



Európai
Bizottság

Gyakorlati útmutató
a 2013/35/EU
irányelv végrehajtásával kapcsolatos
bevált gyakorlatokhoz

Elektromágneses terek

2. kötet: Esettanulmányok

A jelen kiadványhoz az Európai Unió foglalkoztatás és társadalmi innováció programja (2014–2020) nyújtott pénzügyi támogatást.

További információkért lásd az alábbi weboldalt: <http://ec.europa.eu/social/easi>

Gyakorlati útmutató
a 2013/35/EU
irányelv végrehajtásával kapcsolatos
bevált gyakorlatokhoz

Elektromágneses terek

2. kötet: Esettanulmányok

Európai Bizottság

A Foglalkoztatás, a Szociális Ügyek és a
Társadalmi Befogadás Főigazgatósága
B3. egység

A kézirat lezárva: 2014. november

Az ebben a kiadványban található információk felhasználásáért sem az Európai Bizottság, sem pedig a nevében eljáró más személy nem felelős.

Az ebben a kiadványban található hivatkozások a kézirat lezárásának időpontjában helyesek voltak.

© Címlapfotó: corbis

Az Európai Unió szerzői joga alá nem tartozó fotók bármilyen felhasználása és sokszorosítása esetén közvetlenül a jogtulajdonos(ok)tól kell engedélyt kérni.

A Europe Direct szolgáltatás az Európai Unióval kapcsolatos
kérdéseire segít Önnek választ találni.

Ingyenesen hívható telefonszám (*):

00 800 6 7 8 9 10 11

(*) A legtöbb hívás és a megadott információk ingyenesek (noha egyes mobiltelefon-szolgáltatókon keresztül, telefonfülkéből és hotelekből a számot csak díjfizetés ellenében lehet hívni).

Az Európai Unióról további információk érhetők el az interneten (<http://europa.eu>).

Luxembourg: az Európai Unió Kiadóhivatala, 2015.

ISBN 978-92-79-45909-2

doi: 10.2767/25756

© Európai Unió, 2015

A kiadvány a forrás feltüntetésével szabadon másolható.

TARTALOM

Esettanulmányok	7
1. Iroda	9
1.1. Munkahely	9
1.2. A munka jellege	9
1.3. Az expozíció értékelésének megközelítése	10
1.4. Az értékelés eredménye	10
1.5. Kockázatértékelés	10
1.6. Már érvényben lévő óvintézkedések	11
1.7. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	11
2. Mágneses magrezonancia (NMR) spektrométer	12
2.1. Munkahely	12
2.2. A munka jellege	12
2.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	12
2.4. Az expozíció értékelésének megközelítése	13
2.5. Az expozícióértékelés eredményei	14
2.6. Kockázatértékelés	14
2.7. Már érvényben lévő óvintézkedések	15
2.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	16
3. Elektrolízis	17
3.1. Munkahely	17
3.2. A munka jellege	17
3.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	17
3.3.1. Elektrolizálócella-terem	17
3.3.2. Egyenirányító szekrények	18
3.4. Hogyan használják az alkalmazást?	20
3.5. Az expozíció értékelésének megközelítése	20
3.5.1. Elektrolizálócella-terem	21
3.5.2. Egyenirányító szekrények	21
3.6. Az expozícióértékelés eredményei	22
3.6.1. Elektrolizálócella-terem	23
3.6.2. Egyenirányító helyiség	27
3.7. Kockázatértékelés	29
3.8. Már érvényben lévő óvintézkedések	31
3.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	31
3.10. További információk	31
4. Orvosi/egészségügyi/gyógyászati	32
4.1. Munkahely	32
4.2. A munka jellege	32
4.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	32
4.3.1. Elektrosebészeti készülékek	32
4.3.2. Transzkraniális mágneses stimuláció	33
4.3.3. Rövidhullámú diatermia	34

4.4.	Hogyan használják az alkalmazást?	34
4.4.1.	Elektrosebészeti készülékek	34
4.4.2.	Transzkraniális mágneses stimuláció	34
4.4.3.	Rövidhullámú diatermia	35
4.5.	Az expozíció értékelésének megközelítése	35
4.6.	Az expozícióértékelés eredményei	36
4.6.1.	Elektrosebészeti készülék	36
4.6.2.	TMS-készülék	39
4.6.3.	Rövidhullámú diatermia	43
4.7.	Kockázatértékelés	43
4.7.1.	Elektrosebészeti készülék	43
4.7.2.	TMS-készülék	43
4.8.	Már érvényben lévő óvintézkedések	46
4.9.	Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	46
4.9.1.	Elektrosebészeti készülék	46
4.9.2.	TMS-készülék	46
4.9.3.	Rövidhullámú diatermia	47
5.	Műszaki műhely	48
5.1.	Munkahely	48
5.2.	A munka jellege	48
5.3.	Hogyan használják az alkalmazást?	48
5.3.1.	Mágneses részecskevizsgáló	48
5.3.2.	Demagnetizáló készülék	49
5.3.3.	Síkköszörű	50
5.3.4.	A műhelyben használt egyéb eszközök	50
5.4.	Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	51
5.5.	Az expozíció értékelésének megközelítése	51
5.6.	Az expozícióértékelés eredménye	51
5.6.1.	Mágneses részecskevizsgáló	51
5.6.2.	Demagnetizáló készülék	52
5.6.3.	Síkköszörű	54
5.6.4.	A műhelyben használt egyéb eszközök	54
5.7.	Kockázatértékelés	55
5.8.	Már érvényben lévő óvintézkedések	59
5.9.	Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	59
5.10.	További információk	61
6.	Autóipar	63
6.1.	Munkahely	63
6.2.	A munka jellege	63
6.3.	Hogyan használják az alkalmazást?	63
6.4.	Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	65
6.5.	Az expozíció értékelésének megközelítése	67
6.6.	Az expozícióértékelés eredményei	68
6.6.1.	A javítóműhelyben használt ponthegeztők expozícióértékelésének eredményei	69
6.6.2.	A karosszériajavító-műhelyben használt indukciós hevítő expozícióértékelésének eredményei	71
6.7.	Az expozícióértékelések megállapításai	72
6.8.	Kockázatértékelés	74
6.9.	Már érvényben lévő óvintézkedések	74
6.10.	Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	75
6.11.	Ponthegeztők a gépjárműgyártásban	76
6.11.1.	Gyári ponthegeztő értékelése	76
6.11.2.	A gyári ponthegeztőre vonatkozó mérési eredmények	78

6.11.3.	A gyári ponthegeztő mérési eredményei az AL-értékek összefüggésében.....	80
6.11.4.	A gyári ponthegeztő mérési eredményei az expozíciós határértékek összefüggésében	80
7.	Hegesztés.....	83
7.1.	Munkahely.....	83
7.2.	A munka jellege	83
7.3.	Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésekre vonatkozó információ.....	83
7.3.1.	Ponthegeztő	83
7.3.2.	Varrathegeztő	84
7.4.	Hogyan használják az alkalmazást?.....	85
7.5.	Az expozíció értékelésének megközelítése	85
7.6.	Az expozícióértékelés eredményei.....	86
7.6.1.	Asztali ponthegeztő.....	86
7.6.2.	Hordozható felfüggesztett ponthegeztő.....	87
7.6.3.	Varrathegeztő	89
7.7.	Kockázatértékelés.....	90
7.8.	Már érvényben lévő óvintézkedések.....	94
7.9.	Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések.....	94
7.10.	További információk.....	95
7.10.1.	Asztali ponthegeztő.....	95
7.10.2.	Hordozható felfüggesztett ponthegeztő.....	96
7.10.3.	Varrathegeztő	96
8.	Fémkohászati gyártás.....	98
8.1.	Munkahely.....	98
8.2.	A munka jellege	98
8.3.	Információ az elektromágneses teret gerjesztő berendezésről és annak használati módjáról	98
8.3.1.	Kisméretű ötvözetgyártó létesítmény	98
8.3.2.	Ferrotitángyártó üzem.....	99
8.3.3.	Nagy elektromos olvasztóüzem.....	99
8.3.4.	Ívkemencés létesítmény.....	100
8.3.5.	Analitikai laboratórium.....	100
8.4.	Az expozíció értékelésének megközelítése	101
8.4.1.	Kisméretű ötvözetgyártó létesítmény	101
8.4.2.	Ferrotitángyártó üzem.....	101
8.4.3.	Nagy elektromos olvasztóüzem.....	101
8.4.4.	Ívkemencés létesítmény.....	102
8.4.5.	Analitikai laboratórium.....	102
8.5.	Az expozícióértékelés eredményei.....	102
8.5.1.	Kezdeti expozícióértékelés	102
8.5.2.	A kisméretű ötvözetgyártó létesítményben található indukciós kemence részletes expozícióértékelése	104
8.6.	Kockázatértékelés.....	106
8.7.	Már érvényben lévő óvintézkedések.....	108
8.8.	Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések.....	108
8.9.	További információk.....	109
9.	Rádiófrekvenciás (RF) plazmaeszközök.....	112
9.1.	A munka jellege	112
9.2.	Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	112
9.3.	Hogyan használják az alkalmazást?.....	113
9.4.	Az expozíció értékelésének megközelítése	113
9.5.	Az expozícióértékelés eredményei.....	115
9.6.	Kockázatértékelés.....	116
9.7.	Már érvényben lévő óvintézkedések.....	117

9.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	118
9.9. További információk.....	119
10. Tetőantennák.....	120
10.1. Munkahely.....	120
10.2. A munka jellege	120
10.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	121
10.4. Hogyan használják az alkalmazást?.....	123
10.5. Az expozíció értékelésének megközelítése	123
10.6. Az expozícióértékelés eredményei.....	124
10.7. Kockázatértékelés.....	125
10.8. Már érvényben lévő óvintézkedések.....	126
10.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	127
11. Kézi adó-vevő készülékek	128
11.1. Munkahely.....	128
11.2. A munka jellege	128
11.3. Hogyan használják az alkalmazást?.....	130
11.4. Az expozíció értékelésének megközelítése	130
11.5. Az expozícióértékelés eredményei.....	130
11.6. Kockázatértékelés.....	130
11.7. Már érvényben lévő óvintézkedések.....	131
11.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	131
12. Repülőtér.....	132
12.1. Munkahely.....	132
12.2. A munka jellege	132
12.2.1. Radar	132
12.2.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	132
12.2.3. Távolságmérő berendezés	133
12.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ	133
12.3.1. Radar	133
12.3.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	134
12.3.3. Távolságmérő berendezés	134
12.4. Hogyan használják az alkalmazást?.....	134
12.5. Az expozíció értékelésének megközelítése	134
12.5.1. Radar	134
12.5.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	136
12.5.3. Távolságmérő berendezés	136
12.6. Az expozícióértékelés eredményei.....	136
12.6.1. Radar	137
12.6.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	137
12.6.3. Távolságmérő berendezés	138
12.7. Kockázatértékelés.....	138
12.8. Már érvényben lévő óvintézkedések.....	141
12.8.1. Radar	141
12.8.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	142
12.8.3. Távolságmérő berendezés	142
12.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések	142
12.9.1. Radar	142
12.9.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB).....	143
12.9.3. Távolságmérő berendezés	143

ESETTANULMÁNYOK

Az esettanulmányok ezen gyűjteménye az elektromágneses terekről szóló 2013/35/EU irányelv végrehajtásának bevált gyakorlatára vonatkozó, nem kötelező erejű útmutató 2. kötete. Ezt a kötetet az útmutató 1. kötetében található főszövegével összefüggésben kell értelmezni.

Az alábbi esettanulmányok különböző foglalkozási ágazatokra vonatkoznak, amelyekben elsősorban kis- és közepes vállalkozásnál dolgozókat foglalkoztatnak. Ezen esettanulmányok valós élethelyzetek valós értékelésén alapulnak. Egyes esettanulmányok összetettsége miatt azonban helyenként ezeket az értékeléseket egyszerűsítettük vagy összefoglaltuk, hogy az olvasó jobban fel tudja használni azokat, illetve hogy e kötet teljes hosszát is korlátozzuk. Céljuk az, hogy különböző gyakorlati megközelítéseket mutassanak be, amelyeket a munkáltatók az elektromágneses tereknek való expozíciós kockázatok kezelésére alkalmazhatnak. Az esettanulmányok tartalmaznak a bevált gyakorlatra vonatkozó példákat is.

Néhány esettanulmány kontúrábrázolást is tartalmaz, amelyek célja a vizsgált berendezések körül mért (vagy kiszámított) expozíciós szintek sematikus (felülnézeti) ábrázolása.

Egyes esettanulmányoknál a számítógépes modellezés eredményeit is feltüntettük, amelyet a maximális indukált elektromos tér vagy fajlagos energiaelnyelési tényező színes eloszlási ábrája mutat az emberi modellt alkotó 2 mm^3 -es voxelekben. Ezen ábrák célja annak sematikus ábrázolása, hogy az emberi test hol nyeli el az adott teret, nem pedig az, hogy pontosan megmutassák e terek erősségét. Az alacsony frekvenciákat feltüntető ábrákon a maximális indukált elektromos terek, nem pedig (az expozíciós határértékekkel való összehasonlításra használt) 99. percentilisen indukált elektromos terek láthatók.

Az ebben a kötetben található esettanulmányok az alábbiakra vonatkoznak:

1. **Iroda**
2. **Mágneses magrezonancia (NMR) spektrométer**
3. **Elektrolízis**
4. **Orvosi/egészségügyi/gyógyászati**
5. **Technológiai műhely**
6. **Autóipar**
7. **Hegesztés**
8. **Fémkohászati gyártás**
9. **Rádiófrekvenciás (RF) plazmaeszközök**
10. **Tetőantennák**
11. **Kézi adóvevő készülékek**
12. **Repülőterek**

1. IRODA

1.1. Munkahely

Az esettanulmány egy közepes méretű technológiai vállalatban található irodák egy csoportjára vonatkozik. Az irodákban megtalálhatók a hálózati árammal működő szokásos elektromos irodai berendezések. A számítógéppark helyi hálózathoz csatlakozó asztali számítógépek, valamint wifi-rendszert használó laptopok és egy hálózati szerver kombinációjából áll. Teakonyha is a munkavállalók rendelkezésére áll. A konyhában található elektromos berendezések: vízforraló, hűtőszekrény és mikrohullámú sütő. Van továbbá egy, külön helyiségben található nagyobb méretű központi hálózati szerver. Az irodai terület biztonságát rádiófrekvenciás azonosítással (RFID) működő beléptető rendszer biztosítja, amelyhez minden irodai alkalmazottnak van belépőkártyája. Az irodavezető, miután munkatársaitól értesült az elektromágneses terekről szóló irányelv végrehajtásáról szóló új jogszabályról, úgy döntött, hogy felülvizsgálja az irodára vonatkozó kockázatértékelést.

1.2. A munka jellege

Az irodai alkalmazottak idejük nagy részét számítógépes munkával töltik, valamint vezetékes telefonon és mobiltelefonon bonyolítanak le telefonhívásokat. Az irodákban a nyakpánton viselt belépőkártyák RFID-s ajtózárhoz történő érintésével lehet bejutni. Az elektromágneses terek ezen forrásai közül néhányat az 1.1. ábra szemléltet. Bármely munkavállaló használhatja a konyhát forró ital elkészítésére vagy azért, hogy ételt melegítsen a mikrohullámú sütőben.

1.1. ábra: Elektromágneses terek forrásai az irodában



1.3. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az irodavezető bejárta az irodákat, és feljegyezte az árammal működő berendezéseket, beleértve azokat is, amelyek elektromágneses teret generálnak, és az ott dolgozókkal is konzultált, hogy egyetlen berendezés se maradjon ki. Miután az irodavezető elolvasta az elektromágneses terekről szóló 2013/35/EU irányelv végrehajtásának bevált gyakorlatára vonatkozó, nem kötelező erejű útmutató első szakaszát, megállapította, hogy a kockázatértékelést szolgáló leghelyesebb megközelítés az, ha ellenőrzi, hogy a felsorolt berendezések szerepelnek-e az útmutató 1. kötetének 3. fejezetében található 3.2. táblázatban. Ha a berendezések valamelyike nem szerepel a táblázatban, további értékelésre lehet szükség.

1.4. Az értékelés eredménye

Az irodavezető listát készített az összes elektromos berendezésről (1.1. táblázat), és feljegyezte, hogy az adott berendezés szerepel-e az útmutató 1. kötetének 3. fejezetében található 3.2. táblázatban.

1.1. táblázat: Az irodában található elektromos berendezések listája

Tétel	Alacsony veszélyforrást jelent a munkavállalókra (3. fejezet, 3.2. táblázat)	Aktív beültethető orvostechikai eszközt vagy testen viselt orvostechikai eszközt viselő munkavállalók esetében értékelés szükséges (3. fejezet, 3.2. táblázat)	Megjegyzések
Számítógépek	✓		
Hálózati szerver kapcsolódó szünetmentes tápegységgel (UPS) és hálózati kábelezéssel	✓		A szünetmentes tápegység teljesítménye a rendes hálózati áram teljesítményéhez hasonló
Laptopok (wifi-kompatibilis)		✓	
Vezeték nélküli (DECT) telefonok		✓	
Hálózati elektromos vezetékek	✓		
Mobiltelefonok		✓	
Fénymásoló	✓		
Wifi-hozzáférési csomópontok		✓	
Vízforraló	✓		
Hűtőgép	✓		
Mikrohullámú sütő	✓		A mikrohullámú sütőt megfelelően karban kell tartani
RFID beléptető rendszer		✓	

1.5. Kockázatértékelés

Az értékelés eredményei azt mutatják, hogy az útmutató 1. kötetének 3. fejezetében található 3.2. táblázatban felsorolt irodai berendezések használata során nem léphetők túl az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt egészségügyi expozíciós határértékek. Azonban fennáll annak a lehetősége, hogy a 3.2. táblázatban felsorolt egyéb berendezések a munkavállalók által viselt aktív beültethető orvostechikai eszközökkel vagy testen viselt orvostechikai eszközökkel interferenciát okoznak. Az általános irodai kockázatértékelést kiegészítették az 1.2. táblázatban található, elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékeléssel.

1.6. Már érvényben lévő óvintézkedések

A rendszeresen végzett, irodai biztonságra vonatkozó felmérések során a mikrohullámú sütő állapotát is rendszeresen ellenőrzik.

1.7. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

Az irodavezető néhány egyszerű intézkedést vezet be:

- az eltérő típusú új berendezéseket az elektromágneses terekről szóló irányelv alapján kell megvizsgálni annak megállapítása érdekében, hogy változik-e miattuk a kockázatértékelés eredménye;
- ha bármely irodai alkalmazott arról számol be, hogy aktív beültethető orvostechnikai eszköze miatt különösen veszélyeztetett, az irodavezető ezt összeveti az adott alkalmazottat ellátó orvos által nyújtott információval.

1.2. táblázat: Az általános irodai kockázatértékelésnek az elektromágneses terek tekintetében történő kiegészítése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség	A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen Lehetséges Valószínű		
Mikrohullámú sütőből származó elektromágneses sugárzás	Rendszeresen ellenőrizni a sütő általános állapotát, beleértve az ajtózárolást, az ablakrácsot és a blokkoló működését	Minden munkavállaló	✓			✓	Alacsony	Nem szükséges
Aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel vagy testen viselt orvostechnikai eszközökkel való, elektromágneses sugárzásból származó interferencia	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓	Alacsony	Biztosítani kell, hogy az orvostechnikai elektromos berendezéssel vagy eszközökkel rendelkező munkavállalóknál a munkába történő visszatérésük külön kockázatértékelésre kerüljön sor, amelynek keretében megállapítható és végrehajtható minden, az orvos által ajánlott óvintézkedés Minden új berendezésnél értékelést kell végezni

2. MÁGNESES MAGREZONANCIA (NMR) SPEKTROMÉTER

2.1. Munkahely

A mágneses magrezonancia (NMR) spektrométer az erős statikus mágneses terek miatt jelenthet veszélyt. Az NMR-spektrométert különböző anyagok tulajdonságainak vizsgálatára, például a feldolgozóiparban kémiai vegyületek elemzésére használják. Az esettanulmány helyszíne egy gyógyszeripari vállalat, ahol az NMR-műszerek egy erre a célra szolgáló spektroszkópai laboratóriumban találhatók. A vállalat új műszer beszerzését tervezte, és a biztonsági megbízott a cselekvési terv kidolgozása előtt még felül akarta vizsgálni a kockázatértékelést.

2.2. A munka jellege

A vizsgálandó kisméretű anyagmintákat vagy kézzel, egyenként, vagy automatikusan, forgódob segítségével töltik be az NMR-műszer függőleges furatába (2.1. ábra).

2.1. ábra: Forgódobos mintatartóval és rakfelülettel rendelkező NMR-műszer

Forgódobos
mintatartó

Kriosztát

Rakfelület



2.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

A felülvizsgálatra való felkészülés keretében a biztonsági megbízott összegyűjtötte az NMR-műszerekre vonatkozó általános információkat, és megjegyezte, hogy:

- Az elektromágnes erős statikus (0 Hz) mágneses teret gerjeszt; az indukció a műszertől függően körülbelül 0,5 és 20 T között alakul. A kisméretű asztali műszereknél többnyire állandó ritkaföldfém-mágneket használnak, míg a nagyobb, különálló műszerek

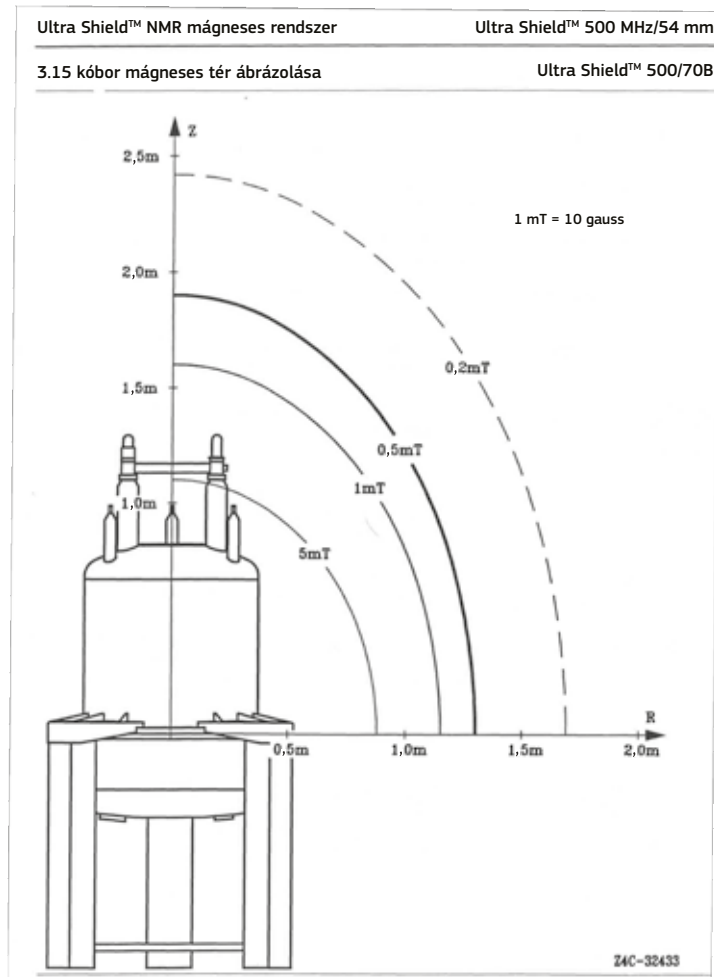
szupravezető mágnessel működnek. A mágnes hosszú időn át töltöttség alatt áll, ami javítja a tér stabilitását, azonban a térerősség nem csökkenthető, amikor a munkavállalók megközelítik a berendezést.

- A gyártók fokozatosan továbbfejlesztik a műszerek kialakítását, így azok passzív és aktív árnyékolást is tartalmaznak annak érdekében, hogy csökkentsék a munkavállalóra ható statikus mágneses terek erősségét. Így megoldható lenne, hogy a veszélyes mágneses teret szinte teljes egészében a kriosztát belsejére korlátozzák. A régebbi vagy kevésbé jól árnyékolt műszereknél a veszélyes mágneses tér néhány méteres távolságban a munkaterületre is benyúlhat.
- Ezek a külső mágneses terek általában torzultak, és azokat az épületen belül található acélszerkezetek (pl. gerendák) vezetik.

2.4. Az expozíció értékelésének megközelítése

A biztonsági megbízott tisztában volt azzal, hogy az új műszer gyártója tájékoztatást tud nyújtani a munkavállalóra ható statikus mágneses terek erősségéről. Ami még fontosabb, hogy a gyártó a közvetett hatásokból származó veszélyek mértékét is meg tudta adni, mint például a ferromágneses tárgyak kilövésének kockázata vagy az orvostechikai elektronikus berendezésekkel és eszközökkel fennálló interferencia. A bevett gyakorlattal összhangban a gyártó meg tudta adni a műszer körül található kóbor statikus mágneses tér ábrázolását (2.2. ábra).

2.2. ábra: Az NMR-műszer körül kialakult kóbor statikus mágneses tér ábrázolása



A biztonsági megbízott tisztában volt azzal, hogy a műszert körülvevő statikus mágneses teret megfelelő magnetométerrel is meg lehetne mérni, és hogy izotróp (három tengelyes) szondával sokkal egyszerűbben lehet megbízható eredményt elérni, mint az egytengelyes szondával. Ez a megközelítés azonban jelentős idő- és pénzbeli beruházást igényelt volna, valamint figyelembe kellett volna venni a méréssel kapcsolatos veszélyeket, főként, ha a műszer plattírozott fémből készült. Az értékelés során a biztonsági megbízott szükségtelennek találta a mérések elvégzését annak alapján, hogy a gyártó vélhetően helyes tájékoztatást adott.

A biztonsági megbízott azt is mérlegelte, hogy a munkavállalók mely csoportja léphet be az NMR-laboratóriumba, és vélhetően milyen feladatokat kell elvégezniük. Megállapította, hogy az NMR-műszerek gyártóinak szervizmérnökei időszakos hozzáféréssel rendelkezhetnek, és nagy térerősségű területekre is bejuthatnak, például a spektrométer hangoláskor a kriosztát alapjához. Ugyanakkor azt is megjegyezte, hogy a vállalatnak arra kéne utasítania a mérnököket, hogy írásban nyújtsák be a kockázatértékelést és a munkavégzéssel kapcsolatos biztonsági eljárást, valamint hogy még a látogatásuk előtt igazolják szakmai felkészültségüket (pl. megfelelő képzés és gyakorlati tapasztalat igazolásával). Ennek alapján a munkájukkal kapcsolatos kockázatot alacsonyra értékelte. Azt is megállapította, hogy a takarítást végző alvállalkozók nem léphetnek be a laboratóriumba.

2.5. Az expozícióértékelés eredményei

Az NMR-laboratóriumban található meglévő műszerek vizsgálata alapján a biztonsági megbízott tisztában volt azzal, hogy a kialakítástól és főként az árnyékolástól függően jelentősen eltérhet a veszélyességi távolság: a régebbi, nagy térerősségű, árnyékolatlan műszereknél ez akár több méter is lehet, míg a modern, jól árnyékolt műszereknél gyakorlatilag nulla. A cég munkavállalói által megközelíthető helyszíneken azonban a térerősség a közvetlen hatások tekintetében várhatóan nem haladta meg az expozíciós határértékeket. Bár a rádiófrekvenciás erősítőből jelentős kimenő teljesítmény származott, a rádiófrekvenciás tér az elvárások szerint a műszeren belül, a munkavállalók számára nem megközelíthető helyen maradt.

A gyártó által rendelkezésre bocsátott információk (2.2. ábra) alapján a biztonsági megbízott megállapította, hogy a közvetett hatásokra vonatkozó beavatkozási szinteket (AL) a kriosztát külső felületétől számított 1,3 m-en belül várhatóan túllépi.

2.6. Kockázatértékelés

A biztonsági megbízott tudta, hogy az NMR-laboratóriumról már készült kockázatértékelés, és megállapította, hogy annak során az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertant követték. Ennek során értékelték a laboratóriumban a munkavállalókat érő összes, például az alábbiak hatásából keletkező kockázatot:

- magasban végzett munka a minta betöltésekor;
- kriogén folyadékok és a szupravezető mágnesek kioltása;
- fojtogató, nitrogéntartalmú légkör a kriosztát alatti zárt terekben, például mintacserélő teknőben;
- ferromágneses tárgyak (pl. szerszámok és műszerek) kilövése;
- orvostechnikai elektronikus berendezésekkel és eszközökkel fennálló interferencia.

Ennek megfelelően egyszerűbb lenne az új cselekvési tervet az aktuális felülvizsgálatból kiindulva a meglévő kockázatértékelésben rögzíteni. Az NMR-laboratórium elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelésének példáját a 2.1. táblázat mutatja be.

2.7. Már érvényben lévő óvintézkedések

A biztonsági megbízott megállapította, hogy az NMR-laboratóriumban számos munkaszervezési intézkedést hoztak az expozíció megelőzése vagy korlátozása céljából. Először is a legmodernebb passzív vagy aktív árnyékolással rendelkező NMR-műszereket választottak. A bevált gyakorlatnak megfelelő egyéb intézkedések közé tartoznak a következők:

- az NMR-műszereket külön e célra kialakított, billentyűkódos beléptető rendszerrel ellátott laboratóriumban helyezik el;
- a laboratórium bejáratán a 92/58/EGK irányelvnek megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzéseket helyeznek el (2.3. ábra). Ide tartozik az orvostechnikai elektronikus berendezéseket viselő személyeknek szánt figyelmeztetés;
- tiltják a ferromágneses eszközök és egyéb tárgyak bekerülését a laboratóriumba;
- az NMR-műszert elkülönítik az egyéb laboratóriumi berendezésektől és munkaállomásoktól;
- a belépés korlátozása érdekében lánckorlát felállítása és a padló megjelölése a 0,5 mT kontúr pozíciójában (2.4. ábra);
- tájékoztatás, oktatás és képzés nyújtása a laboratóriumban dolgozók számára, valamint megfelelő felügyelet biztosítása;
- előírják a szervizmérnökök számára, hogy nyújtsanak be írásos biztonsági dokumentációt, és látogatásukat megelőzően igazolják hozzáértésüket.

2.3. ábra: Figyelmeztető és tiltó jelzések az NMR-laboratóriumba vezető bejáratú ajtón



2.4. ábra: A korlátozott terület leválasztása lánckorláttal és a padló megjelölésével



2.1. táblázat: Az NMR-laboratórium elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Statikus mágneses tér közvetlen hatásai	Külön e célra kialakított, beléptető rendszerrel ellátott laboratórium	Laboratóriumi dolgozók	✓			✓			Alacsony	
	Figyelmeztető és tiltó jelzések									
	Tájékoztatás, utasítás és képzés									Szinten tartó képzés Új cikkel kell kiegészíteni a biztonsági közleményt
	Írásos biztonsági dokumentáció és hozzáférések igazolásának szükségessége	Szervizmérnökök	✓			✓			Alacsony	
	Takarítók nem léphetnek be	Takarítók	✓			✓			Alacsony	Gondoskodni kell a takarítók tájékoztatásáról
Statikus mágneses tér közvetett hatásai (interferencia az orvosi implantátumokkal, kilövődési kockázat)	Meg kell akadályozni a ferromágneses tárgyak bekerülését	A felsoroltak közül mindeki		✓		✓			Alacsony	Gondoskodni kell a karbantartók tájékoztatásáról
	Lásd fent	Különösen veszélyeztetett munkavállalók		✓		✓			Alacsony	Lásd fent
Rádiófrekvenciás tér	Kizárólag a műszeren belül, nem hozzáférhető	A felsoroltak közül mindeki	✓			✓			Alacsony	Nincs

2.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A biztonsági megbízott általában elégedett volt a kockázatértékelés felülvizsgálatával és az új műszerrel kapcsolatos veszélyek értékelésével. A munkaszervezési intézkedések elégségesnek minősültek annak ellenére, hogy a munkavállalók utoljára öt éve kaptak képzést az NMR-laboratóriummal kapcsolatos veszélyek és óvintézkedések témájában. Ennek megfelelően a biztonsági megbízott cselekvési tervet dolgozott ki, amely a következő elemeket tartalmazta:

- több rövidebb figyelemfelkeltő előadásból álló, szinten tartó képzést kell tartani a laboratóriumi dolgozók, elsősorban az újonnan felvettek számára;
- biztosítani kell, hogy a karbantartók tisztában legyenek a veszélyekkel, főként a „kilövődő ferromágneses eszközökből” adódóakkal;
- meg kell bizonyosodni arról, hogy a takarítást végző alvállalkozók tisztában vannak azzal, hogy nem léphetnek be a laboratóriumba;
- külön cikket kell írni a vállalati biztonsági hírlevél következő számába a laboratóriummal kapcsolatos veszélyekről.

3. ELEKTROLÍZIS

Az elektromágneses terek forrásai ebben az esettanulmányban a következők:

- elektrolizáló készülékek;
- tirisztoros egyenirányítók;
- villamos gyűjtősínek;
- transzformátorok.

3.1. Munkahely

A berendezést egy nagyméretű klórgyártó létesítményben szerelték be. Az érintett munkahelyek a következők voltak:

- elektrolizálócella-terem;
- egyenirányító szekrényeket tartalmazó helyiség.

3.2. A munka jellege

A berendezéssel kapcsolatos munka nagy részét képesített és tapasztalt munkavállalók végezték, akik a klórgyártó létesítményhez kapcsolódó bármely berendezésen dolgozhatnak. Ennek keretében például szervizelés céljából rendszeresen le kell szerelniük az elektrolizáló készüléket, miközben a szomszédos elektrolizálók töltés alatt álltak.

A létesítmény viszonylag új volt, és az elektromágneses terekre vonatkozó biztonsági szempontokat már a tervezési fázisban figyelembe vették. Az esettanulmány tehát a bevált gyakorlat példája, és hangsúlyozza annak fontosságát, hogy az elektromágneses tereknek való expozíciót nagyprojekt esetében már a tervezési szakaszban figyelembe kell venni.

3.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

3.3.1. Elektrolizálócella-terem

Az elektrolizálócella-teremben 20 elektrolizáló cella helyezkedik el, amelyek sóoldatba vezetett elektromos árammal, a membráncellás elektrolízis módszerével klórt állítanak elő. Minden egyes elektrolizáló cellánál 450 V-os, 16,5 kA erősségű egyenáramot alkalmaztak. Az elektrolizáló cellákat plexiüveg védőfalloal vették körül, hogy megakadályozzák a feszültség alatt álló vezetékekhez való hozzáférést.

A védőfalloal együtt minden elektrolizáló készülék 17,2 m hosszú, 4,4 m széles, és két, egyenként 69 cellából álló, összesen 138 soros kapcsolású cellát tartalmazó csomagból áll. Az elektrolizáló készülékek közötti távolság körülbelül 1,1 m. Az elektrolizáló készülékek elrendezése a 3.1. ábrán látható.

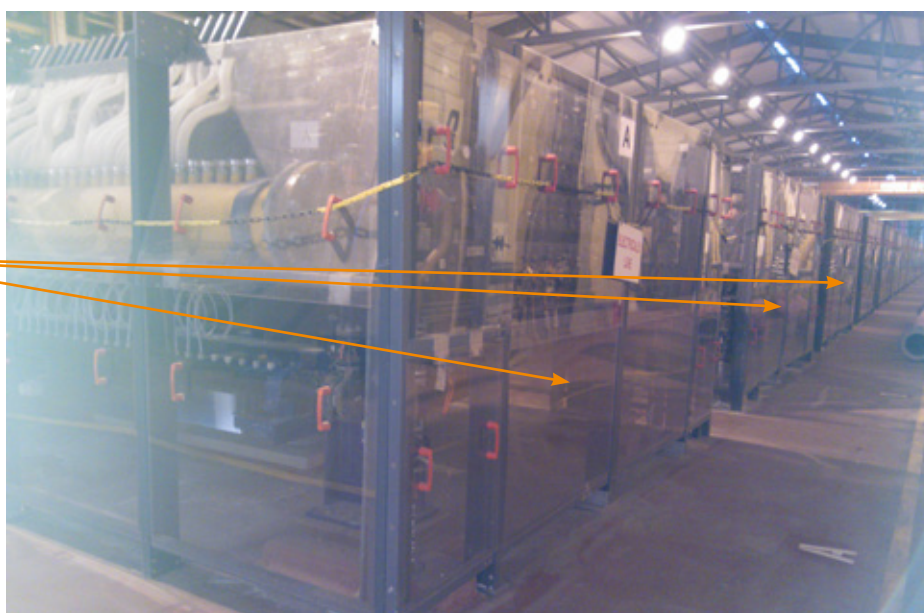
A létesítményben található vezető alkatrészek körüli mágneses térrel kapcsolatos számítások alapján végeztek elméleti modellezéses értékelést a tervezési szakaszban, hogy így bizonyosodjanak meg az elektromágneses tereknek való expozíció minimálisra csökkenéséről.

3.1. ábra: Elektrolizáló készülékek a cellateremben

Egyetlen elektrolizáló
készülék, hosszanti
nézetben



Több elektrolizáló
készülék



3.3.2. Egyenirányító szekrények

Minden egyes egyenirányító szekrényben (3.2. ábra) egy tirisztoros egyenirányító helyezkedett el, amely két elektrolizáló készülék számára biztosította az egyenáram-ellátást. Az elektrolizáló készülékek tápellátását biztosító sínvezetékek a padlósínt felett körülbelül 4,2 m-rel futottak. A szekrények kerítéssel voltak körülzárva, hogy így akadályozzák meg, hogy az épületen kívülről is hozzájuk lehessen férni, és minden egyes szekrényt lezárva, figyelmeztető jelzéssel ellátva tartottak (3.3. ábra). Az elektrolizáló készülékek működése közben általában nem engedélyezett a szekrényekhez való hozzáférés.

A cellatermet ellátó transzformátorok az egyenirányító szekrényektől távol, az egyenirányítók mellett futó fal túloldalán helyezkedtek el. A hozzáférés megakadályozása céljából a transzformátor-helyiség is el volt kerítve (3.4. ábra).

3.2. ábra: A egyenirányító-szekrényeket tartalmazó helyiség



Fent vezetett
gyűjtősínek

Tirisztoros
egyenirányító

3.3. ábra: Az egyenirányító-helyiséghez való hozzáférés korlátozása



Az egyenirányító
szekrénybe egy zárt
ajtó vezet.

3.4. ábra: A transzformátor-helyiségek



3.4. Hogyan használják az alkalmazást?

A klórgyártás folyamata automatizált, és egy közeli épületben található vezérlőteremből irányítják.

3.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az expozíció mérését szaktanácsadó végezte, speciális műszerekkel. Mivel már a létesítmény tervezése során figyelembe vették az elektromágneses terekkel kapcsolatos biztonságot, és a létesítményben található vezető alkatrészek körüli mágneses térrel kapcsolatos számítások alapján végeztek elméleti modellezéses értékelést, a mérések célja annak megerősítése volt, hogy a már érvényben lévő óvintézkedések és megelőző intézkedések hatásosan korlátozzák-e az elektromágneses tereknek való expozíciót.

A mérések vonatkoztak az elektrolizáló készülékekbe közvetlenül táplált egyenáram miatt a statikus mágneses indukcióra, valamint az időben változó mágneses indukcióra, mivel az egyenáramot a váltóáram-ellátás átalakításával termelték, és így az elektrolizáló készülékekbe táplált egyenáramnál némi hullámosság volt várható. Az expozícióértékelés során a hullámosság frekvenciája is megerősítést nyert.

A tanácsadó a méréseket megelőzően idő- és mozgásvizsgálatot is végzett annak biztosítása érdekében, hogy a mérések a rendes munkavégzést megfelelően képviselő pozíciókon történjenek. A méréseket az elektrolizáló készülékek állandó terhelése alatt végezték.

A mérési eredményeket összevetették a közvetlen hatásokra vonatkozó megfelelő expozíciós határértékekkel és beavatkozási szintekkel (AL-értékekkel), valamint a statikus mágneses terek közvetett hatásaira vonatkozó AL-értékekkel (aktív beültethető orvostechikai eszközökkel való interferencia, valamint vonzási és kilövési kockázat a magas térerőforrások szórt mezéjében).

A különösen veszélyeztetett munkavállalók expozíciójának értékelésekor az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekhez képest végezték az összehasonlítást (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

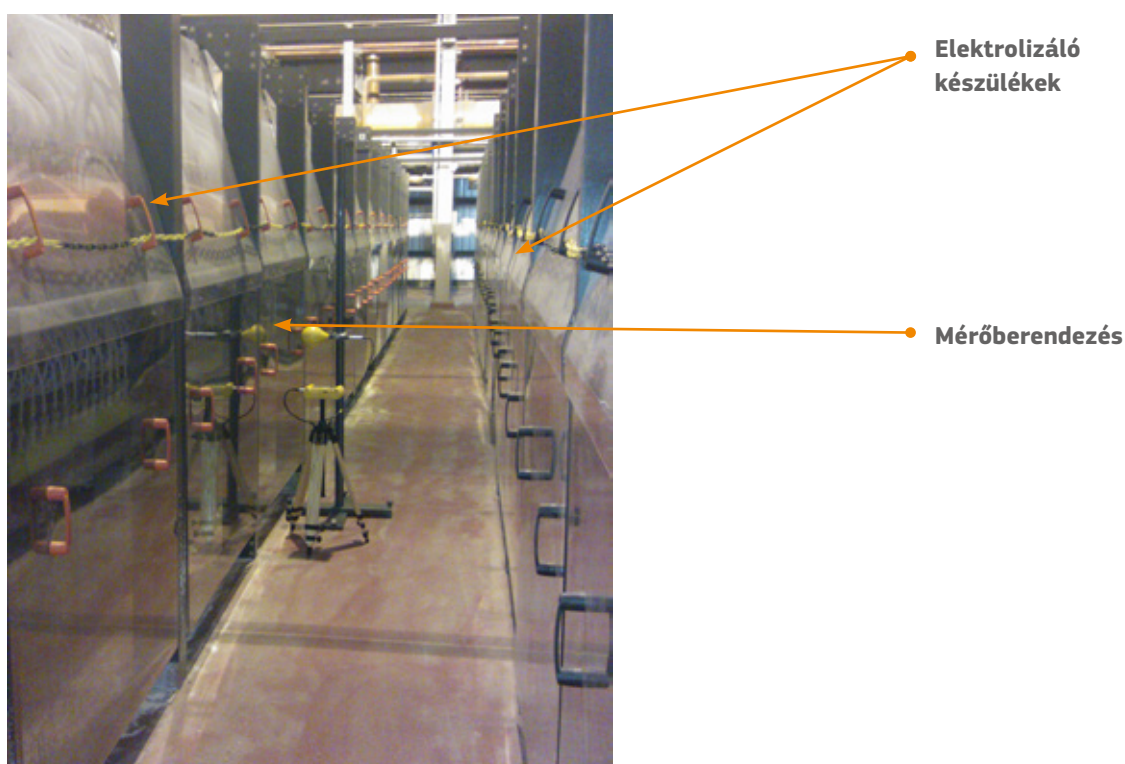
3.5.1. Elektrolizálócella-terem

Időben változó mágneses indukció és a statikus mágneses indukció mérése két elektrolizáló készülék között történt (3.5. ábra). Három különböző mérésre került sor:

- a két elektrolizáló készülék közötti részben, egymástól adott távolságokra;
- a rés középpontjának teljes hossza mentén, az elektrolizáló készülékek egyik végétől a másikig, egymástól adott távolságokra;
- az egyik az elektrolizáló készülék mentén, függőleges síkban.

