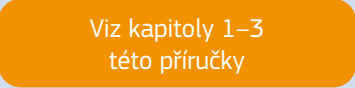
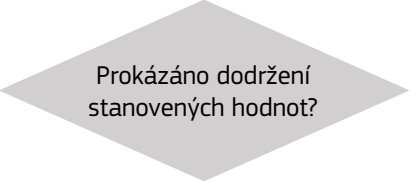

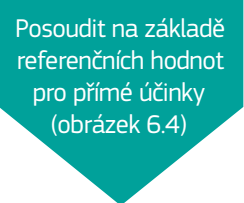
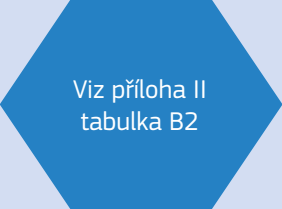
## J.2 Zkratky

AIMD	Aktivní implantabilní zdravotnické prostředky
AL	Referenční hodnota
AM	Amplitudová modulace
BSS	Základní bezpečnostní normy
CENELEC	Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice
CNS	Centrální nervový systém
DECT	Digitální bezšňŕrové telekomunikace
DVD	Digitální víceúčelový disk
EI	Indexy expozice
ELF	Extrémně nízká frekvence
ELV	Nejvyšší přípustná hodnota
EMF	Elektromagnetické pole
ERP	Efektivní vyzářený výkon

FD	Konečná diference
FDTD	Konečná diference v časové oblasti
FEM	Metoda konečných prvků
HF	Vysoká frekvence
ICNIRP	Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením
IR	Infračervený
IT	Informační technologie
LF	Nízká frekvence
MF	Střední frekvence
MFR	Pravidlo vícenásobných frekvencí
MRI	Zobrazování magnetickou rezonancí
NMR	Nukleární magnetická rezonance
OiRA	Interaktivní hodnocení rizik online
RC	RC článek (obvod rezistor-kondenzátor)
RF	Rádiová frekvence
RFID	Identifikace na rádiové frekvenci
RMS	Efektivní hodnota
SA	Měrná absorpce
SAR	Měrný absorbovaný výkon
SHF	Supervysoká frekvence
SPFD	Výpočet skalárního potenciálu metodou konečných diferencí
STD	Tvarovaná časová oblast
TETRA	Pozemní rádiová komunikace
TV	Televize
UHF	Ultravysoká frekvence
UV	Ultrafialový
VHF	Velmi vysoká frekvence
VLF	Velmi nízká frekvence
WBSAR	SAR průměrovaný přes celé tělo
WLAN	Bezdrátová místní síť
WPM	Metoda filtrace

## J.3 Symboly vývojového diagramu

**Tabulka J3** Symboly vývojového diagramu používané v této příručce

Symbol	Popis	Význam v této příručce
 Viz kapitoly 1–3 této příručky	Koncový znak	Označuje začátek a konec postupu
 Prokázáno dodržení stanovených hodnot?	Rozhodování	Klade otázku, která vede uživatele jednou z alternativních cest označovaných „ano“ a „ne“
 Viz kapitoly 4–8	Zpracování	Označuje postup, který je třeba provést, aby bylo možné postoupit do další fáze
 Posoudit na základě referenčních hodnot pro přímé účinky (obrázek 6.4)	Vnější připojení	Používají se pro spojení s jiným vývojovým diagramem. Jsou barevně odlišeny a označují body vstupu a výstupu.
 Viz příloha II tabulka B2	Příprava	Informuje uživatele, že musí provést přípravnou práci pro tuto část vývojového diagramu. Vztahuje se k barevně odlišenému poli.

## DODATEK K

# SEZNAM LITERATURY

### K.1 Kapitola 5 – Hodnocení rizik s ohledem na směrnici o EMP

Occupational Health and Safety Management Systems – Guidelines for the implementation of OHSAS 18001. PHSAS 18002:2000.

Forschungs Bericht 400-E, Electromagnetic fields at workplaces – A new scientific approach to occupational health and safety. ISSN 0174-4992.

### K.2 Kapitola 9 – Ochranná a preventivní opatření

ISO (Mezinárodní organizace pro normalizaci) (2011). Graphical symbols – Safety colours and safety signs – Registered safety signs. ISO7010.

Melton, G. a Shaw, R. (2014), *Electromagnetic fields in the welding environment*, RR1018, HSE, Londýn.

### K.3 Kapitola 11 – Rizika, příznaky a zdravotní dohled

Alanko, T., Lindholm, H., Jungewelter, S., Tiikkaja, M. a Hietanen, M. (2014), *Operating model for managing accidental overexposure to RF- fields*, Helsinki, Finský institut pracovního zdraví. ISBN 978-952-261-393-6.

### K.4 Dodatek D – Hodnocení expozice

De Santis, V., Chen, X. L., Laakso, I. a Hirata, A. (2013), 'On the issues related to compliance of LF pulsed exposures with safety standards and guidelines', *Phys Med Biol*, sv. 58, str. 8597-8607.

HVBG (2001), Accident Prevention Regulation Electromagnetic Fields. BGVB11 <http://publikationen.dguv.de/dguv/pdf/10002/v-b11.pdf>

Heinrich, H. (2007), 'Assessment of non-sinusoidal, pulsed, or intermittent exposure to low frequency electric and magnetic fields', *Health Phys*, sv. 92, č. 6, str. 541-6.

ICNIRP(1998), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric, magnetic fields and electromagnetic fields (up to 300GHz)', *Health Phys*, sv. 74, č. 4, str. 494-522.

ICNIRP(2010), 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to time-varying electric and magnetic fields (1 Hz – 100 kHz)', *Health Phys*, sv. 99, č. 6, str. 818-836.

ICNIRP (2014) , 'ICNIRP guidelines for limiting exposure to electric fields induced by movement of the human body in a static magnetic field and by time-varying magnetic fields below 1 Hz', *Health Phys*, sv. 106, č. 3, str. 418-425.

ISO/IEC Guide 98-3:2008, Uncertainty of measurement – Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995).

Jokela, K. (2000), 'Restricting exposure to pulsed and broadband magnetic fields', *Health Phys*, sv. 79, č. 4, str. 373-88.

## K.5 Dodatek E – Nepřímé účinky a zvláště ohrožení pracovníci

Sdružení německých sociálních úrazových pojišťoven (2012). Beeinflussung von implantaten durch elektromagnetische felder. BGI/GUV-I 5111.

NRPB (2004), 'Review of the scientific evidence for limiting exposure to electromagnetic fields (0 – 300 GHz)', *Documents of the NRPB*, sv. 15, č. 3.

## K.6 Dodatek F – Zobrazování magnetickou rezonancí

Calamante, F., Faulkner, WH Jr, Ittermann, B., Kanal, E., Kimbrell, V., Owman, T., Reeder, S.B., Sawyer, A.M., Shellock, F.G. a van den Brink, J.S. jménem bezpečnostního výboru ISMRM (2014), 'MR system operator: minimum requirements for performing MRI in human subjects in a research setting', *Journal of Magnetic Resonance Imaging*, doi: 10.1002/jmri.24717.

Capstick, M., McRobbie, D., Hand, J., Christ, A., Kühn, S., Hansson Mild, K., Cabot, E., Li, Y., Melzer, A., Papadaki, A., Prüssmann, K., Quest, R., Rea, M., Ryf, S., Oberle, M. a Kuster, N. (2008), 'An investigation into occupational exposure to electromagnetic fields for personnel working with and around medical magnetic resonance imaging equipment', Project Report VT/2007/017.

CENELEC (Evropský výbor pro normalizaci v elektrotechnice) (2010). Medical electrical equipment – Part 2-33: Particular requirements for the basic safety and essential performance of magnetic resonance equipment for medical diagnosis. EN60601-2-33.

ICNIRP (Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením) (2004), 'Medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients', *Health Phys*, sv. 87, str. 197-216.

ICNIRP (2009), 'Amendment to the ICNIRP "statement on medical magnetic resonance (MR) procedures: protection of patients"', *Health Phys*, sv. 97, č. 3, str. 259-261.

McRobbie, DW (2012), 'Occupational exposure in MRI', *Br J Radiol*, sv. 85, str. 293-312.

Pracovní skupina MRI (2008), *Using MRI safely – practical rules for employees*, RIVM, Bilthoven, Nizozemsko.

Stam, R. (2008), *The EMF Directive and protection of MRI workers*, Zpráva RIVM 610703001/2008, RIVM, Bilthoven, Nizozemsko.

Stam, R. (2014), 'The revised electromagnetic fields directive and worker exposure in environments with high magnetic flux densities', *Ann Occup Hyg*, sv. 58, č. 5, str. 529-541.

# DODATEK L

## SMĚRNICE 2013/35/EU

## I

(Legislativní akty)

## SMĚRNICE

## SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2013/35/EU

ze dne 26. června 2013

**o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli) (dvacátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) a o zrušení směrnice 2004/40/ES**

EVROPSKÝ PARLAMENT A RADA EVROPSKÉ UNIE,

s ohledem na Smlouvu o fungování Evropské unie, a zejména na čl. 153 odst. 2 této smlouvy,

s ohledem na návrh Evropské komise,

po postoupení návrhu legislativního aktu vnitrostátním parlamentům,

s ohledem na stanovisko Evropského hospodářského a sociálního výboru <sup>(1)</sup>,

po konzultaci s Výborem regionů,

v souladu s řádným legislativním postupem <sup>(2)</sup>,

vzhledem k těmto důvodům:

- (1) Podle Smlouvy může Evropský parlament a Rada pomoci směrnic přijímat minimální požadavky na podporu zlepšování zejména pracovního prostředí tak, aby bylo chráněno zdraví a bezpečnost pracovníků. Tyto směrnice by neměly ukládat žádná správní, finanční ani právní omezení bránící zakládání a rozvoji malých a středních podniků.
- (2) Čl. 31 odst. 1 Listiny základních práv Evropské unie stanoví, že každý pracovník má právo na pracovní podmínky respektující jeho zdraví, bezpečnost a důstojnost.

(3) Po vstupu v platnost směrnice Evropského parlamentu a Rady 2004/40/ES ze dne 29. dubna 2004 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví před expozicí zaměstnanců rizikům spojeným s fyzikálními činiteli (elektromagnetickými poli) (osmnáctá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) <sup>(3)</sup> vyjádřily zúčastněné subjekty, zejména z řad lékařů, vážné obavy, pokud jde o potenciální dopad provádění uvedené směrnice na používání lékařských postupů založených na lékařském zobrazování. Byly rovněž vyjádřeny obavy týkající se dopadu směrnice na některé průmyslové činnosti.

(4) Komise argumenty předložené zúčastněnými stranami pečlivě přezkoumala a po několika konzultacích se na základě nových vědeckých poznatků mezinárodně uznávaných odborníků rozhodla důkladně přehodnotit některá ustanovení směrnice 2004/40/ES.

(5) Směrnice 2004/40/ES byla změněna směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2008/46/ES <sup>(4)</sup>, důsledkem čehož je odložení lhůty pro provedení směrnice 2004/40/ES o čtyři roky, a následně směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2012/11/EU <sup>(5)</sup>, důsledkem čehož je odložení této lhůty pro provedení do dne 31. října 2013. To umožní Komisi předložit nový návrh a oběma zákonodárcům přijmout novou směrnici založenou na aktuálnějších a pádnějších důkazech.

(6) Směrnice 2004/40/ES by měla být zrušena a měla by být zavedena vhodnější a přiměřenější opatření na ochranu zaměstnanců před riziky spojenými s elektromagnetickými poli. Uvedená směrnice se nezabývala dlouhodobými účinky, včetně případných karcinogenních účinků, v důsledku expozice časově proměnným elektrickým,

<sup>(1)</sup> Úř. věst. C 43, 15.2.2012, s. 47.

<sup>(2)</sup> Postoj Evropského parlamentu ze dne 11. června 2013 (dosud nezveřejněný v Úředním věstníku) a rozhodnutí Rady ze dne 20. června 2013.

<sup>(3)</sup> Úř. věst. L 159, 30.4.2004, s. 1.

<sup>(4)</sup> Úř. věst. L 114, 26.4.2008, s. 88.

<sup>(5)</sup> Úř. věst. L 110, 24.4.2012, s. 1.

magnetickým a elektromagnetickým polím, pro něž v současné době neexistují spolehlivé vědecké důkazy ukazující příčinnou souvislost. Záměr této směrnice spočívá v řešení všech známých přímých biofyzikálních i nepřímých účinků elektromagnetických polí, a to nejen s cílem zajistit zdraví a bezpečnost každého zaměstnance jako jednotlivce, ale též vytvořit minimální základ ochrany pro všechny zaměstnance v Unii, který zabrání případnému narušení hospodářské soutěže.

- (7) Tato směrnice se nevztahuje na navrhované dlouhodobé účinky expozice elektromagnetickým polím, protože v současné době neexistují podložené vědecké důkazy ukazující příčinnou souvislost. Pokud se však takové podložené vědecké důkazy objeví, měla by Komise zvážit nejvhodnější prostředky, jak k nim přistupovat, a měla by prostřednictvím své zprávy o praktickém provádění této směrnice informovat v tomto směru Evropský parlament a Radu. V takovém případě by měla Komise spolu s příslušnými informacemi získanými od členských států zohlednit nejnovější dostupný výzkum a nové vědecké poznatky vyplývající z údajů v této oblasti.
- (8) Je třeba stanovit minimální požadavky, a umožnit tak členským státům zachovat nebo přijmout příznivější ustanovení na ochranu zaměstnanců, zejména stanovit u elektromagnetických polí nižší referenční hodnoty nebo nejvyšší přípustné hodnoty. Prováděním této směrnice by však nemělo být odůvodňováno jakékoli zhoršení oproti stavu, který již v členském státě existuje.
- (9) Systém ochrany před elektromagnetickými poli by se měl bez zbytečných podrobností omezit na vymezení cílů, jichž je třeba dosáhnout, zásad, které mají být dodržovány, a základních hodnot, jež mají být použity, aby umožňoval členským státům uplatňovat minimální požadavky jednotným způsobem.
- (10) Za účelem ochrany zaměstnanců vystavených elektromagnetickým polím je nezbytné provést efektivní a účinné hodnocení rizik. Nicméně tato povinnost by měla být přiměřená situaci na pracovišti. Proto je vhodné určit ochranný systém, který jednoduchým, odstupňovaným a srozumitelným způsobem klasifikuje různá rizika. Z tohoto důvodu může být pro zaměstnavatele při plnění jejich povinností užitečný odkaz na řadu ukazatelů a standardních situací, který bude poskytnut formou praktických příruček.
- (11) Nežádoucí účinky na lidské tělo jsou závislé na frekvenci elektromagnetického pole nebo záření, kterým je vystaveno. Proto je pro zajištění odpovídající ochrany zaměstnanců vystavených elektromagnetickým polím třeba, aby systémy omezení expozice závisely na charakteru expozice a frekvence.
- (12) Úroveň expozice elektromagnetickým polím lze s větší účinností snížit začleněním preventivních opatření již do návrhů pracovních míst pracovišť a výběrem pracovního vybavení, postupů a metod pro snížení rizik u zdroje. Opatření týkající se pracovního vybavení a metod tak přispívají k ochraně zaměstnanců, kteří je používají. Je však třeba zabránit zdvojení hodnocení v případech, kdy pracovní vybavení splňuje požadavky příslušných právních předpisů Unie týkajících se výrobků, které stanoví přísnější úroveň bezpečnosti, než jsou úroveň stanovené touto směrnicí. To umožní zjednodušené hodnocení v celé řadě případů.
- (13) Zaměstnavatelé by se měli přizpůsobit technickému pokroku a vědeckým poznatkům o rizicích spojených s expozicí elektromagnetickým polím s cílem zlepšovat bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců.
- (14) Jelikož je tato směrnice samostatnou směrnicí ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice Rady 89/391/EHS ze dne 12. června 1989 o zavádění opatření pro zlepšení bezpečnosti a ochrany zdraví zaměstnanců při práci<sup>(1)</sup>, vztahuje se uvedená směrnice 89/391/EHS na expozici zaměstnanců elektromagnetickým polím, aniž jsou dotčena přísnější nebo zvláštní ustanovení této směrnice.
- (15) Fyzikální veličiny, nejvyšší přípustné hodnoty expozice a referenční hodnoty stanovené v této směrnici vycházejí z doporučení Mezinárodní komise pro ochranu před neionizujícím zářením (ICNIRP) a měly by být používány v souladu s jejími koncepcemi, kromě případů, kdy tato směrnice stanoví jinak.
- (16) S cílem zajistit aktuálnost této směrnice by měla být Komisi svěřena pravomoc přijímat akty podle článku 290 Smlouvy o fungování Evropské unie, pokud jde o čistě technické změny, příloh této směrnice, aby se zohlednilo přijímání nařízení a směrnic v oblasti technické harmonizace a normalizace a v důsledku technického pokroku, změn v nerelevantnějších normách nebo specifikacích a nových vědeckých poznatků týkajících se rizik, které představují elektromagnetická pole, jakož i k přizpůsobování referenčních hodnot. Je obzvláště důležité, aby Komise během svých přípravných prací vedla náležité konzultace, včetně konzultací na odborné úrovni. Komise musí při přípravě a vypracovávání aktu v přenesené pravomoci zajistit současné, včasné a adekvátní postoupení příslušných dokumentů Evropskému parlamentu a Radě.

(<sup>1</sup>) Úř. věst. L 183, 29.6.1989, s. 1.



- (17) Pokud bude nutné provádět změny příloh čistě technické povahy; v takovém případě by Komise měla vždy postupovat v úzké spolupráci s Poradním výborem pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci zřízeným rozhodnutím Rady ze dne 22. července 2003 <sup>(1)</sup>.
- (18) Ve výjimečných případech, kdy existují závažné naléhavé důvody, jako například bezprostřední riziko pro zdraví a bezpečnost zaměstnanců vyplývající z jejich expozice elektromagnetickým polím, by mělo být umožněno použít u aktů přijatých Komisí v přenesené pravomoci zrychlený postup.
- (19) Členské státy se v souladu se společným politickým prohlášením členských států a Komise o informativních dokumentech ze dne 28. září 2011 <sup>(2)</sup> zavázaly, že v odůvodněných případech doplní oznámení o opatřeních přijatých za účelem provedení směrnice ve vnitrostátním právu o jeden či více dokumentů s informacemi o vztahu mezi jednotlivými složkami směrnice a příslušnými částmi vnitrostátních nástrojů přijatých za účelem provedení směrnice ve vnitrostátním právu. V případě této směrnice považuje zákonodárce předložení těchto dokumentů za odůvodněné.
- (20) Systém zahrnující nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty by měl být ve všech vhodných případech považován za prostředek k zajištění vysoké úrovně ochrany proti nežádoucím zdravotním účinkům a bezpečnostním rizikům, která mohou být důsledkem expozice elektromagnetickým polím. Takový systém však může být v rozporu se specifickými podmínkami u některých činnostech, jako je používání metody magnetické rezonance ve zdravotnictví. Je proto nezbytné vzít tyto zvláštní podmínky v úvahu.
- (21) Vzhledem ke specifickým rysům ozbrojených sil a v zájmu jejich efektivního fungování a součinnosti, a to i v rámci společných mezinárodních vojenských cvičení, by členské státy měly mít možnost uplatňovat rovnocenné nebo specifitěji zaměřené systémy ochrany, jako jsou mezinárodně dohodnuté standardy, např. standardy NATO, přičemž však nesmí docházet k poškození zdraví a ohrožení bezpečnosti.
- (22) Zaměstnavatelé by měli mít povinnost zajistit, aby byla rizika způsobená elektromagnetickými poli při práci odstraněna nebo snížena na minimum. Ve zvláštních případech a za řádně odůvodněných okolností mohou být nejvyšší přípustné hodnoty stanovené v této směrnici překročeny, ovšem pouze dočasně. V takovém případě by měli být zaměstnavatelé povinni přijmout nezbytná opatření s cílem co nejdříve opětovně zajistit dodržování nejvyšších přípustných hodnot.
- (23) Systém zajišťující vysokou úroveň ochrany s ohledem na nežádoucí zdravotní účinky a bezpečnostní rizika, která mohou být důsledkem expozice elektromagnetickým polím, by měl zohledňovat zvláštní skupiny mimořádně ohrožených zaměstnanců a vyloučit vznik obtíží spoje-

ných s interferencí se zdravotnickými pomůckami, jakými jsou například kovové protézy, kardiostimulátory a defibrilátory, kochleární a jiné implantáty nebo zdravotnické prostředky nošené na těle, a narušení funkce těchto pomůcek. Obtíže spojené s interferencí, zejména u kardiostimulátorů, se mohou vyskytnout při úrovních, které jsou nižší než referenční hodnoty, a měly by být proto předmětem přiměřených preventivních a ochranných opatření,

PŘIJALY TUTO SMĚRNICI:

## KAPITOLA I

### OBEČNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 1

#### Předmět a oblast působnosti

1. Tato směrnice, jež je dvacátou samostatnou směrnicí ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS, stanoví minimální požadavky na ochranu zaměstnanců před riziky pro jejich zdraví a bezpečnost, které při jejich práci vznikají nebo by mohly vzniknout v důsledku expozice elektromagnetickým polím.

2. Tato směrnice se vztahuje na všechny známé přímé biofyzikální účinky a nepřímé účinky způsobené elektromagnetickými poli.

3. Nejvyšší přípustné hodnoty stanovené v této směrnici se vztahují pouze na vědecky prokázané souvislosti mezi krátkodobými přímými biofyzikálními účinky a expozicí elektromagnetickým polím.