Ezekkel a mérésekkel azt illusztrálták, hogy a cellateremben két elektrolizáló készülék között elhaladó munkavállalót milyen expozíció ér, ami a legrosszabb expozíciós forgatókönyvnek tekinthető.

3.5. ábra: Két elektrolizáló készülék között végzett mérések



3.5.2. Egyenirányító szekrények

Az időben változó mágneses indukcióra és a statikus mágneses indukcióra vonatkozó méréseket a tirisztoros egyenirányító körül végezték (3.6. ábra), a gyűjtősínek alatt, közel az egyenirányító és a transzformátor közötti falhoz.

3.6. ábra: A tirisztoros egyenirányító közelében végzett mérések**3.6. Az expozícióértékelés eredményei**

Az expozíciós mérési eredményeket összehasonlították a megfelelő expozíciós határértékekkel és AL-értékekkel. Elektrolízis esetén a mérési eredményeket a következő értékekkel kell összevetni:

- statikus mágneses tereknél:
 - a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozó expozíciós határértékek (normál munkakörülmények között),
 - a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozó beavatkozási szint (aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel, például szívritmus-szabályozóval való interferencia),
 - a statikus mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozó beavatkozási szint (vonzási és kilövődési kockázat a magas térerőforrások szórt mezőjében);
- időben változó mágneses tereknél:
 - időben változó mágneses terek mágneses indukciójára vonatkozó beavatkozási szint,
 - az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő, időben változó mágneses terekre vonatkozó referenciaszintek (különösen veszélyeztetett munkavállalóknál).

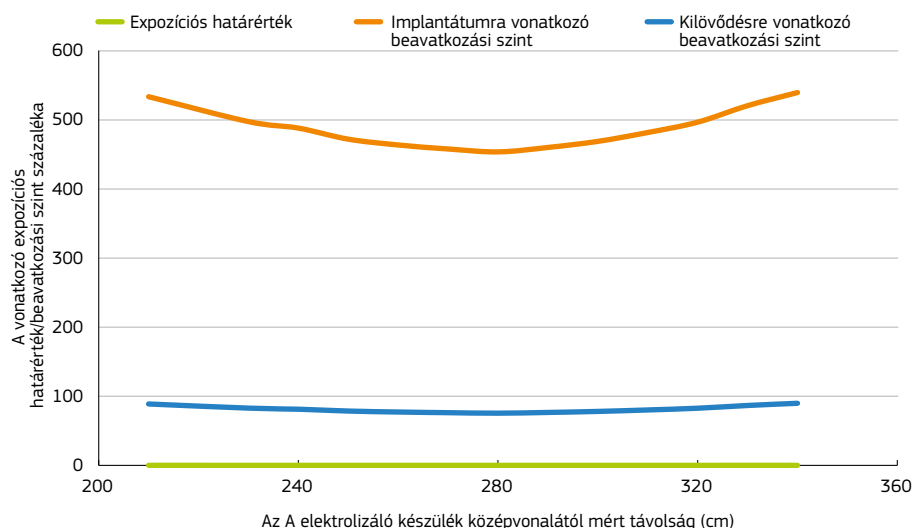
Az expozícióértékelés fontos megállapításait, valamint az elméleti modellezéses értékelés során készült egyes diagramokat a 3.7–3.17. ábra tartalmazza.

Megjegyzendő, hogy az expozícióértékelés eredményeit nem lehet közvetlenül összevetni a modellezéses értékeléssel, mivel a modellezéses értékelést az elektromágneses terekről szóló irányelv közzététele előtt végezték, és annak alapjául az ICNIRP foglalkozási referenciaszintek szolgáltak, amelyek az elektromágneses terekről szóló irányelvnél szigorúbbak voltak.

3.6.1. Elektrolizálócella-terem

A következő grafikonok a mágneses indukció változását mutatják a fent említett alkalmazandó expozíciós határértékek és beavatkozási szintek vonatkozásában. Megerősítést nyert, hogy az egyenáram-ellátás hullámossága 300 Hz-es frekvenciájú volt. 600 Hz-en és 900 Hz-en harmonikus hullámokat is kimutatott a mérőberendezés, bár a harmonikus hullámoknak a teljes expozícióhoz való hozzájárulása ebben az esetben nem volt jelentős.

3.7. ábra: A két elektrolizáló készülék közötti részben mért statikus mágneses indukció változása



MEGJEGYZÉS: A méréseket a padlószint felett 120 cm-es magasságban végezték.

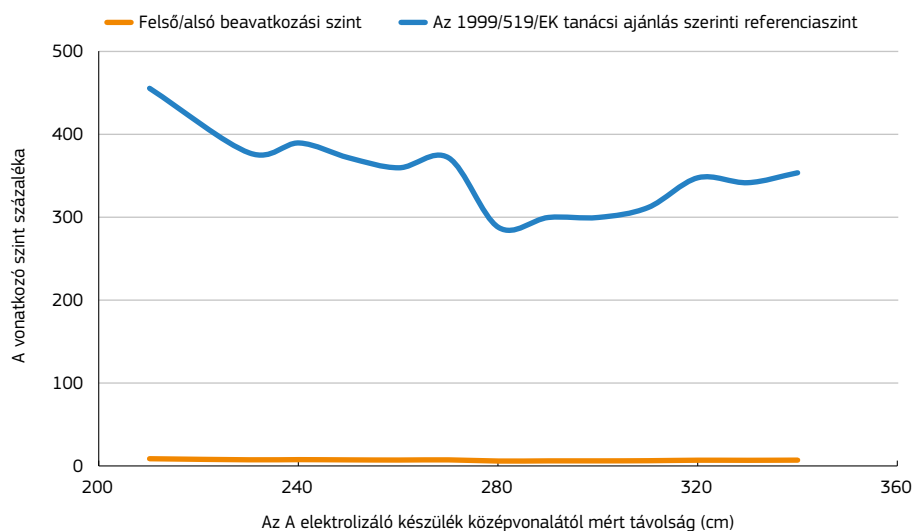
Expozíciós határérték (normál munkakörülmények): 2 T.

Implantátumra vonatkozó beavatkozási szint: 0,5 mT.

Kilővődésre vonatkozó beavatkozási szint: 3 mT.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 5\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az expozíciós határértékek/AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

3.8. ábra: A két elektrolizáló készülék közötti részben mért 300 Hz-es, időben változó mágneses indukció változása



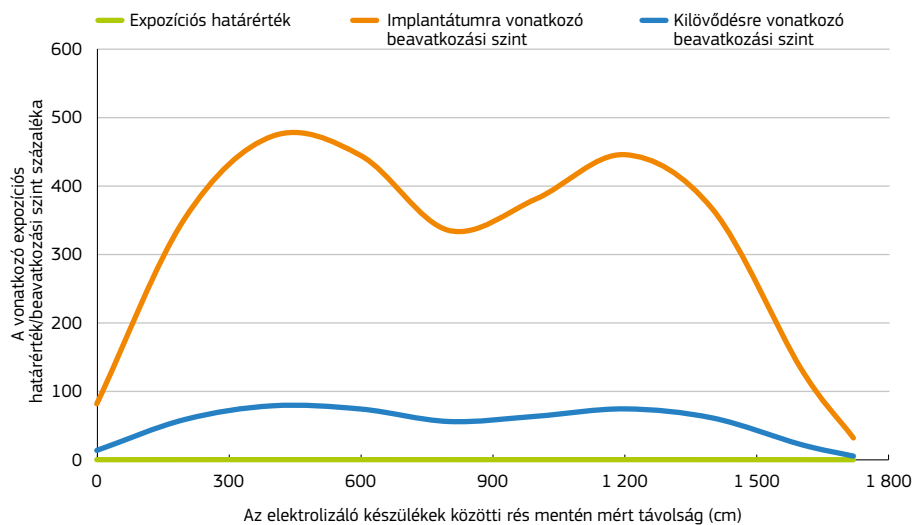
MEGJEGYZÉS: A méréseket a padlószint felett 120 cm-es magasságban végezték.

Felső és alsó beavatkozási szint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 1000 μ T.

Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 16,7 μ T.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a beavatkozási szint/referenciaszint közvetlen százalékában adták meg.

3.9. ábra: A két elektrolizáló készülék közötti rés teljes hosszában mért statikus mágneses indukció változása



MEGJEGYZÉS: A méréseket a padlósínt felett 120 cm-es magasságban végezték.

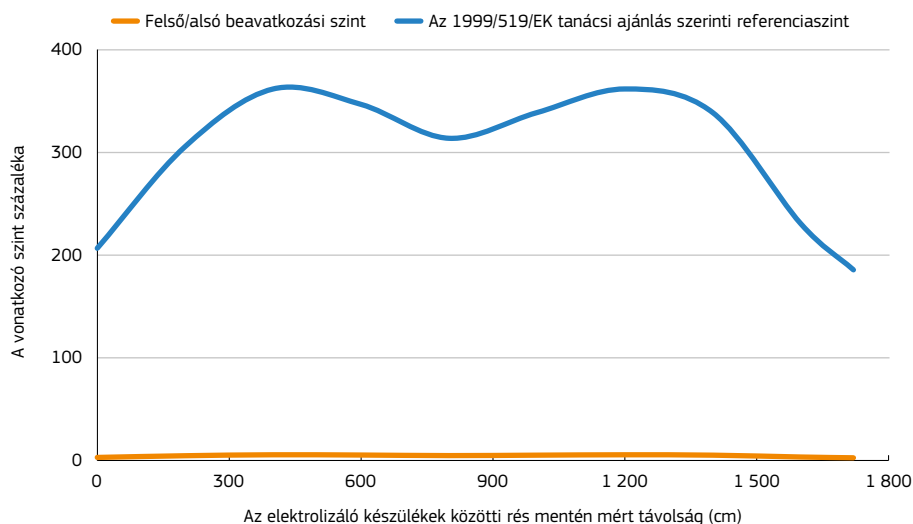
Expozíciós határérték (normál munkakörülmények): 2 T.

Implantátumra vonatkozó beavatkozási szint: 0,5 mT.

Kilövődésre vonatkozó beavatkozási szint: 3 mT.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 5\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az expozíciós határértékek/AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

3.10. ábra: A két elektrolizáló készülék közötti rés teljes hosszán mért 300 Hz-es, időben változó mágneses indukció változása



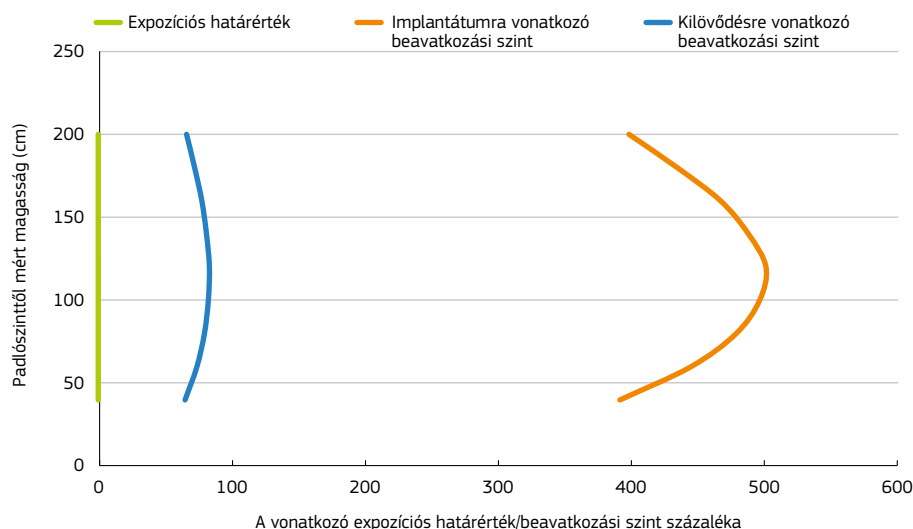
MEGJEGYZÉS: A méréseket a padlósínt felett 120 cm-es magasságban végezték.

Felső és alsó beavatkozási szint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 1000 μ T.

Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 16,7 μ T.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a beavatkozási szint/referenciaszint közvetlen százalékában adták meg.

3.11. ábra: Az egyik elektrolizáló készülék mentén, adott magasságban mért statikus mágneses indukció változása



MEGJEGYZÉS: A méréseket az egyik elektrolizáló készülék középvezetékétől mért 230 cm-es távolságban végezték.

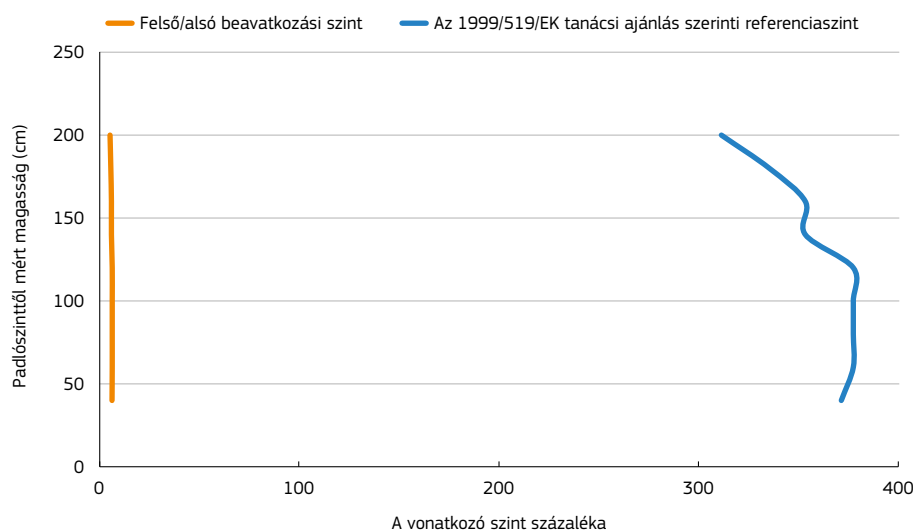
Expozíciós határérték (normál munkakörülmények): 2 T.

Implantátumra vonatkozó beavatkozási szint: 0,5 mT.

Kilövődésre vonatkozó beavatkozási szint: 3 mT.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 5\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az expozíciós határértékek/AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

3.12. ábra: Az egyik elektrolizáló készülék mentén, adott magasságban mért 300 Hz-es, időben változó mágneses indukció változása



MEGJEGYZÉS: A méréseket az egyik elektrolizáló készülék középvezetékétől mért 230 cm-es távolságban végezték.

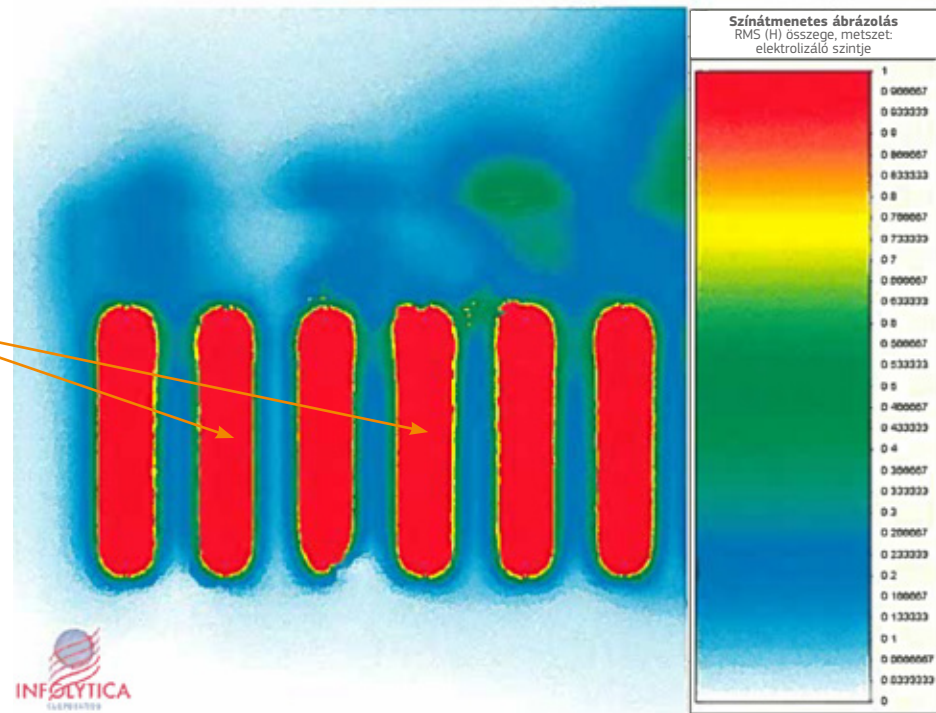
Felső és alsó beavatkozási szint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 1000 μ T.

Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 16,7 μ T.

A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a beavatkozási szint/referenciaszint közvetlen százalékában adták meg.

3.13. ábra: Elméleti modellezés értékelési diagram példája az elektrolizálócella-terem vonatkozásában (felülnézet)

Elektrolizáló
készülékek



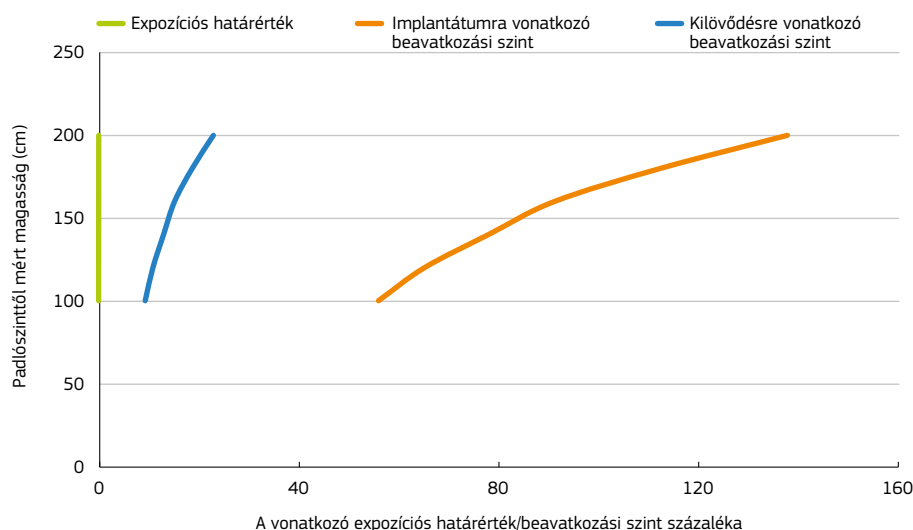
Az elektrolizálócella-teremben végzett expozícióértékelés eredményei a vállalat számára a következő információkat nyújtották:

- az elektrolizáló készülékekből származó mágneses tereknek való expozíció nem érte el a vonatkozó expozíciós határértékeket és a közvetlen hatásra vonatkozó AL-értékeket;
- aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre veszélyes lehet a cellateremben kialakult statikus mágneses tér;
- az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket az elektrolizáló készülékek mentén mért, időben változó mágneses terek tekintetében túllépték. Nem valószínű azonban, hogy a cellatermet különösen veszélyeztetett munkavállalók használják.

3.6.2. Egyenirányító helyiség

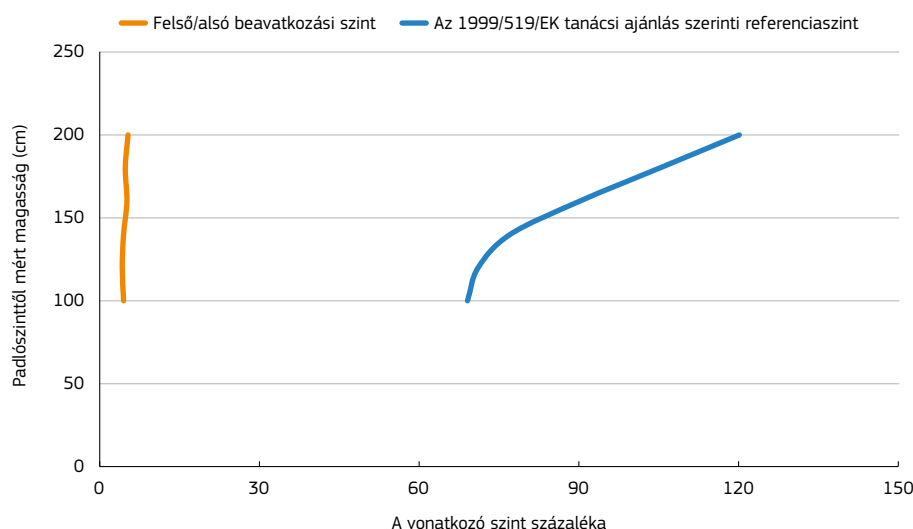
A következő grafikonok a mágneses indukció változását mutatják a fent említett alkalmazandó expozíciós határértékek és AL-értékek vonatkozásában. Az egyenáram-ellátás hullámosságának frekvenciája igazoltan 300 Hz, és 50 Hz-es tereket mutattak ki a külső transzformátorból.

3.14. ábra: A gyűjtősin egyenáramú leválasztója alatt, adott magasságban mért statikus mágneses indukció változása



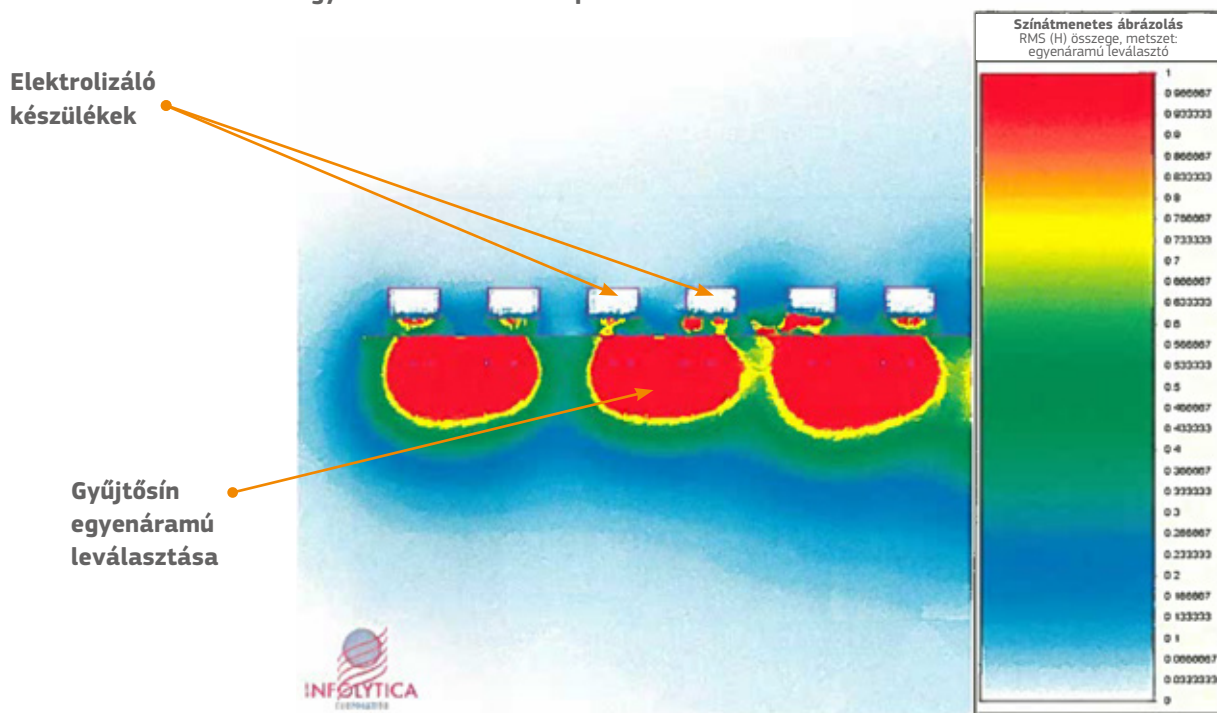
MEGJEGYZÉS: A gyűjtősin egyenáramú leválasztója körülbelül 420 cm-rel a talajszint felett helyezkedett el.
 Expozíciós határérték (normál munkakörülmények): 2 T.
 Implantátumra vonatkozó beavatkozási szint: 0,5 mT.
 Kilövődésre vonatkozó beavatkozási szint: 3 mT.
 A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 5\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az expozíciós határértékek/AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

3.15. ábra: A gyűjtősin egyenáramú leválasztója alatt, adott magasságban mért 300 Hz-es, időben változó mágneses indukció változása

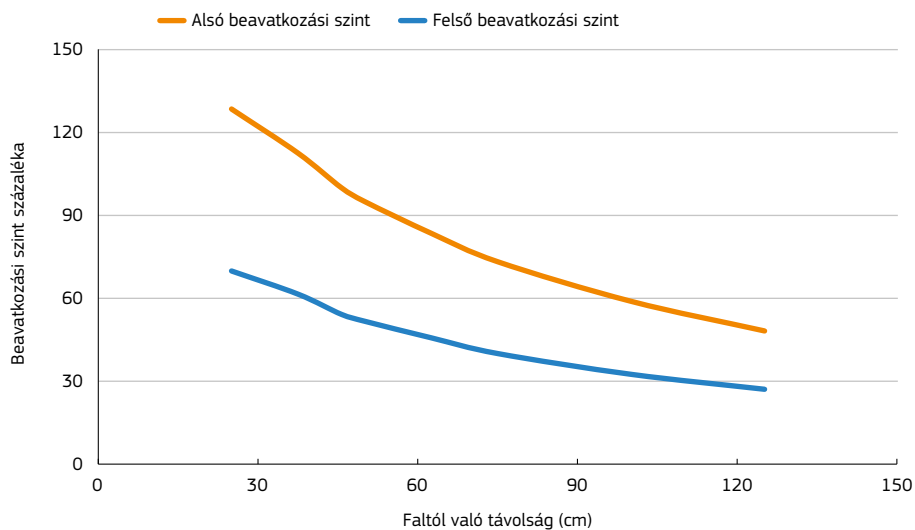


MEGJEGYZÉS: A gyűjtősin egyenáramú leválasztója körülbelül 420 cm-rel a talajszint felett helyezkedett el.
 Felső és alsó beavatkozási szint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 1000 μ T.
 Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 300 Hz-es mágneses tér esetében: 16,7 μ T.
 A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a beavatkozási szint/referenciaszint közvetlen százalékában adták meg.

Egyenáramú leválasztó padlóval és kabinokkal



3.17. ábra: 50 Hz-es, időben változó mágneses indukció változása a tirisztoros egyenirányító és a transzformátor közötti faltól való adott távolságban



MEGJEGYZÉS: A méréseket a talajszint felett 120 cm-es magasságban végezték.
 Alsó beavatkozási szint 50 Hz-es mágneses tér esetében: 1000 μ T.
 Felső beavatkozási szint 50 Hz-es mágneses tér esetében: 6000 μ T.
 A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázati” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a beavatkozási szint/referenciaszint közvetlen százalékában adták meg.

Az egyenirányító-helyiségben végzett expozícióértékelés eredményei a vállalat számára a következő információkat nyújtották:

- a gyűjtősínek és tirisztoros egyenirányítók által keltett mágneses tereknek való expozíció talajszinten a közvetlen hatásokra vonatkozó beavatkozási szint alatt maradt;
- a transzformátor által keltett, időben változó mágneses tereknek való expozíció az egyenirányító mögötti fal túloldalán nagyobb volt, mint az egyenirányító-helyiségben belül található fal felületétől mért legfeljebb 37 cm-es távolságig érvényes, időben változó mágneses indukcióra vonatkozó alsó beavatkozási szint;
- a transzformátor által keltett, időben változó mágneses tereknek való expozíció alacsonyabb volt az egyenirányító-helyiségben mért, időben változó mágneses indukcióra vonatkozó felső beavatkozási szintnél;
- az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre veszélyes lehet az egyenirányító-helyiségben kialakult statikus mágneses tér. A figyelmeztető jelzések és az üzemre vonatkozó biztonsági információk azonban megfelelőnek bizonyultak;
- az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket az időben változó mágneses terek tekintetében túllépték. Nem valószínű azonban, hogy az egyenirányító-helyiségeket különösen veszélyeztetett munkavállalók használják.

3.7. Kockázatértékelés

A tanácsadó által végzett expozícióértékelés alapján a vállalat elvégezte a klórgyártó létesítménynek az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelését. Ez összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés az alábbiakat állapította meg:

- a különösen veszélyeztetett munkavállalók az elektrolizáló készülékek közvetlen közelében veszélybe kerülhetnek;
- a mágneses tereknek való expozíció következtében a munkavállalók, beleértve a különösen veszélyeztetett munkavállalókat, az egyenirányító-helyiségben veszélybe kerülhetnek.

A klórgyártó létesítmény elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelésének példáját a 3.1. táblázat mutatja be.

3.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

Az elektromágneses terekre vonatkozó biztonság már a létesítmény tervezésének kezdeti szakaszától kiemelt fontosságú volt, így számos óvintézkedést és megelőző intézkedést vezettek be, mint például:

- az elektrolizáló készülékek egyenáram-ellátásának hullámosságából adódó, időben változó mágneses terek erősségét a minimálisra csökkentették, például a hatimpulzusú egyenirányítók helyett 12 impulzusú egyenirányítók használatával;
- a létesítmény mérete elég nagy volt ahhoz, hogy az erős mágneses terekkel rendelkező területeket elzárják a munkavállalóktól;
- az egész létesítményben jól látható figyelmeztető jelzéseket helyeztek ki, amelyek az erős mágneses terek jelenlétére figyelmeztetnek;
- a munkavállalókat értesítették az elektromágneses tereknek való esetleges expozícióról, és azt az utasítást kapták, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a munkáltatót.

3.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

Az expozícióértékelés megerősítette, hogy a létesítményt az elektromágneses tereknek való expozíció tekintetében megfelelően alakították ki, így az expozícióértékelés eredményeként nem volt szükség további óvintézkedésekre.

3.10. További információk

Euro Chlor Publication — *Electromagnetic Fields in the Chlorine Electrolysis Units. Health Effects, Recommended Limits, Measurement Methods and Possible Prevention Actions.* 2014.

4. ORVOSI/EGÉSZSÉGÜGYI/ GYÓGYÁSZATI

4.1. Munkahely

Egy kórház orvosfizikai részlegét kérték fel annak értékelésére, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv végrehajtása hogyan hat a kórházban végzett munkára.

4.2. A munka jellege

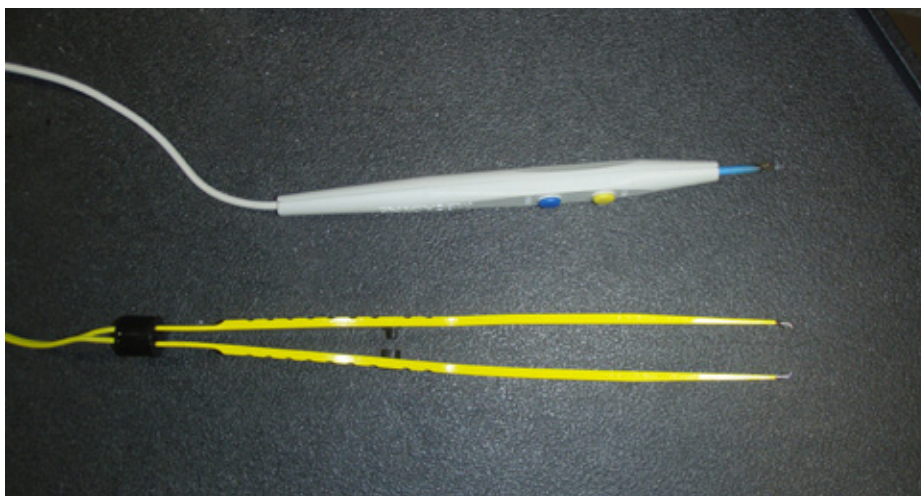
Az elektromos készülékeket széles körben használják a betegek kezelésére, megfigyelésére és diagnosztizálására. Az orvosfizikai csapat az értékelést azzal kezdte, hogy megállapította, mely berendezések kelhetnek erős elektromágneses teret. Megvizsgálták a kórházi berendezések nyilvántartását, és három olyan berendezést azonosítottak, amelyről tudták, hogy erős elektromágneses teret gerjesztenek: elektrosebészeti készülékek, transzkraniális mágneses stimulációs (TMS) eszközök és a rövidhullámú diatermiás eszközök. A kórház a rövidhullámú diatermiás eszközöket épp nem használta, ennek ellenére ezeket is belevették az értékelésbe. A csapat azt is meg akarta vizsgálni, hogy az érzékeny betegmegfigyelő berendezéseket érheti-e elektromágneses interferencia, különös tekintettel az erős elektromágneses teret gerjesztő műszerek közvetlen közelében esetlegesen használt berendezésekre. Megállapították, hogy az elektromágneses interferenciának leginkább kitett berendezések az elektrosebészeti eljárások során alkalmazott érzékeny orvostechnikai eszközök (pl. lélegeztető és EKG-berendezések).

4.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

4.3.1. Elektrosebészeti készülékek

Az elektrosebészeti műszereket a kórházban jelentős számú sebészeti eljárás során, emberi szövet vágására és/vagy kauterizálására használják. Működésük lényege, hogy a műtött szöveten nagyfeszültségű áramot vezetnek át. E készülékek jellemzően a közepes frekvenciájú, körülbelül 300 kHz és 1 MHz közötti tartományban működnek, teljesítményigényük 50 és 300 W között van. Az elektrosebészeti készülék aktív elektródából, generátorból, a generátort az aktív, valamint a visszatérő elektródával összekötő vezetékekből vagy a beteg testén elhelyezett, földelt lemezből áll (4.1. ábra). Az áram az aktív elektródába (elektrosebészeti szonda) olyan vezetékeken keresztül jut el, amelyek árnyékolás nélküliek lehetnek. Az áram áthalad a beteg testszövetén, majd a visszatérő elektródán keresztül jut vissza az elektrosebészeti készülékbe.

4.1. ábra: Aktív és visszatérő elektródák, valamint a kapcsolódó vezetékek



4.3.2. Transzkraniális mágneses stimuláció

A transzkraniális mágneses stimulációs (TMS) műszer elektromágneses impulzusokat gerjeszt, ami elektromos áramot kelt az [agyban](#), és számos célra használható (pl. agybetegségek és -károsodás diagnosztizálása során, depresszió és újabban migrénes rohamok kezelésében). A TMS-műszerek jellemzően egy főegységből állnak, amely a nagy áramerősségű impulzust gerjeszti, valamint egy kézi stimulációs tekercsből (4.2. ábra). A kereskedelmi forgalomban kapható műszerek esetében az energiát nagyfeszültségű, nagyméretű kondenzátorok tárolják. E kondenzátorok tirisztorral csatlakoznak a tekercshez, amely néhány másodperc alatt képes nagy erősségű áram átalakítására. Kétféle tekercstípust használnak széles körben, így a kórházban is: a kerek és a kettős kúp alakú tekercset (bár léteznek egyéb tekercstípusok is).

4.2. ábra: Kettős kúp alakú TMS-tekercs



4.3.3. Rövidhullámú diatermia

A rövidhullámú diatermiás készülékek jellemzően 27,1 MHz-es rádiófrekvenciás sugárzást bocsátanak ki. A készülékeket fizioterapeuták használják az izmok és ízületek terápiás kezelésére. A készülék két üzemmódban működik: az egyik a kapacitív, amelynél a beteg a két elektródafejtől létrejövő rádiófrekvenciás térben helyezkedik el (4.3. ábra), valamint az induktív, amelynél az elektromágneses tér alkalmazása egy tekercsen keresztül történik.

4.3. ábra: Kapacitív rövidhullámú diatermia



4.4. Hogyan használják az alkalmazást?

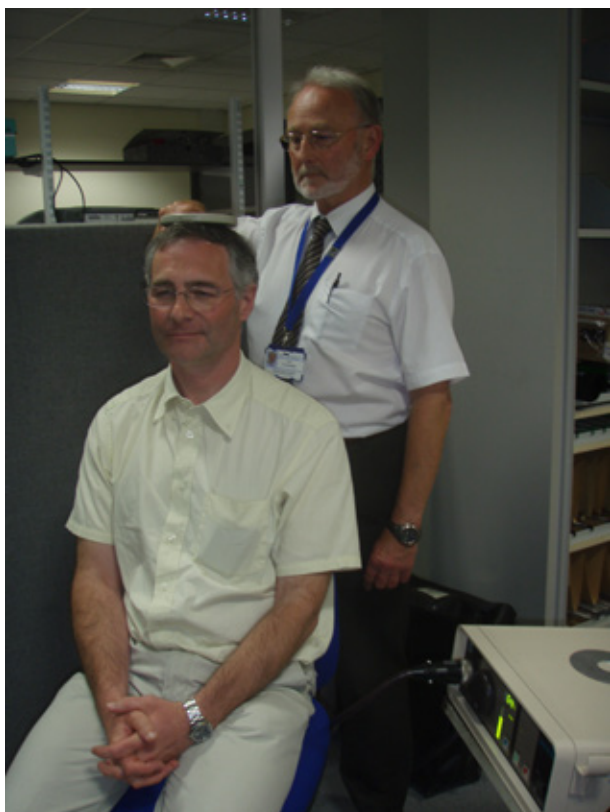
4.4.1. Elektrosebészeti készülékek

A sebész a kezelőszondát használat közben jellemzően saját felsőteste közelében tartja. A vezetékek a műtő személyzetének közelében helyezkedhetnek el, és főként a sebész keze és karja közelében.

4.4.2. Transzkraniális mágneses stimuláció

A tekercset a beteg fejéhez közel helyezik el, majd elektromágneses impulzust vagy impulzusokat gerjesztenek, amiktől a beteg agyában áram keletkezik. A szonda egy adott helyzetben rögzíthető, vagy a kezelést végző orvos tartja a megfelelő pozícióban (4.4. ábra).

4.4. ábra: Kör alakú TMS-tekercs működés közben



4.4.3. Rövidhullámú diatermia

A csapat úgy értesült, hogy a rövidhullámú diatermiát épp nem használják a kórházban, bár korábban fizioterapeuták használták. Nem volt egyértelmű számukra, hogy a készülék használatakor milyen munkavégzési eljárások voltak érvényben, de eldöntötték, hogy amennyiben a kórház újra használatba kívánja venni a készüléket, elvégzik az értékelést.

4.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az orvوسفizikai csapat tisztában volt azzal, hogy mindhárom azonosított orvostechnikai eszköz erős elektromágneses teret gerjeszt. Abban azonban nem voltak biztosak, hogy ezek a készülékek olyan teret gerjesztenek-e, amely túllépi a munkavállalóknál az expozíciós határértékeket. Ezért arra a következtetésre jutottak, hogy további értékelésre, valamint az elektromágneses terek mérésére van szükség. A csapat két berendezést választott ki a mérésekhez: a ConMed 5000 elektrosebészeti készüléket és a 200 MAGSTIM TMS-készüléket. Úgy döntöttek, hogy ebben az esetben nem végzik el a rövidhullámú diatermiás készülékek mérését.

Az elektromágneses terek vizsgálatához az orvوسفizikai részleg több mérőszondával is rendelkezik. A csapat egy izotróp (háromtengelyű) szonda segítségével végezte el a méréseket. A keletkező elektromágneses terek eltérő frekvenciája következtében az egyes berendezéseknél más-más szondát használtak.

4.6. Az expozícióértékelés eredményei

4.6.1. Elektrosebészeti készülék

A ConMed 5000 elektrosebészeti készüléket egypólusú módban üzemeltették. A készülék használható vágás és koaguláció üzemmódban is. Az előzetes mérések azonban megállapították, hogy a vágás üzemmódban keletkezett elektromágneses terek erősebbek voltak, mint koaguláció üzemmódban, így a mérések többségét ebben az üzemmódban végezték. A tér frekvenciáját úgy értékelték, hogy elvégezték a mérést, és a hullámformát oszcilloszkópon jelenítették meg; az eredmény 391 kHz volt. Az alkalmazott teljesítmény körülbelül 200 W volt.

Az elektromos és a mágneses terek mérését a kezelő és a visszatérő vezetékek körül végezték. A mért tér és a beavatkozási szintek (AL-értékek) közötti összehasonlítást illetően a középfrekvenciás tér következtében mind a nem termikus, mind pedig a termikus hatásokra vonatkozó beavatkozási szintek érvényesek.

A 4.1. táblázatban bemutatott mérési eredmények a kezelőkábel mentén félúton, vízszintesen, eltérő távolságokban mért mágneses térerősséget mutatják. Ezen eredmények alapján a csapat extrapolálta a mágneses teret a vezetéktől számított 1 cm-es távolságra, és azt a végtagokra vonatkozó beavatkozási szint 7%-ára számította ki.

A berendezés körüli mágneses tér értékelése megmutatta a csapat számára, hogy a sebész és a műtő egyéb egészségügyi személyzetének expozíciója nem haladja meg az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt beavatkozási szinteket, sem pedig az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban szereplő referenciaszinteket.

4.1. táblázat: A kezelőkábeltől eltérő távolságokban mért mágneses térerősség, a beavatkozási szintek és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek százalékában

Vezetéktől való távolság (cm)	Mágneses térerősség ($A m^{-1}$)	Mágneses indukció (μT)	Nem termikus hatások		Termikus hatások	
			Felső/alsó beavatkozási szint százaléká (%) ¹	Végtagra vonatkozó beavatkozási szint százaléká (%) ²	Beavatkozási szint százaléká (%) ³	Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszint-százalékok (%) ⁴
10	0,64	0,81	0,81	0,27	16	34
20	0,53	0,67	0,67	0,22	13	29
50	0,26	0,33	0,33	0,11	6,4	14
100	0,09	0,11	0,11	0,04	2,1	4,7
150	0,04	0,05	0,05	0,02	1,0	2,1

¹ Mágneses indukció, felső/alsó beavatkozási szint 391 kHz-es frekvencia esetén: 100 μT .

² Mágneses indukció, végtagra vonatkozó beavatkozási szint 391 kHz-es frekvencia esetén: 300 μT .

³ Mágneses indukció, beavatkozási szint 391 kHz-es frekvencia esetén: 5,12 μT .

⁴ Mágneses indukció 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszintje 391 kHz-es frekvencia esetén: 2,35 μT .

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 2,7$ dB volt, és a „megosztott kockázatu” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

Az elektromos teret a kezelőkábel és a visszatérő vezeték által elfoglalt területen mérték. Megállapítást nyert, hogy a visszatérő vezeték által gerjesztett elektromos tér jelentősen erősebb volt, mint a kezelőkábel által gerjesztett; ez azt jelzi, hogy a kezelőkábel le van árnyékolva. A 4.2. táblázat tartalmazza, hogyan változik az elektromos térerősség a visszatérő vezetéktől való távolság függvényében. Ezek a mérések félúton a vezeték mentén, különböző vízszintesen mért távolságokra vonatkoznak. A legerősebb teret a vezetéktől 10 cm-re mérték, de még ez is alacsonyabb a beavatkozási szinteknél. Azonban az eredmények szerint előfordulhat, hogy az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaértékeket a vezetéktől körülbelül 20 cm-es távolságon belül túllépik.

4.2. táblázat: A visszatérő vezetéktől eltérő távolságokban mért elektromos térerősség, a beavatkozási szintek és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek százalékában

Vezetéktől való távolság (cm)	Elektromos térerősség (Vm^{-1})	Nem termikus hatások		Termikus hatások	
		Alsó beavatkozási szint, százalékban (%) ¹	Felső beavatkozási szint százalékában (%) ²	Beavatkozási szint, százalékban (%) ³	Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszint-százalékok (%) ⁴
10	116	68,2	19,0	19,0	133
20	92,5	54,4	15,2	15,2	106
30	66,8	39,3	11,0	11,0	76,8
50	48,5	28,6	8,0	8,0	55,8
100	11,9	7,0	2,0	2,0	13,7
150	6,55	3,9	1,1	1,1	7,5

¹ Elektromos térerősség alsó beavatkozási szintje a 3 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban: 170 Vm^{-1} .

² Elektromos térerősség felső beavatkozási szintje a 3 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban: 610 Vm^{-1} .

³ Elektromos térerősség felső beavatkozási szintje a 3 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban: 610 Vm^{-1} .

⁴ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszint a 150 kHz-től 1 MHz-ig tartó frekvenciatartományú elektromos térerősségre: 87 Vm^{-1}

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 0,8 \text{ dB}$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

A teljesség érdekében a csapat a modellező szoftver segítségével próbálta megbecsülni a betegek expozícióját, majd a szoftvert átkonfigurálta annak érdekében, hogy az expozíciós határértékek szempontjából modellezhesse a sebész expozícióját. Mind az indukált elektromos teret, mind a SAR-értékeket olyan expozíciós helyzetre vonatkozóan számították ki, amelyben az elektrosebészeti eszköz használatban van, a vezetékek pedig a sebész karja mentén, 1 cm-es távolságra futnak.

Kiszámították a különböző szövetekben indukált elektromos teret (4.3. táblázat).

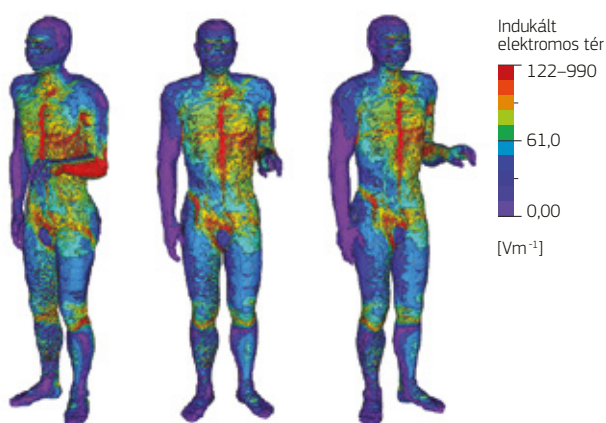
A számítások szerint a legmagasabb érték 628 mVm^{-1} (csontban). Ez az egészségügyi expozíciós határérték 0,6%-ának felel meg, ami megerősítette a csapatot abban, hogy a sebész nem lépi túl a nem termikus hatások expozíciós határértékét. Az indukált elektromos tér humán modellen ábrázolt eloszlását a 4.5. ábra tartalmazza. Természetesen előfordulhat, hogy az elektrosebészeti készülék vezetékai a sebészhez 1 cm-nél közelebb kerülnek, vagy akár hozzá is érnek. Azonban a csapat arra a következtetésre jutott, hogy az indukált elektromos tér alacsony értéke azt jelenti, hogy nem lépik túl a vizsgált műszer körül az egészségügyi expozíciós határértéket.

4.3. táblázat: Az indukált elektromos tér az egészségügyi expozíció határértékek százalékában kifejezve

Szövet	Indukált elektromos tér (mVm^{-1}) ¹	Egészségügyi expozíció határértékek, %
Csont	628	0,60%
Zsír	493	0,47%
Bőr	461	0,44%
Agy	146	0,14%
Gerincvelő	275	0,26%
Retina	103	0,10%

¹ Egészségügyi expozíció határértékek az 3 kHz-től 10 MHz-ig tartó frekvenciatartományú belső elektromos térerősség esetén: 105 Vm^{-1} (RMS).

4.5. ábra: A 391 kHz-es elektrosebészeti vezetéknek való expozíció által indukált elektromos tér humán modellen ábrázolt eloszlása

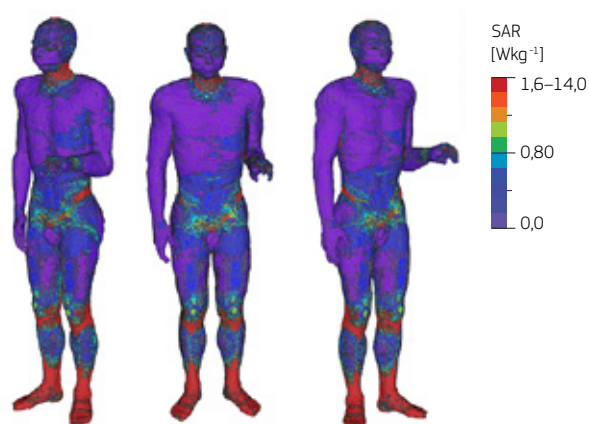


Kiszámították a teljes testre vonatkozó, valamint a helyi SAR-értékeket (4.4. táblázat), és kimutatták, hogy a sebész pozíciójában nem lépik túl az expozíció határértékeket. A SAR humán modellen ábrázolt eloszlását a 4.6. ábra tartalmazza.

4.4. táblázat: A vizsgált expozíció helyzetnek megfelelő legmagasabb SAR-értékek és azok összehasonlítása az expozíció határértékekkel

Pozíció	SAR (Wkg^{-1})	Expozíció határérték (Wkg^{-1})	Expozíció határérték százaléka
Teljes test átlagos SAR-ja	0,0338	0,4	8,4
10 g-ra vetített helyi SAR-csúcsérték a fejben és a törzsben	0,780	10	7,8
10 g-ra vetített helyi SAR-csúcsérték a végtagokban	1,75	20	8,7

4.6. ábra: Az elektrosebészeti készülék által gerjesztett 391 kHz-es térnek való expozícióból származó fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) eloszlása humán modellen



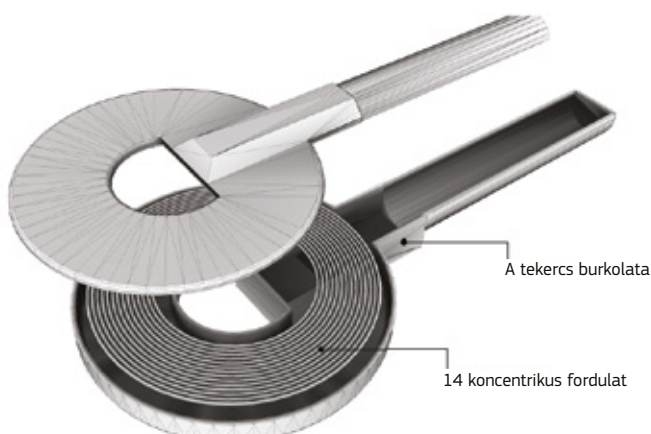
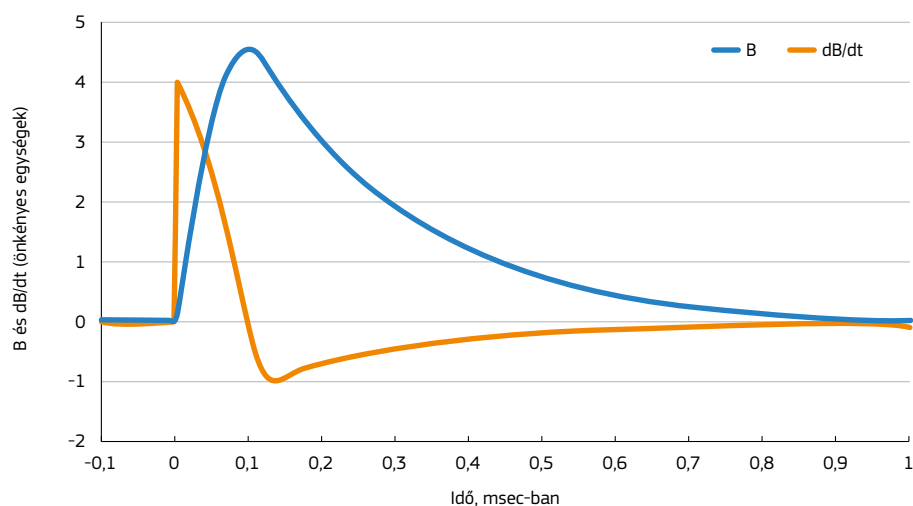
Az értékelés alapján a csapat megbizonyosodhatott arról, hogy valószínűtlen, hogy a sebész vagy más kórházi dolgozók az expozíciós határértékeket meghaladó erősségű expozíciót szenvedjenek el. Azt azonban elismerték, hogy a beteg esetében az expozíció meghaladhatja az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket, különösen, ha a beteg a visszatérő elektróda közelében helyezkedik el. Ez általában nem minősül problémásnak, hiszen az expozíció a műtét indokolt részét képezi. Előfordulhat azonban, hogy figyelembe kell venni akkor, ha a beteg aktív beültethető orvostechnikai eszközt visel. Azonosítottak egy másik lehetséges kockázatot is: a műtőben található érzékeny orvostechnikai eszközökkel fennálló elektromágneses interferenciát; a csapat tisztában volt azzal, hogy ez előfordult már olyan körülmények között, amikor a kezelőszonda az ilyen eszközök közelében volt.

4.6.2. TMS-készülék

A 200 MAGSTIM TMS-készülék két kézi alkatrészből áll, az egyik egy kerek tekercset, a másik pedig két kerek tekercsből álló, nyolcas számot formáló tekercset foglal magában. A generátor teljesítményét a kezelést végző orvos a maximális teljesítmény százalékos aránya szerint állítja be. Beállítható egyetlen impulzus vagy sorozatimpulzus leadására is.

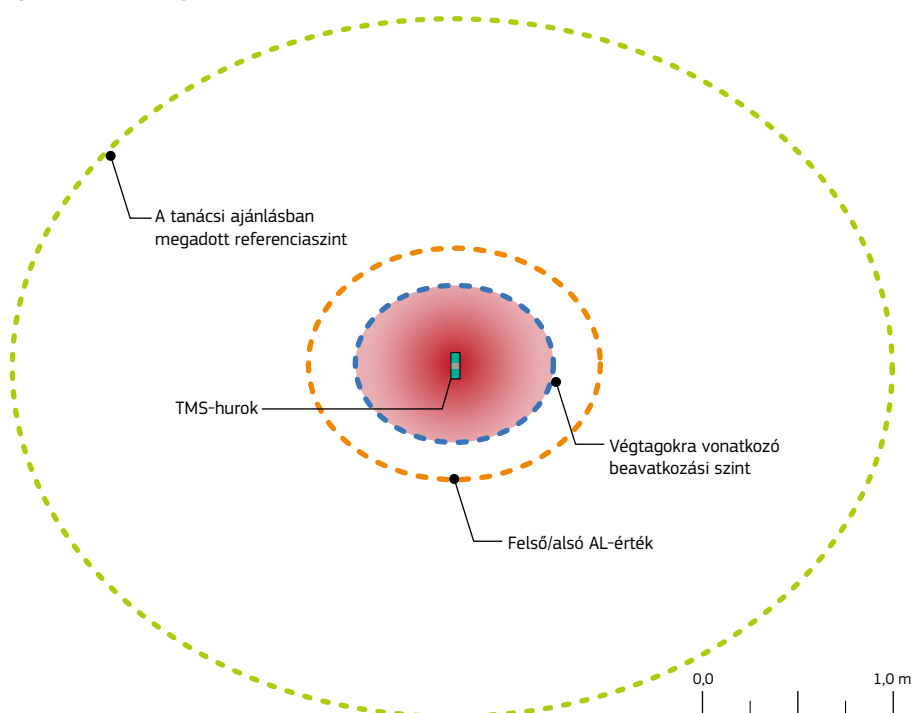
Az előzetes mérések megállapították, hogy a kerek tekercs gerjesztette a legnagyobb erősségű mágneses tereket. Ez a tekercs (4.7. ábra) műanyag borítással rendelkezik, a tekercs vörösréz huzalozású, amely anyagot alacsony elektromos ellenállása és magas hővezető képessége miatt választottak ki. A tekercs 14 koncentrikus, 70 mm és 122 mm közötti átmérőjű tekercsből áll.

A csapat a kerek tekercssel végzett méréseket, a generátor 100%-os maximális teljesítménye mellett, egyimpulzusos üzemmódban. A gyártó adatokat szolgáltatott az impulzus jellemzőiről (4.8. ábra).

4.7. ábra: A kerek TMS-tekercs**4.8. ábra: Az egyimpulzusos üzemmód jellemzői a gyártói adatok alapján**

Ahogy az várható volt, a legerősebb teret közvetlenül a tekercs előtt és annak közepén mérték; a 4.9. ábra mutatja azokat a területeket, ahol túlléphetik a beavatkozási szinteket (AL-értékeket) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. Az üzemeltetés közbeni jellemző kéztartás (a fogantyút a tekercs közepe alatt 11 cm-rel tartva) esetén a mágneses indukció a mérések szerint a végtagokra vonatkozó beavatkozási szint 5600%-a.

4.9. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül a TMS-eszköz körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék), a felső/alsó beavatkozási szintet (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a fenti távolságok értékelésekor közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

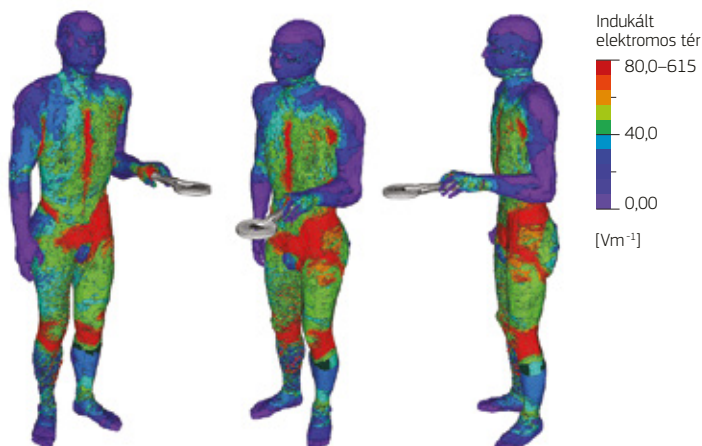
A csapat rájött, hogy nagyon valószínű, hogy a kezelést végző orvost érő expozíció meghaladja az AL-értékeket. Ebben az esetben is számítógépen modellezték a kezelést végző orvos lehetséges expozícióját az expozíciós határértékek tekintetében. A modellezést a kezelést végző orvos kétféle pozíciójában végezték el: az elsőben a tekercs a testtől 30 cm-re, a második esetben a törzstől 15 cm-re helyezkedik el. A modell azt mutatta, hogy az expozíciós határértékeket akár 35 700%-kal is túlléphetik (4.5. táblázat). Az indukált elektromos tér humán modellen ábrázolt eloszlását a két különböző pozíció esetében a 4.10. és a 4.11. ábra tartalmazza.

4.5. táblázat: Az indukált elektromos tér számítógépes modellezésen alapuló értékei és azok összevetése ez expozíciós határértékkel

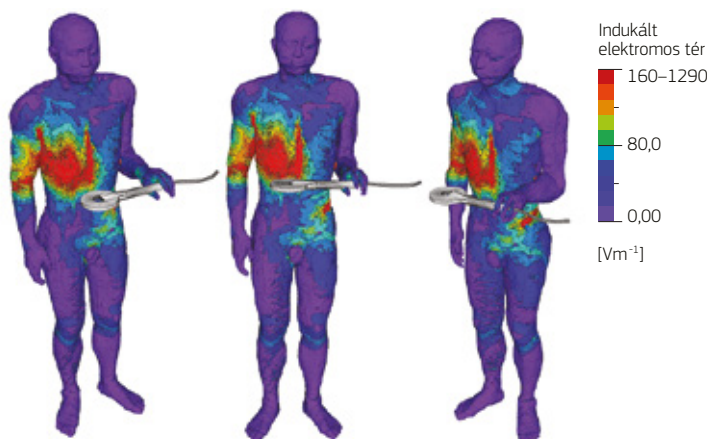
Pozíció	Indukált elektromos tér (Vm^{-1})	Egészségügyi expozíciós határértékek ¹ , %
A testtől 30 cm-re tartott tekercs	265 (csont)	24 100%
A törzstől 15 cm-re tartott tekercs	393 (csont)	35 700%

¹ Egészségügyi expozíciós határértékek az 1 Hz-től 3 kHz-ig tartó frekvenciatartományú belső elektromos térerősség esetén: $1,1 Vm^{-1}$ (csúcsérték).

4.10. ábra: A TMS-tekercsnek való expozíció által indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, amikor a tekercs a testtől 30 cm-re található



4.11. ábra: A TMS-tekercsnek való expozíció által indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, amikor a tekercs a testtől 15 cm-re található



A csapat arra a következtetésre jutott, hogy ha a szondát a kezelést végző orvos ebben a pozícióban tartja, az egészségügyi expozíciós határértékeket szinte bizonyosan túllépik. Az aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel való interferencia szintén kockázatot jelenthet. Az egyéb kórházi készülékekkel való interferencia azonban kevésbé jelentett problémát, mint az elektrosebészeti készülék esetében, hiszen a berendezést jellemzően nem olyan területeken használják, ahol érzékeny orvostechnikai eszközök találhatók.

4.6.3. Rövidhullámú diatermia

Bár a csapat nem végezte el a kórházban található rövidhullámú diatermiás készülékek értékelését, tisztában voltak azzal, hogy e készülékek a fizioterapeuták és akár más munkavállalók esetében is magas expozíciót jelenthetnek. A hasonló készülékeken más intézményekben elvégzett értékelések azt állapították meg, hogy az AL-értékeket a kapacitív rövidhullámú diatermiás készülékektől mért körülbelül 2 m-es távolságon belül, induktív rövidhullámú diatermiás készülékek esetében pedig 1 m-es távolságon belül léphetik túl. A csapat úgy döntött, hogy ha a kórház saját készülékét újra üzembe helyezi, további értékelésre lesz szükség. Ennek célja, hogy tájékoztathassák a fizioterapeutákat a biztonságos munkavégzési gyakorlatokról (pl. a biztonságos működési távolságokról), és megállapíthassák, hogy előfordulhat-e az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek túllépése olyan területeken, ahová a különösen veszélyeztetett munkavállalók is beléphetnek.

4.7. Kockázatértékelés

A kórház az orvosfizikai csapat mérései alapján kockázatértékelést végzett az elektrosebészeti készülék (4.6. táblázat) és a TMS-eszköz (4.7. táblázat) vonatkozásában, amely összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés az alábbiakat állapította meg:

4.7.1. Elektrosebészeti készülék

- e készülék használata során nem valószínű, hogy a sebész vagy egyéb kórházi dolgozók túllépik az expozíciós határértékeket;
- aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel és a helyiségben található egyéb érzékeny orvostechnikai eszközökkel előfordulhat interferencia.

4.7.2. TMS-készülék

- e készülék használata során valószínű, hogy a kezelést végző orvos és talán egyéb kórházi dolgozók is túllépik az expozíciós határértékeket, akár jelentős mértékben;
- aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel előfordulhat interferencia;
- kicsi a valószínűsége az érzékeny orvostechnikai eszközökkel fennálló interferenciának, mivel a készüléket nem használják ezen eszközök közvetlen közelében.

A kórház a kockázatértékelés alapján cselekvési tervet dolgozott ki, amelyet dokumentáltak.

4.6. táblázat: Az elektrosebészeti készülék elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai	A modellezés igazolta, hogy a munkavállalók nem lépik túl az expozíciós határértékeket	Sebész és a műtéti csapat egyéb tagjai	✓			✓			Alacsony	Nem szükséges
Elektromágneses tér közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre és egyéb érzékeny orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás)	Nincs	Sebész és a műtéti csapat egyéb tagjai Beteg	✓			✓			Alacsony	Figyelmeztetni kell a munkavállalókat az érzékeny orvosi eszközökkel fennálló esetleges interferencia kockázatára Fel kell kérni a munkavállalókat, hogy az orvostechnikai eszközökkel fennálló interferencia eseteit jelentsék az orvosfizikai csapatnak Az orvosfizikai csapat fontolja meg, hogy tanácsot ad a sebészeknek az aktív beültethető orvostechnikai eszközöknek és egyéb érzékeny orvostechnikai eszközöknek a kezelőszondától és vezetékektől való biztonságos minimumtávolságáról

4.7. táblázat: A transzkraniális mágneses stimulációs (TMS) eszköz elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai:	Nincs	Kezelést végző orvos	✓				✓		Közepes	A várandós munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem tartózkodhatnak a helyiségben, ha a berendezés működésben van
Előfordulhat, hogy a berendezést használó orvos túllépi az egészségügyi expozíció határértékeket		Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)								Figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen
A szondától számított legfeljebb 235 cm-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket										Amikor csak lehetséges, a szondát egy állványon kell elhelyezni
Elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás):	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Közepes	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás
Az elektródáktól számított legfeljebb 235 cm-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket										Az aktív beültethető orvostechnikai eszközöket viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem tartózkodhatnak a helyiségben, ha a berendezés működésben van
										Az aktív beültethető orvostechnikai eszközöket viselő betegek nem kezelhetők ezzel a berendezéssel
										Figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen

4.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

A mérési értékelés előtt nem volt érvényben az elektromágneses térnek való expozíció korlátozását célzó intézkedés.

4.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A mérési értékelés eredményeként és a készülékkel kapcsolatos veszélyek kiértékelését követően a kórház cselekvési tervet dolgozott ki, és a következő kiegészítő óvintézkedések mellett döntött:

4.9.1. Elektrosebészeti készülék

Az elektrosebészeti készülékkel kapcsolatban:

- figyelmeztetni a munkavállalókat az érzékeny orvosi eszközökkel fennálló esetleges interferencia kockázatára;
- felkérni a munkavállalókat, hogy az orvostechnikai eszközökkel fennálló interferencia eseteit jelentsék az orvosfizikai csapatnak;
- az orvosfizikai csapat fontolja meg, hogy tájékoztatja a kezelést végző orvosokat az aktív beültethető orvostechnikai eszközöknek és egyéb érzékeny orvostechnikai eszközöknek a kezelőszondától és vezetékektől való biztonságos minimumtávolságáról.

4.9.2. TMS-készülék

A TMS-készülékkel kapcsolatban:

- a várandós munkavállalók és az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem üzemeltethetik a készüléket, és nem tartózkodhatnak a helyiségben, ha a készülék üzemel;
- aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő betegeket nem kezelhetnek e készülékkel;
- erős mágneses térre vonatkozó figyelmeztetések, valamint az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre vonatkozó tiltó jelzések elhelyezése (4.12. ábra);
- ha lehetséges, a szondát precíziós manipulátoron kell rögzíteni, hogy a kezelést végző orvos a kezelés során távolabb állhasson a szondától;
- szükség esetén az orvosfizikai csapat egy távolról irányítható manipulátort is tervezhet, amely lehetővé teszi a kezelést végző orvos számára, hogy kezelés közben eltávolodjon a szondától.

4.12. ábra: Példák az erős mágneses terekre figyelmeztető jelzésekre, és az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyeknek szóló tiltó szimbólum illusztrációja



Figyelem!
A berendezés erős
mágneses teret generál



Aktív beültethető
orvostechnikai eszközt
viselő személyek számára
a belépés tilos!

4.9.3. Rövidhullámú diatermia

A rövidhullámú diatermiával kapcsolatban:

- Az orvosfizikai csapat figyelmeztesse a kórházi fizioterapeutákat még a rövidhullámú diatermiás kezelések végzése előtt, hogy így lehetőség nyíljon elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelés elvégzésére, valamint szükség esetén megfelelő ellenőrző intézkedések végrehajtására.

5. MŰSZAKI MŰHELY

5.1. Munkahely

Egy műszaki vállalat azt kívánta értékelni, hogyan érintené őket az elektromágneses terekről szóló irányelv végrehajtása. A vállalat a műszaki műhelyben számos elektromos berendezéssel rendelkezik, beleértve az alábbiakat:

- mágneses részecskevizsgáló készülék;
- demagnetizáló készülék;
- síkköszörű;
- fémlemezvágo;
- szalagfűrész;
- elektromos fémfűrész;
- gyorsdaraboló;
- marógép (motoros);
- oszlopos fűrógép;
- fűtőszálas sávós hevítőgép;
- esztergagép;
- kézi fűrő;
- csiszolókorong.

5.2. A munka jellege

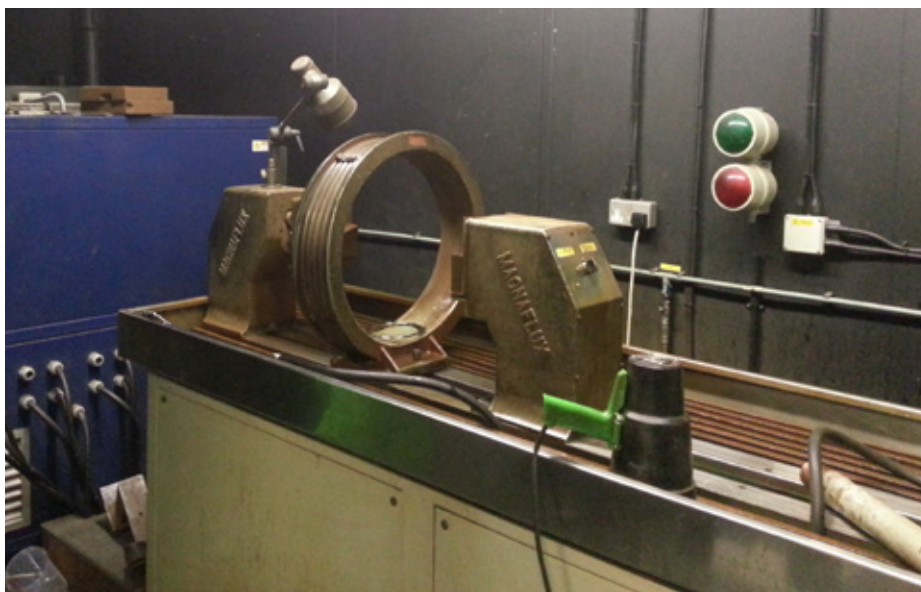
A cég tudatában volt annak, hogy bizonyos berendezések – mint például a roncsolásmentes anyagvizsgálathoz használt mágneses részecskevizsgáló és az alkatrészek lemágnesezéséhez használt demagnetizáló – elektromágneses terek forrásaként működnek. A vállalat azonban azt is tudni akarta, hogy más eszközök is bocsátanak-e ki jelentős elektromágneses tereket.

5.3. Hogyan használják az alkalmazást?

5.3.1. Mágneses részecskevizsgáló

A mágneses részecskevizsgáló (5.1. ábra) fém alkatrészek roncsolásmentes vizsgálatára szolgál. Mágneses részecskevizsgálat során ferromágneses munkadarabba áramot vezetnek, így az felmágneseződik, a munkadarab felületi hiányosságai pedig megzavarják az áram által gerjesztett mágneses teret. A munkadarab felszínére felvitt ferromágneses festék megfelelő fényforrás alatt vizsgálva kimutatja az esetleges hibákat. A munkadarab vizsgálatát végző munkavállaló általában a berendezés közvetlen közelében végzi a munkát.

5.1. ábra: Mágneses részecskevizsgáló készülék



5.3.2. Demagnetizáló készülék

A vállalat demagnetizáló készüléket (5.2. ábra) használ, hogy a mágneses részecskevizsgálatot követően lemágnesezze a fém alkatrészeket. Az alkatrészeket kézzel teszik fel egy kocsiból és sínekből álló rendszerre, amely áthalad a demagnetizáló tekercs furatán. A gépkezelő kézzel tolja át a kocsin lévő alkatrészt a demagnetizálón. Ezután az alkatrészt a demagnetizáló túloldalán leveszi a kocsról.

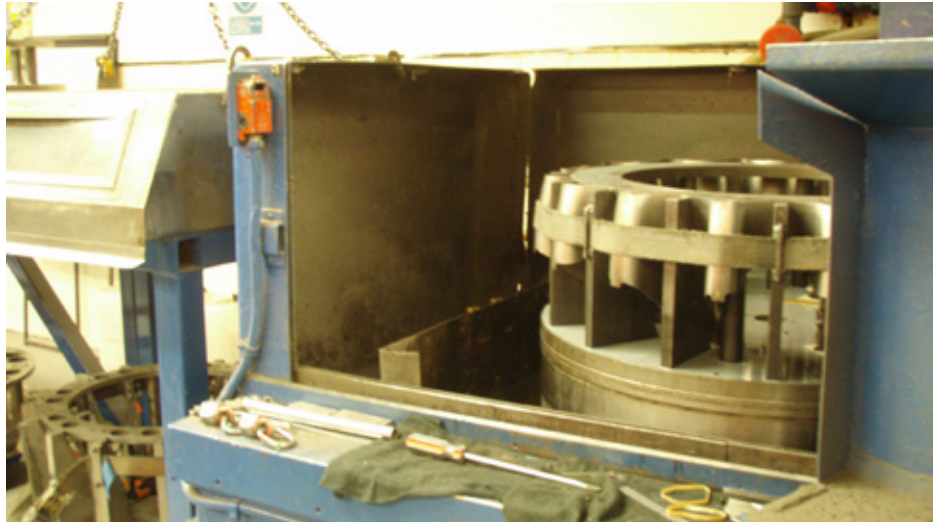
5.2. ábra: Gördülőkocsi demagnetizáló



5.3.3. Síkköszörű

A síkköszörű (5.3. ábra) egy forgóasztalból és egy statikus mágneses tokmányból áll, amelyen a köszörülendő munkadarabokat rögzítik. A mágneses tokmányt a gépkezelő akkor aktiválhatja, amikor a köszörű paneljei nyitott állapotban vannak.

5.3. ábra: Síkköszörű



5.3.4. A műhelyben használt egyéb eszközök

A vállalatnál használt, az alábbiakban felsorolt egyéb eszközöket számos munkavállaló rendszeresen használja:

- fémlemezvágó;
- szalagfűrész;
- elektromos fémfűrész;
- gyorsdaraboló;
- marógép (motoros);
- oszlopos fűrógép;
- fűtőszálas sávós hevítőgép;
- esztergagép;
- kézi fúró;
- csiszolókorong.

5.4. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

A vállalatnak volt tudomása arról, hogy a mágneses részecskevizsgáló és a demagnetizáló elektromágneses teret gerjeszthet, mivel a gyártói terméktájékoztató rámutatott, hogy a berendezés zavarhatja a szívritmus-szabályozókat. E veszély tekintetében azonban további magyarázatot nem nyújtottak. A vállalat nem talált a helyszínen használt egyéb eszközökre vonatkozó, elektromágneses terekkel kapcsolatos biztonsági információt, ezért megtekintette az útmutató 1. kötete 3. fejeze 3.2. táblázatának berendezés-felsorolását. Ennek alapján megállapították, hogy az elektromágneses tereknek való expozíció tekintetében az elektromos kéziszerszámok és kisebb elektromos berendezések nagy része valószínűleg nem jelent problémát.

5.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

Mivel nem állt rendelkezésre elegendő információ a mágneses részecskevizsgálóhoz és a demagnetizálóhoz kapcsolódó, elektromágneses terekre vonatkozó veszélyekről, a vállalat úgy döntött, hogy szaktanácsadót bíz meg a részletes értékelés elvégzésével. A vállalat azt kívánta megtudni, hogy e berendezések közül valamelyik okozhat-e veszélyt, és ha igen, mekkora a veszély mértéke.

A tanácsadó beépített elektromos szűrővel ellátott műszerrel mérte a berendezések körül az időben változó mágneses indukciót, amely százalékban adja meg a súlyozott csúcs módszerével elért eredményeket az időtartományban, ezzel lehetővé teszi a beavatkozási szintekkel (AL-értékekkel) való közvetlen összehasonlítást. A statikus mágneses terek esetében a tanácsadó háromtengelyes Hall-magnetométert használt, amellyel a mágneses térerősséget mérte meg.

5.6. Az expozícióértékelés eredménye

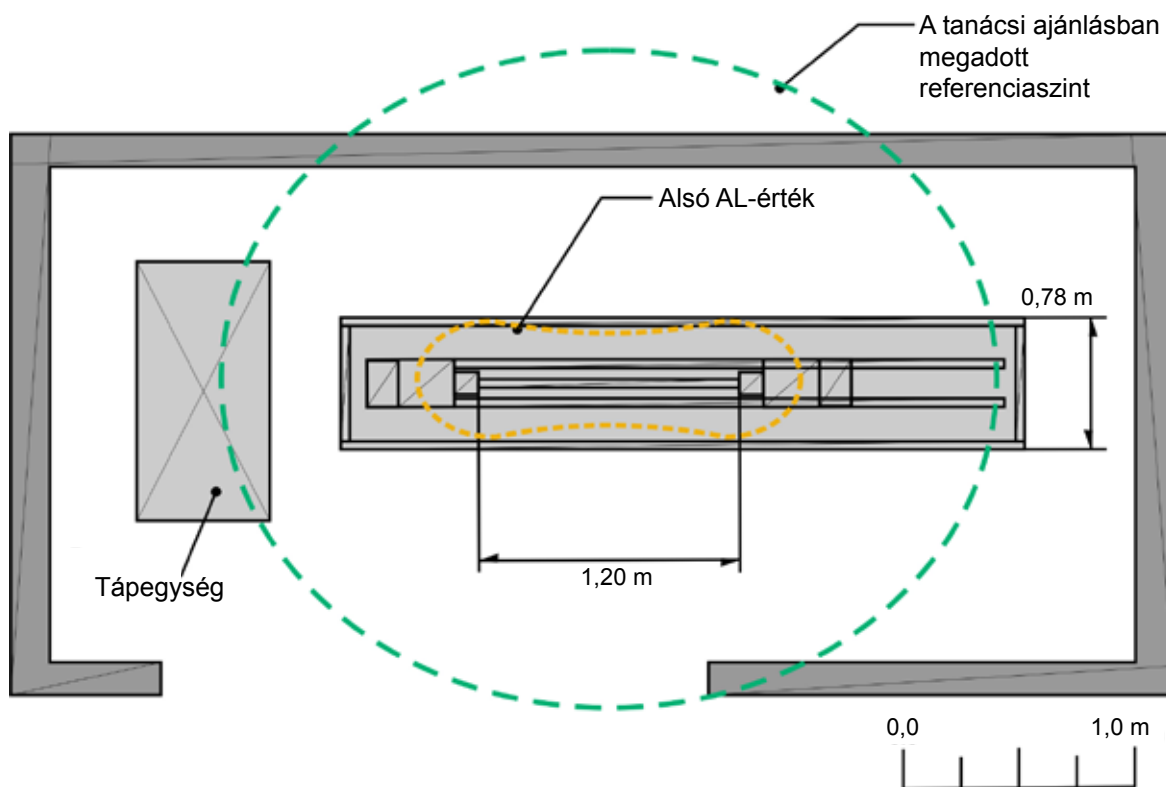
5.6.1. Mágneses részecskevizsgáló

A mágneses részecskevizsgáló jellemzően 1 és 4 kA közötti tartományban működik. A mágneses indukciót a berendezés maximális, 10 kA-es beállításon való működtetése közben mérték. A berendezést radiális mágnesezés üzemmódba helyezték, amelynél az áramot közvetlenül a munkadarabra irányították. A vizsgálat során a gépkezelőt a munkadarabtól 60 cm-es távolságban elhelyezkedve figyelték meg, ezért a méréseket ebben a pozícióban végezték. Ebben a pozícióban nem lépték túl az alsó beavatkozási szintet.

A méréseket a berendezés körül egyéb pozíciókban is elvégezték, az eredményeket pedig összevetették az AL-értékekkel, valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekkel. Ezeket a szinteket a különösen veszélyeztetett munkavállalók expozíciójának átfogó mutatójaként is lehet használni (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

Az 5.4. ábra mutatja be azokat a területeket, ahol meghaladhatják az AL-értékeket és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. Az alsó beavatkozási szinthez kapcsolódó körvonal teljes egészében a gépágyra korlátozódik, míg az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekhez kapcsolódó körvonal a munkadarabtól körülbelül 1,5 m-ig, a mágneses részecske mérő fülkéjének közvetlen közelében található területeken pedig 0,4 m-ig terjed.

5.4. ábra: Az alsó beavatkozási szintet (sárga), valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld) esetleg meghaladó területek körvonalának felülnézeti ábrázolása



5.6.2. Demagnetizáló készülék

A megbízott tanácsadó méréseket végzett a demagnetizáló körüli mágneses terekről, ezeket az 5.1. táblázat tartalmazza. Megállapította, hogy a mágneses indukció a mágnes furatának középpontjától mért 40 cm-re az alsó AL-érték alatt maradt, és a mágnes sima oldalával egy vonalban pedig éppen csak meghaladta a felső AL-értéket. Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket a mágnes furatától számított 1 m-en belül túllépték.

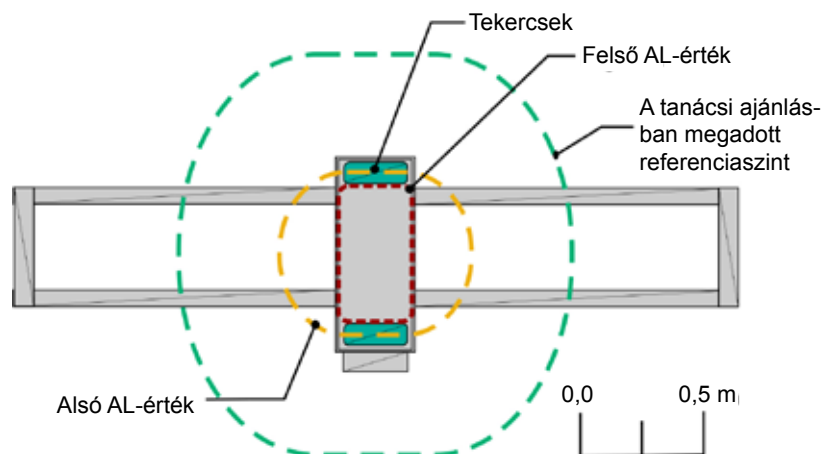
Az 5.5. ábra mutatja be azokat a területeket, ahol meghaladhatják a beavatkozási szinteket és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket.

5.1. táblázat: A demagnetizáló körül mért mágneses indukció, az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt beavatkozási szintek szálalékában kifejezve

Mérési pozíció	Mért mennyiség		Expozíció az elektromágneses terekről szóló irányelv összefüggésében			
	Frekvencia (Hz)	Mágneses indukció (μT)	Alsó beavatkozási szint (μT)	Expozíció (%)	Felső beavatkozási szint (μT)	Végtagra vonatkozó beavatkozási szint (μT)
A sín gépkezelő felőli oldalán:						
• A vezérlőpanel jobb oldalának közelében	50	590	1000	59%	6000	18000
• A sín széle a mágnes mentén	50	1400	1000	140%	6000	18000
• A mágnes furatának közepétől számított 40 cm-re	50	600	1000	60%	6000	18000
A mágnes furatának közepétől számított 1 m-re (a demagnetizáló oldala felé):						
• Nyitott vég	50	70	1000	7,0%	6000	18000
• Zárt vég	50	70	1000	7,0%	6000	18000
A sín távolabbi oldala (a vezérlőpanel elentétes oldal):						
• A mágnes furatának közepétől számított 25 cm-re	50	3200	1000	320%	6000	18000
• A mágnes furatának közepétől számított 40 cm-re	50	600	1000	60%	6000	18000
• A mágnes burkolatától 30 cm-re (a leválasztó kapcsoló oldalán)	50	250	1000	25%	6000	18000
A sín felett, a mágnesfurat tengelyén:						
• A mágnes sík felületével egy vonalban (nyitott vég)	50	6700	1000	670%	6000	18000
• A mágnes sík felületével egy vonalban (zárt vég)	50	6700	1000	600%	6000	18000

MEGJEGYZÉS: A mérésekre az eszköz téreirősség üzemmódjában került sor, amely kimutatta, hogy a hullámformát mindig az 50 Hz-es alapfrekvencia dominálta. A mérések bizonytalansága a becslések szerint ±10% volt, és a „megosztott kockázati” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel vetették össze.

5.5. ábra: A felső beavatkozási szintet (piros), alsó beavatkozási szintet (sárga), valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld) esetleg meghaladó, a demagnetizáló körüli területek körvonalának felülnézeti ábrázolása



5.6.3. Síkköszörű

A méréseket a munkadarab rögzítését szolgáló mágneses tokmányt tartalmazó síkköszörű körül végezték.

A berendezés körül végzett mérések azt mutatták, hogy semmilyen helyzetben nem lépik túl a statikus mágneses tereknek való expozícióra vonatkozó expozíciós határértékeket. Ugyanakkor a mágneses tokmány közvetlen közelében előfordulhat, hogy túllépik az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó expozíció beavatkozási szintjét (5.2. táblázat).