4. Tato směrnice neupravuje navrhované dlouhodobé účinky expozice.

Komise sleduje nejnovější vědecký vývoj. Budou-li k dispozici podložené vědecké důkazy o navrhovaných dlouhodobých účincích, zváží vhodnou politickou reakci, zahrnující případně předložení legislativního návrhu na řešení takových účinků. Komise prostřednictvím své zprávy o praktickém provádění této směrnice podle článku 15 pravidelně informuje v tomto směru Evropský parlament a Radu.

5. Tato směrnice neupravuje rizika spojená s dotykem vodičů pod napětím.

6. Aniž jsou dotčeny přísnější nebo zvláštní ustanovení této směrnice, směrnice 89/391/EHS se nadále vztahuje v plném rozsahu na celou oblast uvedenou v odstavci 1.

#### Článek 2

#### Definice

Pro účely této směrnice se rozumí:

- a) „elektromagnetickými poli“ statická elektrická, statická magnetická a časově proměnná elektrická, magnetická a elektromagnetická pole s frekvencemi do 300 GHz;

<sup>(1)</sup> Úř. věst. C 218, 13.9.2003, s. 1.

<sup>(2)</sup> Úř. věst. C 369, 17.12.2011, s. 14.

b) „přímými biofyzikálními účinky“ účinky na lidské tělo přímo způsobené jeho přítomností v elektromagnetickém poli, včetně:

i) tepelných účinků, jako je zahřívání tkání v důsledku absorpce energie z elektromagnetických polí v tkáni,

ii) netepelných účinků, jako je stimulace svalů, nervů nebo smyslových orgánů. Tyto účinky mohou mít škodlivý vliv na duševní a fyzický stav zaměstnanců, kteří jim jsou vystaveni. Stimulace smyslových orgánů může navíc vyvolat přechodné příznaky, jako jsou závratě nebo fosfeny. Tyto příznaky mohou způsobit dočasné obtíže nebo mít vliv na kognitivní či jiné mozkové nebo svalové funkce, a mohou tak ovlivnit schopnost pracovníka bezpečně vykonávat pracovní činnost (tj. bezpečnostní rizika), a

iii) proud končetinami;

c) „nepřímými účinky“ účinky způsobené přítomností předmětu v elektromagnetickém poli, což se může stát příčinou bezpečnostního nebo zdravotního rizika, jako jsou:

i) interference s elektronickými zdravotnickými zařízeními a prostředky (včetně kardiostimulátorů a jiných implantátů či zdravotnických prostředků nošených na těle),

ii) riziko spojené s urychlováním feromagnetických předmětů působením statických magnetických polí,

iii) zážeh elektroexplozivních zařízení (detonátory),

iv) požáry a exploze v důsledku zapálení hořlavých materiálů jiskrami způsobenými indukovanými poli, kontaktními proudy nebo jiskrovými výboji,

v) kontaktní proudy;

d) „nejvyššími přípustnými hodnotami“ hodnoty stanovené na základě údajů o biofyzikálním a biologickém působení, a to zejména o vědecky prokázaných krátkodobých a akutních přímých účincích, tj. tepelných účincích a elektrické stimulaci tkání;

e) „nejvyššími přípustnými hodnotami pro účinky na zdraví“ nejvyšší přípustné hodnoty, při jejichž překročení by u zaměstnanců mohlo dojít k nepříznivým účinkům na zdraví, jako je zahřátí či stimulace nervové a svalové tkáně;

f) „nejvyššími přípustnými hodnotami pro smyslové účinky“ nejvyšší přípustné hodnoty expozice, při jejichž překročení by u zaměstnanců mohlo dojít k přechodnému narušení účinků na smyslové vnímání a drobným změnám mozkových funkcí;

g) „referenčními hodnotami“ operační hodnoty stanovené s cílem zjednodušit postup, jak prokázat dodržování příslušných nejvyšších přípustných hodnot, nebo v případě potřeby s cílem přijmout příslušná ochranná či preventivní opatření stanovená v této směrnici.

V příloze II je použita tato terminologie týkající se referenčních hodnot:

i) u elektrických polí se „nízkými referenčními hodnotami“ a „vysokými referenčními hodnotami“ rozumí úrovně, které se vztahují ke zvláštním ochranným nebo preventivním opatřením stanoveným v této směrnici,

ii) u magnetických polí se „nízkými referenčními hodnotami“ rozumí hodnoty, které se vztahují k nejvyšším přípustným hodnotám pro účinky na smyslové vnímání, a „vysokými referenčními hodnotami“ hodnoty, které se vztahují k nejvyšším přípustným hodnotám pro účinky na zdraví.

### Článek 3

#### Nejvyšší přípustné hodnoty a referenční hodnoty

1. Fyzikální veličiny týkající se expozice elektromagnetickým polím jsou uvedeny v příloze I. Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání a referenční hodnoty jsou stanoveny v přílohách II a III.

2. Členské státy stanoví povinnost zaměstnavatelů zajistit, aby expozice zaměstnanců elektromagnetickým polím byla omezena na nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání uvedené v příloze II v případě netepelných účinků a v příloze III v případě tepelných účinků. Dodržení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví a nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání je nutno prokázat za použití příslušných postupů pro hodnocení expozice uvedených v článku 4. Pokud expozice zaměstnanců elektromagnetickým polím překročí nejvyšší přípustné hodnoty, zaměstnavatel přijme okamžitá opatření v souladu s čl. 5 odst. 8.

3. Pro účely této směrnice se má za to, že zaměstnavatel dodržuje nejvyšší přípustné hodnoty pro zdravotní účinky a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání, pokud se prokáže, že nejsou překročeny příslušné referenční hodnoty stanovené v příloze II a III. Pokud expozice referenční hodnoty překročí, zaměstnavatel jedná v souladu s čl. 5 odst. 2, s výjimkou případů, kdy se na základě hodnocení provedeného v souladu s čl. 4 odst. 1, 2 a 3 prokáže, že nejsou překročeny příslušné nejvyšší přípustné hodnoty a že je možné vyloučit bezpečnostní rizika.

Bez ohledu na tento odstavec může nicméně expozice překročit:

a) nízké referenční hodnoty pro elektrická pole (příloha II, tabulka B1) v případech odůvodněných příslušnými zvyklostmi nebo postupem, pokud buď nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (příloha II, tabulka A3), nebo

i) nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (příloha II, tabulka A2),

- ii) je prostřednictvím zvláštních ochranných opatření uvedených v čl. 5 odst. 6 zabráněno nadměrným jiskrovým výbojům a kontaktním proudům (příloha II, tabulka B3), a
  - iii) zaměstnancům byly poskytnuty informace týkající se situací uvedených v čl. 6 písm. f);
- b) nízké referenční hodnoty pro magnetická pole (příloha II, tabulka B2) v případech odůvodněných příslušnými zvyklostmi nebo postupem, a to i v případě hlavy a trupu, během pracovní směny, pokud nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (příloha II, tabulka A3), nebo
- i) je překročení uvedených hodnot pouze dočasné,
  - ii) nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (příloha II, tabulka A2),
  - iii) jsou přijata opatření v souladu s čl. 5 odst. 9 při výskytu přechodných příznaků vyjmenovaných v písmeni a) tohoto odstavce, a
  - iv) zaměstnancům byly poskytnuty informace týkající se situací uvedených v čl. 6 písm. f).
4. Bez ohledu na odstavce 2 a 3 může expozice překročit:
- a) nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (příloha II, tabulka A1) během pracovní směny v případech odůvodněných příslušnými zvyklostmi nebo postupem, pokud:
- i) je překročení uvedených hodnot pouze dočasné,
  - ii) nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (příloha II, tabulka A1),
  - iii) byla přijata zvláštní preventivní opatření v souladu s čl. 5 odst. 7,
  - iv) jsou přijata opatření v souladu s čl. 5 odst. 9 při výskytu přechodných příznaků vyjmenovaných v písmeni b) tohoto odstavce, a
  - v) zaměstnancům byly poskytnuty informace týkající se situací uvedených v čl. 6 písm. f);
- b) nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (příloha II, tabulka A3 a příloha III, tabulka A2) během pracovní směny v případech odůvodněných příslušnými zvyklostmi nebo postupem, pokud:
- i) je překročení uvedených hodnot pouze dočasné,
  - ii) nejsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (příloha II, tabulka A2 a příloha III, tabulka A1 a tabulka A3),

iii) jsou při výskytu přechodných příznaků podle písmena a) tohoto odstavce přijata opatření v souladu s čl. 5 odst. 9, a

iv) zaměstnancům byly poskytnuty informace týkající se situací uvedených v čl. 6 písm. f).

## KAPITOLA II

### POVINNOSTI ZAMĚSTNAVATELŮ

#### Článek 4

#### Hodnocení rizik a určení expozice

1. Při plnění povinností stanovených v čl. 6 odst. 3 a čl. 9 odst. 1 směrnice 89/391/EHS zaměstnavatel vyhodnotí veškerá rizika pro zaměstnance způsobená elektromagnetickými poli na pracovišti a podle potřeby změří nebo vypočítá úroveň elektromagnetických polí, jimž jsou zaměstnanci vystaveni.

Aniž je dotčen článek 10 směrnice 89/391/EHS a článek 6 této směrnice, toto hodnocení lze na požádání zveřejnit v souladu s příslušnými právními předpisy Unie a vnitrostátními právními předpisy. Zejména v případě zpracování osobních údajů zaměstnanců v průběhu takového hodnocení musí být jakékoli zveřejnění v souladu se směrnicí Evropského parlamentu a Rady 95/46/ES ze dne 24. října 1995 o ochraně fyzických osob v souvislosti se zpracováním osobních údajů a o volném pohybu těchto údajů<sup>(1)</sup> a s vnitrostátními právními předpisy členských států provádějícími tuto směrnici. Kromě případu, kdy by bylo zveřejnění ve veřejném zájmu, mohou veřejné orgány, které mají kopii tohoto hodnocení, žádost o přístup k němu nebo žádost o jeho zveřejnění odmítnout, pokud by zpřístupnění vedlo k porušení ochrany obchodních zájmů zaměstnavatele, včetně těch, které se týkají duševního vlastnictví, neexistuje-li převažující veřejný zájem na zpřístupnění. Zaměstnavatelé mohou odmítnout zveřejnit hodnocení nebo může hodnocení zveřejnit za stejných podmínek v souladu s příslušnými právními předpisy Unie a vnitrostátními právními předpisy.

2. Pro účely hodnocení uvedeného v odstavci 1 tohoto článku zaměstnavatel určí a vyhodnotí elektromagnetická pole na pracovišti a zohlední přitom příslušné praktické pokyny stanovené v článku 14 a jiné příslušné normy nebo pokyny vydané členskými státy, včetně databází expozic. Bez ohledu na povinnosti zaměstnavatele podle tohoto článku je zaměstnavatel, pokud je to vhodné, rovněž oprávněn zohlednit úroveň emisí a další relevantní bezpečnostní údaje, které k zařízení poskytl výrobce nebo distributor v souladu s příslušnými právními předpisy Unie, včetně hodnocení rizik, jsou-li použitelné na expoziční podmínky na pracovišti nebo v místě instalace.