5.2. táblázat: Távolság, amelynél a mágneses indukció az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó expozíció beavatkozási szintjére csökken (0,5 mT)

Berendezés	A pad oldalsó szélétől mért távolság	A pad felső szélétől mért távolság
Lumsden köszörűgép	15 cm	15 cm

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 5\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket a fenti távolságok értékelésekor közvetlenül a beavatkozási szinttel vetették össze.

5.6.4. A műhelyben használt egyéb eszközök

A mágneses indukció méréseit a műhelyben használt egyéb elektromos eszközök körül is elvégezték, a beavatkozási szinteket egyiknél sem lépték túl.

Az 5.3. táblázatban felsorolt eszközöknél a mágneses indukció semmilyen helyzetben nem haladta meg a beavatkozási szinteket vagy az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. Az 5.4. táblázatban felsorolt eszközöknél a mágneses indukció egyes, a berendezéshez közeli pozíciókban meghaladta az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket.

5.3. táblázat: Elektromágneses terekből eredő veszéllyel nem járó eszközök

Berendezések	Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszint százaléká
Fémlemezvágó	33%
Szalagfűrész	< 1%
Elektromos fémfűrész	< 1%
Marógép	50%
Oszlopos fűrógép	20%
Fűtőszálas sávós hevítőgép	20%
Csiszolókorong	20%
Eszterga	< 2%

5.4. táblázat: Eszközök, amelyek körül a mágneses indukció meghaladta az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban meghatározott referenciaszinteket

Berendezés	Megjegyzések
Gyorsdaraboló	280% a berendezés felületén 100% a motortól 15 cm-re 20% a gépkezelői pozícióban
Csiszoló- vagy fényezőgép	350% a berendezés felületén 100% a berendezéstől 10 cm-re
Kézi fúró	700% a berendezés felületén 300% a jellemző testhelyzetben (a fúró hátuljától 7 cm-re) 100% a fúró hátuljától 15 cm-re

5.7. Kockázatértékelés

A vállalat a tanácsadó által végzett mérési értékelések alapján elvégezte a berendezések elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelését (5.5–5.9. táblázat). Ez összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés a következőket állapította meg:

- mágneses részecskevizsgáló – a jellemző gépkezelői pozícióban nem lépik túl a beavatkozási szinteket. A különösen veszélyeztetett munkavállalók a munkadarabtól számított körülbelül 1,5 m-es távolságon belül veszélynek lehetnek kitéve;
- demagnetizáló – a mágneshez közel álló munkavállalók esetében az alsó beavatkozási szint túllépésére kerülhet sor. A különösen veszélyeztetett munkavállalók a mágnesről körülbelül 1 m-es távolságra veszélynek lehetnek kitéve;
- síkköszörű gép – a különösen veszélyeztetett munkavállalók a mágneses tokmánytól mért körülbelül 15 cm-es távolságon belül veszélynek lehetnek kitéve. Nem valószínű azonban, hogy a munkavállaló a mágneshez ennyire közel helyezkedne el;
- kézi fűrógép – a különösen veszélyeztetett munkavállalók ezen eszköz használatakor veszélynek lehetnek kitéve;
- egyéb eszközök – egyes eszközök körül az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintet meghaladó tereket mértek. Ezek a terek azonban egy adott helyre korlátozódtak, így a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő veszélyt is alacsonynak minősítették.

A vállalat a kockázatértékelés alapján cselekvési tervet dolgozott ki és dokumentált.

5.5. táblázat: A mágneses részecskevizsgáló elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: A gépágyon belül túlléphetik az alsó beavatkozási szintet A munkadarabtól számított legfeljebb 1,5 m-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	A gépkezelő jellemzően a munkadarabtól 60 cm-re helyezkedik el, ez azt jelenti, hogy ebben a testhelyzetben nem haladhatják meg az alsó beavatkozási szintet A berendezést egy fülkében használják	Gépkezelők Egyéb munkavállalók Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	A gépkezelők és egyéb munkavállalók részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani Figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen A várandós munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetnek be a fülkébe, ha a berendezés működésben van Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a fülke bejáratánál
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás): A munkadarabtól számított legfeljebb 1,5 m-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓			Alacsony	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatásban figyelmeztetés elhelyezése Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a fülke bejáratánál

5.6. táblázat: A demagnetizáló elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: Előfordulhat, hogy az alsó beavatkozási szintet a mágneztől számított legfeljebb 40 cm-es távolságon belül túllépik A mágneztől számított legfeljebb 1 m-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Gépkezelők Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	Ha nem nehezíti a gép használatát, védőfallal kell megakadályozni a munkavállalók tekintetében az alsó beavatkozási szint túllépését, és automatizálni kell az ismétlődő jellegű demagnetizációs műveleteket A gépkezelők és egyéb munkavállalók részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani Figyelmeztető jelzések elhelyezése Körül kell határolni azokat a területeket, ahol az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket túllépik Várandós munkavállalók nem léphetnek be a körülhatárolt területre Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a körülhatárolt terület bejáratánál
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás): A mágneztől számított legfeljebb 1 m-es távolságban előfordulhat, hogy túllépik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Az aktív beültethető orvostechnikai eszközöket viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Alacsony	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatásban figyelmeztetés elhelyezése Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a körülhatárolt terület bejáratánál

5.7. táblázat: A síkköszörű elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Statikus mágneses tér közvetlen hatásai	Nincs. Az expozíciós határértékeket egyetlen helyzetben sem lépik túl	Gépkezelők	✓			✓			Alacsony	Nem szükséges
A statikus elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás): A mágneses tokmánytól legfeljebb 15 cm-re előfordulhat, hogy túllépik az aktív beültethető orvostechnikai eszközökre vonatkozó expozíció beavatkozási szintjét	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓			Alacsony. Nem valószínű azonban, hogy a munkavállaló a mágneses tokmányhoz ennyire közel helyezkedne el	A berendezés kezelőinek e berendezéssel kapcsolatos veszélyről nyújtandó tájékoztatás Ha a panelek nyitva vannak, az aktív beültethető orvostechnikai eszköz viselő személyek nem használhatják a gépet Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen

5.8. táblázat: A kézi fúrógép elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kisebb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: A fúró hátsó részétől számított legfeljebb 15 cm-es távolságban előfordulhat, hogy túllépi az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Gépkezelők Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	Várandós munkavállalók nem használhatják a kézi fűrőgépet A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás): A fúró hátsó részétől számított legfeljebb 15 cm-es távolságban előfordulhat, hogy túllépi az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Alacsony	Az aktív beültethető orvostechnikai eszközöt viselő személyek nem használhatják a berendezést A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás

5.9. táblázat: Az egyéb elektromos szerszámok elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: A berendezés közelében, jól körülhatárolható területeken előfordulhat, hogy túllépi az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Gépkezelők Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓			✓			Alacsony. Nem valószínű, azonban, hogy a munkavállaló a berendezéshez ennyire közel helyezkedne el	Nem szükséges
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostech-nikai eszközökre gyakorolt hatás): A berendezés közelében, jól körülhatárolható területeken előfordulhat, hogy túllépi az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók		✓		✓			Alacsony. Nem valószínű, azonban, hogy a munkavállaló a berendezéshez ennyire közel helyezkedne el	Nem szükséges

5.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

A tanácsadó által elvégzett mérési értékeléseket megelőzően nagyon kevés óvintézkedés volt érvényben. Ezek a következőkre korlátozódtak:

- az aktív beültethető orvostech-nikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatták a mágneses részecskevizsgálót és a demagnetizálót.

5.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A mérési értékelés eredményeként és a készülékkel kapcsolatos veszélyek kiértékelését követően a vállalat cselekvési tervet dolgozott ki és dokumentált, valamint a következő óvintézkedések mellett döntött:

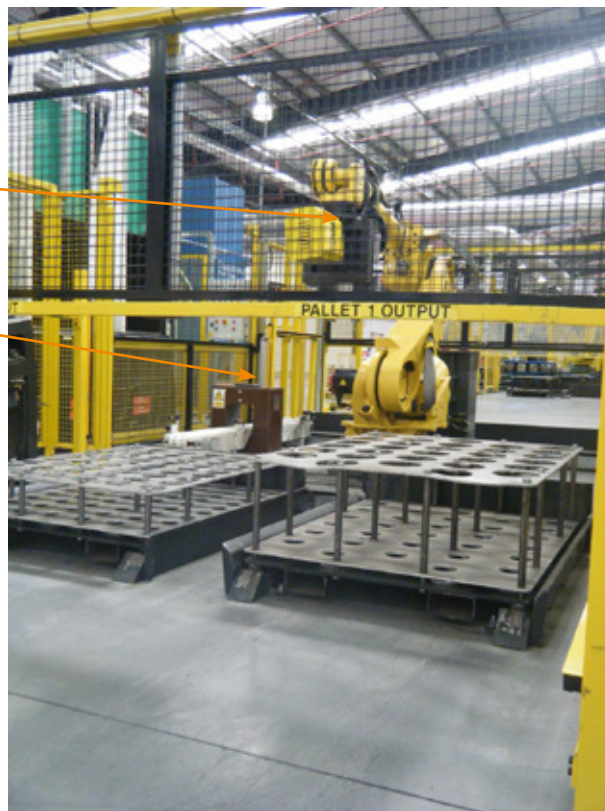
- négy, viszonylag kis méretű, nem fémből készült (plexi) védőfalat szerelnek fel a demagnetizáló mágnesfuratának mind a négy oldalán. A védőfalak befelé dőlnek, hogy ne okozzanak komolyabb akadályt, de minden egyes pontban körülbelül 40 cm-re lesznek a mágnes furatának nyílásától;

- az ismétlődő demagnetizációs műveletek egy részét robotkarból és futószalagból álló megoldással automatizálják (5.6. ábra). Ez a 90/269/EGK irányelv követelményeivel összhangban további előnyökkel is járt a kézi működtetés tekintetében;
- figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen és adott esetben azon területek bejáratánál, ahol az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket túlléphetik. Példa a figyelmeztető jelzésekre (5.7. ábra);
- tájékoztató képzést kell nyújtani a gépkezelők számára, és biztosítani kell, hogy tisztában legyenek a kockázatértékelés megállapításaival, valamint a megfelelő óvintézkedésekkel és megelőző intézkedésekkel;
- megfelelő eljárásokat kell kidolgozni annak biztosítására, hogy minden munkavállaló, valamint a látogatók és az alvállalkozók is tisztában legyenek a különösen veszélyeztetett munkavállalókat érintő esetleges problémákról (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét)

5.6. ábra: Futószalagos automatizált demagnetizáló robotkaros cellában

Robot

**Demagnetizáló
készülék**



5.7. ábra: Példa figyelmeztető és tiltó jelzésekre



Figyelem!
A berendezés működés
közben erős
mágneses teret gerjeszt



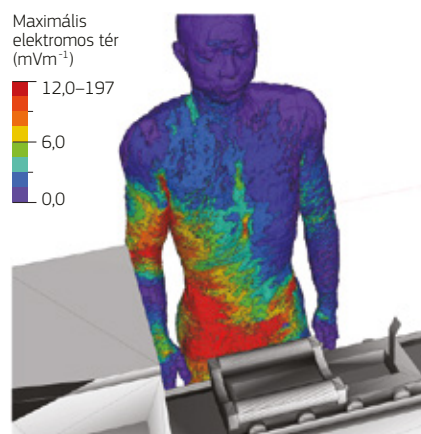
A berendezés használata
aktív beültethető
orvostechnikai eszközt
viselő személyek számára tilos!

5.10. További információk

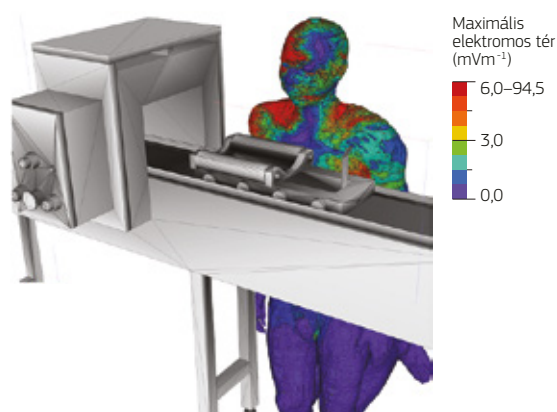
A demagnetizáló körül mért eredmények alapján végzett számítógépes modellezés azt mutatja, hogy az indukált elektromos terek a beavatkozási szintek túllépésének ellenére megfeleltek az expozíciós határértékeknek. Az alábbi három expozíciós helyzetben az indukált elektromos tér az alsó expozíciós határérték 5%-a és 54%-a között alakult:

- az 1. pozícióban állva, a mágnes furatától 25 cm-re (5.8a. ábra);
- az 1. pozícióban térdelve, a mágnes furatától 25 cm-re (5.8b. ábra);
- a 2. pozícióban előrehajolva, a mágnes furatával egy vonalban (5.8c. ábra).

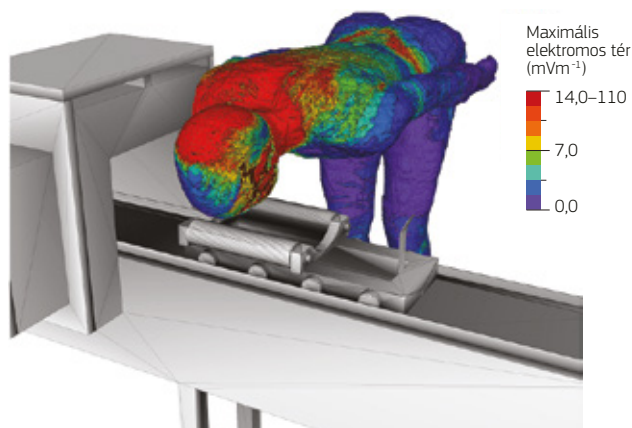
5.8a. ábra: A demagnetizálónak való expozíció által indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, az 1. pozícióban állva, a mágnes furatától 25 cm-re



5.8b. ábra: A demagnetizálónak való expozíció által indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, az 1. pozícióban térdelve, a mágnes furatától 25 cm-re



5.8c. ábra: A demagnetizálónak való expozíció által indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, a 2. pozícióban előrehajolva, a mágnes furatával egy vonalban



6. AUTÓIPAR

6.1. Munkahely

Az esettanulmány a karosszéria javító-műhelyekben használt kézi ponthegeesztőkre és indukciós hevítőkre vonatkozik. Bár a vezető nemzetközi járműgyártó nem számít kis- vagy közép vállalkozásnak, a 6.11. szakasz röviden kitér a ponthegeesztők általa történő használatára.

6.2. A munka jellege

A kézi ponthegeesztők (6.1. ábra) és indukciós hevítők (6.3. ábra) a fém hegesztéséhez vagy hevítéséhez használt erős elektromos áram által gerjesztett erős, időben változó mágneses terek miatt veszélyt jelenthetnek. Az esettanulmány a jellemzően karosszéria javító-műhelyekben használt két ponthegeesztőt és három indukciós hevítőkészüléket vizsgál.

6.1. ábra: Új panel rögzítésére használt kézi ponthegeesztő



6.3. Hogyan használják az alkalmazást?

A legtöbb modern járművet különálló panelek összehegesztésével alakítják ki, amelyek így egyetlen vázat alkotnak, amelyre később a fő alkatrészeket rögzítik. A hegesztés a legtöbb esetben ponthegeesztővel történik. A kézi ponthegeesztő hegesztőpisztolyból áll, amely egy vezérlőegységhez csatlakozik, amely az elektromos és hűtőrendszert tartalmazza. A pisztoly két formázott réztüvözet elektróda használatával végzi a ponthegeesztést. Az elektródák mérete változhat attól függően, hogy hol helyezkedik el a karosszérián a hegesztendő pont. A 6.2. ábrán látható az értékelés tárgyát képező, karosszéria javító-műhelyekben használt hegesztő.

6.2. ábra: Karosszériajavító-műhelyben használt tipikus kézi ponthegeztő. A rendszer görgőkön mozgatható vezérlőegységgel rendelkezik. Az elektromos tápkábel és a hűtőfolyadék-vezeték a berendezés elején kezdődik, és a hegesztőpisztoly hátsó részébe csatlakozik bele, amely a vezérlőfelület bal oldalán található tartóban helyezkedik el



Járművek szervizelése vagy javítása során megszokott, hogy a munkavállalóknak a fém alkatrészeket – általában a korrózió miatt – fel kell melegíteniük, hogy eltávolíthassák azt. Az indukciós hevítő elektromágneses tekercsből áll, amelyen alacsony frekvenciájú váltóáram halad át. A tekercs körül létrejött mágneses tér áramot, úgynevezett örvényáramot indukál a céltárgyon belül, és az ennek az áramnak való ellenállás hevíti fel a tárgyat. A 6.3. ábrán látható az értékelés tárgyát képező hevítők egyike.

6.3. ábra: Beragadt csavar hevítésére használt 1 kW-os kézi indukciós hevítő



6.4. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

A műhelyben található két vizsgált hegesztő berendezés egyikének a pisztolya C alakú volt, amelyet 160 mm-es vagy 550 mm-es karra lehet felszerelni, a másik berendezéshez pedig 160 mm-es vagy 550 mm-es elektródával felszerelt X alakú pisztoly tartozott. A különböző pisztolytípusokat a 6.4. és a 6.5. ábra mutatja be. Mindkét hegesztő 7500 és 12000 A közötti árammal, 2 kHz frekvencián működött. Azonban míg a C alakú pisztolynál külső transzformátor szolgáltatja a hegesztéshez szükséges áramot, az X alakú pisztoly saját, beépített miniatürizált transzformátorral rendelkezik. Ez azt jelenti, hogy ennél a hegesztőnél az 50/60 Hz-es hálózati áram, nem pedig a sokkal nagyobb hegesztőáram halad végig a vezérlőegység és a pisztoly közötti vezetéken. Ennek jelentőségét az esettanulmány később tárgyalja.

6.4. ábra: A javítóműhely 160 mm-es karral ellátott, C alakú hegesztőpisztolya. A pisztoly testén (a munkavállaló keze alatt) található a dugattyú, amely az egyik elektródát a másikra szorítja. A hegesztőáramot a kép bal oldalán található vezetékek szállítják a vezérlőegységből



6.5. ábra: 550 mm-es elektródákkal felszerelt, X alakú hegesztőpisztoly. A két elektródát csipeszként szorítja össze a pisztoly testében található dugattyú (amit a munkavállaló a kezében tart), ami a hegesztőáramot szolgáltató transzformátort is tartalmazza



A javítóműhelyben található három indukciós hevítő eltérő teljesítményű volt: 1, 4 és 10 kW-os. A 1 kW-os hevítő 15 kHz-en, a 4 és 10 kW-os hevítők 17–40 kHz-en működnek. A 4 és a 10 kW-os hevítők frekvenciája változó, mivel automatikusan ki tudják igazítani a felhasznált áram frekvenciáját, hogy így biztosítsák a felhevített tárggyal fennálló maximális kapcsolódást.

A 1 kW-os hevítő egyetlen kézi egységből áll, amely önmaga tartalmazza a transzformátort és a hevítőelemet, és nem rendelkezik aktív hűtéssel (6.3. ábra). A 4 és 10 kW-os hevítő külön hálózati egységből és kézi hevítőelemből áll, rendelkezik aktív hűtőrendszerrel (6.6. ábra).

6.6. ábra: A 4 kW-os (balra) és 10 kW-os (jobbra) indukciós hevítőket a javítóműhelyben fém alkatrészek hevítésére használják. Ezekben az esetekben a transzformátor egy külön hálózati egységben (a kép bal oldalán) található, az elektromos és a hűtőfolyadék-ellátást biztosító vezetékek kötik össze a hálózati egységet a fűtőelemmel (minden esetben a munkavállaló tartja). A 6.3. ábrán látható 1 kW-os indukciós hevítő ezzel szemben sokkal egyszerűbb



6.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az autóipar egyik képviselői szervét foglalkoztatta, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv milyen hatással lesz tagjaira, amelyek között elektromos hegesztőket és hevítőkészülékeket szállító vállalkozások is vannak. Úgy találták, hogy a javítóműhelyekben használt tipikus ponthegeztők és indukciós hevítők olyan expozíciót okozhatnak a munkavállalóknál, amely meghaladja az elektromágneses terekről szóló irányelv 3. cikkének (2) bekezdésében megállapított vonatkozó beavatkozási szinteket. Ennek oka, hogy mind a ponthegeztő, mind pedig az indukciós hevítő erős áramot használ, és a munkavállalók ezeket az eszközöket használat során gyakran tartják a testük közelében, ahogyan az a 6.1., 6.4., 6.5. és 6.6. ábrán is látható.

A szervezet ezért egy szakértőt bízott meg, aki részt vett egy, az elektromágneses tereknek való munkahelyi expozícióra vonatkozó iránymutatás kidolgozására irányuló európai projektben. Sikerült elintézni, hogy a szakértő egy autóiipari szakiskolában értékeléseket végezhesen a javítóműhely berendezésein.

A szakértő izotróp (háromtengelyű) szondával végezte az előbbieken leírt hegesztők és hevítők körül az időben változó mágneses indukció méréseit (6.7. ábra). Az eszköz beépített elektromos szűrővel rendelkezik, amely százalékban adja meg a súlyozott csúcs módszerével elért eredményeket az időtartományban, ezzel lehetővé teszi az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott beavatkozási szintekkel (AL-értékekkel) való közvetlen összehasonlítást. Az eszköz beépített spektrumelemzővel is rendelkezett, amely lehetővé tette a hullámforma harmonikus tartalmának elemzését.

6.7. ábra: A javítóműhelyben található, C alakú pisztollyal és 160 mm-es karral felszerelt ponthegeesztő körül végzett mérések. Az X alakú pisztollyal ellátott hegesztő a háttérben látható



6.6. Az expozícióértékelés eredményei

A szakértő mérési eredményei az alábbi ábrákon és táblázatban láthatók. A méréseket minden esetben akkor végezték, amikor a hegesztő vagy a hevítő a javítóműhelyben végzett munkára jellemző módon volt használatban. A mérések célja annak megállapítása volt, hogy mekkora az egyes hegesztőpisztolyok és indukciós hevítők körül az a terület, ahol:

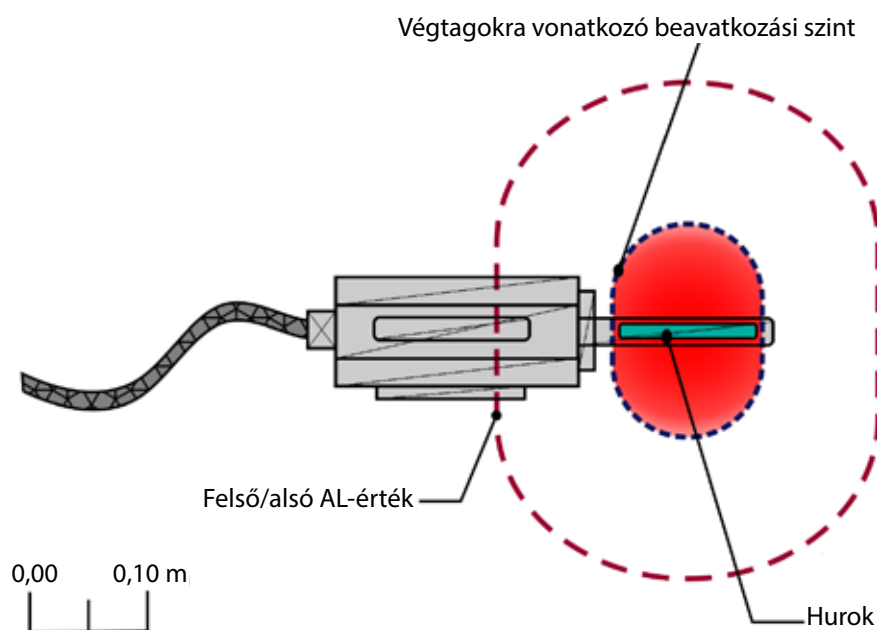
- túllépték az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott beavatkozási szinteket;
- a különösen veszélyeztetett munkavállalók biztonsága veszélybe kerülhet. Mindezt az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek összefüggésében értékelték (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

A ponthegesztők és indukciós hevítők 2 és 36 kHz közötti tartományban működnek. Ebben a frekvenciatartományban az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott alsó és felső AL-értékek megegyeznek. Ez alapján, ha a mágneses térerősség mérését a beavatkozási szint százalékában adják meg, az megfelel mind a felső, mind az alsó AL-érték százalékos arányának. Adott esetben a méréseket az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt, végtagokra vonatkozó beavatkozási szint százalékában is megadhatják.

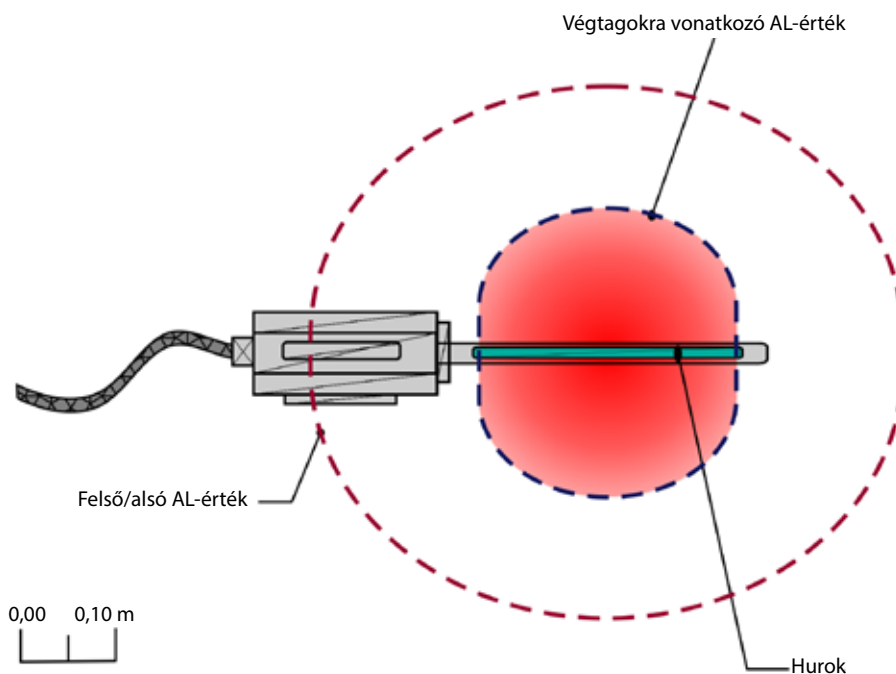
6.6.1. A javítóműhelyben használt ponthegesztők expozícióértékelésének eredményei

A 6.8–6.11. ábra az egyes hegesztőpisztolyok körüli terület kiterjedését mutatja be, ahol túllépték az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt, végtagokra vonatkozó felső vagy alsó AL-értékeket, vagy akár mindkettőt. A 6.11. ábra annak a területnek a kiterjedését is mutatja, ahol az 550 mm-es elektródákkal felszerelt X alakú hegesztőpisztoly körül túllépi az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. A pisztolyok körüli kontúrok minden esetben az adott szint 100%-át jelentik, ahol a kék a végtagokra vonatkozó AL-értéket, a piros a felső és alsó AL-értéket, a zöld pedig az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszinteket jelöli. A 6.1. táblázat ezenkívül azon területek kiterjedtségét is jelöli, ahol a C alakú hegesztőpisztoly vezetéke körül meghaladják a vonatkozó beavatkozási szinteket.

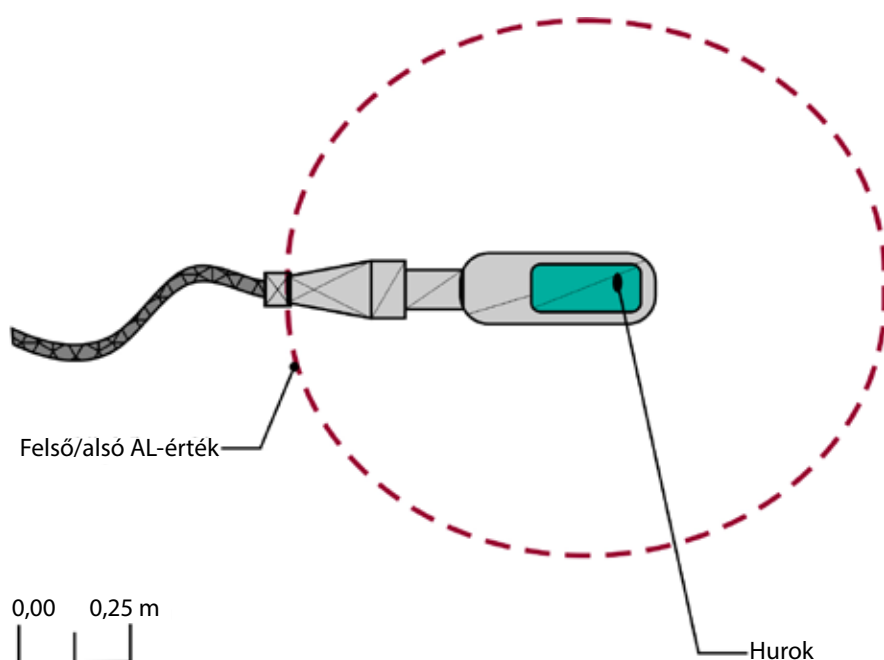
6.8. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül a C alakú, 160 mm-es karral felszerelt hegesztőpisztoly körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék) és a felső/alsó beavatkozási szinteket (piros)



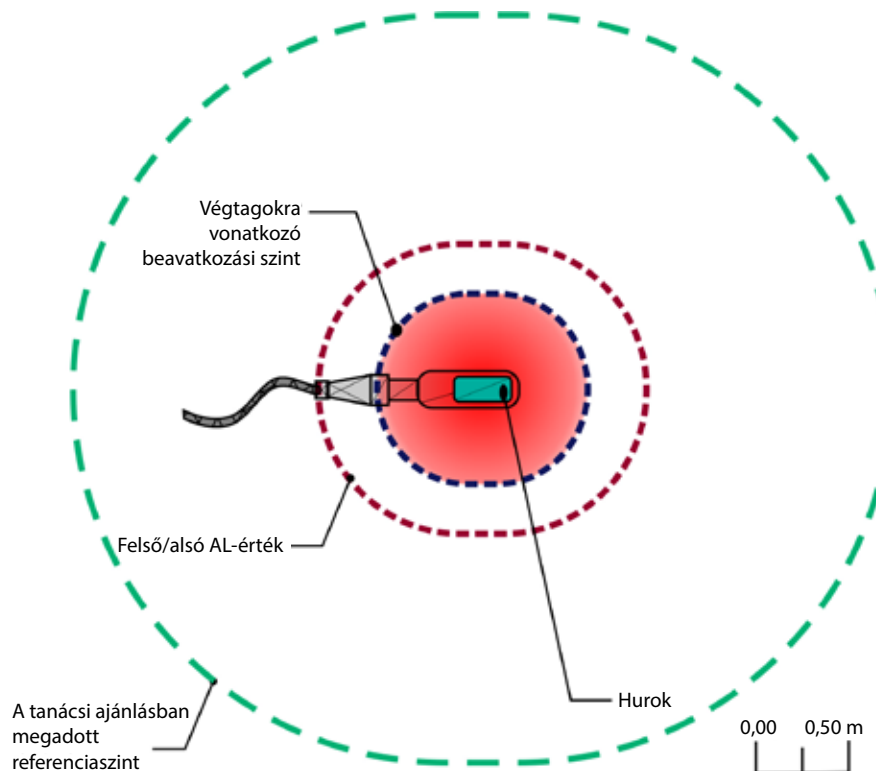
6.9. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül a C-alakú, 550 mm-es karral felszerelt hegesztőpisztoly körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék) és a felső/alsó beavatkozási szinteket (piros)



6.10. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül az C alakú, 160 mm-es elektródával felszerelt hegesztőpisztoly körül meghaladhatják a felső/alsó beavatkozási szinteket (piros)



6.11. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül az C alakú, 550 mm-es elektródával felszerelt hegesztőpisztoly körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék), a felső/alsó beavatkozási szinteket (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



6.1. táblázat: A C alakú hegesztőpisztoly és a vezérlőegység közötti vezetéken végzett mérések eredményei

Bilincs típusa	Áramerősség (A)	Felső/alsó beavatkozási szint %-a ¹ , a vezetéktől 10 cm-re	Felső/alsó beavatkozási szint %-a ¹ , a vezetéktől 12 cm-re	Végtagokra vonatkozó beavatkozási szint %-a ² , a vezetéktől 8 cm-re
160 mm C alakú	8000	180	100	100

¹ Mágneses indukció, felső/alsó beavatkozási szint 2 kHz-es frekvencia esetén: 150 μ T.

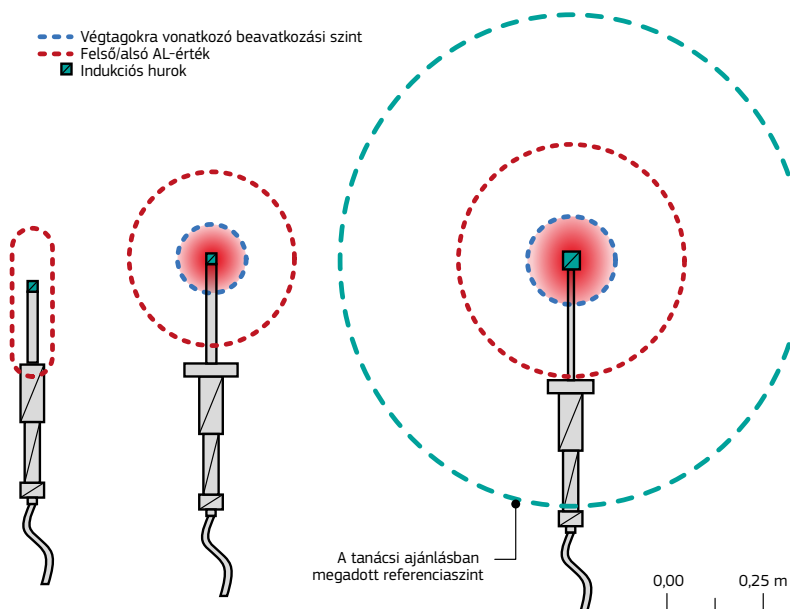
² Mágneses indukció, végtagra vonatkozó beavatkozási szint 2 kHz-es frekvencia esetén: 450 μ T.

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

6.6.2. A karosszéria javító-műhelyben használt indukciós hevítő expozícióértékelésének eredményei

A 6.12. ábrán láthatók a három indukciós hevítő fűtőelemei, az 1 kW-os hevítő a bal oldalon, a 4 kW-os hevítő középen, a 10 kW-os hevítő pedig a jobb oldalon. A fűtőelemek körüli kontúrok minden esetben az adott szint 100%-át jelentik, ahol a kék az elektromágneses terekről szóló irányelvben a végtagokra vonatkozó AL-értéket, a piros az elektromágneses terekről szóló irányelvben a felső és alsó AL-értékeket, a zöld pedig az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszinteket jelöli.

6.12. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyen belül a javítóműhelyben használt három (bal oldalon az 1 kW-os, középen a 4 kW-os, jobb oldalon pedig a 10 kW-os) indukciós hevítő körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék), a felső/alsó beavatkozási szinteket (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



6.7. Az expozícióértékelések megállapításai

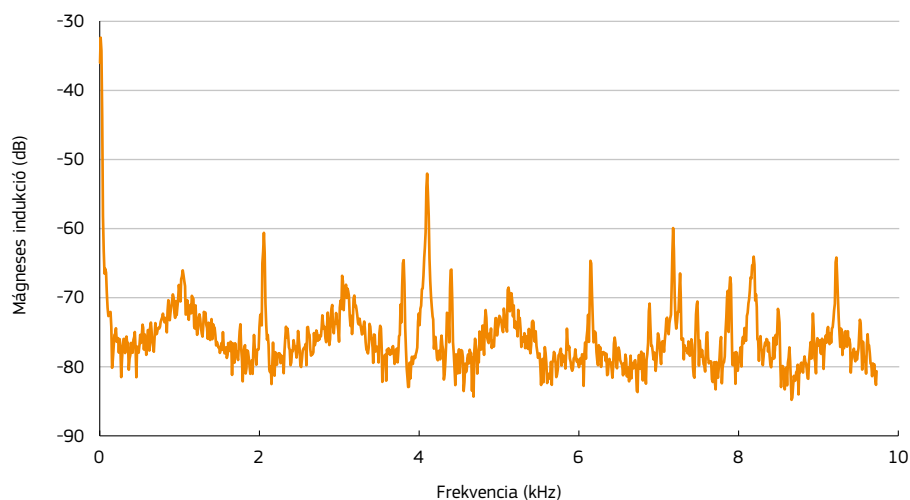
A pisztoly típusától függően a bilincstől mért 10 és 22 cm-es távolság között túllépték az elektromágneses terekről szóló irányelv szerinti, végtagokra vonatkozó AL-értéket, a bilincstől mért 20 és 32 cm-es távolság között pedig az elektromágneses terekről szóló irányelv szerinti felső és alsó AL-értéket lépték túl. Ahol történtek ilyen mérések, az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszinteket a bilincstől mért néhány méteres távolságig lépték túl.

A szakértő megjegyezte, hogy a C alakú hegesztőpisztoly tápkábele körül a végtagokra vonatkozó AL-értéket, valamint a felső és alsó AL-értéket egyaránt meghaladó mágneses tér alakult ki, míg az X alakú hegesztőpisztoly kábelére ez nem volt jellemző. A végtagokra vonatkozó AL-értéket valóban túllépték a vezetéktől mért 8 cm-es távolságon belül, a felső és alsó AL-értéket pedig a vezetéktől mért 12 cm-es távolságon belül lépték túl.

A szakértő ezt annak tulajdonította, hogy a C alakú pisztolynál a pisztoly vezetékei szállítják a hegesztőáramot a vezérlőegységtől a pisztolyig, míg az X alakú pisztolynál, mivel a transzformátor már eleve be van építve, a vezeték csupán az 50/60 Hz-es áramellátást biztosítja.

A szakértő megerősítette, hogy a javítóműhelyben használt ponthegeztők hegesztőáramának alapfrekvenciája 2 kHz volt, bár a teljes expozícióhoz több hullám is hozzájárult. Ennek igazolásához a 6.13. ábra mutatja, hogy milyen a színképmegoszlása annak a C alakú pisztollyal felszerelt, 160 mm-es hegesztőből származó hullámformának.

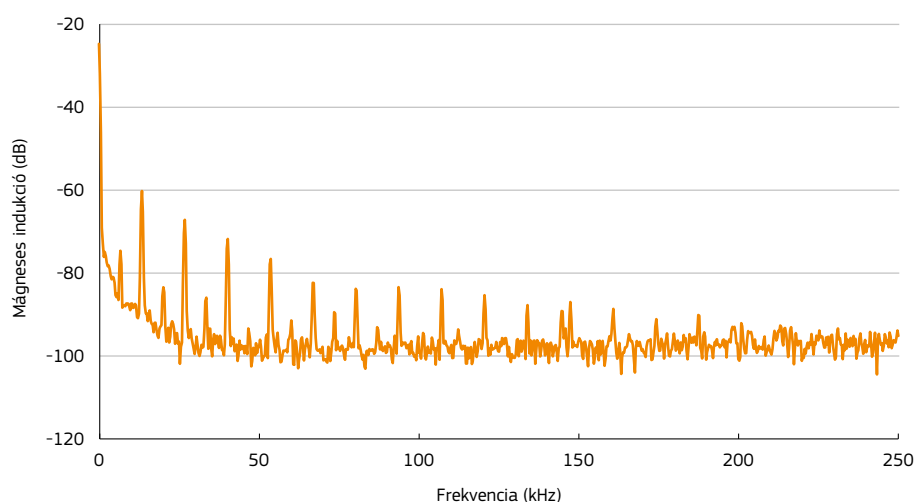
6.13. ábra: A C alakú, 160 mm-es pisztolytól származó hullámforma színeképmegoszlása



Az indukciós hevítőket illetően a hevítő teljesítményétől függően a végtagokra vonatkozó AL-értéket a fűtőelemtől a munkavállaló keze irányában mért 7 és 11 cm közötti távolságban, a felső és alsó AL-értékeket pedig a fűtőelem közepétől számított 13 és 18 cm közötti távolságban lépték túl.

A hevítők alaphérfvenciája változó. Az 1 kW-os hevítő alaphérfvenciája 15 kHz, a 4 kW-os és a 10 kW-os hevítők 36 kHz-es hérfvenciával működnék. A hegesztőkhez hasonlóan minden esetben több hullám is hozzájárult a teljes expozícióhoz. Ennek igazolásához a 6.14. ábra mutatja, hogy milyen a színeképmegoszlása az 1 kW-os indukciós hevítőtől származó hullámformának.

6.14. ábra: Az 1 kW-os indukciós hevítőtől származó hullámforma színeképmegoszlása



6.8. Kockázatértékelés

A mérési eredmények alapján a szakértő megállapította, hogy mivel a ponthegesztő-pisztolyokat kézben, a testhez közel tartják, a munkavállalók mágneses térnek való expozíciója valószínűleg túllépi az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott AL-értékeket, és vélhetően a vonatkozó expozíciós határértékeket is. A C alakú hegesztőpisztoly tápkábele körül végzett mérések szintén azt jelzik, hogy ezek a kábelek vélhetően akár a vonatkozó AL-szintet meghaladó expozíciót is okozhatnak.

A szakértő azt is megállapította, hogy a mágneses terek a hegesztőpisztolyoktól mért néhány méteres távolságon belül túllépték az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. A referenciaszinteket az expozíció közvetett hatásai által különösen veszélyeztetett személyekre vonatkozó átfogó indikátorként használják (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

Ami az indukciós hevítőket illeti, a szakértő megállapította, hogy az ezen eszközöket használó munkavállalók nincsenek az AL-értékeket meghaladó tereknek kitéve, ugyanis a fűtőelemek a hevítés során a kezüktől és testüktől kellő távolságban találhatók. Ennek ellenére a mágneses terek még így is elég erősek voltak ahhoz, hogy a 10 kW-os hevítőtől mért 0,5 m-es távolságon belül túllépjék az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. A szakértő ezért azt javasolta, hogy vegyék figyelembe a hevítők által generált mágneses tereknek való expozíció közvetett hatásai által különösen veszélyeztetett személyeket (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

E következtetések alapján és az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannak megfelelően a tanácsadó a ponthegesztők és indukciós hevítők használatához összeállított egy, az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelést. A cél annak meghatározása volt, hogy milyen lépéseket kell tenni azért, hogy megóvják a munkavállalókat az AL-értékeket meghaladó mágneses tereknek való expozíciótól. Az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelést a 6.2. táblázat tartalmazza.

6.9. Már érvényben lévő óvintézkedések

Nincs ilyen.

6.2. táblázat: Az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelés a javítóműhelyben használt kézi ponthegesztők és indukciós hevítők használatához

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kisebb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Az alacsony frekvencia közvetlen hatásai	Nincs ilyen. A kéz és a test hegesztés közben gyakran túl közel kerül a hegesztőbilincshez, hogy megtartsa a pisztoly súlyát	A műhelyben dolgozó munkavállalók	✓				✓		Alacsony	A hegesztési munka elvégzési módjának módosítása – a tehermentesítő hordozza a pisztoly súlyát, így a munkavállaló keze és teste nem kerül a hegesztőelektródák közvetlen közelébe
	Az indukciós hevítő fűtőelemét általában a testtől karnyújtásnyira tartják		✓				✓		Alacsony	A hegesztési munkánál használt szabványos működési eljárások Figyelmeztető jelek elhelyezése a hegesztőkön és hevítőkön Az elektromágneses terek okozta veszélyekről szóló képzés a gépkezelők részére
		Várandós munkavállalók	✓				✓		Alacsony	Várandós munkavállalók nem használhatják a hegesztőket/hevítőket, és ezen eszközök nem használhatók a közelükben
Az alacsony frekvencia közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökkel való interferencia)	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Alacsony	Aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a hegesztőket/hevítőket, és ezen eszközök nem használhatók a közelükben Az elektromágneses terek okozta veszélyekről szóló képzés a személyzet részére

6.10. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A kockázatértékelés eredményeképpen a vezető egyebek mellett a következő óvintézkedések végrehajtása mellett döntött:

- ahol csak lehetséges, olyan lépések megtétele, amelyekkel biztosítható, hogy a munkavállalók a ponthegesztő-pisztolytól a lehető legtávolabb tartsák a kezüket és testüket, és adott esetben az egyéb vezetékektől és tápkábelektől is. A vezető például tehermentesítőket alakított ki, amelyekről a ponthegesztő-pisztolyokat le lehet lógatni. Ez azt jelenti, hogy a munkavállalóknak már nem maguknak kell tartaniuk a pisztoly súlyát, következésképpen mindig állhatnak a pisztoly mögött, és a hegesztés során csupán a pisztoly hátulját kell tartaniuk a megfelelő irányítás céljából;
- erős mágneses térre vonatkozó figyelmeztetések, valamint az eszközöknek az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyek és egyéb, különösen veszélyeztetett munkavállalók, például várandós munkavállalók általi vagy jelenlétükben történő használatára vonatkozó tiltó jelzések elhelyezése a hegesztőkön és a hevítőkön. A javítóműhelyben használt hegesztőkön elhelyezett figyelmeztető táblákat a 6.15. ábra mutatja be;

6.15. ábra: Példák az erős mágneses terekre figyelmeztető kiírásra, valamint a hegesztőnek az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személy által vagy jelenlétében történő használatát tiltó kiírás



- a munkavállalók tájékoztatása egyebek mellett a kockázatértékelés eredményeiről;
- utasítani a munkavállalókat arra, hogyan tartsák expozíciójukat az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt AL-értékek alatt;
- megfelelő betanítási programmal biztosítani, hogy a többi munkavállaló is tisztában legyen a hegesztők és hevítők által okozott mágneses tér veszélyeivel;
- a kockázatértékelés rendszeres felülvizsgálata.

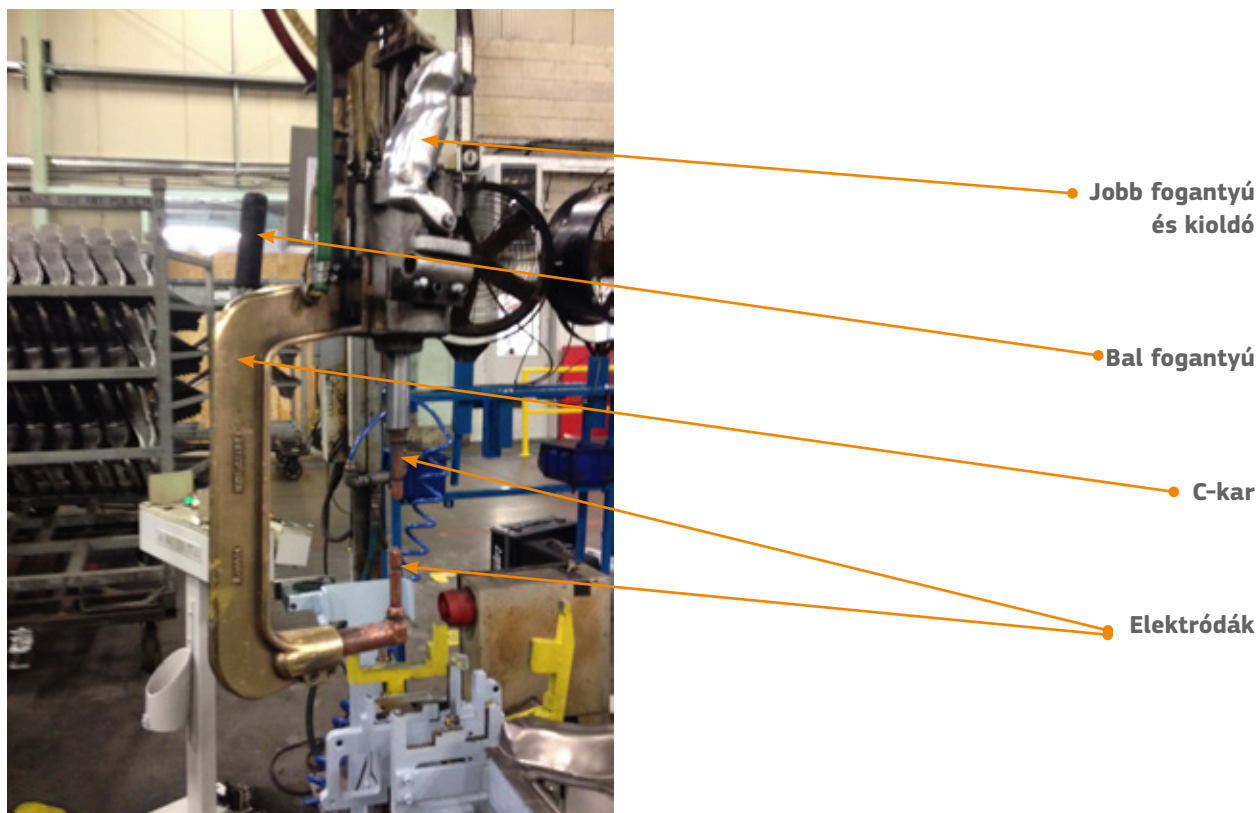
6.11. Ponthegesztők a gépjárműgyártásban

Bár a nemzetközi járműgyártók nem tekinthetők kis- vagy közepes vállalkozásnak, a ponthegesztés ebben az iparágban olyan jelentőségű, hogy a szerzők fontosnak tartották az esettanulmányban a szakértő által elvégzett, egy vezető gyártó által használt ponthegesztőkre vonatkozó értékelést feltüntetni.

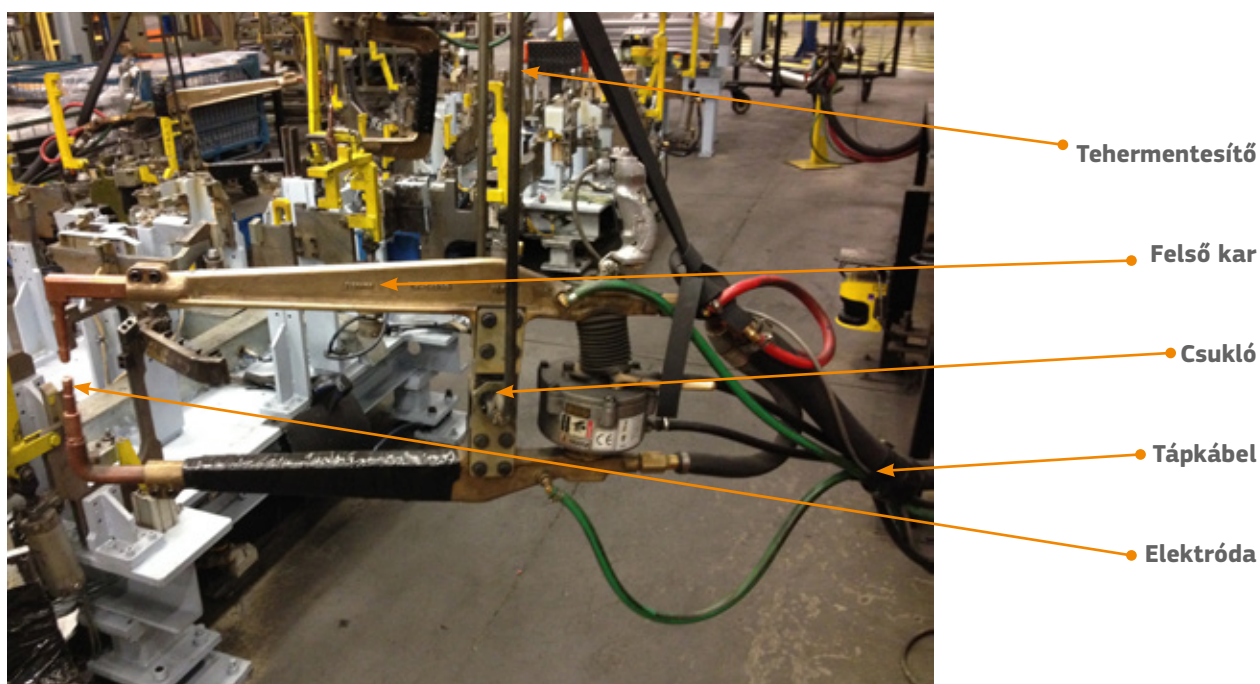
6.11.1. Gyári ponthegesztő értékelése

Három ponthegesztőn végeztek értékelést: egy C alakú, 400 mm-es karral felszerelt, egy X alakú, 130 mm-es elektródával felszerelt és egy X alakú, 700 mm-es elektródával felszerelt hegesztőpisztolyon. A két kisebb pisztoly 8400 A-en, a legnagyobb pedig 10200 A-en működik. Mindhárom pisztoly működési frekvenciája 50 Hz volt, az áramellátást külső transzformátor biztosította olyan vezetékkel, amelyek a mágneses térnek való expozíciót a minimálisra csökkentik. A 400 mm-es C alakú pisztoly, valamint a 700 mm-es X alakú pisztoly a 6.16. és a 6.17. ábrán látható.

6.16. ábra: A gyárban használt, 400 mm-es C alakú pisztoly. A bilincset a pisztoly felső részén található fogantyúkkal tartják megfelelő helyzetben, az egyik fogantyú a kép jobb felső részén látható (polírozott króm alkatrész). Ez jelzi, hogy a bilincshez képest hol tartózkodik a gépkezelő a hegesztés során



6.17. ábra: A gyárban használt, 700 mm-es X alakú pisztoly. Bár a pisztolyt tehermentesítőre függesztették fel, a pisztoly mérete következtében a munkavállalók rendszerint az elektródákhoz közel tartózkodtak, hogy irányítani és a megfelelő pozícióban tudják azokat tartani



A hegesztőpisztolyok körül izotróp (háromtengelyű) szondával végezték az időben változó mágneses indukció mérését. Az eszköz beépített elektromos szűrővel rendelkezik, amely százalékban adja meg a súlyozott csúcs módszerével elért eredményeket az időtartományban, ezzel lehetővé teszi az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott AL-értékekkel való közvetlen összehasonlítást. Az eszköz beépített spektrumanalizátorral is rendelkezik, amely lehetővé tette a hullámforma harmonikus tartalmának elemzését.

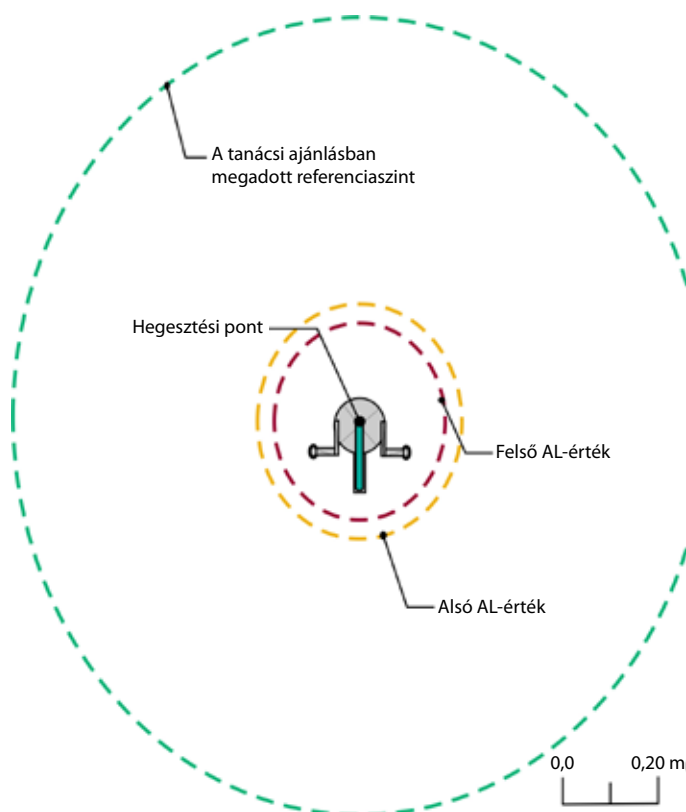
A hegesztők 50 Hz-en üzemeltek. Ezen a frekvencián az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott alsó és felső AL-értékek jelentősen különböznek. Így a pisztolyok körül mért mágneses térerősséget mind a felső, mind az alsó AL-értékek százalékában feltüntették.

6.11.2. A gyári ponthegesztőre vonatkozó mérési eredmények

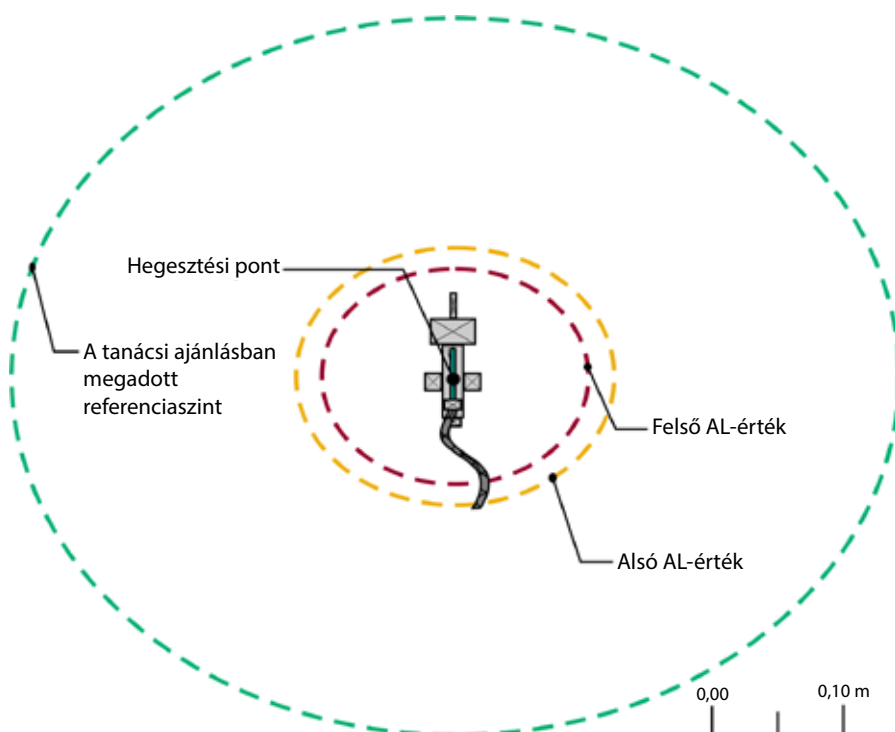
A mérési eredmények az alábbi ábrákon és táblázatban láthatók. A méréseket minden esetben akkor végezték, amikor a hegesztő a végzett munkára jellemző módon volt használatban.

A 6.18–6.20. ábra az egyes hegesztőpisztolyok körüli terület kiterjedését mutatja be, ahol túllépték az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt felső és alsó AL-értékeket, valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket. A pisztolyok körüli kontúrok minden esetben az adott szint 100%-át jelentik, ahol a sárga az elektromágneses terekről szóló irányelvben a felső AL-értéket, a piros az elektromágneses terekről szóló irányelvben az alsó AL-értékeket, a zöld pedig az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszinteket jelöli. Ezek az ábrák a 6.3. táblázat tartalmazza az X alakú hegesztőpisztoly tápkábele körül mért értékeket.

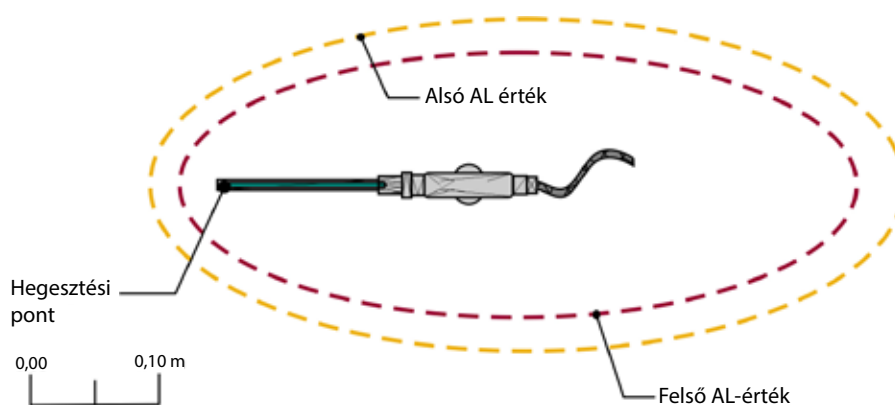
6.18. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül C alakú 400 mm-es gyári hegesztőpisztoly körül meghaladhatják az alsó beavatkozási szintet (sárga), a felső beavatkozási szintet (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



6.19. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül az X alakú 130 mm-es gyári hegesztőpisztoly körül meghaladhatják az alsó beavatkozási szintet (sárga), a felső beavatkozási szintet (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



6.20. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül az X alakú 700 mm-es gyári ponthegeesztő körül meghaladhatják az alsó beavatkozási szintet (sárga) és a felső beavatkozási szintet (piros). Ebben az esetben a kontúrok a pisztoly mögötti területre is kiterjednek, mivel a pisztoly hátsó részénél a vezetékek is teret gerjesztenek



6.3. táblázat: A X alakú hegesztőpisztoly és a felső transzformátor közötti vezetéken végzett mérések eredményei

Bilincs típusa	Áramerősség (A)	Alsó beavatkozási szint %-a ¹ , a vezetéktől 10 cm-re
130 mm-es X alakú	8400	12

¹ Mágneses indukció alsó beavatkozási szintnél a 25 és 300 Hz közötti frekvenciatartományban: 1000 μ T.

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

6.11.3. A gyári ponthegeztő mérési eredményei az AL-értékek összefüggésében

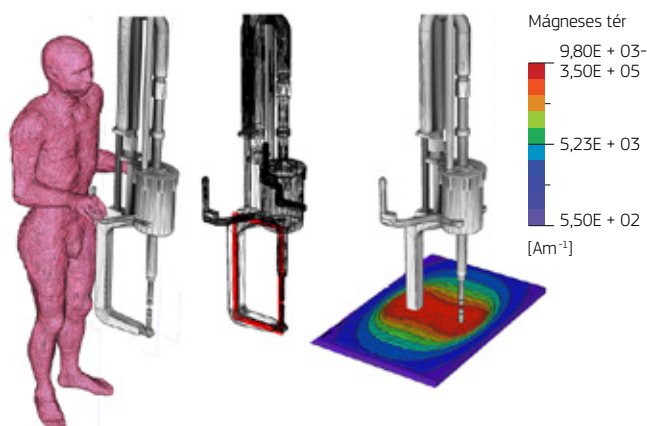
Az alsó AL-értéket a pisztolytól mért 37 és 147 cm, a felső AL-értéket pedig a pisztolytól mért 27 és 125 cm közötti távolságon lépték túl. Meg kell jegyezni, hogy az X alakú 700 mm-es pisztoly körüli, az AL-értéket meghaladó terület (6.20. ábra) mérete nem csupán az elektródákból, hanem a pisztoly hátuljához csatlakozó vezetékekből is következik. Ezen túlmenően a mágneses terek az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket a hegesztőpisztolyoktól mért több méternyi távolságon belül lépték túl (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét). A pisztoly tápkábeleit úgy alakították ki, hogy ezzel minimálisra csökkentsék a mágneses tereknek való expozíciót, ennek következtében a kábelekből adódó expozíció lényegesen az alsó AL-érték alatt volt, ahogyan az a 6.3. táblázatnál is látszik.

6.11.4. A gyári ponthegeztő mérési eredményei az expozíciós határértékek összefüggésében

Az eredmények azt jelezték, hogy a munkavállalók valószínűleg a vonatkozó AL-értékeket jelentősen meghaladó expozíciónak vannak kitéve, mivel a pisztolytól 10–20 cm-re tartózkodnak. Azonban bár a munkáltató ezen esettanulmány 6.10. szakaszában foglalt intézkedések nagy részét bevezette, a munkavállalók nem minden esetben tudják elhagyni az AL-értékeket túllépő területeket. Az elektromágneses terekről szóló irányelv 4. cikkének (3) bekezdésével összhangban a tanácsadó ezért számítógépes modellezéssel határozta meg, hogy a vonatkozó expozíciós határértékeket valóban túllépték-e.

A szakértő a mérései és megfigyelései alapján létrehozta a 400 mm-es C alakú pisztoly modelljét. Ezt a modellt később arra használták fel, hogy kiszámítsák a pisztoly körüli területeken a mágneses tereket, beleértve a munkavállaló által elfoglalt területet is, ezzel később egészítették ki a modellt. A 6.21. ábra a pisztoly és a munkavállaló végleges modelljét mutatja, az áramhurokot (pirossal jelölve) is tartalmazó pisztolymodellel együtt, amelyet a kiválasztott x-y síkban a mágneses tér gerjesztésének és a kiszámított mágneses térerősségnek a szimulációjára használtak.

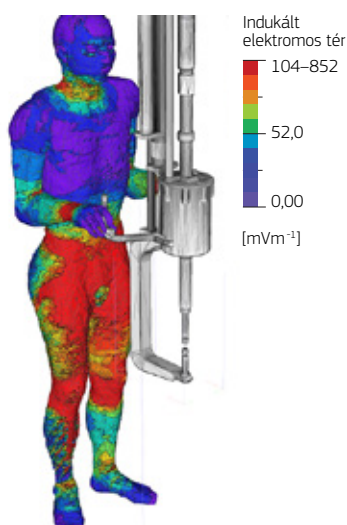
6.21. ábra: A 400 mm-es C alakú hegesztőpisztoly és az azt működtető munkavállaló modellje (balra), a mágneses térért felelős áramhurok (C-kar, pirossal) (középen), és a pisztoly körüli mágneses tér, működés közben (jobbra)



Amint elkészült a pisztoly és a munkavállaló modellezése, a testben indukált belső elektromos terekre vonatkozó numerikus számításokra került sor. E számítások eredményeit a 6.22. ábra tartalmazza, amelyek alapjául az a helyzet szolgál, amikor a test a hegesztőpisztoly karjától 15 cm-re helyezkedik el. Piros szín jelzi a viszonylag nagy erősségű elektromos teret, míg a lila szín az alacsony értéket jelöli. Látható, hogy a tér túlnyomórészt a gépkezelő deréktáján és a láb felső részén nyelődik el, ezek esnek ugyanis legközelebb az áramhurokhoz.

15 cm-es távolságnál a vonatkozó expozíciós határértékeket nem lépték túl, így további számításokat végeztek azon távolságok meghatározása érdekében, amelyeknél túlléphetik az expozíciós határértékeket. E további számítások eredményei a 6.4. táblázatban szerepelnek.

6.22. ábra: A maximális indukált elektromos tér térbeli eloszlása humán modellen, a 400 mm-es C alakú pisztoly által gerjesztett mágneses térnek való expozíció esetén



6.4. táblázat: A maximális elektromos térerősség a vonatkozó expozíciós határértékek arányában megadva

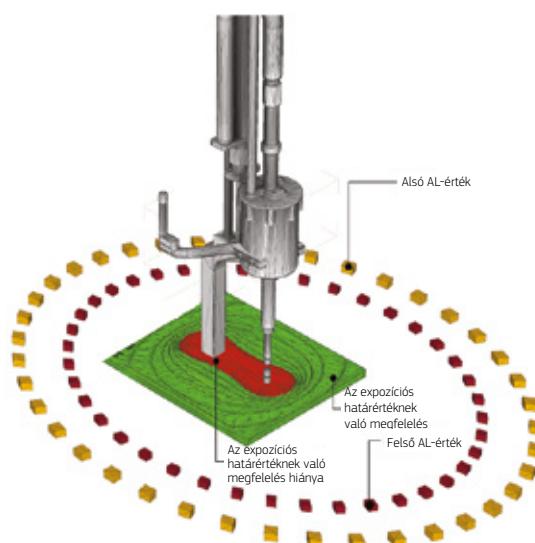
A testtörzs és a pisztoly közötti távolság (cm)	15	7	4
A testben indukált maximális elektromos térerősség (mVm^{-1})	287	611	811
Az egészségügyi expozíciós határértékek százalékos aránya (%)¹	37	79	104
A központi idegrendszerben indukált maximális elektromos térerősség (mVm^{-1})	52	84	92
Az érzékelési expozíciós határérték százalékos aránya (%)²	53	85	93

¹ 50 Hz-es frekvencia esetén az egészségügyi expozíciós határérték 778 mVm^{-1} (rms).

² 50 Hz-es frekvencia esetén az érzékelési expozíciós határérték 99 mVm^{-1} (rms).

A 6.4. táblázat azt az esetet mutatja, amikor a munkavállaló a pisztolyt a testtől 15 cm-re működteti, ekkor a maximális indukált térerősség 287 mVm^{-1} , ami az egészségügyi expozíciós határérték 37%-ának felel meg. A központi idegrendszer fejben található szövetei esetén az indukált elektromos tér maximális értéke 52 mVm^{-1} , ami az érzékelési expozíciós határérték 53%-ának felel meg. Az eredmények azt mutatják, hogy az egészségügyi expozíciós határértéket ténylegesen csak akkor lépik túl, amikor a test és a pisztoly közötti távolság körülbelül 4 cm-re csökken. Ez azt jelenti, hogy bár a munkavállalók ki vannak téve az AL-értékeket meghaladó mágneses tereknek, az indukált belső elektromos terek nem haladják meg az expozíciós határértékeket. A 6.23. ábrán látható azon területek méretbeli különbsége, ahol túllépik az AL-értékeket, összevetve azon terület méretével, ahol a munkavállaló ténylegesen túllépi az egészségügyi expozíciós határértékeket.

6.23. ábra: A 400 mm-es C alakú pisztoly körüli terület vizuális megjelenítése, ahol túlléphetik az egészségügyi expozíciós határértékeket (piros terület a zöld területen belül), a 6.18. ábráról átvett felső és alsó beavatkozási szintek kontúrjaival együtt (piros, illetve sárga)



Összegezve: ebben az esetben úgy tűnik, hogy az AL-értékek konzervatívan jelzik előre a túlexpozíciót, valamint hogy az expozíciós helyzet ténylegesen megfelel az elektromágneses terekről szóló irányelvnek.

7. HEGESZTÉS

7.1. Munkahely

Ez az esettanulmány egy fémmegmunkáló műhelyre vonatkozik, ahol többféle ellenállás-hegesztőt használnak.

7.2. A munka jellege

A munkavállalók a huzalok és fémlamezek hegesztéséhez ponthegesztőket és varrathegesztőket használnak. A műhelyben ezekből a gépekből több darab is található.

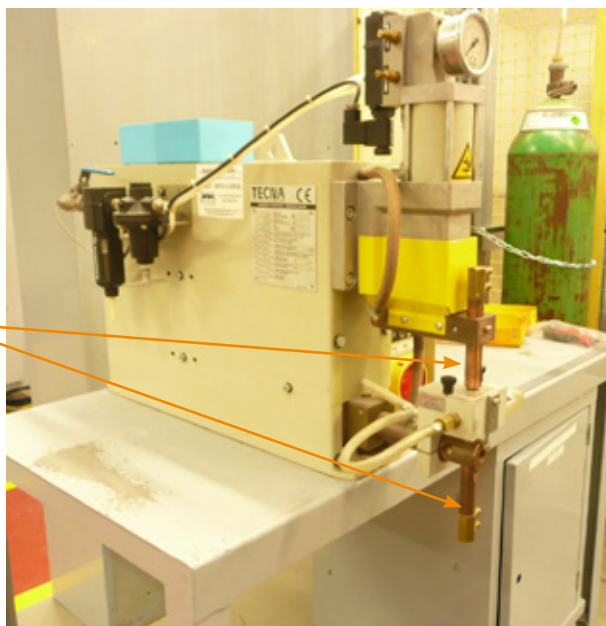
7.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésekre vonatkozó információ

Az ellenállás-hegesztő két elektródából áll, amelyek a hegesztendő alkatrész felett összezáródnak. Az áram áthalad az elektródákon és az elemeken, a hegesztéshez szükséges hő az egyes elemek elektromos ellenállása fejleszti. A berendezés beállításait úgy választják ki, hogy azok megfeleljenek a hegesztendő elemek tulajdonságainak.

7.3.1. Ponthegesztő

A ponthegesztő két kisméretű, hengeres elektródából áll, amelyek összenyomják az elemeket, és erős áram alkalmazásával ponthegesztést hajtanak végre. A vállalat kétféle ponthegesztőt használ: asztali és hordozható felfüggesztett ponthegesztőt.

Az asztali ponthegesztőt (7.1. ábra) rendszeresen használják rozsdamentes acélból készült 1,2 mm-es sebészeti drótok hegesztésére. A berendezést asztali használatra tervezték, ahol a gépkezelő a berendezéssel szemben helyezkedik el. Általában a maximális rendelkezésre álló áram (3500 A) 19%-án működik, ami 665 A-nak felel meg, a hálózati frekvencia 50 Hz. A hordozható felfüggesztett ponthegesztőt (7.2. ábra) fémlamezek összehegesztésére használják. A hegesztő elektróda-karokból áll, amelyek csipeszként mozogva fogják rá az elektróda hegyét a munkadarabra. Jellemzően 7000 A-en üzemel, 2 kHz-es hálózati frekvenciával.

7.1. ábra: Asztali ponthegesztő**Hegesztő-elektrodák****7.2. ábra: Hordozható felfüggesztett ponthegesztő**

7.3.2. Varrathegesztő

A varrathegesztőt fémdarabok összehegesztésére használják. Az elektródák korong alakúak, és forognak, miközben az anyag áthalad közöttük, ami annyit jelent, hogy a hegesztővarrat fokozatosan jön létre. A berendezés jellemzően 7000 A-en üzemel, 50 Hz-es hálózati frekvenciával (7.3. ábra).

7.3. ábra: Varrathegesztő elől- és oldalnézete



7.4. Hogyan használják az alkalmazást?

A hegesztőgépek kezelői hegesztéskor jellemzően a gép mellett állnak vagy ülnek, a géphez a kezük van a legközelebb. Az asztali ponthegesztő és a varrathegesztő használatakor a gépkezelő tartja meg a hegesztett anyagot, tehát a keze a hegesztőelektrodáktól akár mindössze 10 cm-es távolságban is lehet. A hordozható felfüggesztett ponthegesztő használatakor a hegesztendő anyagot rögzítik, a gépkezelő pedig a ponthegesztőhöz közel áll, hogy azt a helyén tartsa. A hegesztőgépek a fém alkatrészek gyártásában használt egyéb gépekkel és eszközökkel együtt találhatók meg a műhelyben.

7.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

A vállalat minden egyes berendezés esetében megvizsgálta a gyártó által nyújtott termékadatokat. Egyes gépkönyvekben utaltak arra, hogy a berendezés mágneses teret gerjeszthet, ami veszélyt jelent a szívritmus-szabályozót viselő személyek számára. A vállalat azonban az elektromágneses terekről szóló irányelv szerinti beavatkozási szintek összefüggésében nem talált e veszély mértékére (azaz, hogy a berendezéstől milyen távolságig áll fenn ez a veszély) vagy a mágneses terek szintjére vonatkozó információt. Néhány régebbi berendezésnél a vállalat egyáltalán nem talált gyártói termékadatokat.

A hegesztő berendezés a műhelyben található, ahová a munkavállalók nagy része, valamint a külsős vállalkozók és látogatók is beléphetnek. Ezért a vállalat úgy döntött, hogy tovább vizsgálja a kockázatokat. További gyártói információ hiányában a vállalat szakértőt bízott meg az értékelés elvégzésével.

Három eltérő típusú ellenállás-hegesztőt választottak ki a további értékeléshez, mivel az eredmények jól utalhatnak a műhelyben található hasonló berendezésekkel kapcsolatos egyéb veszélyekre. A tanácsadó beépített elektromos szűrővel ellátott műszerrel mérte a berendezés körül a mágneses indukciót, amely százalékban adja meg a súlyozott csúcs módszerével elért eredményeket az időtartományban, ezzel lehetővé téve az AL-értékekkel való közvetlen összehasonlítást.

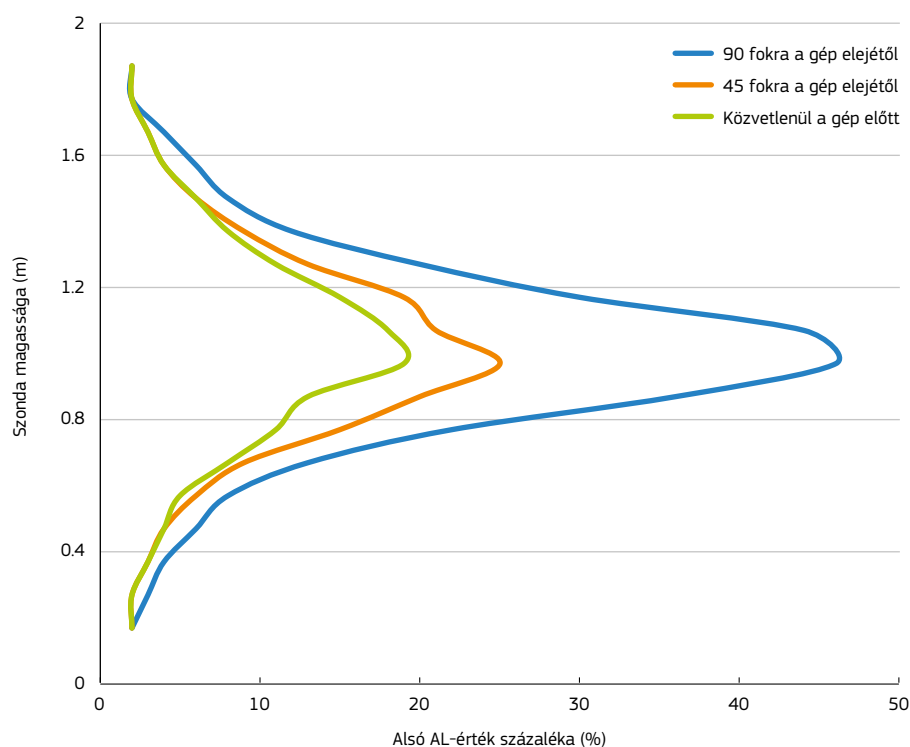
7.6. Az expozícióértékelés eredményei

7.6.1. Asztali ponthegeesztő

A szakértő munka közben figyelte meg az asztali ponthegeesztő gépkezelőjét. Megállapította, hogy hegesztés során a gépkezelő feje és törzse legalább 30 cm-re volt az elektródáktól, és hogy a gépkezelő tartózkodhat a berendezés oldalánál is, nem pedig közvetlenül előtte. Ezért az elektródáktól 30 cm-re három pozícióban végzett méréseket; közvetlenül az elektródákkal szemben, az elektródákkal szemben, 45°-os szögben (balra) és az elektródákkal szemben, 90°-os szögben (balra). A méréseket minden pozícióban több magasságban is elvégezte.

Megállapítást nyert, hogy a mágneses indukció egyik lehetséges gépkezelői pozícióban sem haladta meg az alsó AL-érték 50%-át (7.4. ábra).

7.4. ábra: Mágneses indukció az alsó beavatkozási szint százalékában megadva, a gépkezelői pozícióban (az elektródáktól 30 cm-re), adott magasságban mérve



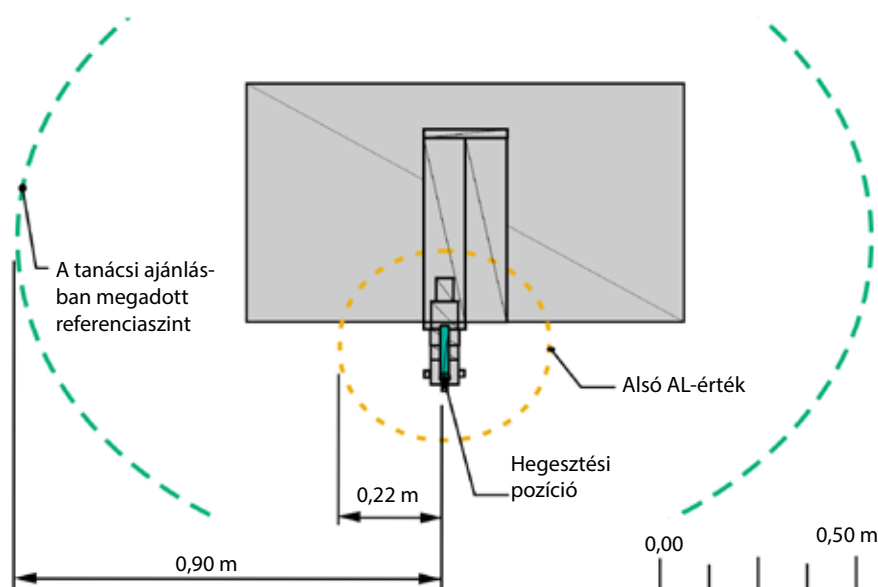
MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-érték közvetlen százalékában adták meg.

A pozíció, amelyben a mágneses indukció megegyezett az alsó AL-értékkel, körülbelül 22 cm-re volt az elektródáktól, és abban a magasságban, ahol az elektródák összefutnak. A 7.5. ábra mutatja azt a területet, ahol az alsó AL-értéket túlléphetik.

A megfigyelések szerint a gépkezelő keze hegesztés közben legalább 10 cm-re van az elektródáktól. Ebben a pozícióban a mágneses indukció a végtagokra vonatkozó AL-értéknek kevesebb mint 8%-a volt.

A szakértő a méréseket a berendezés körül számos egyéb pozícióban is elvégezte, és az eredményeket összevetette az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekkel. Ezeket a szinteket a különösen veszélyeztetett munkavállalók expozíciójának átfogó jelzéseként is lehet használni (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét). Megállapítást nyert, hogy az elektródáktól mért 1 m-es távolságon belül túlléphetik a referenciaszinteket. Ez a terület a 7.5. ábrán látható, zöld kontúr jelzi.

7.5. ábra: Az alsó beavatkozási szintet (sárga), valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld) az asztali ponthegeztő körül esetleg meghaladó területek körvonalának felülnézeti ábrázolása

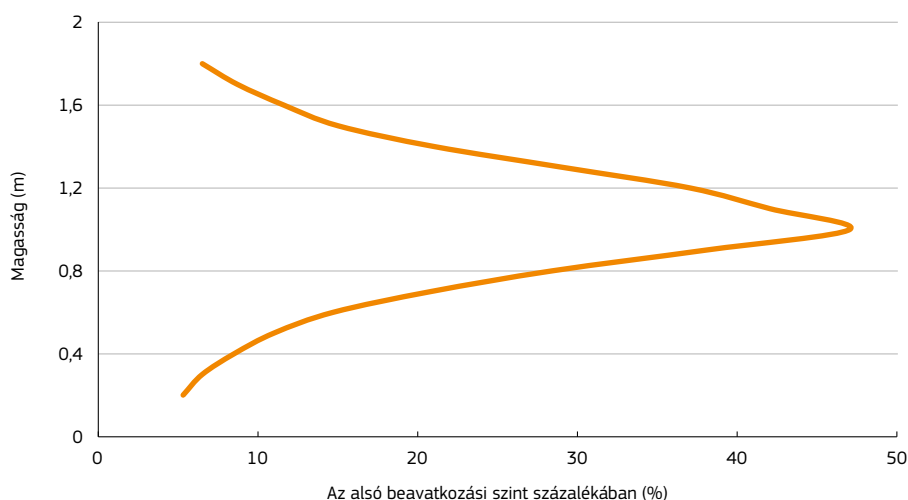


7.6.2. Hordozható felfüggesztett ponthegeztő

A hegesztés során a gépkezelő tartja a ponthegeztőt a helyén. Az elektródakarok hossza (75 cm) miatt a gépkezelő az elektróda végétől körülbelül 1 m-re tartózkodik. A mérésekre ebben a pozícióban, eltérő magasságokban került sor.

A legnagyobb mérési eredményt abban a magasságban mérték, ahol az elektródák összefutnak (ez az értékelés során a talajtól 1 m-re volt). Megállapítást nyert, hogy a mágneses indukció a gépkezelői pozícióban nem haladta meg az AL-értékek 50%-át (7.6. ábra).

7.6. ábra: Mágneses indukció a felső és az alsó beavatkozási szint százalékában megadva, a gépkezelői pozícióban (az elektróda végétől 1 m-re), adott magasságban mérve



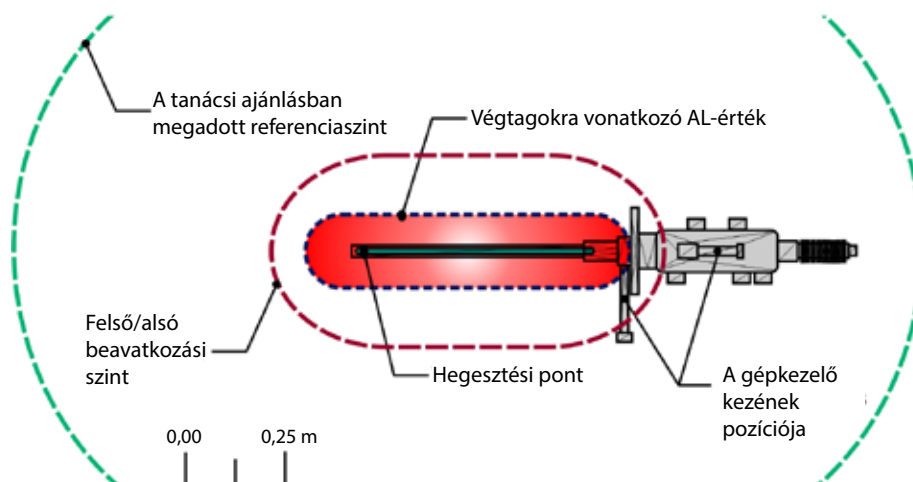
MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

A gépkezelő kezének pozíciójából is készültek mérések (7.2. ábra). Ebben a pozícióban a mágneses indukció a végtagokra vonatkozó AL-érték 88%-a volt.