3. Pokud není dodržení nejvyšších přípustných hodnot možno spolehlivě stanovit na základě snadno dostupných informací, hodnocení expozice se provede na základě měření nebo výpočtů. V takovém případě se při hodnocení zohlední možné nepřesnosti týkající se měření nebo výpočtů, jako jsou numerické chyby, modelování zdrojů, fantomová geometrie a elektrické vlastnosti tkání a materiálů určené v souladu s příslušnými osvědčenými postupy.

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 281, 23.11.1995, s. 31.

4. Hodnocení, měření a výpočty zmíněné v odstavcích 1, 2 a 3 tohoto článku plánují a provádějí ve vhodných intervalech odborně způsobilé služby nebo osoby s přihlédnutím k pokynům stanoveným v této směrnici, a zejména s přihlédnutím k článkům 7 a 11 směrnice 89/391/EHS týkajícím se nezbytných odborně způsobilých služeb nebo osob a projednání se zaměstnanci a jejich účastí. Údaje získané hodnocením, měřením nebo výpočty se uchovávají ve vhodné a zjištělné formě, která umožňuje do nich později nahlížet, a to v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

5. Při posuzování rizika podle čl. 6 odst. 3 směrnice 89/391/EHS musí zaměstnavatel věnovat zvláštní pozornost:

- a) nejvyšším přípustným hodnotám pro účinky na zdraví, nejvyšším přípustným hodnotám pro účinky na smyslové vnímání a referenčním hodnotám podle článku 3 a příloh II a III této směrnice;
- b) frekvenci, intenzitě, trvání a typu expozice, včetně rozložení v těle zaměstnance a v prostoru pracoviště;
- c) všem přímým biofyzikálním účinkům;
- d) všem účinkům na zdraví a bezpečnost zvláště ohrožených zaměstnanců, zejména zaměstnanců s aktivními nebo pasivními implantovanými zdravotnickými prostředky, jako jsou např. kardiostimulátory, zaměstnanců se zdravotnickými prostředky nošenými na těle, jako jsou např. inzulínové pumpy, a těhotných zaměstnankyň;
- e) všem nepřímým účinkům;
- f) existenci jiného zařízení způsobujícího nižší expozici elektromagnetickým polím;
- g) odpovídajícím informacím získaným ze zdravotního dohledu uvedeného v článku 8;
- h) informacím poskytnutým výrobcem zařízení;
- i) dalším relevantním informacím týkajícím se zdraví a bezpečnosti;
- j) expozici z několika zdrojů;
- k) současné expozici polím s různými frekvencemi.

6. Na veřejně přístupných pracovištích není nutné provádět hodnocení expozice, pokud již bylo provedeno hodnocení v souladu s ustanoveními týkajícími se omezení expozice veřejnosti elektromagnetickým polím, jsou dodržovány mezní hodnoty stanovené v těchto ustanoveních, pokud jde o zaměstnance, a jsou vyloučena zdravotní a bezpečnostní rizika. Pokud je zařízení, jež je určeno pro veřejnost, používáno určeným způsobem a je v souladu s právem Unie týkajícím se výrobků, které stanoví přísnější úroveň bezpečnosti, než jsou úroveň

stanovené touto směrnicí a nepoužívá se žádné jiné zařízení, považují se tyto podmínky za splněné.

7. Zaměstnavatel musí mít k dispozici hodnocení rizik v souladu s čl. 9 odst. 1 písm. a) směrnice 89/391/EHS a musí určit opatření, která mají být přijata v souladu s článkem 5 této směrnice. Hodnocení rizik může zahrnovat zdůvodnění zaměstnavatele, proč není z důvodů povahy a rozsahu rizik v souvislosti s elektromagnetickými poli nutné podrobnější hodnocení rizik. Hodnocení rizik je pravidelně aktualizováno, zejména dojde-li k podstatným změnám, kvůli nimž by již mohlo být zastaralé, nebo pokud se to na základě výsledků zdravotního dohledu uvedeného v článku 8 jeví jako nezbytné.

#### Článek 5

##### Ustanovení zaměřená na odstranění nebo snížení rizik

1. S přihlédnutím k technickému pokroku a dostupnosti prostředků pro řízení vyzařování elektromagnetického pole ze zdroje přijme zaměstnavatel opatření nezbytná k tomu, aby byla rizika způsobená elektromagnetickými poli na pracovišti odstraněna nebo snížena na minimum.

Snížení rizik vznikajících expozicí elektromagnetickým polím se zakládá na obecných zásadách prevence stanovených v čl. 6 odst. 2 směrnice 89/391/EHS.

2. Pokud dojde k překročení příslušných referenčních hodnot uvedených v článku 3 a přílohách II a III a pokud šetření provedené podle čl. 4 odst. 1, 2 a 3 nepřinese důkaz o tom, že nejsou překročeny příslušné nejvyšší přípustné hodnoty a že je možné vyloučit všechna bezpečnostní rizika, je zaměstnavatel na základě hodnocení rizik podle článku 4 povinen vypracovat a provádět akční plán zahrnující technická nebo organizační opatření určená k zamezení expozic, které překračují nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání, s přihlédnutím zejména k:

- a) jiným pracovním metodám, které vyžadují menší expozici elektromagnetickým polím;
- b) volbě zařízení, které při dané práci vyzařuje slabší elektromagnetické pole;
- c) technickým opatřením zaměřeným na snížení expozice elektromagnetickým polím, které zahrnují blokovací zařízení, stínění nebo podobné ochranné pomůcky;
- d) vhodným opatřením spočívajícím ve vymezení pracovního prostoru jako jsou např. značky, štítky, označení na podlaze, překážky k omezení nebo kontrole přístupu;
- e) v případě expozice elektrickým polím opatřením a postupům řízení jiskrových výbojů a kontaktních proudů za pomoci technických prostředků a školení zaměstnanců;

- f) vhodným programům údržby pracovního vybavení, pracoviště a systémů na pracovišti;
- g) návrhu a dispozici pracovišť a pracovních míst;
- h) omezení trvání a intenzity expozice polím;
- i) dostupnosti přiměřených osobních ochranných prostředků.

3. Zaměstnavatel je na základě hodnocení rizik podle článku 4 povinen vypracovat a provádět akční plán zahrnující technická nebo organizační opatření určená k odstranění veškerých rizik pro zvláště ohrožené zaměstnance a rizik v důsledku nepřímých účinků podle článku 4.

4. Kromě poskytování informací stanovených v článku 6 této směrnice zaměstnavatel na základě článku 15 směrnice 89/391/EHS přizpůsobí opatření uvedená v tomto článku požadavkům zvláště ohrožených zaměstnanců a, je-li to vhodné, individuálním hodnocením rizik, a to zejména v případě zaměstnanců, kteří nahlásili, že používají aktivní nebo pasivní implantované zdravotnické prostředky, jako jsou např. kardiostimulátory, nebo zdravotnické prostředky nošené na těle, jako např. inzulinové pumpy, nebo v případě těhotných zaměstnankyň, které informovaly zaměstnavatele o svém těhotenství.

5. Pracoviště, na kterých je pravděpodobné, že zaměstnanci budou vystaveni elektromagnetickým polím, jež překračují referenční hodnoty, se na základě hodnocení rizik podle článku 4 opatřují vhodnou značkou podle příloh II a III a směrnice Rady 92/58/EHS ze dne 24. června 1992 o minimálních požadavcích na bezpečnostní nebo zdravotní značky na pracovišti (devátá samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) <sup>(1)</sup>. Dotyčná místa musí být v případě potřeby ohraničena a přístup k nim omezen. Pokud je přístup k těmto místům náležitým způsobem omezen z jiných důvodů a pokud jsou zaměstnanci informováni o rizicích spojených s elektromagnetickými poli, nejsou značky a omezení přístupu související s elektromagnetickými poli vyžadovány.

6. V případě použití čl. 3 odst. 3 písm. a) se přijmou zvláštní ochranná opatření, jako jsou školení zaměstnanců v souladu s článkem 6 a využití technických prostředků a osobní ochrany, jako například uzemnění pracovních předmětů, ochranné spojení zaměstnanců s pracovními předměty (ochranné spojení a vyrovnání potenciálu) a ve vhodných případech a v souladu s čl. 4 odst. 1 písm. a) směrnice Rady 89/656/EHS ze dne 30. listopadu 1989 o minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví pro používání osobních ochranných prostředků zaměstnanci při práci (třetí samostatná směrnice ve smyslu čl. 16 odst. 1 směrnice 89/391/EHS) <sup>(2)</sup> použití izolační obuvi, rukavic a ochranných oděvů.

7. V případě použití čl. 3 odst. 4 písm. a) se přijmou zvláštní ochranná opatření, jako je kontrola pohybu.

8. Expozice zaměstnanců nesmí překročit nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání, s výjimkou případů, kdy jsou splněny podmínky stanovené buď v čl. 10 odst. 1 písm. a) nebo c) nebo čl. 3 odst. 3 nebo v článku 4. Jsou-li navzdory opatřením přijatým zaměstnavatelem k dosažení souladu s touto směrnicí nejvyšší přípustné hodnoty expozice pro účinky na zdraví a nejvyšší přípustné hodnoty expozice pro účinky na smyslové vnímání překročeny, musí zaměstnavatel neprodleně přijmout opatření k jejímu snížení pod nejvyšší přípustné hodnoty. Zjistí a zaznamená příčiny překročení nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví a nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání a podle toho změní ochranná a preventivní opatření, aby zabránil jejich opětovnému překročení. Změněná ochranná a preventivní opatření se uchovávají ve vhodné a zjištělné formě, která umožňuje do nich později nahlížet, a to v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

9. V případě použití čl. 3 odst. 3 a 4 a v případě, že zaměstnanec nahlásí výskyt přechodných příznaků, zaměstnavatel v případě potřeby aktualizuje hodnocení rizik a preventivní opatření. Přechodné příznaky mohou souviset s:

- a) smyslovými vjemy a účinky na funkci centrální nervové soustavy v hlavě, které jsou vyvolány časově proměnnými magnetickými poli;
- b) účinky statických magnetických polí, jako jsou závraťe a nauzea.

#### Článek 6

##### Informování a školení zaměstnanců

Aniž jsou dotčeny články 10 a 12 směrnice 89/391/EHS, zajistí zaměstnavatel, aby zaměstnanci, u nichž je pravděpodobné, že budou při práci vystaveni elektromagnetickým polím, nebo jejich zástupci obdrželi veškeré nezbytné informace a školení o výsledku hodnocení rizik podle článku 4 této směrnice, týkající se zejména:

- a) opatření přijatých při uplatňování této směrnice;
- b) hodnot a pojmů nejvyšších přípustných hodnot a referenčních hodnot, jakož i možných rizik, která jsou s nimi spojena, a přijatých preventivních opatření;
- c) možných nepřímých účinků expozice;
- d) výsledků hodnocení, měření nebo výpočtů úrovně expozice elektromagnetickým polím provedených podle článku 4 této směrnice;
- e) způsobů, jak rozpoznat zdraví škodlivé účinky expozice polím a jak je ohlašovat;
- f) možnosti přechodných příznaků a vjemů souvisejících s účinky na centrální nebo periferní nervovou soustavu;

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 245, 26.8.1992, s. 23.