A szakértő a méréseket a berendezés körül számos egyéb pozícióban is elvégezte, és az eredményeket összevetette az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekkel. Megállapítást nyert, hogy a berendezéstől mért legfeljebb 1,3 m-es távolságon belül túlléphetik a referenciaszinteket.

A 7.7. ábra: tartalmazza azokat a területeket, ahol túlléphetik a végtagokra vonatkozó AL-értékeket, a felső és alsó AL-értékeket, valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket, ezeket kék, piros illetve zöld kontúr jelöli.

7.7. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyen belül a hordozható felfüggesztett ponthegeesztő körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék), a felső és alsó beavatkozási szintet (piros) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)

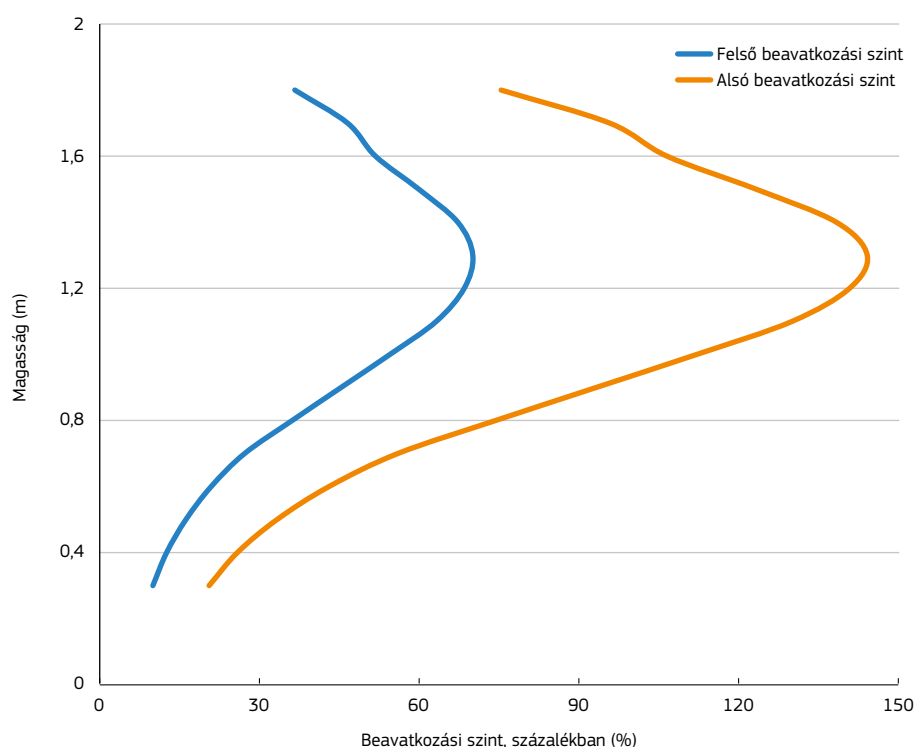


7.6.3. Varrathegesztő

Hegesztés közben a gépkezelő a berendezés egyik oldalán áll, feje és törzse az elektródák középpontjától legalább 50 cm-re helyezkedik el. A mérésekre ebben a pozícióban, eltérő magasságokban került sor.

A legnagyobb mérési eredményt abban a magasságban mérték, ahol az elektródák összefutnak (a talajtól 130 cm-re). Ebben a pozícióban nem lépték túl a felső AL-értéket, a mért mágneses indukció azonban az alsó AL-értéknek körülbelül 140%-a volt (7.8. ábra).

7.8. ábra: Mágneses indukció a felső és az alsó beavatkozási szint százalékában megadva, a gépkezelői pozícióban (az elektródáktól 50 cm-re, oldalirányban), adott magasságban mérve



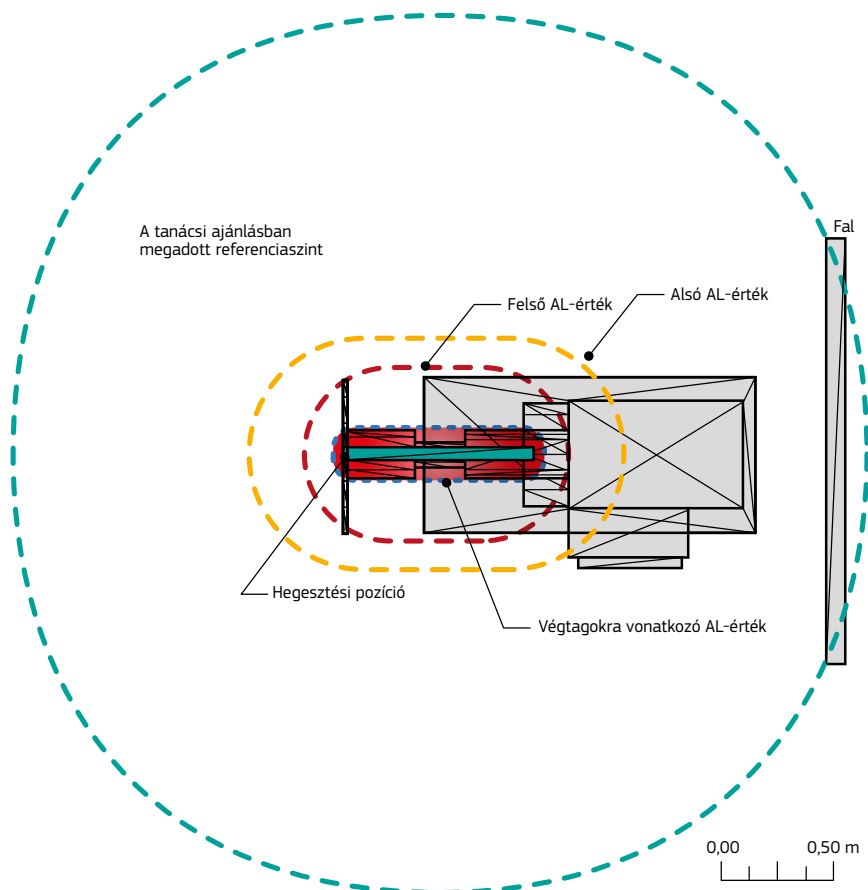
MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

A mérésekre abban a pozícióban került sor, ahol a gépkezelő keze az elektródákhoz legközelebb helyezkedik el (a hegesztési ponttól körülbelül 10 cm-re). Ebben a pozícióban a mágneses indukció a végtagokra vonatkozó AL-érték kevesebb mint 67 %-a volt. Megállapítást nyert azonban, hogy ezt az AL-értéket túlléphetik, ha a végtagok a hegesztőelektródák mögött, nem pedig azok mellett helyezkednek el.

A ponthegesztőhöz hasonlóan a szakértő a berendezés körül számos egyéb pozícióban is elvégezte a méréseket, és az eredményeket összevetette az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekkel. Megállapítást nyert, hogy az elektródáktól mért 2,45 m-es távolságon belül túlléphetik a referenciaszinteket.

A 7.9. ábra mutatja be azokat a területeket, ahol túlléphetik a végtagokra vonatkozó AL-értékeket, a felső és alsó AL-értékeket, valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket.

7.9. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül a varrathegesztő körül meghaladhatják a végtagokra vonatkozó beavatkozási szintet (kék), a felső beavatkozási szintet (piros), az alsó beavatkozási szintet (sárga) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket (zöld)



7.7. Kockázatértékelés

A vállalat elvégezte a hegesztő berendezések elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelését, amelynek alapjául a gépkönyvek és a szakértő által végzett mérések szolgáltak (7.1., 7.2. és 7.3. táblázat). Ez összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés az alábbiakat állapította meg:

- a jellemző gépkezelői pozícióban nem lépik túl sem a felső AL-értéket, sem a végtagokra vonatkozó AL-értéket;
- a varrathegesztő használatakor a gépkezelői pozícióban túlléphetik az alsó AL-értéket;
- az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket minden hegesztőgép körül túlléphetik.

A vállalat a kockázatértékelés alapján cselekvési tervet dolgozott ki és dokumentált.

7.1. táblázat: Az asztali ponthegeesztő elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: Az elektródáktól számított legfeljebb 22 cm-es távolságon belül túlléphetik az alsó beavatkozási szintet Az elektródáktól számított legfeljebb 1 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	A gépkezelő jellemzően az elektródától több mint 30 cm-re helyezkedik el, ez azt jelenti, hogy a gépkezelői pozícióban nem léphetik túl az alsó beavatkozási szintet	Gépkezelők Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	A gépkezelők és a műhelyben dolgozó egyéb munkavállalók részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani Figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen A padlóra felfestett vonallal kell jelezni azt a területet, ahol túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket A várandós munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostech-nikai eszközökre gyakorolt hatás): Az elektródáktól számított legfeljebb 1 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Alacsony	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatásban figyelmeztetés elhelyezése Figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen Az aktív beültethető orvostech-nikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van

7.2. táblázat: A hordozható felfüggesztett pontheesztő elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai: Az elektródakaroktól számított legfeljebb 33 cm-es távolságon belül túlléphetik a felső és alsó beavatkozási szintet A berendezéstől számított legfeljebb 1,3 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs ilyen. Azonban azonosították azt a területet, ahol a felső és alsó beavatkozási szinteket túllépi	Gépkezelők Egyéb munkavállalók Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	A gépkezelők és a műhelyben dolgozó egyéb munkavállalók részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani Figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen A padlóra felfestett demarkációs vonallal kell jelezni azt a területet, ahol túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket A várandós munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van
Elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás): Az elektródáktól számított legfeljebb 1,3 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Alacsony	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatásban figyelmeztetés elhelyezése Figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen Az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van

7.3. táblázat: A varrathegesztő elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség	A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen		
						Lehetséges		
						Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai:	Nincs	Gépkezelők	✓				✓	Alacsony
A gépkezelői pozícióban túllépik az alsó AL-értéket		Egyéb munkavállalók						A gépkezelők és egyéb munkavállalók részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani, különösen a lehetséges érzékelési hatásokat és az ilyen hatások bejelentésének fontosságát illetően
Az elektródáktól számított legfeljebb 2,45 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket		Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)						Figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen
								A padlóra felfestett demarkációs vonallal kell jelezni azt a területet, amelyen belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket
								A várandós munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van
Elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás):	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓		Alacsony
Az elektródáktól számított legfeljebb 2,45 m-es távolságon belül túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket								A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás
								Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatóban figyelmeztetés elhelyezése
								Figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen
								Az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat, ha a berendezés működésben van

7.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

A szakértő által végzett mérési értékelés előtt nem volt érvényben az elektromágneses térnek való expozíció korlátozását célzó óvintézkedés.

7.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A mérési értékelés eredményeként és a készülékkel kapcsolatos veszélyek kiértékelését követően a vállalat cselekvési tervet dolgozott ki és dokumentált, valamint a következő óvintézkedések mellett döntött:

- tájékoztatni kell a munkavállalókat az elektromágneses tereknek a hegesztő berendezéssel kapcsolatos veszélyeiről;
- a padlóra felfestett demarkációs vonallal kell jelezni azt a területet, ahol túlléphetik az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket;
- várandós munkavállalók és aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő munkavállalók nem használhatják a hegesztő berendezést, és nem léphetik át a demarkációs vonalat;
- erős mágneses térre vonatkozó figyelmeztetések, valamint az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre vonatkozó tiltó jelzések elhelyezése a hegesztő berendezésen (7.10. ábra);
- megfelelő üzemi felkészítő programmal és az alvállalkozókkal való kapcsolattartással biztosítani, hogy a műhelybe belépő személyek tisztában legyenek a kockázatokkal.

7.10. ábra: Példák az erős mágneses terekre figyelmeztető jelzésekre, és az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyeknek szóló tiltó szimbólum illusztrációja



Figyelem!
A berendezés működés
közben erős mágneses
teret gerjeszt



Hegesztés közben ne lépje
át a sárga vonalat!

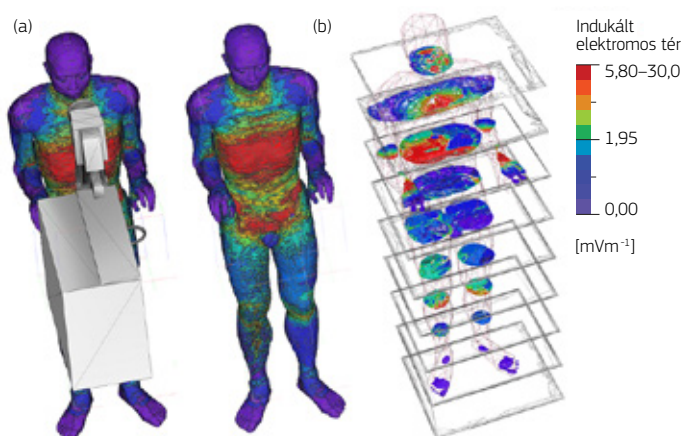
7.10. További információk

A mindhárom hegesztőgép körül végzett mérési eredmények alapján végzett számítógépes modellezés megerősítette, hogy az indukált elektromos mezők megfelelnek az expozíciós határértékeknek.

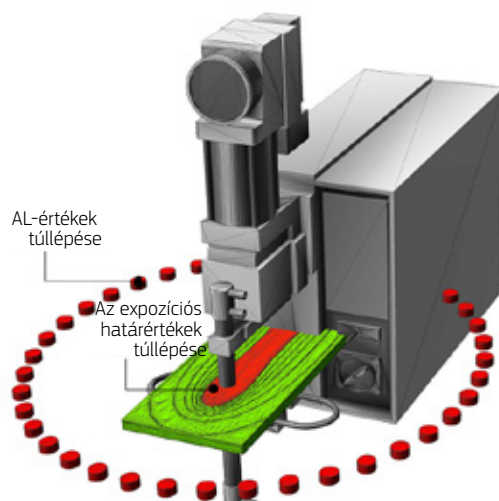
7.10.1. Asztali ponthegesztő

Az asztali ponthegesztőnél megállapítást nyert, hogy a gépkezelő expozíciója az expozíciós határértéknek kevesebb mint 1%-a (7.11. ábra). Az expozíciós határértéket csak akkor lépték túl, ha a test az elektródák és a hegesztőgép burkolata közötti területen tartózkodott vagy az elektródától kevesebb mint 1 cm-re, miközben a berendezés működésben volt (7.12. ábra).

7.11. ábra: Indukált elektromos tér eloszlása humán modellen, amikor a törzs az elektródától 20 cm-re, a kéz pedig körülbelül 8 cm-re helyezkedik el. Az ábrán a gépkezelőben a ponthegesztőnek való expozíció által keltett maximális belső elektromos tér térbeli eloszlása is látható, (a) a test felületén és (b) a testen belüli vízszintes metszetekben



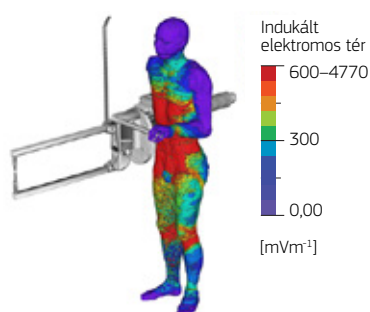
7.12. ábra: Az asztali ponthegesztő körüli, azon területeket jelző kontúrok, ahol az egészségügyi expozíciós határértékeket túlléphetik (piros terület). Az ábrán látható továbbá az a terület is, ahol nem lépik át az egészségügyi expozíciós határértékeket (zöld terület és azon túl), valamint az a terület, ahol az alsó beavatkozási szintet túlléphetik (piros körök)



7.10.2. Hordozható felfüggesztett ponthegesztő

A hordozható felfüggesztett ponthegesztő esetében megállapítást nyert, hogy a gépkezelői pozícióban nem lépték túl az AL-értékeket. Az indukált elektromos tér eloszlása a 7.13. ábrán látható.

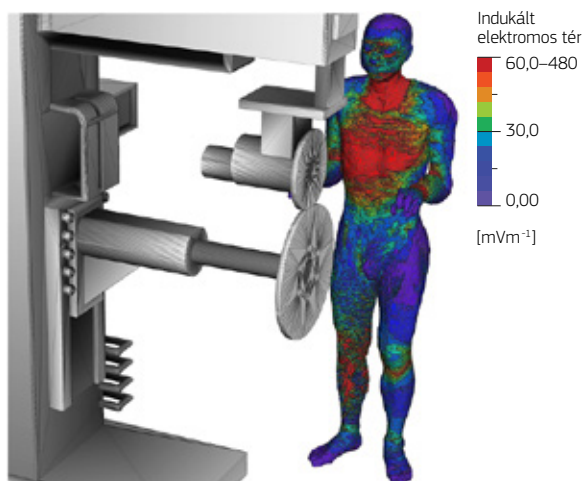
7.13. ábra: A maximális indukált elektromos tér térbeli eloszlása humán modellen, a hordozható felfüggesztett ponthegesztőnek való expozíció esetén



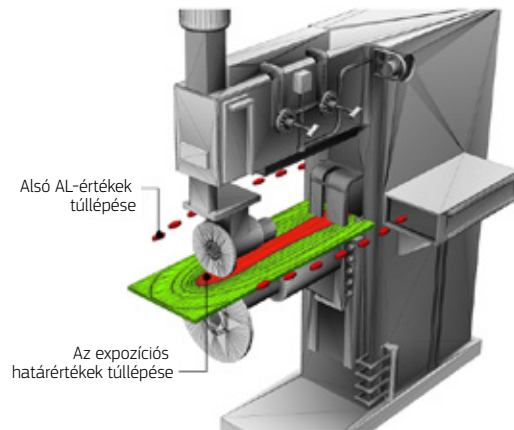
7.10.3. Varrathegesztő

A gépkezelői pozícióban túllépték az alsó AL-értéket A számítógépes modellezés szerint azonban a gépkezelői pozícióban az expozíció az expozíciós határértékek kevesebb mint 50%-ának felel meg. Az indukált elektromos tér eloszlása a 7.14. ábrán látható. Megállapítást nyert, hogy az expozíciós határértéket csak akkor lépik túl, ha a test az elektródák és a hegesztőgép burkolata közötti területen vagy az elektródáktól kevesebb mint 5 cm-re helyezkedik el, miközben a berendezés működésben van. Ez a terület a 7.15. ábrán pirossal jelenik meg.

7.14. ábra: A varrathegesztőnek való expozíció által indukált maximális elektromos tér térbeli eloszlása humán modellen



7.15. ábra: A varrathegesztő körüli, azon területeket jelző kontúrok, ahol az egészségügyi expozíciós határértékeket túlléphetik (piros terület). Az ábrán látható továbbá az a terület is, ahol nem lépik át az egészségügyi expozíciós határértékeket (zöld terület és azon túl), valamint az a terület, ahol a felső beavatkozási szintet túlléphetik (piros kereszttek)



8. FÉMKOHÁSZATI GYÁRTÁS

Az elektromágneses terek forrásai ebben az esettanulmányban a következők:

- indukciós kemencék;
- ívkemencék;
- kis kemencét is magában foglaló szén-kén analízátor.

8.1. Munkahely

Az elektromágneses terek forrásait a gyárban több munkahelyen is használták, ahol több iparág számára gyártottak különleges fémeket és ötvözeteket. Az érintett munkahelyek a következők voltak:

- kisméretű ötvözetgyártó üzem;
- ferrotitán-gyártó üzem;
- nagy elektromos olvasztókemence;
- ívkemence-létesítmény;
- analitikai laboratórium.

8.2. A munka jellege

A gyárban több helyszínen is állítottak elő nyersanyagból fémeket és ötvözeteket, a vállalat továbbá analitikai vizsgálatokat is végzett egy laboratóriumban.

Az esettanulmány tárgyát képező munka nagy része a kemencék kézi berakodásából állt, a berendezéstől függően erre gyakran működő kemence mellett került sor.

Az egyéb kockázatok, például áramütés, égési sérülés, mozgó gépekkel való ütközés stb. miatt a berendezéseken karbantartási és javítási munkát csak kikapcsolt állapotban végeztek.

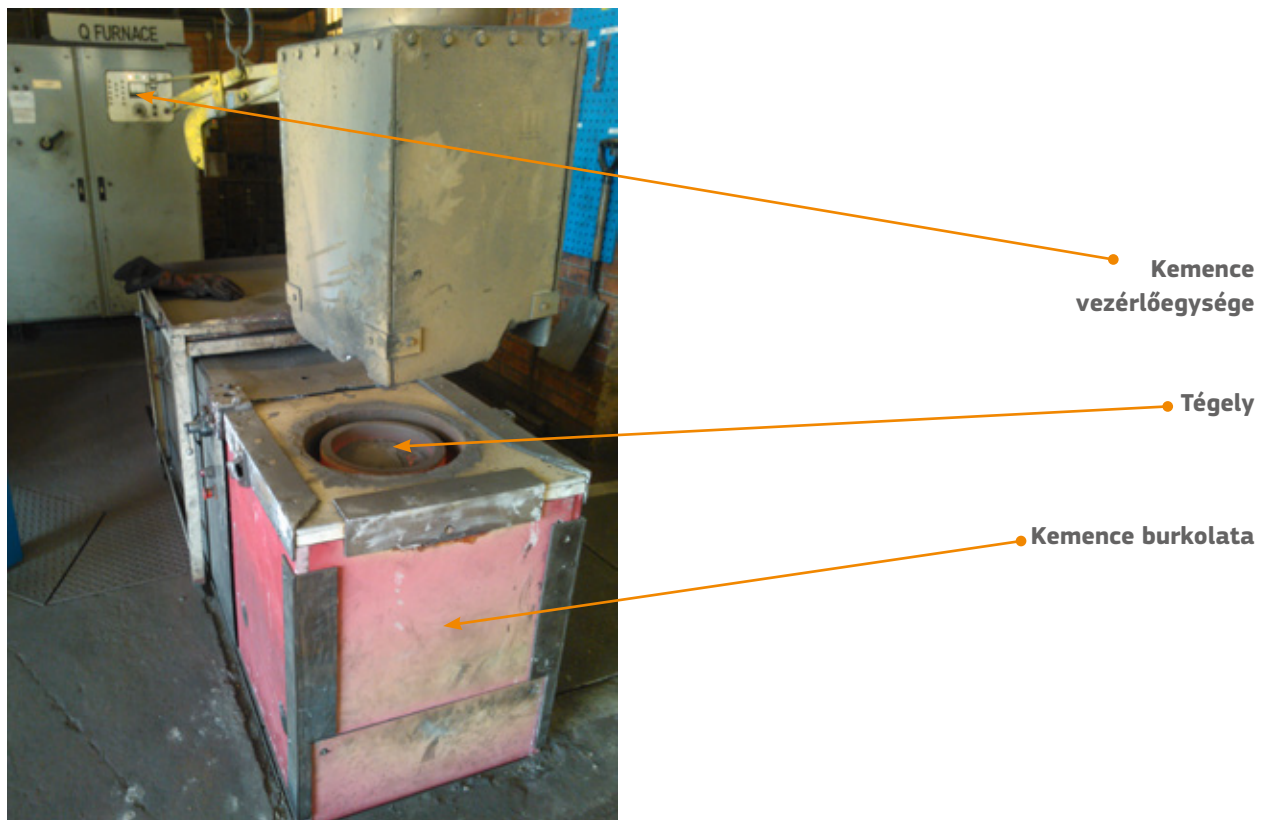
8.3. Információ az elektromágneses teret gerjesztő berendezésről és annak használati módjáról

8.3.1. Kisméretű ötvözetgyártó létesítmény

Ez a létesítmény kisméretű (körülbelül 30 cm-es átmérőjű) indukciós kemencében ötvözetet állított elő. Az indukciós kemence 2,4 és 2,6 kHz közötti frekvencián, 60 és 160 kW közötti teljesítményen működött. A kemence a 8.1. ábrán látható, és az alábbiakban leírt módon működik:

- egy legfeljebb 45 kg nyersanyagot tartalmazó tégelyt töltenek be a kemencébe;
- a gépkezelő a teljesítményt 60 kW-ra állítja be, és bekapcsolja a 2,42 kHz frekvencián működő kemencét;
- a teljesítmény körülbelül 25 perc alatt automatikusan 160 kW-ra nő;
- ez idő alatt a frekvencia is 2,6 kHz-re emelkedik;
- körülbelül 25 perc után a gépkezelő a teljesítményt 80 kW-ra csökkenti;
- öt perc elteltével a gépkezelő kikapcsolja a kemencét, és eltávolítja a tégelyt.

8.1. ábra: Indukciós kemence egy kisméretű ötvözetgyártó létesítményben



8.3.2. Ferrotitángyártó üzem

A létesítményben két, egyenként 1,5 tonna kapacitású indukciós kemence volt, amelyet egyetlen változó induktív teljesítményvezérlő (VIP) látott el árammal. A kemencék 217 és 232 Hz közötti frekvencián, 600 kW teljesítményen működtek. A tégelyeket kézzel rakodták be, többnyire a működő kemencébe.

8.3.3. Nagy elektromos olvasztóüzem

A létesítményben tíz, egyenként 1,5 tonna kapacitású indukciós kemence volt, amelyek 50 Hz frekvencián működtek. A tégelyekbe indukciós tekercsek voltak beépítve, hogy áramot tudjanak fejleszteni, aminek következtében a fém öntés közben sem szilárdult meg.

A téglékeket egy megemelt rakodófelületre állították, ahol a téglék teteje a rakodófelülettel volt egy vonalban, és a gépkezelő az olvasztási folyamat során általában kézzel rakodta be a téglékeket a rakodófelületről a kemencébe. Az olvasztási folyamat végén a téglékeket megbillentették, és az olvasztott fém kiömlött.

A kemencék 70 és 1 300 kW közötti teljesítményen működtek. A kemencéknél alkalmazott teljesítmény az olvasztási folyamat során változott, a folyamat vége felé csökkent, mivel alacsonyabb teljesítmény is elég ahhoz, hogy a teljesen megolvadt fém olvadtságát fenntartsák.

A kemencék energiaellátását a mögöttük található pincékben elhelyezett transzformátorok biztosították. A transzformátorokat és a gyűjtősíneket rács védte, amelyet castell kulcsos rendszerrel lehetett kinyitni. A VIP-vezérlőegységek a kemence platformján elhelyezett vezérlőtermekben voltak.

8.3.4. Ívkemencés létesítmény

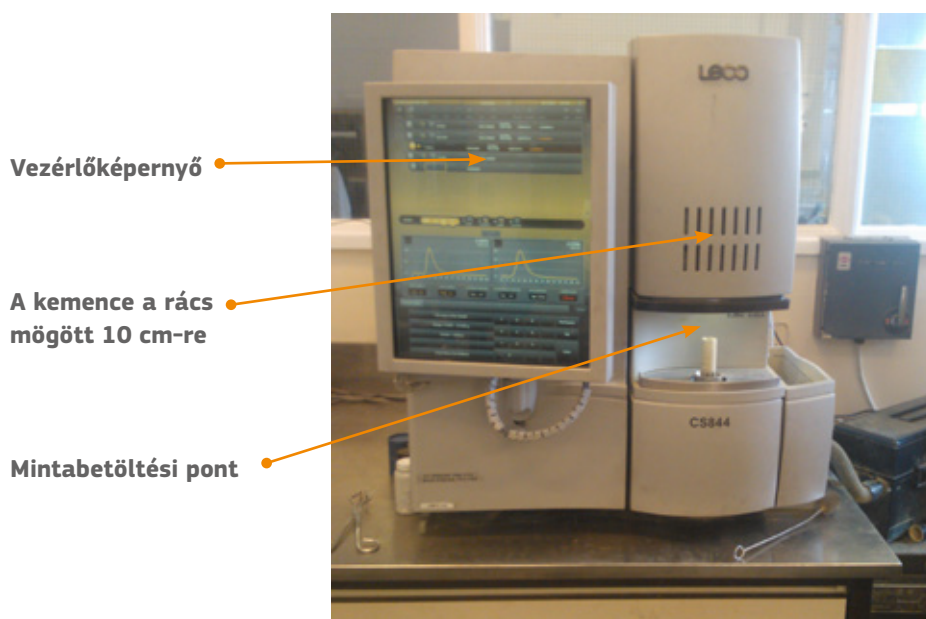
Ebben a nikkel-bórt és króm-bórt előállító létesítményben két, egyenként 50 Hz frekvencián működő ívkemence volt. A kemencék folyamatos szakaszos üzemű kemencék voltak, amelyek szakaszonként kb. 1 tonna terméket állítottak elő. A kemencéket kézzel rakodták be, és a vezérlőteremből üzemeltették.

A kemencék 500 és 1000 kW közötti teljesítményen működtek. A kemencék áramellátását biztosító transzformátorokat és a gyűjtősíneket rács védte, amelyet castell kulcsos rendszerrel lehetett kinyitni.

8.3.5. Analitikai laboratórium

A laboratóriumban asztali szén-kén analizátort használnak. Az analizátor 18 MHz-es frekvencián működő kis 2,2 kW-os beépített kemencével rendelkezik. A gépkezelő által az analizátorba töltött mintákat a kemence tekercsének közepéhez emelik, amely az analizátoron belül, a burkolattól körülbelül 10 cm-re található. A kemencét az analízis idejére körülbelül egy percre áram alá helyezik. A mintát ekkor a kemencéből leengedik, és azt a gépkezelő eltávolítja. A minta betöltésétől annak eltávolításáig a teljes folyamat automatizáltan zajlik, így a gépkezelőnek működés közben nem kell az analizátor mellett tartózkodnia. Az analizátor a 8.2. ábrán látható.

8.2. ábra: Szén-kén analizátor az analitikai laboratóriumban



8.4. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az expozíció mérését szaktanácsadó végezte, speciális műszerekkel. Az üzem mérete és az elektromágneses terekkel rendelkező munkavégzési területek nagy száma miatt először felmérést végeztek, hogy azonosíthassák azokat a területeket, ahol a beavatkozási szinteket túlléphetik. Ezeket a területeket aztán újra felkeresték, és további részletesebb méréseket végeztek, amelyek alapján cselekvési terv készülhetett. A méréseket olyan helyszíneken végezték, amelyek a berendezések működése közben a munkavállalók számára is megközelíthetőek.

A mérések a berendezések által generált mágneses terekre összpontosítottak, mivel valószínűleg ezek járulnak hozzá leginkább a munkavállalók expozíciójához.

A különösen veszélyeztetett munkavállalók expozíciójának értékelésekor a 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekhez képest végezték az összehasonlítást (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

8.4.1. Kisméretű ötvözetgyártó létesítmény

A méréseket az olvasztási folyamat során a létesítmény különböző helyszínein végezték el. A mérési helyszínek között találhatók az alábbiak:

- a kemence közelében;
- a vezérlőegység közelében;
- a vezérlőegység tápkábele közelében;
- a vezérlőegységtől a kemencéig futó kábelek közelében;
- a gépkezelői kabinban.

8.4.2. Ferrotitángyártó üzem

A méréseket az olvasztási folyamat során a létesítmény különböző helyszínein végezték el. A mérési helyszínek között találhatók az alábbiak:

- a kemencék közelében;
- a VIP-vezérlőegység közelében;
- a vezérlőegység tápkábele közelében;
- a vezérlőegységtől a kemencéig futó kábelek közelében;
- a gépkezelői pultnál.

8.4.3. Nagy elektromos olvasztóüzem

A méréseket a kemencék működése közben a létesítmény különböző helyszínein végezték el. A mérési helyszínek között találhatók az alábbiak:

- gépkezelői pozíció a kemencének az emelőlapról történő betöltése során;
- gépkezelői pozíció a tégelybillentő szerkezet működtetése közben;
- billentés során a tégely közelében;
- vezérlőtermek;

- a VIP-vezérlőegység közelében;
- a vezérlőegység tápkábele közelében;
- a vezérlőegységtől a kemencéig futó kábelek közelében;
- a transzformátorpincében, a rácson kívül;
- a gyújtósínek alatt a belépési pontokhoz legközelebb.

8.4.4. Ívkemencés létesítmény

A méréseket a kemencék működése közben a létesítmény különböző helyszínein végezték el. A mérési helyszínek között találhatók az alábbiak:

- a gépkezelői pozíció a kemence berakodása közben;
- vezérlőterem;
- a vezérlőegység közelében;
- a legközelebbi hozzáférési pont a kemence alapja körül;
- a gyújtósínek alatt a belépési pontokhoz legközelebb.
- a transzformátort körülvevő rács körül;
- a kemencék körül futó járdák körül.

8.4.5. Analitikai laboratórium

A méréseket a kemence működése közben az analizátor körül végezték. Különös figyelmet fordítottak a kemence körüli területre, valamint arra a területre, ahol a gépkezelő állt az analízálás közben

8.5. Az expozícióértékelés eredményei

8.5.1. Kezdeti expozícióértékelés

Az expozíció mérési eredményeit összehasonlították a felső és alsó AL-értékekkel, valamint az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban foglalt referenciaszintekkel. Ha az eredmények bármely munkaterületen meghaladták az AL-értékeket, újabb mérést végeztek azon távolság megállapítására, ahol a mágneses indukció az AL-érték 100%-ának felelt meg, hogy eldönthessék, kell-e részletesebb értékelést végezni azon területen való tartózkodás valószínűségéről, ahol az AL-értéket túllépték. A kezdeti expozícióértékelés jelentősebb eredményeit a 8.1. táblázat foglalja össze.

8.1. táblázat: A kezdeti expozícióértékelés jelentős eredményeinek összefoglalója

Munkaterület	Berendezések	A legnagyobb expozíció területei és a beavatkozási szint határának elhelyezkedése (adott esetben)	Expozíció aránya (százalék)		
			Alsó beavatkozási szint	Felső beavatkozási szint	Az 1999/519/EK szerinti referenciaszint
Kisméretű ötvözetgyártó létesítmény	Indukciós kemence (2,42–2,6 kHz)	A kemence burkolatának szélétől 50 cm-re	190% ¹	190% ¹	3500% ²
		A kemence burkolatának szélétől 80 cm-re	100% ¹	100% ¹	1800% ²
Ferrotitángyártó üzem	Két indukciós kemence (217–232 Hz)	A törzs pozíciója a VIP-vezérlőegységhez közel állva	7,8% ³	6,0% ⁴	360% ⁵
Nagy elektromos olvasztóüzem	10 indukciós kemence (50 Hz)	30 cm-re a kábelektől a tégely felé a billentés során	40% ³	6,7% ⁶	400% ⁷
Ívkemencés létesítmény	Két ívkemence (50 Hz)	A törzs pozíciója a kemence alapjához való legközelebbi hozzáférési ponton állva	70% ³	12% ⁶	700% ⁷
Analitikai laboratórium	RF-kemencét tartalmazó szén-kén analizátor (18 MHz)	Az analizátor burkolatának felületétől mért 20 cm-re	110% ⁸		230% ⁹
		Az analizátor burkolatának felületétől mért 22 cm-re	100% ⁸		220% ⁹

¹ Mágneses indukció felső/alsó beavatkozási szintje 2,6 kHz-es frekvencia esetén: 115 µT.

² Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 2,6 kHz frekvencia esetében: 6,25 µT.

³ Mágneses indukció alsó beavatkozási szintje a 25 és 300 Hz közötti frekvenciatartományban: 1000 µT.

⁴ Mágneses indukció felső beavatkozási szintje 230 Hz-es frekvencia esetén: 1300 µT.

⁵ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 230 Hz frekvencia esetében: 21,7 µT.

⁶ Mágneses indukció felső beavatkozási szintje 50 Hz-es frekvencia esetén: 6000 µT.

⁷ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 50 Hz frekvencia esetében: 100 µT.

⁸ Mágneses indukció alsó beavatkozási szintje a 10 és 400 MHz közötti frekvenciatartományban: 0,2 µT.

⁹ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszint a 10–400 MHz frekvenciatartományban: 0,092 µT.

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint ±10% volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

A kezdeti expozícióértékelés eredményei a vállalatnak az alábbi információt nyújtották:

- a kisméretű ötvözetgyártó létesítményben az indukciós kemencétől mért 80 cm-es távolságon belül lépték túl a felső és alsó AL-értékeket, e terület az olvasztási folyamat során könnyen hozzáférhető volt a munkavállalók számára;
- az analitikai laboratóriumban a szén-kén analizátortól mért 22 cm-es távolságon belül túllépték az AL-értéket, a munkavállalók egyetlen testrészükkel sem tartózkodtak e területen a kemence működése közben;
- az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket a vizsgált munkaterületek valamennyi megközelíthető helyszínén túllépték.

A szén-kén analizátor példájánál az AL-értéket túllépő terület kisméretű volt, így az analizátor működési módja biztosította, hogy a munkavállalók ne legyenek kitéve az AL-értékeket meghaladó elektromos és mágneses tereknek.

Az első expozícióértékelés megállapításai alapján a tanácsadó részletesebben is értékelte a kisméretű ötvözetgyártó létesítményben található indukciós kemencét.

8.5.2. A kisméretű ötvözetgyártó létesítményben található indukciós kemence részletes expozícióértékelése

A tanácsadó olyan expozícióértékelést végzett, amelynek során megfigyelte a kemence üzemeltetésének módját, hogy gyakorlati megoldást kínálhasson a problémára.

A kemence körül több helyszínen is megmérte a mágneses indukciót. E mérések alapján meg tudta határozni az AL-értékek és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaértékek kontúrját. A padlón jelzésekkel jelölték azt a területet, ahol az AL-értékeket túllépték (8.3. ábra). A részletes expozícióértékelés jelentősebb eredményeit a 8.2. táblázat foglalja össze. A 8.4. ábrán látható a kemence méretarányos rajza, amely tartalmazza az AL-értékek és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek kontúrját.

8.2. táblázat: A kisméretű ötvözetgyártó üzemben található indukciós kemence részletes expozícióértékelésének jelentős megállapításait tartalmazó összefoglaló

Mérési helyszín	Expozíció aránya (százalék)		
	Felső és alsó beavatkozási szintek ¹	Végtagra vonatkozó beavatkozási szint ²	Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek ³
A kemence burkolatának szélétől 45 cm-re (a végtagokra vonatkozó beavatkozási szinttől való távolság)	300%	100%	5500%
A kemence burkolatának szélétől 80 cm-re (a végtagokra vonatkozó beavatkozási szinttől való távolság)	100%	33%	1800%
A kemence burkolatának szélétől 300 cm-re (az 1999/519/EK irányelv referenciaszintjétől való távolság)	5,4%	1,8%	100%
A törzs pozíciója a vezérlőegységhez közel állva	3,5%	1,2%	64%
A kemence burkolatának szélétől 450 cm-re (a törzs pozíciója a gépkezelői kabinban állva)	2,0%	0,67%	37%

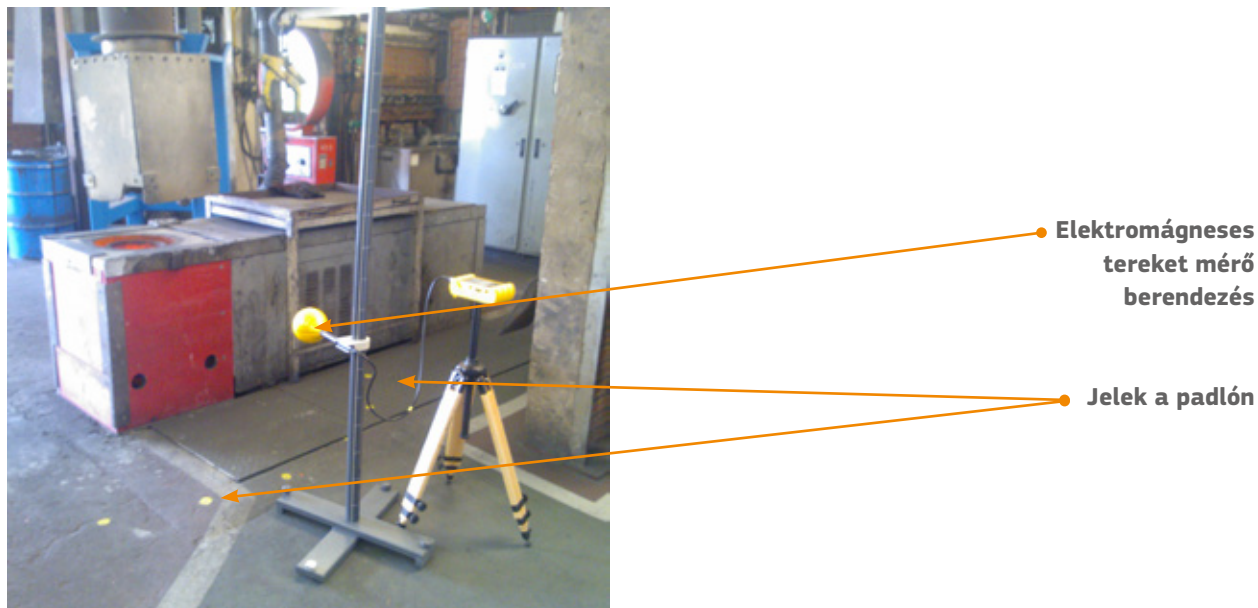
¹ Mágneses indukció felső/alsó beavatkozási szintje 2,6 kHz-es frekvencia esetén: 115 μ T.

² Mágneses indukció végtagra vonatkozó beavatkozási szintje 2,6 kHz-es frekvencia esetén: 346 μ T.