<sup>(2)</sup> Úř. věst. L 393, 30.12.1989, s. 18.

- g) okolností, za nichž mají zaměstnanci nárok na zdravotní dohled;
- h) bezpečných pracovních postupů k minimalizaci rizik vyplývajících z expozice;
- i) zvláště ohrožených zaměstnanců, jak je uvedeno v čl. 4 odst. 5 písm. d) a čl. 5 odst. 3 a 4 této směrnice.

#### Článek 7

##### Konzultace se zaměstnanci a jejich účast

Konzultace se zaměstnanci nebo jejich zástupci a jejich účast probíhají v souladu s článkem 11 směrnice 89/391/EHS.

#### KAPITOLA III

#### RŮZNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 8

##### Zdravotní dohled

1. V zájmu prevence a včasného rozpoznání všech nepříznivých účinků na zdraví vyvolaných expozicí elektromagnetickým polím je v souladu s článkem 14 směrnice 89/391/EHS zajišťován vhodný zdravotní dohled. Zdravotní záznamy a jejich dostupnost je zajišťována v souladu s vnitrostátními právními předpisy nebo zvyklostmi.

2. V souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi se výsledky zdravotního dohledu uchovávají ve vhodné podobě umožňující, aby do nich bylo později možné nahlížet, přičemž se dbá na jejich důvěrnou povahu. Zaměstnanci mají na svou žádost přístup ke svým osobním zdravotním záznamům.

Pokud zaměstnanec nahlásí jakýkoli nežádoucí nebo neočekávaný účinek na zdraví nebo vždy, kdy je zjištěna expozice přesahující nejvyšší přípustné hodnoty, musí zaměstnavatel zajistit, aby se dotčenému pracovníku dostalo odpovídajícího lékařského vyšetření nebo lékařského dohledu v souladu s vnitrostátními právními předpisy a zvyklostmi.

Tato vyšetření nebo dohled se zajišťují v době, kterou zvolí zaměstnanec, a žádné náklady s nimi spojené zaměstnanec nehradí.

#### Článek 9

##### Sankce

Členské státy stanoví vhodné sankce, které se uloží v případě porušení vnitrostátních předpisů přijatých v souladu s touto směrnicí. Tyto sankce musí být účinné, přiměřené a odrazující.

#### Článek 10

##### Odchyłky

1. Odchyłně od článku 3, avšak aniž je dotčen čl. 5 odst. 1:

a) může expozice překročit nejvyšší přípustné hodnoty, pokud expozice souvisí s montáží, testováním, používáním, vývojem, údržbou nebo výzkumem zařízení pro zobrazování na principu magnetické rezonance (dále jen „MRI“) určených pacientům ve zdravotnictví, jsou-li splněny všechny tyto podmínky:

i) hodnocení rizik provedené podle článku 4 ukázalo, že jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty,

ii) byla uplatněna veškerá technická nebo organizační opatření odpovídající současnému stavu vývoje,

iii) okolnosti řádně odůvodňují překročení expozice,

iv) zohlednily se charakteristické rysy pracoviště, pracovního vybavení nebo pracovních postupů,

v) zaměstnavatel prokáže, že jsou zaměstnanci nadále chráněni proti nepříznivým účinkům na zdraví a bezpečnostním rizikům, přičemž mimo jiné zajistí, aby byly dodržovány pokyny pro bezpečné používání poskytnuté výrobcem v souladu se směrnicí Rady 93/42/EHS ze dne 14. června 1993 o zdravotnických prostředcích<sup>(1)</sup>;

b) mohou členské státy povolit, aby byl pro potřeby pracovníků působících v operačních vojenských zařízeních nebo zapojených do vojenských činností, a to i v rámci společných mezinárodních vojenských cvičení, uplatňován rovnocenný nebo specifitěji zaměřený systém ochrany, přičemž však nesmí docházet k poškození zdraví a ohrožení bezpečnosti;

c) mohou členské státy za řádně odůvodněných okolností a pouze po dobu trvání těchto okolností povolit, aby byly nejvyšší přípustné hodnoty dočasně překročeny v konkrétních odvětvích nebo v případě konkrétních činností mimo oblast působnosti písmen a) a b). Pro účely tohoto písmene se „řádně odůvodněnými okolnostmi“ rozumí okolnosti, při nichž jsou splněny tyto podmínky:

i) na základě hodnocení rizik provedeného podle článku 4 se ukázalo, že jsou překročeny nejvyšší přípustné hodnoty,

ii) byla uplatněna veškerá technická nebo organizační opatření odpovídající současnému stavu vývoje,

iii) byly zohledněny zvláštní charakteristické rysy pracoviště, pracovního vybavení nebo pracovních postupů,

iv) zaměstnavatel prokáže, že zaměstnanci jsou nadále chráněni proti nepříznivým účinkům na zdraví a bezpečnostním rizikům, přičemž jsou mimo jiné uplatňovány srovnatelné, specifitěji zaměřené a mezinárodně uznávané normy a pokyny.

<sup>(1)</sup> Úř. věst. L 169, 12.7.1993, s. 1.

2. Členské státy prostřednictvím zprávy uvedené v článku 15 uvědomí Komisi o každé výjimce podle odstavce 1 písm. a) a b) a uvedou důvody odůvodňující tyto výjimky.

#### Článek 11

##### Technické úpravy příloh

1. Komisi se svěruje pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci podle článku 12 za účelem provádění změn příloh čistě technické povahy, jejichž cílem je:

- zohlednit přijetí nařízení a směrnic v oblasti technické harmonizace a normalizace týkajících se navrhování, stavby, výroby nebo konstrukce pracovního vybavení nebo pracovišť;
- zohlednit technický rozvoj, změny nejdůležitějších norem nebo specifikací a nové vědecké poznatky týkající se elektromagnetických polí;
- přizpůsobit referenční hodnoty v případě, že existují nové vědecké poznatky za předpokladu, že jsou zaměstnavatelé nadále vázáni dodržováním stávajících nejvyšších přípustných hodnot uvedených v přílohách II a III.

2. Komise přijme akt v přenesené pravomoci v souladu s článkem 12, kterým vloží do přílohy II pokyny ICNIRP pro omezení expozice elektrickým polím indukovaným pohybem lidského těla ve statickém magnetickém poli a časově proměnným magnetickým polem s frekvencemi do 1 Hz, jakmile budou k dispozici.

3. Pokud je to v případě změn uvedených v odstavcích 1 a 2 vzhledem k závažným naléhavým důvodům nutné, použije se na akty v přenesené pravomoci přijaté na základě tohoto článku postup stanovený v článku 13.

#### Článek 12

##### Výkon přenesené pravomoci

1. Pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci svěřena Komisi za podmínek stanovených v tomto článku.

2. Pravomoc přijímat akty v přenesené pravomoci uvedená v článku 11 je Komisi svěřena na dobu pěti let od 29. června 2013. Komise vypracuje zprávu o přenesené pravomoci nejpozději devět měsíců před koncem tohoto pětiletého období. Přenesení pravomoci se automaticky prodlužuje o stejně dlouhá období, pokud Evropský parlament nebo Rada nevysloví proti tomuto prodloužení námitky nejpozději tři měsíce před koncem každého z těchto období.

3. Evropský parlament nebo Rada mohou přenesení pravomoci uvedené v článku 11 kdykoli zrušit. Rozhodnutím o zrušení se ukončuje přenesení pravomocí v něm blíže určených. Rozhodnutí nabývá účinku dnem následujícím po zveřejnění v *Úředním věstníku Evropské unie* nebo k pozdějšímu dni, který v něm je upřesněn. Nedotýká se platnosti již platných aktů v přenesené pravomoci.

4. Přijetí aktu v přenesené pravomoci Komise neprodleně oznámí současně Evropskému parlamentu a Radě.

5. Akt v přenesené pravomoci přijatý podle článku 11 vstoupí v platnost, pouze pokud Evropský parlament ani Rada nevysloví ve lhůtě dvou měsíců od oznámení aktu Evropskému parlamentu a Radě námitky, nebo pokud před uplynutím této lhůty Evropský parlament i Rada Komisi uvědomí, že námitky nevysloví. Z podnětu Evropského parlamentu nebo Rady se tato lhůta prodlouží o dva měsíce.

#### Článek 13

##### Zrychlený postup

1. Akty v přenesené pravomoci přijaté podle tohoto článku vstupují v platnost bezodkladně a jsou použitelné, pokud proti nim není vyslovena námitka podle odstavce 2. V oznámení aktu v přenesené pravomoci Evropskému parlamentu a Radě se uvedou důvody použití zrychleného postupu týkajícího se zdraví a ochrany zaměstnanců.

2. Evropský parlament nebo Rada mohou proti aktu v přenesené pravomoci vyslovit námitky v souladu s postupem uvedeným v čl. 12 odst. 5. V takovém případě po oznámení rozhodnutí Evropského parlamentu nebo Rady vyslovit námitku Komise dotyčný akt neprodleně zruší.

#### KAPITOLA IV

##### ZÁVĚREČNÁ USTANOVENÍ

#### Článek 14

##### Praktické pokyny

Za účelem usnadnění provádění této směrnice poskytne Komise nejpozději šest měsíců před 1. červencem 2016 nezávazné praktické pokyny. Tyto praktické pokyny se týkající zejména:

a) určení expozice s přihlédnutím k odpovídajícím evropským nebo mezinárodním normám, včetně:

— metod výpočtu pro účely hodnocení nejvyšších přípustných hodnot,

— prostorovému průměrování vnějších elektrických a magnetických polí vztahovaných na prostorovou jednotku,

— pokynů pro zohledňování nejistoty měření a výpočtů;

b) pokynů pro prokazování dodržení nejvyšších přípustných či referenčních hodnot v případě specifických druhů nehomogenní expozice, a to na základě zavedené dozimetrie;

c) popisu „metody filtrace v časové oblasti“ pro nízkofrekvenční pole a popisu „součtu multifrekvenčních polí“ pro vysokofrekvenční pole;

- d) způsobu provádění hodnocení rizik a pokud možno zajištění zjednodušených metod, zejména s ohledem na potřeby malých a středních podniků;
- e) opatření zaměřených na odstranění nebo snížení rizik, včetně zvláštních preventivních opatření závislých na úrovni expozice a charakteristických rysech pracoviště;
- f) stanovení zdokumentovaných pracovních postupů, jakož i specifických opatření v oblasti informování a školení, která jsou určena zaměstnancům vystaveným elektromagnetickým polím během činností souvisejících s MRI, na něž se vztahuje čl. 10 odst. 1 písm. a);
- g) hodnocení expozice ve frekvenčním pásmu od 100 kHz do 10 MHz v případech, kdy je nutno vzít v úvahu tepelné i netepelné účinky;
- h) pokynů pro lékařské vyšetření a zdravotní dohled, které zajistí zaměstnavatel v souladu s čl. 8 odst. 2.

Komise úzce spolupracuje s Poradním výborem pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci. Evropský parlament je pravidelně informován.

#### Článek 15

##### **Přezkum a podávání zpráv**

S ohledem na čl. 1 odst. 4 se zpráva o praktickém provedení této směrnice vypracuje podle čl. 17 písm. a) směrnice 89/391/EHS.

#### Článek 16

##### **Provádění**

1. Členské státy uvedou v účinnost právní a správní předpisy nezbytné pro dosažení souladu s touto směrnicí do 1. července 2016.

Tyto předpisy přijaté členskými státy musí obsahovat odkaz na tuto směrnici nebo musí být takový odkaz učiněn při jejich úředním vyhlášení. Způsob odkazu si stanoví členské státy.

2. Členské státy sdělí Komisi znění hlavních ustanovení vnitrostátních právních předpisů, které přijmou v oblasti působnosti této směrnice.

#### Článek 17

##### **Zrušovací ustanovení**

1. Směrnice 2004/40/ES se zrušuje ode dne 29. června 2013.

2. Odkazy na zrušenou směrnici se považují za odkazy na tuto směrnici v souladu se srovnávací tabulkou obsaženou v příloze IV.

#### Článek 18

##### **Vstup v platnost**

Tato směrnice vstupuje v platnost dnem vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*.

#### Článek 19

##### **Určení**

Tato směrnice je určena členskými státním.

V Bruselu dne 26. června 2013.

Za Evropský parlament  
předseda  
M. SCHULZ

Za Radu  
předseda  
A. SHATTER



## PŘÍLOHA I

## FYZIKÁLNÍ VELIČINY TÝKAJÍCÍ SE EXPOZICE ELEKTROMAGNETICKÝM POLÍM

Pro popis expozice elektromagnetickým polím se používají následující fyzikální veličiny:

Intenzita elektrického pole (E) je vektorová veličina, která odpovídá síle působící na nabitou částici nezávisle na jejím pohybu v prostoru. Vyjadřuje se ve voltech na metr ( $\text{Vm}^{-1}$ ). Je třeba rozlišovat mezi intenzitou vnějšího elektrického pole a intenzitou elektrického pole uvnitř těla (*in situ*) způsobeného expozicí vnějšímu elektrickému poli.

Proud končetinami ( $I_L$ ) je proud procházející končetinami osoby vystavené elektromagnetickým polím ve frekvenčním pásmu od 10 MHz do 110 MHz způsobený kontaktem s předmětem v elektromagnetickém poli nebo toku kapacitních proudů indukovaných v těle. Vyjadřuje se v ampérech (A).

Kontaktní proud ( $I_C$ ) je proud, který vzniká při kontaktu osoby s předmětem v elektromagnetickém poli. Vyjadřuje se v ampérech (A). Ustálený kontaktní proud vzniká při nepřetržitém kontaktu osoby s předmětem v elektromagnetickém poli. Při takovém kontaktu se mohou objevit jiskrové výboje se souvisejícími přechodovými proudy.

Elektrický náboj (Q) je veličina vhodná pro charakterizaci jiskrových výbojů a vyjadřuje se v coulombech (C).

Intenzita magnetického pole (H) je vektorová veličina, která společně s magnetickou indukcí specifikuje magnetické pole v každém bodě prostoru. Vyjadřuje se v ampérech na metr ( $\text{Am}^{-1}$ ).

Magnetická indukce (B) je vektorová veličina, která vyvolává sílu působící na pohybující se nabitě částice. Vyjadřuje se v jednotkách zvaných tesla (T). Ve volném prostoru a v biologických materiálech lze magnetickou indukci a intenzitu magnetického pole navzájem zaměňovat s použitím ekvivalence mezi intenzitou magnetického pole  $H = 1 \text{ Am}^{-1}$  a magnetickou indukcí  $B = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ T}$  (přibližně 1,25 mT).

Hustota zářivého toku (S) se používá pro velmi vysoké frekvence, u kterých je hloubka vniku do tkáně těla nízká. Hustota zářivého toku je výkon energie dopadající kolmo k povrchu, dělený plochou tohoto povrchu. Vyjadřuje se ve wattech na metr čtvereční ( $\text{Wm}^{-2}$ ).

Měrná absorbovaná energie (SA) je hustota energie absorbovaná biologickou tkání. Vyjadřuje se v joulech na kilogram ( $\text{Jkg}^{-1}$ ). V této směrnici se používá pro specifikaci nejvyšších přípustných hodnot pro impulsní mikrovlnné záření.

Měrný absorbovaný výkon (SAR), uváděný jako průměrná hodnota pro celé tělo nebo pro jeho části, je definován jako časová změna absorbované energie v jednotce hmotnosti tělesné tkáně. Vyjadřuje se ve wattech na kilogram ( $\text{Wkg}^{-1}$ ). Celotělový SAR je široce uznávaná veličina pro kvantitativní vyjádření vztahu mezi expozicí rádiovým frekvencím (RF) a jí způsobených tepelných účinků. Vedle celotělového SAR je pro hodnocení a omezení nadměrné absorpce energie v menších částech těla, k níž dochází v důsledku zvláštních expozičních podmínek, nezbytný také lokální SAR. Příklady těchto zvláštních podmínek jsou: osoba v RF poli v nižším MHz pásmu (způsobeném např. dielektrickými ohřívači) a osoba v blízkém poli antény.

Z uvedených veličin lze přímo měřit magnetickou indukci (B), kontaktní proud ( $I_C$ ), proud končetinami ( $I_L$ ), intenzitu elektrického pole (E), intenzitu magnetického pole (H) a hustotu zářivého toku (S).

## PŘÍLOHA II

## NETEPELNÉ ÚČINKY

## NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY A REFERENČNÍ HODNOTY VE FREKVENČNÍM PÁSMU OD 0 Hz DO 10 MHz

## A. NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY

Nejvyšší přípustné hodnoty pod 1 Hz (tabulka A1) jsou hodnoty statického magnetického pole, které není ovlivněno přítomností tělesné tkáně.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro frekvence od 1 Hz do 10 MHz (tabulka A2) jsou hodnoty elektrického pole indukovaného v těle v důsledku expozice časově proměnným elektrickým a magnetickým polím.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro vnější magnetickou indukci od 0 Hz do 1 Hz

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání jsou (nejvyšší přípustné) hodnoty pro běžné pracovní podmínky (tabulka A1) a vztahují se k závratím a jiným fyziologickým účinkům spojeným s narušením funkce vestibulárního aparátu vznikajícím především na základě pohybu ve statickém magnetickém poli.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro kontrolované pracovní podmínky (tabulka A1) se použijí pouze dočasně během pracovní směny v případech odůvodněných příslušnou praxí nebo postupem pod podmínkou, že byla přijata preventivní opatření jako kontrola pohybu a informování zaměstnanců.

Tabulka A1

Nejvyšší přípustné hodnoty pro vnější magnetickou indukci ( $B_0$ ) od 0 do 1 Hz

	Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání
Běžné pracovní podmínky	2 T
Lokální expozice končetin	8 T
	Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví
Kontrolované pracovní podmínky	8 T

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro intenzitu vnitřního elektrického pole od 1 Hz do 10 MHz

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví (tabulka A2) se vztahují k elektrické stimulaci veškerých tkání periferní a centrální nervové soustavy v těle, včetně hlavy.

Tabulka A2

## Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro intenzitu vnitřního elektrického pole od 1 Hz do 10 MHz

Frekvenční pásmo	Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví
$1 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$1,1 \text{ Vm}^{-1}$ (špičková hodnota)
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$3,8 \times 10^{-4} f \text{ Vm}^{-1}$ (špičková hodnota)

Poznámka A2-1:  $f$  je frekvence v hertzech (Hz)

Poznámka A2-2: Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro vnitřní elektrické pole jsou maximální hodnoty v celém těle exponované osoby.

Poznámka A2-3: Nejvyšší přípustné hodnoty jsou špičkovými hodnotami v čase, které se pro sinusové časové průběhy elektromagnetického pole rovnají efektivním hodnotám (RMS) vynásobeným  $\sqrt{2}$ . V případě nesinusových časových průběhů pole je hodnocení expozice prováděné v souladu s článkem 4 založeno na metodě filtrace v časové oblasti, vysvětlené v praktických pokynech uvedených v článku 14 ale lze použít jiné vědecky prokázané a ověřené postupy hodnocení expozice, pokud vedou k přibližně rovnocenným a srovnatelným výsledkům.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání pro intenzitu vnitřního elektrického pole od 1 Hz do 400 Hz

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání (tabulka A3) se vztahují k účinkům elektrického pole na centrální nervovou soustavu v hlavě, tj. síťnicovým fosfénům a menším přechodným změnám v některých mozkových funkcích.

Tabulka A3

**Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání pro intenzitu vnitřního elektrického pole od 1 Hz do 400 Hz**

Frekvenční pásmo	Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání
$1 \text{ Hz} \leq f < 10 \text{ Hz}$	$0,7/f \text{ Vm}^{-1}$ (špičková hodnota)
$10 \text{ Hz} \leq f < 25 \text{ Hz}$	$0,07 \text{ Vm}^{-1}$ (špičková hodnota)
$25 \text{ Hz} \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$0,0028/f \text{ Vm}^{-1}$ (špičková hodnota)

Poznámka A3-1: f je frekvence v hertzech (Hz)

Poznámka A3-2: Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání pro vnitřní elektrické pole jsou prostorové špičkové hodnoty v hlavě exponovaného subjektu.

Poznámka A3-3: Nejvyšší přípustné hodnoty jsou špičkovými hodnotami v čase, které se pro sinusové časové průběhy elektromagnetického pole rovnají efektivním hodnotám (RMS) vynásobeným  $\sqrt{2}$ . V případě nesinusových časových průběhů pole je hodnocení expozice prováděné v souladu s článkem 4 založeno na metodě filtrace v časové oblasti, vysvětlené v praktických pokynech uvedených v článku 14, ale lze použít i jiné vědecky prokázané a ověřené postupy hodnocení expozice, pokud vedou k přibližně rovnocenným a srovnatelným výsledkům.

## B. REFERENČNÍ HODNOTY

Ke stanovení referenčních hodnot se používají následující fyzikální veličiny a hodnoty, jejichž velikost je stanovena s cílem zajistit prostřednictvím zjednodušeného hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot, nebo při jejichž dosažení je nutné přijmout ochranná nebo preventivní opatření stanovená v článku 5:

- nízká referenční hodnota (E) a vysoká referenční hodnota (E) pro intenzitu časově proměnného elektrického pole E podle tabulky B1,
- nízká referenční hodnota (B) a vysoká referenční hodnota (B) pro časově proměnnou magnetickou indukci B podle tabulky B2,
- referenční hodnota ( $I_C$ ) pro kontaktní proud podle tabulky B3,
- referenční hodnota ( $B_0$ ) pro statickou magnetickou indukci podle tabulky B4.