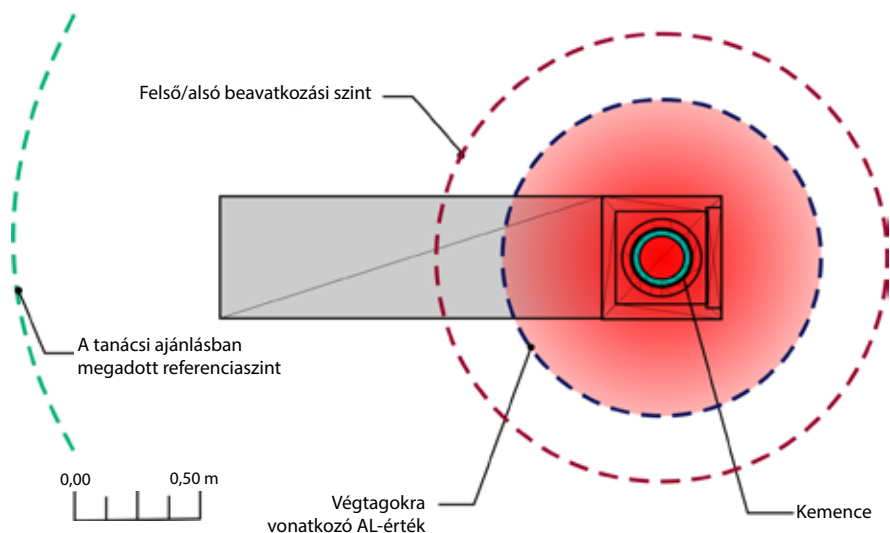
³ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszint 2,6 kHz frekvencia esetében: 6,25 μ T.

MEGJEJYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 10\%$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket az AL-értékek közvetlen százalékában adták meg.

8.3. ábra: A padlóra festett jelek, amelyek azt a területet mutatják, ahol az alsó és felső beavatkozási szinteket túllépték



8.4. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül a kisméretű ötvözetgyártó létesítményben található indukciós kemence körül meghaladhatják a beavatkozási szintet és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket



A 8.4. ábrán látható kontúrok kör alakúak és a kemence közepére koncentrálnak. Megfigyelték, hogy a kemence működése közben a gépkezelő nem lépett be a felső és alsó AL-kontúron belüli területre, mivel az erre a területre való belépéssel járó valamennyi feladatot (az olvasztási folyamat előtt a tégely berakodása a kemencébe és az olvasztási folyamat végeztével annak kirakodása) kikapcsolt kemencénél végezték el (8.5. ábra). Ez azt jelezte, hogy a területre való belépés megakadályozása az erős mágneses tereknek való expozíció korlátozása érdekében hozott legjobb intézkedés volt. Azt is megjegyezték azonban, hogy a kemence körüli korlátok kialakítása nem volt megoldható, hiszen ez akadályt jelentett volna, és növelhette volna a tégelyek kezelésekor bekövetkező súlyosabb balesetek veszélyét.

8.5. ábra: A kemencéhez való hozzáféréssel járó feladatokat kikapcsolt kemencén végezték el



8.6. Kockázatértékelés

A tanácsadó által végzett expozícióértékelés alapján a vállalat elvégezte a létesítmény elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelését. Ez összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés az alábbiakat állapította meg:

- a különösen veszélyeztetett munkavállalók az üzemben belül bármely munkaterületen veszélybe kerülhetnek;
- a munkavállalók, köztük a különösen veszélyeztetett munkavállalók szabadon bejuthattak a kisméretű ötvözetgyártó létesítményben olyan területre, ahol az AL-értékeket túllépték.

A vállalat a kockázatértékelés alapján cselekvési tervet dolgozott ki, amelyet dokumentáltak.

Az üzem elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelésének példáját a 8.3. táblázat mutatja be.

8.3. táblázat: Az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelés fémkohászati gyártóüzemben

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Mágneses tér közvetlen hatásai	Nincs	Kisméretű ötvözetgyártó létesítményben dolgozók	✓					✓	Közepes	Megakadályozni az olyan területekhez való hozzáférést, ahol a beavatkozási szinteket túllépik
										Megfelelő figyelmeztető jelzések elhelyezése azokon a munkaterületeken, ahol a beavatkozási szinteket túllépik
		Az egyéb vizsgált területeken dolgozók	✓			✓			Alacsony	Külön figyelmeztetések a munkavállalóknak az üzemre vonatkozó biztonsági képzése során
		Látogatók	✓				✓		Alacsony	Megfelelő figyelmeztető jelzések elhelyezése az orvosi implantátumokkal felszerelt személyek számára az egyéb munkaterületekre való beléptető pontoknál
		Különösen veszélyeztetett munkavállalók (a várandós nőket is beleértve)		✓			✓		Közepes	Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatóban figyelmeztetések feltüntetése a látogatók és alvállalkozók számára
Mágneses tér közvetett hatásai (orvosi implantátumokkal fennálló interferencia)	Nincs	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓				✓		Közepes	Lásd fent

8.7. Már érvényben lévő óvintézkedések

Áramütés veszélye miatt korlátozták a berendezéssel kapcsolatos transzformátorokhoz és gyűjtőszínekhez való hozzáférést, ami ugyanakkor a potenciálisan erős mágneses terekhez való hozzáférés korlátozását is jelenthette volna, ugyanakkor a tanácsadó által végzett expozícióértékelést megelőzően nem voltak érvényben az elektromágneses tereknek való expozícióhoz kapcsolódó külön óvintézkedések.

Érdekes megfigyelés volt, hogy a jelentősen nagyobb teljesítmény ellenére a nagyméretű gyártókemencék vagy vezérlőegységeik körüli, rendes körülmények között hozzáférhető területeken nem lépték túl az AL-értékeket. Ez valószínűleg a berendezés fizikai mérete miatt alakult így, ami miatt a potenciálisan erős mágneses terekhez való hozzáférés nem volt lehetséges. A kisebb berendezések körül találtak olyan területeket, ahol túlléphettek az AL-értékeket, egyszerűen azért, mert ezekhez a berendezésekhez jobban hozzá lehetett férni.

8.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

Az expozícióértékelés eredményei alapján a vállalat óvintézkedéseket és megelőző intézkedéseket vezetett be, amelyek révén biztosítani tudja, hogy a munkavállalókat – ezen belül a különösen veszélyeztetett munkavállalókat – ne érje olyan szintű elektromágneses tereknek való expozíció, amely káros lehet. Az expozícióértékelést követően bevezettek néhány azonnali óvintézkedést. Ezek közé tartoztak az alábbiak:

- az orvosi implantátumot viselő személyek nem léphetnek be a munkaterületekre;
- a vállalat biztonsági és egészségvédelmi tájékoztató filmjét kiegészítették egy, az erős mágneses terek jelenlétére, valamint az orvosi implantátumot viselő személyekre vonatkozó figyelmeztetéssel;
- „mágneses tér” és „orvosi implantátummal belépni tilos” piktogramokat, valamint megfelelő szöveget (8.6. ábra) tartalmazó figyelmeztetéseket helyeztek el az érintett munkaterületre vezető belépési pontokra.

A részletesebb expozícióértékelést követően további óvintézkedéseket és megelőző intézkedéseket léptettek életbe:

- a kisméretű ötvözetgyártó létesítményben található indukciós kemence körül a padlóra jelzéseket festettek fel, így jelölték meg azt a területet, amelyen belül az AL-értékeket túllépték (8.7. ábra), a munkavállalókat pedig utasították, hogy a kemence működése közben ne lépjenek a területre;
- „erős mágneses piktogramot és tiltó piktogramokat, valamint megfelelő szöveget (8.7. ábra) tartalmazó figyelmeztetéseket helyeztek el az indukciós kemence közelében.

8.6. ábra: A munkaterületekre vezető bejáratoknál kihelyezett figyelmeztető jelzés példája



8.7. ábra: Padlóra festett jelek és kapcsolódó figyelmeztetések azon területek jelzésére, amelyeken belül túlléphetik a beavatkozási szinteket



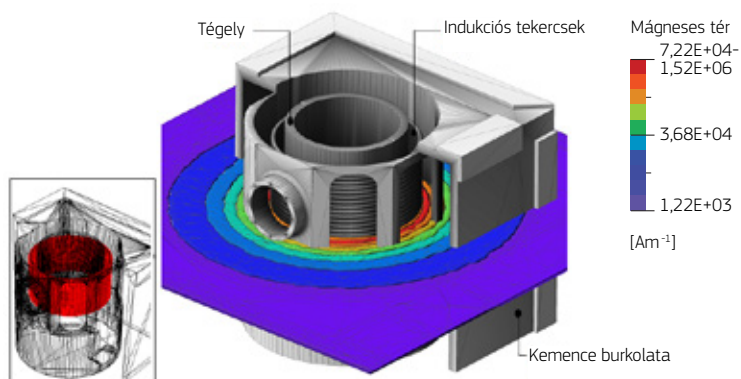
8.9. További információk

A teljesség kedvéért a vállalat tanácsadót kért fel a lehetséges expozíciós határértékekre vonatkozó számítógépes modellezésének elvégzésére olyan helyzetben, amikor a munkavállaló a vonalkázott területen áll, miközben a kisméretű ötvözetgyártó kemence működésben van.

A számítógépes modellezés célja az volt, hogy értékelhessék a gépkezelő testében indukált belső elektromos tereket, miközben a működő kemence közvetlen közelében tartózkodik. A modellezés paramétereit adott értékeken állapították meg annak érdekében, hogy a modell az expozícióértékelés mérési szakaszában elértékhöz hasonló mágneses térerősség-értékeket tartalmazzon.

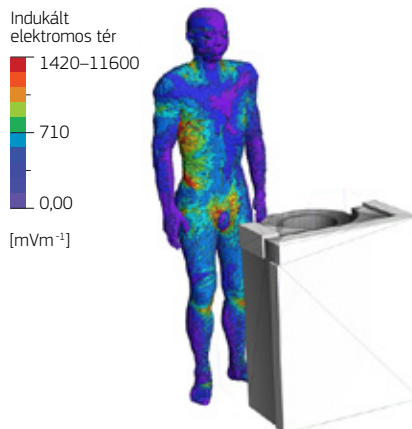
A modell által generált, az indukciós kemence körül található mágneses tér x-y síkban való térbeli eloszlása a 8.8. ábrán látható. Ezek a számított térerősség-értékek megfeleltek az expozícióértékelés során mért értékeknek, és újra igazolták, hogy míg a mágneses térerősség a kemence indukciós tekercsének közelében relatíve magas, attól eltávolodva ezek az értékek gyorsan csökkennek.

8.8. ábra: A mágneses tér modell által generált térbeli eloszlása az x-y síkon az indukciós kemence metszeti ábrája körül. Az indukciós tekercset piros színnel jelölték (beágyazás)



A testben indukált belső elektromos terekre vonatkozó számításokra az indukciós kemence középpontjától 65 cm-re álló munkavállalóra vonatkozóan került sor. Az indukált elektromos tér humán modellen ábrázolt eloszlását a 8.9. ábra tartalmazza. Az ilyen expozíciós helyzetre kiszámított, a testen belüli legmagasabb elektromos térerősség 916 mVm^{-1} (csontszövetben). Ez az egészségügyi expozíciós határértékek 83%-át jelentette 2,43 kHz-en.

8.9. ábra: Az indukciós kemencének való expozíció által indukált maximális elektromos tér térbeli eloszlása humán modellen

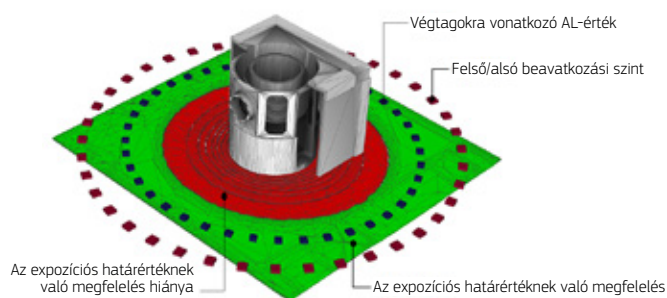


Úgy sikerült meghatározni azt a területet, amelyen belül az indukciós kemencének való expozíció következtében túlléphetik az egészségügyi expozíciós határértékeket, hogy a humán modell használatával a kemencétől való eltérő távolságokra expozíciós szimulációkat végeztek.

Megállapították, hogy az expozíciós határértékeket csak akkor lépik túl, ha a test a működő kemence középpontjától mért körülbelül 60 cm sugarú körön belül helyezkedik el. Ez a terület a 8.10. ábrán pirossal jelenik meg. Az ábrán azok a területek is láthatók, ahol túlléphetik az AL-értékeket (8.4. ábra).

Tekintettel arra, hogy a kemence egy körülbelül 63 cm × 63 cm-es házban található (amelynek széle a kemence középpontjától 31,5 cm-es távolságra van), a munkavállalónak az expozíciós határértékek túllépéséhez olyan közel kellene állnia a kemence burkolatához, hogy az valószínűtlen expozíciós forgatókönyvnek tekinthető. Ennek alapján a vállalat megbizonyosodhatott arról, hogy a padlóra festett jelzés megfelelő megelőző intézkedés volt.

8.10. ábra: Az indukciós kemence körüli, azon területeket jelző kontúrok, ahol az egészségügyi expozíciós határértékeket túlléphetik (piros terület). Az ábrán látható továbbá az a terület is, ahol nem lépik át az egészségügyi expozíciós határértékeket (zöld terület és azon túl), valamint az a terület, ahol a beavatkozási szintet túlléphetik (kék és piros négyzetek)



9. RÁDIÓFREKVENCIÁS (RF) PLAZMAESZKÖZÖK

Az RF-plazmaeszközöket jellemzően félvezető eszközök gyártásában, integrált áramkörök gyártásában használják. Az eszközöket egyéb iparágakban is alkalmazzák optikai alkatrészek tisztítására, spektroszkópos alkalmazásokhoz és kutatáshoz. Az esettanulmány a szilíciumostya-gyártásban, tiszta szobai körülmények között használt RF-plazmaeszközökre vonatkozik. A munkáltatót aggasztotta egy szívritmus-szabályozót viselő munkavállalót érintő esetleges veszély, aki épp készült visszaállni a munkába. A szívritmus-szabályozó gyártója a munkáltató rendelkezésére bocsátotta a szívritmus-szabályozó elektromágneses tereknek való expozíciójára vonatkozó biztonságos határértékeket.

9.1. A munka jellege

A RF-plazmaeszközök viselő munkavállaló jellemző feladata az ostyák betöltése az RF-plazmaeszközökbe és az eszközök működtetése (9.1. ábra).

9.1. ábra: Az ostya betöltésére szolgáló terület



9.2. ábra: Reakciókamrák a kiszolgáló területen



9.2. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

Az RF-plazmaeszközök ezen a munkahelyen jellemzően RF-forrásból és egy evakuált reakciókamrából állnak (9.2. ábra). Az üzemben található egyes eszközök több RF-forrásból és/vagy több reakciókamrából állnak. Az előállított rádiófrekvenciás teret a plazmakisülés létrehozására és fenntartására használják, amelyet azután olyan folyamatok elvégzésére használnak a kamrán belül, mint az ostya maratása, leválasztása és kiemelése. A generált rádiófrekvenciák néhány száz kHz-től néhány GHz-ig terjedhetnek. Az általában használt frekvenciák: 400 kHz, 13,56 MHz és 2,45 GHz.

Az ilyen típusú eszköz esetén a rádiófrekvenciás teret általában a berendezés burkolata és a fémből készült reakciókamra árnyékolja le. RF-szivárgás akkor fordulhat elő, ha rések keletkeznek a berendezés burkolatában, például elcsúszott vagy hibásan rögzített panelek, hiányzó csavarok, hibás kábelcsatlakozók és a rugalmas hullámvezetők sérülése következtében. A reakciókamrán vagy a hullámvezetőkön keletkezett rések nagy valószínűséggel észrevehetők a vákuum csökkenése következtében. Néhány kamrán védő (Faraday-) árnyékolással ellátott betekintő ablak is található; a hiányzó vagy megsérült árnyékolás RF-szivárgást eredményezhet.

Az eszközök egy része erős mágneset is tartalmaz, ami erős statikus mágneses tereket gerjeszt.

9.3. Hogyan használják az alkalmazást?

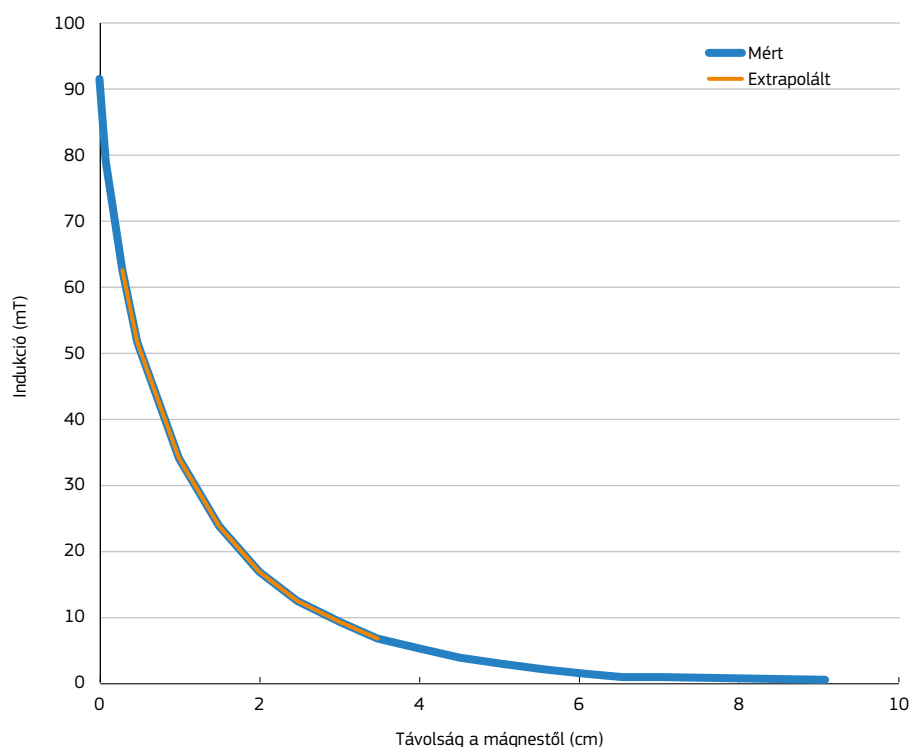
A szívritmus-szabályozót viselő személy jellemzően a tiszta szoba gyártóterületén fog tartózkodni, ahol a berendezést üzemeltetik és betöltik az ostyákat. Az egyes berendezésekhez kapcsolódó reakciókamrák és RF-generátorok a kiszolgáló területen találhatók. E munkavállaló beléphet a kiszolgáló területre, de nem vehet részt a berendezés szervizelésében vagy karbantartásában.

9.4. Az expozíció értékelésének megközelítése

Megoldható, hogy a berendezés körül az elektromágneses terekre vonatkozó méréseket végezzenek. Ehhez azonban speciális műszerekkel rendelkező szaktanácsadó szolgáltatásait kellene igénybe venni. Az eltérő frekvenciák miatt többféle mérőműszerre lenne szükség. Ezen túlmenően a középfrekvenciás tereknél (például 400 kHz és 13,56 MHz) a méréseket a közvetlen térben kellene elvégezni. Az elektromos és mágneses tereket külön kellene mérni. Magasabb frekvencián (2,45 GHz) a méréseket általában a távoli térben végzik. Ebben a helyzetben az elektromos és mágneses terek elektromágneses hullámként haladnak, így inkább csak az elektromos teret szokás mérni. A mágneses térre pedig ebből lehet következtetni, mivel a kettő összefügg egymással.

Az expozícióértékelés első lépéseként a munkáltató felvette a kapcsolatot a rádiófrekvenciás plazmaeszköz gyártójával, hogy tájékoztatást kérjen az RF-tereknek a berendezésből történő esetleges szivárgásáról, valamint arról a távolságról, amelyen belül ez veszélyt jelenthet.

Az egyik gyártó egy grafikont küldött (9.3. ábra), amely bemutatja, hogy a statikus mágneses terek szintje hogyan csökken az eszközökbe beépített erős mágnesről távolodva, és tájékoztatta a munkáltatót, hogy a mágnesről mért 10 cm-es távolságnál az indukció 0,5 mT alá csökken.

9.3. ábra: A távolsággal gyengülő mágneses indukciót mutató grafikon

A szívritmus-szabályozó gyártója megadta a különböző elektromágneses interferencia-forrásokra vonatkozó biztonsági határértékeket (9.1. táblázat). A munkáltató megjegyezte, hogy a statikus mágneses terek értékét gaussban adták meg, amit az elektromágneses terekről szóló irányelv értelmében milliteslára kell átváltani.

9.1. táblázat: A szívritmus-szabályozó gyártója által megadott biztonsági határértékek (a munkavállaló által viselt szívritmus-szabályozóra vonatkozó értékek)

Elektromágneses interferencia (EMI) forrása	Elektromágneses tér intenzitására vonatkozó határérték (rms)
Teljesítményfrekvencia (50/60 Hz)	10 000 V/m (6000 V/m; külső névleges)
Magas frekvencia (150 kHz és felett)	141 V/m
Statikus mágneses terek (DC)	10 gauss
Modulált mágneses terek	80 A/m 10 kHz-ig, 10 kHz felett 1 A/m

A munkáltató nem tudott a gyártótól információt szerezni az RF-tereket illetően, ezért úgy döntött, hogy tanácsadót bíz meg a kiválasztott RF-plazmaeszközök körül méréseket végezzen.

9.5. Az expozícióértékelés eredményei

A munkáltató a szívritmus-szabályozó gyártója által megadott releváns határértékeket (9.1. táblázat) átváltotta az elektromágneses terekről szóló irányelvben használt mértékegységekre (9.2. táblázat). A mérési eredményeket e határértékekkel összevetve kiderült, hogy az RF-plazmavágó körül nem lépték túl a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékeket.

9.2. táblázat: A szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékek (a gyártótól)

Frekvencia	Határérték
150 kHz és azt meghaladó elektromos terek	141 Vm ⁻¹
Statikus mágneses terek (DC)	1 mT
10 kHz-et meghaladó mágneses terek	1,25 μT

A mérési eredmények az alábbi táblázatban láthatók. A 9.3. táblázat a 400 kHz-en üzemelő RF-plazmavágó körül végzett mérések eredményeit tartalmazza. A méréseket az egész készülék körül végezték, a legerősebb elektromos és mágneses tereket azonban az RF-generátort körülvevő burkolat illesztései körül mérték. A mérési eredmények azt mutatják, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt beavatkozási szinteket nem lépték túl.

9.3. táblázat: Az RF-plazmavágó körüli mérések eredményei

Pozíció	Frekvencia	Mágneses indukció (μT)	Beavatkozási szint (μT)	Elektromos térerősség (Vm ⁻¹)	Beavatkozási szint (Vm ⁻¹)
RF-generátor szekrénye	400 kHz	0,05	5	0,06	610

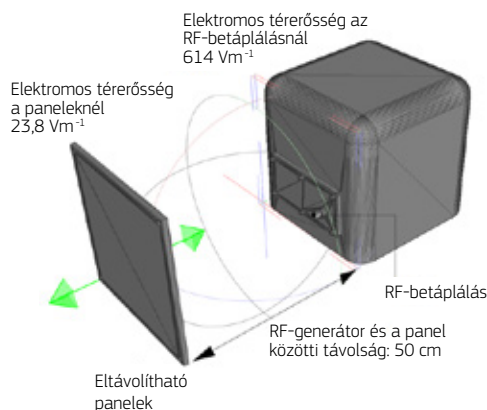
MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint ±2,7 dB volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül az AL-értékekkel vetették össze.

A 9.4. táblázat a 13,56 MHz-en üzemelő gőzleválasztó (PVD) körül végzett mérések eredményeit tartalmazza. A mérési eredmények azt mutatják, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt AL-értékeket, valamint a szívritmus-szabályozóra vonatkozó, a 9.2. táblázatban foglalt határértékeket a rádiófrekvencia kamrába történő betáplálásának közelében túllépték. Az utóbbi két mérési pozíció a 9.4. ábrán látható.

9.4. táblázat: A PVD-egység körül végzett mérések eredményei

Pozíció	Generátor frekvenciája	Mágneses indukció (μT)	Beavatkozási szint (μT)	Elektromos térerősség (Vm^{-1})	Beavatkozási szint (Vm^{-1})
A kamra felső felülete	13,56 MHz	0,04	0,2	10	61
A kamra alatt, a RF-kamrába történő betáplálásának közelében	13,56 MHz	2	0,2	614	61
Az eltávolítható panelek pozíciója, az RF-betáplálástól 0,5 m-re	13,56 MHz	0,08	0,2	24	61

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 2,7$ dB volt, és a „megosztott kockázatu” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül az AL-értékekkel vetették össze.

9.4. ábra: A rádiófrekvencia PVD-egységbe történő betáplálása közelében végzett mérések pozíciója

9.6. Kockázatértékelés

A mágnesek körül mért statikus mágneses terek tekintetében megállapítást nyert, hogy az aktív beültethető orvostechnikai eszközök expozíciójára vonatkozó, 0,5 mT AL-értéket a mágneستől mért 10 cm-es távolságon belül túlléphetik. A szívritmus-szabályozó gyártója azonban a munkáltató számára kevésbé szigorú, 1 mT határértéket (9.3. táblázat) adott meg, amely a szóban forgó szívritmus-szabályozóra vonatkozik. Ezért a munkáltató a kockázatértékelés során ezt a határértéket használta. A berendezés gyártója által rendelkezésre bocsátott grafikon alapján (9.2. ábra) az 1 mT határértéket a mágneستől mért kevesebb mint 10 cm-en (a becslések szerint körülbelül 6 cm-nél) túlléphetik.

Az RF elektromágneses tereit illetően megállapították, hogy a PVD-egység kamrájába történő RF-betáplálás közelében túlléphetik a szívritmus-szabályozó gyártója által megadott határértékeket és az AL-értékeket. Az RF-betáplálástól 0,5 m-re az értékek a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékek és az AL-értékek alá estek vissza.

Mind a statikus mágneses, mind pedig az RF-terek esetében rövid távolságon a térerősség a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékek és az AL-értékek alá csökkent.

Ezen információk alapján és az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannak megfelelően a munkáltató az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelést végzett (9.5. táblázat), hogy megállapítsa mind a szívritmus-szabályozót viselő személyt, mind pedig a többi munkavállalót érintő veszélyeket.

A kockázatértékelés eredményeként a munkáltató úgy döntött, hogy nem szükséges módosítani a szívritmus-szabályozót viselő munkavállaló feladatait; a munkavállaló nem végzett karbantartást, így nem volt oka arra, hogy olyan területeken (a berendezés közvetlen közelében) tartózkodjon, ahol túlléphetik a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékeket. Döntés született arról, hogy a kiszolgáló területre való belépést nem kell megtiltani, hiszen az erős terek adott helyre korlátozódnak. Ugyanakkor a kockázatértékelés jelezte, hogy figyelembe kell venni egyéb munkavállalókat (pl. szervizmérnököket) és alvállalkozókat, akik aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselhetnek.

9.7. Már érvényben lévő óvintézkedések

A munkáltató ellenőrizte a berendezést és áttekintette a vállalat eljárásait, majd megállapította, hogy már érvényben vannak az alábbi óvintézkedések:

- a rádiófrekvenciának a kamrába történő betáplálásánál védőfalat helyeztek el, hogy megakadályozzák az e területekre való bejutást (a PVD-egységre vonatkozó mérésekhez a védőfalat eltávolították);
- a vállalat gondoskodik arról, hogy a megvásárolt berendezések megfelelő kialakításúak legyenek. Például hogy a betekintő ablakok az RF-térnek való expozíciót korlátozó árnyékolással rendelkezzenek.

9.5. táblázat: RF-plazmaeszközök elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség	A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen		
						Lehetséges		
						Valószínű		
Elektromágneses tér közvetlen hatásai:	A PVD-egységre rögzített panel, amely megakadályozza a bejutást azokra a területekre, amelyeken a beavatkozási szintet túllépi	Gépkezelők Szervizmérnökök	✓			✓	Alacsony	A szervizmérnökök és gépkezelők részére tájékoztatást és képzést kell nyújtani
A beavatkozási szintet a kiszolgáló területen, az RF-betáplálás közelében túlléphetik								Megfelelő figyelmeztető jelzések elhelyezése a berendezésen
Az elektromágneses terek közvetett hatásai (aktív beültethető orvostechnikai eszközökre gyakorolt hatás):	A PVD-egységre rögzített panel, amely megakadályozza a bejutást azokra a területekre, amelyeken a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékeket túllépi	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓	Alacsony	A munkavállalóknak e veszéllyel kapcsolatban nyújtandó tájékoztatás
A szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékeket a statikus mágnesek, valamint a kiszolgálási területen az RF-betáplálás közelében túlléphetik	A statikus mágnesek körül a szívritmus-szabályozóra vonatkozó határértékeket túllépő területek helyileg nagyon korlátozottak							Az üzemre vonatkozó biztonsági tájékoztatásban figyelmeztetés elhelyezése
								Megfelelő figyelmeztető és tiltó jelzések elhelyezése a berendezésen

9.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A kockázatértékelés eredményeképpen a munkáltató egyéb mellett a következő óvintézkedések végrehajtása mellett döntött:

- (adott esetben) erős mágneses térre/rádiófrekvenciás térre vonatkozó figyelmeztetések, valamint az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyekre vonatkozó tiltó jelzések elhelyezése az erős mágneset tartalmazó berendezéseken, valamint a potenciálisan erős RF-terekhez való hozzáférést biztosító eltávolítható paneleken (9.5. ábra);

9.5. ábra: Példák az erős mágneses terekre és RF-terekre vonatkozó figyelmeztető jelzésekre, és az aktív beültethető orvostechnikai eszközt viselő személyeknek szóló tiltó szimbólum illusztrációja



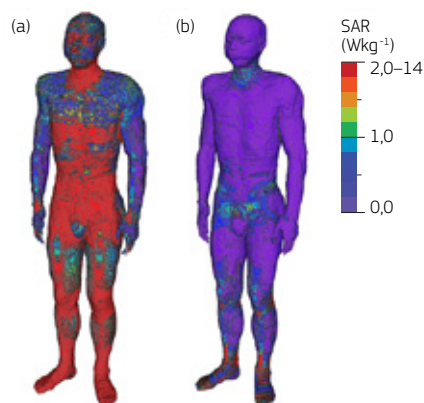
- a kockázatértékelés eredményeit is tartalmazó tájékoztatást nyújtani a szívritmus-szabályozót viselő személynek, valamint a cég foglalkoztatás-egészségügyi szolgáltatójának;
- megfelelő felkészítő programmal és az alvállalkozókkal való kapcsolattartással biztosítani, hogy az egyéb munkavállalók és látogatók tisztában legyenek a kockázatokkal;
- tudatosítani a munkavállalókban, hogy a berendezést nem szabad eltávolított panelekkel működtetni, és hogy a berendezés burkolatában, hullámvezetőkben vagy az árnyékolt ablakokban keletkezett bármely kárt jelenteni kell a felettesnek.

9.9. További információk

A mért eredmények egy munkavállaló expozíciójának az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott expozíciós határértékek tekintetében történő számítógépes modellezéséhez szolgáltak alapul (9.5. ábra). A modellezés azt mutatja, hogy az RF-betáplálás közelében túlléphetik az expozíciós határértékeket; a teljes testre vonatkozó SAR az expozíciós határértékek 211%-a volt az egész testre vonatkozó termikus stressz esetében, a helyi SAR csúcserőssége a végtagok 10 g-nyi összefüggő szövetmértékében pedig a végtagokra vonatkozó termikus stressz expozíciós határértékének 147%-a volt. A fejre és törzsre vonatkozó helyi termikus stressz expozíciós határértékét nem lépték túl; a helyi SAR csúcserőssége a fej és törzs 10 g-nyi összefüggő szövetmértékére átlagolva pedig a fejre és törzsre vonatkozó helyi termikus stressz expozíciós határértékének 89%-a volt.

Az RF-betáplálástól 0,5 m-re a mért elektromos térerősség az AL-értéknél alacsonyabb volt, így a várakozásoknak megfelelően a modellezés kimutatta, hogy az egész testre vonatkozó, valamint a helyi SAR értékek az expozíciós határértékeknél jóval alacsonyabbak voltak (kevesebb, mint 0,5%).

9.6. ábra: SAR eloszlása egy munkavállalónál (a) az RF-betáplálás körül és (b) az eltávolítható panelek körül, az RF-generátortól 50 cm-re



10. TETŐANTENNÁK

10.1. Munkahely

Az épületek teteje gyakran szolgált megfelelő alapként a különböző távközlési antennák felállítására, amelyek működése szempontjából hasznos a megnövelt magasság vagy a nagyobb látótávolság. Az esettanulmány tárgya egy ilyen épület (10.1. ábra), amelynek nemrég új tulajdonosa lett. Az új tulajdonos törekedett arra, hogy teljesítse jogszabályi kötelezettségét, és értékelje a tetőn dolgozó személyekre vonatkozó valamennyi kockázatot.

10.1. ábra: Mobiltelefon-szektorantennák és mikrohullámú tányérantenna egy liftház tetején



10.2. A munka jellege

A munkavállalóknak a különféle épületfelügyeleti és karbantartási feladatok ellátásához fel kell jutniuk a tetőre. Ilyen munkavállalók lehetnek: az ablaktisztítók, tetőfedők, légkondicionáló-szerelők, biztosítási ellenőrök és antennaszerelők. Az utóbbi csoport vélhetően részletes képzést kapott a rádiófrekvenciás sugárzással kapcsolatos biztonsági intézkedésekről, és egyéni expozíciós vészjelzővel is rendelkezik, míg az előbbieket vélhetően nem kaptak képzést, így nem sokat tudnak az esetleges problémákról.

A bevált gyakorlat az lenne, ha a szerelők az antennák telepítésekor a „biztonságos elhelyezkedés” elvét alkalmaznák. Ez azt jelenti, hogy az antennákat úgy kell elhelyezni, hogy a munkavállalók a normál tetőszinten ne léphessenek be véletlenül az antenna körüli tilalmi zónába. A tilalmi zóna az az antenna közelében lévő terület, ahol az expozíció meghaladhatja az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintet.

Az antenna tilalmi zónájába a munkavállalók csak mászást segítő eszközökkel, például létrával vagy állványon juthatnak fel. Ha a munkavállalónak be kell lépnie a tilalmi zónába, előfordulhat, hogy az antennát le kell állítani. Ha az antenna tilalmi zónája ütközik a tető járófelületével, ezt a területet el kell keríteni.

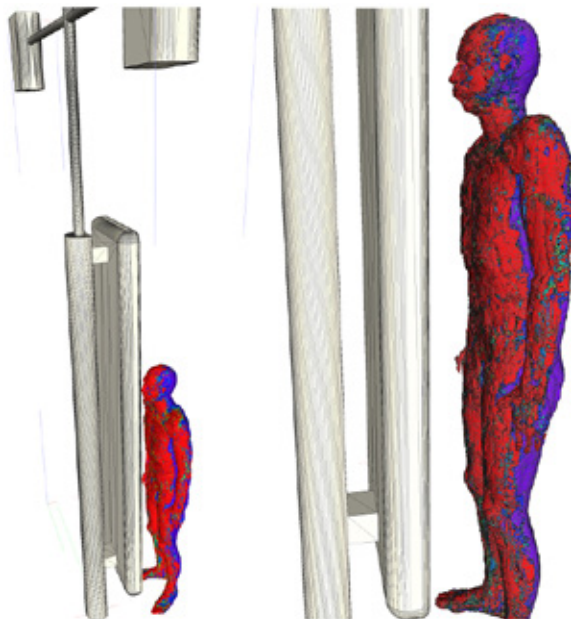
10.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

A tetőre szerelt antennák többnyire mobiltávközlési rendszerekhez kapcsolódnak, például mobiltelefon-bázisállomásokhoz és személyhívó-rendszerekhez. A szektorantennák mellett a mobiltelefon-bázisállomások pont-pont adatkapcsolatot is tartalmaznak. A tulajdonos tisztában volt azzal, hogy a különböző típusú antennák eltérő veszélyességi szinttel rendelkeznek, és hogy általánosságban:

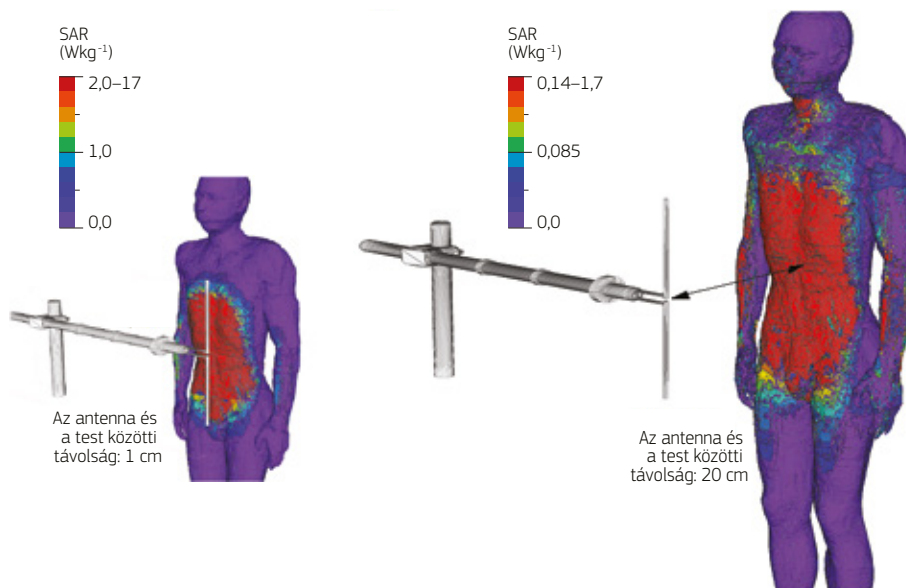
- a mobiltelefon-szektorantennák (800–2600 MHz) előre néhány méteren keresztül jelenthetnek veszélyt, oldalirányban és hátrafelé kevésbé (10.2. ábra);
- a mobiltelefon-bázisállomásokhoz kapcsolódó mikrohullámú tányérantennák (10–30 GHz) nem jelentenek komoly veszélyt;
- a dipól és a kollinear (ostor) antennák (80–400 MHz) az antenna körül mért egy vagy két méteren belül lehetnek veszélyesek.

Ez utóbbi tényt tükrözi a 400 MHz-en működő félhullámú dipól antennára vonatkozó számítógépes modell (10.3. ábra). A 10.1. táblázat azt mutatja, hogy amint a kisugárzott teljesítmény 25 W-ra, 100 W-ra, majd 400 W-ra nő, egyre nő az az antennától való távolság is, amelyen belül az egészségügyi expozíciós határértékeket túllépik.

10.2. ábra: Fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) eloszlása a jelet sugárzó mobiltelefon-szektorantenna mellett tartózkodó munkavállalónál



10.3. ábra: Fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) eloszlása az emberi modellen a törzstől 20 cm-re található, 25 W-os félhullámú dipól antennának való expozíció esetén. Behatolás: a törzstől 1 cm-re. Mindkét esetben a számított SAR-értékek kisebbek, mint a megfelelő egészségügyi expozíciós határértékek



10.1. táblázat: Az egész testre vonatkozó fajlagos energiaelnyelési tényező (WBSAR) és a helyi SAR-csúcsérték számítógépes modellezése, 10 g összefüggő szövet tömegre (SAR_{10g cont}) átlagolva egy 5 W-os, 25 W-os, 100 W-os és 400 W-os félhullámú dipól antenna esetében. Piros betű jelzi a megfelelő egészségügyi expozíciós határértékeket túllépő SAR-értékeket

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

A 100 kHz és 6 GHz közötti frekvenciatartomány egészségügyi expozíciós határértékei az egész testre vonatkozó átlagolt SAR esetében: 0,4 Wkg⁻¹ és a helyi SAR esetében a fejre és a törzsre vonatkozóan, 10 g összefüggő szövetre átlagolva: 10 Wkg⁻¹

10.4. Hogyan használják az alkalmazást?

A berendezés automatikus, a gépkezelők távolról irányítják. A mobiltelefon-bázisállomás kimeneti teljesítményét a hívásforgalom alapján, a spektrumengedély feltételeiben megállapított maximális érték függvényében módosítja. Ez megnehezíti a tulajdonos számára, hogy egy adott pillanatban előre jelezze a tényleges kimeneti teljesítményt. A kimeneti frekvenciát is a spektrumengedély feltételei határozzák meg.

A beszerelés módosítását és az időszakos karbantartási feladatokat az üzemeltetők által megbízott alvállalkozók látják el.

10.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

A részletes elméleti expozícióértékeléshez számos különböző információra van szükség, beleértve az antenna típusát, a kibocsátás jellemzőit (pl. frekvencia, kisugárzott teljesítmény, a jel paraméterei, ciklusidő, sugárzott csatornák száma), a munkavállaló pozícióját a sugárzási téren belül, az expozíció időtartamát és egyéb források hozzájárulását.

Az expozíciót a tetőn is lehet mérni, bár ehhez speciális műszerekkel rendelkező szakértő szolgáltatásait kell igénybe venni. A tulajdonos tisztában volt azzal, hogy az interneten bérelhetne vagy vásárolhatna olcsó műszert, amely azonban nem nyújtana megbízható eredményt, és az is előfordulhat, hogy a műszer a vizsgált jeleken kívül egyéb jelekre is érzékeny. A tulajdonos azzal is tisztában volt, hogy tanácsadó szolgáltatásainak igénybe vétele költséges lenne, és csak a mérés időpontjában adna pillanatképet az expozíciós helyzetről.

Ehelyett a tulajdonos alapvető vizuális felmérést végzett a tetőn, hogy azonosítsa az antennákat és azok üzemeltetőit, majd bejelölte azokat a tető tervrajzán. Ezután felvette a kapcsolatot az üzemeltetőkkel, akiket a helyszínre hívott, hogy azonosítsák antennáikat és nyújtsanak azokkal kapcsolatban biztonsági információt. A tulajdonos továbbá megvizsgálta a bejárési naplót, hogy megtudja, ki járt a tetőn, és a munka jellege alapján megpróbálta meghatározni, hogy a tetőn járó személyek hol dolgoztak. Ezt az információt felhasználva azonosította azokat a helyszíneket, ahol a munkavállalók veszélyes térerősségű területekre vagy tilalmi zónákba léphetnek be (10.4. ábra). A munkavállalók számára az a helyes gyakorlat, ha nem közelítik meg a sugárzó antennákat, ahol potenciálisan a beavatkozási szinteket (AL-értékeket) meghaladó expozíciónak lehetnek kitéve, és semmi esetre sem érhetnek hozzá a sugárzó antennákhoz.