Referenční hodnoty odpovídají vypočteným nebo naměřeným hodnotám elektrického a magnetického pole na pracovišti neovlivněných přítomností exponované osoby.

Referenční hodnoty pro expozici elektrickým polím

Nízké referenční hodnoty (tabulka B1) pro vnější elektrické pole jsou založeny na omezení vnitřního elektrického pole na úroveň pod nejvyššími přípustnými hodnotami (tabulky A2 a A3) a omezení jiskrových výbojů v pracovním prostředí.

Pod vysokou referenční hodnotou vnitřní elektrické pole nepřekračuje nejvyšší přípustné hodnoty (tabulky A2 a A3) a nedochází k rušivým jiskrovým výbojům za předpokladu, že jsou přijata ochranná opatření uvedená v čl. 5 odst. 6.

Tabulka B1

**Referenční hodnoty pro expozici elektrickým polím v pásmu od 1 Hz do 10 MHz**

Frekvenční pásmo	Nízké referenční hodnoty (E) pro intenzitu elektrického pole [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (efektivní hodnoty)	Vysoké referenční hodnoty (E) pro intenzitu elektrického pole [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (efektivní hodnoty)
$1 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$
$25 \leq f < 50 \text{ Hz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$2,0 \times 10^4$
$50 \text{ Hz} \leq f < 1,64 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$1,0 \times 10^6/f$

Frekvenční pásmo	Nízké referenční hodnoty (E) pro intenzitu elektrického pole [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (efektivní hodnoty)	Vysoké referenční hodnoty (E) pro intenzitu elektrického pole [ $\text{Vm}^{-1}$ ] (efektivní hodnoty)
$1,64 \leq f < 3 \text{ kHz}$	$5,0 \times 10^5/f$	$6,1 \times 10^2$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,7 \times 10^2$	$6,1 \times 10^2$

Poznámka B1-1: f je frekvence v hertzech (Hz)

Poznámka B1-2: Nízké AL (E) a vysoké AL (E) jsou efektivní hodnoty intenzity elektrického pole, které se rovnají špičkovým hodnotám vyděleným  $\sqrt{2}$ . V případě nesinusových časových průběhů pole je hodnocení expozice prováděné v souladu s článkem 4 založeno na metodě filtrace v časové oblasti, vysvětlené v praktických pokynech uvedených v článku 14, ale lze použít jiné vědecky prokázané a ověřené postupy hodnocení expozice, pokud vedou k přibližně rovnocenným a srovnatelným výsledkům.

Poznámka B1-3: Referenční hodnota představuje maximální vypočtené nebo naměřené hodnoty v pozici těla pracovníka. Výsledkem je konzervativní hodnocení expozice a automatické dodržení nejvyšších přípustných hodnot ve všech expozičních podmínkách. S cílem zjednodušit hodnocení nehomogenní expozice, prováděné v souladu s článkem 4 hodnoty v konkrétních podmínkách, budou v praktických pokynech podle článku 14 stanovena kritéria pro prostorové průměrování. V případě velmi lokalizovaného zdroje ve vzdálenosti několika centimetrů od těla se indukované elektrické pole stanoví dozimetricky, případ od případu.

Referenční hodnoty pro expozici magnetickým polím

Nízké referenční hodnoty (tabulka B2) pro frekvence nižší než 400 Hz jsou odvozeny od nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na smyslové vnímání (tabulka A3) a referenční hodnoty pro frekvence nad 400 Hz od nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví (tabulka A2).

Vysoké referenční hodnoty (tabulka B2) jsou odvozeny od nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví pro vnitřní elektrické pole související s elektrickou stimulací periferních a autonomních nervových tkání v hlavě a trupu (tabulka A2). Dodržení vysokých referenčních hodnot zajišťuje, že nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví nebudou překročeny, avšak účinky spojené se síťovými fosfory a menšími přechodnými změnami v mozkové činnosti jsou možné, pokud expozice hlavy překročí nízkou referenční hodnotu pro expozice do 400 Hz. V takovém případě se použije čl. 5 odst. 6.

Referenční hodnoty pro expozici končetin jsou odvozeny od nejvyšších přípustných hodnot pro účinky na zdraví pro vnitřní elektrické pole související s elektrickou stimulací tkání končetin, s ohledem na skutečnost, že indukce v končetinách je slabší než v celém těle.

Tabulka B2

**Referenční hodnoty pro expozici magnetickým polím v pásmu od 1 Hz do 10 MHz**

Frekvenční pásmo	Nízké referenční hodnoty pro magnetickou indukci (B)[ $\mu\text{T}$ ] (efektivní hodnoty)	Vysoké referenční hodnoty pro magnetickou indukci (B)[ $\mu\text{T}$ ] (efektivní hodnoty)	Vysoké referenční hodnoty pro magnetickou indukci pro expozici končetin lokálnímu magnetickému poli [ $\mu\text{T}$ ] (efektivní hodnoty)
$1 \leq f < 8 \text{ Hz}$	$2,0 \times 10^5/f^2$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$8 \leq f < 25 \text{ Hz}$	$2,5 \times 10^4/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$25 \leq f < 300 \text{ Hz}$	$1,0 \times 10^3$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$300 \text{ Hz} \leq f < 3 \text{ kHz}$	$3,0 \times 10^5/f$	$3,0 \times 10^5/f$	$9,0 \times 10^5/f$
$3 \text{ kHz} \leq f \leq 10 \text{ MHz}$	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$

Poznámka B2-1: f je frekvence v hertzech (Hz)

Poznámka B2-2: Nízké a vysoké referenční hodnoty intenzity elektrického pole, které se pro sinusové časové průběhy pole rovnají špičkovým hodnotám vyděleným  $\sqrt{2}$ . V případě nesinusových časových průběhů je hodnocení expozice prováděné v souladu s článkem 4 založeno na metodě filtrace v časové oblasti, vysvětlené v praktických pokynech uvedených v článku 14, lze však použít i jiné vědecky prokázané a ověřené postupy hodnocení expozice, pokud vedou k rovnocenným a srovnatelným výsledkům.

Poznámka B2-3: Referenční hodnota představuje maximální vypočtené nebo naměřené hodnoty v pozici těla pracovníka. Výsledkem je konzervativní hodnocení expozice a automatické dodržení nejvyšších přípustných hodnot ve všech expozičních podmínkách. S cílem zjednodušit hodnocení prováděné v souladu s článkem 4, v konkrétních podmínkách nehomogenní expozice, budou v praktických pokynech podle článku 14 stanovena kritéria pro prostorové průměrování. V případě velmi lokalizovaného zdroje ve vzdálenosti několika centimetrů od těla se indukované elektrické pole stanoví dozimetricky, případ od případu.

Tabulka B3

**Referenční hodnoty pro kontaktní proud  $I_C$** 

Frekvence	Referenční hodnoty ( $I_C$ ) pro ustálený kontaktní proud [mA] (efektivní hodnoty)
< 2,5 kHz	1,0
$2,5 \leq f < 100$ kHz	$0,4/f$
$100 \text{ kHz} \leq f \leq 10\,000$ kHz	40

Poznámka B3-1: f je frekvence vyjádřená v kilohercech (kHz).

Referenční hodnoty pro magnetickou indukci statických magnetických polí

Tabulka B4

**Referenční hodnoty pro magnetickou indukci statických magnetických polí**

Rizika	Referenční hodnoty ( $B_0$ )
Interference s aktivními implantovanými prostředky, např. kardiostimulátory	0,5 mT
Riziko urychlení objektu silným polem (> 100 mT)	3 mT

## PŘÍLOHA III

## TERMÁLNÍ ÚČINKY

## NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY A REFERENČNÍ HODNOTY VE FREKVENČNÍM PÁSMU OD 100 KHZ DO 300 GHz

## A. NEJVYŠŠÍ PŘÍPUSTNÉ HODNOTY

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro frekvence od 100 kHz do 6 GHz (tabulka A1) jsou hodnoty pro energii a výkon absorbované jednotkou hmotnosti tělesné tkáně vznikající z expozice elektrickému a magnetickému poli.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání pro frekvence od 0,3 do 6 GHz (tabulka A2) jsou hodnoty pro energii absorbovanou v malém množství tkáně hlavy v důsledku expozice elektromagnetickým polím.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro frekvence nad 6 GHz (tabulka A3) jsou hodnoty pro hustotu zářivého toku dopadajícího na povrch těla.

Tabulka A1

## Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví pro expozici elektromagnetickým polím v pásmu od 100 kHz do 6 GHz

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na zdraví	Střední hodnoty SAR pro interval šesti minut
Nejvyšší přípustné hodnoty pro ohřev tkáně vyjádřené jako střední hodnota SAR v těle	0,4 Wkg <sup>-1</sup>
Nejvyšší přípustné hodnoty pro ohřev tkáně vyjádřené jako lokální hodnota SAR v těle	10 Wkg <sup>-1</sup>
Nejvyšší přípustné hodnoty pro ohřev tkáně vyjádřené jako lokální hodnota SAR v končetinách	20 Wkg <sup>-1</sup>

Poznámka A1-1: Lokální SAR je průměrován přes kterýchkoli 10 g souvislé tělesné tkáně. Takto stanovené maximální hodnoty SAR by měly být použity pro stanovení expozice. Těchto 10 g by mělo být hmotou s téměř homogenními elektrickými vlastnostmi. Tento postup lze používat při počítačové dozimetrii, avšak při přímých fyzikálních měřeních může vést k obtížím. Proto je povoleno použití jednoduchých geometrických tvarů, např. hmoty tkáně ve tvaru krychle nebo koule.

Nejvyšší přípustné hodnoty pro účinky na smyslové vnímání pro frekvence od 0,3 GHz do 6 GHz

Tato nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na smyslové vnímání (tabulka A2) souvisí s akustickými efekty v důsledku expozice hlavy impulsnímu mikrovlnnému záření.

Tabulka A2

## Nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na smyslové vnímání pro expozici elektromagnetickým polím v pásmu od 0,3 GHz do 6 GHz

Frekvenční pásmo	Měrná absorbovaná energie (SA)
0,3 ≤ f ≤ 6 GHz	10 mJ/kg <sup>-1</sup>

Poznámka A2-1: Hmotnost, přes kterou je měrná absorbovaná energie průměrována, činí 10 g tkáně.

Tabulka A3

## Nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na zdraví pro expozici elektromagnetickým polím v pásmu od 6 GHz do 300 GHz

Frekvenční pásmo	Nejvyšší přípustná hodnota pro účinky na zdraví pro hustotu zářivého toku
6 GHz ≤ f ≤ 300 GHz	50 Wm <sup>-2</sup>

Poznámka A3-1: Hustota zářivého toku se průměruje přes kterýchkoli 20 cm<sup>2</sup> exponované plochy. Maximální průměrná hodnota hustoty zářivého toku vztahovaná k 1 cm<sup>2</sup> by neměla překročit dvacetinásobek hodnoty 50 Wm<sup>-2</sup>. Hustota zářivého toku od 6 do 10 GHz se průměruje přes kterýkoli šestiminutový interval. Pro frekvence vyšší než 10 GHz se časové průměrování provádí přes kterýkoli interval o délce 68/f<sup>1,05</sup> minut (kde f je frekvence vyjádřená v GHz), aby se tak kompenzoval vliv hloubky vniku, která je při stoupající frekvenci stále kratší.

## B. REFERENČNÍ HODNOTY

Ke stanovení referenčních hodnot se používají následující fyzikální veličiny a hodnoty, jejichž velikost je stanovena s cílem zajistit prostřednictvím zjednodušeného hodnocení dodržení nejvyšších přípustných hodnot, nebo při jejichž dosažení je nutné přijmout ochranná nebo preventivní opatření stanovená v článku 5:

- referenční hodnota (E) pro intenzitu časově proměnného elektrického pole E podle tabulky B1,
- referenční hodnota (B) pro časově proměnnou magnetickou indukci B podle tabulky B1,
- referenční hodnota (S) pro hustotu zářivého toku podle tabulky B1,
- referenční hodnota (I<sub>C</sub>) pro kontaktní proud podle tabulky B2,
- referenční hodnota (I<sub>L</sub>) pro proud končetinami podle tabulky B2,
- referenční hodnoty odpovídající maximálním vypočteným nebo naměřeným hodnotám pole na pracovišti neovlivněných přítomností exponované osoby.

Referenční hodnoty pro expozici elektrickým a magnetickým polím

Referenční hodnota (E) a referenční hodnota (B) jsou odvozeny od hodnot SAR nebo hustoty zářivého toku (tabulky A1 a A3) na základě prahových hodnot souvisejících s tepelnými účinky vyvolanými expozicí (vnějšimu) elektrickému a magnetickému poli.

Tabulka B1

### Referenční hodnoty pro expozici elektrickým a magnetickým polím v pásmu od 100 kHz do 300 GHz

Frekvenční pásmo	Referenční hodnoty (E) pro intenzitu elektrického pole [Vm <sup>-1</sup> ] (efektivní hodnoty)	Referenční hodnoty (B) pro magnetickou indukci [μT] (efektivní hodnoty)	Referenční hodnoty (S) pro hustotu zářivého toku [Wm <sup>-2</sup> ]
100 kHz ≤ f < 1 MHz	6,1 × 10 <sup>2</sup>	2,0 × 10 <sup>6</sup> /f	—
1 ≤ f < 10 MHz	6,1 × 10 <sup>8</sup> /f	2,0 × 10 <sup>6</sup> /f	—
10 ≤ f < 400 MHz	61	0,2	—
400 MHz ≤ f < 2 GHz	3 × 10 <sup>-3</sup> f <sup>2</sup>	1,0 × 10 <sup>-5</sup> f <sup>2</sup>	—
2 ≤ f < 6 GHz	1,4 × 10 <sup>2</sup>	4, × 10 <sup>-1</sup>	—
6 ≤ f ≤ 300 GHz	1,4 × 10 <sup>2</sup>	4,5 × 10 <sup>-1</sup>	50

Poznámka B1-1: f je frekvence v hertzech (Hz).

Poznámka B1-2: Kvadráty referenční hodnoty (E)<sup>2</sup> a referenční hodnoty (B)<sup>2</sup> se průměrují přes interval šesti minut. U RF impulsů nesmí hustota zářivého toku průměrovaná přes délku impulsu překročit tisícnásobek příslušné hodnoty referenční hodnoty (S). U polí s různými frekvencemi je hodnocení založeno na váženém součtu, jak je vysvětleno v praktických pokynech uvedených v článku 14.

Poznámka B1-3: Referenční hodnota (E) a referenční hodnota (B) představují maximální vypočtené nebo naměřené hodnoty v pozici těla pracovníka. Výsledkem je konzervativní hodnocení expozice a automatické dodržení nejvyšších přípustných hodnot ve všech expozičních podmínkách. S cílem zjednodušit hodnocení nehomogenní expozice prováděné v souladu s článkem 4 v konkrétních podmínkách budou v praktických pokynech podle článku 14 stanovena kritéria pro prostorové průměrování. V případě velmi lokalizovaného zdroje ve vzdálenosti několika centimetrů od těla se dodržení nejvyšších přípustných hodnot stanoví dozimetricky, případ od případu.

Poznámka B1-4: Hustota zářivého toku se průměruje přes kterýchkoli 20 cm<sup>2</sup> exponované plochy. Maximální průměrná hodnota hustoty zářivého toku vztažená k 1 cm<sup>2</sup> by přitom neměla překročit dvacetinásobek hodnoty 50 Wm<sup>-2</sup>. Hustota zářivého toku od 6 do 10 GHz se průměruje přes kterýkoli šestiminutový interval. Pro frekvence vyšší než 10 GHz se časové průměrování provádí přes kterýkoli interval o délce 68/f<sup>1.05</sup> minut (kde f je frekvence vyjádřená v GHz), aby se tak kompenzoval vliv hloubky vniku, která je při stoupající frekvenci stále kratší.

Tabulka B2

**Referenční hodnoty ustálených kontaktních proudů a indukovaných proudů procházejících končetinami**

Frekvenční pásmo	Ustálený kontaktní proud, referenční hodnota ( $I_c$ ) [mA] (efektivní hodnoty)	Indukovaný proud končetinami, referenční hodnota ( $I_i$ ) [mA] (efektivní hodnoty)
100 kHz $\leq$ f < 10 MHz	40	—
10 MHz $\leq$ f $\leq$ 110 MHz	40	100

Poznámka B2-1: Kvadrát referenční hodnoty ( $I_i$ )<sup>2</sup> se průměruje přes interval šesti minut.



## PŘÍLOHA IV

## Srovnávací tabulka

Směrnice 2004/40/ES	Tato směrnice
Čl. 1 odst. 1	Čl. 1 odst. 1
Čl. 1 odst. 2	Čl. 1 odst. 2 a 3
Čl. 1 odst. 3	Čl. 1 odst. 4
Čl. 1 odst. 4	Čl. 1 odst. 5
Čl. 1 odst. 5	Čl. 1 odst. 6
Čl. 2 písm. a)	Čl. 2 písm. a)
—	Čl. 2 písm. b)
—	Čl. 2 písm. c)
Čl. 2 písm. b)	Čl. 2 písm. d),e) a f)
Čl. 2 písm. c)	Čl. 2 písm. g)
Čl. 3 odst. 1	Čl. 3 odst. 1
Čl. 3 odst. 2	Čl. 3 odst. 1
—	Čl. 3 odst. 2
Čl. 3 odst. 3	Čl. 3 odst. 2 a 3
—	Čl. 3 odst. 4
Čl. 4 odst. 1	Čl. 4 odst. 1
Čl. 4 odst. 2	Čl. 4 odst. 2 a 3
Čl. 4 odst. 3	Čl. 4 odst. 3
Čl. 4 odst. 4	Čl. 4 odst. 4
Čl. 4 odst. 5 písm. a)	Čl. 4 odst. 5 písm. b)
Čl. 4 odst. 5 písm. b)	Čl. 4 odst. 5 písm. a)
—	Čl. 4 odst. 5 písm. c)
Čl. 4 odst. 5 písm. c)	Čl. 4 odst. 5 písm. d)
Čl. 4 odst. 5 písm. d)	Čl. 4 odst. 5 písm. e)
Čl. 4 odst. 5 písm. d) bod i)	—
Čl. 4 odst. 5 písm. d) bod ii)	—
Čl. 4 odst. 5 písm. d) bod iii)	—

Směrnice 2004/40/ES	Tato směrnice
Čl. 4 odst. 5 písm. d) bod iv)	—
Čl. 4 odst. 5 písm. e)	Čl. 4 odst. 5 písm. f)
Čl. 4 odst. 5 písm. f)	Čl. 4 odst. 5 písm. g)
—	Čl. 4 odst. 5 písm. h)
—	Čl. 4 odst. 5 písm. i)
Čl. 4 odst. 5 písm. g)	Čl. 4 odst. 5 písm. j)
Čl. 4 odst. 5 písm. h)	Čl. 4 odst. 5 písm. k)
—	Čl. 4 odst. 6
Čl. 4 odst. 6	Čl. 4 odst. 7
Čl. 5 odst. 1	Čl. 5 odst. 1
Čl. 5 odst. 2 větě	Čl. 5 odst. 2 větě
Čl. 5 odst. 2 písm. a) až c)	Čl. 5 odst. 2 písm. a) až c)
—	Čl. 5 odst. 2 písm. d)
—	Čl. 5 odst. 2 písm. e)
Čl. 5 odst. 2 písm. d) až g)	Čl. 5 odst. 2 písm. f) až i)
—	Čl. 5 odst. 4
Čl. 5 odst. 3	Čl. 5 odst. 5
—	Čl. 5 odst. 6
—	Čl. 5 odst. 7
Čl. 5 odst. 4	Čl. 5 odst. 8
—	Čl. 5 odst. 9
Čl. 5 odst. 5	Čl. 5 odst. 3
Článek 6 větě	Článek 6 větě
Čl. 6 písm. a)	Čl. 6 písm. a)
Čl. 6 písm. b)	Čl. 6 písm. b)
—	Čl. 6 písm. c)
Čl. 6 písm. c)	Čl. 6 písm. d)
Čl. 6 písm. d)	Čl. 6 písm. e)
—	Čl. 6 písm. f)

Směrnice 2004/40/ES	Tato směrnice
Čl. 6 písm. e)	Čl. 6 písm. g)
Čl. 6 písm. f)	Čl. 6 písm. h)
—	Čl. 6 písm. i)
Článek 7	Článek 7
Čl. 8 odst. 1	Čl. 8 odst. 1
Čl. 8 odst. 2	—
Čl. 8 odst. 3	Čl. 8 odst. 2
Článek 9	Článek 9
—	Článek 10
Čl. 10 odst. 1	Čl. 11 odst. 1 písm. c)
Čl. 10 odst. 2 písm. a)	Čl. 11 odst. 1 písm. a)
Čl. 10 odst. 2 písm. b)	Čl. 11 odst. 1 písm. b)
Článek 11	—
—	Článek 12
—	Článek 13
—	Článek 14
—	Článek 15
Čl. 13 odst. 1	Čl. 16 odst. 1
Čl. 13 odst. 2	Čl. 16 odst. 2
—	Článek 17
Článek 14	Článek 18
Článek 15	Článek 19
Příloha	Příloha I, příloha II a příloha III
—	Příloha IV

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 snáze 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](https://twitter.com/EU_Social)