10.7. Kockázatértékelés

A tulajdonos tisztában volt azzal a követelménnyel, amely szerint a tetőre kilépő munkavállalókat érintő összes kockázatot (ezek közé tartozik a megcsúszás, megbotlás és elesés; a kéményekből és légcsatornákból származó füst; valamint az elektromágneses terek) értékelni kell. Az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertan segítségével strukturálták a folyamatot, és az értékelésre való felkészülés során azonosították az egyes antennák üzemeltetőitől vagy gyártójától származó információkat. Az antennából eredő télerősségre vonatkozó számszerű információ, illetve az esetleges tilalmi zónák sematikus ábrája segítségével a tulajdonos értékelni tudta a kockázat szintjét. Amennyiben a hozzáférhető tér meghaladta az AL-értékeket, a kockázatok kezeléséhez cselekvési terv kidolgozására és végrehajtására volt szükség.

Az elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelés példáját a 10.3. táblázat mutatja be.

10.3. táblázat: Tetőantennák elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Rádiófrekvenciás tér közvetlen hatásai	A tetőre vezető ajtó be van zárva, csak kulccsal nyitható	Ablaktisztítók	✓				✓		Alacsony	A személyhívó-rendszer antennájának (hajtogatott dipól) áthelyezése a járófelülettől távolabbi helyre
	Figyelmeztető és tiltó jelzések	Tetőfedők	✓				✓		Alacsony	
	A liftház felső részére szerelt szektorantennák és a hozzájuk kapcsolódó tilalmi zónák legyenek megközelíthetetlenek	Légkondicionáló-szerelők	✓				✓		Alacsony	Mechanikus akadály felszerelése annak biztosítására, hogy az ablaktisztító fülkét a szektorantennákkal szemben ne lehessen felhúzni
	Le kell zárni a liftházak tetejére vezető létrát	Biztosítási ellenőrök	✓				✓		Alacsony	
	A póznák és gerendák felső részére szerelt tányérantennák legyenek megközelíthetetlenek	Antennaszerelők	✓				✓		Alacsony	Írásos biztonsági eljárás kidolgozása, amelyet minden munkavállalónak el kell olvasnia (és alá kell írnia), mielőtt a tetőre lép
		Különösen veszélyeztetett munkavállalók (várandós nők)	✓				✓		Alacsony	
Rádiófrekvenciás tér közvetett hatásai (orvostechnikai elektronikus berendezésekkel fennálló interferencia)	Lásd fent	Különösen veszélyeztetett munkavállalók		✓		✓			Alacsony	Lásd fent. Az írásos biztonsági eljárásban figyelmeztetés elhelyezése az orvostechnikai elektronikus berendezést viselők számára

10.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

A tulajdonos által a tetőn végzett vizuális felmérés a következőket tárta fel:

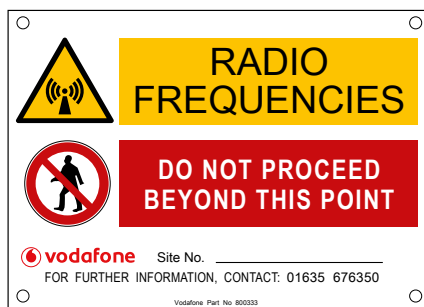
- a tetőre vezető ajtó zárva volt, a kulcsot az épület biztonsági vezetője őrizte. Rádiófrekvenciás antennák jelenlétére vonatkozó figyelmeztetést helyeztek el az ajtó belsején (10.5a. ábra);
- a mobiltelefon-szektorantennákat a liftház felső részére szerelték fel, és a hozzájuk kapcsolódó tilalmi zónák megközelíthetetlenek voltak. A póznákon (10.5b. ábra) és az antenna burkolatán (10.5c. ábra) figyelmeztetéseket helyeztek el;
- a liftház tetejére vezető létrát lezárták, és figyelmeztetést helyeztek el (10.5d. ábra);
- a mikrohullámú tányérantennákat magas póznákra szerelték, a gerendák megközelíthetetlenek voltak. (A tulajdonosnak minden esetben írásos igazolása van az üzemeltetőtől a tilalmi zónák hiányáról.).

10.5. ábra: Figyelmeztetések

a) a tetőre vezető ajtón



b) az antenna tartórúdján



c) az antenna dobozán



d) a liftház tetejére vezető létrán



10.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A tulajdonos nem volt megelégedve azzal, ahogyan a tetőn található berendezéseket kezelték, és kiegészítő óvintézkedések végrehajtása mellett döntött, például:

- a személyhívó-rendszer üzemeltetőjét felkérte, hogy a kapcsolódó hajtogatott dipól antennát a járófelülettől távolabb helyezze el (10.6a. ábra), és helyezzen el figyelmeztetést (10.6b. ábra);
- mechanikus akadály felszerelése annak biztosítására, hogy az ablaktisztító fülkét a szektorantennákkal szemben ne lehessen felhúzni (10.6c. ábra);
- írásos biztonsági eljárás kidolgozása, amelyet minden munkavállalónak el kell olvasnia (és alá kell írnia), mielőtt a tetőre léphet. Ez magában foglalja az ésszerűen előrelátható balesetekre és incidensekre vonatkozó készenléti terveket.

10.6. ábra:

a) a személyhívó antennája túl közel van a járófelülethez



b) az új figyelmeztetés



c) az ablaktisztító-fülkét már nem lehet az antennák előtt felhúzni



11. KÉZI ADÓ-VEVŐ KÉSZÜLÉKEK

11.1. Munkahely

Ez az esettanulmány egy kis építőipari cégre vonatkozik, amelynek munkavállalói építési területeken dolgoznak. A művezető hallott az elektromágneses terekről szóló új irányelvről, és felmerült benne a kérdés, hogy a munkavállalóknak milyen óvintézkedéseket kell végrehajtaniuk a kézi adó-vevők használatakor.

11.2. A munka jellege

A munkavállalók az építési területen kézi adóvevőkkel tartják egymással a kapcsolatot, amelyek a nem engedélyköteles PMR (magáncélú mobil rádiórendszer) 446 szolgáltatással működnek (11.1. ábra). Az eszközt az építkezésen dolgozó valamennyi munkavállaló használhatja.

11.1. ábra: Adó-vevőt használó munkavállaló az építkezésen



A gyártó utasításainak megtekintését követően a művezető megállapította, hogy a kézi adó-vevő készülékek mintegy 446 MHz-en üzemelnek. Sem az utasításokban, sem pedig az EK-megfelelőségi nyilatkozatban nem volt információ az effektív kisugárzott teljesítményről (ERP) vagy a megfelelő felhasználási módokról (11.2. ábra).

Internetes kutatást követően a művezető talált a szolgáltatás szabályozójától olyan információt, amelyben azt állították, hogy „a PMR 446 rádiókészülék kézi, beépített antennával rendelkezik, maximális effektív kisugárzott teljesítménye 500 mW, és megfelel az ETS 300 296 műszaki előírásnak”.

11.2. ábra: A készülékhez csatolt EK-megfelelőségi nyilatkozat

EC Declaration of Conformity

We the manufacturer / Importer

Declare under our sole responsibility that the following product

Type of equipment: Private Mobile RadioModel Name: _____Country of Origin: _____Brand: _____

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

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

EMC&RF:

EN 301-489-5 V1.3.1:(2002-08)**EN 301-489-1 V1.8.1:(2008-04)****EN 300-296-1 V1.1.1:(2001-03)****EN 300-296-2 V1.1.1:(2001-03)****EN 300-341-1 V1.3.1(200012)****EN 300-341-2 V1.1.1(200012)**

Electrical Safety:

EN 60950-1:2006

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

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

Manufacturer / Importer
(signature of authorized person)



Signature: (_____) London,

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

11.3. Hogyan használják az alkalmazást?

A munkavállalók a berendezések használatáról nem kaptak képzést. A művezető nem hivatalos felmérést végzett az eszköz használati pozíciójáról, és megállapította, hogy az adó-vevőt használat közben vagy az arc előtt, vagy az arc mellett tartják. A munkavállalók közötti kommunikáció általában nagyon rövid ideig, adásonként legfeljebb néhány tíz másodpercig tartott.

11.4. Az expozíció értékelésének megközelítése

A test közelében található adókészülékből származó expozíció értékelésekor számítógépes modellezéssel kell meghatározni az expozíciós határértékeknek való megfelelést. Ideális esetben ezt a gyártó végzi el. Ha azonban ezek az adatok nem állnak rendelkezésre, a hasonló eszközökről megjelent információkra hivatkozva értékelést lehet végezni. (Érdemes megnézni az útmutató 1. kötete 3. fejezetének 3.2. táblázatát, amely tartalmazza azokat a berendezéseket, amelyeket eleve az elektromágneses terekről szóló irányelvnek megfelelőnek kell tekinteni.)

11.5. Az expozícióértékelés eredményei

Miután a művezető felhívott különböző kormányhivatalokat, azt a tájékoztatást kapta, hogy hasonló frekvencián működő hasonló eszközről már jelentek meg számítógépes modellezés útján nyert adatok (Dimbylow et al). Ez azt mutatta, hogy a maximális fajlagos energiaelnyelési tényező (SAR) 10 g összefüggő szövet tömegre vetítve $3,9 \text{ Wkg}^{-1}$ 1 wattnyi kimeneti teljesítmény esetén, az archoz közeli bármely lehetséges üzemi pozícióban.

Ahhoz, hogy a fejre korlátozódó expozíciót az egészségügyi expozíciós határértékek alapján értékeljék ezen a frekvencián (10 Wkg^{-1}), az expozíciót 6 percre kell átlagolni. Mivel kétirányú beszélgetések zajlanak, a művezető 50%-os maximális átviteli ciklusidőt feltételezett. A modellezési adatokból a művezető meg tudta állapítani, hogy az expozíciós határértékek túllépéséhez több mint 5 W effektív kisugárzott teljesítménnyel rendelkező berendezésre volna szükség.

A gyártótól nem volt beszerezhető az adó-vevő készülékek effektív kisugárzott teljesítményére vonatkozó információ, a szabályozó azonban már meghatározta, hogy az eszközök nem haladhatják meg a 0,5 W-os kimeneti teljesítményt. A művezető ezért meg tudta állapítani, hogy az eszközökből származó expozíció nem lépi túl az elektromágneses terekről szóló irányelvben megadott egészségügyi expozíciós határértékeket.

11.6. Kockázatértékelés

Az expozícióértékelés eredményei azt jelzik, hogy az adó-vevő készülékek használata nem lépi túl az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt vonatkozó egészségügyi expozíciós határértékeket. Azonban fennáll annak a lehetősége, hogy a munkavállalókon rögzített vagy általuk viselt orvostechnikai eszközökkel interferencia alakul ki. Az orvostechnikai eszközökkel rendelkező munkavállalóknál külön kockázatértékelést kell végezni, amelynek keretében megállapítható és végrehajtható minden, az orvos által ajánlott óvintézkedés

11.7. Már érvényben lévő óvintézkedések

Nem volt ilyen óvintézkedés.

11.8. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

A művezető néhány egyszerű intézkedés végrehajtása mellett döntött:

- a munkavállalók rövid előadást hallhattak arról, hogy mikor és hogyan használják az adó-vevőt, valamint hogy milyen pozícióban tartsák az eszközt;
- a már ott dolgozó munkavállalókat arra kérték, hogy jelentsék, ha különösen veszélyeztetettnek minősülnek, például ha szívritmus-szabályozót viselnek;
- az új munkavállalók esetében kiszűrik, hogy különösen veszélyeztetettnek minősülnek-e.

12. REPÜLŐTÉR

Az elektromágneses terek forrásai ebben az esettanulmányban a következők:

- légtérelenőrző radar;
- irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB);
- távolságmérő berendezés.

12.1. Munkahely

A radar, az irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB) és a távolságmérő berendezés egy utas- és teherszállító repülőgépeket kiszolgáló nemzetközi repülőtéren volt használatban. Az érintett repülőtéri munkahelyek a következők voltak:

- a rádiófrekvenciás (RF) generátort magában foglaló radarkezelő-kabin;
- az acélrács torony; amelyre a radarantenna fel volt szerelve;
- irányítótorony;
- a rádiófrekvenciás (RF) generátort magában foglaló NDB-kezelőkabin;
- az NDB-antennát magában foglaló állomás;
- az NDB közelében található repülőtéri tűzoltóság;
- a rádiófrekvenciás (RF) generátort magában foglaló távolságmérő kezelőkabinja;
- a távolságmérő kezelőkabinját körülvevő terület, amelyre az antennát szerelték.

12.2. A munka jellege

12.2.1. Radar

A radarmunka nagy részét a légiforgalmi mérnökök végezték a berendezés kezelőfülkéjében. E munkavállalóknak esetenként az antennán is kellett dolgozniuk. A radartól körülbelül 80 m-re található, hasonló magasságú irányítótoronyban dolgozó egyéb reptéri munkavállalókat szintén érinthetett az antennából érkező rádiófrekvenciás sugárzás, és ezzel kapcsolatban aggályukat fejezték ki.

12.2.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

Az NDB-vel kapcsolatos munka nagy részét mérnökök végezték a berendezés kezelőfülkéjében. Esetenként az NDB hangolásához ezeknek a munkavállalóknak is be kellett lépniük az NDB-állomásra, hogy így biztosítsák az NDB-nek a helyes kimeneti előírásoknak való megfelelését; ezt a hangolást az antennától néhány méterre lévő fülkében végezték. Az NDB reptéri tűzoltóállomáshoz való közelsége aggasztotta a repülőtéri tűzoltókat.

12.2.3. Távolságmérő berendezés

A távolságmérő berendezéssel kapcsolatos munka nagy részét mérnökök végezték a berendezés kezelőfülkéjében. E munkavállalóknak ritkán kellett magán az antennán dolgozniuk, de egyéb reptéri munkavállalók aggályukat fejezték ki azzal kapcsolatban, hogy az antenna a földtől mindössze 2,5 m-re található, és nincs korlátozva a hozzáférés.

12.3. Az elektromágneses teret gerjesztő berendezésre vonatkozó információ

12.3.1. Radar

A radar egy rádiófrekvenciás sugárimpulzusokat generáló RF-generátorból és egy forgóantennából állt. Az RF-generátor egy kezelőfülkében helyezkedett el, az antennát pedig egy acélrács torony tetejére szerelték. Az RF-generátorból származó jelet egy téglalap alakú hullámvezető vezette el az antennáig. A reptéri légtérellenőrző radar példáját a 12.1. ábra mutatja be, a radar műszaki előírásait pedig a 12.1. táblázat tartalmazza.

12.1. ábra: Reptéri légtérellenőrző radar példája



12.1. táblázat: Reptéri légtérellenőrző radar műszaki előírásai

Üzemi jellemzők	Érték
Névleges átviteli frekvencia	3 GHz
Névleges kimeneti csúcsteljesítmény	480-tól 580 kW-ig
Névleges kimeneti átlagteljesítmény	430 W
Impulzus hossza	0,75–0,9 μ s
Impulzus ismétlődési frekvenciája	995 Hz
Antenna forgási sebessége	15 rpm

12.3.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

Az NDB egy 343 kHz amplitúdójú modulált RF-jelet előállító RF-generátorból áll, amelynek 100 W a maximális teljesítménye, valamint egy 15 m magas rácsszerkezetű oszlopból álló, önálló távadóból. Az antennát egy olyan zárt állomáson belül állították fel, amely egy, a hangolóberendezésnek helyt adó szekrényt is tartalmazott. Az RF-generátor az antennaállomáson kívül található kezelőfülkében volt.

12.3.3. Távolságmérő berendezés

A távolságmérő berendezés egy RF-generátorból és egy, a kezelőkabinra szerelt antennából állt. A távolságmérő berendezés RF-sugárimpulzusokat továbbít a repülőteret megközelítő repülőgépektől vett jelekre adott válaszul. Az RF-jelek továbbítása 978–1213 MHz közötti frekvenciatartományban történt, impulzushossz: 3,5 μ s. Az impulzusok között eltelt idő 12 és 36 μ s között van.

12.4. Hogyan használják az alkalmazást?

A radar, az NDB és a távolságmérő automatizált és távvezérlésű berendezések. A berendezés módosítását és az alkalmi karbantartási munkát mérnökök végzik, akiknek esetenként hozzá kell tudniuk férni az antennákhoz. Az RF-generátort minden esetben kikapcsolják, ha hozzá kell férni az antennához.

12.5. Az expozíció értékelésének megközelítése

Az expozíció mérését szaktanácsadó végezte, speciális műszerekkel (spektrumanalizátorhoz csatlakoztatott csőtápvonalas tölcserantenna, amely részletesen értékeli az adott helyszíneken a pulzáló radarjelből származó expozíciót, valamint egy háromtengelyű rádiófrekvenciás veszélyességi szonda). A méréseket olyan helyszíneken végezték, amelyek a berendezések sugárzása közben a munkavállalók számára is megközelíthetőek.

12.5.1. Radar

A radarjelátvitel jellege miatt (a rádiófrekvenciás jel rövid impulzusokból áll, az antenna pedig forog) az adott helyen kialakult expozíció nem folyamatos, így két mennyiség tekintetében részletes expozícióértékelés elvégzésére volt szükség:

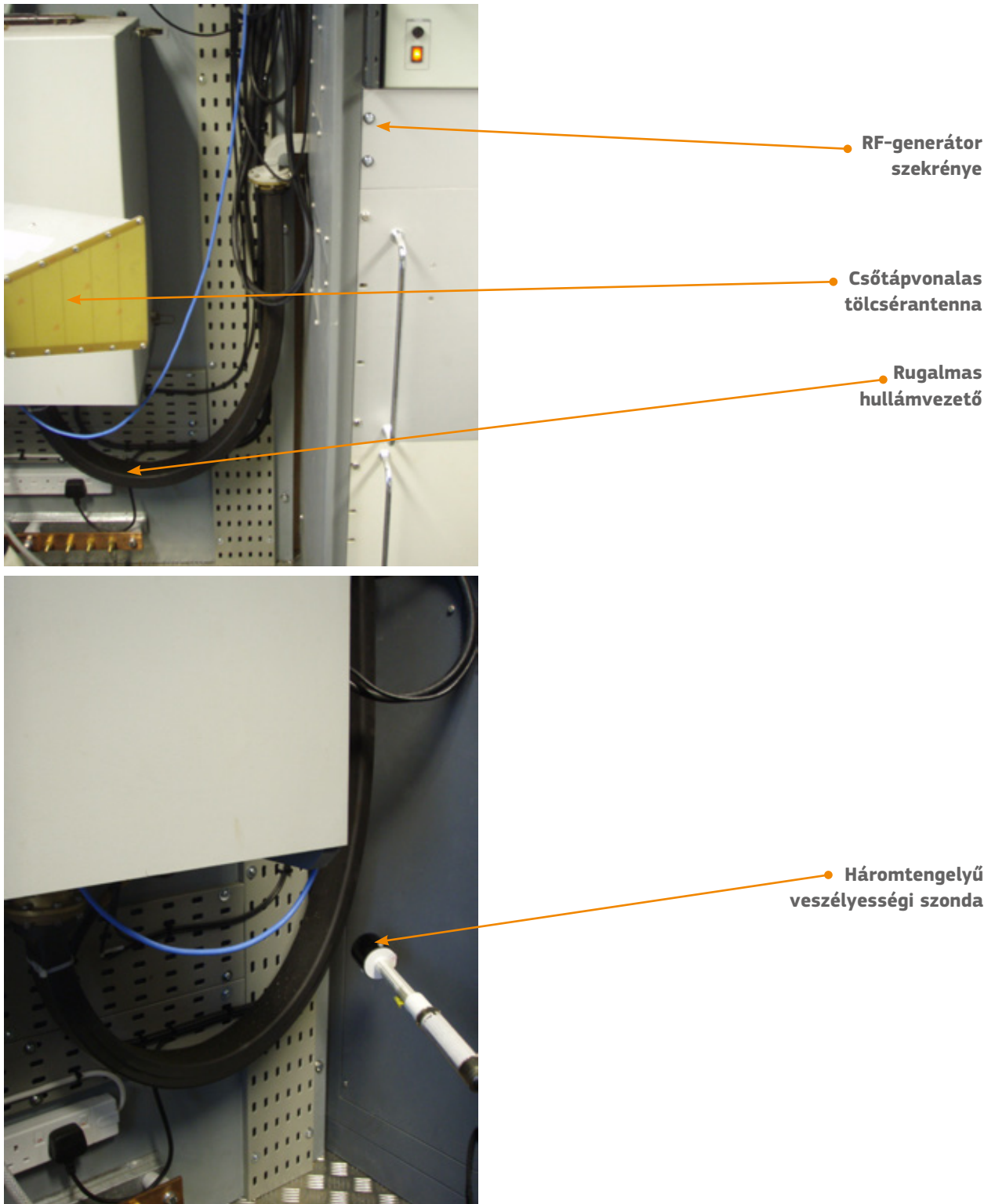
- teljesítménysűrűség csúcscértéke, amely azt az expozíciót jelöli, amely a munkavállalót az RF-jel egyes impulzusai során éri;
- átlagos teljesítménysűrűség, amelyet a teljesítménysűrűség csúcscértékéből számítanak ki, és a több percen át átlagolt expozíció mértéke, amelynek során figyelembe veszik a radarjel pulzáló jellegét és az antenna forgási idejét.

A teljesítménysűrűség mérését spektrumanalizátor és csőtápvonalas tölcserantenna használatával, négy helyszínen végezték az irányítótoronyban.

Az RF veszélyességi szonda használatával több helyszínen mérték az elektromos télerősséget is.

A méréseket a kezelőfülkében, az antennatornyon, a hullámvezető közelében (kiemelt figyelmet fordítva az összekötő karimákra és a rugalmas hullámvezető szelvényekre [12.2. ábra]), az irányítótoronyban és a radar körül található egyéb területeken végezték, amelyek a munkavállalók, így a különösen veszélyeztetett munkavállalók számára is hozzáférhetőek voltak.

12.2. ábra: Mérések végzése a radar kezelőfülkéjében található rugalmas hullámvezető körül



12.5.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

Az elektromos térerősség mérését az RF veszélyességi szondával végezték az NDB körüli, a munkavállalók számára is megközelíthető helyszíneken, külön figyelmet fordítva azokra a területekre, ahol a légiforgalmi mérnökök és a reptéri tűzoltók tartózkodtak.

12.5.3. Távolságmérő berendezés

Az elektromos térerősség méréseit az RF veszélyességi szondával végezték a kezelőfülkében és a fülkén kívül, az antennához való legközelebbi hozzáférési ponton, amely reprezentálta a talajszinten álló, az antenna felé nyúló munkavállaló pozícióját.

12.6. Az expozícióértékelés eredményei

A mérési eredményeket összehasonlították az érintett beavatkozási szintekkel (AL), az expozícióértékelés jelentős megállapításait a 12.2., 12.3. és 12.4. táblázat tartalmazza. A különösen veszélyeztetett munkavállalók expozíciójának értékelésekor a 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintekhez képest végezték az összehasonlítást (lásd az útmutató 1. kötetének E. függelékét).

12.2. táblázat: A radar-expozícióértékelés eredményeinek összefoglalása

Helyszín	Mért mennyiség	Eredmény	Expozíció aránya (százalék)	
			Vonatkozó beavatkozási szint ^{1,2}	Az 1999/519/EK szerinti referenciaszint ³
Az irányítótorny teteje	Teljesítménysűrűség csúcserő	33 000 Wm ⁻²	66%	330%
	Átlagos teljesítménysűrűség	0,012 Wm ⁻²	0,024%	0,12%
Kezelőfülke	Maximális elektromos térerősség	< 0,1 Vm ⁻¹	< 0,1%	< 0,2%
A kezelőfülkén kívül található rugalmas hullámvezetőtől 10 cm-re		29 Vm ⁻¹	21%	48%
A törzs pozíciója az antenntornyon az antennához való legközelebbi hozzáférési ponton		31 Vm ⁻¹	22%	51%

¹ Megállapították, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelv nem tartalmaz beavatkozási szinteket a 6 GHz alatti frekvenciában az RF-sugárzás teljesítménysűrűségére, ami pedig különösen fontos a pulzáló RF-jelek szempontjából, így az elektromágneses terekről szóló irányelv 15. preambulumbeközlésével összhangban a tanácsadó a nem ionizáló sugárzás elleni védelemmel foglalkozó nemzetközi bizottság (ICNIRP) iránymutatásaira hivatkozott a radarból származó pulzáló RF-sugárzásnak való expozíció értékelésekor, az alábbiak szerint:

A teljesítménysűrűség csúcserőértékének foglalkozás-egészségügyi referenciaszintje pulzáló RF-sugárzás esetén a 2–300 GHz-es frekvenciatartományban: 50 000 Wm⁻².

A teljesítménysűrűség csúcserőértékének foglalkozás-egészségügyi referenciaszintje a 2–300 GHz-es frekvenciatartományban: 50 Wm⁻².

² Elektromos térerősség beavatkozási szintje a 2–6 GHz frekvenciatartományban: 140 Vm⁻¹.

³ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlás szerinti referenciaszintek:

A teljesítménysűrűség csúcserőértéke pulzáló RF-sugárzás esetén a 2–300 GHz-es frekvenciatartományban: 10000 Wm⁻²;

Átlagos teljesítménysűrűség a 2–300 GHz-es frekvenciatartományban: 10 Wm⁻²;

Elektromos térerősség a 2–300 GHz-es frekvenciatartományban: 61 Vm⁻¹.

MEGJEJYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint ±2,7 dB volt, és a „megosztott kockázati” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

12.3. táblázat: Az NDB-expozícióértékelés eredményeinek összefoglalása

Helyszín	Maximális elektromos térerősség (Vm^{-1})	Expozíció aránya (százalék)		Az 1999/519/EK szerinti referenciaszint ³
		Alsó beavatkozási szint ¹	Felső beavatkozási szint ²	
Kezelőfülke	100	59%	17%	120%
Tűzoltók személyzeti helyisége	< 0,1	< 0,1%	< 0,1%	< 0,2%
Az NDB-állomást körülhatároló kerítés	270	160%	45%	310%

¹ Elektromos térerősség alsó beavatkozási szintnél a 3 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban: 170 Vm^{-1} .

² Elektromos térerősség felső beavatkozási szintnél a 3 kHz – 10 MHz frekvenciatartományban: 610 Vm^{-1} .

³ Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszint a 150 kHz-től 1 MHz-ig tartó frekvenciatartományú elektromos térerősségre: 87 Vm^{-1} .

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 2,7 \text{ dB}$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

12.4. táblázat: Az DME-expozícióértékelés eredményeinek összefoglalása

Helyszín	Maximális elektromos térerősség (Vm^{-1})	Expozíció aránya (százalék)	
		Beavatkozási szint ¹	Az 1999/519/EK szerinti referenciaszint ²
Kezelőfülke	< 0,1	< 0,2%	< 0,3%
Talajszinttől 2,5 m-re, az antennától 0,6 m-re	14	15%	33%

¹ Az elektromos térerősségre vonatkozó legszigorúbb beavatkozási szint a távolságmérő készülék 978–1213 MHz frekvenciájú átviteli tartományában: 94 Vm^{-1} .

² Az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott, az elektromos térerősségre vonatkozó legszigorúbb referenciaszint a távolságmérő készülék 978–1213 MHz frekvenciájú átviteli tartományában: 43 Vm^{-1} .

MEGJEGYZÉS: A mérések bizonytalansága a becslések szerint $\pm 2,7 \text{ dB}$ volt, és a „megosztott kockázatú” megközelítéssel összhangban (lásd az útmutató 1. kötetének D5. függelékét) az eredményeket közvetlenül a beavatkozási szinttel/referenciaszinttel vetették össze.

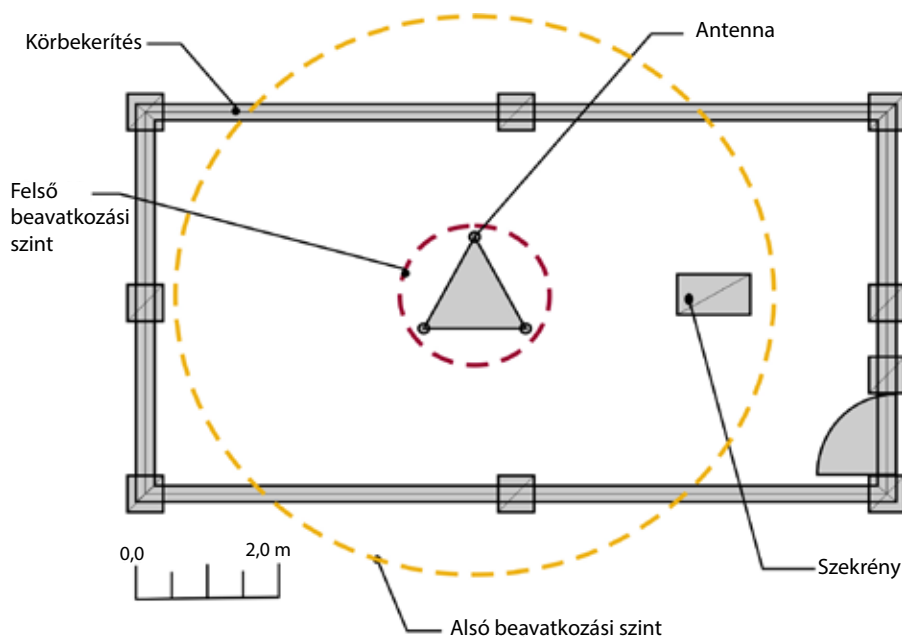
12.6.1. Radar

Az expozícióértékelés eredményei azt mutatták, hogy a radarból származó RF-sugárzásnak való expozíció az elektromágneses terekről szóló irányelvben foglalt AL-értékek alatt volt. Az értékelés azonban kiemelt olyan területeket, ahol az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszinteket túllépték, bár ezek olyan területek, amelyekre vélhetően a különösen veszélyeztetett munkavállalók nem lépnek be.

12.6.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

Az expozícióértékelés eredményei azt mutatták, hogy az NDB-ből származó RF-sugárzásnak való expozíció az elektromos térre vonatkozó alsó beavatkozási szint (12.3. ábra) és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek felett volt az NDB-t körülvevő kerítés körüli területeken. Ezekre a területekre a munkavállalók, így a különösen veszélyeztetett munkavállalók is beléphetnek.

12.3. ábra: Felülnézeti ábra azon területek kontúrjáról, amelyeken belül az irányítatlan sugárzású rádióadó körül meghaladhatják a beavatkozási szinteket



12.6.3. Távolságmérő berendezés

Az expozícióértékelés eredményei azt mutatták, hogy a távolságmérő berendezésből származó RF-sugárzásnak való expozíció a beavatkozási szint és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaszintek alatt maradt a távolságmérő berendezés körüli valamennyi hozzáférhető területen.

12.7. Kockázatértékelés

A repülőtér-üzemeltető a tanácsadó által készített expozícióértékelés alapján elvégezte a radar, az NDB és a távolságmérő berendezés kockázatértékelését. Ez összhangban állt az OiRA (az EU-OSHA online interaktív kockázatértékelési platformja) által javasolt módszertannal. A kockázatértékelés az alábbiakat állapította meg:

- a különösen veszélyeztetett munkavállalókra az irányítótorony tetején lévő radar veszélyes lehet;
- a munkavállalók – ezen belül a különösen veszélyeztetett munkavállalók – akadálytalanul hozzáférhettek az NDB körüli azon területekhez, ahol az érzékelési hatásokra vonatkozó alsó AL-értékeket meghaladták, mivel a kerítést a távadóhoz túl közel állították fel;
- nem valószínű, hogy a munkavállalókat a távolságmérő berendezéssel kapcsolatban érhesse veszély.

A repülőtér-üzemeltető a kockázatértékelés alapján cselekvési tervet dolgozott ki, amelyet dokumentáltak.

A radar, az NDB és a távolságmérő berendezés elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelésének példáját a 12.5., 12.6. és 12.7 táblázat mutatja be.

12.6. táblázat: Az irányítatlan sugárzású rádió-irányadó elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kisebb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Rádiófrekvencia közvetlen hatásai	Fizikailag megakadályozni, hogy illetéktelen személyek léphessenek be a távadó állomásra	Mérnök	✓				✓		Alacsony	A határoló kerítés áthelyezése, így az magában foglalja azt a területet is, ahol az elektromos térerősség meghaladja az alsó beavatkozási szintet
	Egyszerű eljárás annak biztosítására, hogy a távadó ki legyen kapcsolva, amikor szükséges az antennatoronyhoz való hozzáférés	Reptéri munkavállalók	✓				✓		Alacsony	A telephelyre vonatkozó biztonsági tájékoztatóban konkrét figyelmeztetések feltüntetése
	Csak az áramütés kockázatára figyelmeztető jelzés	Különösen veszélyeztetett munkavállalók (a várandós nőket is beleértve)	✓				✓		Alacsony	A rádiófrekvencia veszélyére figyelmeztető jelzések elhelyezése az NDB-állomásra történő belépési pontokon Az NDB hangolásának elvégzésére irányuló eljárás összeállítása Az NDB-jelek hangolását végző mérnökök számára a rádiófrekvenciával kapcsolatos biztonsági tájékoztató képzés nyújtása
Rádiófrekvencia közvetett hatásai (orvosi implantátumokkal fennálló interferencia)	Csak az áramütés kockázatára figyelmeztető jelzés A munkavállalók azt az utasítást kapták, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a repülőtérről a repülőteret üzemeltetőjét	Különösen veszélyeztetett munkavállalók	✓			✓			Közepes	Lásd fent

12.7. táblázat: A távolságmérő berendezés elektromágneses terekre vonatkozó kockázatértékelése

Veszélyek	Meglévő megelőző és óvintézkedések	Veszélyeztetett emberek	Súlyosság			Valószínűség			A kockázat minősítése	Új megelőző és óvintézkedések
			Kiseb	Súlyos	Halálos	Valószínűtlen	Lehetséges	Valószínű		
Rádiófrekvencia közvetlen hatásai	Egyszerű eljárás annak biztosítására, hogy a távadó ki legyen kapcsolva, amikor szükségessé válik az antennatoronyhoz való hozzáférés	Mérnökök	✓			✓			Alacsony	Nincs
		Reptéri munkavállalók	✓			✓			Alacsony	
		Különösen veszélyeztetett munkavállalók (a várandós nőket is beleértve)	✓			✓			Alacsony	
Rádiófrekvencia közvetett hatásai (orvosi implantátumokkal fennálló interferencia)	A munkavállalók azt az utasítást kapták, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a repülőtér üzemeltetőjét	Különösen veszélyeztetett munkavállalók		✓		✓			Alacsony	Nincs

12.8. Már érvényben lévő óvintézkedések

12.8.1. Radar

A radarhoz számos óvintézkedés és megelőző intézkedés kapcsolódott, többek között az alábbiak:

- a kezelőfülke és az antennatorony egy biztonsági kerítéssel körülvett állomáson belül volt;
- a kezelőfülkéhez vezető ajtót és az állomásra vezető kaput zárva tartották, amikor a felügyelet nem volt megoldott, és a kulcsokhoz csak az engedéllyel rendelkező munkavállalók férhettek hozzá;
- az antennatoronyra vezető lépcső az állomáson belül külön kapuval volt elzárva;
- figyelmeztetéseket (12.4. ábra) helyeztek el a radarállomásra vezető kapun, valamint az antennatoronyba vezető lépcsőház kapuján;
- blokkolók a kezelőfülkében a rádiófrekvenciás generátor szekrényén;
- egy egyszerű eljárást vezettek be annak biztosítására, hogy a rádiófrekvenciás generátor ki legyen kapcsolva, amikor szükséges az antennatoronyhoz való hozzáférés;
- biztonsági elem annak biztosítására, hogy a rádiófrekvenciás generátor ki legyen kapcsolva, ha a radar forgása leáll;
- a repülőtéri dolgozók azt az utasítást kapták, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a repülőtér üzemeltetőjét.

12.4. ábra: Figyelmeztetések a radarállomás kapuján (balra) és az antennatorony kapuján (jobbra)



12.8.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

A tanácsadó által végzett expozícióértékelést megelőzően nagyon kevés megelőző és óvintézkedés volt érvényben. Ezek a következőkre korlátozódtak:

- a távadó körüli határoló kerítés;
- az NDB körüli kerítésre az áramütés veszélyére figyelmeztető értesítést helyeztek el;
- egyszerű eljárás annak biztosítására, hogy a rádiófrekvenciás generátor ki legyen kapcsolva, amikor szükséges az antennatoronyhoz való hozzáférés;
- a repülőtéri dolgozók azt az utasítást kapták, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a repülőtér üzemeltetőjét.

12.8.3. Távolságmérő berendezés

Az expozícióértékelés előtt egy egyszerű eljárás volt érvényben annak biztosítására, hogy a rádiófrekvenciás generátor ki legyen kapcsolva, amikor szükséges az antennatoronyhoz való hozzáférés.

12.9. Az értékelés eredményeként bevezetett további óvintézkedések

12.9.1. Radar

A meglévő óvintézkedések és megelőző intézkedések biztosították, hogy a repülőtéri munkavállalók expozíciója általában a vonatkozó AL-értékek és az 1999/519/EK tanácsi ajánlásban megadott referenciaértékek alatt legyen azokon a területeken, ahol a méréseket végezték. Az egyetlen kivételt az irányítótorny teteje jelentette, ahol a különösen veszélyeztetett munkavállalókat a radar által kibocsátott RF-sugárzásnak való expozíció következtében veszély érheti, bár nagyon valószínűtlennek találták, hogy ezeknek a munkavállalóknak be kelljen lépniük e területre.

Az expozícióértékelés eredményeként a repülőtér üzemeltetője a tanácsadó tanácsára néhány kisebb ajánlást meg is valósított:

- a sugárzó antenna piktogramját és a „Vigyázat! Nem ionizáló sugárzás!” feliratot tartalmazó figyelmeztető jelzéseket helyeztek el az irányítótorony tetejére vezető ajtón;
- a reptéri munkavállalókat emlékeztették annak fontosságára, hogy orvosi implantátum viselése esetén értesítsék a repülőtér üzemeltetőjét;
- a telephelyre vonatkozó biztonsági tájékoztatóban a radarral kapcsolatos, nem ionizáló sugárzásból eredő veszélyekre vonatkozó figyelmeztetéseket helyeztek el.

Bár ebben az esetben nem valósították meg, érdemes megjegyezni, hogy létezik még egy, „kitakarás” néven ismert kiegészítő óvintézkedés, amelynek során adott rotációs régióban a radarjelátvitel csökkentett teljesítménnyel működik; ezt a megoldást akkor érdemes megfontolni, ha az expozícióértékelés a radarról származó RF-sugárzásnak való expozíció jelentős kockázatát tárja fel. Ennek keretében a radart úgy programozzák be, hogy a rotáció azon szakaszában, amikor az antenna az érintett terület felé fordul, az RF-sugárzás teljesítményét csökkentik vagy ki is kapcsolják. A kitakarás alkalmazását azonban nagyon gondosan meg kell fontolni, és annak előnyeit mérlegelni kell a megfigyelési adatoknak a csökkentett teljesítményen sugárzó radar okozta hiányából eredő kockázatokkal szemben.

12.9.2. Irányítatlan sugárzású rádió-irányadó (NDB)

A meglévő óvintézkedések és megelőző intézkedések nem voltak megfelelőek, így számos új intézkedést vezettek be.

Az expozícióértékelés eredményeként a repülőtér üzemeltetője a tanácsadó tanácsára számos ajánlást meg is valósított:

- az NDB körüli lehatároló kerítést a távadótól messzebb helyezték el, így az kiterjedt arra a területre is, ahol az elektromos térerősség túllépte az alsó AL-értéket. Megállapították, hogy a lehatároló kerítés elmozdításának alternatívája lehet azon munkavállalók részére nyújtandó képzés, akiknek be kell lépniük erre a területre, de végül a lehatároló kerítés áthelyezése bizonyult az egyszerűbb és legeredményesebb megoldásnak;
- a sugárzó antenna piktogramját és a „Vigyázat! Nem ionizáló sugárzás!” feliratot tartalmazó figyelmeztető jelzéseket helyeztek el az NDB-állomás kapuján;
- eljárást dolgoztak ki az NDB-jel hangolásának elvégzésére;
- az NDB hangolását az állomáson belül végző mérnököknek tájékoztató képzést tartottak az RF-sugárzásról;
- a reptéri munkavállalókat emlékeztették annak fontosságára, hogy orvosi implantátum viselése esetén tájékoztassák a repülőtér üzemeltetőjét;
- a telephelyre vonatkozó biztonsági tájékoztatóban az NDB-vel kapcsolatos, nem ionizáló sugárzásból eredő veszélyekre vonatkozó figyelmeztetéseket helyeztek el.

12.9.3. Távolságmérő berendezés

- Nem volt szükség további óvintézkedésekre és megelőző intézkedésre, mivel a meglévő intézkedések megfelelőnek bizonyultak.

A 2013/35/EU irányelv a munkavállalók elektromágneses terek által okozott kockázatoknak való expozíciójára vonatkozó biztonsági minimumkövetelményeket állapít meg. Ennek a gyakorlati útmutatónak az a célja, hogy segítse a munkaadókat, főként a kis- és közepes vállalkozásokat annak megértésében, hogy mit kell tenniük az irányelvnek való megfelelés érdekében. Az útmutató azonban munkavállalók, munkavállalói képviselői szervezetek és a tagállami szabályozó hatóságok számára is hasznos lehet. Két kötetből és egy, kifejezetten a kkv-knak szóló útmutatóból áll.

A gyakorlati útmutató I. kötete a kockázatértékelésre vonatkozó tanácsokat és kiegészítő tanácsokat tartalmaz azokra az esetekre, amikor a munkaadónak további megelőző vagy óvintézkedéseket kell végrehajtania.

A II. kötet tizenkét esettanulmányt tartalmaz, amelyek megmutatják a munkaadóknak, hogyan álljanak hozzá az értékelésekhez, és bemutatják a kiválasztandó és megvalósítandó megelőző és óvintézkedéseket. Az esettanulmányok valódi munkahelyi helyzetek alapján íródtak, és általános munkahelyekre vonatkoznak.

A kkv-knak szóló útmutató abban nyújt eligazítást, hogyan kell elvégezni az óvintézkedéseket terekből eredő kockázatok első értékelését az adott munkahelyen. Az értékelés eredménye segít eldönteni, hogy az elektromágneses terekről szóló irányelvből adódóan szükség van-e bármilyen további lépésre.

A tájékoztató elektronikus formában az Európai Unió valamennyi hivatalos nyelvén rendelkezésre áll.

Az alábbi címen letöltheti kiadványainkat vagy ingyenesen feliratkozhat:

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

Ha rendszeres híreket szeretne kapni a Foglalkoztatás, a Szociális Ügyek és a Társadalmi Befogadás Főigazgatóságának tevékenységéről, iratkozzon fel a Social Europe (Szociális Európa) című ingyenes elektronikus hírlevélre ezen a címen:

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



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



https://twitter.com/EU_Social



Kiadóhivatal